

**YÖRESEL EKŞİ HAMURLARDAN *Saccharomyces cerevisiae* SUŞLARININ İZOLASYONU, TANIMLANMASI VE MULTİFONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENEREK ENDÜSTRİYEL ÖNEME SAHİP SUŞLARIN SAPTANMASI**

**ISOLATION AND IDENTIFICATION OF *Saccharomyces cerevisiae* STRAINS FROM LOCAL SOURDOUGHS AND DETERMINATION OF INDUSTRIALLY IMPORTANT STRAINS BY EXAMINING THEIR MULTIFUNCTIONAL PROPERTIES**

**BUKET SOLAK**

**PROF. DR. Z. YEŞİM ÖZBAŞ**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı için Öngördüğü  
DOKTORA TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.

2020

Değerli aileme ve sevgili eşime,

## ÖZET

# YÖRESEL EKŞİ HAMURLARDAN *Saccharomyces cerevisiae* SUŞLARININ İZOLASYONU, TANIMLANMASI VE MULTİFONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENEREK ENDÜSTRİYEL ÖNEME SAHİP SUŞLARIN SAPTANMASI

**Buket SOLAK**

**Doktora, Gıda Mühendisliği Bölümü**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Z. Yeşim ÖZBAŞ**

**Ocak 2020, 221 sayfa**

Bu tez çalışmasında, yöresel ekşi hamurlardan izole edilen endojen *Saccharomyces cerevisiae* suşlarının multifonksiyonel özelliklerinin incelenerek, endüstriyel öneme sahip suşların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, ülkemizde ekşi hamur ile ekmek üretiminin yaygın olduğu çeşitli bölgelerden sağlanan toplam 38 örnek ile çalışılmıştır. Ekşi hamur örneklerindeki toplam maya sayımlarının; 3.5-7.1 log kob/g arasında değiştiği saptanmıştır. WL Nütrient agar besiyeri kullanılarak, bu örneklerden toplam 185 adet olası *S. cerevisiae* izolatu elde edilmiştir. Bu izolatların tanımlamalarının yapılabilmesi amacıyla; API ID 32C maya tanımlama sistemi ve bazı ek testler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, toplam 185 izolattan 146'sı kesin olarak *S. cerevisiae* olarak tanımlanmışlardır. Daha sonra, incelenen suşların WL Nütrient agar besiyerindeki makroskopik morfolojileri, karbon asimilasyon profilleri ve ek tanımlama testlerinin sonuçları değerlendirilerek, toplam 83 suş, teknolojik özelliklerinin belirlenmesi için seçilmişlerdir. Suşların, farklı sıcaklık ve pH değerleri ile farklı tuz derişimlerinde gelişebilme özellikleri, laktik ve asetik aside karşı gösterdikleri direnç ve hamur kabartma yetenekleri ile, katalaz, lipolitik ve

proteolitik aktiviteleri incelenmiştir. Bunlara ilaveten, API-ZYM enzim test kiti kullanılarak, incelenen suşların enzim profilleri de ortaya konulmuştur. Teknolojik ve enzimatik karakterizasyon deneylerinden elde edilen sonuçlar, istatistiksel olarak Temel Bileşen Analizi (TBA) ile değerlendirilmiştir. Teknolojik ve enzimatik özellikleri açısından üstün bulunan 23 *S. cerevisiae* suşu, probiyotik özelliklerinin de araştırılması amacıyla seçilmiştir. Suşların, antibiyotik dirençleri, antimikrobiyel aktiviteleri, düşük pH' ya ve safra tuzuna karşı gösterdikleri direnç, hidrofobisite özellikleri ve biyofilm oluşturma yetenekleri incelenmiştir. Uygulanan testler sonucunda elde edilen verilere TBA uygulanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda; incelenen 23 *S. cerevisiae* suşundan 7' sinin (*S. cerevisiae* Kafes 2, Örencik 2-1, Örencik 5-1, Örencik 6-2, Odunpazarı 2, Çarşa 1-6 ve Gerede 2-3) probiyotik potansiyele sahip olmaları nedeniyle, multifonksiyonel suş olarak nitelendirilebilecekleri ve endüstriyel açıdan da önem taşıdıkları belirlenmiştir. Bu tez araştırmasında ayrıca, teknolojik ve enzimatik özellikleri açısından üstün bulunan 23 *S. cerevisiae* suşunun, fermantasyon kapasiteleri de incelenmiştir. İncelenen suşlardan 7' sinin, kontrol olarak kullanılan ticari ekmek mayası suşundan daha iyi sonuçlar verdikleri, diğerlerinin hesaplanan fermantasyon hızlarının ise, kontrol suşununkine yakın değerlerde oldukları saptanmıştır. Bu çalışmada son olarak; gıda endüstrisinde starter olarak kullanılma potansiyeline sahip 26 suşun DNA sekans analizleri gerçekleştirilerek, moleküler olarak doğrulanmaları da sağlanmıştır. Araştırılan tüm suşların ITS bölgelerinin baz uzunlukları yaklaşık 800 bp olarak belirlenmiştir. DNA sekans analizi sonucunda suşların 23 tanesinin *S. cerevisiae*, 3' ünün de *S. cerevisiae/S. paradoxus* oldukları doğrulanmıştır. Bunun yanı sıra, *S. cerevisiae* Manisa 3 ve Çarşa 1-6 suşlarının ITS sekans benzerliklerinin %95' ten düşük olmalarının, bu suşların yeni *S. cerevisiae* suşları olabilecekleri şeklinde yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekşi hamur, *Saccharomyces cerevisiae*, Endojen suş, Multifonksiyonel suş, Teknolojik karakterizasyon, Probiyotik karakterizasyon

## **ABSTRACT**

# **ISOLATION AND IDENTIFICATION OF *Saccharomyces cerevisiae* STRAINS FROM LOCAL SOURDOUGHS AND DETERMINATION OF INDUSTRIALLY IMPORTANT STRAINS BY EXAMINING THEIR MULTIFUNCTIONAL PROPERTIES**

**Buket SOLAK**

**Doctor of Philosophy, Department of Food Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Z. Yesim OZBAS**

**January 2020, 221 pages**

In this thesis research, it was aimed to determine industrially important indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from local sourdoughs by examining strains' multifunctional properties. For this purpose, 38 samples that were collected from various regions of Turkey where bread production was widely made by sourdough fermentation were examined. It was determined that total yeast counts in the sourdough samples varied between 3.5-7.1 log cfu/g. A total of 185 potential *S. cerevisiae* isolates were obtained from these samples by using WL Nutrient agar medium. So as to identify of these isolates, API ID 32C yeast identification system and some complementary tests were applied. According to obtained results, 146 out of 185 isolates were precisely identified as *S. cerevisiae*. Afterwards, total 83 strains were selected for analyses of determination of technological properties by assessing macroscopic morphologies on WL Nutrient agar medium, carbon assimilation profiles, and complementary tests' results of examined strains. Strains' growth features at different temperature, pH values, and different salt concentrations and their resistance to lactic and acetic acids and their leavening ability and their catalase, lipolytic, and proteolytic activities were examined. In addition to these, by using API-ZYM enzyme test kit, the enzyme profiles of tested strains were

revealed. The results obtained from technological and enzymatic characterization experiments were evaluated statistically through the Principal Component Analysis (PCA). Twenty-three *S. cerevisiae* strains that were found out to be superior in terms of technological and enzymatic properties were selected for investigation of probiotic properties. Strains' antibiotic resistance, antimicrobial activities, resistance to low pH and bile salt, hydrophobicity properties, and ability of biofilm production were examined. PCA was applied to the data obtained from the tests. As a result of statistical analysis, it was determined that seven *S. cerevisiae* (*S. cerevisiae* Kafes 2, Orencik 2-1, Orencik 5-1, Orencik 6-2, Odunpazarı 2, Carsa 1-6 and Gerede 2-3) out of 23 tested strains can be categorized as multifunctional strains and have importance in terms of industry thanks to having potential probiotic. In this thesis research, moreover, the fermentation capacity of 23 *S. cerevisiae* strains was also examined. It was found out that seven tested strains had better results than the commercial yeast used as control and others' calculated fermentation rates were close to the control strain. Finally, in this research, DNA sequence analysis of 26 strains which have potential to be used as starter in food industry was realized and was molecularly confirmed. It was determined that all tested strains' base length of ITS regions was approximately 800 bp. As a result of DNA sequence analysis, 23 strains were verified as *S. cerevisiae*, while 3 were verified as *S. cerevisiae/S. paradoxus*. In addition, it was understood that *S. cerevisiae* Manisa 3 and Carsa 1-6 strains could be the new *S. cerevisiae* strains because their ITS sequence similarities were lower than 95%.

**Keywords:** Sourdough, *Saccharomyces cerevisiae*, Indigenous strain, Multifunctional strain, Technological characterization, Probiotic characterization

## TEŞEKKÜR

Bu projenin oluşturulması sırasında ve araştırmalarım süresince bilgisi ve deneyimleri ile bana yardımcı olan, deneyler öncesinde fikirleri ve önerileri ile beni yönlendiren, deneylerde karşılaştığım sorunlarda beni aydınlatan ve her daim ilgisini ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Z. Yeşim Özbaş' a en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı, FBA-2015-8028 no.lu proje ile destekleyen, Hacettepe Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne,

Çalışmada sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi sırasındaki yardımlarından dolayı İstatistik Bölümü öğretim üyelerinden; Sayın Prof. Dr. Özgür Yeniay ve aynı Bölüm Araştırma Görevlilerinden Arş. Gör. Dr. Nurbanu Bursa' ya,

Çalışmalarım sırasında, bazı ekşi hamur örneklerinin toplanmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Doç. Dr. Seda Karasu Yalçın' a ve Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Yeniçağa Yaşar Çelik Meslek Yüksek Okulu, Gıda Kalite ve Kontrolü ve Analizi programı Öğretim Görevlilerinden; Nurdan Arslankoz İşleyen' e, Ankara Halk Ekmek Gıda Mühendisi Murat Şanlı' ya,

Laboratuvardaki çalışmalarım sırasında, güler yüzleri, destekleri ve yardımları ile beni destekleyen sevgili arkadaşlarım; Hitit Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlilerinden; Gamze Nur Müjdecî' ye ve Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü doktora öğrencilerinden; Gıda Yüksek Mühendisi Fazilet Mıdık' a,

Araştırmam sırasında, beni yalnız bırakmamak için sürekli yollarda olan, her türlü sevgisi, desteği ve ilgisi ile bana güç veren sevgili eşim Çağrı Solak' a, sevgilerini ve desteklerini hep arkamda hissettiğim sevgili annem Figen Kirişçiöğlü ve babam Melih Kirişçiöğlü' na en içten teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| ÖZET .....   | i    |
| ABSTRACT .....   | iii  |
| TEŞEKKÜR.....  | v    |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....  | xii  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....  | xvii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....  | xx   |
| 1. GİRİŞ .....   | 1    |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....  | 4    |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM.....   | 43   |
| 3.1. Materyal .....  | 43   |
| 3.1.1. Ekşi Hamur Örnekleri .....  | 43   |
| 3.1.2. Maya Tanımlama Sistemi.....   | 44   |
| 3.1.3. Fermantasyon Deney Düzenegi.....  | 44   |
| 3.1.4. Besiyerleri ve Dilüsyon Sıvısı .....  | 44   |
| 3.2. Yöntem.....   | 46   |
| 3.2.1. Ekşi Hamur Örneklerinden Potansiyel <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının İzolasyonları ..... | 46   |
| 3.2.2. Ekşi Hamur Örneklerindeki Toplam Maya Sayısının Belirlenmesi...47                       |      |
| 3.2.3. Maya İzolatlarının Tanımlanmaları .....   | 47   |
| 3.2.3.1. Sıvı besiyerinde gelişme .....  | 47   |
| 3.2.3.2. Mikroskopik morfoloji.....  | 47   |
| 3.2.3.3. Lizin agar besiyerinde gelişme .....  | 48   |
| 3.2.3.4. Nitrat asimilasyonu .....   | 48   |
| 3.2.3.5. API ID 32C test sistemi ile tanımlama .....   | 48   |
| 3.2.3.6. Üre hidrolizi .....   | 49   |
| 3.2.3.7. 37°C' de gelişme .....  | 49   |
| 3.2.3.8. Glukoz fermantasyonu .....  | 50   |



|  |    |
|--|----|
| 3.2.3.9. Pseudohif oluşumu.....  | 50 |
| 3.2.3.10. Askospor oluşturma .....   | 50 |
| 3.2.3.11. Yüksek şeker derişimlerinde gelişme .....  | 51 |
| 3.2.3.12. Asetik asidi tolere edebilme.....  | 51 |
| 3.2.4. Teknolojik Karakterizasyon Deneşleri İçin Suş Seçimlerinin Gerçekleştirilmesi.....    | 51 |
| 3.2.5. <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının Bazı Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi..         | 52 |
| 3.2.5.1. Farklı sıcaklık derecelerinde gelişme .....   | 52 |
| 3.2.5.2. Farklı tuz derişimlerinde gelişme.....  | 52 |
| 3.2.5.3. Farklı pH derecelerinde gelişme.....  | 53 |
| 3.2.5.4. Laktik ve asetik asit dirençlerinin belirlenmesi.....                               | 53 |
| 3.2.5.5. Katalaz aktivitesinin belirlenmesi.....   | 54 |
| 3.2.5.6. Lipolitik aktivitenin belirlenmesi .....  | 54 |
| 3.2.5.7. Proteolitik aktivitenin belirlenmesi .....  | 54 |
| 3.2.5.8. Hamur kabartma özelliğinin belirlenmesi.....  | 54 |
| 3.2.5.9. Enzim profillerinin belirlenmesi.....   | 55 |
| 3.2.6. Teknolojik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların TBA ile Değerlendirilmeleri ..... | 56 |
| 3.2.7. Enzim Profilleri Açısından İncelenen Suşların TBA ile Değerlendirilmeleri.....        | 57 |
| 3.2.8. <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının Bazı Probiyotik Özelliklerinin Belirlenmesi .         | 57 |
| 3.2.8.1. Antibiyotik direncin belirlenmesi .....   | 57 |
| 3.2.8.2. Düşük pH değerlerinde gelişme özelliğinin belirlenmesi .....                        | 58 |
| 3.2.8.3. Safra tuzu toleransının belirlenmesi .....  | 58 |
| 3.2.8.4. Antimikrobiyel aktivitenin belirlenmesi.....  | 59 |
| 3.2.8.5. Hidrofobisite özelliğinin belirlenmesi .....  | 59 |
| 3.2.8.6. Biyofilm oluşumu .....  | 60 |

|   |    |
|---|----|
| 3.2.9. Probiyotik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların TBA İle Değerlendirilmeleri .....  | 61 |
| 3.2.10. Fermantasyon Kapasitesinin Belirlenmesi .....   | 61 |
| 3.2.11. Moleküler Yöntem ile <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının Doğrulanmaları.....  | 62 |
| 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA .....   | 64 |
| 4.1. Ekşi Hamur Örneklerinden Potansiyel <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının İzolasyonları ve Toplam Maya Sayılarının Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar ..... | 64 |
| 4.2. Maya İzolatlarının Tanımlanmalarına İlişkin Sonuçlar .....   | 67 |
| 4.2.1. Sıvı Besiyerinde Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 67 |
| 4.2.2. Mikroskobik Morfolojinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 68 |
| 4.2.3. Lizin Agar Besiyerinde Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 68 |
| 4.2.4. Nitrat Asimilasyonu Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 68 |
| 4.2.5. Maya İzolatlarının API ID 32C Sistemi ile Tanımlanmalarına İlişkin Sonuçlar .....  | 69 |
| 4.2.6. Üre Hidrolizi Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 79 |
| 4.2.7. 37°C' de Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 79 |
| 4.2.8. Glukoz Fermantasyonu Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 79 |
| 4.2.9. Pseudohif Oluşturma Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar ...  | 80 |
| 4.2.10. Askospor Oluşturma Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar...   | 80 |
| 4.2.11. Yüksek Şeker Derişimlerinde Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 80 |
| 4.2.12. Asetik Asidi Tolere Edebilme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 81 |
| 4.3. Teknolojik Karakterizasyon Deneyleri İçin Suş Seçimlerinin Gerçekleştirilmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 81 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.4. <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının Bazı Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....                       | 82  |
| 4.4.1. Farklı Sıcaklık Derecelerinde Gelişme Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....                               | 82  |
| 4.4.2. Farklı Tuz Derişimlerinde Gelişme Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....                                   | 86  |
| 4.4.3. Farklı pH Değerlerinde Gelişme Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....                                      | 89  |
| 4.4.4. Laktik ve Asetik Asit Dirençlerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 92  |
| 4.4.5. Katalaz Aktivitesinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 96  |
| 4.4.6. Lipolitik Aktivitenin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 97  |
| 4.4.7. Proteolitik Aktivitenin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 98  |
| 4.4.8. Hamur Kabartma Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 99  |
| 4.4.9. Enzim Profillerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 103 |
| 4.5. Teknolojik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi ile Değerlendirilmelerine İlişkin Sonuçlar ..... | 113 |
| 4.6. Enzim Profilleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi ile Değerlendirilmelerine İlişkin Sonuçlar .....       | 120 |
| 4.7. <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının Bazı Probiyotik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....                       | 128 |
| 4.7.1. Antibiyotik Direncin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 128 |
| 4.7.2. Düşük pH Değerinde Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 130 |
| 4.7.3. Safra Tuzu Toleransının Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 133 |
| 4.7.4. Antimikrobiyel Aktivitenin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....   | 136 |
| 4.7.5. Hidrofobisite Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 137 |
| 4.7.6. Biyofilm Oluşumunun Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 140 |
| 4.8. Probiyotik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi ile Değerlendirilmelerine İlişkin Sonuçlar ..... | 143 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.9. Fermantasyon Kapasitesinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....  | 148 |
| 4.10. Moleküler Yöntem ile <i>S. cerevisiae</i> Suşlarının Doğrulanmalarına İlişkin Sonuçlar .....   | 153 |
| 5. SONUÇ .....   | 157 |
| KAYNAKLAR .....  | 162 |
| EKLER .....  | 177 |
| EK 1. ARAŞTIRMADA KULLANILAN BESİYERLERİ .....   | 177 |
| EK 2. WLN AGAR BESİYERİNDEKİ KOLONİ MORFOLOJİLERİ .....  | 184 |
| EK 3. PSEUDOHİF VE ASKOSPOR OLUŞUMU DENEYLERİ SONUCUNDA ELDE EDİLEN BAZI MİKROSKOBİK GÖRÜNTÜLER .....  | 185 |
| EK 4. TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ DENEYLERİ VERİLERİNDEN HESAPLANAN GELİŞME VE HACİM İNDEKSİ DEĞERLERİ .....  | 187 |
| EK 5. TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN İNCELENEN <i>S. cerevisiae</i> SUŞLARININ DEĞERLENDİRİLMELERİNDE KULLANILAN TEMEL BİLEŞEN ANALİZİNE AİT VERİLER .....   | 199 |
| EK 6. ENZİM PROFİLLERİ AÇISINDAN İNCELENEN <i>S. cerevisiae</i> SUŞLARININ DEĞERLENDİRİLMELERİNDE KULLANILAN TEMEL BİLEŞEN ANALİZİ' NE AİT VERİLER .....       | 210 |
| EK 7. İNCELENEN <i>S. cerevisiae</i> SUŞLARININ PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ DENEYLERİNE İLİŞKİN SONUÇLAR .....                                      | 213 |
| EK 8. PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN İNCELENEN <i>S. cerevisiae</i> SUŞLARININ DEĞERLENDİRİLMELERİNDE KULLANILAN TEMEL BİLEŞEN ANALİZİ' NE AİT VERİLER ..... | 215 |
| EK 9. İNCELENEN <i>S. cerevisiae</i> SUŞLARINA AİT JEL ELEKTROFOREZ GÖRÜNTÜSÜ .....  | 218 |
| EK 10. FERMANTASYON KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ DENEYİ .....  | 219 |
| TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU .....  | 220 |

|               |     |
|---------------|-----|
| ÖZGEÇMİŞ..... | 221 |
|---------------|-----|

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|  |     |
|--|-----|
| Çizelge 3.1. Ekşi hamur örneklerinin toplandığı iller, köyler ve fırınlar .....  | 43  |
| Çizelge 4.1. İncelenen ekşi hamur örneklerine ait toplam maya sayıları.....  | 65  |
| Çizelge 4.2. Maya izolatlarının API ID 32C test sistemi ile elde edilen tanımlama sonuçları.....   | 69  |
| Çizelge 4.3. Karbon asimilasyon profilleri .....   | 74  |
| Çizelge 4.4. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının asimilasyon profillerine göre dağılımları .....   | 75  |
| Çizelge 4.5. <i>S. cerevisiae</i> suşlarının farklı sıcaklıklardaki gelişme indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları.....  | 83  |
| Çizelge 4.6. <i>S. cerevisiae</i> suşlarının farklı tuz derişimi içeren ortamlardaki gelişme indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları .....                            | 87  |
| Çizelge 4.7. <i>S. cerevisiae</i> suşlarının farklı pH değerlerine ayarlanmış ortamlardaki gelişme indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları .....                      | 90  |
| Çizelge 4.8. <i>S. cerevisiae</i> suşlarının laktik ve asetik asitin farklı derişimlerini içeren ortamlardaki gelişme indeksleri değerlerine göre karşılaştırılmaları..... | 93  |
| Çizelge 4.9. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının 25°C ve 30°C' lerde hacim indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları .....  | 100 |
| Çizelge 4.10. Araştırılan <i>S. cerevisiae</i> suşlarının API-ZYM test sistemi ile belirlenen enzim profilleri .....   | 104 |
| Çizelge 4.11. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerinde elde edilen verilere uygulanan TBA sonucunda elde edilen korelasyon matriksi özdeğerleri.....              | 115 |
| Çizelge 4.12. Teknolojik özellikleri açısından üstün bulunan <i>S. cerevisiae</i> suşları .....  | 119 |
| Çizelge 4.13. Enzim profillerinin belirlenmesi deneylerinde verilere uygulanan TBA sonucunda elde edilen korelasyon matriksi özdeğerleri .....                             | 121 |
| Çizelge 4.14. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının hidrofobisite indeksi değerleri .....  | 139 |

|  |     |
|--|-----|
| Çizelge 4.15. İncelenen suşların biyofilm oluşturma yeteneklerinin belirlenmesi deneyinde, farklı inkübasyon sürelerinde tespit edilen maya sayımı sonuçları.....  | 142 |
| Çizelge 4.16. Probiyotik özelliklerin belirlenmesi deneylerinde elde edilen verilere uygulanan TBA sonucunda elde edilen korelasyon matriksi özdeğerleri.....  | 144 |
| Çizelge 4.17. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının fermantasyon hızları .....   | 152 |
| Çizelge 4.18. ITS sekans sonuçlarına göre yapılan BLAST' ta, incelenen maya izolatlarının GenBankası veritabanında en yakın eşleşme gösterdiği suşlara ait kültür koleksiyonları, erişim numaraları, toplam baz uzunlukları, benzerlik oranları ve tanımlama sonuçları ..... | 155 |
| Çizelge Ek 4.1. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının, farklı sıcaklıklarda gelişebilme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri.....  | 187 |
| Çizelge Ek 4.2. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının farklı tuz derişimlerinde gelişebilme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri.....  | 189 |
| Çizelge Ek 4.3. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının farklı pH değerlerinde gelişebilme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri.....   | 191 |
| Çizelge Ek 4.4. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının laktik ve asetik asidin farklı derişimlerine karşı direnç özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri .....                               | 194 |
| Çizelge Ek 4.5. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının hamur kabartma yeteneklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, hacim indeksi olarak modellenen değerleri .....  | 196 |
| Çizelge Ek 5.1. TBA programında, incelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarına verilen kod numaraları .....   | 199 |

|  |     |
|--|-----|
| Çizelge Ek 5.2. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının teknolojik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen ve temel bileşen analizinin uygulanmasında giriş verisi olarak seçilen gelişme ve hacim indeksi değerleri ..... | 200 |
| Çizelge Ek 5.3. Gelişme ve hacim indeksi verilerinin değerlendirmelerinde kullanılan aralıklar ve bu değerlere karşılık gelen kodlar .....   | 202 |
| Çizelge Ek 5.4. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının hesaplanan gelişme ve hacim indeksleri verilerinin temel bileşen analizi için kodlanmış değerleri.....   | 203 |
| Çizelge Ek 5.5. Teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Barlett küresellik testinin sonuçları .....   | 205 |
| Çizelge Ek 5.6. Teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Kaiser-Meyer-Olkin testinin sonuçları .....   | 205 |
| Çizelge Ek 5.7. Teknolojik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değişkenlere ait kodlanmış yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapma değerleri.....  | 206 |
| Çizelge Ek 5.8. Teknolojik özelliklerin belirlendiği deneylere ait değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri.....   | 206 |
| Çizelge Ek 5.9. TBA programı tarafından hesaplanan, teknolojik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinden elde edilen verilere ait faktör yükleri.....  | 207 |
| Çizelge Ek 5.10. Varimax rotasyonu uygulanmadan önce ve rotasyon uygulamasından sonraki faktör yükleri .....   | 207 |
| Çizelge Ek 6.1. Enzim profillerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Barlett küresellik testinin sonuçları.....  | 210 |
| Çizelge Ek 6.2. Enzim profillerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Kaiser-Meyer-Olkin testinin sonuçları.....  | 210 |



|  |     |
|--|-----|
| Çizelge Ek 6.3. Enzim profillerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değişkenlere ait yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapma değerleri.....  | 211 |
| Çizelge Ek 6.4. Enzim profillerinin belirlendiği deneylere ait değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri.....   | 211 |
| Çizelge Ek 6.5. TBA programı tarafından hesaplanan, enzim profillerinin belirlendiği deneylerden elde edilen verilere ait faktör yükleri.....  | 212 |
| Çizelge Ek 7.1. Düşük pH değerinde gelişme özelliğinin belirlenmesi deneylerinde, <i>S. cerevisiae</i> suşlarının başlangıç inokülasyon değerleri ile 3. ve 24. saatlerdeki sayım sonuçları ve canlılık indeksi değerleri.....                     | 213 |
| Çizelge Ek 7.2. Safra tuzu direncinin belirlenmesi deneylerinde, <i>S. cerevisiae</i> suşlarının başlangıç inokülasyon değerleri ile 3. ve 24. saatlerdeki sayım sonuçları ve canlılık indeksi değerleri.....                                      | 214 |
| Çizelge Ek 8.1. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının probiyotik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen ve Temel Bileşen Analizinin uygulanmasında giriş verisi olarak seçilen sayım sonuçları ve indeks değerleri..... | 215 |
| Çizelge Ek 8.2. Probiyotik özelliklerin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Kaiser-Meyer-Olkin testinin sonuçları.....  | 216 |
| Çizelge Ek 8.3. Probiyotik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değişkenlere ait kodlanmış yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapma değerleri.....  | 216 |
| Çizelge Ek 8.4. Probiyotik özelliklerin belirlendiği deneylere ait değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri.....   | 216 |

|   |     |
|---|-----|
| Çizelge Ek 8.5. TBA programı tarafından hesaplanan, probiyotik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinden elde edilen verilere ait faktör yükleri..... | 217 |
|---|-----|

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|  |     |
|--|-----|
| Şekil 2.1. Ekşi maya fermantasyonu boyunca gerçekleşen substrat tüketimi ve aroma maddelerinin oluşumuyla ilişkili metabolitler.....   | 17  |
| Şekil 2.2. Ekşi hamur üretim yöntemleri.....   | 21  |
| Şekil 4.1. Teknolojik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları .....   | 116 |
| Şekil 4.2. Teknolojik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, gözlemlerin ( <i>S. cerevisiae</i> suşlarının) faktöriyel düzlemdeki dağılımları .....                  | 117 |
| Şekil 4.3. Enzim profillerinin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları .....     | 122 |
| Şekil 4.4. Enzim profillerinin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, gözlemlerin ( <i>S. cerevisiae</i> suşlarının) faktöriyel düzlemdeki dağılımları .....                    | 122 |
| Şekil 4.5. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının, pH' sı 2.5' e ayarlanmış olan besiyerindeki 3. ve 24. saatteki canlılık indeksi (VI) değerleri .....   | 130 |
| Şekil 4.6. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının, %0.3 safra tuzu içeren besiyerindeki 3. ve 24. saatteki canlılık indeksi değerleri .....   | 133 |
| Şekil 4.7. Probiyotik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları ..... | 145 |
| Şekil 4.8. Probiyotik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, gözlemlerin ( <i>S. cerevisiae</i> suşlarının) faktöriyel düzlemdeki dağılımları .....                | 146 |
| Şekil 4.9. Kontrol amaçlı kullanılan ticari maya, <i>S. cerevisiae</i> BEV 2-6, Örencik 5-1, Örencik 1-2, Lipa 3, Bonelli 3 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları .....                   | 149 |

|  |     |
|--|-----|
| Şekil 4.10. <i>S. cerevisiae</i> Has 3, Örencik 6-2, Som-un 6, Kafes 4, Gerede 2-3, Kafes 2 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları.....  | 150 |
| Şekil 4.11. <i>S. cerevisiae</i> AGES 1, Örencik 2-1, Odunpazarı 2, Zorlu 6, AGES 9 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları .....   | 150 |
| Şekil 4.12. <i>S. cerevisiae</i> Yeşildere 1, Yeşildere 4, Manisa 1, Manisa 3, BES 4, İstanbul 4, Çarşa 1-6 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları .....                               | 151 |
| Şekil 5.1. Ekşi hamur örneklerinden multifonksiyonel özellikteki endojen/yerel <i>S. cerevisiae</i> suşlarının seçimlerine ilişkin akım şeması.....  | 161 |
| Şekil Ek 2.1. Potansiyel <i>S. cerevisiae</i> suşlarının WLN agar besiyerindeki morfolojileri (28°C, 48-72 saat) (a); Has Fırını ekşi hamur örneği, (b); Bolu ev tipi 2 ekşi hamur örneği .....                            | 184 |
| Şekil Ek 3.1. Pseudohif oluşumu deneyi sonucunda elde edilen, <i>S. cerevisiae</i> Çarşa 2-3 izolatına ait, mikroskopik görüntü (28°C-7 gün; X40).....   | 185 |
| Şekil Ek 3.2. Pseudohif oluşumu deneyi sonucunda elde edilen <i>S. cerevisiae</i> Örencik 3-1 izolatına ait, mikroskopik görüntü (28°C-7 gün; X40).....  | 185 |
| Şekil Ek 3.3. McClary Acetate Agar besiyerinde yapılan askospor oluşumu deneyi sonucunda elde edilen, <i>S. cerevisiae</i> Topçuoğlu 1 izolatına ait, mikroskopik görüntü (25°C-21 gün; X100) .....                        | 186 |
| Şekil Ek 5.1. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait ham veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları..... | 208 |
| Şekil Ek 5.2. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait ham veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki gözlemlerin konumları.....         | 208 |

|  |     |
|--|-----|
| Şekil Ek 5.3. Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait kodlanmış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 4 ve Faktör 5 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları ve gözlemlerin ( <i>S. cerevisiae</i> suşlarının) bu faktöriyel düzlemdeki konumlar..... | 209 |
| Şekil Ek 9.1. İncelenen <i>S. cerevisiae</i> suşlarının hedef rDNA bölgelerine ait jel elektroforez görüntüleri.....   | 218 |
| Şekil Ek 10.1. İncelenen bazı <i>S. cerevisiae</i> suşlarının, cam fermantasyon başlıklı özel deney düzeneklerinde gerçekleştirilen fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesi deneylerine ait görüntü .....  | 219 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

|       |               |
|-------|---------------|
| $a_w$ | Su Aktivitesi |
| NaCl  | Tuz           |
| t     | Zaman         |

### Kısaltmalar

|       |  |
|-------|--|
| Abs   | Absorbans  |
| BLAST | Basic Local Alignment Search Tool  |
| Bp    | Base Pair (Baz Çifti)  |
| Cfu   | Colony Forming Unit  |
| DNA   | Deoksiribonükleik asit   |
| EFSA  | European Food Safety Authority (Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu)                  |
| FDA   | U.S. Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu)               |
| GI    | Growth Index (Gelişme İndeksi)   |
| GRAS  | Generally Recognized as Safe (Genellikle Güvenli Kabul edilen)                 |
| HI    | Hydrophobicity Index (Hidrofobisite İndeksi)                                   |
| ITS   | Internal Transcribed Spacer  |
| Kob   | Koloni Oluşturan Birim   |
| LAB   | Laktik Asit Bakterileri  |
| MAA   | Malt Asetik Agar   |
| MDG   | $\alpha$ -Metil-D-Glukozid   |
| MEA   | Malt Extract agar  |
| MH    | Mueller-Hinton   |
| MY50G | Malt Extract Yeast Extract %50 Glucose   |
| MY60G | Malt Extract Yeast Extract %60 Glucose   |
| NCBI  | National Biotechnology Information Center (Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi) |
| PCA   | Principal Component Analysis   |
| PCR   | Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)                        |

|      |   |
|------|---|
| PDA  | Potato Dextrose Agar  |
| PBS  | Phosphate Buffered Saline (Tamponlanmış Peptonlu Su)                  |
| QPS  | Qualified Presumption of Safety                                       |
| RAPD | Random Amplified Polymorphic DNA (Rastgele oğaltılmış Polimofik DNA) |
| SAB  | Sabouraud Dextrose Broth  |
| TBA  | Tributyrim Agar   |
| TBA  | Temel Bileşen Analizi   |
| VI   | Volume Index (Hacim İndeksi)  |
| WLN  | Wallerstein Nutrient  |
| YCB  | Yeast Carbon Base   |
| YEPD | Yeast Extract Pepton Dextrose   |
| YM   | Yeast Extract Malt Extract  |

# 1. GİRİŞ

Ekşi hamurla ekmek üretiminin MÖ 3000' lerde Antik Mısır' da ortaya çıktığı ve ortaçağa kadar ekmeğin temel mayalanma şekli olarak kaldığı bildirilmektedir (Hansen, 2004; Anonim, 2018a). Ekşi hamur, metabolik olarak aktif laktik asit bakterilerini (LAB) ve mayaları içeren, un ve su karışımı olarak tanımlanmaktadır (De Vuyst ve Neysens, 2005). Ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek üretiminin nispeten uzun sürmesi ve standart ürün elde edilememesi gibi bazı nedenlerden dolayı, geleneksel olarak kabul edilen bu üretimin zamanla yerini, ticari ekmek mayası ile yapılan üretime bıraktığı bilinmektedir. Ancak, son zamanlarda tüketicilerin daha doğal olarak kabul edilen çeşitli gıdalara olan ilgilerinin artmasıyla birlikte, ekşi hamurla ekmek üretimi yönteminin yeniden önem kazandığı görülmektedir (Plessas ve ark., 2011).

Fast food, yani hazır, hızlı tüketilen gıda, günümüzde insanların hızlı yaşama alışkanlıklarının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu akıma tepki olarak, hızlı yeme alışkanlığını ortadan kaldırmak ve yerel üreticileri korumak amacıyla; 1986 yılında İtalya'da Carlo Petrini tarafından "slow food" (yavaş gıda) hareketi başlatılmıştır. Yavaş gıda hareketi doğal, sağlıklı, geleneksel ve yerel gıdaları korumayı hedefleyen bir hareket olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2018b; Anonim, 2018c). Ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek üretiminin yerel, doğal, sağlıklı ve geleneksel olması nedeniyle, bu hareketin kapsamı içerisinde yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2018d).

Dünyada ve Türkiye' de ekşi hamur fermantasyonunun geleneksel olarak ekmek üretiminde kullanıldığı, bunun yanı sıra yaygın olarak, çeşitli özel keklerin ve diğer bazı tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde de bu tip hamurdan yararlanıldığı bildirilmektedir. İtalya' da tahıl bazlı gıdaların %30' dan fazlası ekşi hamur fermantasyonu ile üretilmektedir. Bunlara örnek olarak; İtalya' nın kuzeyinde yer alan bölgelerde, dini festivaller için özel olarak üretilen bazı kekler; Panettone, Pandoro ve Colomba kekleri verilebilir (De Vuyst ve Neysens, 2005). Bunların yanı sıra, İtalya' nın Apulia bölgesinde üretilen geleneksel Altamura ekmeğinin de, ekşi hamur fermantasyonu ile üretilen ekmeklere bir örnek olduğu ifade edilmektedir. İtalya dışında diğer bazı ülkelerde de, ekşi hamur ile ekmek



üretimini yapıldığı bilinmektedir. ABD' nin Kaliforniya eyaletine bağlı, San Francisco şehrinde bazı fırınların, 150 yılı aşkın bir süreden beri, ekşi hamuru kullandıkları belirtilmektedir (Cappelle ve ark., 2013). Ekşi hamur fermantasyonu ile tahıl bazlı çeşitli gıdaların üretimlerinin Belçika, Danimarka, İsveç, Norveç gibi kuzey ülkelerinde yapıldığı bildirilmektedir. Buna ilaveten, ekşi hamurun ABD, İtalya, Almanya ve Fransa gibi ülkelerin kültürlerine entegre olduğu ve bu ülkelerde yerel pazarlarda ekmekek, kek vb. ürünlerinin küçük ölçekli üretimleri amacıyla, kurutulmuş ekşi hamur starterlerinin satıldığı rapor edilmektedir (Siepmann ve ark., 2018). Ülkemizde ise, Trabzon' a özgü Vakfıkebir ekmeği, Çeşme-Germiyan ekmeği, Afyon ekmeği ve Kastamonu ekmeği olarak anılan bazı ekmekekler, ekşi hamur fermantasyonu ile üretilen ekmekek örnekleridir (Anonim 2020a; Anonim 2020b; Anonim 2020c).

Bunun dışında ülkemizde, bazı köylerde halen yaygın olarak ekşi hamur fermantasyonu ile geleneksel olarak ekmekek üretiminin gerçekleştirildiği de bilinmektedir. Son zamanlarda hem ülkemizde hem de yurt dışında, ekşi hamurla ilgili olarak gerçekleştirilen araştırmalarda artış olduğu görülmektedir (Dığrak ve Özçelik, 1991; Göçmen, 2001; Menteş, Arçelik ve Ercan, 2004; Gül ve ark., 2005; De Vuyst ve Neysens, 2005; Özülkü ve Özay, 2012; Yazar ve Tavman, 2012; Gänzle, 2014; Bircan, Güray ve Bostan, 2017; De Vuyst, Kerrebroeck, ve Leroy, 2017; Arici ve ark., 2018; Fujimoto ve ark., 2018; Gobbetti, 2018; Karaman ve ark., 2018). Ülkemizde bu konuda yapılan çalışmaların genel olarak; ekşi hamurdaki mikrobiyotanın belirlenmesi, bu mikrobiyotada yer alan LAB' nin ve mayaların tanımlanmaları ve karakterizasyonları, ekşi hamurun ekmekek kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırılması gibi konularda yoğunlaştığı görülmektedir.

Bu çalışmada ilk olarak, ülkemizin çeşitli bölgelerinden, yöresel ekşi hamur örneklerinin toplanması ve bu hamurlardan, potansiyel *S. cerevisiae* suşlarının izolasyonlarının yapılarak, bunların tanımlanmaları amaçlanmıştır. Daha sonra ise, tanımlamaları yapılan *S. cerevisiae* suşlarının bazı teknolojik ve probiyotik özelliklerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu aşamada, incelenen suşların enzimatik karakterizasyonlarının da yapılarak, enzim profillerinin ortaya konulması da amaçlanmıştır. Çalışmada, istatistiksel bir yöntem olan; Temel Bileşen Analizinden (TBA; Principal Component Analysis) yararlanılarak,

multifonksiyonel olarak nitelendirilebilecek; teknolojik, enzimatik ve probiyotik özellikler açısından öne çıkan *S. cerevisiae* suşlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırmada son olarak; multifonksiyonel nitelikli suşların fermantasyon kapasitelerinin ortaya konulması da planlanmıştır.

Bu tez çalışmasının amacı, yöresel ekşi hamurlardan izole edilmiş ve tanımlanmış olan multifonksiyonel özelliklere sahip, *S. cerevisiae* suşlarından oluşan bir maya koleksiyonu ya da starter havuzunun oluşturulması ve ülkemizde başta ekmek ve tahıl esaslı ürünler olmak üzere, farklı fermente ürünler üreten gıda sektörünün kullanımına açılmasıdır. Bu tez çalışmasında, *S. cerevisiae*'nin hedef maya türü olarak seçilmesinin nedenleri; bu türün ökaryotik mikroorganizmaların bütün karakteristiklerini taşıması, besinsel gereksinimlerinin nispeten basit, üreme hızının iyi olması, endüstriyel üretime uygunluğu ve ekmek/fırıncılık endüstrisinin yanı sıra tüm gıda sanayinde, geniş kullanım alanı bulmasıdır. Çeşitli maya suşlarının gastrointestinal koşullara dirençli ve bazı patojenlere karşı kuvvetli antagonistik etki gösterebilmeleri, probiyotik mayalara olan ilgiyi gün geçtikçe arttırmaktadır. Mayalardan özellikle *S. cerevisiae* türünün, Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu (European Food Safety Authority; EFSA) tarafından güvenli sınıfta olduğu (Qualified Presumption of Safety; QPS) ve Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu (Food and Drug Administration; FDA) tarafından ise, Genellikle Güvenli Kabul edilen (Generally Recognized as Safe; GRAS) nitelikte değerlendirildiği yani; *S. cerevisiae* suşlarının gerek fermente gıdalar ile tüketimlerinin gerekse ticari formlarının kullanılmasının sağlık açısından bir tehlike oluşturmadığı ifade edilmektedir.

Ülkemizde gıda sektöründe kullanılan çeşitli starter kültürlerin yurtdışından, özellikle de Avrupa ülkelerinden ithal edildiği bilinmektedir. Bu çalışmanın bir diğer amacı da, geleneksel olarak ülkemizde halen yaygın olarak kullanılan ekşi hamur fermantasyonuna olan farkındalığın artırılmasını sağlayarak, bu tip üretimin geliştirilmesine ve korunmasına yardımcı olmaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tahıl bazlı gıdalar içerdikleri karbonhidrat, protein, diyet lifi ve vitamin açısından zengin oldukları için beslenmede önemli bir role sahiptirler (Gobbetti ve ark., 2014). Birçok toplumda en fazla üretilen ve tüketilen fermente tahıl bazlı gıdanın ekmek olduğu ve tüm dünyada ekmek üretiminin yıllık yaklaşık; 9 milyar kg olduğu bildirilmektedir (Heenan ve ark., 2008; Plessas ve ark., 2011; Pico, Bernal ve Gómez 2015; Venturi ve ark., 2016). Avrupa ülkelerinde kişi başına düşen yıllık ekmek tüketimi, Kuzey Avrupa ülkelerinde yaklaşık 46 kg iken, Akdeniz ülkelerinde ise ekmek tüketiminin; 100 kg' a kadar çıktığı bildirilmektedir (Scazzina ve ark., 2009; Gobbetti ve ark., 2014). Geleneksel ekmek üretiminin, ekşi hamur fermantasyonu ile gerçekleştirildiği ifade edilmektedir. Ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek üretimi dünya çapında uygulanan ve geçmişi çok eskilere dayanan biyoteknolojik bir proses olarak bilinmektedir (De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Ekmek üretiminin yanı sıra çerez, kraker, pizza gibi bazı gıdaların üretimlerinde de, ekşi hamur fermantasyonunun kullanılabilirdiği ifade edilmektedir (Minervini ve ark., 2014). Ekşi hamur genel anlamda, laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalardan oluşan mikrobiyel bir ekosistem tarafından fermente edilen un ve su karışımı olarak tanımlanmaktadır (Corsetti ve Settani, 2007; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017).

Yüzyıllardır ekşi hamurun, yeni yapılacak olan hamurun kabarması için kullanıldığı ve ekşi hamurla ekmek üretiminin Antik Mısır' da MÖ 3000' lere kadar uzandığı rapor edilmektedir (Hansen, 2004; Hansen ve Schieberle, 2005). Mısırlılar, un ve su karışımından oluşan hamurun hacminde, bir süre beklediğinde bir artış olduğunu keşfetmişlerdir. Bunun yanı sıra Mısırlıların, bir önceki fermantasyondan kalan hamuru yeni hamura ekledikleri de bilinmektedir. Ayrıca bu dönemde, bira köpüğünün de ekmek yapımında aynı amaç için kullanıldığı da bildirilmektedir (Cappelle ve ark., 2013). Yapılan araştırmalar, Romalıların da ekşi hamur ile ekmek üretimi konusunda bilgi sahibi olduklarını göstermektedir. Romalı yazar ve filozof olan Plinius' un, starter kültürün nasıl elde edildiğini ve besleme prosesin nasıl olması gerektiğini açıkladığı ifade edilmektedir. Adı geçen filozofun, yılın diğer zamanları için ise; arpa ve su karışımının kaynatılması

gerektiği ve bu karışımın ekşiyinceye kadar bekletilerek kullanılmasını önerdiği de belirtilmiştir.

19 yy' ın ikinci yarısında, endüstriyel mikrobiyoloji konusundaki araştırmaların arttığı ve 1857-1867 yılları arasında Louis Pasteur' un mayaların fermantasyondaki rollerini kanıtlamasıyla birlikte, maya endüstrisinin de hızla gelişmeye başladığı ifade edilmektedir. Bu konudaki en önemli gelişmelerin; Emil Christian Hansen tarafından geliştirilen saf kültür tekniklerinin uygulanmaya başlanması ve de endüstriyel kullanıma yönelik ekipmanların üretilmeleri olduğu kabul edilmektedir (Brandt, 2014). Bu yöntem ile bira veya ispirito üretimi için mayaların, kontamine olmadan kullanılabilmeleri mümkün olabilmıştır (Brandt, 2014). Hansen tarafından geliştirmiş olan saf kültür elde etme yöntemine, dönemin bir diğer önemli mikrobiyologu olan Max Delbrück' ün alternatif bir sistem önerdiği bildirilmiştir. Delbrück, proses parametrelerinin kontrol altında tutularak üründe istenilen mikrofloranın gelişebilmesi için, uygun çevre koşullarının yaratılması fikrini ortaya koymuştur. Bilim dünyasında gerçekleşen bu gelişmelerle birlikte çeşitli mikroorganizmaların starter amaçlı olarak kullanılmalarının da arttığı ifade edilmektedir. O dönemde önerilen bu yöntemler, günümüzde de geçerliliğini korumakta ve fermente gıdaların üretimlerinde kullanılmak amacıyla, starter kültür elde etmekte kullanılmaktadır.

Fermantasyonun uzun sürmesi ve standart kalitede ürün elde edilememesi gibi bazı dezavantajlarından dolayı, ekşi hamur ile ekmek üretiminin zamanla yerini; ticari ekmek mayası ile gerçekleştirilen üretime bıraktığı bilinmektedir. Ancak günümüzde, tüketicilerin kimyasal koruyucuların daha az kullanıldığı ve daha doğal olarak kabul edilen gıdalara olan ilgilerinin artmasıyla birlikte, ekşi hamurla ekmek üretimi yönteminin yeniden yaygınlaşmaya başladığı da dikkati çekmektedir (Plessas ve ark., 2011). Ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek üretiminin avantajları arasında; mekanik sistemlere daha dayanıklı hamur yapısının oluşturulması, mineral, vitamin ve fitokimyasal içeriğinin daha zengin olması nedeniyle ile bu yolla üretilen ekmeğin biyoyararlılığının daha yüksek olması, ekşi hamurdaki mikrobiyota tarafından gluten proteinlerinin parçalanması nedeniyle bu tip ekmeğin çölyak hastaları tarafından da tüketilebilir nitelikte olması, ekşi hamur ekmeğinin raf ömrünün daha uzun ve organoleptik

özelliklerinin de daha iyi olması gösterilmektedir (Hansen, 2004; De Vuyst ve ark., 2009). Ekşi hamur fermantasyonu sırasında ayrıca, fermantasyonda yer alan mikrobiyota tarafından, prebiyotik oligosakkaritler gibi bazı biyoaktif bileşiklerin de sentezlendiği ifade edilmektedir (Poutanen, Flander ve Katina, 2009). Buna ek olarak, ekşi hamur fermantasyonunda, yine prebiyotik özelliklere sahip; ekzopolisakkaritlerin üretildiği de belirtilmektedir. Bu nedenlerden dolayı da, ekşi hamur fermantasyonun, prebiyotik bileşenlerin üretildiği bir fermantasyon olduğu da rapor edilmektedir (Poutanen, Flander ve Katina, 2009; Alaunyte ve ark., 2012).

Un, su, metabolik olarak aktif LAB ve mayaların, ekşi hamurun başlıca içeriğini oluşturduğu bilinmektedir. Ekşi hamur üretiminde un olarak özellikle, buğday ve çavdar unları tercih edilmektedir. Buğday unu, İtalya, Yunanistan, Türkiye ve Mısır gibi Akdeniz ülkelerinde tercih edilirken çavdar ununun ise Orta, Doğu ve Kuzey Avrupa ülkelerinde daha yaygın kullanıldığı belirtilmektedir. Bölgesel ve yerel tahıllar ile tahıl benzeri hububattan (pseudo-cereals) elde edilen unlarla üretilen ekşi hamurlar ile, birçok ülkede çeşitli gıdaların üretildiği rapor edilmektedir (Coda ve ark., 2014; Nionelli ve ark., 2014). Bu tahılların besin içerikleri ve kimyasal kompozisyonlarında yer alan dirençli nişasta, diyet lifi, vitaminler ve fenolik bileşikler nedeni ile, fırıncılık sektörünün ve tüketicilerin ilgisini çektiği bildirilmektedir (Coda ve ark., 2014; Nionelli ve ark., 2014). Literatürde, buğday ve çavdar unu haricinde arpa, sorgum, darı ve teff gibi tahıllar ve quinoa ve kara buğday gibi tahıl benzeri hububatların unlarıyla üretilen ekşi hamurların ekmek kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiş çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Vogelman ve ark., 2009; Coda ve ark., 2010; Moroni ve ark., 2011; Alaunyte ve ark., 2012; Coda ve ark., 2014).

Ekşi hamur mikrobiyotasının fermantasyonun başında, unun mikropopülasyonunu yansıttığı ve bu mikroflorada LAB ve *Bacillus* türleri gibi Gram pozitif bakteriler, *Pseudomonas* türleri gibi Gram negatif aerobik bakteriler, *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakteriler, mayalar ve küflerin bulunduğu, bunların dışında *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus* gibi istenmeyen bazı türlerin de ekşi hamurda bulunabileceği ifade edilmektedir (De Vuyst ve Neysens,

2005; Minervini ve ark., 2014). Bunların yanı sıra, ekşi hamur mikrobiyotasında hamurun asitliğini etkileyebilen; *Acetobacter* türleri gibi asetik asit bakterilerinin de bulunabildiği rapor edilmektedir (Scheirlinck ve ark., 2008; Nionelli ve ark., 2014; Minervini ve ark., 2012a). Hamur elde etmek için una su ilave edildiğinde, hamurun redoks potansiyelinin düştüğü ve bu durumun LAB, *Enterobacteriaceae* üyeleri ve mayaların gelişmesini desteklediği bildirilmektedir. Ekşi hamur bileşiminin, fermente edilebilir karbonhidratlar açısından zengin olduğu ve hamur pH' sının genel olarak 5.0-6.2 arasında değiştiği bilinmektedir. Bunlara ek olarak, LAB' nin, diğer mikroorganizmalara göre mono ve disakkaritleri daha kolay kullanabilmelerinin hamurda gelişebilmeleri için uygun bir ortam oluşturduğu ve LAB' nin metabolizmaları sonucunda hamurda asetik ve laktik asit gibi organik asitleri ürettikleri rapor edilmektedir. Organik asit üretimi sonucu hamurda gerçekleşen pH düşüşünün, *Enterobacteriaceae* üyelerinin gelişmelerini inhibe ettiği, mayaların ise bu düşük pH' ı tolere edebildikleri bildirilmektedir (Minervini ve ark., 2014). Fermantasyon sonunda ekşi hamurun pH' sının 3.6-3.8' e düştüğü ve mikroorganizmaların metabolik aktivitelerinin bu pH değerinde bazal metabolizma seviyesine indiği bildirilmektedir. Bu formdaki ekşi hamurun mikrobiyolojik açıdan daha kararlı hale geldiği ifade edilmektedir (Meuser ve Valentin, 2004). Mikrobiyolojik açıdan kararlı duruma gelen ekşi hamurda LAB' nin ve mayaların dominant oldukları ve ekşi hamur fermantasyonunun, bu baskın floranın metabolitik aktiviteleri sonucunda gerçekleştiği belirtilmektedir. Kararlı hale gelen ekşi hamurda toplam LAB sayısının yaklaşık olarak; 6-9 log (kob/g) arasında değiştiği ifade edilirken, toplam maya sayısının ise yaklaşık olarak; 5-8 log (kob/g) arasında değiştiği bildirilmektedir (Minervini ve ark., 2014).

LAB' nin fermantasyonu sonucu oluşan uçucu aroma bileşikleri, antibakteriyel/antifungal bileşikler ve ekzopolisakkaritlerin (EPS) ekmeğe istenilen lezzeti verirlerken ekmeğin kalitesini arttırdıkları ve raf ömrünü de uzattıkları belirtilmektedir (De Vuyst ve Neysens, 2005). Ekşi hamurlardan 50' den fazla LAB türünün izole edildiği ifade edilmektedir. En sık izole edilen türler arasında *Lb. brevis*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei*, *Lb. paralimentarius*, *Lb. rossiae*, *Lb. fermentum* ve *Lb. sanfranciscensis*' in yer aldığı ifade edilmektedir (Corsetti ve ark., 2001; De Vuyst ve Neysens, 2005; De Vuyst ve ark., 2014; Minervini ve ark., 2014). Bunların yanı sıra, *Leuconostoc*, *Weissella* ve *Pediococcus* türlerinin

de ekşi hamurdan sıklıkla izole edildikleri bildirilmektedir (De Vuyst ve Neysens, 2005). Ekşi hamur fermantasyonunda LAB' nin yanı sıra mayaların da oldukça önemli rolleri bulunmaktadır. Ekmek üretiminde mayanın en önemli işlevinin, hamurun kabarmasını sağlamak olduğu bilinmektedir. Mayaların metabolizması sonucu, karbondioksit gazı açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan karbondioksinin, hamur hacmini arttırdığı ve ekmeğe karakteristik süngerimsi yapısını sağladığı rapor edilmektedir (Hansen, 2004). Mayaların bir diğer önemli işlevi ise; gluten ağının gelişmesini ve güçlenmesini desteklemeleridir (Meuser ve Valentin, 2004). Ekşi hamurdan sıklıkla izole edilen maya türleri arasında; *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida humilis*, *Torulaspota delbrueckii*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Kazachstania exigua* ve *Pichia kudriavzevii* nin bulunduğu rapor edilmektedir (De Vuyst ve ark., 2016).

İtalya'nın güneyinde yer alan Apulia bölgesindeki fırınlardan sağlanan 25 adet ekşi hamur örneğinin mikroflorasını incelemek amacıyla Corsetti ve ark. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada hamurlardan, LAB ve mayaların izole edildiği bildirilmektedir. İlgili çalışmada; izolatların tanımlamalarının fizyolojik ve biyokimyasal yöntemlere göre yapıldığı ve genetik yöntemlerle de bu tanımlamaların doğrulandığı bildirilmiştir. Yapılan bu araştırmaya göre, incelenen hamurlardan en çok izole edilen LAB türünün *Lb. sanfranciscensis* olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada *Lb. alimentarius*, *Lb. brevis*, *Leuconostoc citreum*, *Lb. plantarum*, *Lb. fermentum*, *Lb. acidophilus* türlerine ait suşların da izole edilen diğer LAB arasında oldukları rapor edilmiştir. Bu araştırmada, aynı hamur örneklerinin ayrıca maya mikrofloralarının da incelendiği ve örneklerden izole edilen 19 mayadan 17 tanesinin; *S. cerevisiae* türüne ait olduğu, belirlenen diğer iki izolatın ise; *S. exiguus* ve *C. krusei* türlerine ait oldukları bildirilmiştir.

Yunanistan' da buğday unundan üretilen ekşi hamurların maya mikrofloralarının belirlenebilmesi amacıyla Paramithiotis ve ark. (2000) tarafından bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada, örneklerden izole edilen maya suşlarının tanımlanmalarının klasik yöntemlerle gerçekleştirildiği, doğrulama amacıyla da RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction) tekniğinin kullanıldığı belirtilmiştir. Anılan çalışmada, incelenen ekşi hamur örneklerinden toplam 45 mayanın izole edildiği ve bunlardan 25 izolatın; *P.*

*membranaefaciens* türüne ait olduğu ifade edilmiştir. Örneklerden izole edilen diğer maya türleri arasında; 14 izolatın *S. cerevisiae* ve 6 izolatın ise, *Yarrowia lipolytica* türlerine ait suşlar oldukları rapor edilmiştir.

Succi ve ark. (2003) tarafından yapılan bir diğer araştırmada, İtalya'nın güneyinde yer alan Molise ve Campania bölgelerinde bulunan 13 farklı fırından sağlanan ekşi hamur örneklerinin maya floralarının incelendiği rapor edilmiştir. Bu amaçla, izole edilen mayaların tanımlanmalarının klasik yöntemlere göre yapıldığı ve tanımlaması yapılan maya türlerinin doğrulanmalarının ise, moleküler yöntemlerle gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada, elde edilen sonuçlara göre incelenen ekşi hamur örneklerinden sıklıkla izole edilen maya türünün; *S. cerevisiae* (58 adet) olduğu rapor edilmiştir. *C. colliculosa* (5), *C. lambica* (4), *C. krusei* (3), *C. valida* (3), *C. glabrata* (2) türlerinin de, ekşi hamur örneklerinden izole edilen diğer maya türleri arasında oldukları belirtilmiştir.

İtalya' da, ekşi hamurlarda baskın maya türünü belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, Sicilya'nın dört farklı bölgesinde bulunan fırınlardan 35 ekşi hamur örneğinin toplandığı ve bunlardan maya izolasyonlarının yapıldığı bildirilmiştir (Pulvirenti ve ark., 2004). Yapılan bu araştırmada, maya izolatlarının tanımlanmalarının sonucunda, incelenen ekşi hamurlardaki baskın maya türünün *S. cerevisiae* olduğu tespit edilmiştir. İncelenen ekşi hamur örneklerinden *S. cerevisiae* dışında, *C. milleri*, *C. humilis*, *S. exiguus* ve *Issatchenkia orientalis* türlerinin de izole edildikleri rapor edilmiştir.

Zhang ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, Çin' de geleneksel bir ekmek türünün (steamed bread) üretiminde kullanılan ekşi hamurların LAB ve maya popülasyonlarının belirlenebilmesi amacıyla; İç Moğolistan'ın batı bölgesinden sağlanan 28 örnek ile çalışıldığı belirtilmiştir. Toplanan bu örneklerden, LAB' nin ve mayaların izole edildiği ve moleküler yöntemlerle tanımlanmalarının gerçekleştirildiği ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, incelenen örneklerde *Lb. plantarum* türünün baskın olduğu, bunun yanı sıra *L. citreum*, *W. cibaria*, *W. confusa* türlerinin de, incelenen ekşi hamur örneklerinden izole edilen diğer türler oldukları belirtilmiştir. Anılan çalışmada ayrıca, örneklerin maya mikrofloralarının da araştırıldığı ve örneklerden, 85 maya izolatu elde edildiği, bunlardan 43 tanesinin *S. cerevisiae* türüne ait suşlar oldukları rapor



edilmiştir. İzole edilen diğer maya türleri arasında *C. humilis* (22 izolat), *Torulaspora delbrueckii* (6), *Pichia anomala* (3), *Kazachstania exigua* (2), *C. parapsilosis* (2), *Pichia kudriavzevii* (2), *Lodderomyces elongisporus* (2), *Pichia farinosa* (1), *Pichia guilliermondii* (1) ve *Rhodotorula mucilaginosa*'nın (1) da bulunduğu rapor edilmiştir.

Tam buğday ekmeklerinin içerdiği minerallerin biyoyararlılığını arttırmak amacıyla, bu tip ekmek üretimlerinde kullanılmak üzere, fitaz aktivitesi taşıyan mayaların starter olarak kullanılmalarının önemli olduğu bildirilmektedir. Nuobariene ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, Danimarka ve Litvanya' da üretilen ekşi hamurlardan örnekler alınarak, bunların maya mikrofloralarının incelendiği ve fitaz aktivitesi taşıyan mayaların araştırıldığı rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda, izole edilen maya türleri arasında; *S. cerevisiae*, *P. kudriavzevii*, *P. occidentalis*, *C. humilis* ve *K. exigua*'nın bulunduğu ve bunlar arasında en yüksek fitaz aktivitesi gösteren izolatların, *S. cerevisiae* türüne ait oldukları bildirilmiştir.

Yapılan bir diğer araştırmada; Portekiz' in geleneksel bir ekmeği olan broa ekmeğinin üretiminde kullanılan çavdar ve mısır unları ile bunlardan üretilen ekşi hamurların mikrofloralarının, fermantasyon boyunca değişiminin araştırılabilmesi amacıyla, 14 üreticiden toplanan örneklerin incelendiği bildirilmektedir (Rocha ve Malchata, 2012). Bu araştırmada, incelenen ekşi hamur örneklerinin ve unların genel mikroflorasını araştırmak amacıyla toplam canlı mezofilik ve termofilik mikroorganizmalar, Gram-pozitif ve Gram-negatif aerobik bakteriler, LAB ve mayaların izolasyonları üzerinde çalışıldığı belirtilmiştir. İncelenen çavdar ve mısır unlarının ekşi hamur fermantasyonuna uğratılması sonucunda fermantasyonun, istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini kontrol altında tutulabildiği ve fermantasyon süresince mayalar ile *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, gibi LAB' lerinin sayılarının arttığı, küflerin, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae* familyaları ile, *Staphylococcus* ve *Micrococcus* cinslerine ait bakterilerin ise, inhibe oldukları rapor edilmiştir.

Minervini ve ark. (2012b) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel İtalyan ekmeklerinin yapımında kullanılan 19 adet ekşi hamurun mikroflorasının incelendiği ve bu amaçla toplanan ekşi hamur örneklerinden, LAB' nin ve mayaların izole edildiği rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada incelenen hamur

örneklerinden *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. plantarum* ve *Lb. paralimentarius* türleri ile, *S. cerevisiae*, *C. humilis*, *K. barnettii* ve *K. exigua* türlerinin izole edildikleri rapor edilmiştir.

Yapılan bir başka araştırmada; İtalya' ya özgü olan Pandoro, Panettone ve Nadalin gibi geleneksel fırıncılık ürünlerinin üretiminde kullanılan 18 ekşi hamur örneğinin mikroflorasının incelendiği rapor edilmiştir (Lattanzi ve ark., 2013). Elde edilen verilere göre, 18 ekşi hamur örneğinden ikisi dışında hepsinden, *Lb. sanfranciscensis* türünün izole edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada izole edilen diğer LAB türlerinden bazıları; *Lb. citreum*, *W. cibaria*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. curvatus* olarak bildirilmiştir. İncelenen örneklerden izole edilen maya türleri arasında ise, *Candida humilis* ve *S. cerevisiae* türlerinin bulunduğu rapor edilmiştir.

Lhomme ve ark. (2015) tarafından Fransa' da yapılan bir çalışmada ise, bu ülkeye özgü geleneksel ekşi hamurların mikrobiyotasının incelendiği belirtilmiştir. Anılan bu çalışmada, elde edilen sonuçlara göre *Lb. sanfranciscensis* türünün, Fransa'ya özgü ekşi hamurlarda baskın olarak bulunduğu; ayrıca, *Lb. parabrevis/Lb. hammesii*, *Lb. plantarum*, *Lb. xiangfangensis*, *Lb. diolivorans*, *L. mesenteroides* türlerinin de araştırılan ekşi hamurlardan izole edilen diğer LAB arasında olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, ekşi hamurların maya florasının da incelendiği ve araştırılan 16 ekşi hamurdan sadece bir örnekte baskın olan maya türünün; *K. servazzii* olduğu bildirilirken diğer ekşi hamurlarda *S. cerevisiae* türünün dominant olduğu da rapor edilmiştir.

Palla ve ark. (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, İtalya' da üretilen Toskana ekşi hamur ekmeğinin mikrobiyotasının incelenmesi amacıyla, incelenen ekşi hamur örneklerinden LAB ve maya izolasyonlarının gerçekleştirildiği rapor edilmiştir. İncelenen örneklerden toplam 193 LAB' nin ve 130 mayanın izole edildiği ve bunlardan sırasıyla rastgele, 96 ve 68 izolatin seçilerek, moleküler tanımlanmalarının yapıldığı belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; LAB' nin %99' unun *Lb. sanfranciscensis* türüne ait oldukları belirlenirken, mayalardan 65' inin *C. milleri*, üçünün ise *S. cerevisiae* türüne ait olduğu rapor edilmiştir.

Benzer konuda yapılan bir diğerk çalışmada, Çin' de üretilen geleneksel bir ekmeğın (steamed bread) üretiminde kullanılan ekşi hamur örneklerinin maya mikrobiyotalarının incelendiği ve ayrıca, bu mayaların ekmekteki aroma oluşumu üzerindeki etkilerinin de araştırıldığı rapor edilmiştir (Liu ve ark., 2018). Bu çalışmanın sonuçlarına göre, farklı bölgelerden toplanan 15 ekşi hamur örneğinden, toplam 105 endojen mayanın izole edildiği ve bunların RAPD yöntemi ile moleküler tanımlamalarının gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Elde edilen verilere göre tanımlanan mayaların, *S. cerevisiae*, *C. humilis* (*K. humilis*), *P. kudriavzevii*, *W.anomalous*, *P. membranifaciens* ve *Saccharomycopsis fibuligera* türlerine ait oldukları rapor edilmiştir. Yapılan bu çalışmada incelenen ekşi hamur örneklerindeki toplam maya sayılarının ise; 7.19-8.72 log kob/g arasında değiştiği de bildirilmiştir.

Ülkemizde, Diğrak ve Özçelik (1991) tarafından Elazığ ve çevresinde üretilen ekşi hamurların mikroflorasını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, toplam 17 adet ekşi hamur örneğinin incelendiği belirtilmiştir. İncelenen ekşi hamur örneklerinden izole edilen mayalar arasında; *S. rouxii*, *S. rosei*, *S. cerevisiae*, *Torulopsis holmii*, *T. unsporus*, *T. Stellatta* türlerinin yer aldığı ifade edilmiştir. Aynı çalışmada, incelenen örneklerde, *Lb. plantarum*, *Lb. acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. fructivoran* ve *P. pentosaceus* türlerinin de izole edildiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, örneklerdeki toplam LAB sayısının;  $1.5 \times 10^6$ - $2.8 \times 10^7$  arasında, toplam maya sayısının ise;  $1.4 \times 10^6$ - $8.1 \times 10^7$  kob/g arasında değiştiği belirtilmiştir.

Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada, Isparta yöresinden sağlanan ekşi hamur örneklerinin mikrofloralarının belirlendiği ve elde edilen izolatlardan yararlanılarak farklı starter kombinasyonlarının hazırlandığı, daha sonra ise; bu kombinasyonların ekmek kalitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği rapor edilmiştir. Bu amaçla, farklı işletmelerden toplanan ekşi hamur örneklerinden, LAB ve maya suşlarının izole edildiği ve bunların tanımlamalarının yapıldığı belirtilmiştir. İncelenen örneklerde *Lb. brevis*, *Lb. amylophilus*, *Lb. plantarum*, *Lb. sake*, *Lb.divergens*, *Pediococcus halophilus*, *P. pentasaceus*, *P. acidilactici* gibi *Lactobacillus* ve *Pediococcus* türlerinin sıklıkla izole edildiği ve sayılarının;  $1.90 \times 10^5$ – $4.60 \times 10^9$  kob/g arasında değiştiği belirtilmiştir. LAB florası belirlenen

örneklerin ayrıca maya popülasyonlarının da incelendiği ve ekşi hamurlardan *S. cerevisiae*, *S. delbrueckii*, *T. holmii* ve *T. unisporus* türlerinin izole edildiği, toplam maya sayısının ise;  $2.15 \times 10^5$ – $1.30 \times 10^9$  kob/g arasında değiştiği de rapor edilmiştir (Gül, 1999).

Menteş, Akçelik ve Ercan (2004) tarafından yapılan bir diğer araştırmada, Ankara, Bursa ve Trabzon illerinden sağlanan çeşitli ekşi hamur örneklerinin bakteri mikroflorasının incelendiği belirtilmiştir. İzole edilen bakterilerin 150 tanesinin *Lactobacillus* türü veya alt türü oldukları ve incelenen örneklerde; *Lb. alimentarius* ve *Lb. plantarum* türlerinin baskın oldukları rapor edilmiştir. Çalışmada ayrıca, izole edilen LAB' nin asit oluşturma yetenekleri ve proteolitik aktivitelerinin de araştırıldığı bildirilmiştir. *Lactobacillus* suşlarının gelişme pH' larının 3.56-4.11 arasında değiştiği ve 63 suşun yüksek proteolitik aktiviteye sahip olduklarının saptandığı da ifade edilmiştir.

Gül ve ark. (2005) tarafından, Isparta ilinde üretilen ekşi hamurlardan izole edilen LAB ve mayalardan starter kültür olarak seçilen *Lactobacillus* ve *S. cerevisiae* kültürlerinin ekmeğin reolojik, duyusal ve raf ömrü üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Bu amaçla, Isparta ve çevresindeki fırınlardan 14 ekşi hamur örneğinin toplandığı ve bu örneklerin mikrofloralarının belirlendiği ifade edilmiştir. İzole edilen *Lactobacillus* türleri arasında; *Lb. brevis*, *Lb. amylophilus*, *Lb. sake*, *Lb. acetotolerans*, *Lb. plantarum*'un yer aldığı ayrıca *Pediococcus pentosaceus* ve *P. acidilactici*, *Tetragenococcus halophilus* (*Pediococcus halophilus*) türlerinin de incelenen örneklerde bulunduğu rapor edilmiştir. Anılan çalışmada ayrıca, araştırılan ekşi hamur örneklerinin maya karakterizasyonlarının da yapıldığı ve örneklerdeki baskın maya türünün; *S. cerevisiae* olduğu bildirilmiştir. Araştırmada, *S. delbrueckii*, *T. holmii* ve *T. unisporus*' un izole edilen diğer maya türleri arasında yer aldığı da ifade edilmiştir. Çalışmada izole edilen LAB ve maya türlerinden ekmek üretimi için farklı oranlar ve kombinasyonlarda starter kültürler hazırlandığı ve seçilen starter kombinasyonları arasından reolojik özellikler açısından en iyi sonuçların alındığı kombinasyonun; % 1.5 *Lb. amylophilus* ve % 1.5 *S. cerevisiae* olduğu belirlenirken, % 1.5 *Lb. sake* ve % 1.5 *S. cerevisiae* kombinasyonunun ise, ekmekte en iyi duyusal özellik gösteren karışım olduğu da rapor edilmiştir.

Yağmur (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, ekşi hamur mikroflorasında bulunan LAB ve mayaları belirlemek ve bunlardan üretilecek sıvı ekşi hamurun, ekmek kalitesi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, 8 farklı fırından ekşi hamur örneklerinin toplandığı ve toplanan örneklerden LAB ve maya izolasyonu yapıldığı ifade edilmiştir. Anılan araştırmada, izolasyonu yapılan LAB ve mayaların tanımlamalarının moleküler yöntemlerle gerçekleştirildiği ve tanımlanabilen toplam 23 izolattan, 18' inin LAB' ne ve 5' inin ise mayalara ait olduğu rapor edilmiştir. İncelenen örneklerde, *P. pentosaceus*, *Lb. plantarum*, *Lb. sanfranciscensis* ve *L. mesenteroides* türlerinin, mayalardan ise *S. cerevisiae* türünün dominant olduğu rapor edilmiştir. Yapılan araştırmada, izole edilen LAB ve mayalardan farklı starter kültür kombinasyonlarının oluşturulduğu ve bunlara ek olarak, farklı un çeşitleri ve hamur kıvamları kullanılarak sıvı ekşi hamur örnekleri üretildiği ve bu parametrelerin ekmek kalitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği de bildirilmiştir.

Karaman ve ark. (2018) tarafından ülkemizde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, ekşi hamurdan izole edilen fitaz aktif mayaların ve LAB' nin tam buğday ekmeğinin üretimi amacıyla kullanılabilme potansiyellerinin incelendiği ifade edilmiştir. Bu alışma kapsamında, ekşi hamurun maya ve LAB mikrobiyotasının araştırıldığı da rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre incelenen 33 tane ekşi hamur örneğinden, *S. cerevisiae* ve *P. membranifaciens* türlerine ait mayaların izole edildiği bildirilmiştir. İzole edilen LAB arasında ise, *W. viridescens*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*, *Lb. brevis*, *Lb. parabuchneri* türlerinin buldukları rapor edilmiştir.

Ekşi hamur mikroflorasında yer alan mayaların metabolizması sonucu, fermantasyon sırasında üretilen ve/veya oluşan bazı bileşiklerin ürüne istenilen tat ve lezzeti kazandırdığı bilinmektedir. Bu bileşiklerden başlıcalarının yüksek alkoller, esterler ve karbonil bileşikler gibi birincil ve ikincil metabolitler oldukları belirtilmektedir. Yapılan bir araştırmada, *Saccharomyces* ve *Hansenula* cinslerine ait mayaların kullanılmasıyla elde edilen ekşi hamurlar ile bahsi geçen mayalar katılmadan üretilen ekşi hamurdaki alkol, ester ve bazı karbonil bileşiklerin üretimleri incelenmiştir. *Saccharomyces* ve *Hansenula* mayalarının da eklenmesiyle üretilen ekşi hamurda, adı geçen bileşiklerin miktarlarında artışlar

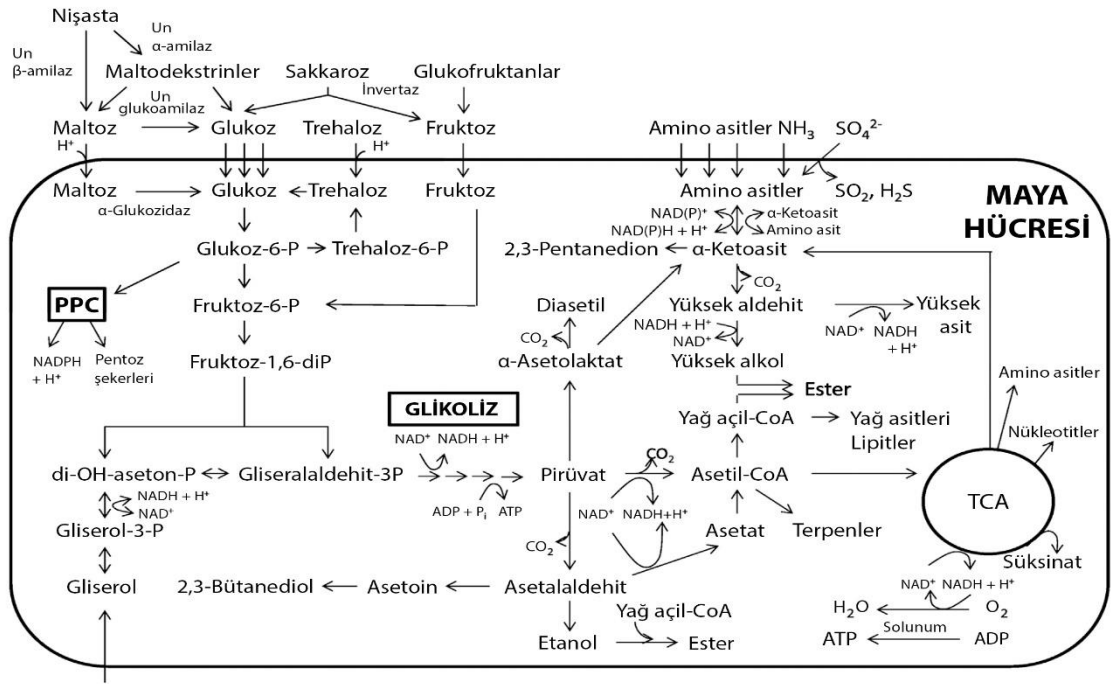
olduğu tespit edilmiştir. Anılan çalışmada özellikle etanol, metilpropanol, 2- ve 3-metilbutanol gibi alkoller ile, etil asetat ve diasetilin, söz konusu mayaların eklenmesiyle miktarlarında artışlar olduğu da rapor edilmiştir (Hansen ve Schieberle, 2005). Mayalar tarafından oluşturulan bu metabolitlerin, ekmeğin aromasına katkıda buldukları ifade edilmektedir (De Vuyst ve ark., 2016).

Maya metabolitlerinin, ekmeğin lezzeti üzerindeki etkilerinin incelendiği bir araştırmada, çavdar unu ile üretilmiş ekşi hamur kullanılarak yapılan ekmeğin duyu özellikleri araştırılmış ve yapılan değerlendirme sonucunda, propanon (aseton), 3-metilbütanal, benzilalkol ve 2-feniletanol'in en yoğun ve ekmeğin benzeri lezzetin oluşmasını sağlayan metabolitler oldukları rapor edilmiştir (Hansen ve Schieberle, 2005). Ekmeğin aromatik özelliklerinin çalışıldığı başka bir araştırmada, buğday unundan yapılan ekşi hamur ile üretilen ekmeklerin duyu özellikleri araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada starter olarak, heterofermantatif *Lb. sanfranciscensis* ve homofermantatif *Lb. plantarum* türlerinin tek veya *S. cerevisiae* ile birlikte kullanılmaları ile üretilen ekmeklerin lezzetleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, *Lb. sanfrancensis* ile üretilen ekmeklerin lezzetlerinin hoş, hafif ve ekşi olarak değerlendirildiği, *Lb. plantarum* ile üretilen ekmeklerin ise, metalik ve ekşi tadı olarak tanımlandıkları ifade edilmiştir. Çalışmada, bu ekşi hamurlara *S. cerevisiae* inoküle edildiğinde ekmeğin daha aromatik bir lezzete kavuştuğu da belirtilmiştir. Bu ekmeğin 2- ve 3-metilbutanol, metilpropanoik asit, 3-metilbutanoik asit ve 2-feniletanol bileşenleri açısından zengin olduğunu ve bu metabolitlerin de aromatik lezzete katkıda buldukları rapor edilmiştir (Hansen ve Hansen, 1996). Fermantasyonda mayalar tarafından üretilen asetik ve süksinik asit gibi organik asitlerin düşük derişimlerinin, hamur pH'ının düşmesini sağlarken hamurun ve ekmeğin lezzetini de arttırdığı belirtilmektedir (De Vuyst ve ark., 2016; Jayaraam ve ark., 2013; Jayaraam ve ark., 2014). Mayaların ürettikleri bazı metabolitlerin lezzet üzerindeki etkilerinin yanı sıra hamurun gluten yapısının oluşumunu destekleyerek daha iyi gaz tutunmasını sağladığı ve bu durumun da hamurun reolojik özelliklerini olumlu etkilediği bildirilmiştir. Bu metabolitler arasında; süksinik asit, etanol ve gliserinin bulunduğu rapor edilmektedir (De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Bu avantajların yanı sıra mayaların antagonistik karakterlerinin gıdada bulunan patojen bakterilerin gelişmelerini inhibe ederek

gıda güvenliğini arttırdığı ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişmelerini inhibe ederek de, ürünün raf ömrünü uzattığı ifade edilmektedir. Mayaların bu antagonistik etkilerinin besin rekabeti, ortamdaki pH değişimi, yüksek derişimde etanol üretimi ve ürettikleri antimikrobiyel bileşiklerin ortama salınmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Mayaların ürettikleri proteaz, lesitinaz, lipaz,  $\alpha$ -glukozidaz,  $\beta$ -fruktozidaz ve invertaz gibi çeşitli enzimlerin aktivitelerinin, hamur yapışkanlığını ve hamurun reolojisini olumlu yönde etkilediği ifade edilmektedir. Hamurun ve ekmeğin lezzetinde ve kalitesinde oynadıkları bu rolün yanı sıra mayaların tahıl bazlı gıdaların besinsel değerlerinin gelişmesine de katkıda buldukları belirtilmektedir. Örneğin, mayaların ürettikleri fitaz enziminin demir, çinko ve kalsiyum gibi minerallerle kuvvetli şelat oluşturan fitik asidi parçalayarak minerallerin biyoyararlılıklarını arttırdıkları rapor edilmektedir (De Vuyst ve ark., 2016). Ayrıca, B-kompleks vitaminleri başta olmak üzere bazı vitaminlerin mayalar tarafından üretilebildikleri de ifade edilmektedir. Buna ek olarak, mayaların fenolik bileşenlerin kullanılabilirliği üzerindeki etkileri sonucu tahıl ürünlerinin antioksidan kapasitesine de olumlu etki edebildikleri rapor edilmektedir (Hansen, 2004).

Şekil 2.1.' de; ekşi maya fermantasyonu boyunca gerçekleşen substrat tüketimi ve aroma maddelerinin oluşumuyla ilişkili metabolitler verilmektedir (De Vuyst ve ark., 2016). Mayaların fermantasyon sırasında, etanol ve karbondioksit üretimlerinin yanı sıra, bazı başka metabolitleri de sentezledikleri bilinmektedir. Örneğin, mayaların dallanmış zincir aminoasitlerden, Ehrlich yolunu kullanarak yüksek alkoller sentezleyebildiği ve ayrıca bu yüksek alkollerden esterlerin de üretilebildiği, bu durumun da, ekşi hamur ekmeğinin lezzeti üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ifade edilmektedir. Ekmeğin lezzetini etkileyen diğer bir maya metabolitinin ise; diasetil (2-3 bütanedion) olduğu ve bu metabolitin sentezinin pirüvat katabolizması ya da Ehrlich yolu ile gerçekleştiği bildirilmektedir (De Vuyst ve ark., 2016). 2-3 bütanedion ve fenilasetalaldehitin, maya metabolizması tarafından üretilen en aromatik bileşenler oldukları ve bunların ekmekte bal benzeri ve tereyağlı karamel olarak tanımlanan lezzetin oluşması sağladığı rapor edilmektedir (Arici ve ark., 2018).



**Şekil 2.1.** Ekşi maya fermantasyonu boyunca gerçekleşen substrat tüketimi ve aroma maddelerinin oluşumuyla ilişkili metabolitler

Kullanılan fermantasyon tipine ve teknolojik prosese göre ekşi hamurun dört sınıf altında toplanabileceği rapor edilmektedir (Siepmann ve ark., 2018). Tip I olarak tanımlanan ekşi hamurda, unda bulunan mayaların ve LAB' nin spontan olarak, fermantasyonu gerçekleştirdiği ifade edilirken; Tip II' de ise, starter kültürün inokülasyonundan sonra fermantasyon prosesinin başladığı bildirilmektedir. Tip III ekşi hamurunun, Tip II ile elde edilen ekşi hamurun kurutulmasıyla üretildiği, Tip IV' ün ise, Tip I ve Tip II' nin bir karışımı olduğu ve laboratuvar ölçeğinde üretildiği rapor edilmektedir. Tip I ekşi hamurunun genellikle katı bir hamur olduğu ve spontan fermantasyon olarak da ifade edilen geleneksel yöntemle üretildiği, fermantasyonun kullanılan hamurda yer alan mikrobiyel suşlarla başladığı ve oda sıcaklığında (20-30°C) gerçekleştiği, hamur pH' sının ise, yaklaşık 4.0 olduğu ifade edilmektedir (De Vuyst ve Neysens, 2005; Siepmann ve ark., 2018). İlk hamurun sadece un ve su ile hazırlanabildiği gibi, doğal olarak mikroorganizmalarca zengin meyve, yoğurt ve işkembe gibi başka ham maddelerin inokulum olarak eklenmesiyle de hazırlanabildiği belirtilmektedir. Ekşi hamur mikrobiyota seçiminin günlük beslemeler sonucu spontan olarak yapıldığı ve beslemenin, prosesin başındaki mikroorganizmaların varlığı ve son üründe



istenilen duyuşal özelliklere göre, 5-10 kez tekrarlandığı ifade edilmektedir (Siepmann ve ark., 2018). Genel olarak, bu tip ekşi hamurlara ticari ekmek mayası katılmadan hamur hacminde artış sağlanabildiği ifade edilmektedir (Corsetti, 2013). Tip I ekşi hamurlarının mikrobiyotasının çeşitli mayaları ve LAB' ni içerdikleri belirtilmektedir. Bu yöntem ile yapılan ekşi hamurlara örnek olarak Pugliese, Toskana ve Altamura ekmekleri; Panettone, Pandoro ve Colomba gibi unlu mamüller, San Francisco ekşi hamuru ve Fransız ekmeği verilmektedir (Chavan ve Chavan, 2011). Çavdar ekmeği üretiminin endüstriyel boyutlarda üretimi ve endüstriden gelen talepler, daha hızlı ve daha verimli, kontrol edilebilir ve büyük ölçekli ekşi hamur üretime izin veren Tip II yönteminin gelişmesine neden olmuştur (De Vuyst ve Neysens, 2005). Tip II ekşi hamurunun yalnızca LAB ya da LAB ve mayaların birlikte kullanıldığı 15-24 saatlik bir fermantasyon aşamasını içeren, daha sonra bir kez beslemenin yapıldığı, endüstriyel olarak da bilinen metotla üretildiği rapor edilmektedir. Bu tip ekşi hamurda, starter kültürün LAB:maya oranının 100:1 olacak şekilde inoküle edildiği bildirilmektedir. Starter kültürün yüksek derişimde eklenmesi nedeniyle hamurun doğal mikrobiyotasını baskılayabildiği ya da inhibe edebildiği ifade edilmektedir. Starter kültür ilavesinin, hamuru geleneksel ekşi hamurdan daha hızlı bir şekilde asitlendirdiği ve bu nedenle aside dirençli olan LAB' den; *L. amylovorus*, *L. panis*, *L. pontis* ve *L. reuteri* türlerinin kullanıldığı bildirilmektedir. Starter kültür ilave edilmesinden dolayı, Tip II sınıfı ekşi hamurların üretimlerinde, fermantasyon prosesinin 30°C' den yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirildiği; bunun da hızlı ve yüksek derişimde asit oluşmasına olanak sağlayarak, ekşi hamurda doğal olarak bulunan mayaların inhibisyonuna neden olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle, ekşi hamur Tip II' de, fermantasyon sonunda ticari bir mayanın eklenmesi gerektiği rapor edilmektedir. Tip I ekşi hamurundan farklı olarak, Tip II ekşi hamur üretiminin genellikle sensör içeren biyoreaktörlerde gerçekleştirildiği bildirilmektedir. Endüstriyel fırınlarda, toz oluşmadan hamurun pompalanmasını ve dozlanmasını sağlamak amacıyla bu tip ekşi hamurun daha sıvı kıvamlı olduğu rapor edilmektedir. Üretimden sonra, Tip II ekşi hamurunun soğutularak, stabilize edildiği belirtilmektedir. Ürünü depolamaya hazırlayabilmek amacıyla, starter kültürü inhibe etmek, karbondioksit ve organik asit üretimini durdurmak amacıyla, hamura sodyum klorür (NaCl) eklendiği veya pastörizasyon işleminin uygulandığı ifade edilmektedir. 1-3 gün depolanan olgun ekşi hamurun ekmek üretimi için

inokulum olarak kullanılabilirdi ifade edilmektedir. Bu yöntemle elde edilen son ürünün geleneksel ekmekten daha yüksek asitliğe sahip olduğu ve ekmeğe geleneksel ekşi hamur lezzeti ile aromasını verdiği rapor edilmektedir. Tip II' nin Tip I' e göre bazı avantajlarının olduğu ve bunların; sadece bir fermantasyon basamağının bulunması, sıcaklık, pH ve asitlik gibi fermantasyon parametrelerinin üretimde daha kolay kontrol edilebilmesi, mikrobiyel metabolizmanın daha iyi performans göstermesi ve kontrol edilebilmesi açısından besin ilavesinin daha kolay gerçekleştirilmesi olduğu rapor edilmektedir. Bu şekilde, hızlı fermantasyon nedeniyle, küflerden kaynaklanan kontaminasyon riskinin azaltılmasının, son ürünün duyu özelliklerinin iyileştirilmesinin, starter kültür seçimi ile ürünün standardize edilmesinin sağlanabildiği ifade edilmektedir. Bu kalite özelliklerinin Tip II ekşi hamurunu, endüstriyel proses için ideal hale getirdiği belirtilmektedir. Ekşi hamurun kompleks mikrobiyel kompozisyonundan dolayı, kritik basamağın starter kültür olarak kullanılacak suşun seçimi olduğu rapor edilmektedir (Siepmann ve ark., 2018). Tip III olarak adlandırılan ekşi hamurun, stabilize edilmiş Tip II ekşi hamurunun dehidrasyona uğratılmasıyla elde edildiği rapor edilmektedir (Siepmann ve ark., 2018). Bu tip ekşi hamurlarda, hamurun starter kültür ile inoküle edilip, inkübasyona bırakıldığı ve elde edilen ürüne kurutma prosesi uygulanarak ekşi hamurdaki su içeriğinin %90' ının uzaklaştırıldığı bildirilmektedir. Ekşi hamurlara uygulanan bu kurutma prosesinin, ürünün raf ömrünü arttırdığı ve kurutulmuş ekşi hamur tozunun kullanılabildiği kadar stok ürün olarak saklanabildiği de ifade edilmektedir. Starter kültür seçiminin, un-su karışımını hızlı bir şekilde asitlendirme kapasitesine ve son ürünün yapı ve lezzetini geliştirebilme yeteneğine göre seçildiği belirtilmektedir. Tip III ekşi hamurunu pazarlayan bazı firmaların, ekşi hamur mikrobiyotasının canlılığını korumayı garantileyemedikleri, bu nedenle, bu tür ürünün, son ürün yapısını ve aromasını geliştirmek için daha kullanışlı olduğu ancak; ticari maya ilavesinin hamurun kabarmasını sağlamak için gerekli olduğu rapor edilmektedir. Tip III ile üretim yapan firmaların çoğunluğunun, starter kültürün kararlılığını sağladıkları bildirilmektedir. Bu şekilde, rehidratasyondan sonra fırıncılık ürünlerinin üretiminde kabarmanın sağlanabildiği bildirilmektedir. Bu tip ekşi hamurların genel olarak kurutmaya dirençli LAB türlerinden; *P. pentosaceus*, *Lb. plantarum* ve *Lb. brevis*' i içerdikleri rapor edilmektedir.

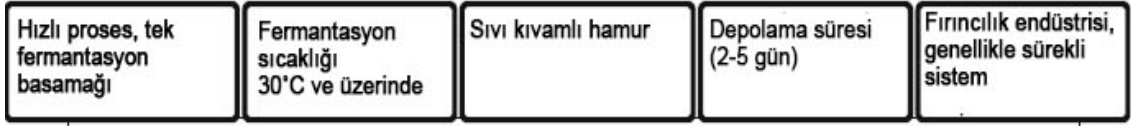
Karışık veya ekşi hamur Tip IV olarak adlandırılan, diğer bir ekşi hamur üretim yöntemi, daha çok laboratuvar çalışmaları veya bazı artizan fırıncılık ürünleri için kullanılmaktadır. Bu üretimde, starter kültür ile başlayan ekşi hamur fermantasyonunun geleneksel besleme ile devam ettiği ve tamamlandığı rapor edilmektedir. Bu durumda, starter kültürün, diğer mikroorganizmaların varlığından etkilendiği; ortamda daha rekabetçi ve daha iyi adapte olmuş suşların bulunması halinde, bunların ekşi hamur mikrobiyotasında baskın hale gelecekleri ifade edilmektedir (Siepman ve ark., 2018). Bu nedenle, ekşi hamur ekosistemine uygun olan türler arasında doğal bir seleksiyonun olacağı belirtilmektedir. Diğer bir deyişle, starter kültürün ekşi hamur ekosisteminin çevresel koşullarına daha az adapte olabileceği ve rekabet gücünün daha düşük olacağı öngörülmektedir (Siepmann ve ark., 2018). Şekil 2.2.' de; dört farklı ekşi hamur üretim prosesi şematize olarak verilmektedir (Siepmann ve ark., 2018).

Ekşi hamur fermantasyonu sürecini, fermantasyonda kullanılan; kontrol edilebilen ve kontrol edilemeyen proses parametrelerinin belirlediği ifade edilmektedir. Bu parametreler arasında; fermantasyon sıcaklığı ve süresi, pH, redoks potansiyeli, su aktivitesi ( $a_w$ ), dinlendirme, hamur verimi, besleme sıklığı, hamurun karıştırılması ve ekşi hamurun havalandırılmasının bulunduğu belirtilmektedir (De Vuyst ve Neysens, 2005; De Vuyst ve ark., 2014; Minervini ve ark., 2014; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Kontrol edilemeyen parametrelerin arasında ise; kullanılan unun ve işletme mikrobiyotasının yer aldığı rapor edilmektedir. İşletme mikrobiyotası terimi; fırın alet ve ekipmanlarını kontamine eden mikroorganizmaları tanımlamak için kullanılmaktadır. İyi bir sanitasyon planı olmadıkça, bu parametrenin kontrol edilemediği rapor edilmektedir. Üretim yerindeki mikrobiyotanın, geleneksel olarak üretilen ekşi hamurun stabilitesini etkileyebileceği de ifade edilmektedir (Minervini ve ark., 2014). Fermantasyon sıcaklığının, ekşi hamurun mikrobiyel kompozisyonunu ve metabolit üretim kinetiğini etkileyen önemli proses parametrelerinden birisi olduğu kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra sıcaklığın, ekşi hamurun aromatik profilini de etkilediği ifade edilmektedir. Örneğin, mayalar tarafından esterlerin üretimlerinin, düşük sıcaklıklardan olumlu olarak etkilendiği bildirilmektedir.

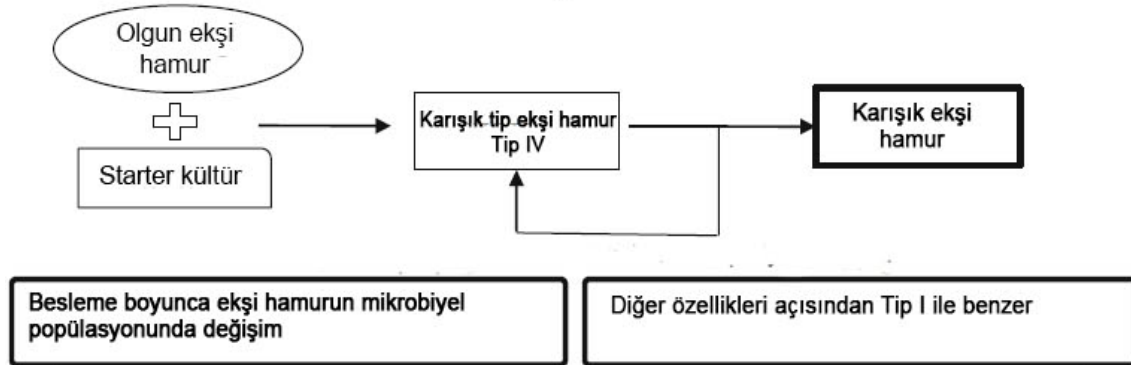
## GELENEKSEL YÖNTEM



## ENDÜSTRİYEL YÖNTEM



## LABORATUVAR ÖLÇEKLİ ÜRETİM YÖNTEMİ



Şekil 2.2. Ekşi hamur üretim yöntemleri

Fermantasyon sıcaklığının artmasıyla birlikte mikroorganizmaların enzimatik aktivitelerinde de artış olduğu ifade edilmektedir (Birch, Petersen ve Hansen, 2013; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Fermantasyon sıcaklığının ayrıca, fermantasyon oranını da etkilediği ifade edilmektedir. Fermantasyon oranı, laktik asidin asetik aside molar oranı olarak tanımlanmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda bu oranın laktik asit üretimi tarafına kaydığı; bu durumda, ekşi hamurların asidifikasyonunu desteklediği ifade edilmektedir. Yüksek fermantasyon sıcaklıklarının LAB' nin gelişmelerini desteklediği ve böylelikle LAB tarafından organik asitlerin üretimleri sonucunda, pH' nın düştüğü bildirilmektedir. LAB üzerine olumlu etkilerinin olmasına karşın, pH' daki bu düşüşün mayaların gelişmelerini olumsuz yönde etkilediği ifade edilmektedir. Ayrıca, LAB tarafından üretilen asetik asidin de ortamdaki mayaların gelişmesini olumsuz olarak etkilediği rapor edilmektedir (Gänzle, Ehmann ve Hammes, 1998; Guerzoni ve ark., 2013; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017).

Yüksek fermantasyon sıcaklığının aksine, düşük sıcaklık derecelerinin maya gelişmesini desteklediği ve bu durumun da; etanol ve CO<sub>2</sub> üretimleri ile lezzet bileşenlerinin oluşumu üzerine olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmektedir (Simonson, Salovaara ve Korhola, 2003; Häggman ve Salovaara; 2008; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Örneğin, Tip I ekşi hamur üretiminde, düşük sıcaklıklarda, mayaların da LAB ile birlikte gelişme gösterdikleri, glukozu fermente, glukofruktanları da hidrolize edebildikleri ifade edilmektedir. Glukofruktanların hidrolizi sonucu oluşan fruktozun, heterofermantatif LAB tarafından kullanılabilirdiği ve bakterilerin fruktozu mannitole metabolize edebildikleri ve bunun da daha fazla asetik asidin oluşmasına neden olduğu bildirilmektedir. Bu şekilde, Tip I ekşi hamur üretiminin tipik aroma profilinin oluşmasının sağlandığı da ifade edilmektedir (Gänzle ve Gobbetti, 2013; Gobbetti ve ark., 2014; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017).

Ekşi hamur fermantasyonunda önemli bir diğer proses parametresinin; hamur verimi olduğu ifade edilmektedir. Bunun nedeninin de; hamur veriminin su aktivitesini etkilemesi olduğu bildirilmektedir. Hamur verimi, hamur ağırlığının un

ağırlığına oranı olarak tanımlanmaktadır (Minervini ve ark., 2014; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Hamur verimi hesaplanırken hamur ağırlığının içerisine un ve su miktarlarının yanı sıra, inokulum ve tuz miktarlarının da eklendiği rapor edilmektedir (Minervini ve ark., 2014). Hamur veriminin esas olarak, hamura ilave edilen su miktarı ile ilişkili olduğu rapor edilmektedir. Hamura eklenen su miktarının artması ile birlikte, hamur verimi değerinde de artış olduğu ifade edilmektedir (Minervini ve ark., 2014). Genel olarak, geleneksel ekşi hamurların katı formda oldukları ve hamur verimlerinin; 150-160 olduğu ifade edilmektedir. Amerikan tipi olarak da anılan; tip 1 ekşi hamurların hamur veriminin ise; 225' e kadar çıkabildiği belirtilmektedir. Bu tip ekşi hamurların su aktivitelerinin ( $a_w$ ); 0.98 civarında olduğu ifade edilmektedir. Hamur verimi yüksek ekşi hamurların, fermantasyon sürelerinin de uzun olması durumunda, LAB' nin baskın hale geçebildiği rapor edilmektedir (Decock ve Cappelle, 2005; Minervini ve ark., 2014). Bu tip ekşi hamurların, 35-37°C gibi yüksek sıcaklıklarda inkübe edilmelerinin, homofermantatif LAB' nin gelişmelerini desteklediği rapor edilmektedir (Decock ve Cappelle, 2005; Minervini ve ark., 2014). Hamur verimleri, 160-220 arasında değişen ekşi hamurların su aktivitesi değerlerinin; 0.965-0.980 arasında değiştiği ve düşük su aktivitesi değerlerinin LAB için stres oluşturabileceği rapor edilmektedir (Hammes ve ark., 2005). Mayaların ise gelişebilecekleri minimum su aktivitesi değerinin genel olarak; 0.88 olmasından dolayı, katı ekşi hamurlarda kolaylıkla kolonize olabildikleri ifade edilmektedir. Düşük su aktivitesi değerlerinin, LAB için daha seçici bir ortam oluşmasına neden olduğu ve bu durumun da, halotolerant suşların gelişmelerine izin verdiği belirtilmektedir (Minervini ve ark., 2014).

Hamurun pH değerinin de, ekşi hamurun mikrobiyotasını etkileyen diğer önemli bir parametre olduğu bilinmektedir. Geleneksel ekşi hamurların pH aralığının; 3.5-4.3 arasında değiştiği ve bu durumunda; ekşi hamur fermantasyonunda dominant olduğu bilinen mikroorganizmaların gelişme ihtiyaçlarını karşıladığı ifade edilmektedir (Minervini ve ark., 2014). Genel olarak, *Lactobacillus* cinsine ait bakterilerin düşük pH' ya uyum sağlama yeteneklerinden dolayı baskın hale gelebildikleri ifade edilmektedir. Unda ve hububat danelerinde bulunan *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Weissella* cinsine ait bakterilerin ise, yüksek pH' daki ekşi hamurlarda baskın hale gelebildikleri ifade

edilmektedir. Genel olarak, mayaların ise, düşük pH' larda baskın hale geçebildikleri belirtilmektedir. Ekşi hamurun son pH' sının 3.5 ile 4.3 arasında değiştiği ve bu pH' nın da genellikle iyi gelişen bir ekşi hamur fermantasyonuna işaret ettiği ifade edilmektedir.

Ekşi hamur fermantasyonunda, diğer önemli proses parametrelerden birisi de; redoks potansiyelidir. Ekşi hamurun karıştırılması ve yoğrulması sırasında hamura oksijen girişi olduğu ve bu yüzden ekşi hamurun oksijen seviyesinin etkilendiği belirtilmektedir. Bu nedenden dolayı, ekşi hamur fermantasyonunun yarı-anaerobik bir ortamda olduğu ifade edilmektedir. Ancak, hacmi ile karşılaştırıldığında daha fazla yüzey alanına sahip ekşi hamurların yüzeylerinde bulunan LAB ve maya mikrobiyotalarının gelişmelerinin de desteklendikleri rapor edilmektedir. Örneğin, fırınlarda üretilen ekşi hamurların daha küçük ve katı olmaları ve ayrıca daha çok yoğrulmalarından dolayı, ekşi hamura daha fazla oksijen girebildiği ve bu durumun da; *P. kudriavzevii* türü mayanın gelişmesi için bir avantaj olabildiği bildirilmektedir (De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Oksijenin varlığının, oksijeni dış elektron alıcısı olarak kullanabilen *Lactobacillus* cinsine ait bakterilerin gelişmeleri için avantaj olabileceği, ifade edilmektedir (Minervini ve ark., 2014).

Ekşi hamur inokülasyon (besleme) oranının da, fermantasyon için önemli olan diğer bir parametre olduğu ifade edilmektedir. İnokulum olarak kullanılan ekşi hamur miktarının genel olarak; toplam hamur ağırlığının; %10-40' ı arasında olduğu ve inokulum miktarının artmasıyla ekşi hamurun ilk pH' sının da düştüğü rapor edilmektedir (Minervini ve ark., 2014). İnokulum miktarının %50' ye yakın olduğu durumlarda, laktobasillerin gelişmelerinin inhibisyona uğrarken; mayaların gelişmelerinin ise desteklendiği bildirilmektedir (Brandt, Hammes ve Gänzle, 2004). Tam tersi durumda, yani inokulum miktarının düşük olması durumunda ise, laktobasillerin gelişmelerinin desteklendiği ifade edilmektedir (Brandt, Hammes ve Gänzle; 2004; Minervini ve ark., 2014; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Fermantasyon sırasında ekşi hamura uygulanan beslemenin sayısının artmasıyla beraber, çevresel koşullarının ekşi hamurun mikrobiyotası üzerinde daha seçici duruma gelebildiği rapor edilmektedir. Uygulanan her bir besleme işleminde ekşi hamura un ilavesi gibi yeni değişkenlerin eklendiği ve bu

durumun da ekşi hamur ekosisteminde modifikasyonlara neden olduğu ifade edilmektedir. Aşılama miktarının yanı sıra, besleme sıklığı ve süresinin de ekşi hamur mikrobiyotasının dinamiğini ve stabilitesini etkileyen, diğer önemli bir parametre olduğu ifade edilmektedir (De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). İnokulumun içermiş olduğu organik asit miktarının da ekşi hamurun ilk pH' sını etkilediği rapor edilmektedir.

Ekşi hamur fermantasyonunda, fermantasyon süresinin de, mikrobiyel tür çeşitliliğini ve metabolit üretim kinetiğini etkileyen parametrelerden biri olduğu ifade edilmektedir. Beslemeler arasındaki sürenin de LAB' nin ve mayaların gelişmeleri üzerinde bir etkisi olduğu bildirilmektedir (Vogelmann ve Hertel, 2011; Vrancken ve ark., 2011; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Beslemeler arasındaki sürenin artmasıyla, *Lb. fermentum* ve *Lb. plantarum* gibi aside toleranslı LAB' nin baskın hale geçtikleri ifade edilmektedir. Örneğin, laboratuvar koşullarında elde edilen buğday ekşi hamurunda her gün besleme yapıldığı durumda, *Lb. fermentum* türünün baskın olduğu; gün aşırı yapılan beslemede ise, *Lb. fermentum* ve *Lb. plantarum* türlerinin dominant oldukları rapor edilmektedir (Vrancken ve ark., 2011; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Besleme sıklığının mayalar üzerindeki etkileri incelendiğinde ise, besleme sıklığının artmasının, mayaların gelişmeleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabildiği rapor edilmektedir. Bu durumda ekşi hamurdaki maya gelişmesinin genel olarak, LAB' nin gelişmelerinden sonra olduğu rapor edilmektedir (Wick ve ark., 2003; Venturi, Guerrini ve Vincenzini, 2012; De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017).

Ekşi hamurun dinlendirilme aşamasının, ekşi hamur fermantasyonunu etkileyen bir başka önemli parametre olduğu kabul edilmektedir. Dinlendirme süresi boyunca, mikroorganizmaların serin depolama koşullarını ve/veya besin azlığından kaynaklanan stres koşullarını tolere edebilmelerinin gerektiği rapor edilmektedir. Dinlendirme süresi boyunca mikroorganizmalar üzerindeki oluşan bu stres koşullarının ekşi hamurun mikrobiyel çeşitliliği üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017).

Ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek üretiminin, fermantasyonun uzun sürmesi, standart ürün elde edilememesi gibi bazı dezavantajlarından dolayı, geleneksel üretimden vazgeçmeyen bazı bölgeler dışında çok tercih edilmediği ve ekmek



üretimini ağırlıklı olarak, ticari ekmek mayası kullanılarak gerçekleştirildiği bilinmektedir. Ancak, günümüzde tüketicilerin kimyasal koruyucuların daha az kullanıldığı ve daha doğal olarak kabul edilen gıdalara ilgisinin artmasıyla birlikte, ekşi hamurla ekmek üretimi yönteminin yeniden yaygınlaşmaya başladığı belirtilmektedir (Plessas ve ark., 2011). Ekşi hamur fermantasyonunun sağladığı çeşitli yararlarından dolayı, bu konuyla ilgili araştırmaların son zamanlarda tüm dünyada ve ülkemizde arttığı görülmektedir (Dığrak ve Özçelik, 1991; Göçmen, 2001; Hansen, 2004; Menteş, Akçelik ve Ercan, 2004; Poutanen, Flander ve Katina, 2009; Özülkü ve Özay, 2012; Gänzle, 2014; Gobbetti ve ark., 2014; Fujimoto ve ark., 2018; Gobbetti, 2018; Karaman ve ark., 2018; Liu ve ark., 2018). Bu çalışmaların genel olarak, ekşi hamurdaki mikrobiyel floranın belirlenmesi, bu mikrofloradaki LAB' nin ve mayaların araştırılması ve karakterizasyonu, ekşi hamurun ekmek kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması gibi konularda yoğunlaştığı görülmektedir.

Ekşi hamur gibi geleneksel yöntemlerle üretilen çeşitli fermente gıdaların, içerdikleri maya çeşitliliği açısından doğal bir starter deposu olarak kabul edildikleri bilinmektedir. Son yıllarda, bu tip gıdalardan endojen mayaların izole edilerek starter kültür kullanım potansiyellerinin incelendiği de görülmektedir. Starter kültür, metabolik aktiviteleri sonucunda gıdaya istenilen özellikleri kazandırabilmesi amacıyla hammaddeye eklenen, en az bir mikroorganizmanın yoğun hücre kültürünü içeren mikrobiyel popülasyon olarak tanımlanmaktadır (Bevilacqua, Corbo ve Sinigaglia; 2012). Gıda endüstrisinde starter kültür kullanımının öneminin esas olarak kaliteli, standart yeni ürünlerin üretimi ile, kontrollü fermantasyon, ekonomik proses ve düşük kontaminasyon riskinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Gıda endüstrisinde mayaların starter olarak kullanılmalarının fırıncılık ile alkollü içecek sektöründe, uzun bir geçmişi olduğu belirtilmektedir. Askomiset üyesi mayalardan *Saccharomyces* cinsine ait mayaların, birçok amaçla üzerinde en çok çalışılan maya cinsi olduğu belirtilmektedir. *Saccharomyces* cinsinin yaklaşık 20 türünün ekmek, tek hücre proteini ve vitamin gibi bazı biyoteknolojik ürünlerin üretimlerinde, alkol fermantasyonunda, rekombinant proteinlerin sentezinde ve biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmaları nedeniyle, biyoteknolojik açıdan oldukça önemli oldukları rapor edilmektedir (Webster ve Weber, 2007; Hatoum, Labrie ve Fliss, 2012).

Bunlardan özellikle *S. cerevisiae* türünün, ekşi hamur gibi çeşitli fermente gıdalardan en fazla izole edilen maya türü olmasının yanı sıra, EFSA (European Food Safety Authority; Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) tarafından da güvenli sınıfta kabul edildiği bildirilmektedir (Moslehi-Jenabian, Pedersen ve Jespersen; 2010; Perricone ve ark., 2014). Bu statüde olan mikroorganizmaların, son üründe bulunan metabolitlerinin insan sağlığı üzerinde herhangi bir tehlike oluşturmayacağı rapor edilmektedir (EFSA, 2007). *S. cerevisiae* türünün, GRAS (Generally Recognized as Safe; Genellikle güvenli kabul edilen) listesinde de yer alması, endüstriyel üretime uygunluğu, suşlarının kararlı olması ve kolay geliştirilebilmesi gibi avantajlarının yanı sıra, gıda sektörünün çeşitli alanlarında geniş kullanım olanaklarının bulunması nedeniyle de, fermantasyon teknolojisinde sıklıkla tercih edilen bir maya türü olduğu bilinmektedir (Poitrenaud, 2004). Bu özelliklere ek olarak, *S. cerevisiae*, ekonomik açıdan da en fazla öneme sahip maya türü olarak ifade edilmektedir. Dünya genelinde, yaklaşık 60 milyon ton biranın, 30 milyon ton şarabın, 800.000 ton tek hücre proteinin, 600.000 ton ekmek mayasının üretiminde *S. cerevisiae* türüne ait suşların kullanıldığı bildirilmektedir (Pretarious, du Toit ve van Rensburg, 2003; Hatoum, Labrie ve Fliss, 2012). 2003 yılında, ticari ekmek mayasının dünya çapında yıllık üretiminin ise; 2.8 milyon metrik ton olduğu rapor edilmektedir.

Son zamanlarda starter kültür seçiminde, multifonksiyonel özellik taşıyan mayaların tercih edildikleri bildirilmektedir (Bevilacqua, Corbo ve Sinigaglia, 2012; Bevilacqua ve ark., 2013; Perricone ve ark., 2014). Bir multifonksiyonel suşun kullanılacağı proses için önemli olan teknolojik özelliklerini taşımasının yanı sıra, probiyotik aktivite, vitamin üretimi, toksik bileşenlerin indirgenmesi gibi bazı spesifik özelliklere de sahip olması gerektiği belirtilmektedir (Bevilacqua, Corbo ve Sinigaglia, 2012; Perricone ve ark., 2014).

Probiyotik mikroorganizmaların insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle, her geçen gün, tüketicilerin probiyotik fermente gıdalara olan ilgilerinin arttığı ifade edilmektedir. Probiyotik, “yaşam için” anlamına gelen Yunanca kökenli bir kelimedir (Bozkurt ve Aslım, 2004). Probiyotik; “mikroorganizmaların tek veya karışık kültürlerinin yeterli miktarda alınmasıyla, konakçının endojen bağırsak mikrobiyotasının gelişimini destekleyerek insan veya hayvan sağlığı üzerinde

olumlu etkileri bulunan canlı hücreler” olarak tanımlanmaktadır (FAO/WHO, 2006). Gastrointestinal sisteminde rahatsızlık şikayeti olan bireylerin endojenik bağırsak mikrobiyotalarının düzenlenerek sağlıklarını iyileştirmek amacıyla bazı probiyotik takviyelerin kullanıldığı bildirilmektedir (Czerucka, Piche ve Rampal; 2007). Gastrointestinal mikrofloranın bağırsıklık sisteminin en önemli düzenleyicisi olduğuna dair kanıtların gün geçtikçe arttığı rapor edilmektedir (Kelesidis ve Pothoulakis, 2012). Gastrointestinal mikrobiyotanın, konakçı ile birlikte dengede olan kompleks bir ekosistem olduğu bildirilmektedir. Bir insanın gastrointestinal ekosisteminde, genellikle 2000’ nin üzerinde farklı bakteri türünün olduğu ve toplam bakteri sayısının  $10^{12}$ - $10^{14}$  kob/g arasında değiştiği rapor edilmektedir (Kıray ve Kariptaş, 2015). Gastrointestinal dengenin; stres, yaşlılık, hastalık, ilaç kullanımı, yeme alışkanlıkların değişmesi, iklimde meydana gelen değişiklikler, çevresel koşullar ve toksik maddeler gibi faktörlerden olumsuz etkilenip, bozulabildiği ifade edilmektedir (Bozkurt ve Aslım, 2004). Bu dengenin bozulması durumunda da, bazı rahatsızlıkların ortaya çıkabileceği ifade edilmektedir. Probiyotiklerin sağlık üzerine olumlu tüm bu etkilerinden dolayı, tüketiciler tarafından probiyotik içeren gıdaların ya da ticari preparatlarının sıklıkla tercih edildiği ifade edilmektedir. Bir gıdanın etkili bir probiyotik gıda olarak değerlendirilebilmesi için iki ölçütün önemli olduğu ifade edilmektedir. Bunlardan birincisinin, gıdanın yüksek sayıda canlı probiyotik hücre içermesi olduğu, diğer ölçütün ise; kullanılan mikroorganizmaların canlılıklarını ürünün raf ömrü boyunca koruması olduğu belirtilmektedir (Settanni ve Moschetti, 2010; Perricone ve ark., 2014). Mikroorganizmaların probiyotik olarak adlandırılabilmesi için sağlık üzerine bazı olumlu etkilerinin olmasının yanı sıra, gastrointestinal koşullara dayanıklı olması ve bu stres koşullarında gelişebilmelerinin gerektiği bildirilmektedir. Bazı maya suşlarının bu tip özelliklere sahip olmalarından dolayı, probiyotik mikroorganizma seçimi için iyi adaylar oldukları ifade edilmektedir (Czerucka, Piche ve Rampal; 2007). Bunun nedenleri arasında; güçlü yapıları, morfolojik çeşitlilikleri, azot, karbon ve fosfor içeren çeşitli besin kaynaklarını kullanabilme esneklikleri, düşük pH/oksijen/su aktivitesi ve yüksek osmotik basınç gibi stres koşullarına karşı göstermiş oldukları direnç, zengin enzim sistemleri (lipaz, peptidaz, amilaz, invertaz ve fitaz vb), antimikrobiyel, antioksidan, antitümöral etkileri ve bazı diğer yararlı metabolitleri üretebilme yeteneklerinin bulunduğu rapor edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013). Ayrıca,

probiyotik mayaların intestinal rahatsızlıkların önlenmesi ve tedavi edilmesi, fitatin hidrolizi ile gıdaların biyoyararlılığının artması, anti-enflamatuar etkisi ve mikotoksinlerin detoksifikasyonu gibi bazı olumlu etkilerinin olduğu da rapor edilmektedir (Oliveira ve ark., 2017). Bahsi geçen özelliklerin yanı sıra mayaların karotenoidler, sitrik asit, askorbik asit, tokoferol ve glutatyon gibi antioksidan bileşikler üretebildiği ve bu bileşiklerin lipitleri oksidasyondan koruyarak, sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu da bildirilmektedir. Mayaların sağlık üzerine olumlu etkilerinin yanı sıra, gastrointestinal enzimlere, safra tuzlarına, organik asitlere, pH ve sıcaklıktaki değişimlere karşı dirençli oldukları da rapor edilmektedir. Probiyotik nitelikleri üzerinde sıklıkla çalışılan maya türlerinden birinin; *S. cerevisiae* olduğu ifade edilmektedir. Fermente ürünlerden izole edilen birçok maya türü arasından yalnızca *S. cerevisiae* türüne ait mayaların EFSA tarafından güvenli sınıfta değerlendirildiği ve bu türün insanlarda tedavi amaçlı probiyotik preparat olarak kullanılan, ticarileşmiş bir tür olduğu ifade edilmektedir (Czerucka, Piche ve Rampal, 2007; Etienne-Mesmin ve ark., 2011; Syal ve Vohra, 2013). Bazı araştırmacılar tarafından *S. cerevisiae*'nin probiyotik bir suşu olarak kabul edilen; *S. boulardii*'nin, insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Czerucka, Piche ve Rampal, 2007; Weichselbaum, 2009; Syal ve Vohra, 2013). Bu olumlu etkiler arasında, farklı tiplerde diyarenin, kalın bağırsak iltihaplanmalarının ve/veya tekrar etmesinin önlenmesi, ayrıca bu türün çocuklarda görülen akut diyarenin ve diğer gastrointestinal bozukluklarının tedavisinde de olumlu cevaplar verdiği bildirilmektedir (Syal ve Vohra, 2013). Bunun yanı sıra, mayaların patojen bakterilere karşı göstermiş oldukları bazı antagonistik etkilerinin de olduğu belirtilmektedir. Antagonistik aktiviteye sahip olan mayaların patojen bakterileri inhibe ederek ürün güvenliğini sağlamanın yanı sıra, bozulmalara neden olan mikroorganizmalarının gelişmelerini engelleyerek gıdanın kalitesini ve raf ömrünü de arttırdıkları bildirilmektedir. Mayaların bu antagonistik aktivitelerinin önemli birer probiyotik özellik olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda *S. cerevisiae* türüne ait mayaların probiyotik aktivitelerinin incelendiği çeşitli bilimsel araştırmalara sıkça rastlanmaktadır (Czerucka, Piche ve Rampal, 2007; Syal ve Vohra, 2013; Perricone ve ark., 2014; Oliveira ve ark., 2017; Porru ve ark., 2018). *S. cerevisiae* türünün dışında, *D. hansenii*, *T. delbrueckii*, *Kluyveromyces lactis*, *Yarrowia lipolytica*, *K. marxianus*, *K. lodderae* türlerine ait mayaların da patojenlere karşı kuvvetli antagonistik etkilerinin olduğu

ve gastrointestinal koşullara direnç gösterebildikleri ifade edilmektedir (Hatoum, Labrie ve Fliss, 2012).

Gıda endüstrisinde starter kültür olarak seçilmesi planlanan mayaların, öncelikle bazı teknolojik özelliklerinin incelenmesi gerektiği bilinmektedir. İncelenen bu teknolojik özellikler arasında mayaların, farklı sıcaklık ve pH değerleri ile farklı tuz derişimlerinde gelişebilme yetenekleri, asetik ile laktik aside karşı göstermiş oldukları direnç ve enzim aktiviteleri gibi karakteristiklerinin olduğu bildirilmektedir. Literatürde, çeşitli fermente gıdalardan izole edilen mayaların, bazı teknolojik özelliklerinin incelendiği ve starter kültür olarak kullanılabilme potansiyellerinin araştırıldığı çalışmalara sıkça rastlanmaktadır (Hansen ve Jakobsen, 2001; Bevilacqua ve ark., 2013; Perricone ve ark., 2014). Tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde starter kültür olarak kullanılması planlanan endojen mayalar için, incelenmesi gereken bazı teknolojik seçim kriterleri aşağıda özetlenmektedir.

Farklı sıcaklıklarda gelişebilme yeteneği, tahıl bazlı gıdalarda starter olarak kullanılması planlanan mayaların seçiminde önemli bir teknolojik seçim kriteri olarak ifade edilmektedir. Ekşi hamur fermantasyonunda farklı tipteki prosesler için farklı fermantasyon sıcaklıklarının kullanıldığı rapor edilmektedir (De Vuyst, Kerrebroeck ve Leroy, 2017). Geleneksel yöntem ile üretilen ekşi hamurlar için, genellikle oda sıcaklığındaki değerlerin tercih edildiği bildirilirken, Tip II ekşi hamurlarında ise 30°C' den daha yüksek sıcaklıklarda, fermantasyonun gerçekleştirildiği ifade edilmektedir. Ayrıca, sıcaklığın probiyotik kültür seçiminde de önemli bir kriter olduğu ifade edilmektedir. Çünkü, probiyotik amaçlı olarak da kullanılması planlanan mikroorganizmaların/starterlerin, insan vücut sıcaklığı olan 37°C' de gelişebilmelerinin gerektiği ifade edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013).

Starter kültür olarak çeşitli gıdaların üretilmelerinde kullanılması planlanan endojen/yabani mayaların seçilmelerinde, farklı pH' larda gelişebilme özelliğinin önemli bir teknolojik seçim kriteri olduğu kabul edilmektedir. Ortam pH' sının, maya metabolizmasını ve metabolit üretimini etkileyen önemli bir parametre olduğu bilinmektedir. Çeşitli çalışmalarda mayaların farklı pH değerlerinde gelişme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla, genellikle pH 2.5-9.0 aralığındaki

değerlerin araştırıldığı belirtilmektedir (Perricone ve ark., 2014; Bevilacqua ve ark., 2013). Ekşi hamur fermantasyonunda rol alan heterofermentatif LAB tarafından üretilen organik asitlerin etkisi ile fermantasyonun başında 5.6 olan ortam pH' sının 3.5' e kadar inebildiği, bu nedenle de; starter kültür olarak seçilecek bir mayanın, düşük pH değerlerinde gelişebilmesinin istendiği bildirilmektedir.

Ekmek ve tahıl bazlı gıdalar farklı oranlarda tuz içerebilmektedirler. Bu nedenle, bu tip ürünlerin üretimlerinde kullanılacak starter kültür seçimlerinde mayaların farklı tuz oranlarında gelişebilme özelliklerinin, araştırılan teknolojik seçim kriterlerinden birisi olduğu belirtilmektedir. Tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde kullanılacak olan starter kültürlerin seçimi için yapılan bir çalışmada, endojen mayaların %2-6 (w/v) tuz derişimi aralığında gelişebilmelerinin tercih edilen bir özellik olduğu bilinmektedir.

%50-70 (w/v) derişiminde şeker içeren ortamlarda gelişebilen bazı maya türleri bulunduğu bilinmektedir (Deak ve Beuchat, 1996; Yarrow, 2000). Yüksek şeker derişimlerine sahip bazı geleneksel gıdaların üretimlerinde, starter olarak kullanılması planlanan endojen mayaların, bu şeker derişimlerinde gelişebilme özelliklerinin, starter seçiminde önemli bir diğer teknolojik seçim kriteri olduğu belirtilmektedir.

Bazı tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde, fermantasyonda rol alan LAB veya rekabetçi mikroflora tarafından asetik veya laktik asit üretildiği bilinmektedir. Bu nedenle asetik ve laktik asidin belirli derişimlerine karşı mayaların gösterdikleri direncin önemli bir teknolojik özellik olduğu rapor edilmektedir. Ekşi hamur ile yapılan ve İtalya' ya özgü geleneksel bir kek olan Colomba' dan izole edilen mayaların teknolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, endojen mayaların %0.25-1.0 (v/v) asetik asit içeren ortamlarda gelişebilme yeteneklerinin incelendiği bildirilmiştir (Raimondi ve ark., 2017). Tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde kullanılacak starter kültür seçimi için yapılan bir başka çalışmada ise, araştırılan mayaların %0.6-1.2 (v/v) aralığında laktik asit içeren ortamlarda gelişmelerinin incelendiği bildirilmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada mayaların %0.15-0.30 (v/v) aralığında asetik asit içeren ortamlarda gelişmelerinin araştırıldığı da rapor edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

Mayaların enzim potansiyellerinin, üretilecek olan gıdaya istenilen lezzetin kazandırılması açısından da, önemli bir teknolojik özellik olduğu rapor edilmektedir. Örneğin mayaların ürettikleri  $\beta$ -glukozidazın, ikincil bileşenlerin oluşumunda önemli rol oynadığı ve oluşan bileşenlerin, gıdanın aromatik profilini geliştirdikleri ifade edilmektedir. Mayaların lipolitik aktiviteye (esteraz, lipaz, vb.) sahip olmalarının ise, serbest yağ asitlerinin oluşumuna yol açtığı ve bu durumun da, yine gıdaların lezzetini arttırdığı bildirilmektedir. Ayrıca, fitaz aktivitesi gösteren mayaların tahıllarda bulunan minerallerle kuvvetli şelat oluşturan fitatı parçalayarak minerallerin biyoyararlılığını arttırdığı belirtilmektedir (Galle, 2013).

Ekmek ve bazı tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde starter olarak kullanılacak olan mayaların hamur kabartma yeteneklerinin, CO<sub>2</sub> oluşturma performanslarını yansıtan önemli bir özellik olduğu, bu nedenle de hamur kabartma yeteneğinin, bu tip üretimler için incelenmesi gerektiği rapor edilmektedir (Perricone ve ark., 2014). Fermantasyon hızı, starter kültür olarak kullanılacak endojen mayaların seçimlerinde önemli bir teknolojik seçim kriteri olarak kabul edilmektedir. Starter kültürlerin hızla fermantasyona başlayarak, üründe istenmeyen mikroorganizmaların gelişmelerini inhibe etmeleri ve belli bir zaman içerisinde de fermantasyonu tamamlamaları gerektiği ifade edilmektedir (Özçelik ve Denli, 1999).

Literatürde starter kültür olarak kullanılması planlanan endojen mayaların, çeşitli probiyotik özelliklerinin çalışıldığı çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. İncelenen probiyotik özellikler arasında mayaların, düşük pH derecelerine ve safra tuzlarına karşı gösterdikleri direnç, hidrofobisite özellikleri, biyofilm oluşturma yetenekleri, antimikrobiyel aktiviteleri, antibiyotik dirençleri ve agregasyon gibi bazı probiyotik aktivitelerinin bulunduğu ifade edilmektedir (Pennachia ve ark., 2008; Syal ve Vohra, 2013; Perricone ve ark., 2014; Gil-Rodríguez, Carrascosa ve Requena, 2015; de Lima ve ark., 2017; Oliveira ve ark., 2017).

Son zamanlarda, antibiyotiklerin yoğun ve bilinçsiz olarak kullanılması ile birlikte patojen bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç kazanmasının, insan sağlığı açısından önemli bir tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Bakterilerin antibiyotiklere karşı gösterdikleri direncin dikey veya yatay olmak üzere iki farklı şekilde

gerçekleştiği rapor edilmektedir. Dikey olarak tanımlanan direnç; bakterilerin doğal olarak sahip oldukları direnç olarak tanımlanırken, yatay olarak tanımlanan direnç ise; bakteriler arasında kromozal genlerin transferi ile bakterilerin direnç kazandıkları belirtilmektedir. Memelilerin gastrointestinal sistemlerinin bu tip gen transferleri için uygun koşullar oluşturduğu rapor edilmektedir. Bu gen transferinin, bağırsak mikroflorasında yer alan mikroorganizmalar arasında gerçekleşebildiği gibi probiyotik olarak kullanılan bakterilerden, bağırsak florasında yer alan bakterilere gen aktarımı şeklinde de meydana gelebildiği rapor edilmektedir. Mayaların antibiyotiklere karşı doğal bir dirençlerinin olmasının yanı sıra, antibiyotiklere karşı direnci oluşturan kromozal genlerin, bağırsakta bulunan patojenlere transfer olamadığı ve bu nedenle de, mayaların probiyotik olarak kullanılmasının güvenli olduğu ifade edilmiştir. Starter olarak kullanılacak endojen mayaların antibiyotiklere karşı dirençli olmalarının, probiyotik suş seçiminde istenilen bir özellik olarak bildirilmektedir (Czerucka, Piche ve Rampal, 2007; Perricone vd., 2014).

Probiyotik maya seçiminde dikkate alınması gereken önemli bir diğer seçim kriterinin de; antibakteriyel aktivite olduğu rapor edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013). Probiyotiklerin diğer patojenlerin kontrolünde ve inhibisyonunda farklı etki mekanizmaları olduğu bildirilmektedir. Bu etki mekanizmalarının arasında; besin yarışı, inhibitör maddelerin üretimi, immunostimülasyonu ve bağlanma yarışının bulunduğu ifade edilmektedir (Georgieva ve ark., 2015). Probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmanın karşılaşacağı ilk biyolojik bariyerlerin; mide öz suyunun düşük pH' sı ve duodenumda bulunan safra tuzu olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle, araştırılan mayanın pH 2.5' de gelişebilme özelliğinin, oldukça önemli bir ölçüt olduğu belirtilmektedir (Gueimonde ve Salminen, 2006). Probiyotik mayanın karşılaşacağı ilk bariyer olan gastrik suyunun inhibe edici etkisinin düşük pH' ya sahip olmasından ve yapısındaki hidroklorik asidin derişiminden kaynaklandığı rapor edilmektedir (Psomas ve ark., 2001). Midede salgılanan HCl asidin pH' sının 0.9 olduğu; ancak gıdanın varlığı ile pH' ın 3.0' e kadar yükseldiği bildirilmektedir. Bunun yanı sıra, gıdaların ya da gıda bileşenlerinin tampon etki göstererek probiyotikler üzerinde koruyucu etki gösterdikleri belirtilmektedir (Conway, Gorbach ve Goldin, 1987; Prasad ve ark., 1998). Bu nedenle, pH' ı 2.5 olan ortamlarda gelişebilme yeteneğinin, test



edilmesi gereken probiyotik özellikler arasında yer aldığı ifade edilmiştir (Pennachia ve ark., 2008).

Probiyotik amaçlı olarak kullanılacak mikroorganizmaların midedeki asidik koşullara direnç göstermelerinin yanı sıra, bağırsak salgılarına ve safra tuzlarına da dirençli olmaları gerekmektedir (Erkkila ve Petaja, 2000). Safra tuzlarının, bağırsağın bir çeşit savunma mekanizması olduğu ifade edilmektedir (Kalambaheti, Cooper ve Jackson, 1994; Marteau ve ark., 1997). Safranın, organik ve inorganik bileşiklerin karışımından oluşan bir salgı olduğu ve en önemli bileşenlerinin ise; safra asitleri ve fosfolipitler (lesitin) oldukları ifade edilmektedir. Safranın %60' ını safra asitleri oluştururken, %30-40' ını ise; lesitin oluşturduğu rapor edilmektedir. Bunların dışında safranın; %4' ünü kolesterolün, %2' sini ise safra pigmentlerinin (bilirubin) oluşturduğu, lipovitaminler, suda çözünen vitaminler, östrojen steroidleri, immünglobulinler gibi çeşitli makromoleküller, su ve elektrolitlerin de safra bileşimi içerisinde yer aldıkları ifade edilmektedir. Safra asitlerinin fizyolojik pH' da çözünürlüklerinin çok düşük olmasından dolayı, safra veya bağırsak içinde çözünürlüklerini koruyabilmek amacıyla, safra asitlerinin karaciğerden ayrılmadan önce glisin veya taurin ile konjuge oldukları ve oluşan bu yapıların da safra tuzları olarak adlandırıldıkları ifade edilmektedir (Önür ve Beyler, 2001). Safra tuzunun, lipit ve yağ asitlerinden oluşan mikroorganizmaların hücre membranları üzerinde kritik bir rol oynadığı rapor edilmektedir (Erkkila ve Petaja, 2000). Safra tuzunun gösterdiği inhibisyon etkisinin, safra derişimine bağlı olduğu bildirilmektedir. Safra derişiminin ise gastrointestinal sisteme bağlı olarak değişiklik göstermekle beraber probiyotik suşun seçiminde bağırsak safra tuzu derişiminin ortalama olarak %0.3 olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Gilliland, Stanley ve Bush, 1984; Pennachia ve ark., 2008).

İnsan vücudunda karşılaştıkları çeşitli biyolojik bariyerleri aşabilen probiyotik mikroorganizmaların, ince bağırsaktaki epitel hücrelere tutunabilme yeteneğinde olmaları istenmektedir (Sourabh, Kanwar ve Sharma, 2011). Probiyotik olarak kullanılacak maya suşlarının bağırsak mukozasında bulunan epitel hücrelere tutunabilmesinin probiyotik suş seçimi için önemli bir ölçüt olduğu ifade edilmektedir (Collado, Meriluoto ve Salminen; 2008). Probiyotiklerin bağırsak mukozasına bağlanmalarının, mikrobiyel hücre yüzeyinde bulunan bazı

moleküler belirleyiciler ve mukozadaki spesifik reseptörler arasında gerçekleşen elektrostatik etkileşimler ve hidrofobik kuvvetler sayesinde olduğu bildirilmektedir (Perricone ve ark., 2014). Mayaların bağırsak epitelyum hücrelerine bağlanabilme yeteneğinin incelenmesinin, dolaylı bir test olarak kabul edilen hücre yüzey hidrofobisite testi ile gerçekleştirildiği bildirilmektedir.

Probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmaların, agregasyon aktivitelerinin yine, probiyotik suş seçiminde önemli bir ölçüt olduğu rapor edilmektedir. Agregasyon aktivitesi, otoagregasyon ve koagregasyon olmak üzere iki şekilde ölçüldüğü ifade edilmektedir. Otoagregasyon, aynı türdeki mikroorganizmalar arasında gerçekleşen agregasyon olarak tanımlanırken, koagregasyon ise genetik açıdan farklı türdeki mikroorganizmalar arasında gerçekleşen agregasyon olarak tanımlanmaktadır (Bao ve ark., 2010). Otoagregasyon, probiyotik mayaların bağırsak epitel hücrelerine bağlanabilme potansiyelini inceleyen önemli bir probiyotik özellik olduğu ifade edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013). Otoagregasyon özelliği iyi olan mikroorganizmaların, sürekli bir arada olmaları nedeniyle gen transferi yapabildikleri ve genetik stabilitelerini, otoagregasyon özelliği iyi olmayan mikroorganizmalara göre daha iyi korudukları bildirilmektedir (Dişçiöğlü, 2014). Pizzolito ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, *S. cerevisiae* türüne ait mayaların kuvvetli otoagregasyon aktivitesine sahip oldukları bildirilmiştir. Koagregasyon aktivitesi gösteren probiyotik mikroorganizmaların ise, patojen bakteriler ile kümeleşebildiği ve patojenlerin bağırsaktan bu şekilde daha kolay uzaklaştırılabildiği rapor edilmektedir (Campana, van Hemert ve Baffone, 2017).

Biyofilm, mikroorganizmalar tarafından üretilen, hücre dışı bir polisakkarit matriksi tarafından sarılan kompleks ve yapılandırılmış bir mikroorganizma topluluğu olarak tanımlanmaktadır (de Castro ve ark., 2017). Biyofilmin, mikroorganizmaları antibiyotik, ozmotik stres, dezenfektan gibi olumsuz çevre koşullarından koruduğu belirtilmektedir. Mikroorganizmalar tarafından biyofilm oluşumunda, çevreyi algılama sisteminin rol aldığı bildirilmektedir. Mikroorganizmaların birbirleri ile iletişim içinde oldukları ve bu iletişimin mikroorganizmaların çoğunluğu algılama (quorum sensing) olarak adlandırıldığı belirtilmektedir. Hücreler arasındaki iletişimin, otoindükleyiciler olarak adlandırılan hücre dışı

sinyal molekülleri ile gerçekleştirildiği ifade edilmektedir. Mikroorganizma popülasyonunun artmasıyla, ortamda bu otoindükleyicilerin biriktiği belirtilmektedir. Mikroorganizmaların ortamda bulunan bu otoindükleyicilerle hücre sayılarında ve gen ekspresyonlarında değişiklik yapabildikleri ifade edilmektedir. Çevreyi algılama sisteminin, biyofilm oluşumunun yanı sıra, biyoluminans, spor oluşturma, antibiyotik üretimi ve virülans faktör üretimi gibi bazı süreçlerin kontrolünde de yer aldığı belirtilmektedir (Rutherford ve Bassler, 2012). Mikrobiyel hücrelerin bağırsak mukozasına tutunabilmelerinin ve bağırsakta kolonize olma potansiyellerinin, biyofilm oluşturma testleri ile dolaylı olarak değerlendirilebildiği bildirilmektedir (Lebeer ve ark., 2007; Perricone ve ark., 2014).

Mayaların özellikle B<sub>1</sub> (tiamin), B<sub>2</sub> (riboflavin), B<sub>3</sub> (niasin), B<sub>5</sub> (pantotenik asit), B<sub>6</sub> (pidoksin), B<sub>9</sub> (folik asit) ve H veya B<sub>7</sub> (biotin) gibi B-kompleksi vitaminler başta olmak üzere, diğer bazı vitaminlerin de kaynakları oldukları rapor edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013). Bu vitaminlerin insan vücudunda bazı önemli rolleri bulunmaktadır. Bunlar arasında karbonhidratların, yağların ve proteinlerin yıkımına yardımcı olarak vücuda gerekli olan enerjinin sağlanması, sinir sistemini desteklemesi ve ayrıca sindirim için kullanılan kasların korunması bulunmaktadır. Örneğin, Syal ve Vohra (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, endojen mayaların çoğunun B<sub>12</sub> üreticisi oldukları bildirilmiştir.

Mikroorganizmaların enzimatik aktivitelerinin önemli bir teknolojik ölçüt olmasının yanı sıra, probiyotik starter kültür seçiminde de dikkate alınması gereken bir kriter olduğu ifade edilmektedir. Probiyotiklerin enzimatik aktivitelerinin, bağırsaktaki besinlerin kullanımını etkilediği bildirilmektedir (Mustapha, Jiang ve Savaino, 1997; Syal ve Vohra, 2013). Mayaların  $\beta$ -galaktozidaz aktivitelerinin, bağırsakta laktozun hidrolizasyonuna yardımcı olduğu ve laktoz intoleransı yaşayan bireylerin laktozu sindirebilmelerinde olumlu etki gösterdiği rapor edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013).

Literatürde starter kültür seçimi amacıyla yapılan çeşitli araştırmalarda, teknolojik ve probiyotik özellikleri belirlenen suşların, bu özellikleri açısından öne çıkanlarının belirlenebilmesi amacıyla, istatistiksel bir yöntem olan; Temel Bileşen Analizi' nin (TBA) (Principal Component Analysis; PCA) kullanıldığı rapor

edilmektedir (Rodríguez-Gómez ve ark., 2012; Bevilacqua ve ark., 2013; Perricone ve ark., 2014; Bonatsou ve ark., 2015; Porru ve ark., 2018). Temel Bileşen Analizi ile ilgili ilk çalışmaların, Karl Pearson tarafından 1901 bir yılında başlatıldığı ve daha sonra, 1933' te Hotelling ve 1964' te ise Rao tarafından bu analizin uygulama alanlarının geliştirildiği bildirilmiştir (Sangün, 2007; Yazar 2009). TBA, değişkenler arasındaki bağımlılığın yok edilmesi, yani bağımlı değişkenlerden bağımsız değişkenlerin elde edilmesi ve/veya boyut indirgeme amacıyla kullanılan çok değişkenli istatistiksel bir yöntem olarak ifade edilmektedir. Değişkenler arasında bir bağımlılığın bulunması ve dolayısı ile bağımsız olmamaları durumunda istatistik analiz sonuçlarının yorumu oldukça güç olmaktadır. Bu gibi durumlarda kullanılan tekniklerin başında Temel Bileşen Analizi gelmektedir (Sangün, 2007). TBA yönteminin, verilerin sıkıştırılmasında, çoklu değişken veri setinde esas özelliklerin belirlenmesinde ve bilginin ekstrakte edilmesinde kullanıldığı ifade edilmiştir (Rodríguez-Gómez ve ark., 2012). TBA' nin "X" değişken kümesinin orijinal değişkenlerini faktör ya da temel bileşen olarak adlandırılan yeni ve daha az sayıda değişkenle ifade edip, "X" kümesinin varyansını açıkladığı bildirilmiştir (Sangün, 2007; Rodríguez-Gómez ve ark., 2012). Seçilecek olan ilk bileşenin, en çok veri çeşitliliğini gösterecek şekilde, yani varyansı en yüksek olacak şekilde seçilmesi gerektiği belirtilmiştir. TBA' de, bileşenlerin sayılarının belirlenmesinde kullanılan en yaygın tekniğin, K1 yöntemi olduğu ve bu yöntemin Kaiser' in; analizde hesaplanan özdeğerlerin (eigenvalues) 1' den büyük olması kuralına dayalı olduğu ifade edilmektedir (Jolliffe, 2002; Yavuz ve Doğan, 2015). Bu yöntemde, hesaplanan özdeğerleri 1' den daha düşük olan temel bileşenlerin, orijinal değişkenlerden daha az bilgi içermesi nedeniyle, dikkate alınmaması gerektiği ifade edilmiştir (Jolliffe, 2002; Rodríguez-Gómez ve ark., 2012). TBA gibi çok değişkenli istatistiksel analizlerde, n tane bireye (nesne) ait olan p sayıda değişkenin (özellik) incelendiği rapor edilmektedir. n birey (gözlem) ve p sayıda değişkenden oluşan "X" veri matrisinin p boyutlu uzaydaki durumunda her bir bireyin bir noktayı gösterdiği ve çok sayıda noktadan oluşan bir topluluk olduğu ifade edilmiştir (Tatlıdil, 1996). Ayrıca, bu düzlemin değişkenlerin orijinal düzlemlerini ve gözlemlerin nerede konumlandıklarını gösterdiği de rapor edilmiştir (Rodríguez-Gómez ve ark., 2012). Literatürde, TBA' nin suç seçimi amacıyla kullanıldığı bazı çalışmalarda, bu yöntemin kullanılmasının temelde iki amacı ve/veya yararı olduğu, bunlardan

birinin; benzer teknolojik özellik gösteren suşların gruplandırılması ve diğerinin ise; suşlar arasında görülen benzerliklerin veya farklılıkların hangi değişkenden kaynaklandığının belirlenebilmesi olduğu ifade edilmiştir (Bevilacqua, Corbo ve Sinigaglia, 2012).

Literatürde, çeşitli fermente gıdalardan izole edilen endojen maya suşlarının teknolojik ve probiyotik karakterlerinin belirlenerek starter kültür potansiyellerinin incelendiği bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları, aşağıda özetlenmektedir.

Iranzo, Pérez ve Canas (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, İspanya' nın Valdepeñas bölgesinde üretilen şaraplardan 74 adet *Saccharomyces* cinsi mayanın izole edildiği; bunlardan %75' inin *S. cerevisiae*, %17' sinin *S. uvarum* ve kalanın *S. bayanus* türüne ait oldukları rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada, izole edilen mayaların fermantasyon hızı, hidrojen sülfür oluşumu, kümeleşme kapasitesi, kükürt dioksit direnci, etanol direnci ve yüksek ozmotik basınç direnci gibi bir takım önolojik özelliklerinin araştırıldığı bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, incelenen mayaların enzimatik aktivitelerinin de tespit edildiği ve TBA analizi ile değerlendirildiği rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada elde edilen verilere göre; incelenen 74 maya suşundan 10 tanesinin, şarap üretiminde starter kültür olarak kullanılabileceği belirtilmiştir

Portekiz' de Silva ve ark. (2011) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada; salamura zeytinlerden izole edilen yabancı mayaların teknolojik ve probiyotik özelliklerinin araştırıldığı bildirilmiştir. Anılan çalışmada, maya suşlarının çalışılan teknolojik özellikleri arasında, düşük pH' a tolerans, safra tuzuna karşı direnç, oleuropein asimilasyonu, lipolitik aktivite, farklı tuz derişimlerinde gelişebilme, laktik asit asimilasyonu ve peptonolitik aktivitelerinin yer aldığı bildirilmiştir. Suşların probiyotik anlamda; B-kompleks vitaminlerinin üretimi, killer toksin üretimi, antimikrobiyel aktivite, 37°C' de gelişebilme, düşük pH' da gelişebilme ve safra tuzu direnç özelliklerinin de test edildiği rapor edilmiştir. Anılan çalışmada sonuç olarak, incelenen 48 maya izolatından, *P. membranaefaciens* ve *C. oleophila* türlerine ait olduğu saptanan 2 suşun, starter kültür potansiyellerinin bulunduğu bulgulanmıştır.

Rodríguez-Gómez ve ark., (2012) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, farklı sofralık zeytinlerden 16 farklı maya türüne ait toplam 32 suşun izole edildiği ve bunların bazı özelliklerinin araştırıldığı bildirilmiştir. Bu izolatların; lipaz, esteraz ve  $\beta$ -glukozidaz aktivitelerinin incelendiği ve elde edilen suşlara TBA testi uygulandığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, incelenen mayalardan yedi tanesinin araştırılan enzimatik aktiviteleri açısından, incelenen diğer maya suşlarından daha iyi oldukları rapor edilmiştir

Bevilacqua vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Güney İtalya' da yetişen Bella di Cerignola cinsi sofralık zeytinlerinin üretiminde, starter olarak kullanabilmek amacıyla, zeytinlerden mayaların izole edildiği ve bu izolatların teknolojik özelliklerinin belirlendiği bildirilmiştir. Araştırılan teknolojik özellikler arasında, farklı sıcaklıklarda, pH derecelerinde, tuz derişimlerinde, glukoz derişimlerinde gelişebilme ile, asetik ve laktik asidin farklı derişimlerine karşı maya suşlarının gösterdikleri direncin de bulunduğu rapor edilmiştir. Bunların yanı sıra; incelenen mayaların  $\beta$ -glukozidaz ve katalaz enzim aktiviteleri ile pektolitik, ksilanolitik ve lipolitik aktivitelerinin de araştırıldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, incelenen suşların araştırılan özelliklerin hepsinde optimal değer gösteremeyebileceği için, öne çıkan özelliklerin; yüksek derişimde tuz içeren ortamda ve 15°C' de gelişme ile alkali pH direnci ve  $\beta$ -glukozidaz aktivitesi olarak seçildiği de ifade edilmiştir. Önemli teknolojik ölçütler göz önüne alınarak yapılan bu seçimde, istenen özellikleri gösteren 4 maya suşunun saptandığı bildirilmiştir.

Binetti ve ark. (2013) tarafından Arjantin'de yapılan bir diğer araştırmada ise, süt ve peynir üretiminde starter olarak kullanılacak olan, peyniraltı suyundan izole edilmiş 20 endojen mayanın teknolojik ve fonksiyonel bazı özelliklerinin belirlenerek bu suşların, starter kültür olarak kullanılabilme potansiyellerinin araştırıldığı bildirilmiştir. Anılan çalışmada, incelenen maya suşlarının farklı pH, sıcaklık dereceleri ve tuz derişimlerinde gelişebilme, laktik asidin farklı derişimlerini içeren ortamlarda gelişebilme, proteolitik ve lipolitik aktivitelerinin araştırıldığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada incelenen suşların, araştırılan probiyotik özellikleri arasında ise; gastrointestinal sindirimi modelleyen bir ortamda gelişebilme, hidrofobisite özelliği, antimikrobiyel aktivite, otoagregasyon ve koagregasyon yeteneklerinin olduğu rapor edilmiştir.

Corbo ve ark. (2014) tarafından yapılan bir diğerk araştırmada, İtalyan ekşi hamurlarından izole edilen LAB' nin farklı tuz derişimlerinde, farklı sıcaklıklarda, pH 9.2' de gelişebilme yeteneklerinin ve asidifikasyon özelliklerinin araştırıldığı belirtilmiştir. Starter kùltür olma potansiyeli taşıyan suşları belirleyebilmek amacıyla araştırılan 54 suşun teknolojik özelliklerinin; TBA ile incelendiği bildirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, 6 suşun öne çıktığı belirlenmiştir.

Perricone ve ark. (2014) tarafından yapılan bir diğerk araştırmada; İtalya' nın Altamura bölgesinden toplanan ekşi hamurlardan *S. cerevisiae* suşlarının izolasyonlarının yapıldığı ve bu suşların tahıl bazlı gıdaların üretiminde starter kùltür olarak kullanılmak amacıyla, bazı teknolojik ve probiyotik özelliklerinin incelendiği rapor edilmiştir. İzole edilen toplam 49 *S. cerevisiae* suşunun incelenen teknolojik özellikleri arasında, farklı sıcaklıklarda, pH derecelerinde, tuz derişimlerinde gelişebilme ile, suşların asetik ile laktik asidin farklı derişimlerine karşı gösterdikleri direncin belirlenmesi ve enzimatik aktivitelerinin (katalaz, üreaz ve  $\beta$ -glukozidaz) tespit edilmesinin yer aldığı ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada, elde edilen deneysel verilerin, istatistik testlerden yararlanılarak değerlendirildiği ve teknolojik özellikler açısından öne çıkan toplam 18 suşun probiyotik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla, bunların antibiyotik direnç, düşük pH değerinde gelişebilme, safra tuzu toleransı, antimikrobiyel aktivite, hidrofobisite özelliği, biyofilm oluşturma yeteneği ve gastrointestinal sistemi modelleyen bir ortamdaki dirençlerinin incelendiği rapor edilmiştir. Anılan çalışmada, elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, iki izolatın probiyotik özellikler açısından öne çıktığı ve bu iki suşun, teknolojik özelliklerinin de iyi olması nedeni ile, multifonksiyonel suş olarak nitelendirilerek, tahıl bazlı gıdaların fermantasyonlarında, starter kùltür olarak önerilebilecekleri ifade edilmiştir.

Bonatsou ve ark. (2015) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, siyah sofralık zeytin fermantasyonunda starter olarak kullanabilmek amacıyla, zeytinlerden izole edilen maya suşlarının multifonksiyonel özellik taşıyıp taşımadıklarının araştırıldığı ifade edilmiştir. Bu amaçla, izolatların bazı teknolojik, enzimatik ve probiyotik özelliklerinin incelendiği rapor edilmiştir. Araştırılan bu teknolojik özellikler arasında suşların farklı tuz derişimlerinde gelişebilme kapasitelerinin

tayini ile lipaz, esteraz ve  $\beta$ -glukozidaz aktivitelerinin olduğu belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada incelenen maya suşlarına uygulanan probiyotik testler arasında ise; fitaz aktivitelerinin belirlenmesi ve suşların gastrik ve pankreatik sindirimi simule eden ortama gösterdikleri direncin olduğu da ifade edilmiştir. Anılan bu çalışma sonucunda, incelenen 12 maya suşundan ikisinin sofralık zeytin üretiminde starter olarak kullanılmak üzere önerilebileceği rapor edilmiştir.

Speranza ve ark. (2015a) tarafından yapılan bir başka çalışmada, Güney İtalya bölgesine ait geleneksel bir peynir olan Fior di Latte' nin üretiminde kullanılmak üzere, yine bu peynirlerden izole edilen yabancı LAB' nin, starter kültür olarak kullanılabilme potansiyellerinin araştırıldığı ifade edilmiştir. Bu amaçla çalışmada, LAB izolatlarının farklı tuz derişimlerinde, farklı sıcaklıklarda, pH 4.4' te gelişebilme yetenekleri ile asidifikasyon özelliklerinin incelendiği bildirilmiştir. İncelenen bu özelliklerin değerlendirilebilmesi amacıyla, kümeleme analizi ile Temel Bileşen analizinden yararlanıldığı belirtilmiştir. Elde edilen verilere göre, incelenen toplam 95 izolattan dokuzunun araştırılan özellikler açısından üstün buldukları rapor edilmiştir.

Gerçekleştirilen bir başka çalışmada, bazı balık ürünlerinin fermantasyonunda starter kültür olarak kullanılmak üzere, tuzlanmış balık ürünlerinden izole edilen toplam 95 adet halofilik LAB' nin çeşitli teknolojik özelliklerinin incelendiği belirtilmiştir (Speranza ve ark., 2015b). Bu amaçla, izolatların farklı sıcaklıklarda, farklı tuz derişimlerinde ve farklı pH değerlerinde gelişebilme yeteneklerinin incelendiği rapor edilmiştir. Bu zelliklerinin değerlendirilmesinde, kümeleme analizi ve TBA' nin kullanıldığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde, araştırılan teknolojik özellikleri açısından üstün bulunan 3 adet izolat olduğu belirlenmiştir. Anılan alışmada, *Pediococcus pentosaceus* türüne ait bir izolatın *P. acidilactici* türüne ait iki izolatın starter kültür olarak önerilebilecekleri ifade edilmiştir.

Oliveira ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, Portekiz' in kuzeydoğu bölgesinde, sofralık zeytin üretimi için yapılan fermantasyon ortamlarından, çeşitli endojen mayaların izole edildiği ve bu mayaların probiyotik karakterlerinin araştırıldığı rapor edilmiştir. Bu amaçla, incelenen maya suşlarının 37°C' de gelişebilme, gastrik ve pankreatik sindirimi modelleyen in vitro bir



ortamda gelişebilme, enzimatik aktivite, antioksidan aktivite, otoagregasyon kapasiteleri ile antimikrobiyel aktivitelerinin araştırıldığı rapor edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, incelenen 16 maya suşundan 3' ünün starter kültür olma potansiyelinin bulunduğu ve bu mayaların diğer probiyotik özelliklerinin de incelenmesi ve probiyotik karakterlerinin invivo deneylerle de desteklenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Porru ve ark. (2018) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, sofralık zeytinlerden izole edilen endojen 72 adet maya izolatının teknolojik ve probiyotik özelliklerinin belirlenerek, starter kültür olarak kullanılabilme potansiyellerinin araştırıldığı rapor edilmiştir. İncelenen teknolojik özelliklerin arasında; farklı tuz derişimlerinde, oleuropein varlığında gelişebilme ile  $\beta$ -glukozidaz, esteraz ve lipaz aktiviteleri olduğu rapor edilmiştir. Anılan çalışmada incelenen suşların araştırılan probiyotik karakterleri arasında ise, gastrik ve pankreatik sindirimi modelleyen ortama direnç ve biyofilm oluşturma özelliklerinin de test edilerek, probiyotik özelliklerinin de araştırıldığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada, elde edilen verilere TBA uygulanarak teknolojik ve probiyotik karakterler açısından öne çıkan suşların seçimlerinin gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, denenen mayalardan *W. anomalus* türüne ait bir suşun teknolojik özelliklerinin iyi çıktığı ifade edilirken, *S. cerevisiae* ve *C. boidinii* türlerine ait birer suşun probiyotik karakterlerinin iyi oldukları rapor edilmiştir. Bu araştırmada sonuç olarak; incelenen bu üç endojen suşun potansiyel starter kültür olarak önerilebileceği de belirtilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Ekşi Hamur Örnekleri

Bu çalışmada kullanılan ekşi hamur örnekleri, ülkemizde ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek üretiminin yapıldığı çeşitli bölgelerden sağlanmıştır. Bu amaçla ticari maya kullanmadıkları bilinen ve/veya bunu belirten çeşitli fırınlardan, evlerden toplam; 38 adet ekşi hamur örneği toplanmıştır. Toplanan örnekler uygun koşullar altında, çalışmanın yapılacağı laboratuvara ulaştırılmış ve analiz edilinceye kadar buzdolabı koşullarında saklanmıştır. Ekşi hamur örneklerinin toplandığı il, köy ve fırınlar; Çizelge 3.1' de verilmektedir.

**Çizelge 3.1.** Ekşi hamur örneklerinin toplandığı il, köy ve fırınlar

| İl (İlçe)          | Fırın / Köy  |
|--------------------|--|
| Ankara (Gölbaşı)   | AGES Unlu Mamüller Fırını (AGES)   |
| Ankara (Beypazarı) | Beypazarı Ekmek Sanayi (BES), Beypazarı Simit Fırını (BSF)   |
| Ankara (Çankaya)   | Zorlu Ekmek Fırını (Zorlu), Kafes Fırın (Kafes), Armoni Ekmek Fırını (Armoni), Bonelli Ekmek Fırını (Bonelli)  |
| Balıkesir (Erdek)  | Trabzon Ekmek Fırını (Erdek), Gülmüş Ekmek Fırını (Gülmüş)   |
| Balıkesir (Gönen)  | Tahtalı köyü ev tipi (Gönen)   |
| Bolu*              | Karadeniz Fırını, Paşaköy Fırını, Has Fırın, Bolu 1 ev tipi, Bolu 2 ev tipi, Lider Fırını, Lider/Lipa Fırını, Vakfikebir Fırını, Örencik 1 ev tipi, Örencik 2 ev tipi, Örencik 3 ev tipi, Örencik 4 ev tipi, Örencik 5 ev tipi, Örencik 6 ev tipi, Yukarı Soku 1 ev tipi, Yukarı Soku 2 ev tipi, Yukarı soku 3 ev tipi, Çarşa 1 ev tipi, Çarşa 2 ev tipi, Gerede 1 ev tipi, Gerede 2 ev tipi |
| Çorum              | Som-un Ekmek Fırını (Som-un)   |
| Eskişehir          | Topçuoğlu Ekmekçilik (Topçuoğlu), Odunpazarı Ekmek Fabrikası (Odunpazarı)  |
| Isparta            | İstanbul Ekmek Fabrikası (İstanbul), Yeşildere Ekmek Fabrikası (Yeşildere)   |
| Manisa (Akhisar)   | Akhisar ev tipi (Akhisar)  |
| Trabzon            | Karcılar Fırını (Karcılar)   |

\* Karadeniz Fırını (Karadeniz); Paşaköy Fırını (Paşaköy); Has Fırın (Has); Bolu ev tipi 1 (BEV 1); Bolu ev tip 2 (BEV 2); Lider Fırını (Lider); Lider/Lipa Fırını (Lipa); Vakfikebir Fırını (Vakfikebir); Örencik 1 ev tipi (Örencik 1); Örencik ev tipi 2 (Örencik 2); Örencik 3 ev tipi (Örencik 3); Örencik 4 ev tipi (Örencik 4); Örencik ev tipi 5 (Örencik 5); Örencik 6 ev tipi (Örencik 6); Yukarı Soku 1 ev tipi (YS 1); Yukarı Soku 2 ev tipi (YS 2); Yukarı Soku 3 ev tipi (YS 3); Çarşa 1 ev tipi (Çarşa 1); Çarşa 2 ev tipi (Çarşa 2); Gerede 1 ev tipi (Gerede 1); Gerede 2 ev tipi (Gerede 2)

### **3.1.2. Maya Tanımlama Sistemi**

Çalışmada, ekşi hamur örneklerinden izole edilen potansiyel *S. cerevisiae* suşlarının tanımlanabilmeleri amacıyla, hızlı bir maya tanımlama sistemi olan API ID 32C test sisteminden (bioMérieux, France) yararlanılmıştır. API ID 32C test sistemi, farklı karbon kaynaklarının asimilasyonunun incelenmesine dayalı, mikro ölçekli bir test sistemidir. Bu test kitinde yer alan farklı karbon kaynaklarının, araştırılan maya suşu tarafından kullanılıp kullanılmadığını tespit edebilmek amacıyla, aşılama yapılan kitlerin inkübasyonları sonunda, kuyucuklarda kültürlerin gelişmelerine bağlı olarak oluşan bulanıklık, bir sistem yardımıyla otomatize olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada ekşi hamur örneklerinden elde edilen olası *S. cerevisiae* izolatlarının, karbon asimilasyon testlerinden yararlanılarak tanımlanabilmeleri/doğrulanabilmeleri amacıyla, mini API analiz cihazı ile birlikte, sisteme özgü bir bilgisayar programı olan Apilab Plus (bioMérieux, France) kullanılmış ve tanımlamalar programın veri tabanı üzerinden yapılan karşılaştırmalarla, otomatik olarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.1.3. Fermantasyon Deney Düzenegi**

Çalışmada, *S. cerevisiae* suşlarının fermantasyon kapasitelerinin incelendiği deneyler, tarafımızca özel olarak yaptırılmış olan; cam fermantasyon başlıklı, 500 mL hacimli şişeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan cam başlıklar, gerçekleştirilen fermantasyon deneylerinde, mayalar tarafından üretilen CO<sub>2</sub>' in ortamdaki uzaklaşmasını sağlamıştır. Başlıkların içerisine konulan az miktardaki steril su ise, hem kontaminasyonun engellenmesi ve hem de su buharı şeklinde uzaklaşacak ağırlık kaybının önüne geçilmesi amacıyla kullanılmıştır.

### **3.1.4. Besiyerleri ve Dilüsyon Sıvısı**

Bu tez çalışmasında, toplanan ekşi hamur örneklerinden *Saccharomyces* cinsi mayaların izolasyonu amacıyla, Wallerstein Laboratory Nutrient (WLN) agar besiyeri kullanılmıştır. Örneklerdeki toplam maya sayımları ise; Yeast Extract Malt Extract (YM) agar besiyeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ekşi hamur örneklerinden elde edilen izolatların saf stok kültürlerinin hazırlanmasında; YM agar besiyeri kullanılmıştır. Deneylerde, dilüsyon sıvısı olarak; %0.85' lik (w/v) serum fizyolojik kullanılmıştır.

Tez çalışmasında maya izolatlarının tanımlanmaları amacıyla çeşitli besiyerleri kullanılmıştır. Bu kısımda, yalnızca kullanılan besiyerleri isimlerine değinilmiş olup, kullanılan yöntemler ve ilgili kaynaklar, tezin yöntem kısmında açıklanmaktadır. İncelenen izolatların sıvı besiyerinde gelişebilme özelliklerinin ve mikroskobik morfolojilerinin belirlenebilmesi amacıyla, YM broth besiyerinden yararlanılmıştır. Maya izolatlarının *Saccharomyces* cinsine ait olup olmadıklarını anlayabilmek amacıyla, Lizin Agar besiyerinden yararlanılmıştır. Deneyler sırasında incelenen maya suşlarının nitrat asimilasyonu testleri, Yeast Carbon Base (YCB) agar besiyeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Rapid Urea broth besiyeri kullanılarak, incelenen maya kültürlerinin üreyi hidrolize etme yetenekleri araştırılmıştır. Maya izolatlarının 37°C' de gelişebilme yetenekleri; Malt Extract Agar (MEA) besiyerinde test edilmiştir. Maya kültürlerinin glukozu fermente edebilme özellikleri; %2 (w/v) oranında glukoz içeren Durham tüplü fermantasyon besiyerlerinde incelenmiştir. İncelenen izolatların pseudohif oluşturup oluşturmadıkları, Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerinden yararlanılarak test edilmiştir. Gorodkova agar ve McClary Acetate agar besiyerleri kullanılarak, incelenen maya izolatlarının askospor oluşturma özellikleri araştırılmıştır. Maya izolatlarının asetik aside karşı olan dirençlerinin belirlenebilmesi amacıyla, %0.5 ve %1 (v/v) derişimlerinde asetik asit içeren Malt Asetik agar (MAA) besiyerleri kullanılmıştır. Çalışmada incelenen maya izolatlarının yüksek derişimde şeker içeren ortamlarda gelişebilme yeteneklerinin araştırılabilmesi amacıyla; Malt extract Yeast extract %50 Glucose (MY50G) ve Malt extract Yeast extract %60 Glucose (MY60G) agar besiyerlerinden faydalanılmıştır. Araştırmada incelenen maya izolatlarının bazı teknolojik özelliklerinin belirlendiği deneylerde, Sabouraud Dextrose broth (SAB) besiyeri kullanılmıştır. Maya izolatlarının, farklı sıcaklık derecelerinde, farklı tuz derişimlerinde, farklı pH değerlerinde ve farklı derişimlerde asetik ve laktik asit içeren ortamda gelişebilme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla SAB besiyeri, analizlerin amacına uygun olarak hazırlanarak kullanılmıştır. Maya kültürlerinin lipolitik aktivitelerinin belirlenmesinde Tributyrin agar (TBA) besiyeri; proteolitik aktivitelerinin belirlenmesinde ise; %10' luk Milk agar besiyerinden yararlanılmıştır.

Çalışmada, maya izolatlarının bazı probiyotik özelliklerinin belirlendiği analizlerden birisi olan; maya suşlarının antibiyotik dirençlerinin incelenebilmesi amacıyla; Mueller-Hinton agar besiyeri kullanılmıştır. İncelenen maya izolatlarının düşük pH' da gelişebilme özellikleri ve safra tuzu toleranslarının belirlenebilmesi amacıyla, analize uygun olarak hazırlanan Yeast Nitrogen Base (YNB) besiyerinden faydalanılmıştır. Maya izolatlarının antimikrobiyel aktivitelerinin belirlenmesi deneylerinde, kullanılan patojen bakterilerin aktifleştirilmeleri amacıyla; Nütrient broth ve Nütrient agar besiyerleri kullanılmıştır. Maya kültürlerinin fermantasyon kapasitelerinin belirlendiği deneylerde, aktifleştirme besiyeri olarak; %10 (w/v) glukoz içeren Yeast Extract Pepton Dextrose (YEPD) broth besiyeri, fermantasyon hızlarının belirlendiği deneyler için ise; %20 (w/v) glukoz içeren YNB sıvı besiyerinden yararlanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan tüm besiyerlerinin bileşimleri ve hazırlanışları, EK 1' de verilmektedir.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Ekşi Hamur Örneklerinden Potansiyel *Saccharomyces cerevisiae* Suşlarının İzolasyonları**

Toplanan ekşi hamur örneklerinden *S. cerevisiae* suşlarının izolasyonu amacıyla ilk olarak, incelenecek olan hamur örneğinden, önceden hazırlanmış olan; 225 mL %0.85' lik (w/v) steril serum fizyolojik içerisine aseptik koşullarda 25 g tartılarak stomacher cihazında (Seward Stomacher® 400; Birleşik Krallık), hamurların homojenizasyonları yapılmış ve ardından hazırlanan bu örneklerin, ardışık seyreltileri hazırlanmıştır. Daha sonra, hazırlanan bu seyreltilerden, Wallerstein Laboratory Nutrient (WLN) agar besiyerlerine, yüzeye sürme tekniği ile paralel ekimler gerçekleştirilmiştir (Perricone ve ark., 2014). Ekimi yapılan ortamların, 28°C' de 72 saat inkübasyonu sonucunda oluşan kültürler incelenerek, *S. cerevisiae* için bu besiyerinde tipik koloni görüntüsü veren; renkleri kremden koyu yeşile değişen kolonilerden rastgele izolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Deneyler sırasında, tipik koloni görüntüsü gösteren her koloni tipinden izolatlar alınmıştır.

### **3.2.2. Ekşi Hamur Örneklerindeki Toplam Maya Sayısının Belirlenmesi**

Ekşi hamur örneklerindeki toplam maya sayısının belirlenmesinde, Bölüm 3.2.1.'de anlatıldığı şekilde hazırlanan hamur süspansiyonlarından yararlanılmıştır. Toplam maya sayısının belirlenebilmesi için, ekşi hamur örneklerinden hazırlanan seyreltilerin, Yeast Extract Malt Extract (YM) agar besiyerlerine, yüzeye yayma tekniği ile ekimleri yapılmıştır. 28°C 'de 72 saat inkübe edilen kültürlerdeki toplam maya sayımı, koloni sayısı 30-330 arasında olan kültürler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3. Maya İzolatlarının Tanımlanmaları**

Bu çalışmada, ekşi hamur örneklerinden izole edilen maya izolatlarının tanımlanmaları, API ID 32C (bioMérieux, France) tanımlama sistemi ve bazı ek tanımlama testleri uygulanarak gerçekleştirilmiştir (Deák ve Beuchat, 1996; Pitt ve Hocking, 1997; Yarrow, 2000). Çalışmada kullanılan ek tanımlama testleri arasında; sıvı besiyerinde gelişme özelliği, mikroskopik morfoloji, Lizin agar besiyerinde gelişme, nitrat asimilasyonu, üre hidrolizi, 37°C' de gelişebilme, glukoz fermantasyonu, pseudohif ve askospor oluşumu, %50 ve %60 (w/v) glukoz içeren besiyerlerinde gelişme, %0.5 ve %1 (v/v) asetik asit içeren ortamlarda gelişme bulunmaktadır.

#### **3.2.3.1. Sıvı besiyerinde gelişme**

İncelenen izolatların sıvı besiyerinde üreme şekillerinin belirlenebilmesi amacıyla ilk olarak, YM broth besiyeri içeren deney tüplerine, kültürlerin ekimleri yapılmıştır. İnokulasyonu yapılan tüpler, 28°C' de, 48 saat inkübe edilmişler ve ardından kültürlerdeki mikrobiyel gelişmeler incelenmiştir. İncelenen maya kültürlerinin YM broth sıvı besiyerinde zar oluşturma, tırmanma, bulanıklık ve çökelti oluşturma gibi bazı gelişme özellikleri belirlenmiştir (Yarrow, 2000).

#### **3.2.3.2. Mikroskopik morfoloji**

Araştırılan mayaların mikroskopik morfolojilerinin belirlenebilmesi amacıyla, YM broth besiyerinde 28°C' de 24-48 saat aktive edilen kültürlerden yaş preparasyon tekniği ile preparatlar hazırlanarak, mikroskopik görüntüleri incelenmiştir. İncelenen izolatların hücre şekilleri ve tomurcuklanma karakteristikleri gibi bazı özellikleri belirlenmiştir (Harrigan, 1998; Yarrow, 2000; Kurtzman ve ark., 2003).

### **3.2.3.3. Lizin agar besiyerinde gelişme**

Lizin agar besiyerinde gelişebilme, *Saccharomyces* cinsine ait mayaların tanımlanmalarında önemli bir test olarak kullanılmaktadır. Bu besiyeri bileşiminde yer alan lizinin, tek azot kaynağı olduğu ve *Torula*, *Candida*, *Pichia* ve *Zygosaccharomyces* cinsine ait mayaların lizini kullanabilmeleri nedeni ile bu ortamda gelişebildikleri, *Saccharomyces* cinsine ait mayaların ise, lizin aminoasidini kullanamamaları nedeni ile bu besiyerinde gelişemedikleri bilinmektedir (Walters ve Thiselton, 1953). Deneylerde, Lizin agar besiyerine ekimi gerçekleştirilen izolatlar, 28°C' de 2-7 gün arası inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon sonunda, üremenin olmadığı veya çok zayıf olarak gözlemlendiği kültürler Lizin negatif, gelişmenin olduğu kültürler ise Lizin pozitif olarak değerlendirilmişlerdir (Harrigan, 1998; Yarrow, 2000).

### **3.2.3.4. Nitrat asimilasyonu**

Nitrat asimilasyonu testi, mayaların nitratı kullanabilme yeteneklerinin belirlendiği önemli testlerden birisi olarak kabul edilmektedir. İncelenen izolatların nitrat asimilasyonlarının belirlenebilmesi amacıyla ilk olarak, YM broth besiyerinde 28°C' de 48 saat aktifleştirilen maya kültürleri, özel bir densimat cihazı (bioMérieux, France) kullanılarak, 2 McFarland bulanıklık verecek şekilde süspanse edilmişlerdir. Süspanse edilen kültürlerden daha sonra 0.5' er mL, petri kutularında bulunan Yeast Carbon Base (YCB) agar besiyerlerine, dökme plak yöntemiyle ekimler gerçekleştirilmiştir. Besiyerlerinin katılmasından sonra, her bir ortamın yüzeyine pozitif kontrol olarak pepton, azot kaynağı olarak potasyum nitrat partikülleri aseptik koşullarda konulmuş ve bu ortamlar 28°C' de 2-4 gün arasında inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon sonunda oluşan kültürler incelenerek, pepton kaynağı etrafında üreme gözlenen, nitrat kaynağında üreme gözlenmeyen kültürler; nitrat negatif, nitrat kaynağı etrafında üreme gözlemlenen kültürler ise; nitrat pozitif olarak değerlendirilmişlerdir (Deák ve Beuchať, 1996; Yarrow, 2000).

### **3.2.3.5. API ID 32C test sistemi ile tanımlama**

Ekşi hamur örneklerinden izole edilen mayaların, API ID 32C test sistemi kullanılarak tanımlanabilmeleri amacıyla ilk olarak; 28°C' de 48 saat YM broth

besiyerinde aktifleştirilen kültürler, YM agar besiyerlerine ekilerek, 28°C' de 24 saat geliştirilmişlerdir. İnkübasyon sonunda, maya kültürlerinden öze ile alınarak, 2 mL' lik steril saf suda, 2±0.1 McFarland' lık bulanık elde edilecek şekilde süspansiyonlar hazırlanmıştır. Daha sonra, elde edilen bu maya süspansiyonlarından 250 µL alınarak, test kitleri ile birlikte verilen hazır C Medium ortamına aktarmalar gerçekleştirilmiştir. Homojenize edilen C Medium kültür süspansiyonlarından ayrı ayrı, kitlerde bulunan ve her birinde ayrı substrat emdirilmiş olan 32 kuyucuğa elektronik pipet yardımı ile 135 µL' lik ekimler gerçekleştirilmiştir. Aşılama sonunda kitler, 28°C' de 48-72 saate kadar inkübe edilmişlerdir. Süre sonunda kuyucuklarda üreme olup olmadığı, Apilab Plus programını içeren bir mini API analiz cihazı yardımıyla otomatik olarak incelenmiştir (bioMérieux, 2006a).

#### **3.2.3.6. Üre hidrolizi**

Üreyi hidrolize etme yeteneği, basidiomiset ve askomiset mayaları birbirinden ayırt etmede kullanılmaktadır ve mayaların taksonomisinde önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. İncelenen maya kültürlerinin, üreyi hidrolize etme yeteneklerinin belirlenebilmesi amacıyla, YM agar besiyerinde 28°C' de 48 saat aktifleştirilen kültürler, steril tüplerde 0.5 mL hacminde hazırlanan Rapid Urea broth besiyerlerine yoğun olarak ekilmişlerdir. Ekimleri yapılan izolatlar, 37°C' de 4-24 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon süresi sonunda, tüpler incelenmiş ve pembe renk oluşumunun gözleendiği kültürler, üre hidrolizi açısından pozitif ve sarı renk oluşumu gözlenen kültürler ise; negatif olarak değerlendirilmişlerdir (Deák ve Beuchat, 1996; Yarrow, 2000).

#### **3.2.3.7. 37°C' de gelişme**

Mayaların optimum gelişme sıcaklıklarının genel olarak, 20-28°C arasında olduğu bilinmektedir. Ancak, bazı maya türlerinin söz konusu sıcaklıklardan farklı optimum sıcaklıklara sahip olabilecekleri, bunun nedenin de; bu maya türlerinin spesifik ve sınırlı habitata sahip olmalarından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Yarrow, 2000; Şenses-Ergül, 2009). İzolatların 37°C' de gelişme özelliklerinin incelenebilmesi amacıyla, aktifleştirilen maya kültürlerinin Malt Extract Agar (MEA) besiyerine ekimleri gerçekleştirilmiştir. Ekimleri yapılan kültürler, 7 gün



boyunca 37°C' de inkübe edilmişler ve süre sonunda üreme gözlenen kültürler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Yarrow, 2000).

### **3.2.3.8. Glukoz fermantasyonu**

Maya suşlarının glukozu fermente edebilme yeteneklerinin belirlenebilmesi amacıyla, aktiveleştirilen kültürlerin, %2 (w/v) glukoz içeren Durham tüplü şeker fermantasyonu besiyerine ekimleri yapılmıştır. Bu besiyerleri daha sonra, 28°C' de 28 güne kadar inkübasyonda bırakılmışlardır. İnkübasyon sonunda, Durham tüplerindeki gaz oluşumları incelenmiş ve gaz oluşturan kültürler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Kurtzman ve ark., 2003).

### **3.2.3.9. Pseudohif oluşturma**

Mikroaerofilik koşullarda, birçok maya türünün pseudohif oluşturduğu rapor edilmektedir (Spencer ve Spencer, 1997). İncelenen maya suşlarının pseudohif oluşturma özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla, aktiveleştirilen kültürlerin ekimleri, Dalmau plate yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (Wickerham, 1951). Bu amaçla, petriyelerdeki Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerlerine, ilgili yöntemde belirtilen şekilde ekimler gerçekleştirilmiştir. Ekimleri gerçekleştirilen kültürler, 25°C' de 7-18 gün inkübe edilmişler ve daha sonra oluşan kültürler mikroskopta, 40X objektifte incelenerek, pseudohif oluşturup oluşturmadıkları incelenmiştir.

### **3.2.3.10. Askospor oluşturma**

Mayalarda askospor oluşumunun incelenmesi, telemorf ve anamorf formlarının birbirinden ayırt edilmesini sağlamaktadır (Yarrow, 2000). Bu çalışmada incelenen maya izolatlarının askospor oluşturup oluşturmadıklarının belirlenebilmesi amacıyla, ilk olarak maya kültürlerinin 28°C' de 24-48 saat aktiveleştirilmeleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, aktiveleştirilen maya kültürlerinin petri kutularındaki Gorodkova Agar ve McClary Acetate Agar besiyerlerine ekimleri yapılarak, 25°C' de 21 gün inkübe edilmişlerdir (Yarrow, 2000). Süre sonunda, maya kültürlerinden preparatlar hazırlanarak, spor boyamaları yapılmıştır (Temiz, 2010). Mikroskop altında incelenen kültürlerin askospor oluşturup oluşturmadıkları belirlenmiştir.

### **3.2.3.11. Yüksek şeker derişimlerinde gelişme**

Birçok maya türünün, %40 (w/v) oranında glukoz içeren ortamlarda gelişebildikleri bilinmektedir. Bunun yanı sıra, %50-70 (w/v) oranında şeker içeren ortamlarda gelişen bazı maya türlerinin olduğu da bilinmektedir (Deák ve Beuchat, 1996; Yarrow, 2000). Bu araştırmada, incelenen maya kültürlerinin yüksek şeker derişimlerinde gelişebilme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla ilk olarak aktifleştirilmiş kültürlerin, %50 (w/v) glukoz içeren; MY50G besiyerlerine çizgi ekim yöntemi ile paralel olarak ekimleri yapılmış ve 28°C' de 7 gün inkübe edilmişlerdir. Süre sonunda, kültürlerin üreme durumları incelenmiş ve üreme olan kültürler pozitif olarak değerlendirilmişlerdir. Deneylerde, %50 (w/v) glukoz içeren MY50G besiyerinde gelişebilen izolatlar, %60 (w/v) glukoz içeren MY60G besiyerine de ekilerek, gelişip gelişmedikleri incelenmiştir.

### **3.2.3.12. Asetik asidi tolere edebilme**

Bu araştırmada, izole edilen mayaların belirli derişimlerdeki asetik asidi tolere edebilme yeteneğinin belirlenebilmesi amacıyla, bileşimine %0.5 ve %1 (v/v) asetik asit eklenerek hazırlanan Malt Asetik Agar (MAA) besiyerleri kullanılmıştır (Pitt ve Hocking, 1997). Bu amaçla, önceden YM broth besiyerine ekimleri yapılarak canlandırılan kültürler kullanılmış ve MAA ortamlarına ekimler, çizgi ekim yöntemi ile paralel olarak yapılmıştır. Aşılana ortamlar, 28°C' de 7 gün inkübasyona bırakılmışlar ve inkübasyon süresi sonunda kültürler incelenerek, üreme olan izolatlar pozitif olarak değerlendirilmişlerdir.

### **3.2.4. Teknolojik Karakterizasyon Deneyleri İçin Suş Seçimlerinin Gerçekleştirilmesi**

Bu araştırmada, *S. cerevisiae* izolatlarının teknolojik özelliklerinin belirlenmesi deneylerine başlanmadan önce, incelenen suşların karbon asimilasyon profilleri, ek tanımlama test sonuçları ve makroskopik koloni morfolojileri dikkate alınarak, benzer karakteristikleri gösteren ve aynı örnekten gelen suşlar belirlenerek bir eleme uygulanmış ve çalışılacak izolatlara karar verilmiştir.

### 3.2.5. *S. cerevisiae* Suşlarının Bazı Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

#### 3.2.5.1. Farklı sıcaklık derecelerinde gelişme

Araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının farklı sıcaklıklarda gelişme özelliklerinin araştırılması amacıyla, ilk olarak seçilen maya kültürlerinin aktifleştirilmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, kültürler YM broth besiyerlerine ekilerek, 28°C' de 24-48 saat inkübe edilmişlerdir. Daha sonra, aktifleştirilen kültürlerin başlangıç inokülasyon derişimleri yaklaşık; 3 log(kob/mL) olacak şekilde Sabouraud Dextrose broth (SAB) besiyerlerine inokülasyonları gerçekleştirilmiştir. İnokülasyonların ardından her bir suşa ait aşılınmış ortamlar, 10°C, 20°C ve 37°C sıcaklıklarda 48 saat, ayrı ayrı inkübe edilmişlerdir. Deneylerde, kontrol olarak ise; 28°C kullanılmıştır. Kültürlerdeki mikrobiyel gelişmeler, spektrofotometrede (Boeco S-30, Almanya) 600 nm dalga boyunda kontrol sıcaklığında geliştirilmiş olan kültüre karşı ölçülerek, değerlendirilmiştir (Bevilacqua ve ark., 2009). İncelenen suşların gelişme indeksi değerlerinin hesaplanması, aşağıda verilen Eşitlik 3.1' e göre gerçekleştirilmiştir (Blaszyk ve Holley, 1998; Perricone ve ark., 2014).

$$GI=(Abs_s/Abs_c) \times 100 \quad (3.1)$$

Abs<sub>s</sub>: Örneğin absorbans değeri

Abs<sub>c</sub>: Kontrol örneğinin absorbans değeri

İncelenen her bir *S. cerevisiae* suşu için hesaplanan gelişme indeksi değeri aşağıda verilen aralıklar dikkate alınarak yorumlanmıştır (Blaszyk ve Holley, 1998; Perricone ve ark., 2014).

GI <25 (İnhibisyon)

25 < GI < 75 (Kısmi inhibisyon)

GI > 75 (Kontrolle benzer gelişme)

#### 3.2.5.2 Farklı tuz derişimlerinde gelişme

Araştırmada incelenen kültürlerin farklı tuz derişimlerinde gelişme özelliklerini incelemek amacıyla, önceden aktifleştirilen kültürler, daha önceden tuz (NaCl) derişimleri %2, %4 ve %6 (w/v) olacak şekilde hazırlanmış olan SAB besiyerlerine, başlangıç inokülasyon derişimleri yaklaşık; 3 log(kob/mL) olacak

şekilde inoküle edilmişlerdir. Bu deneylerde incelenen her bir suş için tuz eklenmemiş, inoküle edilmiş besiyerleri, kontrol olarak kullanılmışlardır. Kültürler 28°C' de 48 saat boyunca inkübe edilmişler ve inkübasyon sonunda maya kültürlerindeki gelişmeler, kontrol kültürüne karşı, 600 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülerek değerlendirilmiştir (Perricone ve ark., 2014). Çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının farklı tuz derişimlerindeki gelişme indeksi değerleri, Bölüm 3.2.5.1.' de verilen eşitliğe göre (Eşitlik 3.1) hesaplanmıştır. Hesaplanan bu gelişme indeksi değerlerinin yorumlanmaları da, aynı bölümde verilen aralıklar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.5.3. Farklı pH derecelerinde gelişme**

Çalışmada araştırılan *S. cerevisiae* izolatlarının farklı pH derecelerinde gelişme özelliklerinin incelenebilmesi amacıyla, önceden aktiveştirilen kültürler, pH' ları 2.5, 3.8 ve 9.0' a ayarlanmış olan SAB besiyerlerine, başlangıç inokülasyon derişimleri yaklaşık; 3 log(kob/mL) olacak şekilde aşılanmışlardır. Kontrol olarak, pH' sı 6.0' ya ayarlanmış olan SAB besiyerleri kullanılmıştır. Kültürler, 28°C' de 48 saat inkübe edilmişlerdir. Daha sonra, her bir izolatın farklı pH' a sahip ortamlardaki gelişmeleri, 600 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülerek belirlenmiştir. Sonuçların değerlendirilmesi, daha önce Bölüm 3.2.5.1.' de anlatıldığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.5.4. Laktik ve asetik asit dirençlerinin belirlenmesi**

Çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının laktik ve asetik asidin farklı derişimlerine karşı olan dirençlerinin belirlenmesinde, Perricone ve ark. (2014) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla, aktiveştirilen maya kültürlerinin daha önceden hazırlanan %0.5 ve %1 (v/v) derişimlerinde, ayrı ayrı, laktik ve asetik asit içeren SAB besiyerlerine, başlangıç inokülasyon derişimleri sabit olacak şekilde inokülasyonları yapılmıştır. 28°C' de, 48 saat inkübe edilen kültürlerdeki gelişme, bir spektrofotometrede; 600 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yolu ile değerlendirilmiştir. Analizlerde kontrol olarak; asit eklenmemiş SAB besiyerleri kullanılmıştır. İncelenen suşların farklı derişimlerde laktik ve asetik asit içeren ortamlardaki gelişme indeks değerlerinin hesaplanmasında, Eşitlik 3.1 kullanılmıştır. İndeks değerlerinin yorumlanmalarında da, yine aynı bölümde belirtilmiş olan aralıklar göz önüne alınmıştır.

### **3.2.5.5. Katalaz aktivitesinin belirlenmesi**

Bu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının katalaz aktivitelerinin araştırılması amacıyla ilk olarak; suşlar YM broth besiyerinde 28°C' de 24-48 saat boyunca tutularak aktive edilmişlerdir. Daha sonra, aktive edilen kültürlerin yatık YM agar besiyerine inokülasyonları gerçekleştirilmiş ve kültürler 28°C' de 24-48 saat boyunca inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon süresi sonunda, gelişen kültürlerin üzerlerine %3' lük (v/v) hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) çözeltisinden 1 mL damlatılmış ve kültürlerden gaz çıkışı olup olmadığı incelenmiştir. Gaz çıkışının gözlemlendiği maya suşları, katalaz pozitif olarak değerlendirilmiştir (Bautista-Gallego ve ark., 2011).

### **3.2.5.6. Lipolitik aktivitenin belirlenmesi**

*S. cerevisiae* suşlarının lipolitik aktivitelerinin belirlenmesi; Harrigan (1998)' da belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla, aktive edilen kültürler paralel olarak, lipolitik aktivitenin bir göstergesi olan; tributirin hidrolizinin inceleneceği; Tributyrin Agar (TBA) besiyerine çizgi ekim yöntemi ile inoküle edilmişlerdir. Ekimleri yapılan besiyerleri, 28°C' de 10 gün inkübe edilmişler ve süre sonunda kültürler, lipolitik aktiviteye bağlı olarak gelişebilecek berrak zon oluşumları açısından incelenmişlerdir.

### **3.2.5.7. Proteolitik aktivitenin belirlenmesi**

Araştırılan maya izolatlarının proteolitik aktivitelerinin belirlenebilmesi amacıyla, ilk olarak kültürlerin aktive etmeleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra aktive edilen *S. cerevisiae* suşlarının, %10' luk Milk agar besiyerlerine çizgi ekim yöntemi ile paralel olarak inokülasyonları yapılmıştır. İnokülasyonları yapılan ortamlar, 28°C' de 14 gün inkübe edilmişler ve süre sonunda kültürler, etraflarındaki berrak zon oluşumları açısından incelenmişlerdir. Berrak zon oluşumunun görüldüğü maya kültürleri pozitif olarak değerlendirilmiştir (Harrigan, 1998).

### **3.2.5.8. Hamur kabartma özelliğinin belirlenmesi**

Araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının hamur kabartma özelliklerinin belirlenmesi, Ma'aruf ve ark. (2011) ve Perricone ve ark. (2014) tarafından önerilen yöntemler dikkate alınarak yapılmıştır. Deneylerde, Ankara Halk Ekmek Fabrikası tarafından sağlanan, katkısız ekmeçlik buğday unu kullanılmıştır. Çalışmada ilk

olarak; izolatların 10 mL YM broth besiyeri içeren tüplere yoğun bir şekilde ekimleri yapılarak 28°C' de 24 saat aktifleştirilmeleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, aktifleştirilen kültürler 5000 rpm' de 10 dakika boyunca santrifüj (Nüve, NF 615, Türkiye) edilerek peletleri elde edilmiştir. Elde edilen pelet üzerine 10 mL steril saf su eklenerek, tekrar santrifüjlenerek yıkanmış ve 10 mL steril saf su ile pelet yeniden süspansiyon edilmiştir. Çalışılan her bir suş için denemenin yapılacağı hamur hazırlanmıştır. Hamur; 100 g un, 1.5 g tuz ve mL' sinde yaklaşık 10<sup>6</sup> hücre olacak şekilde incelenecek olan *S. cerevisiae* suşunu içeren; 60 mL steril saf su ile hazırlanarak, eşit ağırlıkta iki parçaya ayrılmış ve steril dereceli beherlere konulmuştur. Daha sonra, hamurların başlangıç hacimleri (mL) ölçülmüştür. Çalışılan her bir izolat için, 25°C ve 30°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta çalışılmıştır. İki farklı sıcaklıkta 5 saat tutulan hamurlar süre sonunda, hamurlardaki hacim artışlarını belirlemek üzere incelenmişlerdir. Hamurlardaki hacim artışı, hacim indeksi (VI) değeri olarak, aşağıda belirtilen Eşitlik 3.2' ye göre hesaplanmıştır.

$$VI = [(V_a - V_c) / V_c] \times 100 \quad (3.2)$$

V<sub>c</sub>: Hamur örneğinin ilk hacmi

V<sub>a</sub>: Hamur örneğinin 5 saat sonundaki hacmi

t: İnkübasyon süresi

Hacim indekslerinin değerlendirilmesinde aşağıdaki aralıklar dikkate alınmıştır (Perricone ve ark., 2014).

VI=0 (Hamurda hacim artışı yok)

VI<50 (Hamurda hacim artışı zayıf)

VI>50 (Hamurda hacim artışı çok iyi)

### 3.2.5.9. Enzim profillerinin belirlenmesi

Maya izolatlarının enzim profillerinin incelenebilmesi amacıyla, 19 farklı enzimin hızlı bir şekilde test edilmesini sağlayan yarı kantitatif ve mikro ölçekli bir test kiti olan; API-ZYM sistemi (bioMérieux, Fransa) kullanılmıştır. Bu analizde, bioMérieux tarafından önerilen yöntem izlenmiştir (bioMérieux, 2006b). Bu amaçla ilk olarak, 28°C' de 24-48 saat boyunca YM broth' da aktifleştirilmesi gerçekleştirilen maya izolatları daha sonra, YM agar besiyerinde 28°C' de 48 saat

geliştirilmişlerdir. Ardından, geliştirilen bu maya kültürleri bir densimat cihazı (bioMérieux, Fransa) yardımıyla 5-6 McFarland'lık bulanıklık elde edilecek şekilde, sistem tarafından önerilen bir süspansiyon ortamına aktarılmışlardır. Hazırlanan maya süspansiyonları ayrı ayrı, API-ZYM test kitlerindeki her bir kuyucuğa 65 µL olacak şekilde, uygun bir mikropipet yardımı ile inoküle edilmişler ve 37°C' de 4-4.5 saat inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon sonunda, enzim kiti ile birlikte verilen ZYM A ve ZYM B çözeltileri sırasıyla, kitteki her bir kuyucuğa eklenerek, oluşacak rengin sabitleşmesi için oda sıcaklığında, birkaç dakika boyunca bekletilmişlerdir. Daha sonra, Fast Blue BB' den kaynaklanabilecek sarı rengin oluşmasının engellemek amacıyla test kitlerine, 1000 W'lık bir ışık kaynağı tutularak, 10 saniye bekletilmişlerdir. Süre sonunda kuyucuklarda oluşan renkler, kitler ile birlikte sağlanan bir renk değerlendirme çizelgesine göre karşılaştırılarak, yorumlanmışlardır. Bu çizelgeye göre, kuyucuklarda oluşan renklerin tonları 0-5 arasında derecelendirilmiştir. Bu değerlendirmede 0; negatif reaksiyon ve 5; en yüksek miktardaki pozitif reaksiyonu tanımlarken 1, 2, 3 ve 4 ise; zayıf ve orta düzeydeki reaksiyonları ifade etmektedir (bioMérieux, 2006b).

### **3.2.6. Teknolojik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi ile Değerlendirilmeleri**

Çalışmanın bu aşamasında, teknolojik özellikleri açısından öne çıkan *S. cerevisiae* suşlarının belirlenebilmesi amacıyla istatistiksel bir yöntem olan; Temel Bileşen Analizinden (TBA) yararlanılmıştır. TBA analizinin uygulanmasında; XLSTAT™ programının, 2017.02.44125 no'lu deneme sürümü (Addinsoft, Paris, Fransa) kullanılmıştır. Araştırmada, teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerinden elde edilen verilerin, gelişme ve hacim indeksi olarak modellenmeleri gerçekleştirilmiş ve bu indeks değerlerinin 0, 1 ve 2 olarak kodlamaları yapılmıştır. Kodlanan bu değerler, ilgili programda giriş verileri olarak girilmiştir. Verilere, TBA' de kullanılan yöntemlerden Pearson yöntemi uygulanmış ve faktörlerin döndürülmesinde ise, Varimax rotasyonu kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, ilgili program tarafından çizilen TBA grafikleri elde edilmiş ve bu grafiklerin değerlendirilmesi sonucunda da, incelenen *S. cerevisiae* suşlarından, teknolojik özellikleri açısından öne çıkanlar belirlenmiştir.

### **3.2.7. Enzim Profilleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi İle Değerlendirilmeleri**

Çalışmada, incelenen suşların enzim profillerindeki benzerliklerin/farklılıkların ortaya konulmasında da yine TBA' den yararlanılmıştır. TBA' de değişken olarak, suşların enzim aktivitelerinin belirlendiği deneylerde kullanılan; API-ZYM enzim test kiti ile elde edilen ve 0 ile 5 arasında kodlanan sonuçlar, giriş verileri olarak programa girilmiştir. Veriler, programdaki Pearson yöntemi ile analiz edilerek, TBA grafikleri elde edilmiştir ve daha sonra bu grafiklerin yorumlamaları yapılmıştır.

### **3.2.8. *S. cerevisiae* Suşlarının Bazı Probiyotik Özelliklerinin Belirlenmesi**

#### **3.2.8.1. Antibiyotik direncin belirlenmesi**

Çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının antibiyotik dirençlerinin belirlenebilmesi amacıyla, Disk Difüzyon testi (Kirby-Bauer yöntemi) uygulanmıştır (Bauer ve ark., 1966; Perricone ve ark., 2014). Bu amaçla, ilk olarak YM broth besiyerinde 28°C' de 24-48 saat boyunca aktifleştirilen maya kültürleri, daha sonra YM agar besiyerinde 28°C' de 48 saat geliştirilmişlerdir. Aktifleştirilen maya kültürleri, bir densimat cihazı yardımıyla 0.5 McFarland' lık bulanıklık elde edilecek şekilde süspansiyon edilmişler ve ardından, Mueller-Hinton (MH) Agar besiyerine yüzeye yayma yöntemi ile inoküle edilmişlerdir. Daha sonra bu besiyerlerinin yüzeyine, denenecek olan ticari antibiyotik disklerinin iki farklı derişimi paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneylerde; eritromisin (15 µg, 30 µg) gentamisin (10 µg, 30 µg), klorofenikol (30 µg, 50 µg) streptomisin (10 µg, 300 µg) ve tetrasiklin (10 µg, 30 µg) kullanılmıştır. Antibiyotik diskleri yerleştirildikten sonra ortamlar, 37°C' de 24-48 saat inkübe edilmişlerdir. Süre sonunda, kültürlerde antibiyotik diskleri etrafındaki zon oluşumlarının varlığı incelenmiş ve zon oluşumu gözlenen kültürler pozitif, gözlemlenmeyen kültürler ise; negatif olarak değerlendirilmişlerdir (Bauer ve ark., 1966; Perricone ve ark., 2014). Suşların probiyotik özelliklerinin incelendiği deneylerde, kontrol amaçlı olarak (Sb1; Sb2), *S. boulardii* CNCM 1-745 (Biocodex, France) ve Auxoferm® *S. boulardii* food (An Ingredients Company Ohly, Hamburg, Germany) olmak üzere, iki farklı ticari suş kullanılmıştır.



### 3.2.8.2. Düşük pH değerinde gelişme özelliğinin belirlenmesi

Çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının düşük pH değerinde gelişme özelliklerinin incelenebilmesi amacıyla, Perricone ve ark. (2014) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Deneylerde ilk olarak aktifleştirilmiş olan kültürler, pH' sı 2.5' e ayarlanmış YNB sıvı besiyerine mL' de yaklaşık;  $10^6$ - $10^7$  maya hücresi içerecek şekilde inoküle edilerek, 37°C' de 24 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyonun 3. ve 24. saatlerinde, YM agar besiyerlerine yüzeye yayma tekniği ile ekimler gerçekleştirilerek, uygun inkübasyon süresinin ardından sayımlar gerçekleştirilmiştir. İncelenen her bir *S. cerevisiae* suşu için, kontrol olarak; asit eklenmemiş YNB besiyeri kullanılmıştır. Mayaların başlangıç inokülasyon sayıları, YM agar besiyeri kullanılarak belirlenmiştir. İncelenen suşların pH 2.5 değerinde gelişme özellikleri, aşağıda verilen canlılık indeksi (VI) formülü; Eşitlik 3.3' e göre hesaplanmıştır (van der Aa Kühle, Skovgaard ve Jespersen, 2005; Perricone ve ark., 2014).

$$VI=(\text{Log } N_t/\text{Log } N_0)\times 100 \quad (3.3)$$

$N_0$ : Maya başlangıç inokülasyon sayısı

$N_t$ : 3 veya 24 saat sonundaki maya sayıları

Suşların pH 2.5 değerindeki canlılık indekslerinin değerlendirilmesinde, aşağıda verilen değer aralıkları dikkate alınmıştır (Perricone ve ark., 2014).

VI <40 (İndirgenme)

40<VI<70 (Kısmi indirgenme)

VI>70 (Direnci)

### 3.2.8.3. Safra tuzu toleransının belirlenmesi

Bu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının safra tuzu toleransları; Bölüm 3.2.8.2.' de verilen yöntem takip edilerek araştırılmıştır. Deneyler, %0.3 (w/v) safra tuzu içeren YNB besiyerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Safra tuzu eklenmemiş YNB besiyeri ise, kontrol amaçlı olarak kullanılmıştır (van der Aa Kühle, Skovgaard ve Jespersen, 2005; Perricone ve ark., 2014). Denenen *S. cerevisiae* suşlarının safra tuzu içeren ortamdaki canlılık indeksi değerlerinin hesaplanmasında; Eşitlik 3.3' ten yararlanılmıştır. Bulunan değerlerin

yorumlanmaları ise, aynı bölümde verilen aralıklar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.8.4. Antimikrobiyel aktivitenin belirlenmesi**

Çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının bazı gıda kaynaklı patojenler üzerindeki inhibisyon etkilerinin araştırılabilmesi amacıyla “agar cup difüzyon” tekniği kullanılmıştır (İzgü, Altınbay ve Yüceliş, 1997). Bu deneylerde patojen bakteri kültürü olarak Bölümümüz kültür koleksiyonunda yer alan; *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25523 ve *Listeria monocytogenes* suşları ile çalışılmıştır. Bu amaçla ilk olarak, *S. cerevisiae* suşları YM broth’ da, 28°C’ de, 24-48 saat inkübe edilerek aktifleştirilmişlerdir. Patojen bakterilerin aktifleştirilmeleri ise Nütrient broth besiyerinde, 37°C’ de 24-48 saat inkübe edilerek gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, aktifleştirilen patojen bakteriler Nütrient Agar yatık besiyerinde, 37°C’ de 48 saat geliştirilmişlerdir. Ardından, geliştirilen bakteri kültürleri bir densimat cihazı yardımıyla 0.5 McFarland’ lık bulanıklık elde edilecek şekilde serum fizyolojik (%0.85; w/v) içine süspansedilmişlerdir. Daha sonra, petri kutularındaki Nütrient agar besiyerine bakterilerin yayma plak yöntemi ile inokülasyonları gerçekleştirilmiştir. Ekimi yapılan her bir petri kutusuna, steril bir tüp yardımıyla iki adet kuyucuk açılmıştır. Açılan kuyuların dipleri, YM agar besiyeri ile kaplanmış ve besiyeri katılaşması için bir süre beklenilmiştir. Daha sonra, antimikrobiyel aktiviteleri incelenecek olan mayaların ekimleri, YM agar ile dip kısımları kaplanan kuyucuklara yapılmıştır. İnokülasyonun ardından, besiyerleri, 30°C’ de 24-48 saat inkübe edilmişlerdir. Süre sonunda, kuyucukların etrafındaki zon oluşumları incelenmiş ve zon oluşumunun gözlenmediği kültürler, negatif olarak değerlendirilmişlerdir.

#### **3.2.8.5. Hidrofobisite özelliğinin belirlenmesi**

*S. cerevisiae* suşlarının hidrofobisite özelliklerinin incelenebilmesi amacıyla, Rosenberg, Gutnick ve Rosenberg, (1980) ve Perricone ve ark. (2014) tarafından verilen yöntemler uygulanmıştır. Çalışmada ilk olarak, 10 mL YM broth besiyerinde 28°C’ de 24-48 saat boyunca aktifleştirilen *S. cerevisiae* kültürleri, 5000 rpm’ de 10 dakika santrifüj (Nüve, NF 615, Türkiye) edilerek peletleri elde edilmiştir. Bu peletlerin üzerine 10 mL saf su ile eklenerek, vorteks yardımı ile karıştırılmışlar ve tekrar santrifüjlenmişlerdir. Santrifüjden sonra elde edilen

peletlere, 10 mL tamponlanmış peptonlu su (PBS) ilave edilip karıştırılarak, örneklerin ilk absorbans değerleri ( $A_0$ ), 600 nm' de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Daha sonra, ilk absorbans değeri okunan süspansiyondan 3 mL alınarak üzerine analitik saflıktaki ksilenden (Sigma-Aldrich) 1 mL eklenmiş ve örnekler 20 saniye boyunca vortekste karıştırılmışlardır. Karıştırılan tüpler daha sonra, 37°C' de 30 dakika boyunca bekletilerek, bir faz ayrımının oluşması sağlanmıştır. Süre sonunda, her bir tüpteki üst faz dikkatli bir şekilde bir pipet yardımı ile ayrılmış ve altta kalan fazın absorbans değeri ( $A_1$ ), 600 nm dalga boyunda, spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. İncelenen maya suşlarının hidrofobisite indeks (HI) değerleri, aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (Collado, Meriluoto ve Salminen, 2008; Gong ve ark., 2012).

$$HI=(A_0-A_1)/A_0 \times 100 \quad (3.4)$$

$A_0$ : Kültüre ksilen eklenmeden önceki ilk absorbans değeri

$A_1$ : Kültüre ksilen eklendikten sonraki absorbans değeri

Sonuçların değerlendirilmesinde; Perricone ve ark. (2014) tarafından verilen aralıklar dikkate alınmıştır.

HI=0 (Hidrofobisite yok)

HI<50 (Zayıf hidrofobisite)

HI>50 (Kuvvetli hidrofobisite)

### 3.2.8.6. Biyofilm oluşumu

Bu çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının biyofilm oluşumlarının belirlenebilmesi amacıyla, Speranza, Corbo ve Sinigagli (2001) ile Perricone ve ark. (2014) tarafından önerilen yöntemlerden yararlanılmıştır. Deneylerde ilk olarak kültürler, 20 mL YM broth besiyerinde, 28°C' de 24 saat tutularak aktive edilmişlerdir. Aktive edilen kültürlerin uygun dilüsyonları hazırlanarak, daha önceden falkon tüplerine hazırlanmış, içerisinde standart boyutta, ön yüz çapı; 1.4 cm, arka yüz çapı; 1.8 cm ve et kalınlığı; 0.3 cm olan paslanmaz çelik levha (no: 304, 2b, #4) içeren YM broth besiyerlerine, yaklaşık; 3 log/mL hücre içerecek şekilde ekimleri yapılmıştır. Daha sonra, inokülasyonu yapılan tüpler, 28°C' de 8 gün boyunca inkübe edilmişlerdir. Paslanmaz çelik levhalar belirli zaman

aralıkları (1., 4., 6. ve 8. günlerde) ile kültür içerisinde aseptik koşullar altında çıkartılarak, yüzeye tutunamayan hücrelerin uzaklaştırılması için, steril serum fizyolojik su içerisine daldırılmışlardır. Biyofilm oluşturma potansiyelinde olan ve tutunabilen hücreleri belirleyebilmek amacıyla levhalar, steril %0.85' lik NaCl çözeltisine aktarılmış ve vorteks yardımıyla 2 dakika boyunca karıştırılarak, tutunan hücrelerin serum fizyolojik sıvısına geçişleri sağlanmıştır. Daha sonra, serum fizyolojiğe geçen hücre sayısını belirleyebilmek amacıyla uygun dilüsyonlar hazırlanarak, YM agar besiyerlerine yayma plak tekniği ile ekimler yapılmış ve ekimi yapılan petri kutuları, 28°C' de 48-72 saat inkübasyona bırakılmışlardır. Süre sonunda kültürlerde sayımlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde, araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının biyofilm oluşturma potansiyelinin bir göstergesi olarak kabul edilen; başlangıç inokülasyon derişimi (3 log kob/mL) veya üzerinde sayım sonucu veren suşlar dikkate alınmışlardır.

### **3.2.9. Probiyotik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi İle Değerlendirilmeleri**

Bu araştırmada, probiyotik karakterleri açısından öne çıkan *S. cerevisiae* suşlarının belirlenebilmesi amacıyla da istatistiksel bir yöntem olan; TBA' den yararlanılmıştır. Bu amaçla, probiyotik özelliklerin belirlenmesine yönelik yapılan analizlerden elde edilen deneysel veriler, ilgili programa giriş verileri olarak kullanılmışlardır. Gerçekleştirilen testlerden; antibiyotik direnç ve antimikrobiyel aktivite deneylerinde, incelenen tüm suşlarda aynı sonucu vermesi nedeniyle, bunlardan elde edilen veriler, TBA testine tabi tutulmamışlardır. TBA' nin uygulanmasında, Bölüm 3.2.7.' de verilen yol izlenmiştir.

### **3.2.10. Fermantasyon Kapasitesinin Belirlenmesi**

Bu araştırmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesi, Pamir (1984); Iranzo, Pérez ve Canas (1998); Pérez-Coello ve ark. (1999) tarafından verilen yöntemler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesinde, toplam ağırlık azalması ile fermantasyonun 24. ve 72. saatleri arasındaki toplam ağırlık azalması dikkate alınmıştır. Fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesinde; daha önce Bölüm 3.1.3.' te verilen cam fermantasyon başlıklı özel deney düzenekleri kullanılmıştır.

Deneyde ilk olarak incelenecek olan *S. cerevisiae* suşları, 28°C' de 24 saat YEPD broth besiyerinde aktifleştirilmişlerdir. Daha sonra, aktifleştirilen bu kültürler içerisinde, bileşiminde %20 (w/v) glukoz içeren, 200 mL YNB besiyeri bulunan, fermantasyon başlıklı 500 mL' lik şişelere, 10<sup>6</sup> kob/mL düzeyinde ayrı ayrı aşılanmışlardır. Ekilen ortamlar, 25°C' de inkübasyona bırakılarak, fermantasyonun gidişi, CO<sub>2</sub> üretimine bağlı olarak gerçekleşen şişelerdeki ağırlık azalmalarının günlük olarak ölçülmesi ile izlenmiştir. Ağırlık azalmaları sabitlendiğinde fermantasyonun tamamlandığı kabul edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, denenen *S. cerevisiae* suşlarının toplam ağırlık azalmaları üzerinden fermantasyon kapasitelerinin hesaplanması, aşağıda verilen Eşitlik 3.5 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Fermantasyon Hızı} = \frac{\text{Toplam ağırlık azalması (g)} \times 2.1075}{\text{Fermantasyon süresi (gün)}} \quad (3.5)$$

Ayrıca, incelenen suşların, fermantasyonun en hızlı olduğu 24. ve 72. saatler arasındaki toplam ağırlık azalması da göz önünde bulundurulmuştur (Iranzo, Pérez ve Canas 1998; Pérez-Coello ve ark. 1999; Delfini ve Formica, 2001).

### **3.2.11. Moleküler Yöntem ile *S. cerevisiae* Suşlarının Doğrulanmaları**

Bu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının moleküler olarak doğrulanmaları, hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Hizmet alımında gerçekleştirilen işlemler aşağıda özetlenmiştir. Moleküler olarak doğrulamaları yapılacak olan maya suşlarının DNA izolasyonlarının ardından, PCR (Polymerase Chain Reaction; Polimeraz Zincir Reaksiyonu) işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada; universal primerler olan; ITS 1 (5' TCC GTA GGT GAA CCT TGC GG 3') ve ITS 4 (5' TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3') kullanılmıştır. Hedef rDNA bölgesini çoğaltabilmek amacıyla, tek aşamalı PCR işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen PCR ürünlerine, jel elektroforezi uygulanmıştır. Sekans analizide; Sanger dizileme yöntemi kullanılmıştır. Sekans analizinden elde edilen veriler, Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi, ABD (National Center for Biotechnology Information; NCBI; USA) merkezinin GenBank veri tabanında bulunan sekanslarla, BLAST (Basic Local Alignment Search Tool)

yazılımı kullanılarak karşılaştırılmış ve izolatların moleküler olarak doğrulanmaları gerçekleştirilmiştir (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

## 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Ekşi Hamur Örneklerinden Potansiyel *S. cerevisiae* Suşlarının İzolasyonları ve Toplam Maya Sayılarının Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, ekşi hamur örneklerinden potansiyel *S. cerevisiae* suşlarının izolasyonları, daha önce Bölüm 3.2.1.' de verilen yöneme göre, WLN agar besiyeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. WLN agar besiyeri, fermantasyon endüstrisinde kullanılan mayaların popülasyonlarının belirlenmesinde ve mayaların tür ve suş olarak ayrılmasında kullanılan, seçici olmayan bir besiyeri olarak ifade edilmektedir (Pallman ve ark., 2001; Aponte ve Blaiotta, 2016). İzolasyon aşamasında ilk olarak; kültürlerin WLN agar besiyerinde oluşturdukları koloni morfolojileri araştırılmıştır. Bu besiyerinin bileşiminde yer alan Bromokrezol yeşili boyasını, *Saccharomyces* cinsine ait mayaların hücre içerisine aldıkları ve genelde bu boyayı metabolize edemedikleri ifade edilmektedir. Söz konusu boyanın hücre içerisine alınmasının suşa bağlı olduğu ve her suşun boyayı aynı miktarda hücreye alamadığı, bundan dolayı oluşan kolonilerin de renklerinin, yeşilin farklı tonlarında olabileceği ifade edilmektedir. Bunun yanı sıra, *Saccharomyces* cinsine ait bazı mayaların boyayı metabolize edebildikleri de bildirilmiştir (Anonim, 2019a). Boyanın kolonin içerisinde nerede yoğunlaştığının da suşa bağlı bir özellik olduğu, bazı kolonilerde boya homojen dağılım gösterirken bazılarında ise; yeşil rengin merkezde yoğunlaştığı ifade edilmektedir (Anonim, 2019b). Bu bilgi ışığında, ekşi hamur örneklerinden olası *S. cerevisiae* suşlarının izolasyonu aşamasında oluşan kültürlerde gözlenen krem renkli ve farklı yeşil tonlarına sahip her bir koloniden izolat alınacak şekilde, koloni seçimleri gerçekleştirilmiştir. İzolasyonlar sırasında, WLN besiyerinde *S. cerevisiae* için tipik koloni olarak tanımlanan; dairesel, parlak düzgün kenarlı kolonilerden izolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada; izolatların koloni yükseltileri de incelenmiş olup, konveks, kubbeli ve düğmeli gibi farklı koloni yükseltilerine sahip olan koloniler ile farklı koloni çaplarına sahip kolonilerden de rastgele izolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Potansiyel *S. cerevisiae* suşlarının WLN agar besiyerindeki koloni morfolojileri Şekil Ek 2.1.' de verilmektedir.

**Çizelge 4.1.** İncelenen ekşi hamur örneklerine ait toplam maya sayıları

| <b>Ekşi hamur örnekleri</b> | <b>Toplam Maya Sayıları<br/>log (kob/g)</b> |
|-----------------------------|---|
| Erdek                       | 5.7 ± 0.05                                  |
| Gönen                       | 4.3 ± 0.01                                  |
| Has                         | 4.2 ± 0.03                                  |
| Paşaköy                     | 5.2 ± 0.05                                  |
| Vakfikebir                  | 5.1 ± 0.04                                  |
| Zorlu                       | 6.9 ± 0.03                                  |
| AGES                        | 5.8 ± 0.11                                  |
| BSF                         | 5.5 ± 0.07                                  |
| BES                         | 4.3 ± 0.08                                  |
| Som-un                      | 6.6 ± 0.08                                  |
| Kafes                       | 5.8 ± 0.03                                  |
| Örencik 1                   | 5.1 ± 0.05                                  |
| Örencik 2                   | 5.8 ± 0.05                                  |
| Örencik 3                   | 4.5 ± 0.08                                  |
| Örencik 4                   | 6.4 ± 0.04                                  |
| Örencik 5                   | 6.3 ± 0.06                                  |
| Örencik 6                   | 6.2 ± 0.03                                  |
| YS 1                        | 5.4 ± 0.01                                  |
| YS 2                        | 6.4 ± 0.13                                  |
| YS 3                        | 5.7 ± 0.09                                  |
| Çarşa 1                     | 3.9 ± 0.04                                  |
| Çarşa 2                     | 4.0 ± 0.07                                  |
| Manisa/Akhisar              | 5.0 ± 0.02                                  |
| Karadeniz                   | 6.4 ± 0.04                                  |
| Lider                       | 6.7 ± 0.06                                  |
| Lipa                        | 6.7 ± 0.04                                  |
| BEV 1                       | 6.9 ± 0.02                                  |
| BEV 2                       | 6.0 ± 0.08                                  |
| Yeşildere                   | 5.0 ± 0.02                                  |
| İstanbul                    | 5.8 ± 0.04                                  |
| Karlılar                    | 6.4 ± 0.07                                  |
| Odunpazarı                  | 4.3 ± 0.04                                  |
| Armoni                      | 5.7 ± 0.02                                  |
| Topçuoğlu                   | 6.2 ± 0.04                                  |
| Gerede 1                    | 7.1 ± 0.04                                  |
| Bonelli                     | 3.5 ± 0.03                                  |
| Gerede 2                    | 7.0 ± 0.04                                  |
| Gülmüş                      | 6.9 ± 0.05                                  |

BSF: Beypazarı Simit Fırını; BES: Beypazarı Ekmek Sanayi; YS: Yukarı Soku; BEV: Bolu ev tipi

Çizelge 4.1. incelendiğinde görülebileceği gibi; incelenen 38 ekşi hamur örneğindeki toplam maya sayılarının; 3.5-7.1 log (kob/g) arasında değiştiği belirlenmiştir. İncelenen örnekler arasında en yüksek sayım sonuçları; Gerede 1 ve Gerede 2 olarak kodlanmış olan ekşi hamur örneklerinde sırasıyla; 7.1 ve 7.0



log (kob/g) olarak belirlenmiştir. En düşük maya sayısı 3.5 log (kob/g) olarak, Bonelli (ekmek fırını) olarak kodlanmış olan ekşi hamur örneğinde tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında, çalışmada, ekşi hamur örneklerinde tespit edilen maya sayısını sonuçlarının, literatür ile uyumlu olduğu bulunmuştur.

Dığrak ve Özçelik (1991) tarafından Elazığ ve çevresinde üretilen ekşi hamurların mikrobiyotasını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, toplam maya sayısının;  $1.4 \times 10^6$ - $8.1 \times 10^7$  kob/g arasında değiştii belirtilmiştir. Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada ise; Isparta yöresinden sağlanan ekşi hamur örneklerinin mikrobiyotalarının belirlendiği ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada, belirlenen mikrobiyotadan ekmeğin üretimi için uygun suşların seçimlerinin gerçekleştirildiği ve bu suşların ekşi hamur ekmeği üzerine etkilerini araştırmak amacıyla, ekmeğin çeşitli karakteristiklerinin araştırıldığı bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada, incelenen ekşi hamur örneklerindeki toplam maya sayılarının; 6.33-9.96 log (kob/g) arasında değiştii ifade edilmiştir (Gül, 1999).

Hem geleneksel hem de yarı-endüstriyel olarak üretilen Yunan tipi ekşi hamur örneklerinden izole edilen yabancı maya suşlarının tanımlanmalarının SDS-PAGE, FT-IR spektroskopisi, RAPD-PCR ve klasik tanımlama yöntemlerinin birlikte kullanılarak yapıldığı bir araştırmada, toplam maya sayılarının da incelendiği ve  $8.0 \times 10^6$ - $8.4 \times 10^7$  kob/g arasında değiştii rapor edilmiştir (Paramithios ve ark., 2000).

İtalya' da yapılan bir çalışmada, yarı endüstriyel üretim yapan fırınlardan sağlanan 25 adet ekşi hamur örneğinin mikroflorasının incelenerek, fenotipik ve moleküler olarak belirlendiği ve ayrıca, toplam maya sayılarının da tespit edildiği ifade edilmiştir. Anılan çalışmada, ekşi hamur örneklerinin toplam maya sayılarının; 5.5-8.4 log (kob/g) arasında değiştii rapor edilmiştir (Corsetti ve ark., 2001).

Liu ve ark. (2008) tarafından yapılan bir başka çalışmada, Çin' e ait geleneksel tipte bir ekmeğin (steamed bread) üretiminde kullanılan ekşi hamurların maya mikrobiyotasının incelendiği ve ayrıca, bu mayaların aroma oluşumu üzerindeki etkilerinin araştırıldığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada incelenen ekşi hamur

örneklerindeki toplam maya sayılarının; 7.19-8.72 log (kob/g) arasında tespit edildiği bildirilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada ise; Çin' in iç Moğolistan bölgesinden geleneksel olarak üretilen bir ekmeğin üretiminde kullanılan 28 adet ekşi hamur örneğindeki, LAB ve maya mikrobiyotalarının incelendiği ifade edilmiştir. Anılan çalışmada, incelenen örneklerdeki toplam maya sayılarının; 4.13-6.37 log (kob/g) arasında değiştiği bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2011).

Lhomme ve ark. (2015) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, 16 adet Fransız tipi ekşi hamur örneğinin LAB ve maya mikrobiyotasını belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, örneklerdeki toplam maya sayımlarının da gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Anılan bu çalışmada, toplam maya sayısının 4.70-7.60 log (kob/g) arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada ise; Karadeniz ve Ege bölgesindeki artizan fırınlardan 12 tane ekşi hamur örneğinin toplandığı ve bu örneklerin maya mikrobiyotasının incelendiği belirtilmiştir. Anılan bu çalışmada, toplam maya sayılarının da araştırıldığı ve sayım sonuçlarının; 3.78-6.28 log (kob/g) arasında değiştiği belirtilmiştir (Arici ve ark., 2018).

## **4.2. Maya İzolatlarının Tanımlanmalarına İlişkin Sonuçlar**

### **4.2.1. Sıvı Besiyerinde Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Yapılan çalışmanın bu bölümünde, ekşi hamur örneklerinden izole edilen maya kültürlerinin, YM broth sıvı besiyerinde gelişmeleri sırasında zar oluşturma, tırmanma, bulanıklık ve çökelti oluşturma gibi gelişme özellikleri belirlenmiştir (Yarrow, 2000). *Saccharomyces* cinsine ait mayaların sıvı besiyerindeki tipik gelişmeleri, dipte tortu ve üstte berrak kültür oluşumu şeklindedir. Bu deneylerde, araştırılan 185 maya izolatından 177' sinde, sıvı besiyerinde gelişme özellikleri bakımından, *Saccharomyces* cinsine ait mayalar için verilen tipik gelişme özelliklerinin olduğu belirlenmiştir.

#### **4.2.2. Mikroskopik Morfolojinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Çalışmada incelenen izolatların mikroskopik morfolojileri, hücre şekilleri ve çoğalma özellikleri tanımlama amacıyla belirlenmiştir. *Saccharomyces* cinsi mayalar için tipik hücre morfolojisinin; oval ve genel olarak çok yönlü tomurcuk şeklinde olduğu ifade edilmektedir (Yarrow, 2000; Kurtzman ve ark. 2003). Morfolojileri belirleyebilmek amacıyla, uygun koşullarda aktiveleştirilen maya kültürlerinin mikroskopik görüntüleri yaş preparasyon tekniği ile incelenmiştir. İnceleme sonunda, araştırılan 185 maya izolatından 173 tanesinin, *Saccharomyces* cinsi mayalar için belirtilen tipik mikroskopik morfolojiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

#### **4.2.3. Lizin Agar Besiyerinde Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Lizin aminoasidinin, *Saccharomyces* cinsi mayalar tarafından kullanılamazken diğer mayalar tarafından kullanılabilirdiği bilinmektedir. Lizin agar besiyerinde gelişme özelliği, *Saccharomyces* cinsine ait mayaların tanımlanmalarında önemli bir eleme ve ek tanımlama testi olarak önerilmektedir (Yarrow, 2000; Kurtzman ve ark. 2003). Deneyler sırasında Lizin agar besiyerinde, incelenen maya izolatlarının üremeleri incelenmiş ve gelişmenin olmadığı veya çok zayıf olduğu kültürler lizin negatif, gelişmenin olduğu kültürler ise; pozitif olarak değerlendirilmişlerdir. Bu çalışmada, incelenen toplam 185 maya izolatından 161 tanesi lizin negatif olarak belirlenmiştir.

#### **4.2.4. Nitrat Asimilasyonu Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Nitrat asimilasyonu testinin, mayaların yaklaşık dörtte birinin nitratı kullanabilme yeteneğine sahip olmaları nedeniyle, tanımlama sırasında kullanılan önemli ek tanımlama testlerinden bir tanesi olarak kabul edilmektedir. Nitratı asimile edemeyen mayalar arasında *Saccharomyces* cinsine ait mayalar da bulunmaktadır (Deák ve Beuchat, 1996; Yarrow, 2000). Ekşi hamur örneklerinden izole edilen potansiyel *S. cerevisiae* suşlarının nitrat asimilasyonu deneyleri, daha önce Bölüm 3.2.3.4.' te anlatıldığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, incelenen 185 izolattan hepsinin nitrat asimilasyonu testleri negatif olarak belirlenmiştir.

#### 4.2.5. Maya İzolatlarının API ID 32C Sistemi ile Tanımlanmalarına İlişkin Sonuçlar

Tez çalışmasının bu aşamasında, ek tanımlama testlerinden yararlanılarak bir ön elemenden geçirilen izolatların kesin tanımlamalarının yapılabilmesi amacıyla, API ID 32C (bioMérieux, France) sisteminden yararlanılmıştır. Gerçekleştirilen ek tanımlama testlerinde, 185 izolattan 161' i, potansiyel *S. cerevisiae* olarak belirlenmiş ve bu izolatların, API ID 32C test kiti ile kesin tanımlamaları yapılmıştır (Çizelge 4.2.).

**Çizelge 4.2.** Maya izolatlarının API ID 32C test sistemi ile elde edilen tanımlama sonuçları

| İzolat Adı   | Tanımlama Sonucu     | Tanımlama Düzeyi | Tanımlama Yüzdesi (%) |
|--------------|----------------------|------------------|-----------------------|
| Ticari maya  | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| NBRC 0847    | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.5                  |
| Erdek 1      | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Erdek 2      | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Gönen 1      | <i>G. capitatum</i>  | Şüpheli          | 57.0                  |
| Gönen 2      | <i>S. cerevisiae</i> | Mükemmel         | 99.9                  |
| Gönen 3      | <i>S. cerevisiae</i> | Mükemmel         | 99.9                  |
| Vakfikebir 1 | <i>S. cerevisiae</i> | Mükemmel         | 99.9                  |
| Vakfikebir 2 | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Vakfikebir 3 | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Vakfikebir 4 | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.7                  |
| Vakfikebir 5 | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Paşaköy 1    | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Paşaköy 2    | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Paşaköy 3    | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Paşaköy 4    | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Karadeniz 1  | <i>S. cerevisiae</i> | Düşük            | 67.4                  |
| Karadeniz 2  | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.5                  |
| Karadeniz 3  | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.7                  |
| Karadeniz 4  | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Karadeniz 5  | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.7                  |
| Lider 1      | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Lider 2      | <i>S. cerevisiae</i> | Mükemmel         | 99.9                  |
| Lipa 1       | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Lipa 2       | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Lipa 3       | <i>S. cerevisiae</i> | Çok iyi          | 99.6                  |
| Has 1        | <i>S. cerevisiae</i> | Düşük            | 83.0                  |

**Çizelge 4.2.** Devam ediyor

| <b>İzolât Adı</b> | <b>Tanımlama Sonucu</b> | <b>Tanımlama Düzeyi</b> | <b>Tanımlama Yüzdesi (%)</b> |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Has 2             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.8                         |
| Has 3             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Has 4             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Has 5             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Has 6             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Has 7             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 1            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 2            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 3            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 4            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 5            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 6            | <i>S. cerevisiae</i>    | Düşük                   | 67.4                         |
| AGES 7            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 8            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 9            | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| AGES 10           | <i>S. cerevisiae</i>    | Düşük                   | 67.4                         |
| AGES 11           | <i>S. cerevisiae</i>    | Düşük                   | 67.4                         |
| BEV 1-1           | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BEV 1-2           | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BEV 1-3           | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BEV 1-4           | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BEV 1-5           | <i>S. cerevisiae</i>    | Düşük                   | 67.4                         |
| Manisa/Akh. 1     | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Manisa/Akh. 2     | <i>S. cerevisiae</i>    | Mükemmel                | 99.9                         |
| Manisa/Akh. 3     | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.7                         |
| Manisa/Akh. 4     | <i>C. colliculosa</i>   | Düşük                   | 66.6                         |
| Manisa/Akh. 5     | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.7                         |
| Manisa/Akh. 6     | <i>S. cerevisiae</i>    | Düşük                   | 55.0                         |
| BES 1             | <i>S. cerevisiae</i>    | Mükemmel                | 99.9                         |
| BES 2             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BES 3             | <i>S. cerevisiae</i>    | Mükemmel                | 99.9                         |
| BES 4             | <i>S. cerevisiae</i>    | Mükemmel                | 99.9                         |
| BES 5             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Som-un 1          | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Som-un 2          | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Som-un 3          | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Som-un 4          | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Som-un 5          | <i>S. cerevisiae</i>    | Mükemmel                | 99.9                         |
| Som-un 6          | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Som-un 7          | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BSF 1             | <i>S. cerevisiae</i>    | Çok iyi                 | 99.5                         |

**Çizelge 4.2.** Devam ediyor

| <b>İzolat Adı</b> | <b>Tanımlama Sonucu</b> | <b>Tanımlama Düzeyi</b> | <b>Tanımlama Yüzdesi (%)</b> |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| BSF 2             | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BSF 3             | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BSF 4             | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BSF 5             | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| BSF 6             | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| BSF 7             | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BEV 2-1           | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| BEV 2-4           | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| BEV 2-5           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.3                         |
| BEV 2-6           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BEV 2-7           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| BEV 2-8           | <i>S.cerevisiae</i>     | Mükemmel                | 99.9                         |
| BEV 2-9           | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Örencik 1-1       | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Örencik 1-2       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 1-3       | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Örencik 2-1       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 2-2       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 2-3       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 2-4       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 2-5       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 3-1       | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Örencik 3-2       | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Örencik 3-3       | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Örencik 3-4       | <i>S.cerevisiae</i>     | Mükemmel                | 99.9                         |
| Örencik 3-5       | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Örencik 3-6       | <i>S.cerevisiae</i>     | Mükemmel                | 99.9                         |
| Örencik 4-1       | <i>Zygosacch. spp</i>   | Düşük                   | 75.0                         |
| Örencik 4-2       | <i>Zygosacch. spp</i>   | Düşük                   | 75.0                         |
| Örencik 4-5       | <i>Zygosacch. spp</i>   | Düşük                   | 75.0                         |
| Örencik 5-1       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 6-2       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 6-3       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Örencik 6-9       | <i>Zygosacch. spp</i>   | Düşük                   | 75.0                         |
| Örencik 6-10      | <i>Zygosacch. spp</i>   | Düşük                   | 75.0                         |
| Örencik 6-12      | <i>Zygosacch. spp</i>   | Düşük                   | 75.0                         |
| Kafes 1           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Kafes 2           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Kafes 3           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Kafes 4           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Kafes 5           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |

**Çizelge 4.2.** Devam ediyor

| <b>İzolat Adı</b> | <b>Tanımlama Sonucu</b> | <b>Tanımlama Düzeyi</b> | <b>Tanımlama Yüzdesi (%)</b> |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Kafes 6           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Kafes 7           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Zorlu 1           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Zorlu 2           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Zorlu 3           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Zorlu 4           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Zorlu 5           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Zorlu 6           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Zorlu 7           | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| İstanbul 1        | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| İstanbul 2        | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| İstanbul 3        | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| İstanbul 4        | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Yeşildere 1       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Yeşildere 2       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Yeşildere 3       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Yeşildere 4       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Yeşildere 5       | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Topçuoğlu 1       | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Odunpazarı 1      | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Odunpazarı 2      | <i>S.cerevisiae</i>     | Mükemmel                | 99.9                         |
| Odunpazarı 3      | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| YS 1-1            | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| YS 2-1            | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| YS 2-2            | <i>S.cerevisiae</i>     | İyi                     | 98.1                         |
| YS 3-1            | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Çarşı 1-5         | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Çarşı 1-6         | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Çarşı 1-7         | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Çarşı 2-1         | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Çarşı 2-3         | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Çarşı 2-4         | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Çarşı 2-5         | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.6                         |
| Çarşı 2-6         | <i>S.cerevisiae</i>     | İyi                     | 98.1                         |
| Gerede 1-1        | <i>Zygosacch. spp</i>   | Düşük                   | 75.0                         |
| Karcılar 1        | <i>S.cerevisiae</i>     | Mükemmel                | 99.9                         |
| Karcılar 2        | <i>C. holmii</i>        | İyi                     | 95.5                         |
| Armoni 1          | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Bonelli 1         | <i>C.holmii</i>         | Düşük                   | 95.8                         |
| Bonelli 2         | <i>S.cerevisiae</i>     | Düşük                   | 67.4                         |
| Bonelli 3         | <i>S.cerevisiae</i>     | Çok iyi                 | 99.5                         |

**Çizelge 4.2.** Devam ediyor

| İzolat Adı | Tanımlama Sonucu      | Tanımlama Düzeyi | Tanımlama Yüzdesi (%) |
|------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Bonelli 4  | <i>C.holmii</i>       | Düşük            | 95.8                  |
| Gerede 2-1 | <i>Zygosacch. spp</i> | Düşük            | 75.0                  |
| Gerede 2-2 | <i>Zygosacch. spp</i> | Düşük            | 75.0                  |
| Gerede 2-3 | <i>S.cerevisiae</i>   | Mükemmel         | 99.9                  |
| Gülmüş 1   | <i>S.cerevisiae</i>   | Çok iyi          | 99.6                  |
| Gülmüş 2   | <i>S.cerevisiae</i>   | Çok iyi          | 99.5                  |
| Gülmüş 3   | <i>S.cerevisiae</i>   | Çok iyi          | 99.6                  |
| Gülmüş 4   | <i>S.cerevisiae</i>   | Şüpheli          | 98.6                  |
| Gülmüş 5   | <i>S.cerevisiae</i>   | Çok iyi          | 99.6                  |
| Gülmüş 6   | <i>S.cerevisiae</i>   | Çok iyi          | 99.6                  |
| Gülmüş 7   | <i>S.cerevisiae</i>   | Çok iyi          | 99.6                  |
| Gülmüş 8   | <i>S.cerevisiae</i>   | Çok iyi          | 99.6                  |

Çizelge 4.2. incelendiğinde görülebileceği gibi, API ID 32C sistemi ile tanımlamaları gerçekleştirilen 161 izolattan 15 tanesi mükemmel, 103 tanesi çok iyi, 2 tanesi iyi, 26 tanesi düşük düzeyde olmak üzere *S. cerevisiae* olarak tanımlanmışlardır. Toplam 146 izolat sistem tarafından *S. cerevisiae* olarak tanımlanmıştır. Diğer 15 izolatın tanımlama sonuçları ise; *Candida colliculosa* (Manisa/Akhisar 4), *Candida holmii* (Bonelli 1, Bonelli 4 ve Karcılar 2), *Zygosacch. spp* (Örencik 4-1, Örencik 4-2, Örencik 4-5, Örencik 6-9, Örencik 6-10, Örencik 6-12, Gerede 1-1, Gerede 2-1 ve Gerede 2-2) olarak saptanmıştır. Bu deneyde; *Geotrichum capitatum* (Gönen 1) ve *S. cerevisiae* (Gülmüş 4 izolatu) olarak tanımlanan diğer 2 izolat ise, tanımlama düzeyi olarak; sistemde şüpheli profil vermişlerdir. Bu çalışmada, kontrol olarak kullanılan ticari mayanın ve bir kültür koleksiyonu suşu olan *S. cerevisiae* NBRC 0847' nin API ID 32C sonuçları incelendiğinde, her ikisinin de tanımlanma düzeylerinin çok iyi olduğu ve tanımlanma yüzdelerinin ise sırasıyla; %99.6 ve %99.5 olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde; araştırılan izolatların karbon asimilasyon profilleri arasındaki farklılıklar da aynı sistemde, her suş için elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile ortaya konulmuştur. Buna göre; kesin tanımlaması gerçekleştirilen 146 izolatın karbon asimilasyonu profilindeki farklılıklar göz önüne alınarak suşlar gruplandırılmışlardır. Karbon asimilasyonu sonuçları değerlendirildiğinde, incelenen izolatların A' dan R' ye kadar kodlanan toplam; 17 asimilasyon profili içerisinde dağıldıkları belirlenmiştir. Çizelge 4.3.' te, incelenen



*S. cerevisiae* suşlarının karbon asimilasyonu verilerine göre oluşturulan, farklı asimilasyon profilleri gösterilmektedir. Çizelge 4.4.' te ise, *S. cerevisiae* olarak tanımlanan izolatların, bu profillere göre dağılımları verilmektedir.

**Çizelge 4.3.** Karbon asimilasyon profilleri

| Karbon kaynağı      | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | R |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Galaktoz            | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + |
| Aktidion            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sakkaroz            | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| N-asetil-Glukozamin | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| DL-Laktat           | + | + | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | + | - | + | + | + |
| L-Arabinoz          | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Selobiyoz           | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rafinoz             | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Maltoz              | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Trehaloz            | + | - | - | - | - | + | + | - | + | - | - | - | - | + | + | - | - |
| 2-Keto-Glukonat     | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| α-Metil-D-Glukozid  | + | - | - | + | + | - | + | - | - | - | + | - | + | + | + | - | - |
| Mannitol            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Laktoz              | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| İnositol            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sorbitol            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| D-Ksiloz            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Riboz               | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gliserin            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |
| Ramnoz              | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Palatinoz           | + | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| Eritritol           | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Melebiyoz           | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Glukuronat          | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Melezitoz           | + | - | - | + | + | + | + | - | + | - | - | + | - | - | + | - | - |
| Glukonat            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Levulinat           | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Glukoz              | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Sorboz              | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Glukozamin          | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Eskulin             | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

**Çizelge 4.4.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının belirlenen karbon asimilasyon profillerine göre dağılımları

|          |   |
|----------|---|
| <b>A</b> | Ticari ekmek mayası, Erdek 1, Erdek 2, Vakfıkebir 2, Vakfıkebir 3, Vakfıkebir 5, Paşaköy 1, Paşaköy 4, Lider 1, Lipa 2, Lipa 3, Has 2, Has 3, Has 4, Has 5, Has 6, Has 7, AGES 1, AGES 2, AGES 3, AGES 4, AGES 5, AGES 7, AGES 8, AGES 9, BEV 1-1, BEV 1-2, BEV 1-3, BEV 1-4, Manisa 1, BES 2, BES 5, Som-un 1, Som-un 2, Som-un 3, Som-un 4, Som-un 6, Som-un 7, BSF 2, BSF 3, BSF 4, BSF 7, BEV 2-6, BEV 2-7, Örencik 1-2, Örencik 2-1, Örencik 2-2, Örencik 2-3, Örencik 2-4, Örencik 2-5, Örencik 5-1, Örencik 6-2, Örencik 6-3, Kafes 1, Kafes 2, Kafes 3, Kafes 4, Kafes 5, Kafes 6, Kafes 7, Zorlu 1, Zorlu 2, Zorlu 3, Zorlu 4, Zorlu 5, Zorlu 6, Zorlu 7, İstanbul 1, İstanbul 2, İstanbul 4, Yeşildere 1, Yeşildere 2, Yeşildere 3, Yeşildere 4, Topçuoğlu 1, Odunpazarı 1, Odunpazarı 3, YS 1-1, YS 2-1, YS 3-1, Çarşa 1-5, Çarşa 1-6, Çarşa 2-5, Armoni 2, Gülmüş 1, Gülmüş 3, Gülmüş 5, Gülmüş 6, Gülmüş 7, Gülmüş 8 |
| <b>B</b> | Gönen 2, Gönen 3, BEV 2-8   |
| <b>C</b> | Vakfıkebir 4, Karadeniz 3, Manisa 3, Karadeniz 5  |
| <b>D</b> | Paşaköy 2, Paşaköy 3, Karadeniz 4, Lipa 1, Lider 2  |
| <b>E</b> | Karadeniz 2, BSF 1, Bonelli 3, Gülmüş 2   |
| <b>F</b> | Has 1   |
| <b>G</b> | AGES 6, AGES 10, AGES 11, BEV 1-5, BSF 5, BSF 6, BEV 2-1, BEV 2-4, BEV 2-9, Örencik 1-1, Örencik 1-3, Örencik 3-1, Örencik 3-2, Örencik 3-3, Örencik 3-5, İstanbul 3, Yeşildere 5, Çarşa 1-7, Çarşa 2-1, Çarşa 2-3, Çarşa 2-4, Armoni 1, Bonelli 2, Karadeniz 1, Vakfıkebir 1   |
| <b>H</b> | Manisa 2, BES 1, BES 3, Örencik 3-4, Örencik 3-6, Karcılar 1  |
| <b>I</b> | Manisa 5  |
| <b>J</b> | Manisa 6  |
| <b>K</b> | BES 4, Som-un 5   |
| <b>L</b> | BEV 2-5   |
| <b>M</b> | Odunpazarı 2  |
| <b>N</b> | YS 2-2  |
| <b>O</b> | Çarşa 2-6   |
| <b>P</b> | Gerede 2-3  |
| <b>R</b> | <i>S. cerevisiae</i> NBRC 0847*   |

\*: Kontrol amaçlı olarak kullanılan bir kültür koleksiyonu suşu

Çizelge 4.3. incelendiğinde görülebileceği gibi; 17 asimilasyon profilinin hepsinde, *S. cerevisiae* suşlarının sakkaroz, rafinoz, maltoz ve glukoz asimilasyonlarının pozitif olduğu belirlenmiştir. Suşların, galaktoz, melebiyoz, DL-laktat,  $\alpha$ -Metil-D-glukozid, palatinoz, melezitoz, glukonat asimilasyonları açısından ise, değişkenlik gösterdikleri tespit edilmiştir. Kontrol kültürü olarak kullanılan ticari ekmek mayası da dahil olmak üzere toplam; 90 adet izolatın (%62) A profilinde yer aldıkları belirlenmiştir. “A” profilinde olan izolatların; galaktozu, sakkarozu, DL-laktatı, rafinozu, maltozu, trehalozu,  $\alpha$ -metil-D-glukozidi (MDG), palatinozu, melezitozu ve glukozu asimile edebildikleri

belirlenmiştir. Bu profilde yer alan izolatların, API ID 32C sistemi ile saptanan tanımlama düzeyleri incelendiğinde, izolatların “çok iyi” olarak tanımlandıkları da saptanmıştır (Çizelge 4.3.).

“B” olarak sınıflanan profilde yer alan izolatlar; Gönen 2, Gönen 3 ve BEV 2-8 olarak belirlenmiştir. API ID 32C test kiti tanımlama sonuçlarına göre bu üç izolatın; tipik kültür (sistem tarafından hesaplanan T değerleri; 1 ve tanımlama yüzdeleri; 99.9) oldukları saptanmıştır. Bu profilde yer alan izolatların tanımlama düzeyleri; mükemmel olarak bulunmuştur. B profilindeki izolatların; trehaloz, MDG, palatinoz ve melezitozu asimile edememeleri nedeniyle, A profilinden ayrıldıkları bulunmuştur.

C profilinde yer alan 3 izolatın (Vakfıkebir 4, Karadeniz 3, Manisa 3, Karadeniz 5); DL-laktatı ve trehalozu karbon kaynağı olarak kullanamadıkları için, A profilinde bulunan izolatlardan ayrıldıkları saptanmıştır. D profilinde yer alan izolatların, galaktozu, sakkarozu, DL-laktatı, rafinozu, maltozu, MDG’ yi, palatinozu, melezitozu ve glukozu asimile edebildikleri belirlenmiştir. Bu izolatların, A profilindeki izolatlardan trehalozu karbon kaynağı olarak kullanamadıkları için farklılaştıkları saptanmıştır. E ve F profillerinde yer alan izolatlar incelendiklerinde bunların; galaktoz, sakkaroz, rafinoz, maltoz, palatinoz, melezitoz ve glukozu asimile edebildikleri tespit edilmiştir. E profilinde yer alan suşların, DL-Laktat ve trehaloz asimilasyonlarının negatif olması nedeniyle, A profilinden ayrıldıkları belirlenirken, F profilinde yer alan suşların ise; DL-Laktat’ ı ve MDG’ yi karbon kaynakları olarak kullanamadıkları için A profilinden farklı bir profilde yer aldıkları saptanmıştır. G profilinde yer alan suşların ise; yalnızca DL-laktat asimilasyonlarının negatif olması nedeniyle, A profilinde bulunan suşlardan farklılaştıkları tespit edilmiştir. 25 suşun dahil olduğu G profilinde yer alan izolatların, *S. cerevisiae* olarak tanımlanmakla birlikte, tanımlanma düzeylerinin düşük oldukları tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 4.2.). Asimilasyon profilleri F, I, J, L, M, N, O, P ve R de; sadece 1’ er izolatın bulunduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu profillerdeki her bir suşun, birbirlerinden ve diğer profildekilerden farklılaştıkları bulunmuştur. Deneylerde kontrol suşu olarak kullanılan ticari maya ile *S. cerevisiae* NBRC 0847 suşlarının ise sırasıyla; A ve R profil karakteristiklerinde oldukları belirlenmiştir. R asimilasyon profilindeki tek suş olan; *S. cerevisiae*

NBRC 0847 suşunun, şaraptan izole edilmiş bir suş olması nedeni ile farklı karakteristiklere sahip olması olağan bulunmuştur.

*S. cerevisiae* türüne ait suşların karbon kaynağı olarak glukoz, sakkaroz, maltoz, trehaloz ve rafinozu asimile edebildikleri ve bunun da tanımlamada önemli olduğu rapor edilmektedir (Vaughan-Martini ve Martini, 2000; van der Aa Kühle ve ark., 2001). Diğer bir tanımlama anahtarı kaynağında ise, *S. cerevisiae* türünün, trehaloz asimilasyonunun değişken olduğu bildirilmektedir (Yarrow, 2000). Jules ve ark. (2004) tarafından yapılan bir araştırmada, *S. cerevisiae* suşlarının trehalozu karbon kaynağı olarak kullanabildiklerinin tespit edildiği bildirilmiştir. Kayodé ve ark. (2011) tarafından yapılan bir diğer araştırmada ise; çalışmada izole edilen mayaların *S. cerevisiae* olarak tanımlandıkları ancak, karbon asimilasyonlarının, Vaughan-Martini ve Martini (2000) tarafından verilen taksonomik anahtara uymadığı rapor edilmiştir.

Literatürde, Hayford ve Jespersen (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır unundan yapılmış hamurdan 48 adet *S. cerevisiae* suşunun izole edildiği ve bu suşların API ID 32C test sistemi ile karbon asimilasyon profillerinin incelendiği rapor edilmiştir. Yapılan değerlendirmede, incelenen suşların 8 farklı asimilasyon profili oluşturacak şekilde ayrıldıkları ve toplam 48 suşun tümünün galaktozu, sakkarozu, rafinozu ve glukozu asimile edebildikleri rapor edilmiştir.

Gadaga, Mutukumira ve Narvhus (2000) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise; Zimbabve' ye özgü geleneksel fermente bir süt ürünü olan "amasi" örneklerindeki toplam maya sayılarının belirlendiği ve mayaların API ID 32C test sistemi ile tanımlanmalarının gerçekleştirildiği rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada; *S. cerevisiae* olarak tanımlanan mayaların D-ribozu ve D-mannitolu asimile edemedikleri, DL-laktat asimilasyonlarının ise, değişken olduğu bildirilmiştir.

Afrika' da yapılan bir çalışmada ise, sorgum birasından izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının karbon asimilasyon profillerinin belirlenebilmesi amacıyla, API ID 32 C test sisteminden yararlanıldığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada, incelenen suşların toplam; 16 farklı asimilasyon profili içerisinde dağıldıkları rapor edilmiştir. En fazla izolatan içerisinde yer aldığı asimilasyon profilinin, suşların %52.5' ini kapsadığı

bildirilmiştir. Çalışmada, incelenen bütün *S. cerevisiae* suşlarının glukozu asimile edebildikleri de ifade edilmiştir (van der aa Kühle ve ark., 2001).

Yapılan diğer bir çalışmada, Gana' nın geleneksel alkollü bir içeceği olan pito' nun üretildiği bir tesisten izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının biyoçeşitliliğinin araştırıldığı rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada izolatların, API ID 32C test kiti ile karbon asimilasyonlarının incelendiği ve bu inceleme sonucu, izolatların A ve B olmak üzere iki gruba ayrıldıkları belirtilmiştir. Aynı çalışmada; A profilinde toplam; 179 izolatin olduğu ve bu izolatların tümünün, *S. cerevisiae* için tipik karbon asimilasyon profillerine sahip oldukları rapor edilmiştir. A profilindeki izolatların; galaktozu (70 izolat), N-asetil-glukozamini (2), sakkarozu (147), DL-laktatı (50), selobiyozu (3), rafinozu (58), maltozu (177), trehalozu (75), MDG' yi (73), ribozu (1), palatinozu (123), melezitozu (90) ve glukozu (179) asimile edebildikleri belirtilmiştir. B profilinde yer alan 68 izolatin ise; *S. cerevisiae* için atipik morfolojiye sahip oldukları ve bu gruptaki izolatların hepsinin glukozu karbon kaynağı olarak kullandıkları, 61 tanesinin maltozu asimile edebildiği; sadece 1 izolatin palatinozu ve 2 izolatin ise melezitozu karbon kaynağı olarak kullanabildikleri rapor edilmiştir. Bu çalışmada daha sonra, doğrulama amaçlı olarak izolatlara uygulanan moleküler yöntemler sonucunda, karbon asimilasyonunda ortaya konulan farklılıklara rağmen, A ve B grubunda yer alan izolatların hepsinin *S. cerevisiae* türüne ait suşlar olduklarının da tespit edildiği ifade edilmiştir (Glover ve ark., 2005).

Tayland' da yapılan bir çalışmada, Hindistan cevizi ağacı öz suyundan izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının, Hindistan cevizinden şarap üretiminde kullanılmak üzere uygunluklarının değerlendirildiği ifade edilmiştir. Bu amaçla, izole edilen 26 maya suşunun, API ID 32C test kiti kullanılarak karbon asimilasyon profillerinin incelendiği rapor edilmiştir. Çalışmada elde edilen izolatların morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal karakteristiklerine göre dört grup altında toplandıkları ifade edilmiştir. Bu dört grubun API sonuçları incelendiğinde; A grubunun 9 izolat içerdiği ve eskulin, D-galaktoz, D-glukoz, D-maltoz, D-rafinoz, D-sakkaroz ve D-trehalozu asimile edebildikleri belirlenmiştir. B grubunda ise dört suşun yer aldığı ve A grubundaki suşlardan farklı olarak suşların eskulini asimile edemedikleri belirlenirken, MDG' yi asimile edebildikleri rapor edilmiştir. 12 suşun yer aldığı C

grubunda ise, B grubunda yer alan izolatlar farklı olarak bunların MDG' yi asimile edemedikleri bildirilmiştir. D grubunda ise yalnızca bir adet suşun yer aldığı ve bu suşun D-galaktoz, D-glukoz, D-maltoz, MDG, D-rafinoz, D-sakkaroz ve D-trehalozu asimile edebilmesine ek olarak, gliserol ve sorbozu da asimile edebildiği rapor edilmiştir (Udomsaksakul ve ark., 2018).

Bu tez çalışmasında incelenen *S. cerevisiae* izolatlarının, göstermiş oldukları karbon asimilasyon profillerinin, Yarrow (2000) ve Vaughan-Martini ve Martini (2000) tarafından verilen taksonomik anahtarlar ve ilgili literatür ile karşılaştırıldıklarında, uyumlu sonuçlar verdikleri tespit edilmiştir.

#### **4.2.6. Üre Hidrolizi Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu araştırmada incelenen izolatların üreyi hidrolize etme yeteneklerinin belirlenmesinde, daha önce bölüm 3.2.3.6.' da verilen yöntem kullanılmıştır. *Saccharomyces* cinsine ait mayaların üreyi hidrolize edemedikleri bilinmektedir. Uygulanan test sonucunda, çalışılan hiçbir suşun üreyi hidrolize edemediği saptanmıştır.

#### **4.2.7. 37°C' de Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının 37°C' de gelişip gelişemediklerini belirleyebilmek amacıyla, aktiveleştirilen kültürlerden, MEA besiyerlerine ekimler gerçekleştirilmiş ve uygun inkübasyon süresi sonunda, tüplerdeki maya gelişmeleri incelenmiştir. Gelişmenin görüldüğü kültürler, pozitif olarak değerlendirilmişlerdir. Bu çalışmada, incelenen 161 izolattan 152 tanesinin 37°C' de gelişebildikleri belirlenmiştir. Negatif olarak saptanan 9 izolatın ise; daha önce API ID 32C sistemi ile *Zygosacch. spp.* ve *C. holmii* olarak tanımlanan izolatlar oldukları tespit edilmiştir.

#### **4.2.8. Glukoz Fermantasyonu Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Çalışmada incelenen izolatların glukozu fermente etme yeteneklerinin araştırılması amacıyla daha önce, Bölüm 3.2.3.8.' de verilen yöntem kullanılmıştır. *S. cerevisiae* türünün glukozu fermente edebildiği bilinmektedir (Yarrow, 2000; Vaughan-Martini ve Martini, 2000). Gerçekleştirilen deneyde, glukoz fermantasyonu incelenen toplam 161 izolatın hepsinin, glukozu kuvvetli olarak fermente edebildikleri belirlenmiştir.

#### **4.2.9. Pseudohif Oluşturma Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

*S. cerevisiae* türüne ait mayaların pseudohif oluşturamadıkları ya da basit/ilkel pseudohif oluşturabildikleri belirtilmektedir (Vaughan-Martini ve Martini, 2000). Bu çalışmada araştırılan suşların pseudohif oluşturabilme özelliklerinin belirlenmesinde, Dalmau plate yöntemi (bkz. Bölüm 3.2.3.9.) kullanılmıştır. İncelenen toplam 161 izolattan 5' inin, (Gönen 1, Gönen 2, Gönen 3, Lider 2 ve Gerede 1-1) pseudohif oluşturamadıkları, diğer izolatların ise basit/ilkel pseudohif oluşturdukları belirlenmiştir. Pseudohif oluşumu gözlenen bazı izolatlara ait mikroskopik görüntüler; Şekil Ek 3.1. ve Şekil Ek 3.2.' de verilmektedir.

#### **4.2.10. Askospor Oluşturma Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

İncelenen izolatların tanımlanmaları sırasında askospor oluşturup oluşturmadıklarının belirlenebilmesi amacıyla, daha önce Bölüm 3.2.3.10.' da verilen yöntem uygulanmıştır. Askospor oluşturma özellikleri araştırılan 161 izolattan yalnızca birinde (*S. cerevisiae* arşa 2-5) askospor oluşumuna rastlanmamıştır. Bu nedenle bu suş, *S. cerevisiae* türünün anamorf formu olan; *C. robusta* olarak tanımlanmıştır (Yarrow, 2000). Şekil Ek 3.3.' de; McClary Acetate Agar besiyerinde geliştirilmiş olan bir izolata (*S. cerevisiae* Topçuoğlu 1) ait askospor oluşumunun, mikroskopik görüntüsü verilmektedir.

#### **4.2.11. Yüksek Şeker Derişimlerinde Gelişebilme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu tez çalışmasında kullanılan ek tanımlama testlerinden birisi olan; yüksek Şeker derişimi içeren ortamlarda gelişebilme özelliğinin test edilmesi amacıyla; daha önce Bölüm 3.2.3.11.' de verilen yöntem takip edilmiştir. Uygulanan test sonucunda; incelenen izolatların hepsinin %50 (w/v) glukoz içeren besiyerinde gelişebildikleri belirlenmiştir. Deneylerde, %50 glukoz içeren besiyerinde gelişen maya kültürleri için aynı çalışma, %60 (w/v) glukoz içeren ortamlarda da gerçekleştirilmiştir. Yapılan alışma sonucunda, incelenen hiçbir suşun, %60 glukoz içeren besiyerinde gelişemediği saptanmıştır.

#### **4.2.12. Asetik Asidi Tolere Edebilme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu çalışmada, incelenen maya kültürlerinin asetik asidi tolere edebilme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla bileşiminde, %0.5 ve %1 (v/v) derişiminde asetik asit içeren besiyerlerinde deneyler gerçekleştirilmiştir (bkz. Bölüm 3.2.3.12.). Yapılan çalışma sonucunda; incelenen izolatların %0.5 derişiminde asetik asit içeren besiyerindeki gelişmelerinin, değışken oldukları tespit edilmiştir. Toplam 161 izolattan 70 tanesinin (%43), bileşiminde %0.5 asetik asit içeren besiyerinde gelişebildikleri saptanmıştır. %1 asetik asit içeren ortamlarda tekrarlanan deneyler sonucunda ise; incelenen hiçbir suşun, bu ortamda gelişemediğı tespit edilmiştir.

#### **4.3. Teknolojik Karakterizasyon Deneyleri İçin Suş Seçimlerinin Gerçekleştirilmesine İlişkin Sonuçlar**

Tez çalışmasının bu aşamasında, teknolojik özellikleri belirlenecek olan suşların seçilmesi amacıyla, kesin tanımlamaları yapılan izolatların karbon asimilasyon profilleri arasındaki farklılıklar, suşların ek tanımlama test sonuçları ve WL Nütrient agar besiyerindeki makroskobik koloni morfolojileri dikkate alınarak izolatlar arasında bir seçim yapılması, benzer karakteristikleri veren ve aynı örnekten gelen suşların elenmesi için bir değerlendirme çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, aynı örnekten izole edilen ve benzer karakteristikleri gösterdikleri saptanan izolatlar arasından sayıyı azaltacak şekilde seçimler gerçekleştirilmiştir. Suş seçiminde, öncelikli olarak API ID 32C test sistemi ile elde edilen tanımlama sonuçları incelenmiştir. Bu test sistemi ile düşük düzeyde *S. cerevisiae* olarak tanımlanan ve tanımlama yüzdeleri; %55.0 ile %83.0 arasında olan toplam; 33 suşun elenmesi gerçekleştirilmiştir. Tanımlanma düzeyleri mükemmel, çok iyi ve iyi olarak tanımlanan suşların ise öncelikle, karbon asimilasyon profilleri arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Bu amaçla ilk olarak; farklı profile sahip ve profile tek olan izolatların, sonraki deneyler için seçimleri gerçekleştirilmiştir. Bu izolatlar; *S. cerevisiae* Manisa 5, BEV 2-5, Odunpazarı 2, YS 2-2, Çarşı 2-6 ve Gerede 2-3 olarak belirlenmiştir. Daha sonra, aynı yöreden/fırından gelen izolatların asimilasyon profilleri incelenmiş olup izolatların birden fazla profile dağıldıkları durumlarda, diğ



izolatlardan farklı bir profile düşen ve bu profilde tek olan izolat seçilmiştir. Bu şekilde seçilen izolatlar arasında ise; *S. cerevisiae* Vakfıkebir 4, BES 4, Lipa 1, Lider 2, Manisa 1, Manisa 3, Örencik 1-2, Çarşa 2-5 yer almaktadır.

Aynı yöreye/fırına ait izolatların birden fazla profile ayrıldıkları ve profilde birden fazla izolata sahip olmaları durumunda ise ilk olarak, tanımlama test sonuçlarına bakılmış ve aynı tanımlama sonuçları veren izolatların çalışmanın başında gerçekleştirilmiş olan deneylerde, WL Nütrient Agar besiyerinde oluşturdukları koloni morfolojileri, değerlendirmede göz önüne alınmıştır. İncelenen her bir izolatın koloni rengi, koloni çapı ve şekillerine ilişkin bilgiler dikkate alınarak, benzer morfolojiye sahip olan izolatlar elenmişlerdir. Bu aşamada ayrıca, Örencik 5-1, YS 1-1, Topçuoğlu 1, YS 3-1 izolatları, yöreye/fırına ait tek izolat olmaları nedeniyle, teknolojik karakterizasyon deneyleri için seçilmiştir. Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda toplam; 83 adet *S. cerevisiae* suşu teknolojik karakterizasyon deneylerinde kullanılmak üzere belirlenmişlerdir.

#### **4.4. *S. cerevisiae* Suşlarının Bazı Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

##### **4.4.1. Farklı Sıcaklık Derecelerinde Gelişme Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu deneylerde incelenen *S. cerevisiae* suşlarının 10°C, 20°C ve 37°C' lerde gelişebilme potansiyelleri, daha önce Bölüm 3.2.5.1.' de verilen yöntem kullanılarak, araştırılmıştır. Her bir suş için ayrı ayrı denenen sıcaklıklarda, uygun besiyerinde 48 saat inkübe edilen kültürlerdeki gelişmeler, spektrofotometrik yöntem kullanılarak ölçülmüştür. İncelenen maya kültürlerinin üremeleri, gelişme indeksi olarak modellenmiş ve bu indeks değerleri, ilgili yöntemde (bkz. 3.2.5.1) verilen aralıklar dikkate alınarak değerlendirilmişlerdir. Çizelge Ek 4.1.' de; incelenen *S. cerevisiae* suşları için hesaplanan, farklı sıcaklıklarda gelişme indeksi değerleri verilmektedir. Çizelge 4.5.' te ise; suşlarının farklı sıcaklıklardaki gelişme indeksi değerlerine göre karşılaştırmaları gösterilmektedir. Genel olarak fermantasyonlarda kullanılan sıcaklık derecelerinin, maya metabolizmasını ve metabolit üretim kinetiğini etkileyen önemli bir parametre olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra, probiyotik amaçlı olarak kullanılacak mayaların, insan vücut

sıcaklığı olan 37°C' yi tolere edebilmelerinin ve bu sıcaklıkta gelişebilmelerinin gerektiği de rapor edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013).

**Çizelge 4.5.** *S. cerevisiae* suşlarının farklı sıcaklıklardaki gelişme indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları

| <b><i>S. cerevisiae</i> suşları</b> | <b>Sıcaklık</b> |             |             |
|-------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                                     | <b>10°C</b>     | <b>20°C</b> | <b>37°C</b> |
| Ticari ekmek mayası                 | <25             | 25-75       | >75         |
| Erdek 1                             | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Erdek 2                             | <25             | <25         | >75         |
| Karadeniz 2                         | <25             | 25-75       | >75         |
| Karadeniz 3                         | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Karadeniz 4                         | <25             | 25-75       | >75         |
| Gönen 2                             | <25             | 25-75       | <25         |
| Gönen 3                             | <25             | >75         | <25         |
| Vakfıkebir 4                        | <25             | 25-75       | >75         |
| Vakfıkebir 5                        | <25             | 25-75       | >75         |
| Paşaköy 1                           | <25             | <25         | >75         |
| Paşaköy 2                           | <25             | 25-75       | >75         |
| Paşaköy 3                           | <25             | <25         | 25-75       |
| Paşaköy 4                           | <25             | 25-75       | >75         |
| BEV 1-2                             | <25             | 25-75       | >75         |
| BEV 1-3                             | <25             | 25-75       | >75         |
| BEV 1-4                             | <25             | 25-75       | >75         |
| BEV 2-5                             | <25             | 25-75       | >75         |
| BEV 2-6                             | <25             | 25-75       | >75         |
| BEV 2-8                             | <25             | 25-75       | >75         |
| Lider 1                             | <25             | 25-75       | >75         |
| Lider 2                             | <25             | 25-75       | >75         |
| Lipa 1                              | <25             | 25-75       | >75         |
| Lipa 2                              | <25             | 25-75       | >75         |
| Lipa 3                              | <25             | 25-75       | >75         |
| Manisa 1                            | <25             | 25-75       | >75         |
| Manisa 3                            | <25             | 25-75       | >75         |
| Manisa 5                            | <25             | <25         | 25-75       |
| Kafes 1                             | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Kafes 2                             | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Kafes 4                             | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Kafes 7                             | <25             | 25-75       | 25-75       |
| BSF 1                               | <25             | 25-75       | >75         |
| BSF 3                               | <25             | 25-75       | 25-75       |
| BSF 4                               | <25             | 25-75       | >75         |
| BSF 7                               | <25             | 25-75       | >75         |

**Çizelge 4.5.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Sıcaklık</b> |             |             |
|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                              | <b>10°C</b>     | <b>20°C</b> | <b>37°C</b> |
| BES 2                        | <25             | 25-75       | >75         |
| BES 4                        | <25             | 25-75       | >75         |
| BES 5                        | <25             | 25-75       | >75         |
| Has 3                        | <25             | 25-75       | >75         |
| Has 5                        | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Has 6                        | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Has 7                        | <25             | <25         | 25-75       |
| Som-un 2                     | <25             | <25         | >75         |
| Som-un 4                     | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Som-un 5                     | <25             | 25-75       | >75         |
| Som-un 6                     | <25             | 25-75       | >75         |
| Zorlu 1                      | <25             | 25-75       | >75         |
| Zorlu 5                      | <25             | 25-75       | >75         |
| Zorlu 6                      | <25             | 25-75       | 25-75       |
| AGES 1                       | <25             | 25-75       | >75         |
| AGES 5                       | <25             | <25         | >75         |
| AGES 6                       | <25             | 25-75       | 25-75       |
| AGES 9                       | <25             | 25-75       | >75         |
| Örencik 1-2                  | <25             | 25-75       | >75         |
| Örencik 2-1                  | <25             | 25-75       | >75         |
| Örencik 2-2                  | <25             | 25-75       | >75         |
| Örencik 2-3                  | <25             | 25-75       | >75         |
| Örencik 2-5                  | <25             | <25         | >75         |
| Örencik 5-1                  | <25             | 25-75       | >75         |
| Örencik 6-2                  | <25             | 25-75       | >75         |
| YS 1-1                       | <25             | 25-75       | >75         |
| YS 2-1                       | <25             | 25-75       | 25-75       |
| YS 2-2                       | <25             | 25-75       | 25-75       |
| YS 3-1                       | <25             | 25-75       | >75         |
| İstanbul 1                   | <25             | <25         | >75         |
| İstanbul 4                   | <25             | <25         | >75         |
| Armoni 2                     | <25             | 25-75       | >75         |
| Odunpazarı 2                 | <25             | 25-75       | >75         |
| Odunpazarı 3                 | <25             | <25         | >75         |
| Bonelli 3                    | <25             | 25-75       | >75         |
| Çarşa 1-5                    | <25             | 25-75       | >75         |
| Çarşa 1-6                    | <25             | 25-75       | >75         |
| Yeşildere 1                  | <25             | 25-75       | >75         |
| Yeşildere 4                  | <25             | 25-75       | >75         |
| Topçuoğlu 1                  | <25             | 25-75       | 25-75       |
| Çarşa 2-5                    | <25             | 25-75       | 25-75       |

**Çizelge 4.5.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Sıcaklık</b> |             |             |
|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                              | <b>10°C</b>     | <b>20°C</b> | <b>37°C</b> |
| Çarşa 2-6                    | <25             | 25-75       | >75         |
| Gerede 2-3                   | <25             | 25-75       | >75         |
| Gülmüş 1                     | <25             | <25         | >75         |
| Gülmüş 2                     | <25             | <25         | 25-75       |
| Gülmüş 5                     | <25             | 25-75       | >75         |
| Gülmüş 7                     | <25             | 25-75       | >75         |
| Gülmüş 8                     | <25             | 25-75       | >75         |

GI <25 İnhibisyon; 25<GI<75 Kısmi inhibisyon; GI>75 Kontrole benzer gelişme

İlgili çizelgeler incelendiğinde görülebileceği gibi; farklı sıcaklıklarda gelişme özellikleri incelenen 83 adet *S. cerevisiae* suşunun hiçbirisinin 10°C' de üreyemedikleri (GI<25) belirlenmiştir. Suşların 20°C' deki gelişmeleri incelendiğinde ise, sadece Gönen 3 izolatının bu sıcaklıkta oldukça iyi bir gelişme gösterdiği (GI>75) saptanmıştır. 20°C' de, 13 izolatın hiç gelişemedikleri belirlenirken (GI<25), kalan 69 izolatın ise, kontrol suşununkine benzer bir gelişme (25<GI<75) gösterdikleri saptanmıştır. İzolatların 37°C' deki gelişme indekslerine bakıldığında ise, Gönen yöresine ait ekşi hamur örneklerinden izole edilmiş olan; Gönen 2 ve Gönen 3 suşlarının bu sıcaklık derecesinde üreyemedikleri belirlenmiştir. İncelenen toplam 83 izolattan Erdek 1, Karadeniz 3, Paşaköy 3, Manisa 5, Kafes 1, Kafes 2, Kafes 4, Kafes 7, BSF 3, Has 5, Has 6, Has 7, Som-un 4, Zorlu 6, AGES 6, YS 2-1, YS 2-2, Topçuoğlu 1, Çarşa 2-5, Gülmüş 2 suşlarının 37°C' deki gelişmelerinin kısmi inhibisyona uğradıkları saptanırken, kalan 61 suşun (%76.19) ise; 37°C' de optimal gelişme (GI>75) gösterdikleri belirlenmiştir.

Perricone ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, Güney İtalya' nın Altamura bölgesinden sağlanan ekşi hamur örneklerinden *S. cerevisiae* suşlarının izole edildiği ve bu suşların tahıl bazlı ürünlerde kullanılmak üzere starter kültür olarak kullanılma potansiyellerinin araştırıldığı bildirilmektedir. Bu amaçla, kültürlerin bazı teknolojik ve probiyotik karakterleri incelendiği rapor edilmektedir. İzole edilen maya suşlarının teknolojik özelliklerinin belirlenebilmesi için farklı pH değerlerindeki, tuz derişimlerindeki ve inkübasyon sıcaklıklardaki gelişmeleri, hamuru kabartma yetenekleri ile asetik ve laktik aside karşı gösterdikleri dirençlilikleri belirlendiği ifade edilmektedir. Söz konusu çalışmada

incelenen toplam 49 suşun farklı sıcaklık derecelerinde gelişme özelliklerinin de incelendiği ve bu inceleme sonucunda, 5 izolatın 10°C' de tamamen inhibe oldukları ( $GI < 25$ ), 32 izolatın ise, kısmi inhibisyona ( $25 < GI < 75$ ) uğradıkları saptanmıştır. Belirtilen araştırmada kalan 12 izolatın gelişmelerinin optimum olduğu ifade edilmiştir. Anılan çalışmada suşların 15°C' deki gelişmelerine bakıldığında ise, 49 suştan 29' unun, 15°C'deki gelişmelerinin iyi olduğu ( $GI > 75$ ), 20 suşun ise kısmi inhibisyona ( $25 < GI < 75$ ) uğradıkları rapor edilmiştir. Ayrıca, 49 suştan 24' ünün 37°C sıcaklıkta tamamen inhibe oldukları, 12 suşun kısmi inhibisyona uğradıkları, kalan 13 izolatın ise, kontrole benzer bir gelişme ( $GI > 75$ ) gösterdikleri belirtilmiştir.

#### **4.4.2. Farklı Tuz Derişimlerinde Gelişme Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının %2, %4 ve %6 (w/v) oranlarında tuz içeren besiyerlerinde gelişebilme özellikleri, daha önce Bölüm 3.2.5.2.' de verilen yöntem kullanılarak araştırılmıştır. Kültürlerdeki gelişme spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. İncelenen maya kültürlerinin üremeleri gelişme indeksi olarak modellenmiş ve bu indeks değerleri verilen aralıklar dikkate alınarak değerlendirilmişlerdir. Çizelge 4.6.' da; incelenen *S. cerevisiae* suşlarının, farklı tuz derişimleri içeren ortamlarda gelişmelerinin ölçülmesiyle hesaplanan; GI değerleri verilmektedir. Çizelge Ek 4.2.' de ise, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının farklı tuz derişimlerinde gelişebilme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin gelişme indeksi olarak modellenmiş olan değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.6. incelendiğinde görülebileceği gibi, genel olarak ortamdaki tuz derişiminin artmasıyla maya gelişmesinin olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Suşların %2 (w/v) NaCl içeren besiyerlerindeki gelişmeleri incelendiğinde; 83 izolattan 31 tanesinin kuvvetli inhibisyona ( $GI < 25$ ), 50 tanesinin ise kısmi inhibisyona ( $25 < GI < 75$ ) uğradıkları belirlenmiştir. Deneylerde; %2 tuz içeren ortamlarda sadece; *S. cerevisiae* Gönen 3 ve Gerede 2-3 izolatlarının optimal gelişme ( $GI > 75$ ) gösterebildikleri tespit edilmiştir. %4 tuz içeren ortamlarda ise Gönen 2, Gönen 3 ve Gerede 2-3 izolatlarının kısmi inhibisyona uğradıkları, diğer bütün suşların ise, söz konusu ortamlarda üreyemedikleri belirlenmiştir. %6 tuz

içeren besiyerinde incelenen hiçbir suşun gelişemediği tespit edilmiştir. Bu deneylerde kontrol amaçlı olarak kullanılan ticari ekmek mayası suşunun, incelenen tuz derişimlerini içeren hiçbir ortamda gelişemediği de belirlenmiştir.

**Çizelge 4.6.** *S. cerevisiae* suşlarının farklı tuz derişimi içeren ortamlardaki gelişme indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | NaCl derişimi (w/v) |       |     |
|------------------------------|---------------------|-------|-----|
|                              | %2                  | %4    | %6  |
| Ticari ekmek mayası          | <25                 | <25   | <25 |
| Erdek 1                      | 25-75               | <25   | <25 |
| Erdek 2                      | <25                 | <25   | <25 |
| Karadeniz 2                  | <25                 | <25   | <25 |
| Karadeniz 3                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Karadeniz 4                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Gönen 2                      | 25-75               | 25-75 | <25 |
| Gönen 3                      | >75                 | 25-75 | <25 |
| Vakfıkebir 4                 | 25-75               | <25   | <25 |
| Vakfıkebir 5                 | 25-75               | <25   | <25 |
| Paşaköy 1                    | <25                 | <25   | <25 |
| Paşaköy 2                    | 25-75               | <25   | <25 |
| Paşaköy 3                    | 25-75               | <25   | <25 |
| Paşaköy 4                    | 25-75               | <25   | <25 |
| BEV 1-2                      | <25                 | <25   | <25 |
| BEV 1-3                      | 25-75               | <25   | <25 |
| BEV 1-4                      | <25                 | <25   | <25 |
| BEV 2-5                      | <25                 | <25   | <25 |
| BEV 2-6                      | <25                 | <25   | <25 |
| BEV 2-8                      | <25                 | <25   | <25 |
| Lider 1                      | 25-75               | <25   | <25 |
| Lider 2                      | 25-75               | <25   | <25 |
| Lipa 1                       | <25                 | <25   | <25 |
| Lipa 2                       | 25-75               | <25   | <25 |
| Lipa 3                       | <25                 | <25   | <25 |
| Manisa 1                     | <25                 | <25   | <25 |
| Manisa 3                     | <25                 | <25   | <25 |
| Manisa 5                     | <25                 | <25   | <25 |
| Kafes 1                      | 25-75               | <25   | <25 |
| Kafes 2                      | 25-75               | <25   | <25 |
| Kafes 4                      | <25                 | <25   | <25 |
| Kafes 7                      | 25-75               | <25   | <25 |
| BSF 1                        | <25                 | <25   | <25 |
| BSF 3                        | 25-75               | <25   | <25 |
| BSF 4                        | 25-75               | <25   | <25 |
| BSF 7                        | <25                 | <25   | <25 |

**Çizelge 4.6.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | NaCl derişimi (w/v) |       |     |
|------------------------------|---------------------|-------|-----|
|                              | %2                  | %4    | %6  |
| BES 2                        | 25-75               | <25   | <25 |
| BES 4                        | 25-75               | <25   | <25 |
| BES 5                        | 25-75               | <25   | <25 |
| Has 3                        | <25                 | <25   | <25 |
| Has 5                        | 25-75               | <25   | <25 |
| Has 6                        | 25-75               | <25   | <25 |
| Has 7                        | 25-75               | <25   | <25 |
| Som-un 2                     | <25                 | <25   | <25 |
| Som-un 4                     | <25                 | <25   | <25 |
| Som-un 5                     | 25-75               | <25   | <25 |
| Som-un 6                     | <25                 | <25   | <25 |
| Zorlu 1                      | <25                 | <25   | <25 |
| Zorlu 5                      | <25                 | <25   | <25 |
| Zorlu 6                      | <25                 | <25   | <25 |
| AGES 1                       | <25                 | <25   | <25 |
| AGES 5                       | <25                 | <25   | <25 |
| AGES 6                       | <25                 | <25   | <25 |
| AGES 9                       | 25-75               | <25   | <25 |
| Örencik 1-2                  | <25                 | <25   | <25 |
| Örencik 2-1                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Örencik 2-2                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Örencik 2-3                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Örencik 2-5                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Örencik 5-1                  | <25                 | <25   | <25 |
| Örencik 6-2                  | <25                 | <25   | <25 |
| YS 1-1                       | 25-75               | <25   | <25 |
| YS 2-1                       | 25-75               | <25   | <25 |
| YS 2-2                       | 25-75               | <25   | <25 |
| YS 3-1                       | 25-75               | <25   | <25 |
| İstanbul 1                   | 25-75               | <25   | <25 |
| İstanbul 4                   | 25-75               | <25   | <25 |
| Armoni 2                     | 25-75               | <25   | <25 |
| Odunpazarı 2                 | <25                 | <25   | <25 |
| Odunpazarı 3                 | 25-75               | <25   | <25 |
| Bonelli 3                    | 25-75               | <25   | <25 |
| Çarşa 1-5                    | <25                 | <25   | <25 |
| Çarşa 1-6                    | 25-75               | <25   | <25 |
| Yeşildere 1                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Yeşildere 4                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Topçuoğlu 1                  | 25-75               | <25   | <25 |
| Çarşa 2-5                    | 25-75               | <25   | <25 |
| Çarşa 2-6                    | 25-75               | <25   | <25 |
| Gerede 2-3                   | >75                 | 25-75 | <25 |

**Çizelge 4.6.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | NaCl derişimi (w/v) |     |     |
|------------------------------|---------------------|-----|-----|
|                              | %2                  | %4  | %6  |
| Gülmüş 1                     | 25-75               | <25 | <25 |
| Gülmüş 2                     | 25-75               | <25 | <25 |
| Gülmüş 5                     | 25-75               | <25 | <25 |
| Gülmüş 7                     | 25-75               | <25 | <25 |
| Gülmüş 8                     | 25-75               | <25 | <25 |

İtalya' da yapılan bir çalışmada, Altamura bölgesinden toplanan yöresel ekşi hamur örneklerinden izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının multifonksiyonel özellikleri incelendiği rapor edilmiştir. İncelenen özellikler arasında farklı tuz derişimlerinde gelişmenin de bulunduğu ve bu amaçla araştırılan maya izolatlarının bileşiminde %2, %4 ve %6 (w/v) tuz içeren ortamlarda üremelerinin incelendiği bildirilmiştir. Suşların %2 (NaCl, w/v) tuz içeren ortamda gelişme özellikleri incelendiğinde, 8 izolatın kuvvetli inhibisyona uğradığı ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada, incelenen 49 *S. cerevisiae* suşundan sadece 1 tanesinin %6 (w/v) NaCl içeren besiyerinde kontrole benzer bir gelişme (GI>75) gösterdiği de rapor edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

Ülkemizde, Karadeniz ve Ege Bölgesi' ne ait yöresel ekşi hamurların, maya mikrobiyotasını incelemek ve bu mayaların bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada; toplanan 12 adet hamur örneğinden toplam; 19 mayanın izole edildiği ve bunlardan 13 tanesinin *S. cerevisiae* türüne ait olduğu belirtilmiştir. Anılan bu çalışmada, maya izolatlarının %2, %4 ve %6 (v/w) tuz derişimlerinde gelişme özelliklerinin de incelendiği rapor edilmiştir. Elde edilen verilere göre, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının ortamdaki tuz derişiminin artmasıyla birlikte, inhibisyon oranlarının arttığı, kullanılan en yüksek tuz derişimi olan %6' da yalnızca bir suşun diğerlerine göre daha iyi gelişebildiği ifade edilmiştir (Arici ve ark., 2018).

#### **4.4.3. Farklı pH Derecelerinde Gelişme Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının farklı pH değerlerinde gelişebilme yetenekleri, daha önce Bölüm 3.2.5.3.' te verilen yöntemle göre araştırılmıştır. Bu amaçla pH' sı 2.5, 3.8 ve 9.0' a ayarlanmış ortamlardan



yararlanılmıştır. Kontrol olarak ise; pH' sı 6.0 olan besiyeri kullanılmıştır. Kullanılan inkübasyon süresi sonunda, kültürlerdeki gelişme, spektrofotometrik olarak, 600 nm dalga boyunda ölçülmüş ve elde edilen değerlerden gelişme indeksi değerleri hesaplanmıştır (Çizelge Ek 4.3.). Çizelge 4.7.' de farklı pH değerlerindeki gelişmeleri incelenen suşların, gelişme indeksi değerleri açısından karşılaştırılmaları verilmektedir.

**Çizelge 4.7.** *S. cerevisiae* suşlarının farklı pH değerlerine ayarlanmış ortamlardaki gelişme indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | pH     |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|
|                              | pH 2.5 | pH 3.8 | pH 9.0 |
| Ticari ekmek mayası          | <25    | >75    | <25    |
| Erdek 1                      | <25    | >75    | >75    |
| Erdek 2                      | 25-75  | 25-75  | >75    |
| Karadeniz 2                  | <25    | <25    | <25    |
| Karadeniz 3                  | 25-75  | >75    | >75    |
| Karadeniz 4                  | <25    | <25    | >75    |
| Gönen 2                      | >75    | >75    | <25    |
| Gönen 3                      | >75    | >75    | 25-75  |
| Vakfıkebir 4                 | 25-75  | <25    | >75    |
| Vakfıkebir 5                 | 25-75  | 25-75  | <25    |
| Paşaköy 1                    | <25    | >75    | <25    |
| Paşaköy 2                    | <25    | >75    | <25    |
| Paşaköy 3                    | <25    | >75    | 25-75  |
| Paşaköy 4                    | 25-75  | 25-75  | <25    |
| BEV 1-2                      | <25    | >75    | 25-75  |
| BEV 1-3                      | 25-75  | <25    | <25    |
| BEV 1-4                      | >75    | >75    | 25-75  |
| BEV 2-5                      | >75    | >75    | >75    |
| BEV 2-6                      | >75    | >75    | >75    |
| BEV 2-8                      | >75    | >75    | <25    |
| Lider 1                      | <25    | 25-75  | >75    |
| Lider 2                      | 25-75  | >75    | <25    |
| Lipa 1                       | 25-75  | <25    | <25    |
| Lipa 2                       | <25    | 25-75  | <25    |
| Lipa 3                       | 25-75  | >75    | >75    |
| Manisa 1                     | >75    | >75    | >75    |
| Manisa 3                     | 25-75  | >75    | <25    |
| Manisa 5                     | >75    | >75    | <25    |
| Kafes 1                      | 25-75  | >75    | <25    |
| Kafes 2                      | >75    | >75    | <25    |
| Kafes 4                      | >75    | >75    | <25    |
| Kafes 7                      | >75    | >75    | <25    |

**Çizelge 4.7.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | pH     |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|
|                              | pH 2.5 | pH 3.8 | pH 9.0 |
| BSF 1                        | 25-75  | >75    | <25    |
| BSF 3                        | <25    | >75    | <25    |
| BSF 4                        | 25-75  | >75    | <25    |
| BSF 7                        | 25-75  | >75    | <25    |
| BES 2                        | 25-75  | 25-75  | <25    |
| BES 4                        | 25-75  | >75    | <25    |
| BES 5                        | 25-75  | 25-75  | <25    |
| Has 3                        | >75    | >75    | <25    |
| Has 5                        | >75    | >75    | <25    |
| Has 6                        | 25-75  | 25-75  | <25    |
| Has 7                        | >75    | >75    | >75    |
| Som-un 2                     | >75    | >75    | <25    |
| Som-un 4                     | 25-75  | >75    | <25    |
| Som-un 5                     | >75    | >75    | <25    |
| Som-un 6                     | 25-75  | >75    | <25    |
| Zorlu1                       | >75    | >75    | <25    |
| Zorlu5                       | >75    | >75    | <25    |
| Zorlu6                       | >75    | >75    | <25    |
| AGES 1                       | >75    | >75    | <25    |
| AGES 5                       | >75    | >75    | <25    |
| AGES 6                       | 25-75  | >75    | <25    |
| AGES 9                       | >75    | >75    | <25    |
| Örencik 1-2                  | >75    | >75    | <25    |
| Örencik 2-1                  | <25    | >75    | <25    |
| Örencik 2-2                  | <25    | <25    | <25    |
| Örencik 2-3                  | 25-75  | <25    | <25    |
| Örencik 2-5                  | 25-75  | <25    | <25    |
| Örencik 5-1                  | >75    | 25-75  | <25    |
| Örencik 6-2                  | >75    | >75    | <25    |
| YS 1-1                       | 25-75  | 25-75  | <25    |
| YS 2-1                       | 25-75  | >75    | <25    |
| YS 2-2                       | >75    | >75    | <25    |
| YS 3-1                       | <25    | 25-75  | <25    |
| İstanbul 1                   | 25-75  | <25    | <25    |
| İstanbul 4                   | 25-75  | >75    | <25    |
| Armoni 2                     | <25    | 25-75  | <25    |
| Odunpazarı 2                 | >75    | >75    | <25    |
| Odunpazarı 3                 | <25    | 25-75  | <25    |
| Bonelli 3                    | >75    | >75    | <25    |
| Çarşa 1-5                    | >75    | >75    | <25    |
| Çarşa 1-6                    | >75    | >75    | <25    |
| Yeşildere 1                  | >75    | >75    | <25    |
| Yeşildere 4                  | >75    | >75    | <25    |

**Çizelge 4.7.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | pH     |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|
|                              | pH 2.5 | pH 3.8 | pH 9.0 |
| Topçuoğlu 1                  | 25-75  | >75    | <25    |
| Çarşa 2-5                    | >75    | >75    | <25    |
| Çarşa 2-6                    | >75    | >75    | <25    |
| Gerede 2-3                   | >75    | >75    | <25    |
| Gülmüş 1                     | 25-75  | >75    | <25    |
| Gülmüş 2                     | 25-75  | 25-75  | <25    |
| Gülmüş 5                     | <25    | >75    | <25    |
| Gülmüş 7                     | <25    | >75    | <25    |
| Gülmüş 8                     | <25    | 25-75  | <25    |

Güney İtalya' da gerçekleştirilen bir araştırmada, yöreye ait ekşi hamur örnekleri toplanmış ve bu örneklerden izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının starter kültür olarak kullanılabilme potansiyellerinin araştırıldığı belirtilmiştir. Bu amaçla izolatların bazı teknolojik ve probiyotik karakterlerinin incelendiği ifade edilmiştir. İzolatların araştırılan teknolojik karakterleri arasında; farklı pH derecelerinde gelişebilme özelliğinin de çalışıldığı belirtilmektedir. Yapılan bu çalışma sonucunda, alkali pH' nın mayaların gelişmesi üzerinde inhibe edici etkisi olduğu, pH' sı 2.5' e ayarlanmış bir ortamda denenen toplam 49 izolattan sadece 9'unun hesaplanan gelişme indeksi değerinin; 75' ten büyük olduğu (kontrole yakın değer verdiği) ifade edilmiştir. pH' sı 3.5' e ayarlanmış ortamda ise yalnızca 2 izolatın kuvvetli inhibisyona uğradıkları, 25 izolatın ise gelişmelerinin iyi (GI>75) olduğu rapor edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

#### **4.4.4. Laktik ve asetik asit dirençlerinin belirlenmesine ilişkin sonuçlar**

Bu çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının laktik ve asetik asidin farklı derişimlerine karşı gösterdikleri direncin belirlenebilmesine ilişkin deneyler, daha önce Bölüm 3.2.5.4.' te verilen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. İncelenen her bir suş için elde edilen verilerden (bkz. Çizelge Ek 4.4.) yararlanılarak, gelişme indeksi değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.8.). Çizelge 4.8. incelendiğinde görülebileceği gibi, %1 laktik asit (v/v) içeren SAB besiyerlerinde, araştırılan 83 *S. cerevisiae* suşundan yalnızca dört tanesinin (Manisa 1, Manisa 3, Manisa 5 ve Odunpazarı 3) kısmen gelişebildikleri, diğerlerinin ise; gelişemedikleri (GI<25) tespit edilmiştir. Kontrol olarak kullanılan ticari *S. cerevisiae* suşunun da, %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişemediği saptanmıştır. Laktik asit derişiminin;

%0.5 (v/v) olduğu ortamlarda ise genel olarak maya gelişmesinin, fazla etkilenmediği saptanmıştır. Bu ortamlarda ticari maya suşu da dahil olmak üzere 84 izolattan 54' ünün iyi gelişebildikleri (GI>75), sadece dört tane izolatın ise (*S. cerevisiae* BSF 4, BES 4, AGES 5, Örencik 5-1 suşları) kuvvetli inhibisyona (GI<25) uğradıkları belirlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** *S. cerevisiae* suşlarının laktik ve asetik asitin farklı derişimlerini içeren ortamlardaki gelişme indeksleri değerlerine göre karşılaştırılmaları

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Laktik asit (%0.5) | Laktik asit (%1) | Asetik asit (%0.5) | Asetik asit (%1) |
|------------------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Ticari ekmek mayası          | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Erdek 1                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Erdek 2                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Karadeniz 2                  | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Karadeniz 3                  | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Karadeniz 4                  | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Gönen 2                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Gönen 3                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Vakfıkebir 4                 | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Vakfıkebir 5                 | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Paşaköy 1                    | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Paşaköy 2                    | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Paşaköy 3                    | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Paşaköy 4                    | >75                | <25              | <25                | <25              |
| BEV 1-2                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| BEV 1-3                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| BEV 1-4                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| BEV 2-5                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| BEV 2-6                      | 25-75              | <25              | <25                | <25              |
| BEV 2-8                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Lider 1                      | 25-75              | <25              | <25                | <25              |
| Lider 2                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Lipa 1                       | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Lipa 2                       | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Lipa 3                       | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Manisa 1                     | >75                | 25-75            | <25                | <25              |
| Manisa 3                     | >75                | 25-75            | <25                | <25              |
| Manisa 5                     | >75                | 25-75            | <25                | <25              |
| Kafes 1                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Kafes 2                      | >75                | <25              | <25                | <25              |
| Kafes 4                      | >75                | <25              | <25                | <25              |

**Çizelge 4.8.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae suşları</b> | <b>Laktik asit<br/>(%0.5)</b> | <b>Laktik asit<br/>(%1)</b> | <b>Asetik asit<br/>(%0.5)</b> | <b>Asetik asit<br/>(%1)</b> |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Kafes 7                      | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| BSF 1                        | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| BSF 3                        | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| BSF 4                        | <25                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| BSF 7                        | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| BES 2                        | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| BES 4                        | <25                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| BES 5                        | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Has 3                        | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Has 5                        | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Has 6                        | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Has 7                        | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Som-un 2                     | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Som-un 4                     | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Som-un 5                     | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Som-un 6                     | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Zorlu 1                      | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Zorlu 5                      | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Zorlu 6                      | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| AGES 1                       | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| AGES 5                       | <25                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| AGES 6                       | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| AGES 9                       | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Örencik 1-2                  | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Örencik 2-1                  | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Örencik 2-2                  | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Örencik 2-3                  | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Örencik 2-5                  | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Örencik 5-1                  | <25                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Örencik 6-2                  | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| YS 1-1                       | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| YS 2-1                       | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| YS 2-2                       | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| YS 3-1                       | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| İstanbul 1                   | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| İstanbul 4                   | 25-75                         | <25                         | <25                           | <25                         |
| Armoni 2                     | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Odunpazarı 2                 | >75                           | 25-75                       | <25                           | <25                         |
| Odunpazarı 3                 | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Bonelli 3                    | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |
| Çarşı 1-5                    | >75                           | <25                         | <25                           | <25                         |

**Çizelge 4.8.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Laktik asit (%0.5)</b> | <b>Laktik asit (%1)</b> | <b>Asetik asit (%0.5)</b> | <b>Asetik asit (%1)</b> |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Çarşa 1-6                    | >75                       | <25                     | <25                       | <25                     |
| Yeşildere 1                  | >75                       | <25                     | <25                       | <25                     |
| Yeşildere 4                  | >75                       | <25                     | <25                       | <25                     |
| Topçuoğlu 1                  | 25-75                     | <25                     | <25                       | <25                     |
| Çarşa 2-5                    | >75                       | <25                     | <25                       | <25                     |
| Çarşa 2-6                    | >75                       | <25                     | <25                       | <25                     |
| Gerede 2-3                   | >75                       | <25                     | <25                       | <25                     |
| Gülmüş 1                     | 25-75                     | <25                     | <25                       | <25                     |
| Gülmüş 2                     | 25-75                     | <25                     | <25                       | <25                     |
| Gülmüş 5                     | 25-75                     | <25                     | <25                       | <25                     |
| Gülmüş 7                     | 25-75                     | <25                     | <25                       | <25                     |
| Gülmüş 8                     | 25-75                     | <25                     | <25                       | <25                     |

Bu çalışmada, araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının asetik asidin iki farklı derişimini içeren ortamlardaki GI değerleri incelendiğinde ise, çalışılan derişimleri içeren ortamlarda, hiçbir suşun üreyemediği saptanmıştır. Deneylerde, kontrol olarak kullanılan ticari maya suşu için de benzer bir sonuç alınmıştır (GI<25).

Bazı tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde fermantasyonda rol alan LAB veya rekabetçi mikroflora tarafından laktik ve/veya asetik asit üretildiği; bu nedenle söz konusu asitlerin belirli derişimlerine karşı mayaların gösterdikleri direncin belirlenmesinin önemli bir teknolojik özellik olduğu rapor edilmektedir (Perricone ve ark., 2014).

Ekşi hamur örneklerinden izole edilmiş olan *S. cerevisiae* suşlarının, farklı derişimlerde laktik ve asetik asit içeren ortamlarda gelişme özelliklerinin incelendiği bir araştırmada; denenen suşların, %0.15-%0.30 asetik asit (v/v) ve %0.6-%1.2 (v/v) laktik asit derişimlerinde gelişmelerinin incelendiği bildirilmiştir (Perricone ve ark., 2014). Söz konusu çalışmada, %0.6 derişiminde laktik asit içeren ortamda, incelenen 49 izolattan 6 tanesinin kısmi inhibisyona (GI; 25-75) uğradıkları, diğer izolatların ise kontrole benzer bir gelişme (GI>75) gösterdikleri rapor edilmiştir. Araştırılan mayaların %0.15 asetik asit içeren ortamdaki gelişmeleri incelendiğinde ise, 49 izolattan 10 tanesinin kısmi inhibisyona uğradıkları ifade edilmiştir. Diğer *S. cerevisiae* suşlarının ise gelişmelerinin çok iyi olduğu rapor edilmiştir.

Raimondi ve ark. (2017) tarafından İtalya' da yapılan bir diğer araştırmada, ekşi hamur ile yapılan ve İtalya' ya özgü geleneksel bir kek olan Colomba' nun üretimi sırasında, hamurun mikrobiyel popülasyonunu ve kimyasal özelliklerini belirleyebilmek amacıyla, ekşi hamurdan endojen mayaların izole edildiği bildirilmiştir. İzole edilen mayalar arasında *S. cerevisiae* türüne ait bir suşun da bulunduğu rapor edilmiştir. Söz konusu bu çalışmada, araştırılan maya suşlarının %0.25-%1 (v/v) derişimlerinde asetik asit içeren ortamlarda ve farklı sıcaklıklarda gelişebilme yeteneklerinin incelendiği bildirilmiştir. Elde edilen verilere göre, 26°C' de; asetik asit derişiminin artmasıyla, incelenen *S. cerevisiae* suşunun gelişmesinin de inhibe olduğu ifade edilmiştir.

#### **4.4.5. Katalaz Aktivitesinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu çalışmada, suşların katalaz aktivitelerinin incelenmesinde, daha önce Bölüm 3.2.5.5.' te verilen yöntem kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kontrol amaçlı olarak kullanılan ticari ekmek mayası da dahil olmak üzere incelenen tüm *S. cerevisiae* suşlarının, kuvvetli katalaz aktivitesi gösterdikleri belirlenmiştir.

Katalaz aktivitesinin, bir ürünü doymamış yağ asidi oksidasyonundan ve peroksit oluşumundan koruduğu rapor edilmektedir (Silva ve ark., 2011). Hernández ve ark. (2007) tarafından yapılan; yeşil sofralık zeytinlerin maya popülasyonu ile bu popülasyonun fermente ürünün organoleptik özelliklerine katkılarının incelendiği bir araştırmada, izole edilen maya suşlarının katalaz aktivitelerinin de incelendiği belirtilmiştir. Söz konusu araştırmada, incelenen 9 *S. cerevisiae* suşunun sadece 1 tanesinin katalaz aktivitesi göstermediği, 2 tanesinin zayıf katalaz aktivitelerinin olduğu ve geriye kalan suşların ise, kuvvetli katalaz aktivitesine sahip oldukları rapor edilmiştir.

Silva ve ark. (2011) tarafından Portekiz' de yapılan bir diğer çalışmada, iki farklı çeşit salamura zeytininden izole edilen *Pichia*, *Saccharomyces*, *Candida* cinslerine ait yabancı mayaların teknolojik özellikleri ve bu mayaların probiyotik karakterlerinin incelendiği ifade edilmiştir. İncelenen teknolojik özellikler arasında, katalaz aktivitesinin de bulunduğu bildirilmiştir. Söz konusu araştırmada, katalaz

aktivitesi incelenen 10 *S. cerevisiae* suşunun tümünün katalaz aktivitesi gösterdikleri rapor edilmiştir.

İtalya' da ekşi hamur örnekleri ile yapılan bir başka çalışmada ise; toplanan hamur örneklerinden izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının multifonksiyonel özellik taşıyıp taşımadıklarının incelendiği rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada, izolatların katalaz aktiviteleri araştırıldığında, incelenen 49 *S. cerevisiae* suşundan yalnızca bir tanesinin katalazı sentezleyemediği, 23 tanesinin zayıf enzimatik aktivite gösterdiği ve kalan izolatların ise katalaz aktivitelerinin, kuvvetli olduğu belirtilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

#### **4.4.6. Lipolitik Aktivitenin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının lipolitik aktivitelerinin belirlenebilmesi amacıyla, tribütirin hidrolizine dayalı bir yöntem kullanılmıştır (bkz. Bölüm 3.2.5.6.). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, araştırılan 83 *S. cerevisiae* suşundan hiçbirisinin lipolitik aktivite gösteremediği tespit edilmiştir. Bu deneylerde kontrol olarak kullanılan ticari maya suşunun da lipolitik aktivitesinin negatif olduğu belirlenmiştir.

Mikrobiyel lipaz aktivitesinin, hamurun stabilitesini geliştirdiği, hamurun işlenebilirlik özelliklerini iyileştirdiği, hamurdaki gaz hücrelerinin kararlılığını arttırdığı, güzel ve homojen bir ekmek içi yapısının olmasına ve ekmek hacminin artmasına neden olduğu rapor edilmektedir (Aehle, 2007).

Hernández ve ark. (2007) tarafından yeşil sofralık zeytinlerinin maya popülasyonu üzerine yapılan bir çalışmada izole edilen maya suşlarının lipolitik aktivitelerinin de incelendiği ve incelenen 9 adet *S. cerevisiae* izolatının hepsinin tribütirini hidrolize edebildikleri belirtilmiştir.

Romo-Sanchez ve ark. (2010) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise; İspanya'nın Castilla la Mancha bölgesinden Arbequina ve Cornicabra türlerine ait zeytinlerden maya izolasyonlarının gerçekleştirildiği ve bu mayaların biyoçeşitliliğinin ve biyoteknolojik özelliklerinin araştırıldığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada, mayaların lipolitik aktivitelerinin de incelendiği ve izole edilen bir adet *S. cerevisiae* suşunun lipolitik aktivite göstermediği rapor edilmiştir.



Silva ve ark. (2011) tarafından, Portekiz'de yapılan bir başka araştırmada, iki farklı çeşit salamura zeytinden izole edilen *Pichia*, *Saccharomyces*, *Candida* cinslerine ait yabani mayaların teknolojik ve probiyotik özelliklerinin incelendiği ve bu kapsamda mayaların lipolitik aktivitelerinin de araştırıldığı belirtilmiştir. Bu inceleme sonucunda, lipolitik aktiviteleri araştırılan 10 adet *S. cerevisiae* suşunun hiçbirisinin tributirini hidroliz edemedikleri bildirilmiştir.

Brezilya yağmur ormanlarındaki su, toprak, böcek ve bitki gibi habitatlardan izole edilen maya ve maya benzeri suşların hücre dışı enzim aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada, toplam 348 maya suşunun araştırıldığı ve bu izolatlardan dördünün *S. cerevisiae* türüne ait oldukları belirtilmiştir. Anılan araştırmada, incelenen enzim aktiviteleri arasında, lipolitik aktivitenin de olduğu ve bu amaçla esteraz ile lipaz aktivitelerinin incelendiği rapor edilmiştir. Deney verileri incelediğinde, denenen dört adet *S. cerevisiae* suşundan hiçbirisinin esteraz aktivitesi göstermediği ifade edilirken, sadece bir suşun lipaz aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir (Buzzini ve Martini, 2002).

#### **4.4.7. Proteolitik Aktivitenin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu tez çalışmasında yapılan incelemede, araştırılan 83 *S. cerevisiae* izolatından hiçbirisinin, proteolitik aktivite göstermedikleri saptanmıştır. Benzer şekilde incelenen ticari maya suşunun da proteolitik aktivitesinin bulunmadığı saptanmıştır.

Bu alışma kapsamına değerlendirmeye alınan diğer bir önemli teknolojik seçim kriteri de; proteolitik aktivitedir. Proteazlar, hamurda bulunan peptit bağlarını kırarak serbest amino gruplarının ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Açığa çıkan amino gruplarının, hamurda bulunan şekerlerle tepkimeye girerek Maillard reaksiyonlarının başlamasını teşvik etmektedir (Aehle, 2007; Boyacıoğlu, Erdil, Çapanoğlu Güven, 2010). Bu durumun da, ekmeğin arzu edilen renge ve lezzete kavuşmasını sağladığı ifade edilmiştir. Proteaz enziminin sağladığı diğer bir yararın ise, enzimin gluten proteininde bulunan peptit bağlarını hidrolize ederek hamurun işlenebilirliğini geliştirmesi olduğu belirtilmektedir (Aehle, 2007; Boyacıoğlu, Erdil, Çapanoğlu Güven, 2010). Bu durumun da, kraker, bisküvi gibi

yüksek miktarda gluten içeren ürünlerde, hamurların işlenmesini kolaylaştırdığı belirtilmiştir.

Bilinski, Russell ve Stewart (1987) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, hücre dışı proteinazların biracılıkta kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla; izole edilmiş olan 85 *S. cerevisiae* suşunun yalnızca 2' sinin, proteolitik aktivite gösterebildiği ifade edilmiştir.

Iranzo, Pérez ve Canas (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, *Saccharomyces* cinsine ait 74 mayanın önolojik karakterlerinin ve çeşitli enzimatik aktivitelerinin belirlendiği, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının proteolitik aktivitelerinin, hem Casein agar besiyerinde araştırıldığı hem de API-ZYM test sistemi ile incelendiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada da; incelenen 74 suştan hiçbirisinin proteolitik aktivite göstermediği rapor edilmiştir.

Rodarte ve ark. (2011) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, kahve meyvelerinden izole edilen bakteri, maya ve küflerin proteolitik aktivitelerinin, Kazein agar besiyeri kullanılarak araştırıldığı rapor edilmiştir. Yapılan deneylerde *S. cerevisiae* suşu olduğu belirlenen bir izolatin, proteolitik aktivite göstermediği rapor edilmiştir.

Brezilya yağmur ormanlarındaki çeşitli habitatlardan izole edilen dört *S. cerevisiae* suşunun incelenen proteolitik aktivitelerinin kazein içeren bir besiyerinde yapıldığı ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde denenen *S. cerevisiae* suşlarının dördünün de proteolitik aktivite göstermedikleri ifade edilmiştir (Buzzini ve Martini, 2002).

#### **4.4.8. Hamur Kabartma Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Ekmek ve bazı tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde starter olarak kullanılacak olan endojen mayaların hamur kabartma yeteneklerinin, CO<sub>2</sub> üretme performanslarını yansıtan önemli bir özellik olduğu, bu nedenle de hamur kabartma yeteneğinin, incelenmesi gereken bir teknolojik seçim kriteri olduğu rapor edilmektedir. Bu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının hamur kabartma özellikleri daha önce, Bölüm 3.2.5.8.' de anlatıldığı şekilde gerçekleştirilmiştir. İncelenen *S. cerevisiae* suşların 25°C ve 30°C' lerdeki hamuru kabartma kapasitelerini dikkate

olarak hesaplanan; hacim indeksi (VI) değerlerine göre karşılaştırılmaları, Çizelge 4.9.' da verilmektedir. Çizelge Ek 4.5.' te ise; incelenen *S. cerevisiae* suşlarının hamur kabartma yeteneklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, hacim indeksi olarak modellenen değerleri verilmektedir.

**Çizelge 4.9.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının 25°C ve 30°C' lerde hacim indeksi değerlerine göre karşılaştırılmaları

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Hacim İndeksi Değerleri (VI; %) |           |
|------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                              | VI (25°C)                       | VI (30°C) |
| Ticari ekmek mayası          | <50                             | >50       |
| Erdek 1                      | <50                             | >50       |
| Erdek 2                      | <50                             | >50       |
| Karadeniz 2                  | <50                             | >50       |
| Karadeniz 3                  | <50                             | <50       |
| Karadeniz 4                  | <50                             | >50       |
| Gönen 2                      | <50                             | >50       |
| Gönen 3                      | <50                             | >50       |
| Vakfıkebir 4                 | <50                             | >50       |
| Vakfıkebir 5                 | <50                             | >50       |
| Paşaköy 1                    | <50                             | >50       |
| Paşaköy 2                    | <50                             | >50       |
| Paşaköy 3                    | <50                             | >50       |
| Paşaköy 4                    | 0                               | <50       |
| BEV 1-2                      | <50                             | >50       |
| BEV 1-3                      | <50                             | >50       |
| BEV 1-4                      | <50                             | <50       |
| BEV 2-5                      | 0                               | <50       |
| BEV 2-6                      | <50                             | >50       |
| BEV 2-8                      | 0                               | <50       |
| Lider 1                      | <50                             | >50       |
| Lider 2                      | 0                               | >50       |
| Lipa 1                       | 0                               | <50       |
| Lipa 2                       | 0                               | <50       |
| Lipa 3                       | 0                               | >50       |
| Manisa 1                     | <50                             | >50       |
| Manisa 3                     | <50                             | >50       |
| Manisa 5                     | <50                             | <50       |
| Kafes 1                      | <50                             | >50       |
| Kafes 2                      | <50                             | >50       |
| Kafes 4                      | <50                             | <50       |
| Kafes 7                      | <50                             | <50       |
| BSF 1                        | <50                             | <50       |

**Çizelge 4.9.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Hacim İndeksi Değerleri (VI; %) |           |
|------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                              | VI (25°C)                       | VI (30°C) |
| BSF 3                        | 0                               | <50       |
| BSF 4                        | <50                             | <50       |
| BSF 7                        | <50                             | <50       |
| BES 2                        | <50                             | >50       |
| BES 4                        | <50                             | >50       |
| BES 5                        | <50                             | >50       |
| Has 3                        | <50                             | <50       |
| Has 5                        | <50                             | <50       |
| Has 6                        | <50                             | <50       |
| Has 7                        | <50                             | <50       |
| Som-un 2                     | <50                             | <50       |
| Som-un 4                     | <50                             | <50       |
| Som-un 5                     | 0                               | <50       |
| Som-un 6                     | 0                               | >50       |
| Zorlu1                       | <50                             | >50       |
| Zorlu5                       | <50                             | >50       |
| Zorlu6                       | <50                             | >50       |
| AGES 1                       | <50                             | >50       |
| AGES 5                       | <50                             | >50       |
| AGES 6                       | <50                             | >50       |
| AGES 9                       | <50                             | >50       |
| Örencik 1-2                  | <50                             | >50       |
| Örencik 2-1                  | <50                             | >50       |
| Örencik 2-2                  | <50                             | >50       |
| Örencik 2-3                  | <50                             | >50       |
| Örencik 2-5                  | 0                               | >50       |
| Örencik 5-1                  | <50                             | >50       |
| Örencik 6-2                  | <50                             | >50       |
| YS 1-1                       | <50                             | >50       |
| YS 2-1                       | <50                             | >50       |
| YS 2-2                       | <50                             | <50       |
| YS 3-1                       | <50                             | >50       |
| İstanbul 1                   | <50                             | >50       |
| İstanbul 4                   | <50                             | >50       |
| Armoni 2                     | <50                             | >50       |
| Odunpazarı 2                 | <50                             | <50       |
| Odunpazarı 3                 | <50                             | <50       |
| Bonelli 3                    | <50                             | >50       |
| Çarşa 1-5                    | <50                             | <50       |
| Çarşa 1-6                    | <50                             | >50       |
| Yeşildere 1                  | <50                             | >50       |

**Çizelge 4.9.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Hacim İndeksi Değerleri (VI; %) |           |
|------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                              | VI (25°C)                       | VI (30°C) |
| Yeşildere 4                  | <50                             | >50       |
| Topçuoğlu 1                  | <50                             | <50       |
| Çarşa 2-5                    | <50                             | <50       |
| Çarşa 2-6                    | <50                             | <50       |
| Gerede 2-3                   | <50                             | >50       |
| Gülmüş 1                     | <50                             | >50       |
| Gülmüş 2                     | <50                             | >50       |
| Gülmüş 5                     | <50                             | <50       |
| Gülmüş 7                     | <50                             | <50       |
| Gülmüş 8                     | <50                             | <50       |

Çizelge 4.9. incelendiğinde görülebileceği gibi; hamur kabartma özellikleri araştırılan 83 izolattan 11 tanesinin (Paşaköy 4, BEV 2-5, BEV 2-8, Lider 2, Lipa 1, Lipa 2, Lipa 3, BSF 3, Som-un 5, Som-un 6, Örencik 2-5) 25°C' de hamuru kabartamadıkları (VI=0) saptanmıştır. Bu sıcaklık derecesi için, kalan 72 *S. cerevisiae* suşunun hacim indeksi değerlerinin ise; 50' den daha düşük (VI<50) olduğu, yani hamur kabartma yeteneklerinin zayıf olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kontrol amaçlı olarak kullanılan ticari maya suşunun da, 25°C' de yapılan deneyler için belirlenen VI değerinin; 50' den düşük olduğu saptanmıştır. Genel olarak, sıcaklığın artmasıyla birlikte, izolatların hamur kabartma yeteneklerinin de arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9.).

30°C' de hamur kabartma yetenekleri incelenen 83 *S. cerevisiae* suşundan 31 tanesinin, hamur kabartma özelliklerinin zayıf olduğu, kalan 52 suşun ise hamur kabartma yeteneklerinin iyi olduğu saptanmıştır. Yapılan deneylerde, 30°C' de hamuru en fazla kabartan suş; Kafes 1 (%83) olarak tespit edilmiştir. Kafes 1' den sonra sırasıyla AGES 1 (%77.4), Örencik 6-2 (%77.4), Gerede 2-3 (%77.4), Karadeniz 2 (%75), Yeşildere 1 (%75), Bonelli 3 (%70), suşlarının da hamur kabartma yeteneklerinin oldukça iyi oldukları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra yapılan deneylerde incelenen suşlar arasında; Manisa 5 izolatının (bkz. Çizelge Ek 4.5.) 30°C'de en az hacim indeksine sahip olan suş olduğu da belirlenmiştir. Kontrol olarak kullanılan ticari mayanın, 30°C' deki hacim indeksinin (%50), denenen diğer sıcaklık olan; 25°C' dekine göre arttığı, bu değer (%16.67) yine

de, incelenen bazı endojen izolatlarınkiler ile karşılaştırıldığında, düşük kaldığı belirlenmiştir.

Ma'aruf ve ark. (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, Malezya'ya özgü yerel bitkilerden izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının hamur kabartma yeteneklerinin incelendiği ve değerlerin spesifik hacim ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) olarak verildiği rapor edilmiştir. Buna göre, kontrol amaçlı kullanılan ticari mayanın hamuru kabartma kapasitesi;  $2.84 \text{ cm}^3/\text{g}$  olarak belirlenirken, incelenen diğer dört izolat için bu değerlerin sırasıyla; 3.68, 3.41, 3.37, 3.23 olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Yapılan bu araştırmada elde edilen verilere göre, yerel meyvelerden izole edilen suşların kontrol olarak kullanılan ticari mayadan daha iyi sonuçlar verdikleri bildirilmiştir.

Çeşitli ekşi hamurlardan izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının, diğer teknolojik özelliklerinin yanı sıra,  $25^\circ\text{C}$  ve  $30^\circ\text{C}$ 'deki hamur kabartma özelliklerinin de araştırıldığı bir çalışmada, elde edilen sonuçlara göre; 10 izolatın  $25^\circ\text{C}$ 'de hamuru hiç kabartmadıkları ( $\text{VI}=0$ ), 33 izolatın hacim indeksi değerlerinin ise; %50'den düşük olduğu belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada altı izolatın hacim indeksi değerlerinin, %50'den büyük olduğu,  $30^\circ\text{C}$ 'deki hacim indeksleri hesaplandığında ise, toplam 49 izolattan 10 izolatın bu sıcaklıkta hamur kabartma yeteneklerinin olmadığı ( $\text{VI}=0$ ) bulunduğu ifade edilmiştir. Aynı sıcaklık derecesi için 15 suşun düşük hacim indeksi değerlerine sahip olduğu ( $\text{VI}<50$ ), kalan 24 suşun ise; hacim indeksi değerlerinin yüksek ( $\text{VI}>50$ ) bulunduğu, dolayısıyla hamuru kabartma kapasitelerinin iyi olduğu da ifade edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

Bizim çalışmamızda da, incelenen endojen suşlardan 73 tanesinin  $25^\circ\text{C}$ 'de, hamur kabartma kapasitesi olarak ticari maya suşuna benzer bir davranış gösterdiği, 10 tanesinin bu sıcaklıkta hamuru kabartmadığı,  $30^\circ\text{C}$ 'de ise izolatlarımızın 30 tanesinin, denenen ticari maya suşundan daha iyi, 23 tanesinin benzer sonuçlar verdiği, 30 izolatın ise bu sıcaklık derecesinde ticari mayaya göre hamuru daha az kabartabildikleri saptanmıştır.

#### **4.4.9. Enzim Profillerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Mayaların enzim potansiyellerinin, üretilecek olan gıdaya istenilen lezzetin kazandırılması açısından önemli bir teknolojik özellik olduğu rapor edilmektedir.

Enzimatik aktivitenin, probiyotik aktivite açısından da önemli olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmada, ayrıca, daha önce Bölüm 3.2.5.9.' da verilen yöntem kullanılarak, API-ZYM test kiti ile *S. cerevisiae* suşlarının enzimatik aktiviteleri belirlenmiştir. Araştırmada incelenen suşlara ait elde edilen enzim profilleri, Çizelge 4.10.' da verilmektedir.

**Çizelge 4.10.** Araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının API-ZYM test sistemi ile belirlenen enzim profilleri

| <i>S. cerevisiae</i><br>Suşları | Enzimler |         |                 |              |                    |             |                  |                  |                   |         |                       |               |                            |                        |                       |                       |                      |                     |                                   |                      |                     |
|---------------------------------|----------|---------|-----------------|--------------|--------------------|-------------|------------------|------------------|-------------------|---------|-----------------------|---------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
|                                 |          | Kontrol | Alkali fosfataz | Esteraz (C4) | Esteraz Lipaz (C8) | Lipaz (C14) | Lösin arilamidaz | Valin arilamidaz | Sistin arilamidaz | Tripsin | $\alpha$ -kimotripsin | Asit fosfataz | Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz | $\alpha$ -galaktozidaz | $\beta$ -galaktozidaz | $\beta$ -glukuronidaz | $\alpha$ -glukozidaz | $\beta$ -glukozidaz | N-asetil- $\beta$ -glukoaminiidaz | $\alpha$ -mannozidaz | $\alpha$ -fukozidaz |
| Ticari ekmek mayası             |          | 0       | 1               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Erdek 1                         |          | 0       | 1               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 0                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Erdek 2                         |          | 0       | 1               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Gönen 2                         |          | 0       | 0               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 0                | 0                 | 0       | 0                     | 3             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 1                    | 0                   | 0                                 | 1                    | 0                   |
| Gönen 3                         |          | 0       | 2               | 2            | 1                  | 0           | 5                | 0                | 0                 | 0       | 0                     | 3             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 1                    | 0                   | 0                                 | 1                    | 0                   |
| Vakıkebir 4                     |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Vakıkebir 5                     |          | 0       | 0               | 2            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Lipa 1                          |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Lipa 2                          |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Lipa 3                          |          | 0       | 0               | 2            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Armoni 2                        |          | 0       | 0               | 3            | 3                  | 0           | 5                | 1                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Örencik 2-1                     |          | 0       | 0               | 3            | 3                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Örencik 2-2                     |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 0                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Örencik 2-3                     |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 4                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 4             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Örencik 2-5                     |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 4             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Karadeniz 2                     |          | 0       | 0               | 3            | 3                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 1                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Karadeniz 3                     |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 1                    | 0                   |
| Karadeniz 4                     |          | 0       | 0               | 1            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BEV 1-2                         |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BEV 1-3                         |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BEV 1-4                         |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 1                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Paşaköy 1                       |          | 0       | 1               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Paşaköy 2                       |          | 0       | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |

**Çizelge 4.10.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i><br>Suşları | Enzimler |                 |              |                    |             |                  |                  |                   |         |                       |               |                            |                        |                       |                       |                      |                     |                                   |                      |                     |
|---------------------------------|----------|-----------------|--------------|--------------------|-------------|------------------|------------------|-------------------|---------|-----------------------|---------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
|                                 | Kontrol  | Alkali fosfataz | Esteraz (C4) | Esteraz Lipaz (C8) | Lipaz (C14) | Lösin arilamidaz | Valin arilamidaz | Sistin arilamidaz | Tripsin | $\alpha$ -kimotripsin | Asit fosfataz | Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz | $\alpha$ -galaktozidaz | $\beta$ -galaktozidaz | $\beta$ -glukuronidaz | $\alpha$ -glukozidaz | $\beta$ -glukozidaz | N-asetil- $\beta$ -glukoaminnidaz | $\alpha$ -mannozidaz | $\alpha$ -fukozidaz |
| Paşaköy 3                       | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Paşaköy 4                       | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Som-un 2                        | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Som-un 4                        | 0        | 0               | 2            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Som-un 5                        | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Som-un 6                        | 0        | 0               | 2            | 1                  | 1           | 5                | 1                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BES 2                           | 0        | 0               | 2            | 1                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BES 4                           | 0        | 0               | 1            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BES 5                           | 0        | 0               | 0            | 1                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BEV 2-5                         | 0        | 0               | 1            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BEV 2-6                         | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BEV 2-8                         | 0        | 1               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Kafes 1                         | 0        | 0               | 3            | 1                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Kafes 2                         | 0        | 0               | 3            | 3                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Kafes 4                         | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Kafes 7                         | 0        | 0               | 2            | 2                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Yeşildere 1                     | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Yeşildere 4                     | 0        | 0               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Has 3                           | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Has 5                           | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Has 6                           | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 4             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Has 7                           | 0        | 0               | 3            | 1                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 2                                 | 0                    | 0                   |
| İstanbul 1                      | 0        | 0               | 1            | 1                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 4             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| İstanbul 4                      | 0        | 0               | 2            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Bonelli 3                       | 0        | 0               | 1            | 1                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Lider 1                         | 0        | 0               | 2            | 1                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Lider 2                         | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 3                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Örencik 5-1                     | 0        | 0               | 3            | 2                  | 2           | 5                | 3                | 3                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Oğunpazarı 2                    | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 3             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Oğunpazarı 3                    | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Topçuoğlu 1                     | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |



**Çizelge 4.10.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i><br>Suşları | Enzimler |                 |              |                    |             |                  |                  |                   |         |                       |               |                            |                        |                       |                       |                      |                     |                                   |                      |                     |
|---------------------------------|----------|-----------------|--------------|--------------------|-------------|------------------|------------------|-------------------|---------|-----------------------|---------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
|                                 | Kontrol  | Alkali fosfataz | Esteraz (C4) | Esteraz Lipaz (C8) | Lipaz (C14) | Lösin arilamidaz | Valin arilamidaz | Sistin arilamidaz | Tripsin | $\alpha$ -kimotripsin | Asit fosfataz | Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz | $\alpha$ -galaktozidaz | $\beta$ -galaktozidaz | $\beta$ -glukuronidaz | $\alpha$ -glukozidaz | $\beta$ -glukozidaz | N-asetil- $\beta$ -glukoamminidaz | $\alpha$ -mannozidaz | $\alpha$ -fukozidaz |
| AGES 1                          | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| AGES 5                          | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| AGES 6                          | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 4             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| AGES 9                          | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BSF 1                           | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BSF 3                           | 0        | 1               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BSF 4                           | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| BSF 7                           | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| YS 1-1                          | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| YS 2-1                          | 0        | 0               | 0            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 2                 | 1       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| YS 2-2                          | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 4                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 3                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| YS 3-1                          | 0        | 0               | 3            | 1                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Manisa 1                        | 0        | 0               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Manisa 3                        | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Manisa 5                        | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Çarşa 2-5                       | 0        | 0               | 3            | 1                  | 0           | 5                | 3                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 1                                 | 0                    | 0                   |
| Çarşa 2-6                       | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Örencik 1-2                     | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Örencik 6-2                     | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Zorlu 1                         | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Zorlu 5                         | 0        | 1               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Zorlu 6                         | 0        | 0               | 2            | 2                  | 1           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Gülmüş 1                        | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Gülmüş 2                        | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Gülmüş 5                        | 0        | 0               | 3            | 3                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Gülmüş 7                        | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Gülmüş 8                        | 0        | 0               | 2            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Çarşa 1-5                       | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Çarşa 1-6                       | 0        | 0               | 3            | 2                  | 1           | 5                | 2                | 2                 | 0       | 0                     | 5             | 1                          | 0                      | 0                     | 0                     | 5                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |
| Gerede 2-3                      | 0        | 0               | 3            | 2                  | 0           | 5                | 1                | 1                 | 0       | 0                     | 4             | 2                          | 0                      | 0                     | 0                     | 4                    | 0                   | 0                                 | 0                    | 0                   |

Çizelge 4.10. incelendiğinde, araştırılan suşların hepsinin lösin arilamidaz ve asit fosfataz aktivitesi gösterdikleri ve bu enzimlerin aktivitelerinin; 3-5 arasında değiştiği saptanmıştır. İncelenen suşların alkali fosfataz enzimi aktivitelerine bakıldığında ise; 7 tane suşun 1-2 arasında değişen derecelerde zayıf enzimatik aktivite gösterdikleri, 76 suşun ise, bu enzimi üretmedikleri tespit edilmiştir. Alkali fosfataz enziminin hidrolitik bir enzim olduğu ve nükleotidler, proteinler ve alkaloitler gibi moleküllerden fosfat grubunu uzaklaştırdığı bildirilmektedir. Bu proses boyunca inorganik fosfatın serbest kaldığı; bu durumunda, hücre membranlarına fosfatın transferini kolaylaştırdığı ifade edilmektedir (Bonatsou ve ark., 2018). İncelenen 60 izolatın esteraz enzimini ürettiği belirlenirken, kalan 23 suşun 1-2 arasından değişen derecelerde zayıf esteraz enzimi aktivitesi gösterdikleri saptanmıştır. Esterazların, aroma bileşiklerin oluşumunda yer aldıkları ve fermantasyon prosesinden sonra, ikincil aromaya katkıda buldukları rapor edilmektedir (Nikolaou ve ark., 2006). Esteraz enzimi, serbest yağ asitlerini katabolizmaya uğratarak uçucu bileşiklerin oluşmasını sağladığı ve bu durumda ürüne istenilen lezzeti verdiği rapor edilmektedir. Serbest yağ asitlerindeki düşüşün etanol, gliserol yüksek alkoller, esterler ve diğer uçucu bileşiklerin oluşumunda, öncü olarak rol aldığı ifade edilmektedir (Bonatsou ve ark., 2018).

Esteraz enzimi gibi lipolitik aktivitenin diğer bir göstergesi olan; esteraz lipaz enzimi açısından incelenen suşlar değerlendirildiklerinde ise; *S. cerevisiae* Armoni 2, Örencik 2-1, Karadeniz 2, Kafes 2 ve Gülmüş 5 suşlarının orta düzeyde (3) bir esteraz lipaz aktivitesi gösterdikleri, diğer 78 suşun esteraz lipaz aktivitelerinin ise, zayıf oldukları belirlenmiştir. Çalışmada lipaz aktiviteleri incelenen 21 izolatın bu enzimi üretebildikleri, diğer 62 izolatta ise, bu enzimin varlığına rastlanılmadığı tespit edilmiştir. Literatürde lipazların, hamurun dayanıklılığını arttırmak, ekmeğin içi yapısını iyileştirmek ve ekmeğin hacminin arttırmak gibi nedenlerden dolayı fırıncılık sektöründe kullanıldıkları bildirilmektedir (Aehle, 2007; Boyacıoğlu, Erdil, Çapanoğlu Güven, 2010). Ayrıca, lipazın serbest yağ asitlerinin oluşumunu sağlayarak, ekmeğin aromatik profiline katkıda bulunduğu da ifade edilmektedir (Miguel ve ark., 2013).

İzolatlar, kullanılan kitte bulunan ve proteolitik aktiviteyi yansıtan enzimler açısından değerlendirildiklerinde ise, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının tümünde, yüksek lösin arilamidaz aktivitesi olduğu saptanmıştır. Yapılan değerlendirmede; *S. cerevisiae* Örencik 5-1 ve Çarşa 2-5 suşlarının valin arilamidaz aktiviteleri pozitif (3) olarak bulunurken, diğer izolatların 1-2 arasında değişen derecelerde, zayıf valin arilamidaz aktivitesi gösterdikleri belirlenmiştir. Gönen 2, Gönen 3 suşlarının ise; bu enzimi üretemedikleri belirlenmiştir. Diğer bir proteolitik aktivite göstergesi olan; sistin arilamidaz enzim aktivitesi incelendiğinde ise; Örencik 5-1 suşunun enzim aktivitesinin (3) pozitif olduğu belirlenirken, 79 izolatın söz konusu enzim açısından; 1-2 arasında değişen derecelerde zayıf aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. *S. cerevisiae* Erdek 1, Gönen 2 ve Gönen 3 izolatların da ise bu enzimin varlığına rastlanılmadığı belirlenmiştir. Arilamidazların aminoasitlerin serbest hale geçmesini sağlayarak, üründe istenilen lezzetin oluşmasına katkıda buldukları bildirilmektedir (Bonatsou vd., 2018). Kimotripsin ve tripsin enzim varlıkları ve aktiviteleri açısından suşlar incelendiklerinde ise, izolatlardan *S. cerevisiae* BEV 1-4' ün kimotripsin aktivitesinin zayıf (1) olduğu belirlenirken, YS 2-1 izolatının ise tripsin aktivitesinin zayıf (1) olduğu tespit edilmiştir. Diğer suşların ise bu enzimleri üretemedikleri tespit edilmiştir. Proteazların, ekmeğin arzu edilen renge ve lezzete kavuşmasını sağladığı rapor edilmektedir. Proteazların, hamurdaki peptit bağlarını kırıp amino gruplarının ortaya çıkmasını sağladıkları ve bu amino gruplarının da, hamurda bulunan şekerlerle tepkimeye girerek Maillard reaksiyonlarının başlamasını teşvik ettiği belirtilmektedir. Proteaz enziminin bunun yanı sıra, gluten proteininde bulunan peptit bağlarını hidrolize ederek hamurun işlenebilirliğini geliştirdiği de belirtilmektedir (Aehle, 2007; Boyacıoğlu, Erdil, Çapanoğlu Güven, 2010).

Deneyleerde, asit fosfataz aktivitesi açısından incelenen izolatların hepsinin, 3-5 aralığında değişen derecelerde aktivite gösterdikleri belirlenmiştir. API-ZYM test sistemi içinde bulunan enzimlerden birisi olan; Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz enziminin, 83 izolattan 24' ü tarafından üretilbildiği, sadece Örencik 2-2 izolatının ise bu enzim için negatif sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Diğer, 58 izolatın ise zayıf Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz aktivitesi gösterdikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada incelenen izolatların hiçbirinin;  $\alpha$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukuronidaz ve  $\alpha$ -fukozidaz enzimlerini üretemedikleri saptanmıştır. Laktozun,  $\beta$ -galaktozidaz enzimi ile intrainestinal hidrolizinin, konakçının sağlığında olumlu bir etki gösteren ana mekanizma olarak düşünüldüğü ifade edilmektedir. Çünkü, bu enzimin yetersizliğinden kaynaklanan laktoz intoleransı problemini önlediği ifade edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013). Bu tez çalışmasında, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının hiçbirinin bu enzim aktivitesini göstermedikleri tespit edilmiştir.  $\alpha$ -glukozidaz enzimi açısından izolatlar değerlendirildiğinde, *S. cerevisiae* Gönen 2 ve Gönen 3 suşları haricinde diğer 81 izolatın hepsi 3-5 aralığında değişen derecelerde, pozitif sonuç verdikleri belirlenmiştir.  $\alpha$ -glukozidaz enziminin, oligosakkarit ve polisakkaritlerin indirgenmeyen ucundaki  $\alpha$ -glikozidik bağları hidrolize ederek sakkarozu fruktoza degrade ettiği bildirilmektedir (Bonatsou ve ark., 2018).  $\beta$ -glukozidaz aktivitesi açısından izolatlar incelendiğinde sadece Karadeniz 2 izolatının çok zayıf  $\beta$ -glukozidaz aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir.  $\beta$ -glukozidaz enziminin ikincil metabolit üretiminde rol almasından dolayı, ürünün lezzetine olumlu bir etkisinin olduğu, ayrıca bu enzimin fenolik bileşiklerin hidrolize edebilme yeteneğinin de olduğu ifade edilmektedir (Bonatsou ve ark., 2018). Çizelge 4.10. incelendiğinde görülebileceği gibi; N-asetil- $\beta$ -glukoaminidaz enziminin *S. cerevisiae* Has 7 (derece; 2) ve Çarşa 2-5 (derece; 1) suşları haricinde incelenen hiçbir suş tarafından üretilmediği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra *S. cerevisiae* Gönen 2, Gönen 3 ve Karadeniz 3 izotlarının zayıf  $\alpha$ -mannozidaz aktivitesine sahip oldukları; diğer izolatların ise bu enzimi üretemedikleri de belirlenmiştir.

Psomas ve ark. (2001) tarafından yapılan bir araştırmada, yeni doğmuş bebeklerin dışkılarından ve Feta peynirlerinden izole edilen mayaların geleneksel ve moleküler yöntemlerle tanımlanmalarının yapıldığı ve tanımlanan bu izolatların bazı teknolojik ve probiyotik karakterlerinin incelendiği rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada, mayaların enzim profillerinin API-ZYM test sistemi ile saptandığı bildirilmiştir. Bu çalışmada; aralarında *S. cerevisiae* türüne ait mayaların da olduğu tüm izolatların, 0.5-5 değerlerinde değişen, alkalın fosfataz aktivitesine sahip oldukları belirtilirken, suşların asit fosfataz aktivitelerinin ise; 1-5 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra, araştırılan tüm izolatların 1-3 arasında değişen derecelerde esteraz ve esteraz lipaz aktivitesi gösterdiği de

bildirilmiştir. Aynı araştırmada; lösün arilamidaz enzimi açısından suşlar incelendiğinde ise, denenen mayaların hepsinin, bu enzimi üretebildikleri ifade edilmiştir. Anılan çalışmada,  $\alpha$ -glukozidaz enzimini üreten mayalar arasında; *S. cerevisiae* türüne ait mayaların da olduğu, incelenen izolatlardan hiçbirisinin tripsin, kimotripsin,  $\alpha$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukuronidaz, N-asetil- $\beta$ -glukoaminidaz,  $\alpha$ -mannozidaz,  $\alpha$ -fukozidaz enzimlerini üretemedikleri de ifade edilmiştir.

Nikolaou ve ark. (2007) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, kırmızı ve beyaz şarap fermentasyonlarından izole edilen, *S. cerevisiae* suşlarının karakterizasyonu ve bu suşların RAPD-PCR ve mtDNA restriksiyon analizi ile farklarının ortaya konulmasını amaçlandığı bildirilmiştir. Ayrıca, şarap fermentasyonu için en uygun suşların seçilmesi için suşların teknolojik karakterlerinin de çalışıldığı rapor edilmiştir. İncelenen teknolojik özellikler arasında, suşların enzim profillerinin belirlenmesinin de bulunduğu ve bu profillerin API-ZYM test sistemi ile incelendiği ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, suşların %62.96' sının alkalın fosfataz enzimini üretebildikleri ve araştırılan 27 izolattın hepsinde zayıf esteraz aktivitesine rastlandığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada; incelenen suşların tümünün lösün arilamidaz, asit fosfataz ve  $\alpha$ -glukozidaz aktivitelerinin pozitif olduğu rapor edilmiştir. Suşların valin arilamidaz aktiviteleri incelendiğinde ise sadece 7 izolatta bu enzimin yüksek aktiviteye sahip olduğu, kalan izolatların hepsinin 0.5-2 arasında değişen derecelerde zayıf aktiviteye sahip olduğu da rapor edilmiştir. İncelenen 27 izolattan 16' sının pozitif sistin arilamidaz aktivitesi gösterdiği, diğer izolatların ise zayıf enzimatik aktivite gösterdikleri de rapor edilmiştir. Bu araştırmada, enzim profilleri incelenen 27 izolattın hiçbirinin lipaz, tripsin,  $\alpha$ -kimotripsin,  $\alpha$ -galaktozidaz,  $\beta$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukuronidaz,  $\beta$ -glukozidaz, N-asetil-glukozaminidaz,  $\alpha$ -mannozidaz ve  $\alpha$ -fukozidaz aktivitesi göstermediği bildirilmiştir.

Lu ve ark. (2008) tarafından bir çalışmada ise, Çin' in geleneksel bir yemeği olan ve fermente edilmiş pirinçlerden yapılan noodle örneklerinden, laktik asit bakterilerinin ve mayaların izolasyonu, karakterizasyonu ve tanımlanmasının yapıldığı rapor edilmiştir. Yapılan araştırmada, örneklerden toplam 96 mayanın izole edildiği ve bunların 57 tanesinin; *S. cerevisiae* olarak tanımlandığı

belirtilmiştir. *S. cerevisiae* suşlarının API-ZYM test sistemi ile enzim profilleri incelendiğinde, suşlarının hepsinin lipolitik aktivite (esteraz, esteraz lipaz ve lipaz) gösterdiklerinin belirlendiği, bunun yanı sıra suşların sistin arilamidaz, tripsin,  $\alpha$ -kimotripsin, Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz,  $\beta$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukuronidaz,  $\alpha$ -glukozidaz,  $\beta$ -glukozidaz, N-asetil- $\beta$ -glukozaminidaz,  $\alpha$ -mannozidaz ve  $\alpha$ -fukozidaz aktivitelerinin pozitif olduğu; alkalın fosfataz, lösin arilamidaz, valin arilamidaz, asit fosfataz,  $\alpha$ -galaktozidaz aktivitelerinin ise negatif olduğu rapor edilmiştir.

Penacchia ve ark. (2008) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, değişik gıda matrislerinden *S. cerevisiae* türüne ait mayaların izole edildiği ve bu izolatların probiyotik olarak kullanılma potansiyellerinin incelendiği belirtilmektedir. Bu amaçla, 10 adet *S. cerevisiae* suşunun enzimatik karakterizasyonunun, API-ZYM test sistemi ile belirlendiği rapor edilmiştir. İncelenen suşların hepsinde alkalın fosfataz ve lipaz enzim aktivitelerinin zayıf olarak saptandığı belirtilmiştir. Suşların esteraz aktiviteleri incelendiğinde, 10 izolattan 9' unun esteraz enzimini üretebildikleri bildirilmiştir. Çalışmada incelenen izolatların lösin arilamidaz aktivitesi incelendiğinde ise suşların, bu enzim açısından kuvvetli aktivite gösterdikleri ifade edilmiştir. Araştırılan 10 izolattan sadece 1 izolatın kuvvetli pozitif valin arilamidaz aktivitesi gösterdiği, 2 izolatın pozitif aktivite gösterdiği, diğer izolatların zayıf aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Sistin arilamidaz aktiviteleri incelenen 6 izolatın 3 ila 4 arasında değişen derecelerde pozitif olduğu bildirilmiştir. Asit fosfataz aktiviteleri incelenen 10 izolatın 8' inde yüksek enzim aktivitesi olduğu ifade edilmiştir. Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz aktivitesi incelendiğinde, suşlardan sadece 1 izolatın yüksek aktiviteye sahip olduğu, diğer izolatların aktivitelerinin 1-2 arasında değişen derecelerde oldukları rapor edilmiştir. Araştırılan 10 izolattan 2'sinin  $\alpha$ -glukozidaz enzimini üretemedikleri, diğer 8 izolatın aktivitelerinin ise, bu enzim açısından yüksek olduğu ifade edilmiştir. Aynı çalışmada, 5 izolatın 1-2 arasından değişen derecelerde  $\beta$ -glukozidaz aktivitesine sahip oldukları, diğer 5 izolatın ise bu enzimi üretemedikleri belirtilmiştir. Enzim profilleri incelenen 10 adet *S. cerevisiae* suşunun hepsinde tripsin,  $\alpha$ -kimotripsin,  $\alpha$ -galaktozidaz,  $\beta$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukuronidaz, N-asetil- $\beta$ -glukozidaminidaz,  $\alpha$ -mannozidaz,  $\alpha$ -fukozidaz enzimlerinin negatif olarak belirlendiği de rapor edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada; İtalya'nın güneyinde yer alan Calabria bölgesine ait Moscato di Saracena şarabından *S. cerevisiae* suşlarının izolasyonu, tanımlanması ve bu suşların teknolojik özelliklerinin belirlendiği rapor edilmiştir (Aponte ve Blaitto, 2016). Bu amaçla, 26 *S. cerevisiae* suşunun izole edildiği ve bu suşların teknolojik karakterizasyonlarının yapıldığı belirtilmiştir. Çalışmada incelenen bu suşlar arasında en iyi özellik gösteren 4 izolatın enzim profillerinin API-ZYM test kiti ile araştırıldığı bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre incelenen izolatların; tripsin,  $\alpha$ -kimotripsin,  $\alpha$ -galaktozidaz,  $\beta$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukuronidaz, N-asetil- $\beta$ -glukozaminidaz,  $\alpha$ -mannozidaz,  $\alpha$ -fukozidaz enzim aktivitelerine sahip olmadıkları, alkalın fosfataz, lipaz, naftol-AS-BI-fosfohidrolaz enzimleri açısından ise suşların, zayıf aktivite (derece=1) gösterdikleri rapor edilmiştir. Aynı zamanda, incelenen izolatların esteraz lipaz, valin arilamidaz enzim aktivitelerinin de nispeten zayıf oldukları (derece; 2) belirtilmiştir. İzolatların sistin arilamidaz aktivitelerinin ve lösin arilamidaz aktivitelerinin yüksek olduğu rapor edilmiştir. Suşlar esteraz enzimi açısından incelendiğinde ise, üç suşta 3-4 aralığında değişen derecelerde aktivite bulunduğu, diğer bir izolatın ise esteraz aktivitesinin zayıf olduğu ifade edilmiştir.

Yunanistan' da, Kalamata doğal siyah zeytin fermantasyonundan izole edilen mayaların probiyotik potansiyellerinin ve teknolojik karakterizasyonlarının yapıldığı bir çalışmada, toplam 49 maya suşunun izole edildiği ve bunlardan 6 tanesinin *S. cerevisiae* türüne ait olduğu rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada bu maya izolatlarının API-ZYM enzim sistemi ile enzim aktivitelerinin incelendiği rapor edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, incelenen suşların hepsinin esteraz, esteraz lipaz, lösin arilamidaz, valin arilamidaz ve sistin arilamidaz aktivitesi gösterdikleri bildirilmiştir. Suşların lipaz, tripsin,  $\alpha$ -kimotripsin,  $\beta$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukoronidaz, N-asetil- $\beta$ -glukozaminidaz,  $\alpha$ -mannozidaz ve  $\alpha$ -fukosidaz enzimlerini ise, üretmedikleri rapor edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada, incelenen izolatların alkalın fosfataz, asit fosfataz, Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz,  $\alpha$ -galaktozidaz,  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\beta$ -glukozidaz aktivitelerinin ise, değişken oldukları rapor edilmiştir (Bonatsou ve ark., 2018).

Fildişi Sahili' nde yetişen çeşitli palm ağaçlarının özsularının kullanılmasıyla üretilen şarapların maya florasının incelendiği bir çalışmada, maya izolatlarının

enzimatik profillerinin API-ZYM test kiti ile araştırıldığı rapor edilmiştir. Anılan çalışmada, toplam 360 mayanın izolasyonunun gerçekleştirildiği, bunlardan sadece 4 tanesinin *S. cerevisiae* olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının hiçbirinin esteraz, lipaz, tripsin,  $\alpha$ -kimotripsin,  $\alpha$ -galaktozidaz,  $\beta$ -galaktozidaz,  $\beta$ -glukoronidaz,  $\beta$ -glukozidaz, N-asetil- $\beta$ -glukozaminidaz,  $\alpha$ -mannozidaz ve  $\alpha$ -fukosidaz bu enzim aktivitelerini gösteremedikleri rapor edilmiştir. Asit fosfataz ve lösin arilamidaz enzim aktivitelerinin açısından incelendiğinde ise suşların yüksek enzimatik aktivite (derece; 5) gösterdikleri belirtilmiştir. Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz ve valin arilamidaz aktiviteleri açısından ise değişken oldukları; alkalın fosfataz, esteraz lipaz, sistin arilamidaz,  $\alpha$ -glukozidaz enzim aktivitelerinin ise ya hiç olmadıkları ya da çok az aktivite gösterdikleri rapor edilmiştir (Amoikon ve ark., 2018).

#### **4.5. Teknolojik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi ile Değerlendirilmelerine İlişkin Sonuçlar**

Tez çalışmasının bu aşamasında, izolatların teknolojik özellikleri açısından değerlendirilmeleri ve öne çıkan suşların belirlenebilmesi amacıyla istatistiksel bir yöntem olan; Temel Bileşen Analizinden (TBA) yararlanılmıştır (bkz. Bölüm 3.2.6.). TBA grafiklerinin görsel olarak daha anlaşılır hale getirilmesi amacıyla, incelenen *S. cerevisiae* suşları numaralandırılmıştır (Çizelge Ek 5.1.). Çizelge Ek 5.2.' de, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının teknolojik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen ve temel bileşen analizinin uygulanmasında giriş verisi olarak seçilen gelişme ve hacim indeksi değerleri verilmektedir. Bu çalışma için TBA değişkenleri; incelenen suşların teknolojik özelliklerinin belirlendiği deneyler olup, analizde araştırılan toplam 83 izolatın bu deneylerde vermiş oldukları yanıtlar veri olarak kullanılarak, analiz gerçekleştirilmiştir. Analizde toplam 15 değişken kullanılmış olup bunlar; 10°C, 20°C ve 37°C' llerde gelişme; tuz derişimi %2, %4 ve %6 olan besiyerlerinde gelişme; pH' sı 2.5, 3.8 ve 9.0 olan besiyerlerinde gelişme; %0.5 veya %1 asetik asit veya laktik asit içeren besiyerlerinde gelişme ile, 25°C ve 30°C' llerde hamur kabartma yeteneğidir. Gerçekleştirilen deneylerde, izolatlar arasında farklılığın gözlemlenmediği 4 değişkene (10°C' de gelişme, tuz derişimi %6 olan besiyerinde gelişme, %0.5 veya %1 asetik asit içeren besiyerlerinde gelişme) ait yanıtlar, temel bileşen analizi sırasında, değerlendirmeye katılmamışlardır. Çizelge Ek 5.3.' te; gelişme



ve hacim indeksi verilerinin değerlendirilmelerinde kullanılan aralıklar ve bu değerlere karşılık gelen kodlar verilmiştir. TBA' nin uygulandığında, farklı pH dereceleri, tuz derişimleri ve sıcaklıklarda gelişme ile laktik ve asetik aside karşı direnç, hamur kabartma yeteneği analizlerinden elde edilen ve gelişme veya hacim indeksleri (GI veya VI) değerleri olarak modellenen sonuçlar, Çizelge Ek 5.4.' te gösterildiği şekilde kodlanmışlardır.

İstatistiksel analiz sırasında, çalışmada her bir değişken için elde edilen yanıtlardan (verilerden) hesaplanan; GI veya VI verilerinin kodlanmış değerleri, TBA programında giriş verileri olarak kullanılmıştır. Çizelge Ek 5.4.' te, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının hesaplanan gelişme ve hacim indeksleri verilerinin, temel bileşen analizi için kodlanmış değerleri verilmektedir. İstatistiksel değerlendirmede ilk olarak, analizlerde elde edilen verilerin, TBA' ya uygunluğunu test etmek amacıyla bu verilere, Barlett küresellik testi uygulanmıştır (Çizelge Ek 5.5.). Barlett küresellik testi değerinin yüksek anlamlılık taşıması ( $p < 0.0001$ ) durumunda, yani; hesaplanan p değerinin, alfa olarak verilen; anlamlılık düzeyinden küçük olması durumunda, elde edilen deneysel araştırma verilerinin istatistiksel analizler için uygun olduğu ifade edilmektedir (Demirhan ve Bozkurt, 2010). Yapılan analizde, verilere Barlett küresellik testi uygulandığında, program yardımıyla hesaplanan p-değerinin; 0.0001 olup, alfa değerinden (0.05) küçük olduğu saptanmış ve deneysel verilerin temel bileşen analizi için anlamlı bulunduğu belirlenmiştir. TBA' nin verilere uygulanabilirliğini gösteren diğer bir ölçüt, ilgili programda Kaiser-Meyen-Olkin (KMO) örneklem uygunluk ölçüsü olarak verilmektedir. Bu yöntemde, değerşkenlerin toplam almış oldukları KMO değerinin incelendiği ve incelenen bu değerin 0.5' ten büyük olması gerektiği rapor edilmektedir (Kellekçi ve Berköz, 2006). Çalışmamızda, kullanılan program tarafından verilere uygulanan KMO testi sonucunda elde edilen; toplam KMO değerini incelendiğinde, bu değerin; 0.586 olduğu belirlenmiştir (bkz. Çizelge Ek 5.6.). Araştırma verilerimize TBA' nin uygulanabileceği, KMO testi ile de doğrulanmıştır.

Çizelge 4.11.' de; kodlanmış verilere uygulanan TBA sonucunda, program tarafından hesaplanan; korelasyon matrisi özdeğerleri verilmektedir. Çizelge Ek 5.7.' de, teknolojik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değerşkenlere

ait kodlanmış yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapmaları, Çizelge Ek 5.8.' de ise, teknolojik özelliklerinin belirlendiği deneylere ait değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen; korelasyon matrisi değerleri gösterilmektedir.

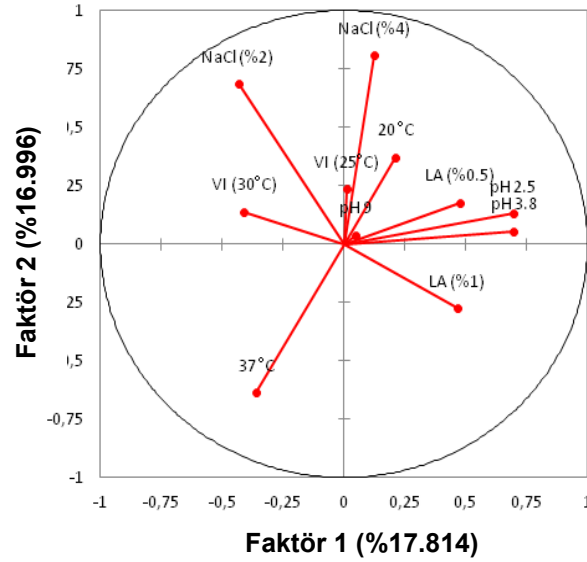
**Çizelge 4.11.** Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerinde elde edilen verilere uygulanan TBA sonucunda elde edilen korelasyon matrisi özdeğerleri

|                  | <b>Özdeğerler<br/>(Eigenvalues)</b> | <b>Varyans (%)</b> | <b>Kümülatif (%)</b> |
|------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Faktör 1</b>  | 2.060                               | 17.814             | 17.814               |
| <b>Faktör 2</b>  | 1.760                               | 16.996             | 34.810               |
| <b>Faktör 3</b>  | 1.231                               | 11.192             | 46.002               |
| <b>Faktör 4</b>  | 1.150                               | 10.452             | 56.454               |
| <b>Faktör 5</b>  | 1.022                               | 9.287              | 65.741               |
| <b>Faktör 6</b>  | 0.832                               | 7.564              | 73.305               |
| <b>Faktör 7</b>  | 0.774                               | 7.033              | 80.338               |
| <b>Faktör 8</b>  | 0.686                               | 6.238              | 86.576               |
| <b>Faktör 9</b>  | 0.570                               | 5.184              | 91.760               |
| <b>Faktör 10</b> | 0.510                               | 4.636              | 96.396               |
| <b>Faktör 11</b> | 0.396                               | 3.604              | 100.000              |

İlgili program kullanılarak yapılan değerlendirme sonucunda, özdeğerleri (eigenvalues) 1' den küçük olan faktörler (F6-F11) ihmal edilerek, faktör sayısı 5' e indirilmiştir (Çizelge 4.11.). Faktör sayısı belirlendikten sonra, program tarafından hesaplanan faktör yükleri, değişkenlerin yüksek ilişki verdiği faktörlerin bulunması amacıyla, mutlak değerce incelenmiştir (bkz. Çizelge Ek 5.9.). Yapılan inceleme sonunda, birinci faktörün, 37°C' de gelişme, düşük pH' da gelişme, %4 tuz derişimi içeren besiyerinde gelişme ve %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme değişkenlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Bileşimlerinde %2 ve %4 tuz içeren besiyerlerinde gelişme ile, %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme değişkenlerinin ise, Faktör 2' yi oluşturdukları saptanmıştır. Faktör 3' ün ise, pH' sı 9 olan besiyerinde gelişme, 30°C' de hamur kabartma yeteneği ve %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme değişkenini içerdiği belirlenmiştir. Faktör 4' ü oluşturan tek değişkenin; 25°C hamur kabartma yeteneği olduğu tespit edilmiştir. 20°C' de gelişme ve 30°C' de hamur kabartma yeteneği değişkenlerinin faktör 5' e yüklendikleri tespit edilmiştir. Çalışmaya, yüksek varyansa sahip olan Faktör 1 ve Faktör 2 ile devam edileceği için, değişkenlerin bu faktörlere yüklenmeleri incelenmiştir. Bu kapsamda, değişkenlerin sadece Faktör 1 ve Faktör 2 yükleri

mutlak değerce incelenmiştir. Bu aşamada; iki faktöre de eşit şekilde yüklendiği belirlenen; tuz derişimi %4 olan besiyerinde gelişme ile 25°C' de hamur kabartma yeteneklerini ifade eden değişkenlere (faktörler), varimax rotasyonu uygulanmasına karar verilmiştir (bkz. Çizelge Ek 5.10.).

Şekil 4.1.' de; çalışmada kullanılan değişkenlerin (teknolojik özelliklerin belirlendiği deneylerden elde edilen veriler) oluşturduğu ve en yüksek varyansa sahip olan faktörlerin (Faktör 1 ve Faktör 2) oluşturduğu düzlemdeki projeksiyonları (TBA grafiği) verilmektedir. Şekil 4.2.' de ise gözlemlerin (deneylerde incelenen *S. cerevisiae* suşlarının), en yüksek varyansa sahip olan faktörlerin (Faktör 1 ve Faktör 2) oluşturduğu düzlemdeki konumları verilmiştir.

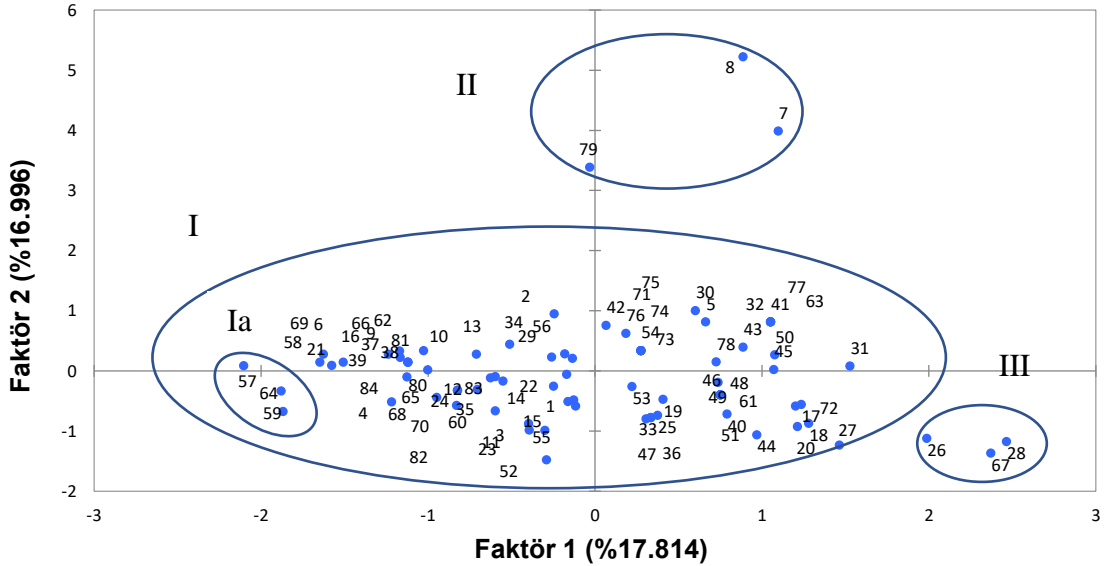


**Şekil 4.1.** Teknolojik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları

Şekil Ek 5.1. ve Ek 5.2.' de sırasıyla; teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait ham veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları ve gözlemlerin faktöriyel düzlemdeki dağılımları verilmektedir.

Bu çalışmada, deneysel verilere TBA uygulanmasından sonra, faktörlerin, kullanılan program tarafından hesaplanan özdeğerleri incelenmiş olup, özdeğeri 1' den büyük olan 5 faktörün bulunduğu (bkz. Çizelge 4.11.) belirlenmiştir. Bu 5 faktörün, toplam (kümülatif) varyansın; %65.741' sini açıkladığı saptanmıştır.

Çizelge 4.11. ve Şekil 4.1. incelendiğinde de görülebileceği gibi, en yüksek varyansa sahip olan; birinci (F1) ve ikinci (F2) faktörlerin varyansları sırasıyla; %17.814 ve %16.996 olarak hesaplanmıştır. F1 ve F2 faktörlerinden sonra en yüksek kümülatif varyansa (%29.006) sahip olan F1 ve F3 faktörlerinin oluşturdukları faktöriyel düzlemdeki değişkenlerin projeksiyonları ve gözlemlerin (*S. cerevisiae* suşlarının) bu faktöriyel düzlemdeki konumları birlikte; Şekil Ek 5.3.' te verilmektedir. İlgili program tarafından hesaplanan diğer faktörler incelendiğinde ise, Faktör 4 ve Faktör 5' in kümülatif varyanslarının en düşük (%19.739) olduğu gözlemlenmiştir. Fakat, değişkenlerin faktör yükleri incelendiğinde, 20°C' de gelişebilme özelliği ile 25°C' de ve 30°C' de hamur kabartma yeteneği değişkenlerinin Faktör 4 ve Faktör 5' e yüklendikleri belirlenmiştir (bkz. Çizelge Ek 5.4.). Bu nedenden dolayı, bu iki faktör tarafından oluşturulan TBA grafiğinde, bahsi geçen değişkenlerin ve bu değişkenler açısından öne çıkan gözlemlerin konumlarının Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzleme göre daha iyi ayırt edilebildiği belirlenmiştir. Faktör 4 ve Faktör 5 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki değişkenlerin projeksiyonları ve gözlemlerin bu faktöriyel düzlemdeki konumları da birlikte; Şekil Ek 5.4.' te gösterilmiştir.



**Şekil 4.2.** Teknolojik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, gözlemlerin (*S. cerevisiae* suşlarının) faktöriyel düzlemdeki dağılımları

Deneyleerde incelenen *S. cerevisiae* suşlarının (gözlemlerin), Şekil 4.2.' de verilen TBA grafiğindeki dağılımları incelendiğinde, suşların üç gruba ayrıldıkları tespit edilmiştir. İlgili grafikte, daha fazla suşun toplandığı birinci grubun içerisinde, kontrol olarak kullanılan ticari maya da (1 no' lu *S. cerevisiae* suşu) dahil olmak üzere toplam 78 izolatın yer aldığı ve bu büyük grubun, faktöriyel düzlemde, F1 ile F2 eksenlerinin kesim noktası ve F1 eksenini boyunca dağıldıkları belirlenmiştir. Bu birinci grubun içerisinde ve solunda yer alan suş; 57, 59 ve 64' den oluşan bir alt grubun (Ia) bulunduğu tespit edilmiştir. Alt grup olarak saptanan; 57, 59 ve 64 no' lu *S. cerevisiae* suşlarının ortak özelliklerinin; düşük pH' da (pH 2.5 ve pH 3.8) ve %0.5 laktik asit içeren ortamda, birinci gruptaki izolatlarla karşılaştırıldığında, daha zayıf gelişmeleri nedeni ile bir alt küme oluşturdukları tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, bu üç izolatın 37°C' de gelişmeleri ile hamur kabartma yeteneklerinin, birinci grupta yer alan diğer suşlarla karşılaştırıldıklarında, daha iyi oldukları da belirlenmiştir. TBA grafiğindeki *S. cerevisiae* 7, 8 ve 79 no' lu suşlardan oluşan ikinci grubun (II) ise, birinci grubun oluşturduğu kümenin oldukça dışında yer aldığı (bkz. Şekil 4.2.) görülmektedir. Söz konusu bu üç izolatın birinci gruptan farklılık göstermelerinin nedeni; tuz derişimleri sırasıyla; %2 ile %4 olan besiyerlerinde gelişebilme özellikleri ile, 20°C' deki gelişme özelliklerinin daha iyi olmasıdır. Şekil 4.2.' de verilen TBA grafiğinde yer alan *S. cerevisiae* 26, 28 ve 67 no' lu suşlarının oluşturdukları üçüncü grup, faktöriyel düzlemin sağ alt tarafında yer almaktadır. Bu üç izolatın, I. ve II. gruptaki suşlar ile karşılaştırıldıklarında, %1 laktik asit içeren ortamlarda daha iyi gelişmeleri ile farklılaştığı belirlenmiştir. Teknolojik açıdan öne çıkan suşların saptanmasında; pH 2.5, pH 3.8 ve 9.0' da gelişebilme, 20°C ve 37°C' lerde gelişebilme, 30°C' de hamuru kabartabilme, %0.5 laktik asit içeren ortamlarda gelişebilme, %2 NaCl içeren besiyerinde gelişebilme özellikleri dikkate alınmıştır. Şekil 4.1.' de verilen; değişkenlerin faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları ve Şekil 4.2' de gösterilen; suşların düzlemdeki dağılımları incelendiğinde, düzlemin sağında kalan bölgede bulunan izolatların düşük pH' da gelişme özellikleri, %0.5 laktik asit içeren ortamlarda gelişebilmeleri, 37°C' de gelişme özellikleri ve 30°C' de hamur kabartma yetenekleri açısından, diğer suşlardan farklılık gösterdikleri saptanmıştır. İncelenen izolatlardan; *S. cerevisiae* 27, 30, 31, 40, 47, 50, 51, 54, 61, 67, 71, 73, 74, 75 no' lu suşların, düşük pH' da gelişebilme, %0.5 laktik asit

içeren ortamlarda gelişebilme, 37°C' de gelişebilme ve hamur kabartma yeteneklerinden dolayı teknolojik açıdan öne çıktıkları belirlenmiştir. 19, 25, 26 no' lu suşlar ise, yukarıda bahsi geçen özelliklere ilaveten, alkali pH' da da iyi gelişebilmeleri nedeni ile seçilmişlerdir. Bu üç izolatın da faktöriyel düzlemin sağında yer aldıkları belirlenmiştir. 79 no' lu Gerede 2-3 izolatının düşük pH' yı tolere edebilmesi, 37°C' de gelişebilmesi, %2 oranında tuz içeren ortamda gelişebilmesi ve laktik asidin %0.5 derişiminde gelişme özelliğinin iyi olması nedeni ile, probiyotik karakterizasyon deneyleri için seçilen izolatlar arasına girmiştir. Düzlemin sol tarafında ve I. grubun içerisinde yer alan 38, 55, 56, 60, 65 no' lu suşların ise, düşük pH' da gelişme özelliklerinin iyi olmasının yanı sıra, 37°C gelişebilmeleri ve hamur kabartma yetenekleri açısından farklı olmaları nedeniyle ayrılmışlardır. Gönen 2 ve Gönen 3 izolatlarının, 20°C' de ve %4 tuz içeren ortamda kısmen de olsa gelişebilmeleri nedeniyle incelenen diğer *S. cerevisiae* suşlarından farklı oldukları belirlenmiştir. Bu izolatlar anılan özellikleri açısından farklılık göstermelerine rağmen, probiyotik mikroorganizma seçiminde önemli bir ölçüt olan 37°C' de gelişememeleri nedeniyle, probiyotik özelliklerin belirlenmesi deneylerine alınmamışlardır. Gerçekleştirilen TBA ile, incelenen toplam 83 izolattan, teknolojik özellikleri açısından üstün bulunan 23' ü, probiyotik karakterizasyonlarını inceleyebilmek amacıyla seçilmişlerdir (Çizelge 4.12.).

**Çizelge 4.12.** Teknolojik özellikleri açısından üstün bulunan *S. cerevisiae* suşları

| <b><i>S. cerevisiae</i> suşları</b> | <b>Suş numaraları</b> |
|-------------------------------------|-----------------------|
| BEV 2-6                             | 19                    |
| Lipa 3                              | 25                    |
| Manisa 1                            | 26                    |
| Manisa 3                            | 27                    |
| Kafes 2                             | 30                    |
| Kafes 4                             | 31                    |
| BES 4                               | 38                    |
| Has 3                               | 40                    |
| Som-un 6                            | 47                    |
| Zorlu 6                             | 50                    |
| AGES 1                              | 51                    |
| AGES 9                              | 54                    |
| Örencik 1-2                         | 55                    |
| Örencik 2-1                         | 56                    |
| Örencik 5-1                         | 60                    |
| Örencik 6-2                         | 61                    |
| İstanbul 4                          | 65                    |
| Odunpazarı 2                        | 67                    |

**Çizelge 4.12.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae suşları</b> | <b>Suş numaraları</b> |
|------------------------------|-----------------------|
| Bonelli 3                    | 71                    |
| Çarşı 1-6                    | 73                    |
| Yeşildere 1                  | 74                    |
| Yeşildere 4                  | 75                    |
| Gerede 2-3                   | 79                    |

#### **4.6. Enzim Profilleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi ile Değerlendirilmelerine İlişkin Sonuçlar**

İncelenen suşların enzim profillerindeki benzerliklerin/farklılıkların ortaya konulmasında da, temel bileşen analizinden yararlanılmıştır. Bu amaçla, TBA' de değişken olarak; incelenen suşlara ait API-ZYM enzim test kiti ile elde edilen enzim profilleri, programda giriş verileri olarak kullanılmıştır. Öncelikli olarak deneysel verilerin TBA' ya uygunluğunu incelemek amacıyla, Barlett küresellik testi ve Kaiser-Meyer-Olkin örneklem uygunluk ölçüsü, ilgili program tarafından hesaplanmıştır. Enzim profillerinin belirlendiği deneylerden elde edilen verilere uygulanan Barlett küresellik testinin sonuçları; Çizelge Ek 6.1.' de, Kaiser-Meyer-Olkin testinin sonuçları ise, Çizelge Ek 6.2.' de verilmektedir. Bu deneylerde kullanılan değişkenlere ait yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapmaları Çizelge Ek 6.3.' te, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri ise; Çizelge Ek 6.4.' te yer almaktadır.

Elde edilen verilere, Barlett küresellik testi uygulandığında, program yardımıyla hesaplanan p-değerinin; 0.0001 olup, alfa değerinden (0.05) küçük olduğu saptanmıştır (bkz. Çizelge Ek 6.1.). Bu test sonucuna göre, deneysel verilerin temel bileşen analizi için anlamlı bulunduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda, kullanılan program tarafından verilere uygulanan Kaiser-Meyen-Olkin (KMO) testi sonucunda elde edilen toplam KMO değeri incelendiğinde, bu değer; 0.571 olduğu ve verilere TBA uygulanabileceği belirlenmiştir (bkz. Çizelge Ek 6.2.).

Çizelge Ek 6.5.' te; TBA programı tarafından hesaplanan, enzim profillerinin belirlendiği deneylerden elde edilen verilere ait faktör yükleri verilmektedir.

Bu veriler kullanılarak yapılan TBA sonucunda elde edilen korelasyon matrisi özdeğerleri, varyansları ve kümülatif varyansları; Çizelge 4.13.' te verilmektedir.

Bu çalışmada, enzim verilerine TBA uygulanmasından sonra, faktör sayısının belirlenebilmesi amacıyla, kullanılan program tarafından hesaplanan korelasyon matrisi özdeğerleri incelenmiş olup, özdeğerleri 1' den büyük olan 6 faktörün bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13.).

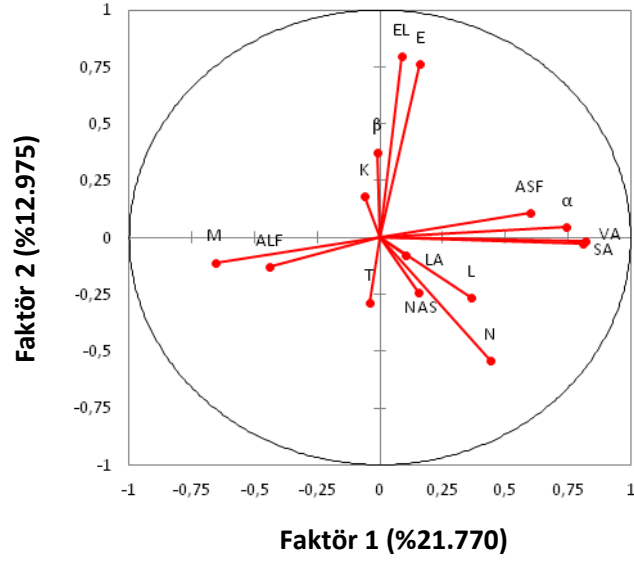
**Çizelge 4.13.** Enzim profillerinin belirlenmesi deneylerinde verilere uygulanan TBA sonucunda elde edilen korelasyon matrisi özdeğerleri

|                  | <b>Özdeğerler<br/>(eigenvalues)</b> | <b>Varyans (%)</b> | <b>Kümülatif (%)</b> |
|------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Faktör 1</b>  | 3.266                               | 21.770             | 21.770               |
| <b>Faktör 2</b>  | 1.946                               | 12.975             | 34.746               |
| <b>Faktör 3</b>  | 1.361                               | 9.071              | 43.816               |
| <b>Faktör 4</b>  | 1.220                               | 8.134              | 51.951               |
| <b>Faktör 5</b>  | 1.085                               | 7.232              | 59.182               |
| <b>Faktör 6</b>  | 1.035                               | 6.901              | 66.083               |
| <b>Faktör 7</b>  | 0.977                               | 6.515              | 72.599               |
| <b>Faktör 8</b>  | 0.865                               | 5.767              | 78.365               |
| <b>Faktör 9</b>  | 0.818                               | 5.457              | 83.822               |
| <b>Faktör 10</b> | 0.776                               | 5.173              | 88.995               |
| <b>Faktör 11</b> | 0.497                               | 3.312              | 92.307               |
| <b>Faktör 12</b> | 0.436                               | 2.906              | 95.213               |
| <b>Faktör 13</b> | 0.362                               | 2.410              | 97.623               |
| <b>Faktör 14</b> | 0.220                               | 1.468              | 99.091               |
| <b>Faktör 15</b> | 0.136                               | 0.909              | 100.000              |

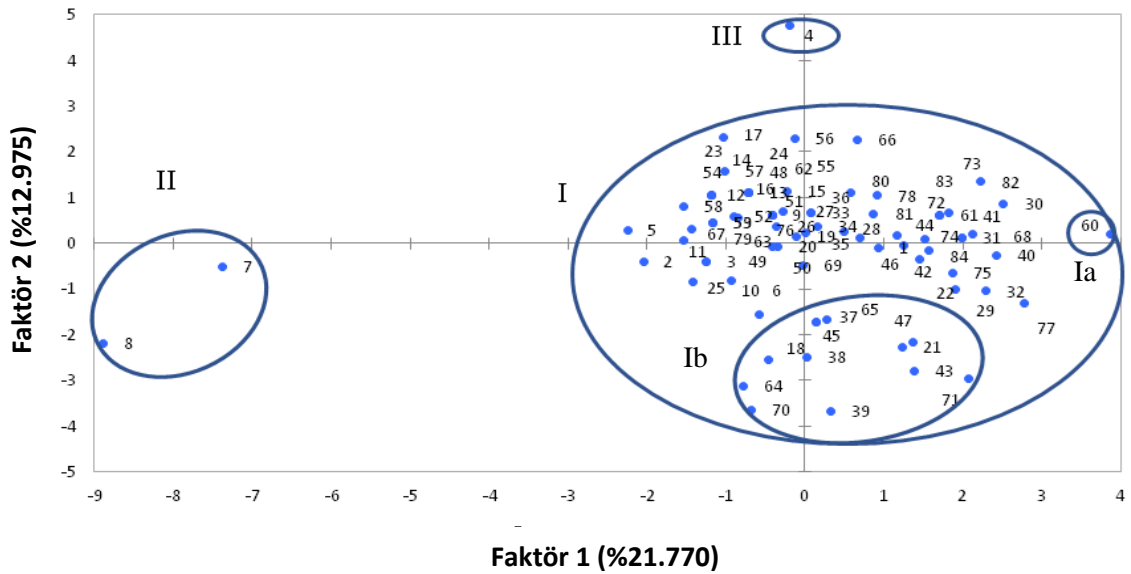
Şekil 4.3.' te; çalışmada kullanılan değişkenlerin (enzim test kiti ile elde edilen enzim profilleri) oluşturduğu ve en yüksek varyansa sahip olan faktörlerden (Faktör 1 ve Faktör 2) elde edilen düzlemdeki projeksiyonları (TBA grafiği) verilmektedir. Şekil 4.4.' te ise gözlemlerin (deneylerde incelenen *S. cerevisiae* suşlarının), en yüksek varyansa sahip olan faktörlerin (Faktör 1 ve Faktör 2) oluşturduğu düzlemdeki konumları verilmiştir.

Özdeğerleri 1' den büyük olan 6 faktörün, toplam (kümülatif) varyansın; %66.080' ini açıkladığı saptanmıştır. Çizelge 4.13. ve Şekil 4.3. incelendiğinde de görülebileceği gibi, en yüksek varyansa sahip olan; birinci (F1) ve ikinci (F2) faktörlerinin varyansları sırasıyla; %21.770 ve %12.975 olarak hesaplanmıştır.





**Şekil 4.3.** Enzim profillerinin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları (ALF: Alkali fosfataz, E: Esteraz, EL: Esteraz Lipaz, L: Lipaz, LA: Lösin arilamidaz, VA: Valin arilamidaz, SA: Sistin arilamidaz, T: Tripsin, K:  $\alpha$ -kimotripsin, ASF: Asit fosfataz, N: Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz,  $\alpha$ :  $\alpha$ -glukozidaz,  $\beta$ :  $\beta$ -glukozidaz, NAS: N-asetil- $\beta$ -glukoaminnidaz, M:  $\alpha$ -mannozidaz)



**Şekil 4.4.** Enzim profillerinin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, gözlemlerin (*S. cerevisiae* suşlarının) faktöriyel düzlemdeki dağılımları

Şekil 4.4.' teki değişkenlerin düzlemdeki yerleri ile gözlemlerin (suşların) dağılımları incelendiğinde görülebileceği gibi faktöriyel düzlemin sağ tarafında yer alan suşların esteraz, esteraz lipaz, asit fosfataz,  $\alpha$ -glukozidaz, sistin arilamidaz, valin arilamidaz enzimlerini taşıdıkları tespit edilmiştir. Düzlemin aşağısında bulunan gözlemlerin ise; nispeten daha yüksek Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz enzim aktivitesine (derece; 3) sahip olmaları nedeniyle, bahsi geçen enzim aktivitesi açısından öne çıktıkları belirlenmiştir.

Şekil 4.4.' te görülen; suşların TBA düzlemindeki dağılımları incelendiğinde bunların 3 ana grup altında toplandıkları tespit edilmiştir. En fazla suşun yer aldığı birinci grubun (I) içerisinde, kontrol olarak kullanılan ticari mayanın da olduğu toplam; 81 izolatın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu grubun ağırlıklı olarak, eksenlerin kesişim noktasında dağıldıkları belirlenmiştir. Birinci grubu oluşturan suşların çoğunun F1 ekseninin hemen yukarısında yer aldıkları saptanmıştır. Bu durumun da; esteraz ve esteraz lipaz aktivitelerinin, Faktör 2 ile pozitif ilişkili olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu nedenden dolayı, F1 ekseninin yukarısında bulunan suşların bahsi geçen enzim aktivitelerinin, grubun içerisinde yer alan diğer *S. cerevisiae* suşlarına göre, nispeten daha iyi olduğu saptanmıştır.

İlgili TBA grafiğinde, birinci grubun içerisinde ve en sağında yer aldığı belirlenen 60 no' lu *S. cerevisiae* suşunun, sistin ve valin arilamidaz aktivitelerinin, enzim profilleri incelenen diğer suşlardan daha yüksek olması nedeniyle bu suşun, tek başına birinci grubun içerisinde bir alt küme (Ia) oluşturduğu saptanmıştır.

Şekil 4.3.' te görülen değişkenlerin orijinal konumları ve Şekil 4.4.' te gözlemlerin dağılımları incelendiğinde görülebileceği gibi, *S. cerevisiae* 18, 21, 37, 38, 39, 43, 45, 47, 64, 65, 70, 71 no' lu suşlarının esteraz ve esteraz lipaz aktivitelerinin birinci grupta yer alan suşlardan daha zayıf olması ve buna ilaveten bu suşların, Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz enzim aktivitelerinin pozitif olmasından dolayı birinci grubun içerisinde bir alt küme (Ib) oluşturdukları belirlenmiştir. TBA grafiğinde görülen ve *S. cerevisiae* 7 ile 8 no' lu suşlarından oluşan ikinci grubun (II) ise, birinci grubun oldukça dışında yer aldıkları saptanmıştır. Belirtilen bu iki suşun  $\alpha$ -glukozidaz aktivitelerinin negatif olması ve ayrıca, birinci kümeyi oluşturan 81 izolatın mannozidaz aktivitesi göstermezken, 7 ve 8 no' lu suşların çok zayıf da

olsa bu enzim aktivitesini göstermeleri nedeniyle, birinci gruptan farklılık gösterdikleri; bu nedenden dolayı düzlemin sol tarafında yer aldıkları tespit edilmiştir.

Şekil 4.4.' te görülen ve faktöriyel düzlemin yukarısında yer aldığı ve tek başına üçüncü grubu oluşturduğu belirlenen 4 no' lu *S. cerevisiae* suşunun ise, esteraz ve esteraz lipaz aktivitelerinin birinci grupta yer alan suşlardan nispeten daha iyi olması nedeniyle (bkz. Çizelge 4.10.) diğer iki gruptan ayrıldığı belirlenmiştir. Buna ilaveten, incelenen diğer *S. cerevisiae* suşlarının  $\beta$ -glukozidaz aktivitesi göstermediği tespit edilirken, 4 no' lu suşun zayıf da olsa bu enzim aktivitesini gösterdiği de belirlenmiştir.

Bu çalışmada, teknolojik özellikleri açısından öne çıktıkları belirlenen 23 suşun, enzimatik özellikleri açısından gruplandırılmaları incelendiğinde (Şekil 4.4.), bunlardan 18 tanesinin (19, 25, 26, 27, 30, 31, 40, 50, 51, 54, 55, 56, 61, 67, 73, 74, 75 ve 79 no' lu *S. cerevisiae* suşları) birinci grupta yer aldıkları tespit edilmiştir. 60 no' lu suşun birinci grubun alt kümesinde (Ia) yer aldığı belirlenirken, diğer 4 suşun (38, 47, 65 ve 71 no' lu *S. cerevisiae* suşları) ise Ib kümesinde yer aldıkları tespit edilmiştir.

Iranzo, Pérez ve Canas (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, İspanya' nın Valdepeñas bölgesinde üretilen şaraplardan izole edilen maya suşlarının, önolojik karakterlerinin ve enzimatik aktivitelerinin incelendiği rapor edilmiştir. Söz konusu araştırmada; API-ZYM test kiti ile 74 suşun enzim profillerinin belirlendiği ve izolatların enzim profilleri arasındaki farklılıkların, TBA ile ortaya konulduğu ifade edilmiştir. TBA değerlendirmesi sonucunda araştırılan suşların 6 grup altında toplandıkları ve bu 6 gruptan 4' ünün daha fazla sayıda maya suşunu içerdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, önolojik karakterler açısından öne çıkan 10 suşun yapılan TBA sonucunda, aynı grupta yer aldıkları belirtilmiştir. Bu grup içerisinde olduğu belirlenen suşların diğerlerine kıyasla; esteraz aktivitelerinin zayıf olduğu ancak, proteinaz ve  $\beta$ -glukuronidaz aktivitelerine sahip oldukları bildirilmiştir. Ayrıca, incelenen 74 suşun  $\beta$ -glukozidaz aktivitelerinin de araştırıldığı ve maya suşlarının çok azında bu enzime rastlanıldığı da rapor edilmiştir.

Rodríguez-Gómez ve ark. (2012) tarafından İspanya' da yapılan bir diğer çalışmada ise, sofralık zeytin üretiminde starter olarak kullanılmak üzere farklı sofralık zeytin proseslerinden izole edilen maya suşlarının araştırıldığı ifade edilmiştir. Bu amaçla, 32 maya suşunun lipaz, esteraz ve  $\beta$ -glukozidaz aktivitelerinin, farklı kültür ortamlarında incelendiği ve bu suşların belirtilen enzim potansiyelleri açısından birbirlerinden ayırt edilebilmesi amacıyla, TBA'dan yararlanıldığı bildirilmiştir. Anılan çalışmada, TBA sonuçları incelendiğinde; 32 maya suşundan 6' sının lipaz, esteraz ve  $\beta$ -glukozidaz enzimlerini üretebilmeleri nedeniyle öne çıktıkları rapor edilmiştir. Bu nedenden dolayı da bu suşların potansiyel starter kültür olarak önerilebilecekleri bildirilmiştir.

Bevilacqua ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Güney İtalya' da yetişen Bella di Cerignola cinsi zeytinlerinden sofralık zeytin üretiminde, starter olarak kullanmak amacıyla, mayaların izole edildiği ve bu izolatların teknolojik özelliklerinin belirlendiği bildirilmiştir. Elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellendikleri ve bu indeks değerlerinin 0, 1 ve 2 olarak kodlanarak, veri girişinin yapıldığı ve TBA uygulandığı ifade edilmiştir. Analiz sonucunda çıkan TBA grafiklerinin yorumlanarak, suşlar arasında seçimler yapıldığı da rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada, suşların araştırılan özelliklerin hepsinde optimal değer gösteremeyebileceği için, önemli olarak kabul edilen; yüksek derişimde tuz içeren ortamda ve 15°C' de gelişme, alkali pH direnci ve  $\beta$ -glukozidaz aktivitesi gibi bazı özelliklerin kritik özellikler olarak seçtikleri ifade edilmiştir. Sonuç olarak anılan çalışmada, incelenen toplam 99 izolattan, daha üstün teknolojik özelliklere sahip bulunan 4 suşun belirlendiği rapor edilmiştir.

Güney İtalya' nın Apulia bölgesinden toplanan ekşi hamurlardan laktik asit bakterilerinin izole edildiği ve bu izolatların bazı teknolojik özelliklerinin (farklı tuz derişimlerinde, farklı sıcaklıklarda ve pH' sı 9.2' ye ayarlanan ortamda gelişme ile asidifikasyon) incelenerek, ekşi hamur fermentasyonunda starter olarak kullanılabilme potansiyellerinin araştırıldığı rapor edilmiştir. Daha sonra, teknolojik karakterlerin belirlenmesi deneylerinden elde edilen analiz sonuçlarının, gelişme indeksi olarak modellendikleri ve suşların farklı sıcaklıklarda (10°C, 15°C ve 45°C) gelişebilme özelliklerinin TBA ile incelendiği rapor edilmiştir. Yapılan TBA sonucunda, suşların 3 gruba ayrıldıkları; birinci

grupta bulunan izolatların 45°C' de gelişebildikleri, üçüncü grubu oluşturan suşların ise 15°C' de gelişebildikleri ifade edilmiştir. Söz konusu araştırmada, incelenen teknolojik karakterler açısından 6 suşun, starter kültür olarak önerilebileceği bildirilmiştir (Corbo ve ark., 2014).

Perricone ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, tahıl bazlı gıdaların üretiminde starter olarak kullanılmak üzere, İtalya' nın Altamura bölgesinden toplanan ekşi hamurlardan, *S. cerevisiae* izolasyonlarının yapıldığı ve bunların, teknolojik ile probiyotik özelliklerinin incelendiği rapor edilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak *S. cerevisiae* suşlarının teknolojik özelliklerinin incelendiği ve bu özellikler açısından üstün bulunan suşların belirlenebilmesi amacıyla, TBA' dan yararlanıldığı ifade edilmiştir. Elde edilen TBA grafiğinde, suşların 2 ana grup oluşturduğu ve bu iki gruptan büyük olan grubun diğerlerine göre daha iyi olan suşları içerdiği ve ayrıca bu grubun da, iki alt gruba ayrıldığı bildirilmiştir. Anılan çalışmada, teknolojik özellikler açısından öne çıkan toplam 18 suşun probiyotik testler uygulamak üzere seçildiği ifade edilmiştir. Gerçekleştirilen testler ile probiyotik karakter gösteren suşların belirlenmesi için de yine TBA' nin uygulandığı belirtilmiştir. Bu araştırmada sonuç olarak; probiyotik özelliklere de sahip olduğu saptanan 2 suş, multifonksiyonel suş olarak tanımlanarak, tahıl bazlı gıdaların fermantasyonunda starter kültür olarak önerilebileceği ifade edilmiştir.

Bonatsou ve ark. (2015) tarafından yapılan bir başka çalışmada, siyah sofralık zeytin prosesinde starter olarak kullanmak amacıyla, multifonksiyonel özellik taşıyan mayaların izolasyon ve karakterizasyonlarının yapıldığı ifade edilmiştir. Bu amaçla, izolatların teknolojik ile enzimatik özelliklerinin belirlendiği ve bunlara ilaveten probiyotik potansiyellerinin de incelendiği rapor edilmiştir. Bu araştırmada, istenilen özellikte mayaların ayırt edilebilmesi amacıyla TBA uygulandığı ifade edilmiştir. Elde edilen grafikler incelendiğinde mayaların 4 grupta toplandıkları belirtilmiştir. Anılan çalışmada, büyük olarak tanımlanan grupta 6 izolatın yer aldığı ifade edilirken, ikinci grupta 5 maya suşunun yer aldığı bildirilmiştir. Diğer iki grubun ise, sadece birer maya suşundan oluştukları ve büyük grupların dışında kaldıkları rapor edilmiştir. Bu çalışma sonucunda,

özellikle iki maya suşunun sofralık zeytin üretiminde starter olarak kullanılmak üzere istenilen özellikleri gösterdikleri de ifade edilmiştir.

Kumari ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, Himalayalar'ın kuzeybatı bölgesine özgü fermente gıdalardan ve içeceklerden izole edilen endojen *Lactobacillus* cinsine ait bakterilerin tanımlamalarının yapıldığı ve tanımlanan bu izolatların bazı probiyotik özelliklerinin incelendiği rapor edilmiştir. Probiyotik analizlerinden elde edilen sonuçların TBA uygulamak üzere, gelişme indeksi değerleri olarak 0, 1 ve 2 şeklinde kodlanarak, modellendiği bildirilmiştir. Söz konusu araştırmada, probiyotik özellikler açısından öne çıkan suşların belirlenebilmesi amacıyla, çizilen TBA grafiklerinin değerlendirildiği ve değişkenlerin faktöriyel düzlemdeki dağılımlarına göre çalışmada elde edilen izolatların A, B ve C olmak üzere, 3 grup altında toplandıkları ifade edilmiştir. Anılan çalışmada, içerisinde kontrol olarak kullanılan suşun da yer aldığı toplam 4 izolattan oluşan C olarak kodlanan grubun, probiyotik karakterler açısından öne çıktığı ve bu üç izolatın starter kültür olarak önerilebileceği ifade edilmiştir.

Güney İtalya bölgesine özgü geleneksel bir peynir olan Fior di Latte' nin üretiminde potansiyel starter olarak kullanılmak üzere laktik asit bakterilerinin izole edildikleri ve bu izolatların teknolojik özellikleri ile ilgili analizlerin yapıldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada da, starter kültür olarak seçilecek olan suşların belirlenmesinde TBA' den yararlanıldığı ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada, öncelikli olarak izolatlara kümeleme analizinin uygulandığı ve bu analiz sonucu oluşan 3 gruba, kendi içlerinde TBA uygulandığı ifade edilmiştir. İzolatların hiçbirinin incelenen bütün teknolojik karakterlerde optimal değer göstermediği ve bu neden dolayı peynir üretiminde önemli olan özellikler göz önünde bulundurularak izolat seçimlerin yapıldığı ifade edilmiştir. Anılan araştırmada, bu yaklaşım dikkate alınarak toplam; 9 izolatın seçildiği bildirilmiştir (Speranza ve ark., 2015a).

Speranza ve ark. (2015b) tarafından yapılan bir araştırmada ise; fermente balık ürünlerinde starter kültür olarak kullanılmak üzere, tuzlu ançüzelerden izole edilen endojen laktik asit bakterilerinin bazı teknolojik karakterlerinin belirlendiği belirtilmiştir. İncelenen bu özelliklerinin analiz sonuçlarının; gelişme indeksi

olarak modellendikleri rapor edilmiştir. Bu gelişme indekslerinin TBA analizi için 0, 1 ve 2 olarak kodlanarak, TBA' da veri olarak kullanıldıkları bildirilmiştir. İzolatların starter kültür olarak kullanılabilme potansiyellerinin değerlendirilmesi ve incelenen bu karakterler açısından öne çıkan suşların belirlenebilmesi için, TBA sonucu elde edilen grafiklerin yorumlandıkları ifade edilmiştir. TBA grafiğinde 2 gruba ayrılan suşlardan grafiğin sol tarafında yer alan izolatların, %20 NaCl içeren ortamda veya 40°C' de gelişebildiği, ayrıca asidifikasyon özellikleri gösterdikleri, düzlemin altında bulunan izolatların ise; 25°C' de gelişebildikleri rapor edilmiştir. Bu çalışmada, izolat seçiminde fermente balık ürünlerinde önemli olduğu düşünülen özelliklerin göz önünde bulundurularak bir seçim gerçekleştirildiği ifade edilmiştir. Bu özellikler arasında; 37°C ve 40°C' de gelişebilme ile izolatların tuza karşı gösterdikleri direncin bulunduğu da rapor edilmiştir. Bu çalışmada, belirtilen özellikler dikkate alınarak 3 izolatın potansiyel starter kültür olarak seçildikleri rapor edilmiştir.

Fildişi Sahili' nde yetişen palm ağaçlarından elde edilen özsuynun, doğal olarak fermente edilmesiyle üretilen şarapta maya çeşitliliğinin incelenmesinin yanı sıra, bu mayaların enzimatik profillerinin de incelendiği rapor edilmiştir. Söz konusu araştırmada; enzimatik profillerinin API-ZYM enzim test kiti ile incelendiği ve elde edilen sonuçların, TBA ile araştırıldığı ifade edilmiştir. Anılan çalışmada, ilgili TBA grafikleri incelendiğinde Faktör 1 ve Faktör 2' nin toplam varyansın %72.58' ini açıkladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, TBA' nın aynı türler içinde yer alan suşların enzim profillerindeki farklılıkların açığa çıkmasını sağladığı da ifade edilmiştir (Amoikon ve ark., 2018).

#### **4.7. S. cerevisiae Suşlarının Bazı Probiyotik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

##### **4.7.1. Antibiyotik Direncin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Mayaların çeşitli antibiyotiklere karşı dirençli olmasının probiyotik kültür seçiminde, istenilen bir özellik olduğu ifade edilmektedir (Syal ve Vohra, 2013; Perricone ve ark., 2014). Çalışmanın bu aşamasında; teknolojik özellikleri açısından öne çıkan 26 adet suşa, probiyotik özellik taşıyıp taşımadıklarının belirlenebilmesi amacıyla, önemli kabul edilen testlerden birisi olan; antibiyotik direnç testi uygulanmıştır (bkz Bölüm 3.2.8.1.). Çalışmada, kontrol olarak da iki

ticari *S. boulardii* suşu (Sb 1, Sb 2) kullanılmıştır. Gerçekleştirilen deneylerin sonucunda; incelenen *S. cerevisiae* suşlarının antibiyotik direncinin belirlenebilmesi için kullanılan beş antibiyotiğin iki farklı derişimine de, kontrol kültürleri de dahil olmak üzere bütün izolatların dirençli oldukları tespit edilmiştir.

Syal ve Vohra (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel fermente Hint yemeklerinden, probiyotik potansiyele sahip mayaların izole edildiği ve bazı özelliklerinin incelendiği rapor edilmiştir. İncelenen probiyotik özellikler arasında, antibiyotik direncin belirlenmesinin de bulunduğu ifade edilmiştir. Söz konusu araştırmada; ampisilin (10 ve 25 µg), klorofenikol (30 µg), eritromisin (5 ve 15 µg), penisilin G (10 µg), streptomisin (25 µg) ve tetrasiklin (30 µg) antibiyotiklerinin bu amaçla kullanıldıkları belirtilmiştir. Örneklerden izole edilmiş olan; 3 adet *S. cerevisiae* suşunun deneylerde kullanılan bütün antibiyotiklere karşı dirençli oldukları, anılan çalışmada rapor edilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada; İtalya' nın Apulian bölgesinden, Ocak ve Nisan olmak üzere iki farklı zamanda ekşi hamur örneklerinin toplandığı ve bu ekşi hamurlardan potansiyel *S. cerevisiae* suşlarının izole edilerek, bu suşların bazı teknolojik ve probiyotik özelliklerinin araştırıldığı rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada, araştırılan mayaların antibiyotik dirençlerinin de saptandığı belirtilmiştir. Anılan araştırmada; antibiyotik direncin, Kirby-Bauer yöntemine göre incelendiği ve bu amaçla deneylerde; eritromisin (78 µg), gentamisin (40 µg), streptomisin (100 µg), klorofenikol (60 µg) ve tetrasiklin (80 µg) kullanıldığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak; araştırılan 20 izolatın tümünün, deneylerde kullanılan bütün antibiyotiklere karşı dirençli oldukları rapor edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

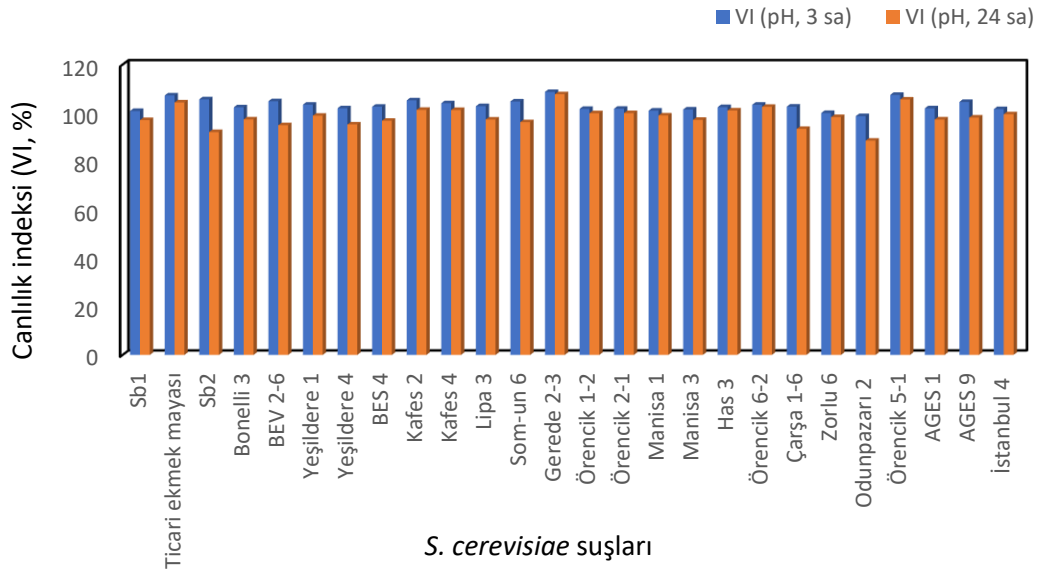
Poloni ve ark. (2017) tarafından yapılan bir başka araştırmada da, fırıncılık endüstrisi yan ürünlerinden izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının hayvan yemlerinde kullanılmak üzere, probiyotik özelliklerinin incelendiği belirtilmiştir. Anılan çalışmada, antibiyotik direnç özelliğinin, Disk-agar difüzyon yöntemine göre belirlendiği bildirilmiştir. İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının ampisilin (10 µg), streptomisin (10 µg), gentamisin (10 µg), neomisin (30 µg), norfloksasin (10 µg), penisilin G (10 UI), sulfonamide 300 (µg) ve trimetoprim (5 µg) antibiyotiklerine



karşı olan dirençleri araştırıldığında, izole edilen 2 *S. cerevisiae* suşunun ikisinin de, bütün antibiyotiklere karşı direnç gösterdikleri rapor edilmiştir.

#### 4.7.2. Düşük pH Değerinde Gelişme Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

Probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmaların karşılaşacağı ilk biyolojik bariyerin mide öz suyunun düşük pH' sı olduğu rapor edilmektedir. Probiyotik amaçlı olarak kullanılması düşünülen bir mayanın seçiminde midedeki gastrik asitliği yansıtan pH değerlerinde (pH 1.5-3.5) gelişebilme özelliğinin önemli bir özellik olduğu ifade edilmektedir (Gueimonde ve Salminen, 2006; Syal ve Vohra, 2013). Bu araştırmada incelenen izolatların pH 2.5' ta gelişebilme yeteneklerinin incelenmesinde; daha önce bölüm 3.2.8.2.' de verilen yöntem uygulanmıştır. Şekil 4.5.' te; incelenen *S. cerevisiae* suşlarının pH' sı 2.5' e ayarlanmış olan YNB besiyerindeki 3. ve 24. saatteki canlılık indeksi değerleri verilmektedir. Çizelge Ek 7.1.' de ise; bu deneyler için *S. cerevisiae* suşlarının ölçülen başlangıç inokülasyon değerleri ile 3. ve 24. saatlerdeki sayım sonuçları ve hesaplanan canlılık indeksi değerleri (VI) verilmektedir.



**Şekil 4.5.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının, pH' sı 2.5' e ayarlanmış olan besiyerindeki 3. ve 24. saatteki canlılık indeksi (VI) değerleri

Şekil 4.5. incelendiğinde görülebileceği gibi, incelenen 23 adet *S. cerevisiae* suşunun hiçbirinde 3 saat sonunda, pH' ı 2.5 olan ortamda, sayısal bir azalmanın

görülmediği, hatta *S. cerevisiae* Zorlu 6 (VI; %99.99) ve Odunpazarı 2 (VI; %98.96) suşları haricinde bütün izolatlarda gelişme (VI>100) görüldüğü saptanmıştır (bkz. Çizelge Ek 7.1.). Kontrol amaçlı kullanılan iki probiyotik suşun inkübasyonun 3. saatindeki canlılık indeksi verileri incelendiğinde, suşların VI değerlerinin 70' ten büyük olduğu, yani 3 saat sonunda iki kontrol suşunun da düşük pH' ya dirençli oldukları saptanmıştır. Benzer şekilde deneylerde kullanılan ticari maya suşunun da iyi bir şekilde pH 2.5' da gelişebildiği saptanmıştır. Ekşi hamurdan izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının 24 saatlik inkübasyon sonundaki VI değerleri incelendiğinde ise *S. cerevisiae* Kafes 2, Kafes 4, Gerede 2-3, Has 3, Örencik 6-2, Örencik 5-1 izolatlarının canlılık indekslerinin, %100' den büyük olduğu; yani düşük pH' da bu izolatların iyi bir şekilde, ticari maya kadar gelişebildikleri belirlenmiştir (Şekil 4.5.). Düşük pH' da gelişme özellikleri araştırılan diğer suşların VI değerlerinin %70' ten büyük olması nedeniyle, bu suşların da, düşük pH' ya dirençli oldukları tespit edilmiştir. Sadece *S. cerevisiae* Odunpazarı 2 izolatının 24. saatteki gelişmesinin (%88.55); diğerlerine kıyasla bir miktar daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Özetle, incelenen her iki inkübasyon süresi için de, kontrol amaçlı kullanılan iki *S. boulardii* suşunun da dahil olduğu toplam 26 izolatın, düşük pH' da gelişebildikleri saptanmıştır.

Ticari *S. boulardii* suşları ile gıda kaynaklı *S. cerevisiae* suşlarının probiyotik özelliklerinin in vitro olarak incelendiği bir çalışmada, düşük pH' da gelişebilme özelliği de araştırılmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen deneyde, aktifleştirilen maya kültürlerinin, pH' sı 2.5' e ayarlanmış YNB besiyerlerine;  $10^6$  hücre/mL derişiminde inokülasyonlarının gerçekleştirildiği ve aşılana besiyerlerinin, 37°C' de 4 saat inkübe edildikleri ifade edilmiştir. İnkübasyon sonunda gerçekleştirilen sayım sonuçlarına göre, incelenen 8 *S. boulardii* suşunun hepsinin ve araştırılan gıda kaynaklı 18 *S. cerevisiae* suşundan 10' unun, bu pH' da üreyemedikleri ancak, canlılıklarını koruyabildikleri rapor edilmiştir (van der Aa Kühle, Skovgaard ve Jespersen, 2005).

Farklı gıdalardan izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının probiyotik özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, izole edilen 22 mayanın pH' sı 2.5' e ayarlanmış gastrik suyunu modelleyen solüsyonun içine süspanse edilerek 37°C' de inkübasyona bırakıldıkları belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada, inkübasyonun 0.

ve 2.5. saatlerinde maya sayımlarının yapıldığı ve sonuçların yüzde olarak verildiği bildirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen sayım sonuçlarına göre, incelenen izolatların hepsinde %87.1 ile %100 arasında değişen oranlarda canlılıklarını koruduklarını, yani araştırılan suşların, düşük pH' ya dirençli oldukları belirtilmiştir (Pennachia ve ark., 2008).

Silva ve ark. (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada, Portekiz' de gerçekleştirilen bir diğer araştırmada, Galega ve Cordovil zeytinlerinin salamuralarından izole edilen mayaların, teknolojik karakterlerinin araştırılmasının yanı sıra probiyotik potansiyellerinin de çalışıldığı rapor edilmiştir. İncelenen probiyotik özellikler arasında; mayaların pH 2.5' de gelişebilme özelliklerin de olduğu bildirilmiştir. Bu amaçla, pH' sı 2.5' e ayarlanmış besiyerlerine inoküle edilen maya kültürlerinin 10 güne kadar inkübe edildikleri belirtilmiştir. Bu çalışmada, elde edilen verilere göre, araştırılan 10 adet *S. cerevisiae* suşu ile yapılan in vitro deneylerde suşların hepsinin pH' da gelişebildikleri rapor edilmiştir.

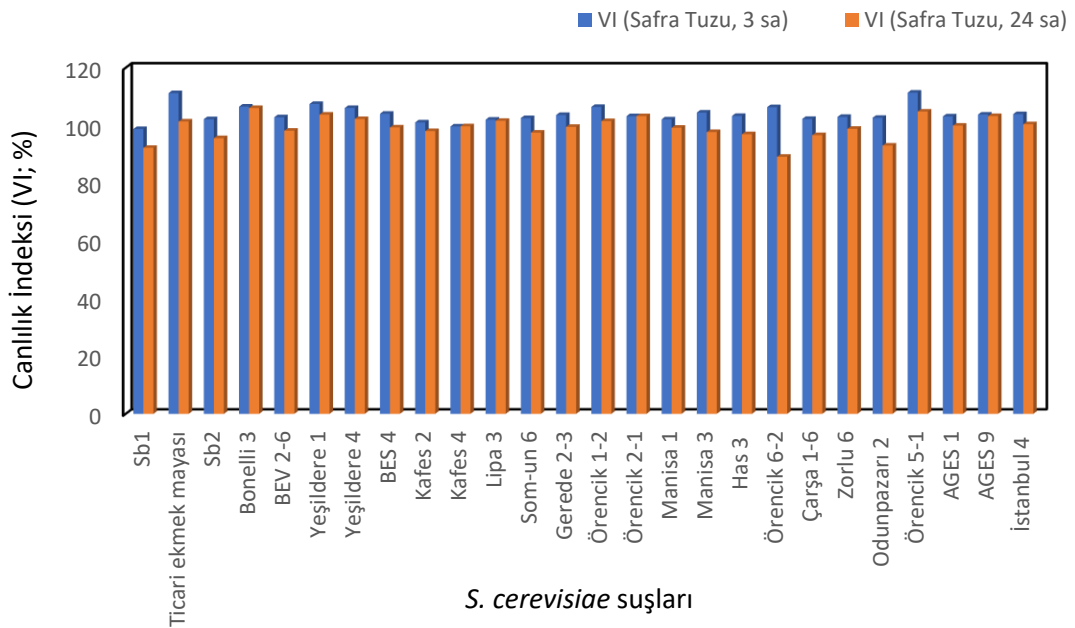
Hindistan' a özgü fermente gıdalardan izole edilen mayaların probiyotik potansiyellerinin incelendiği bir araştırmada, izolatların düşük pH' lara dirençleri de araştırılmıştır. Bu amaçla, aktifleştirilen maya kültürlerinin pH' sı 2.0' ye, 2.5' e ve 3.0' e ayarlanmış besiyerlerine, %1 oranında inokülasyonlarının yapıldığı, 1, 3 ve 5 saatlik inkübasyonların ardından kültürlerde sayımlar yapıldığı ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada, incelenen izolatların düşük pH' ya karşı gösterdikleri direnç; canlı kalma oranı (%) olarak ifade edilmiştir. Çalışmada, incelenen üç *S. cerevisiae* suşunun hepsinin de, 3 saat sonunda düşük pH' da gelişebildikleri rapor edilmiştir. İnkübasyon süresinin üç saatten beş saate çıkmasıyla suşlarda indirgenme oranlarında önemli bir düşüşün yaşanmadığı da, söz konusu çalışmada rapor edilmiştir (Syal ve Vohra, 2013).

Gerçekleştirilen bir diğer araştırmada, İtalya'nın Apulia bölgesinden sağlanan yöresel ekşi hamurlardan *S. cerevisiae* suşlarının izole edildiği ve bu suşların multifonksiyonel karakterlerinin belirlendiği ifade edilmiştir (Perricone ve ark., 2014). Söz konusu çalışmada, araştırılan probiyotik özelliklerin içinde; mayaların düşük pH' ya gösterdikleri direncin de bulunduğu ifade edilmiştir. Bu amaçla pH' sı 2.5' e ayarlanmış besiyerlerine inelenen mayaların inokülasyonlarının

gerçekleştirildiği ve inkübasyonun 3. ve 24. saatteki sayımları yapılarak mayalardaki indirgenme oranının (canlılık indeksi) belirlendiği belirtilmiştir. Araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının 3. saatteki canlılık indeksi (VI) değerleri incelendiğinde, 18 adet *S. cerevisiae* suşu ile, iki kontrol amaçlı kullanılan probiyotik suş da dahil olmak üzere toplam 20 izolatin, düşük pH' ya karşı toleranslı oldukları bildirilmiştir. İnkübasyon süresi 24 saate çıkarıldığında ise, sadece üç suşun %60 oranında indirgendiği, kontrol suşlarının da dahil olduğu kalan 17 suşun ise pH' ı 2.5' a ayarlanmış ortamlarda gelişebildikleri belirtilmiştir.

#### 4.7.3. Safra Tuzu Toleransının Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

Probiyotik amaçlı olarak kullanılması planlanan mikroorganizmaların vücutta karşılaşacakları ikinci biyolojik bariyerin; duodenumda bulunan safra tuzları olduğu ifade edilmektedir. Bu araştırmada incelenen suşların safra tuzu toleranslarının incelenebilmesi amacıyla, daha önce bölüm 3.2.8.3.' te açıklanan yöntem kullanılmıştır. Deneyleerde, %0.3 safra tuzu içeren besiyerinde 3 ve 24. saat inkübasyon süreleri sonundaki sayım sonuçları incelenmiş ve elde edilen sayım sonuçları canlılık indeksi (VI; %) olarak modellenmiştir. Şekil 4.6.' da incelenen *S. cerevisiae* suşlarının %0.3 safra tuzu içeren YNB besiyerindeki 3. ve 24. saatlerdeki canlılık indeksi (VI) değerleri verilmektedir.



**Şekil 4.6.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının %0.3 safra tuzu içeren besiyerindeki 3. ve 24. saatteki canlılık indeksi (VI) değerleri

Şekil 4.6. incelendiğinde görülebileceği gibi; 3 saatlik bir inkübasyon sonunda, kontrol olarak kullanılan iki probiyotik suşun da dahil olduğu, incelenen toplam 26 *S. cerevisiae* suşunun sayılarında, bir azalma olmamıştır. Kontrol suşu; *S. cerevisiae* Sb1 (VI; %98.74) ve Kafes 4 (VI; %99.63) suşu dışındaki diğer suşların, 3 saat sonunda gelişebildikleri (VI>100) tespit edilmiştir (bkz. Çizelge Ek 7.2.).

İncelenen suşların 24 saat sonundaki canlılık indeksi değerleri incelendiğinde ise; ticari ekmek mayası, Bonelli 3, Yeşildere 1, Yeşildere 4, Lipa 3, Örencik 1-2, Örencik 2-1, Örencik 5-1, AGES 9 suşlarının, %0.3 safra tuzu içeren besiyerinde gelişebildikleri (VI>100) saptanmıştır. Safra tuzu toleransları incelenen diğer suşların indirgenme oranlarının ise, oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bu deney koşullarında, en fazla olumsuz etkilenen suşun; *S. cerevisiae* Örencik 6-2 (%89.13) olduğu tespit edilmiştir (bkz. Çizelge Ek 7.2.). Kontrol olarak incelenen iki probiyotik suşta 24 saat sonunda saptanan hücre sayılarındaki azalmanın da oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Özet olarak, incelenen tüm suşların hem 3. saatteki hem de 24 saatteki canlılık indeksi değerlerine bakıldığında, safra tuzunun incelenen derişimlerinde suşların gelişebildikleri saptanmıştır.

Agarwal ve ark. (2000) tarafından, *S. cerevisiae* suşlarının hayvan yemlerinde canlı mikrobiyel katkı olarak kullanılmak üzere seçimlerinin yapıldığı bir araştırmada, suşların safra tuzuna karşı göstermiş oldukları dirençlerinin de incelendiği bildirilmiştir. Belirtilen araştırmada ilk olarak, %0.3, %0.6 ve %0.9 olmak üzere üç farklı derişimde safra tuzu içeren besiyerlerine, maya suşlarının ekimlerinin yapıldığı ve uygun koşullarda inkübasyonun ardından, oluşan kültürlerde sayımlar gerçekleştirilerek, safra tuzunun etkilerinin incelendiği rapor edilmiştir. Çalışmada, toplam 7 adet *S. cerevisiae* suşunun incelendiği ve hepsinin safra tuzunun denenen üç farklı derişimine de dirençli oldukları belirtilmiştir.

Yeni doğan bebeklerin dışkılarından ve Feta peynirinden izole edilen mayaların, bazı probiyotik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, incelenen maya suşlarının safra tuzu dirençlerinin de araştırıldığı ifade edilmiştir (Psomas ve ark., 2001). Bu amaçla, bileşiminde farklı oranlarda safra tuzu içeren besiyerlerinde maya izolatlarının gelişmelerinin incelendiği ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada,

içerisinde 6 adet *S. cerevisiae* suşunun bulunduğu toplam 69 maya izolatının, safranın %1 derişimine kadar dirençli oldukları ifade edilmiştir. Daha sonra, seçilen izolatların %0.1, %0.3 ve %0.5 derişimlerde oxgall eklenen besiyerinde gelişmelerinin de incelendiği rapor edilmiştir. Genel olarak oxgall derişiminin artmasıyla, mayaların gelişme hızlarının azaldığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada, araştırılan 6 *S. cerevisiae* suşundan, 5 tanesinin safra tuzunun denenen tüm derişimlerine dirençli oldukları da bildirilmiştir.

van der Aa Kühle, Skovgaard ve Jespersen (2005) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, ticari *S. cerevisiae* var. *boulardii* suşları ve gıda kaynaklı *S. cerevisiae* suşlarının safra tuzuna karşı dirençlerinin araştırıldığı, bu amaçla; %0.3 oxgall içeren besiyerlerine mL' de  $10^6$  maya hücresi içerecek şekilde ekimlerin yapıldığı ve uygun sıcaklık ve inkübasyon süresi sonunda kültürlerde canlı hücre sayımı yapılarak, incelenen suşların safta tuzuna karşı dirençli olup olmadıklarının belirlendiği belirtilmiştir. Sonuç olarak; 8 tane *S. cerevisiae* var. *boulardii* ve 18 tane gıda kaynaklı *S. cerevisiae* suşunun tümünün, kullanılan safra tuzuna karşı dirençli oldukları ifade edilmiştir.

Pennacchia ve ark. (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, safra tuzuna karşı direnç özelliğinin incelenmesinde, insan bağırsak salgısını modellemek amacıyla %0.3 (w/v) safra tuzu içeren ve %0.1 pankreatin eklenen besiyerlerinde, maya kültürlerinin 5 saat inkübe edildiği ifade edilmiştir. Safra direnci araştırılan toplam 22 tane *S. cerevisiae* suşundan 12' sinin dirençlerinin zayıf olduğu belirlenirken, diğer 10 suşun ise safra tuzuna dirençli oldukları rapor edilmiştir.

Syal ve Vohra (2013) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, geleneksel fermente Hint gıdalarından mayaların izolasyonlarının gerçekleştirildiği ve bu izolatların probiyotik potansiyellerinin de belirlendiği rapor edilmiştir. Bu amaçla, %0.1, %0.3, %0.5 ve %1 olmak üzere dört farklı safra tuzu (oxbile) derişimi ile çalışıldığı ve 1., 3. ve 5. saatlerde canlı hücre sayımı yapılarak mayaların safra tuzuna karşı göstermiş oldukları direncin belirlendiği ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, incelenen 3 tane *S. cerevisiae* suşunun hepsinin, incelenen safra tuzunun denenen dört derişimine de dirençli oldukları rapor edilmiştir.

Güney İtalya' nın Apulia bölgesine özgü olan Altamura ekmeklerin üretimlerinde kullanılan ekşi hamur örneklerinden izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının safra tuzuna karşı göstermiş oldukları direnç özelliklerinin de incelendiği rapor edilmiştir. Bu amaçla, %0.3 safra tuzu içeren besiyerlerine suşların inoküle edildikleri ve daha sonra, inoküle edilen tüplerin 3 ve 24 saat inkübe edildikleri bildirilmiştir. Anılan çalışmada, incelenen suşların 3 saat sonundaki canlılık indeksi değerlerine bakıldığında; çalışılan toplam 20 izolatın hiçbirinde herhangi bir indirgenme olmadığı belirlenirken inkübasyon süresi 24 saate çıkarıldığında ise, araştırılan suşlardan sadece ikisinde kayda değer bir indirgenme ( $40 < VI < 70$ ) olduğu bildirilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

#### **4.7.4. Antimikrobiyel Aktivitenin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu tez çalışmasında, ekşi hamurdan izole edilen ve incelenen teknolojik özellikleri açısından iyi bulunan toplam 23 *S. cerevisiae* suşunun antimikrobiyel etkilerinin belirlenmesinde, daha önce Bölüm 3.2.8.4.' te verilen yöntem kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ekşi hamurdan izole edilmiş olan 23 *S. cerevisiae* suşunun hiçbirinin, bu çalışmada kullanılan patojen bakteri suşları üzerine antimikrobiyel aktivite gösteremedikleri belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, deneylerde kontrol amaçlı olarak kullanılan ticari ekme mayası suşu ile 2 probiyotik suşun da denenilen patojenlere karşı herhangi bir aktivite gösteremedikleri tespit edilmiştir.

Portekiz' de gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada; salamura zeytinlerden mayaların izole edildiği ve bu izolatların antimikrobiyel aktivite de dahil olmak üzere bazı probiyotik özelliklerinin çalışıldığı bildirilmiştir. Anılan çalışmada, gıda kaynaklı patojen olarak *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Staphylococcus enteritidis* türlerine ait bakterilerin kullanıldıkları rapor edilmiştir. Bu araştırmada, antimikrobiyel aktiviteleri incelenen 10 adet *S. cerevisiae* suşundan, sadece bir tanesinin denenilen *E. coli* suşuna karşı antimikrobiyel aktivite gösterdiği bildirilirken, ikisinin denenilen *L. monocytogenes* suşunun gelişimini inhibe ettikleri belirlenmiştir. Araştırılan mayaların, söz konusu çalışmada kullanılan *S. aureus* üzerindeki inhibe edici etkisi incelendiğinde ise, 4 suşun bahsi geçen patojenin gelişmesini inhibe ettikleri belirlenmiştir. Antimikrobiyel aktiviteleri araştırılan

hiçbir *S. cerevisiae* suşunun, denenen *S. enteritidis* suşu üzerinde inhibe edici etkisi olmadığı da belirtilmiştir (Silva ve ark., 2011).

Hindistan' a özgü yerel fermente yemeklerden izole edilen mayaların probiyotik özelliklerinin de incelendiği bir çalışmada, incelenen maya suşlarının *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* sp., *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* üzerindeki etkilerinin araştırıldığı ifade edilmiştir. Probiyotik özellikleri incelenen 3 adet *S. cerevisiae* suşundan yalnızca bir tanesinin *Salmonella* sp. üzerinde antimikrobiyel aktivite etki gösterdiği, bunun yanı sıra, incelenen maya suşlarının hepsinin, çalışmada kullanılan *Pseudomonas* sp. cinsine ait bakterinin gelişmesini inhibe ettikleri de rapor edilmiştir (Syal ve Vohra, 2013).

İtalya' nın Apulia bölgesinden sağlanan yöresel ekşi hamurlardan izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının multifonksiyonel özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, suşların gıda kaynaklı bazı patojenler (*L. monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *C. albicans*) üzerindeki etkilerinin de araştırıldığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada, araştırılan 20 *S. cerevisiae* suşunun hiçbirinin, araştırmada kullanılan patojen bakteriler üzerinde antimikrobiyel etkisi olmadığı rapor edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

Poloni ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırmada, hayvan yeminde destekleyici katkı olarak kullanılabilmesi amacıyla, fırıncılık sanayii yan ürünlerden izole edilen iki adet *S. cerevisiae* suşunun probiyotik bazı özelliklerinin incelendiği belirtilmiştir. Bunlardan birisi olan; antimikrobiyel aktivitenin incelendiği deneylerde patojen olarak kullanılan, *Citrobacter* sp., *S. marcescens*, *Proteus* sp., *Shigella* sp., *Salmonella* sp. ve *E. coli* üzerine, incelenen iki *S. cerevisiae* suşunun zayıf bir etkilerinin olduğu rapor edilmiştir.

#### **4.7.5. Hidrofobisite Özelliğinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Probiyotik olarak kullanılacak maya suşlarının bağırsak mukozasında bulunan epitel hücrelere tutunabilmesinin probiyotik suş seçimi için önemli bir ölçüt olduğu ifade edilmektedir (Collado, Meriluoto ve Salminen, 2008). Mayaların bağırsak epitelyum hücrelerine bağlanabilme yeteneğinin incelenmesinde; dolaylı bir test olarak kabul edilen; hücre yüzey hidrofobisite testi kullanılabilir. Çalışmamızda probiyotik özellikleri incelenen maya suşlarının hidrofobisite



özelliklerinin incelenbilmesi amacıyla, ksilenin kullanıldığı ve detayları daha önce bölüm 3.2.8.5.' te verilen spektrofotometrik bir yöntemden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, ilgili bölümde verilen eşitliğe göre hesaplanarak, çalışılan her bir suş için hidrofobisite indeksi (HI, %) değerleri belirlenmiştir (bkz. Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. incelendiğinde görülebileceği gibi, maya suşlarının hidrofobisite indeksi değerlerinin; %1.86-48.14 aralığında değiştiği ve araştırılan bütün *S. cerevisiae* suşlarının zayıf hidrofobisite (HI<50) özelliği gösterdikleri tespit edilmiştir. *S. cerevisiae* Bonelli 3 ve Som-un 6 izolatlarının sırasıyla; %48.14 ve %40.84 ile incelenenler arasında en yüksek hidrofobisite özelliği gösteren *S. cerevisiae* suşları oldukları belirlenmiştir. *S. cerevisiae* Kafes 2 (%39.27) ve Kafes 4 (%31.53) suşlarının da HI değerleri incelendiğinde, Bonelli 3 ve Som-un 6 suşlarından sonra bu suşlarında nispeten yüksek HI değerleri gösterdikleri tespit edilmiştir. Çalışılan suşlar arasında, en düşük HI değerlerinin ise; BEV 2-6 ve kontrol amaçlı kullanılan *S. boulardii* 2 (Sb 2) suşuna ait olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarının hidrofobisite indeks değerlerinin, kontrol amaçlı kullanılan iki ticari probiyotik suşuna göre, daha yüksek oldukları da tespit edilmiştir. Ticari ekmek mayası suşunun HI değeri; %22.63 olarak tespit edilmiş olup, çalışmamızda ekşi hamurdan izole edilmiş olan bazı endojen *S. cerevisiae* suşlarının, söz konusu suşa göre daha yüksek HI değerleri gösterdikleri de belirlenmiştir.

Sourabh, Kanwar ve Sharma (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, Batı Himalaya bölgesinde üretilen çeşitli fermente gıdalardan 23 adet *S. cerevisiae* suşunun izole edildiği ve bu suşların incelenen çeşitli özellikleri arasında; hidrofobisite özelliğinin de olduğu belirtilmiştir. Söz konusu deneylerde, hegzadekan kullanıldığı ve incelenen *S. cerevisiae* suşlarının elde edilen HI değerleri incelendiğinde, en yüksek değer; %59.65, en düşük değer ise %13.46 olduğu belirtilmiştir.

Binetti ve ark. (2013) tarafından Arjantin'de yapılan bir diğer araştırmada ise, süt ve peynir üretiminde kullanılacak olan peyniraltı suyundan izole edilmiş 20 tane endojen mayanın teknolojik ve fonksiyonel bazı özelliklerinin belirlendiği ifade edilmiştir. Suşların fonksiyonel özelliklerinin belirlendiği testler arasında,

izolatların hidrofobisite yeteneklerinin de olduğu ve bu deneylerde hegzadekan kullanıldığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada, araştırılan 20 maya suşundan 4 tanesinin *S. cerevisiae* türüne ait olduğu ve bu *S. cerevisiae* suşlarının hidrofobisite indekslerinin yaklaşık olarak %63 ile %80 arasında değiştiği rapor edilmiştir.

**Çizelge 4.14.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının hidrofobisite indeksi değerleri

| <b><i>S. cerevisiae</i> suşları</b> | <b>Hidrofobisite indeksi değeri (%)</b> |
|-------------------------------------|---|
| Ticari ekmek mayası                 | 22.63                                   |
| BEV 2-6                             | 2.68                                    |
| Lipa 3                              | 28.73                                   |
| Manisa 1                            | 11.07                                   |
| Manisa 3                            | 8.27                                    |
| Kafes 2                             | 39.27                                   |
| Kafes 4                             | 31.53                                   |
| BES 4                               | 8.65                                    |
| Has 3                               | 20.06                                   |
| Som-un 6                            | 40.84                                   |
| Zorlu 6                             | 26.49                                   |
| AGES 1                              | 23.06                                   |
| AGES 9                              | 15.02                                   |
| Örencik 1-2                         | 4.64                                    |
| Örencik 2-1                         | 9.34                                    |
| Örencik 5-1                         | 18.24                                   |
| Örencik 6-2                         | 4.61                                    |
| İstanbul 4                          | 15.70                                   |
| Odunpazarı 2                        | 4.33                                    |
| Bonelli 3                           | 48.14                                   |
| Ticari ekmek mayası                 | 22.63                                   |
| Yeşildere 1                         | 24.90                                   |
| Yeşildere 4                         | 19.65                                   |
| Gerede 2-3                          | 13.40                                   |
| <i>S. boulardii</i> 1               | 3.93                                    |
| <i>S. boulardii</i> 2               | 1.86                                    |

Geleneksel Hint fermente gıdalardan izole edilen mayaların probiyotik potansiyellerinin araştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada, toplam yedi adet maya izole edildiği ve bunlar arasında üç tanesinin, *S. cerevisiae* suşları olduğu ifade edilmiştir. Yapılan hidrofobisite deneylerinde, hidrokarbon olarak hem ksilenin hem de hegzadekanın denendiği rapor edilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre, ksilen kullanılarak elde edilen HI değerleri incelendiğinde, 3 *S. cerevisiae* suşuna ait değerlerin; %32.53, %35.81 ve %41.37 olarak bulunduğu,

hegzadekan kullanıldığında ise HI değerlerinin, aynı suşlar için sırasıyla; %69.79, %45.29 ve %50.39 olarak tespit edildiği rapor edilmiştir (Syal ve Vohra, 2013).

Yöresel ekşi hamur örneklerinden izole edilmiş olan toplam 20 *S. cerevisiae* suşunun değişik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, hegzadekan kullanılarak yapılan hidrofobisite deneylerinde, incelenen toplam 18 suştan 9' unun kontrol suşlarından daha yüksek hidrofobisite gösterdikleri rapor edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

De Lima ve ark. tarafından 2017 yılında yapılan bir araştırmada, Brezilya'da laboratuvar koşullarında üretilen kefirde izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının bazı probiyotik aktivitelerinin araştırıldığı belirtilmiştir. Anılan araştırmada, incelenen probiyotik özellikler arasında, suşların hidrofobisite özelliklerinin de yer aldığı ve deneylerde ksilen kullanıldığı rapor edilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre; 28 izolattan 8 tanesinin %80-90 arasında, 19 tanesinin %90' dan daha yüksek HI değerlerine sahip oldukları rapor edilmiştir. Bu araştırma için en düşük indeks değerinin; %63.36, en yüksek değerin ise; %96.08 olduğu ifade edilmiştir.

Yunanistan' da 2018 yılında yapılan bir araştırmada, Kalamata cinsi doğal siyah zeytinden maya izolatlarının elde edildiği ve bu izolatların multifonksiyonel özelliklerinin çalışıldığı ifade edilmiştir. Çalışmada, toplam 49 mayanın izole edildiği, bunlardan altısının *S. cerevisiae* türüne ait olduğu belirtilmiştir. Mayaların hidrofobisite özelliklerinin ksilen kullanılarak incelendiği de rapor edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, incelenen mayaların çoğunun %75' ten fazla hidrofobisite oranına sahip olduğu belirlenirken, %94.9 hidrofobisite oranıyla Y37 kodlu *S. cerevisiae* suşunun, en fazla hidrofobiste yeteneği gösteren maya izolatı olduğu rapor edilmiştir (Bonatsou ve ark., 2018).

#### **4.7.6. Biyofilm Oluşumunun Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu araştırmada, ekşi hamur örneklerinden izole edilen suşların biyofilm oluşturma özelliklerinin incelenmesi, daha önce Bölüm 3.2.8.6.' da verilen yöntemle göre yapılmıştır.

Mikrobiyel hücrelerin bağırsak mukozasına tutunmasının ve bağırsakta kolonize olma potansiyellerinin değerlendirilmesinin dolaylı olarak laboratuvarında, biyofilm oluşumunun incelenmesi ile gerçekleştirilebildiği bildirilmektedir (Lebeer ve ark., 2007; Perricone ve ark., 2014).

Bu deneylerde, elde edilen sayım sonuçları Çizelge 4.15.' te sunulmaktadır. Çizelge 4.15. incelendiğinde görülebileceği gibi, kontrol suşları da dahil olmak üzere araştırılan 26 *S. cerevisiae* suşunun hepsinin, biyofilm oluşturabildikleri belirlenmiştir. Biyofilm oluşumları incelenen *S. cerevisiae* suşlarının 1 gün sonundaki canlı hücre sayımlarının;  $<10^{-1}$  ile  $5.07 \pm 0.01$  log kob/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Denenen *S. cerevisiae* suşlarının birinci gündeki biyofilm oluşumlarına ilişkin veriler incelendiğinde görülebileceği gibi; incelenen suşlar arasında; Sb 1 olarak kodlanan ticari probiyotik suşun ( $5.07 \pm 0.01$  log kob/mL) biyofilm oluşturma potansiyelinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

*S. cerevisiae* Gerede 2-3 ( $4.52 \pm 0.10$  log kob/mL) izolatının ise en yüksek biyofilm oluşturma potansiyeline sahip, ikinci izolat olduğu belirlenmiştir (bkz. Çizelge 4.15.). Deneylerde, bir günlük inkübasyon süresi sonunda, Kafes 2 ( $4.01 \pm 0.06$  log kob/mL) ve Örencik 2-1 ( $4.27 \pm 0.03$  log kob/mL) suşlarının da nispeten yüksek sayım sonuçları verdikleri tespit edilmiştir. İncelenen suşlardan *S. cerevisiae* Som-un 6 ve Bonelli 3 suşlarının bir günlük inkübasyon süresi sonunda elde edilen sayım sonuçlarının  $<10^{-1}$  olmasına rağmen, zamanla bu suşların besiyeri üzerindeki paslanmaz çelik levhada biyofilm oluşturarak tutunabildikleri ve az da olsa gelişebildikleri bulunmuştur. Bu suşların inkübasyonun 4. günündeki sayım sonuçlarının sırasıyla;  $2.26$  log kob/mL ve  $3.19$  log kob/mL değerlerine ulaştığı belirlenmiştir.

Biyofilm oluşumunun araştırıldığı deneylerde, incelenen suşların 1. ve 4. günde biyofilm oluşturabilmelerinin, bağırsakta hızlı bir şekilde tutunabileceklerinin bir göstergesi olarak düşünüldüğü; ancak bunun in vivo deneylerle de desteklenmesinin gerektiği ifade edilmektedir (Perricone ve ark., 2014). 8. güne ait sayım sonuçları incelendiğinde ise, incelenen *S. cerevisiae* suşlarına ait sayım sonuçlarının;  $1.98$ - $4.02$  log kob/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Sourabh, Kanwar ve Sharma (2011) tarafından gerçekleştirilmiş olan bir araştırmada, Batı Himalayalar bölgesinde üretilen çeşitli fermente gıdalardan izole edilen endojen *S. cerevisiae* suşlarının probiyotik özelliklerinin incelendiği ifade edilmiştir. İncelenen bu özellikler arasında, mayaların ekzopolisakkarit üretimlerinin de araştırıldığı ifade edilmektedir. Ekzopolisakkarit üretiminin biyofilm oluşumunda önemli bir rol oynadığı düşünölmektedir. Belirtilen çalışmada, araştırılan 23 suştan 9 tanesinin ekzopolisakkarit üretiminin pozitif olduğu rapor edilmiştir.

**Çizelge 4.15.** İncelenen suşların biyofilm oluşturma yeteneklerinin belirlenmesi deneyinde, farklı inkübasyon sürelerinde tespit edilen maya sayımı sonuçları

| <i>S. cerevisiae</i> Suşları | Maya Sayım Sonuçları [log (kob/mL)] |           |           |           |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                              | 1. gün                              | 4. gün    | 6. gün    | 8. gün    |
| Ticari ekmek mayası          | 2.84±0.05                           | 3.42±0.16 | 4.00±0.03 | 4.02±0.08 |
| BEV 2-6                      | 3.22±0.06                           | 2.41±0.08 | 2.55±0.10 | 2.94±0.13 |
| Lipa 3                       | 3.19±0.08                           | 2.98±0.09 | 3.60±0.08 | 2.18±0.03 |
| Manisa 1                     | 2.90±0.07                           | 3.19±0.02 | 2.83±0.05 | 2.93±0.04 |
| Manisa 3                     | 2.91±0.01                           | 2.92±0.06 | 3.02±0.04 | 2.93±0.05 |
| Kafes 2                      | 4.01±0.06                           | 3.45±0.04 | 3.79±0.00 | 3.20±0.00 |
| Kafes 4                      | 3.86±0.13                           | 2.45±0.21 | 1.75±0.21 | 2.40±0.12 |
| BES 4                        | 2.49±0.13                           | 2.72±0.09 | 2.87±0.04 | 2.54±0.09 |
| Has 3                        | 3.83±0.13                           | 3.37±0.09 | 2.38±0.03 | 2.29±0.11 |
| Som-un 6                     | <10 <sup>-1</sup>                   | 2.26±0.10 | 3.17±0.11 | 2.47±0.05 |
| Zorlu 6                      | 2.82±0.07                           | 2.99±0.05 | 2.76±0.08 | 2.87±0.04 |
| AGES 1                       | 2.83±0.02                           | 2.47±0.13 | 2.13±0.07 | 2.66±0.05 |
| AGES 9                       | 2.57±0.13                           | 2.30±0.09 | 3.08±0.07 | 3.35±0.09 |
| Örencik 1-2                  | 3.90±0.05                           | 2.00±0.21 | 3.80±0.03 | 1.98±0.13 |
| Örencik 2-1                  | 4.27±0.03                           | 3.18±0.01 | 3.24±0.01 | 3.15±0.01 |
| Örencik 5-1                  | 3.62±0.09                           | 3.15±0.05 | 3.17±0.07 | 2.28±0.03 |
| Örencik 6-2                  | 3.31±0.01                           | 3.20±0.02 | 3.45±0.03 | 3.05±0.04 |
| İstanbul 4                   | 2.71±0.09                           | 1.93±0.04 | 3.01±0.05 | 2.23±0.08 |
| Odunpazarı 2                 | 3.95±0.06                           | 3.47±0.03 | 3.13±0.06 | 3.49±0.10 |
| Bonelli 3                    | <10 <sup>-1</sup>                   | 3.19±0.11 | 2.20±0.12 | 2.18±0.18 |
| Çarşa 1-6                    | 3.26±0.09                           | 3.41±0.02 | 3.18±0.04 | 3.19±0.02 |
| Yeşildere 1                  | 2.54±0.06                           | 2.45±0.00 | 2.63±0.10 | 2.98±0.02 |
| Yeşildere 4                  | 2.36±0.15                           | 2.37±0.09 | 3.05±0.11 | 2.91±0.06 |
| Gerede 2-3                   | 4.52±0.10                           | 3.23±0.01 | 3.75±0.09 | 3.82±0.04 |
| Sb 1                         | 5.07±0.01                           | 3.57±0.23 | 3.31±0.02 | 3.31±0.10 |
| Sb 2                         | 3.15±0.07                           | 3.90±0.02 | 1.87±0.04 | 3.03±0.07 |

Syal ve Vohra (2013) tarafından Hindistan' da yürütülen bir çalışmada, yöreye özgü olan fermente gıdalardan izole edilen mayaların çeşitli probiyotik aktivitelerinin incelenmesi amacıyla, mayaların biyofilm oluşumlarının da araştırıldığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada biyofilm oluşumunun, ekzopolisakkarit üretiminin göstergesi olarak belirlendiği ve incelenen 3 *S. cerevisiae* suşunun da ekzopolisakkarit üretebildikleri rapor edilmiştir.

İtalya' da yöresel ekşi hamurlardan izole edilmiş olan toplam; 20 *S. cerevisiae* suşuna uygulanan biyofilm oluşturma testinin sonucunda; 6 suşun 1. günde biyofilm oluşturabildikleri belirlenirken 3 suşun 4. günde biyofilm oluşturabildikleri bulunduğu rapor edilmiştir. Biyofilm oluşturabilen suşlar için maya sayımı sonuçlarının; 2.96-4.63 log kob/cm<sup>2</sup> arasında değiştiği, diğer suşların ise biyofilm oluşturamadıkları ifade edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

#### **4.8. Probiyotik Özellikleri Açısından İncelenen Suşların Temel Bileşen Analizi ile Değerlendirilmelerine İlişkin Sonuçlar**

Araştırmanın bu bölümünde; probiyotik karakterleri açısından öne çıkan *S. cerevisiae* suşlarının belirlenebilmesi ve benzer özellik gösteren suşların gruplandırılabilmesi amacıyla elde edilen verilere temel bileşen analizi uygulanmıştır. Analizde; toplam 26 suşun probiyotik özelliklerinin belirlendiği deneylerde; antimikrobiyel aktivite ve antibiyotik direnç testlerinde, incelenen suşlar arasında farklılık bulunmadığı için bu testlerden elde edilen veriler istatistiksel analizde ihmal edilmişlerdir. Yapılan diğer dört deneyin sonuçları değişken olarak dikkate alınarak, temel bileşen analizi uygulanmıştır. İncelenen suşların düşük pH' a ve safra tuzuna karşı gösterdikleri direnç, hidrofobisite özellikleri ve biyofilm oluşturma yeteneklerinin belirlenmesi deneylerinden elde edilen ham veriler, TBA programında giriş verileri olarak kullanılmışlardır. İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının probiyotik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen ve temel bileşen analizinin uygulanmasında giriş verisi olarak seçilen sayım sonuçları ve indeks değerleri, Çizelge Ek 8.1.' de verilmektedir.

TBA' nin verilere uygulanabilirliğini belirleyebilmek amacıyla, ilgili programda ilk olarak verilere; Kaiser-Meyen-Olkin (KMO) örneklem uygunluk testi

uygulanmıştır. Bu yöntemde, değişkenlerin toplam almış oldukları KMO değerinin; 0.5' ten büyük olması gerektiği rapor edilmektedir (Kellekçi ve Berköz, 2006). Çalışmamızda, kullanılan program tarafından verilere uygulanan KMO testi sonucunda elde edilen toplam KMO değeri; 0.615 (bkz. Çizelge Ek 8.2.) olarak belirlenmiş ve verilerimize, TBA' nin uygulanabileceği, KMO testi ile doğrulanmıştır. Çizelge Ek 8.3.' te probiyotik özelliklerin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değişkenlere ait yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapma değerleri sunulmaktadır. Bu deneylerdeki değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri, Çizelge Ek 8.4.' te, verilere ait faktör yükleri ise; Çizelge Ek 8.5.' te verilmektedir. Çizelge 4.16.' da probiyotik özelliklerin belirlenmesi deneylerinde elde edilen verilerin, korelasyon matrisi özdeğerleri gösterilmektedir.

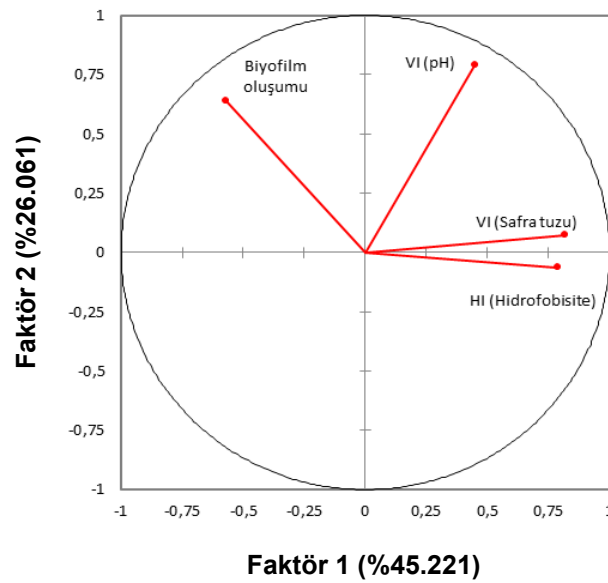
**Çizelge 4.16.** Probiyotik özelliklerin belirlenmesi deneylerinde elde edilen verilere uygulanan TBA sonucunda elde edilen korelasyon matrisi özdeğerleri

|                 | <b>Özdeğerler<br/>(eigenvalues)</b> | <b>Varyans (%)</b> | <b>Kümülatif (%)</b> |
|-----------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Faktör 1</b> | 1.809                               | 45.221             | 45.221               |
| <b>Faktör 2</b> | 1.042                               | 26.061             | 71.282               |
| <b>Faktör 3</b> | 0.626                               | 15.656             | 86.938               |
| <b>Faktör 4</b> | 0.522                               | 13.062             | 100.000              |

Çizelge 4.16. incelendiğinde görülebileceği gibi, özdeğerleri 1' den küçük olan iki faktör (F3 ve F4) ihmal edilerek, toplam faktör sayısı 2' ye indirilmiştir. Çizelge Ek 8.5.' te probiyotik özelliklerin belirlenmesi deneylerinde elde edilen verilerin, ilgili program tarafından hesaplanan faktör yükleri sunulmaktadır. Faktör sayısı belirlendikten sonra, program tarafından hesaplanan faktör yükleri, değişkenlerin yüksek ilişki verdiği faktörlerin bulunması amacıyla, mutlak değerce incelenmişlerdir (bkz. Çizelge Ek 8.5.). Bu inceleme sonucunda, birinci faktörün (F1); biyofilm oluşturma, hidrofobisite ve safra tuzuna direnç değişkenleri, ikinci faktörün (F2) ise; sadece düşük pH' ya direnç değişkeni tarafından oluşturuldukları belirlenmiştir.

Şekil 4.7.' de; çalışmada kullanılan değişkenlerin (probiyotik özelliklerin belirlendiği deneylerden elde edilen veriler) program tarafından hesaplanan ve

en yüksek varyansa sahip olan faktörlerin (Faktör 1 ve Faktör 2) oluşturduğu düzlemdeki projeksiyonları (TBA grafiği) verilmektedir. Şekil 4.8.' de ise; bu deneylere ait verilerin değişken olarak kullanıldığı TBA' da, gözlemlerin (*S. cerevisiae* suşlarının) faktöriyel düzlemdeki dağılımları görülmektedir. Özdeğerleri 1' den büyük olan 2 faktörün, toplam (kümülatif) varyansın; %71.282' sini açıkladığı saptanmıştır (bkz. Çizelge 4.16.). Çizelge 4.16. ve Şekil 4.7. incelendiğinde de görülebileceği gibi, en yüksek varyansa sahip olan; birinci (F1) ve ikinci (F2) faktörün varyanslarının sırasıyla; %45.221 ve %26.061 olarak hesaplanmıştır.

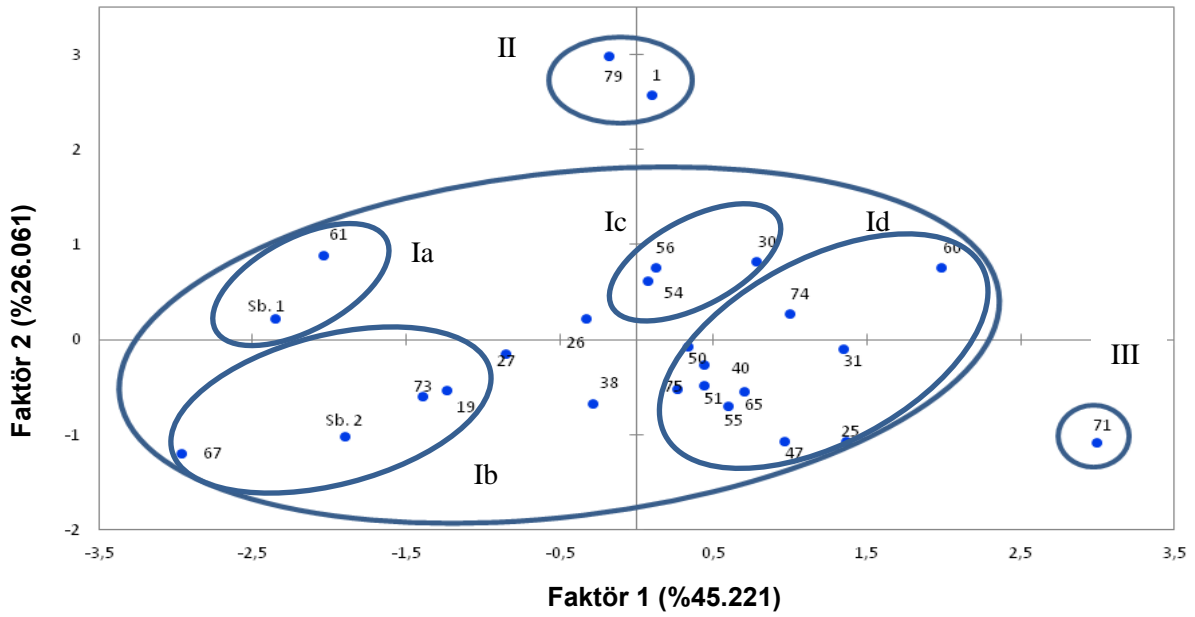


**Şekil 4.7.** Probiyotik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları

Probiyotik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait verilere TBA uygulanmasından sonra, faktörlerin, ilgili program tarafından özdeğerleri hesaplanmıştır. Özdeğeri (eigenvalues) 1' den büyük olan 2 faktörün bulunduğu (bkz. Çizelge 4.16.) belirlenmiş ve bu 2 faktörün, toplam (kümülatif) varyansın; %71.282' sini açıkladığı saptanmıştır. En yüksek varyansa sahip olan; birinci (F1) ve ikinci (F2) faktörlerin varyansları sırasıyla; %45.221 ve %26.061 olarak hesaplanmıştır (bkz. Çizelge 4.16. ve Şekil 4.7.). Çalışmada incelenen probiyotik değişkenlerin faktör yükleri incelendiğinde, Faktör 1' i hidrofobisite yeteneğinin ve safra tuzu direncinin oluşturduğu belirlenirken, Faktör 2' yi ise, biyofilm oluşumu ve düşük



pH direnci değişkenlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir (bkz. Şekil 4.7. ve Şekil Ek 8.5.).



**Şekil 4.8.** Probiyotik özelliklerin belirlendiği deneylere ait kodlanmamış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, gözlemlerin (*S. cerevisiae* suşlarının) faktöriyel düzlemdeki dağılımları

Probiyotik özellikleri incelenen *S. cerevisiae* suşlarının, Şekil 4.8.' de verilen TBA grafiğindeki dağılımları incelendiğinde, üç ana gruba ayrıldıkları tespit edilmiştir. İlgili grafiğte daha fazla suşun toplandığı birinci grubun içerisinde, kontrol olarak kullanılan iki adet ticari probiyotik maya suşu da dahil olmak üzere toplam; 23 izolatin yer aldığı ve bu büyük grubun faktöriyel düzlemde, F1 ile F2 eksenlerinin kesim noktası ve F1 eksenini boyunca dağıldıkları belirlenmiştir.

İlgili TBA grafiği incelendiğinde, izolatların toplam üç küme altında toplandııkları tespit edilmiştir. 22 izolatla en fazla suşun yer aldığı birinci grupta dört alt küme oluştuğu saptanmıştır. Birinci grubun içerisinde yer alan (Ia) alt kümesinde; kontrol amaçlı olarak deneylerde kullanılan ticari probiyotik suş (Sb 1) ve 61 no' lu *S. cerevisiae* suşunun buldukları tespit edilmiştir. 61 no' lu *S. cerevisiae* suşunun probiyotik özelliklerinin, ticari probiyotik suşunkiler ile karşılaştırıldıklarında, benzer özellik gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu suşların biyofilm oluşumlarının, incelenen diğer *S. cerevisiae* suşlarına göre nispeten daha iyi olmasından dolayı, bir alt küme oluşturdukları belirlenmiştir. Ayrıca bu

izolatların, düşük pH ve safra tuzuna karşı göstermiş oldukları direncin iyi, hidrofobisite özelliklerinin ise, oldukça zayıf olduğu tespit edilmiştir. (Ib) alt kümesinde yer alan; 19, 67 ve 73 no' lu suşların ise, biyofilm oluşumlarının diğer suşlara göre nispeten daha iyi oldukları belirlenirken, hidrofobisite özelliklerinin ise, çok zayıf oldukları saptanmıştır. Ayrıca, incelenen bu suşların düşük pH' da gelişebilme özellikleri ve safra tuzu dirençlerinin iyi olmakla birlikte araştırılan diğer izolatlara göre nispeten biraz daha zayıf oldukları tespit edilmiştir. (Ib) alt kümesinde ayrıca, kontrol amaçlı kullanılan diğer ticari probiyotik suşunun (Sb 2) da olduğu dikkat çekmiştir. Bu çalışmada denenen 30, 54 ve 56 no' lu *S. cerevisiae* suşlarının biyofilm oluşumlarının iyi olması ile, düşük pH ve safra tuzuna karşı dirençli olmaları nedeniyle araştırılan diğer suşlardan farklılık gösterdikleri ve bu nedenle de bir alt grup (Ic) altında toplandıkları belirlenmiştir (bkz. Şekil 4.8.). (Id) alt kümesinde yer alan on bir suşun, biyofilm oluşumlarının zayıf olduğu belirlenirken, hidrofobisite özelliklerinin ise, denenen diğer suşlara göre az da olsa daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu grubu oluşturan suşların bir diğer ortak özelliklerinin ise; düşük pH ve safra tuzuna karşı direnç olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.8' de verilen TBA grafiğinde; 1 no' lu ticari ekmek mayası ve 79 no' lu *S. cerevisiae* Gerede 2-3 suşlarının, ana grubun yukarısında, farklı bir grup (II) oluşturdukları görülmektedir. Bu suşların, biyofilm oluşturma yeteneklerinin ve hidrofobisite indeks değerlerinin (bkz. Çizelge 4.14. ve Çizelge 4.15.) diğer suşlardan daha iyi olması nedeniyle ana gruptan ayrıldıkları belirlenmiştir. Şekil 4.8. incelendiğinde 71 no' lu suşun, faktöriyel düzlemin sağ altında yer aldığı ve bu *S. cerevisiae* suşunun hidrofobisitesinin incelenen diğer suşlardan daha iyi olması nedeniyle, grafikte farklı bir grup (III) olarak ayrıldığı saptanmıştır.

Çalışmamızda, incelenen tüm suşların probiyotik özellikleri, uygulanan istatistiksel testin sonuçları da dikkate alınarak genel olarak değerlendirildiğinde; araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının probiyotik karakterizasyon açısından, birbirlerine oldukça benzer özellikler gösterdikleri saptanmıştır. Araştırılan tüm *S. cerevisiae* suşları, denenen tüm antibiyotiklere karşı dirençli bulunmuşlar, çalışmada kullanılan tüm patojenlere karşı herhangi bir antimikrobiyel etki gösterememişler ve tüm suşlar zayıf hidrofobisite özelliğinde bulunmuşlardır. Ayrıca, araştırılan tüm suşların biyofilm oluşturabildikleri de yapılan deneyler sonucunda belirlenmiştir. Suşların

düşük pH' da gelişebilme özellikleri ile safra tuzu toleranslarının da oldukça iyi olduğu tespit edilmiştir.

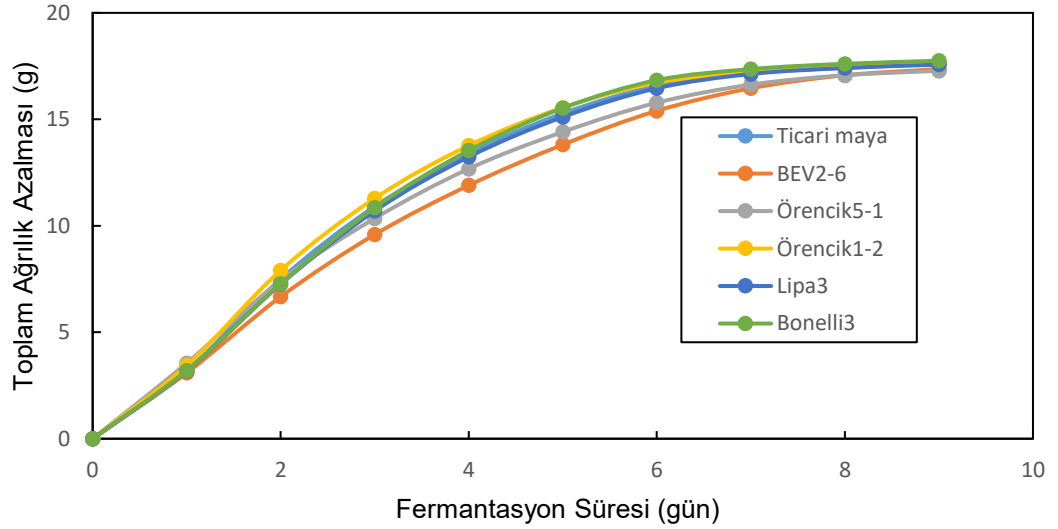
İncelenen suşların araştırılan probiyotik özellikleri göz önüne alındığında, yapılan deneylerde benzer sonuçlar verdikleri bulunmuştur. Bütün suşların biyofilm oluşturabilme kapasitesine sahip oldukları görülmekle birlikte, aralarında göreceli olarak bazı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, biyofilm oluşturma deneyinde, incelenen suşların farklı inkübasyon sürelerine ait sayım sonuçları inkübasyon süresi boyunca (8 gün) incelenmiş ve araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının biyofilm oluşturma potansiyelinin bir göstergesi olan, başlangıç inokülasyon derişimi; 3 log kob/mL ve üzerinde sayım sonucu veren suşlar dikkate alınmıştır. Biyofilm oluşturma özelliği daha iyi bulunan suşlar; *S. cerevisiae* Kafes 2, Örencik 2-1, Örencik 5-1, Örencik 6-2, Odunpazarı 2, Çarşa 1-6 ve Gerede 2-3 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada, incelenen tüm suşların probiyotik özellikleri birbirine yakın olmakla birlikte, biyofilm açısından değerlendirildiğinde belirtilen 7 *S. cerevisiae* suşunun öne çıktığı ve tüm test sonuçları göz önüne alındığında, probiyotik suş olma potansiyeli taşıdıkları saptanmıştır. Bununla birlikte, belirtilen suşların probiyotik nitelikli olarak kabul edilebilmesi için bu çalışma kapsamına alınamamış olan bazı diğer testlerin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İtalya' da yöresel ekşi hamur örneklerinden izole edilen ve çeşitli özellikleri incelenen *S. cerevisiae* suşlarının, bazı probiyotik özelliklerinin de araştırıldığı ve öne çıkan suşların seçimi amacıyla da TBA uygulandığı bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının TBA grafiğinde, iki ana gruba ayrıldıkları ve bunlardan yalnızca bir grubunun istenilen probiyotik özellikleri gösterdikleri ifade edilmiştir. Anılan çalışmada teknolojik ve probiyotik özellikleri iyi bulunan iki *S. cerevisiae* suşunun, multifonksiyonel özellik taşıdıkları belirtilerek, tahıl bazlı gıdaların fermentasyonunda starter kültür olarak önerilebilecekleri rapor edilmiştir.

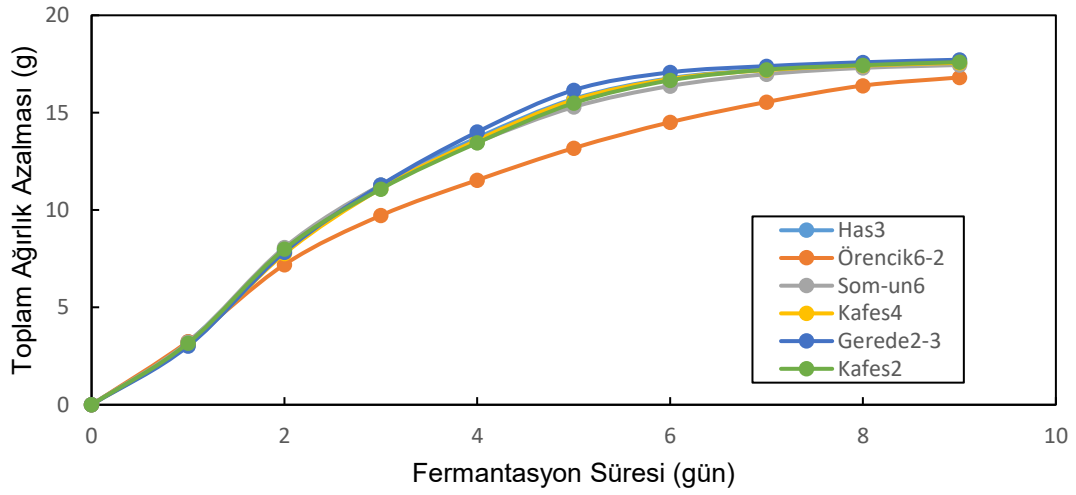
#### **4.9. Fermantasyon Kapasitesinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar**

Bu araştırmada ekşi hamur örneklerinden izole edilmiş olan bazı *S. cerevisiae* suşlarının fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesinde, daha önce Bölüm

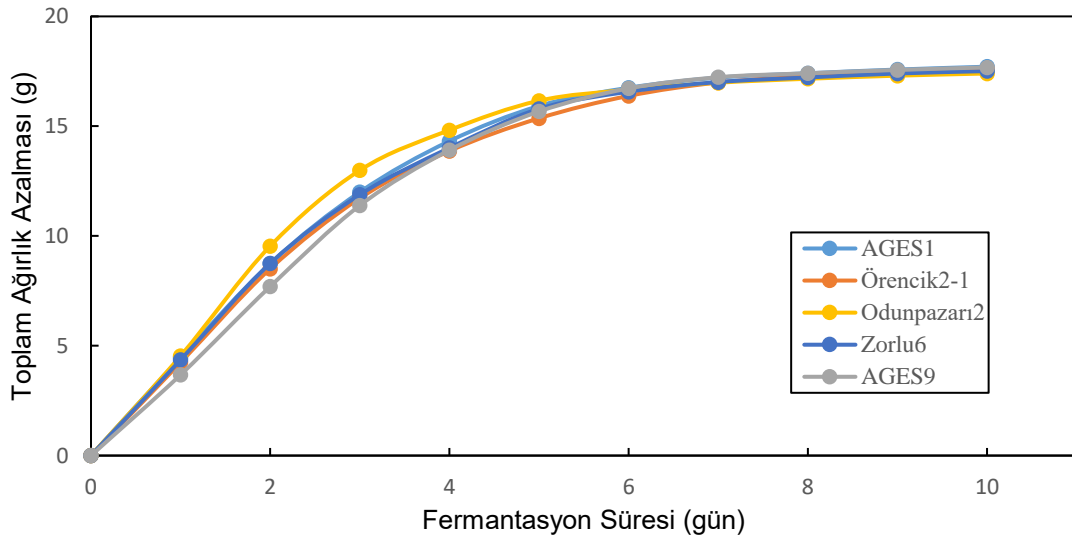
3.2.10.' da verilen yöntemlerden yararlanılmıştır. Gerçekleştirilen fermantasyon deneylerinde, incelenen suşların CO<sub>2</sub> üretimine bağlı olarak gerçekleşen ağırlık azalmalarına ilişkin grafikler; Şekil 4.9.-4.12.' de verilmektedir. İlgili grafikler incelendiğinde 5 *S. cerevisiae* suşunun (AGES 1, Örencik 2-1, Odunpazarı 2, Zorlu 6, AGES 9) kurulan deney koşullarındaki fermantasyonu 10 günde tamamlayabildikleri belirlenirken, kontrol olarak kullanılan ticari maya da dahil toplam 18 suşun ise fermantasyonu; 9 günde tamamladıkları tespit edilmiştir. Araştırılan suşların fermantasyon sonundaki toplam ağırlık azalmaları incelendiğinde bu değerlerin; 16.80-17.75 (g) arasında değiştiği belirlenmiştir. İncelenen endojen suşların, bu deneyde kontrol amaçlı olarak kullanılan; ticari maya ile karşılaştırıldığında, fermantasyon hızları açısından benzer özellikler gösterdikleri saptanmıştır. Şekil Ek 10.1.' de; incelenen bazı *S. cerevisiae* suşlarının, cam fermantasyon başlıklı özel deney düzeneklerinde gerçekleştirilen, fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesi deneylerine ait fotoğraf verilmektedir.



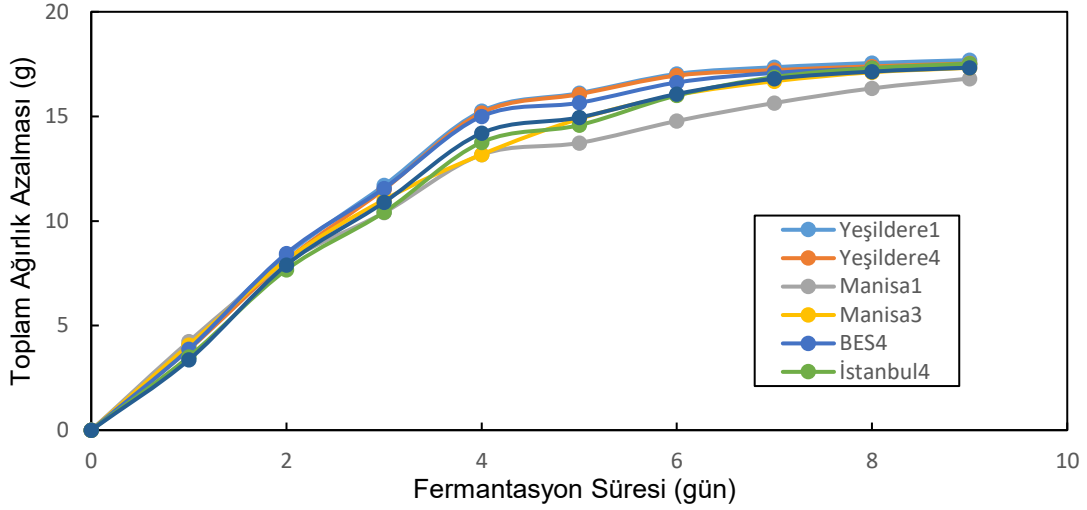
**Şekil 4.9.** Kontrol amaçlı kullanılan ticari maya, *S. cerevisiae* BEV 2-6, Örencik 5-1, Örencik 1-2, Lipa 3, Bonelli 3 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları



**Şekil 4.10.** *S. cerevisiae* Has 3, Örencik 6-2, Som-un 6, Kafes 4, Gerede 2-3, Kafes 2 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları



**Şekil 4.11.** *S. cerevisiae* AGES 1, Örencik 2-1, Odunpazarı 2, Zorlu 6, AGES 9 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları



**Şekil 4.12.** *S. cerevisiae* Yeşildere 1, Yeşildere 4, Manisa 1, Manisa 3, BES 4, İstanbul 4, Çarşı 1-6 suşlarının fermantasyon boyunca YNB besiyerinde izlenen ağırlık azalmaları

Bu çalışmada, araştırılan suşların daha önce bölüm 3.2.10.' da verilen Eşitlik 3.5.' e göre hesaplanan fermantasyon hızlarının; 3.67-4.16 (g/gün) arasında değiştiği bulunmuştur (bkz. Çizelge 4.17.). En düşük fermantasyon hızının; 3.67 g/gün olarak, *S. cerevisiae* Odunpazarı 2 suşuna ait olduğu belirlenirken, en yüksek fermantasyon hızının (4.16 g/gün) ise; *S. cerevisiae* Bonelli 3 izolatına ait olduğu belirlenmiştir. Kontrol suşunun fermantasyon hızı ise, yine Bonelli 3 suşununkinden oldukça yakın; (4.12 g/gün) olarak tespit edilmiştir. Araştırılan *S. cerevisiae* suşlarının fermantasyon hızları, fermantasyonun 24. ve 72. saatleri arasında gerçekleşen ağırlık azalmaları dikkate alınarak da hesaplanmıştır (Çizelge 4.17.). Buna göre, suşların fermantasyon hızlarının; 0.64-0.88 g CO<sub>2</sub>/L.sa arasında değiştikleri tespit edilmiştir. En düşük fermantasyon hızına (0.64 g CO<sub>2</sub>/L.sa) sahip olan suşun; *S. cerevisiae* Manisa 1, en yüksek fermantasyon hızına (0.88 g CO<sub>2</sub>/L.sa) ise; *S. cerevisiae* Odunpazarı 2 suşunun sahip olduğu belirlenmiştir. Bu deneylerde kontrol olarak kullanılan ticari maya suşunun hızı ise; 0.80 g CO<sub>2</sub>/L.sa olarak hesaplanmıştır. Çalışmada incelenen *S. cerevisiae* suşlarından Örencik 1-2, Has 3, Som-un 6, Kafes 2, Kafes 4, Gerece 2-3 ve Odunpazarı 2 suşlarının fermantasyon hızlarının, kontrol suşundan bir miktar daha yüksek oldukları tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.17.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının fermantasyon hızları

| <i>S. cerevisiae</i> Suşları | Fermantasyon Hızı* (g/gün) | Fermantasyon Hızı** (g CO <sub>2</sub> /L.sa) |
|------------------------------|----------------------------|---|
| Ticari ekmek mayası          | 4.12                       | 0.80  |
| AGES 1                       | 3.73                       | 0.79  |
| Örencik 2-1                  | 3.71                       | 0.78  |
| AGES 9                       | 3.73                       | 0.80  |
| Odunpazarı 2                 | 3.67                       | 0.88  |
| Zorlu 6                      | 3.69                       | 0.78  |
| Yeşildere 1                  | 4.14                       | 0.80  |
| Yeşildere 4                  | 4.10                       | 0.80  |
| Manisa 1                     | 3.94                       | 0.64  |
| Manisa 3                     | 4.06                       | 0.72  |
| BES 4                        | 4.09                       | 0.80  |
| İstanbul 4                   | 4.10                       | 0.72  |
| Çarşa 1-6                    | 4.06                       | 0.78  |
| BEV 2-6                      | 4.07                       | 0.68  |
| Örencik 5-1                  | 4.05                       | 0.71  |
| Örencik 1-2                  | 4.13                       | 0.82  |
| Lipa 3                       | 4.11                       | 0.78  |
| Bonelli 3                    | 4.16                       | 0.80  |
| Has 3                        | 4.11                       | 0.84  |
| Örencik 6-2                  | 3.94                       | 0.67  |
| Som-un 6                     | 4.09                       | 0.84  |
| Kafes 2                      | 4.12                       | 0.82  |
| Kafes 4                      | 4.11                       | 0.84  |
| Gerede 2-3                   | 4.15                       | 0.86  |

\*Fermantasyon Hızı: Toplam ağırlık azalması üzerinden hesaplanan

\*\*Fermantasyon Hızı: Fermantasyonun 24. ve 72. saatleri dikkate alınarak hesaplanan

Iranzo, Pérez ve Canas (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, 74 adet *S. cerevisiae* suşunun önolojik karakterlerinin çalışıldığı bildirilmiştir. Bunlar arasında endojen maya suşlarının fermantasyon hızlarının da bulunduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının %69' unun 0.25 g CO<sub>2</sub>/L.sa değerinden yüksek fermantasyon hızlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Pérez-Coello ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada ise, şıradan izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının fermantasyon hızlarının belirlendiği rapor edilmiştir. Elde edilen verilere göre 174 suştan 143' ünün fermantasyon hızlarının 0.20 g CO<sub>2</sub>/L.sa değerinden yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Nikolaou ve ark. (2006) tarafından yapılan bir başka araştırmada, önolojik karakterleri incelenen endojen *S. cerevisiae* suşlarının fermantasyon hızlarının da araştırıldığı rapor edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, 110 adet suşun izole edildiği ve bu suşlardan 17 tanesinin fermantasyon hızının 0.2 g CO<sub>2</sub>/L.sa değerinden yüksek olduğu rapor edilmiştir.

2008 yılında Bağder tarafından Türkiye’de bazı şarap bölgelerinden izole edilen mayaların teknolojik karakterlerinin belirlendiği bir çalışma yapıldığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada, araştırılan önolojik özellikler arasında yer alan; fermantasyon hızlarının belirlenmesinde, incelenen 10 adet endojen maya suşu ile çalışıldığı ve bunların 9 tanesinin *S. cerevisiae* türüne ait maya olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada incelenen endojen mayaların fermantasyon hızlarının; 0.59-1.56 g CO<sub>2</sub>/L.sa arasında değerildiği bildirilmiştir.

Şenses-Ergöl (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise, Nevşehir yöresinde yetişen Emir ve Kalecik Karası üzümlelerinden izole edilen mayaların önolojik özelliklerinin araştırıldığı ve araştırılan bu özelliklerin arasında endojen mayaların fermantasyon kapasitelerinin de bulunduğu ifade edilmiştir. Fermantasyon hızları incelenen 22 endojen mayadan 20 tanesinin *S. cerevisiae* türüne ait olduğu ve bu endojen suşların fermantasyon hızlarının 0.38-0.77 g CO<sub>2</sub>/L.sa arasında değerildiği bildirilmiştir.

#### **4.10. Moleküler Yöntem ile *S. cerevisiae* Suşlarının Doğrulanmalarına İlişkin Sonuçlar**

Bu araştırmada, ekşi hamur örneklerinden izole edilerek tanımlanan ve gerçekleştirilen teknolojik, enzimatik ve probiyotik testler açısından öne çıkan, incelenen diğer suşlar ile karşılaştırıldıklarında, multifonksiyonel suş olarak tanımlanabilecek kapasitedeki toplam; 25 *S. cerevisiae* suşu ile, 1 adet ticari suşa moleküler yöntem ile doğrulamak amacıyla, dizi analizleri yaptırılmıştır (bkz. Bölüm 3.2.11.).

Suşların dizi analizleri, hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Şekil Ek 9.1.’ de; incelenen *S. cerevisiae* suşlarının hedef DNA bölgelerine ait jel elektroforezi



görüntüleri verilmektedir. Uygulanan jel elektroforezinde suşların 800 bp büyüklüğünde bant verdikleri saptanmıştır.

Çizelge 4.18.' de ITS sekans sonuçlarına göre yapılan BLAST' ta, incelenen maya izolatlarının GenBankası veritabanında en yakın eşleşme gösterdiği suşlara ait bilgiler sunulmaktadır. Bu çalışmada elde edilen BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) sonuçlarına göre, incelenen 26 maya izolatından 23' ünün *S. cerevisiae* olarak tanımlandığı rapor edilmiştir (bkz. Çizelge 4.18.). İncelenen endojen suşlardan 3' ü ise; *S. cerevisiae*/*S. paradoxus* olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, incelenen *S. cerevisiae* suşlarının benzerlik oranlarının (%) 92 ile 100 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.18.). Bunun yanı sıra, ekşi hamurlardan izole edilen *S. cerevisiae* suşlarının hiç birisinin, ticari maya suşuna benzerlik göstermediği de tespit edilmiştir. Ayrıca, suşlar erişim numaralarına göre gruplandırıldıklarında, 11 gruba ayrıldıkları belirlenmiş olup, en fazla suşun içinde yer aldığı KX023222.1 erişim numaralı suşların Örencik 2-1, Örencik 6-2, AGES 9, Yeşildere 1, Kafes 2 ve Bonelli 3 olduğu saptanmıştır.

ITS sekans benzerliklerine göre, %95' ten az benzerlik oranına sahip suşların yeni suşlar olabileceği ifade edilmektedir (Ah, Ma ve Soliman, 2017). Bu araştırmada, *S. cerevisiae* Manisa 3 ve Çarşa 1-6 suşlarının %92 benzerlik oranına sahip oldukları ve bu nedenle de, yeni *S. cerevisiae* suşları olabilecekleri düşünülmektedir.

*Saccharomyces sensu stricto* grubuna ait mayaların ITS gen bölgelerine ait bantların büyüklüklerinin 840-880 bp arasında değiştiği ve bunun da, *Saccharomyces*' leri, *Saccharomyces* cinsine ait olmayan mayalardan ayırmada önemli olduğu ifade edilmektedir (Pham ve ark., 2011). Anılan bu çalışmada, çeşitli gıdalar ile habitatlardan izole edilen mayaların tanımlanmasının ITS PCR ve RFLP ile yapıldığı ifade edilmiştir. Sonuç olarak, dokuz adet *S. cerevisiae* suşunun izole edildiği ve bu suşların ITS gen bölgelerinin baz uzunluklarının 841-880 bp aralığında değiştiği belirtilmiştir.

**Çizelge 4.18.** ITS sekans sonuçlarına göre yapılan BLAST' ta, incelenen maya izolatlarının GenBankası veritabanında en yakın eşleşme gösterdiği suşlara ait kültür koleksiyonları, erişim numaraları, toplam baz uzunlukları, benzerlik oranları ve tanımlama sonuçları

| İzolat Adı          | Kültür Koleksiyonu numarası | Gen Bankası Erişim numarası | Toplam baz uzunluğu (bp) | Benzerlik oranı (%) | Tanımlama Sonucu                  |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Ticari ekmeç mayası | ADJ 5                       | -                           | 620                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| İstanbul 4          | -                           | -                           | 249                      | 100                 | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Som-un 6            | -                           | KY105140.1                  | 775                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Örencik 1-2         | KAWY 1                      | KX430769.1                  | 527                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Örencik 2-1         | AUMC 10229                  | KX023222.1                  | 620                      | 96                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Gerede 2-3          | -                           | KY105141.1                  | 742                      | 100                 | <i>S.cerevisiae/ S.paradoxus</i>  |
| Zorlu 6             | ADJ 5                       | KX904349.1                  | 438                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Lipa 3              | AUMC 10229                  | KF447149.1                  | 614                      | 97                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Kafes 4             | CP 1                        | KF953892.1                  | 719                      | 96                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Manisa 3            | AUMC 10232                  | KXO29122.1                  | 540                      | 92                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Manisa 1            | AUMC 10232                  | KXO29122.1                  | 317                      | 96                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Gönen 2             | KDLYS 901                   | HM771640.1                  | 747                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| BEV 2-6             | AUMC10233                   | KXO29123.1                  | 537                      | 95                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Örencik 5-1         | AUMC 10232                  | KXO29122.1                  | 308                      | 95                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Has 3               | CBS 5824                    | KY105140.1                  | 770                      | 99                  | <i>S.cerevisiae/ S.paradoxus</i>  |
| Örencik 6-2         | AUMC 10229                  | KXO23222.1                  | 549                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| AGES 9              | AUMC 10229                  | KXO23222.1                  | 530                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| AGES 1              | ADJ5                        | KX904349.1                  | 347                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Yeşildere 4         | TU 118                      | -                           | 419                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| BES 4               | IMA 105Y                    | LT605145.1                  | 556                      | 97                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Yeşildere 1         | AUMC 10229                  | KXO23222.1                  | 531                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Gönen 3             | CBS 2969                    | KY105141.1                  | 781                      | 99                  | <i>S.cerevisiae/ S. paradoxus</i> |
| Odunpazarı 2        | AUMC 10232                  | KXO29122.1                  | 329                      | 95                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Çarşı 1-6           | AUMC 10232                  | KXO29122.1                  | 455                      | 92                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Kafes 2             | AUMC 10229                  | KXO23222.1                  | 530                      | 99                  | <i>S. cerevisiae</i>              |
| Bonelli 3           | AUMC 10229                  | KXO23222.1                  | 566                      | 98                  | <i>S. cerevisiae</i>              |

Maya suşlarının daha hızlı belirlenmesi ve tanımlanması amacıyla; ITS1 ve ITS2 bölgelerinin multiplex PCR ile çoğaltıldığı bir araştırma gerçekleştirilmiştir (Fujita ve ark., 2001). Anılan çalışmada, kültür koleksiyonlarından sağlanan çeşitli maya suşlarının, hedef rDNA bölgelerinin, ITS1/ITS4 ya da ITS3/ITS4 primerleri kullanarak çoğaltıldığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada, *S. cerevisiae* türünün ITS1/ITS4 primerleri kullanılarak elde edilen tanımlayıcı DNA parçası baz uzunluğunun; 835-839 bp arasında gözlemlendiği ifade edilirken, ITS3/ITS4 primerleri kullanıldığında ise, 414-417 bp olduğu bildirilmiştir

İtalya' da ekşi hamur örneklerinden toplanan *S. cerevisiae* suşlarının moleküler olarak tanımlanmalarının yapıldığı bir başka çalışmada ise; mayaların ITS bölgelerinin bant uzunluklarının incelendiği ve incelenen *S. cerevisiae* suşlarının gen bölgesinin büyüklüğünün 850 bp olduğu ifade edilmiştir (Perricone ve ark., 2014).

Fildişi Sahili' nde üretilen farklı üç tip palm şarabının genotipik çeşitliliğinin incelendiği bir çalışmada, şaraplardan endojen mayaların izole edildiği ve bu izolatların moleküler olarak tanımlandıkları ifade edilmiştir. Söz konusu bu çalışmada, mayaların moleküler tanımlanmalarının, ITS-5.8S rDNA bölgesinin PCR-RFLP analizi ile 26S rRNA ve/veya ACT1 geninin kısmi gen sekansı ile kombine bir şekilde yapıldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, toplam 360 mayanın izole edildiği, bunlardan 4 tanesinin *S. cerevisiae* türüne ait olduğu belirtilmiştir. Mayaların PCR-RFLP profilleri incelendiğinde, *S. cerevisiae* türüne ait mayanın 5.8S-ITS gen bölgesinin 850 bp baz uzunluğuna sahip olduğu bildirilmiştir (Amoikon ve ark., 2018).

## 5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, elde edilen bulgulara ilişkin genel sonuçlar aşağıda özetlenmektedir.

- Araştırmada ilk olarak ülkemizde, ekşi hamur fermantasyonu yöntemi ile ekmek üretiminin yaygın olduğu çeşitli bölgelerdeki fırınlardan ve evlerden ekşi hamur örnekleri sağlanmıştır. Bu kapsamda; toplam 5 farklı bölgeden 38 adet ekşi hamur örneği toplanmıştır. Daha sonra, toplanan bu örneklerden potansiyel endojen *S. cerevisiae* suşlarının izolasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, toplam 185 adet *S. cerevisiae* olduğu düşünülen suş izole edilmiştir.
- Daha sonra, izole edilen suşların tanımlanabilmeleri amacıyla, hem klasik tanımlama testlerinden hem de hızlı bir tanımlama sistemi olan; API ID 32C test kitinden yararlanılarak suşların kesin tanımlanmaları yapılmıştır. Bu aşamada, 185 izolattan 146' sının *S. cerevisiae* suşları oldukları belirlenmiştir.
- Tez çalışmasının bir sonraki aşamasında; kesin tanımlanmaları gerçekleştirilen *S. cerevisiae* suşlarının teknolojik özellikleri belirlenmiştir. İzolatların teknolojik özelliklerinin belirlenmesinden önce, çalışılacak suş çeşitliliğini artırmak amacıyla, aynı ekşi hamur örneklerinden izole edilen ve benzer özellikler taşıdığı düşünülen suşlar, tezin ilgili kısmında açıklanan bir yöntem ile elenerek, çalışılan her bir örneği temsil edecek suş sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. *S. cerevisiae* olarak tanımlanan toplam 146 endojen suştan, anılan yöntem ile seçilen 83' ünün bazı teknolojik özellikleri belirlenmiştir. İncelenen teknolojik özellikler arasında, farklı sıcaklıklar, tuz derişimleri ve pH değerleri, ile farklı derişimlerde laktik ve asetik asit içeren ortamlarda gelişebilme özellikleri, hamuru kabartma yetenekleri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, incelenen 83 suşun enzim profilleri de bu aşamada ortaya konulmuştur. Bahsi geçen bu özelliklere ilaveten, suşların katalaz enzim aktiviteleri ile, lipolitik ve proteolitik

aktiviteleri de incelenmiştir. Bu deneylerden elde edilen sonuçlara göre, suşlardan bazılarının kontrol olarak kullanılan ticari ekmek mayası suşundan daha iyi sonuçlar verdikleri belirlenmiştir. Bu aşamada; teknolojik özellikler açısından öne çıkan suşların belirlenebilmesi amacıyla, istatistiksel bir değerlendirme yöntemi olan; temel bileşen analizinden (TBA) yararlanılmıştır. Uygulanan TBA sonucunda, elde edilen veriler değerlendirilmiş olup, araştırılan toplam 83 suştan 23' ünün incelenen teknolojik özellikler açısından iyi sonuçlar verdikleri tespit edilmiştir. Çalışılan suşların enzim profilleri ile ilgili elde edilen sonuçlara uygulanan TBA ile suşlar arasındaki enzimatik farklılıklar/benzerlikler belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre genel olarak, suşların benzer enzim profilleri gösterdikleri; ancak üç suşun (*S. cerevisiae* Karadeniz 2, Gönen 2 ve Gönen 3) diğerlerinden farklılaştıkları saptanmıştır. Bunlardan *S. cerevisiae* Karadeniz 2' nin esteraz ve esteraz lipaz aktivitesinin incelenen diğer suşlara göre daha iyi olduğu belirlenirken, *S. cerevisiae* Gönen 2 ve Gönen 3 suşlarının ise; mannozidaz aktivitesi göstermeleri nedeniyle, diğer suşlardan ayrıldıkları belirlenmiştir.

- Bu tez çalışmasında, multifonksiyel özelliklere sahip olan maya suşlarının belirlenebilmesi amacıyla, teknolojik özellikleri açısından öne çıkan 23 endojen *S. cerevisiae* suşunun probiyotik özellikleri de incelenmiştir. Bu deneylerde, kontrol amaçlı olarak; iki adet ticari probiyotik suş ile bir adet ticari ekmek mayası da kullanılmıştır. Suşların, antibiyotik dirençleri, antimikrobiyel aktiviteleri, düşük pH' da (pH 2.5) gelişebilme özellikleri ile, safra tuzu toleransları, hidrofobisite ve biyofilm oluşturma özellikleri araştırılmıştır. Bu aşamada, incelenen tüm suşların antibiyotik dirençlerinin, düşük pH' da gelişebilmelerinin, safra tuzu toleranslarının ve biyofilm oluşturma özelliklerinin iyi oldukları gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, tüm suşların nispeten zayıf hidrofobisite gösterdikleri de tespit edilmiştir. İncelenen suşların, deneylerde patojen bakteri olarak kullanılan; *E. coli*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus*' a karşı antimikrobiyel aktivite gösteremedikleri bulunmuştur. Biyofilm oluşturma yetenekleri açısından suşlar karşılaştırıldığında, *S. cerevisiae* Som-un 6 ve Bonelli 3 izolatları haricinde bütün suşların, birinci günde biyofilm oluşturma yeteneklerinin

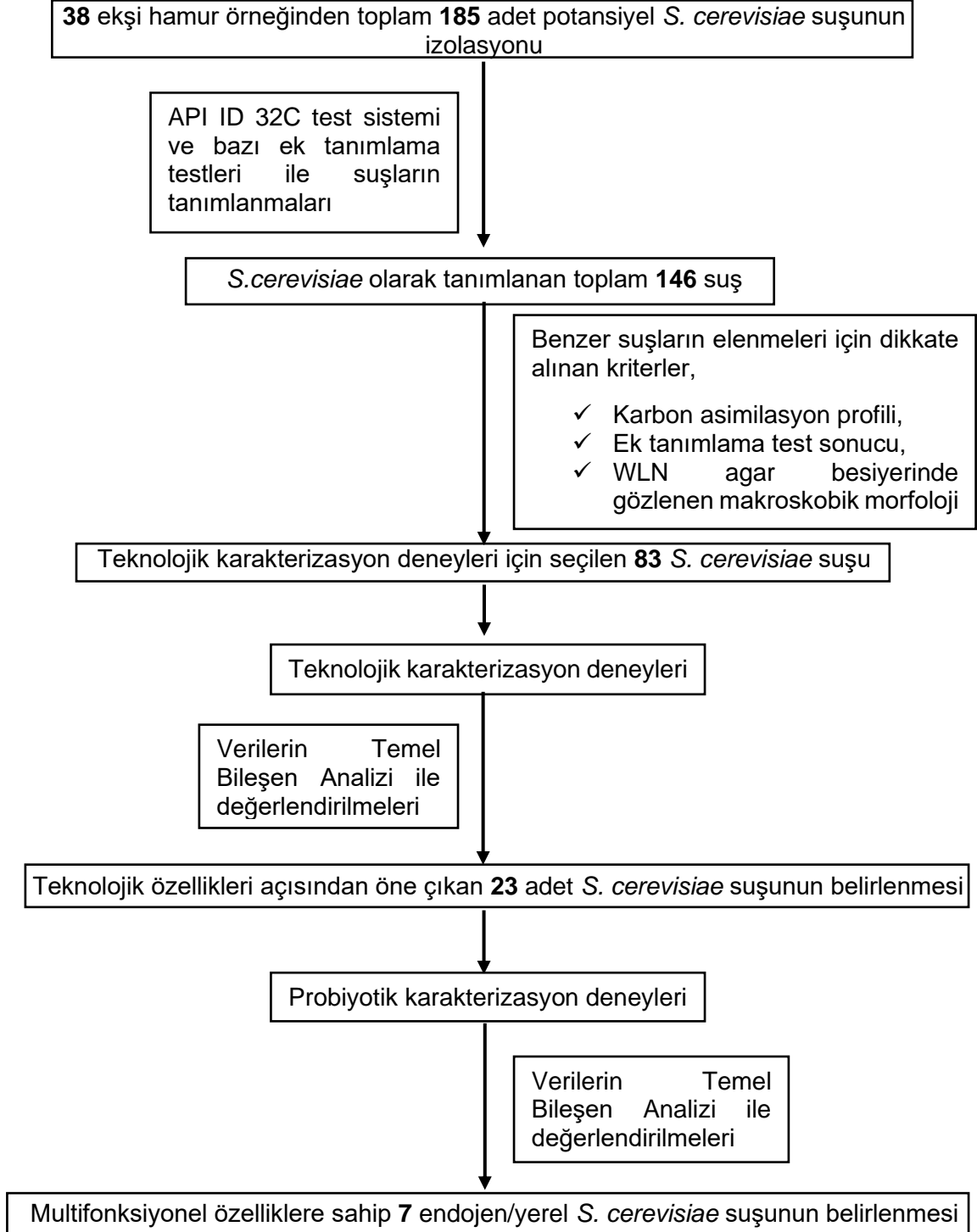
olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra, probiyotik özellikler açısından öne çıkan suşların belirlenebilmesi amacıyla elde edilen verilere temel bileşen analizi uygulanmıştır. Uygulanan istatistiksel analiz sonucunda, incelenen 23 adet *S. cerevisiae* suşundan 7' sinin araştırılan probiyotik özellikler açısından öne çıktıkları saptanmıştır. Bu suşlar; *S. cerevisiae* Kafes 2, Örencik 2-1, Örencik 5-1, Örencik 6-2, Odunpazarı 2, Çarşı 1-6 ve Gerede 2-3 olarak tespit edilmiştir. Söz konusu bu suşların teknolojik özelliklerinin iyi olmalarının yanı sıra, probiyotik potansiyel de taşımaları nedeniyle, multifonksiyonel karaktere sahip oldukları belirlenmiştir.

- Bu tez çalışmasında, suşların fermantasyon kapasiteleri de belirlenmiştir. Bu amaçla gerçekleştirilen deneylerde, ticari bir ekmek mayası suşu da kontrol amaçlı olarak kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, 23 endojen *S. cerevisiae* suşunun fermantasyon hızlarının; 0.64-0.88 g CO<sub>2</sub>/L.sa arasında değiştikleri tespit edilmiştir. En düşük fermantasyon hızına (0.64 g CO<sub>2</sub>/L.sa) sahip olan suşun; *S. cerevisiae* Manisa 1, en yüksek fermantasyon hızına (0.88 g CO<sub>2</sub>/L.sa) sahip olan suşun ise; *S. cerevisiae* Odunpazarı 2 olduğu belirlenmiştir. Denenen endojen suşlardan bazılarının, kontrol olarak kullanılan ticari ekmek mayasından (0.80 g CO<sub>2</sub>/L.sa) daha iyi sonuçlar verdikleri, diğerlerinin hesaplanan fermantasyon hızlarının ise, kontrol suşununkine yakın değerlerde oldukları saptanmıştır.
- İncelenen teknolojik ve probiyotik özellikler açısından üstün bulunan ve multifonksiyonel olarak tanımlanabilecek, *S. cerevisiae* suşlarının tarafımızca yapılan tanımlanmalarının kesin olarak doğrulanabilmesi amacıyla, suşlara sekans analizi yaptırılmıştır. Bu analiz sırasında, tez çalışmasında multifonksiyonel olarak tanımladığımız; 23 suşa ek olarak, ticari ekmek mayası suşu ile 20°C' de ve %4 tuz içeren ortamda kısmen de olsa gelişebilme özellikleri ile dikkati çeken *S. cerevisiae* Gönen 2 ve Gönen 3 suşlarına da (toplam 26 suş) sekans analizi yaptırılmıştır. Elde edilen sekans sonuçlarına göre, incelenen toplam 26 suşun 23' ü; *S. cerevisiae*, üçü ise (Gerede 2-3, Has 3 ve Gönen 3 izolatları), *S. cerevisiae*/*S. paradoxus* olarak tanımlanmışlardır. Suşların benzerlik

oranlarının; %92 ile %100 arasında değiştiği belirlenmiştir. İlgili literatürde, ITS sekans benzerliklerine göre, %95' ten az benzerlik oranına sahip suşların yeni maya suşları olabileceği ifade edilmektedir (Ah, Ma ve Soliman, 2017). Bu araştırmada, *S. cerevisiae* Manisa 3 ve arşa 1-6 suşlarının %92 benzerlik oranına sahip oldukları ve bu nedenle de, yeni *S. cerevisiae* suşları olabilecekleri öngörülmektedir.

- Gerçekleştirilen bu tez araştırmasında, endüstriyel öneme sahip olduğu saptanan endojen/yerel suşların izole edildikleri ekşi hamur örneklerinin sağlandıkları kaynaklara bakıldığında; teknolojik özellikleri açısından üstün bulunan *S. cerevisiae* suşlarından 9 tanesinin; geleneksel yolla ekşi hamur (ev tipi) üretiminin yapıldığı Bolu' nun değişik köyleri (7 izolat) ile Manisa-Akhisar' dan sağlanan (2 izolat) ekşi hamur örneklerinden izole edildiği belirlenmiştir. Kalan 14 suşun ise; Ankara (7), Isparta (3), Bolu (2), orum (1) ve Eskişehir (1)' de bulunan ve yine geleneksel yollarla üretim yapan bazı fırınlardan izole edildikleri saptanmıştır. Enzim varlığı ve çeşitliliği açısından öne çıkan *S. cerevisiae* suşlarından 3' ünün (Gönen 2, Gönen 3; Balıkesir ve Örencik 5-1; Bolu) ev tipi, birinin ise; yine Bolu ilindeki bir fırından sağlanan ekşi hamur örneklerinden izole edildikleri belirlenmiştir.
- Bu araştırmada, multifonksiyonel (teknolojik ve probiyotik karakterli) oldukları saptanan toplam 7 *S. cerevisiae* suşunun ise, 2' sinin (Kafes 2; Ankara ve Odunpazarı 2; Eskişehir) fırın, 5 tanesinin (Örencik 5-1, Örencik 2-1, Örencik 6-2, arşa 1-6 ve Gerede 2-3) ise, Bolu' nun çeşitli köylerinden (ev tipi) ekşi hamur örneklerinden izole edildikleri belirlenmiştir.
- Sonuç olarak, bu tez çalışmasında çeşitli yöresel ekşi hamur örneklerinden izole edilen bazı *S. cerevisiae* suşlarının teknolojik, enzimatik ve probiyotik özellikleri belirlenerek, başta ekmek mayası/fırıncılık sektörü olmak üzere, gereksinim duyan diğer gıda endüstrisi dallarında da starter olarak kullanılma potansiyeline sahip multifonksiyonel özellikte, endojen/yerel bir *S. cerevisiae* suş koleksiyonu oluşturulmuştur.

Bu araştırmada, multifonksiyonel özellikteki endojen/yerel *S. cerevisiae* suşlarının seşilmeleri sırasında izlenen prosedüre ilişkin özet akım şeması (şekil 5.1.) aşağıda verilmektedir.



**şekil 5.1.** Ekşi hamur örneklerinden multifonksiyonel özellikteki endojen/yerel *S. cerevisiae* suşlarının seçimlerine ilişkin akım şeması



## KAYNAKLAR

- Aehle, W., Industrial Enzymes, Enzymes in Industry: Production and Applications, Third edition, WILEY-WCH Verlag, 99-262, Weinheim, **2007**.
- Agarwal, N., Kamra, D. M., Chaudhary, L. C., Sahoo, A., Pathak, N. N., Letters in Applied Microbiology: Selection of *Saccharomyces cerevisiae* Strains for Use as a Microbial Feed Additive, 31 (**2000**) 270-273.
- Ah, M., Ma, A. S., Soliman, Z., Mycosphere: Yeasts and Filamentous Fungi Inhabiting Guts of Three Insects Species in Assiut, Egypt, 8(9) (**2017**) 1297-1316.
- Alaunyte, I., Stojceska, V., Plunkett, A., Ainsworth, P., Derbyshire, E., Journal of Cereal Science: Improving the Quality of Nutrient-rich Teff (*Eragrostis Tef*) Breads by Combination of Enzymes in Straight Dough and Sourdough Breadmaking, 55 (**2012**) 22-30.
- Amoikon, T. L. S., Aké, M. D. F., Djéni, N. T., Grondin, C., Casaregola, S., Djé, K. M., Journal of Applied Microbiology: Diversity and Enzymatic Profiles of Indigenous Yeasts Isolated from Three Types of Palm Wines Produced in Côte d'Ivoire, 126 (**2018**) 567-579.
- Anonim, Ekşi Maya Nedir ve Ekmekte Nasıl Kullanılır?, <https://www.puratos.com.tr/tr/bakery/categories/sourdough>, (Erişim Tarihi: **19 Ekim 2018a**).
- Anonim, Slow Food (Yavaş Gıda) Hareketi, <https://10layn.com/slow-food-yavas-gida-hareketi/>, (Erişim Tarihi: **28 Kasım 2018b**).
- Anonim, Slow Food, <http://www.trakyagastronomi.com/slow-food-hareketi-nedir.html>, (Erişim Tarihi: **28 Kasım 2018c**).
- Anonim, Hands into the Dough, <https://www.slowfood.com/hands-into-the-dough/>, (Erişim Tarihi: **16 Ekim 2018d**).
- Anonim, WLN Agar Medium, <http://brettanomycesproject.com/2009/03/wln-agar-medium/>, (Erişim Tarihi: **13 Mart 2019a**).
- Anonim, Isolation of Yeast Strains, <http://www.virtual-labs.leeds.ac.uk/brewing/isolation.php>, (Erişim Tarihi: **14 Mart 2019b**).
- Anonim, Çeşme Germiyan Ekmeği (Ekşi Maya Tam Buğday Unlu Ekmek), <http://cesmegermiyanekmegi.com/cesme-germiyan-ekmegi.html>, (Erişim Tarihi: **7 Ocak 2020a**).
- Anonim, Gönül Coğrafyamızdaki Patatesli Ekmeğimiz Tescillendi, <http://www.afyon-bld.gov.tr/news/1/5939/patatesli-ekmegimiztescillendi.aspx>, (Erişim Tarihi: **7 Ocak 2020b**).
- Anonim, Anadolu' nun en eski lezzetlerinden köy ekmeği, <https://www.pakmayaprofesyonellerdunyasi.com/koy-ekmegi/>, (Erişim Tarihi: **7 Ocak 2020c**).

- Aponte, M., Blaiotta, G., Food Microbiology: Selection of an Autochthonous *Saccharomyces cerevisiae* strain for the Vinification “*Moscato di Saracena*”, a Southern Italy, (Calabria region) passito wine, 54 (2016) 30-39.
- Arici, M., Ozulku, G., Yildirim, R. S., Sagdic, O., Durak, M. Z., Food Science and Biotechnology: Biodiversity and Technological Properties of Yeasts from Turkish Sourdough, 27(2) (2018) 499-508.
- Arlorio, M., Coisson, J. D., Martelli, A., European Food Research and Technology: Identification of *Saccharomyces cerevisiae* in Bakery Products by PCR Amplification of the ITS Region of Ribosomal DNA, 209 (1999) 185-191.
- Bağder, S., Türkiye’de Değişik Şarap Bölgelerinden İzole Edilmiş Şarap Mayalarının Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
- Bao, Y., Zhang, Y., Zhang Y., Liu, Y., Wanga, S., Dong, X., Wang, Y., Zhang, H., Food Control: Screening of Potential Probiotic Properties of *Lactobacillus fermentum* Isolated from Traditional Dairy Products, 21 (2010) 695-701.
- Bauer, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C., Turck, M., The American Journal of Clinical Pathology: Antibiotic Susceptibility Testing by a Standardized Single Disk Method, 45 (1966) 493-496.
- Bautista-Gallego, J., Rodríguez-Gómez, F., Barrio, E., Querol, A., Garrido-Fernández, A., Arroyo-López, F. N., International Journal of Food Microbiology Exploring the Yeast Biodiversity of Green Table Olive Industrial Fermentations for Technological Applications, 147 (2011) 89-96.
- Bevilacqua, A., Perricone, M., Cannarsi, M. Corbo, M. R., Sinigaglia, M., International Journal of Food Science and Technology: Technological and Spoiling Characteristics of the Yeast Microflora Isolated from Bella di Cerignola Table Olives, 44 (2009) 2198-2207.
- Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., Frontiers in Microbiology: Selection of Yeasts as Starter Cultures For Table Olives: a Step-By-Step Procedure, 3, (2012) 1-9.
- Bevilacqua, A., Beneduce, L., Sininglia, M., Corbo, M. R., Journal of Food Science: Selection of Yeasts as Starter Cultures For Table Olives, 78 (2013) 742-751.
- Bilinski, C. A., Russell, I., Stewart, G. G., Applied and Environmental Microbiology: Applicability of Yeast Extracellular Proteinases in Brewing: Physiological and Biochemical Aspects, 53 (1987) 495-499.
- Binetti, A., Carrasco, M., Reinheimer, J., Suárez, V., Journal of Applied Microbiology: Yeasts from Autochthonal Cheese Starters: Technological and Functional Properties, 115 (2013) 434-444.
- BioMérieux, ID 32C Kullanım Kılavuzu, Fransa, (2006a).
- BioMérieux, API-ZYM Kullanım Kılavuzu, Fransa, (2006b).
- Bircan, D., Güray, C. T., Bostan, K, Aydın Gastronomy, Farklı Yöntemlerle Ekşitilmiş Hamurlardan Ekmek Yapımı Üzerine Çalışmalar, 1(1), (2017), 1-8.

- Birch, A. N., Petersen, M. A., Hansen, Å. S., LWT-Food Science and Technology: The Aroma Profile of Wheat Bread Crumb Influenced by Yeast Concentration and Fermentation Temperature, 50 (2013) 480-488.
- Blaszyk, M., Holley, R. A., International Journal of Food Microbiology: Interaction of Monolaurin, Eugenol and Sodium Citrate on Growth of Common Meat Spoilage and Pathogenic Organisms, 39 (1998) 175-183.
- Bonatsou, S., Benítez, A., Rodríguez-Gómez, F., Panagou, E. Z., Arroyo-López, F. N., Food Microbiology: Selection of Yeasts with Multifunctional Features for Application as Starters in Natural Black Table Olive Processing, 46 (2015) 66-73.
- Bonatsou, S., Karamouza, M., Zoumpopoulou, G., Mavrogonatou, E., Kletsas, D., Papadimitrou, K., Tsakalidou, E., Nychas, G. J. E., Panagou, E. Z., International Journal of Food Microbiology: Evaluating the Probiotic Potential and Technological Characteristics of Yeasts implicated in cv. Kalamata Natural Black Olive Fermentation, 271 (2018) 48-59.
- Boyacıoğlu, D. Erdil, D. N. Çapanoğlu Güven, E., Enzimlerin gıda endüstrisinde uygulama alanları, Gıda Biyoteknolojisi, Aran, N. (ed.) Nobel Yayın, Ankara 105-137, 2010.
- Bozkurt, H., Aslım, B. Or-Lab Online Mikrobiyoloji Dergisi: İmmobilizasyonun Probiyotiklerde Kullanımı, 02 (2004) 01-14.
- Brandt, M. J., Hammes, W. P., Gänzle, M. G., European Food Research Technology: Effects of Process Parameters on Growth and Metabolism of *Lactobacillus sanfranciscensis* and *Candida humilis* During Rye Sourdough Fermentation, 218 (2004) 333-338.
- Brandt, M. J., Food Microbiology: Starter Cultures for Cereal Based Foods, 37 (2014) 41-43.
- Buzzini, P., Martini, A., Journal of Applied Microbiology: Extracellular Enzymatic Activity Profiles in Yeasts and Yeast-like Strains Isolated from Tropical Environments, 93 (2002) 1020-1025.
- Campana, R., van Hemert, S., Baffone, W., Gut Pathogens: Strain-specific Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria and Their Interference with Human Intestinal Pathogens Invasion, 9 (2017) 1-12.
- Cappelle, S., Guylaine, L., Gänzle, M., Gobbetti, M., History and Social Aspects of Sourdough. Handbook on Sourdough Biotechnology, Gobbetti, M., Gänzle, M. (eds.) Springer, New York, 1-10, 2013.
- Chavan, R. S., Chavan S. R., Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety: Sourdough Technology-a Traditional Way for Wholesome Foods: A Review, 10 (2011) 170-183.
- Coda, R., Nionelli, L., Rizzello, C.G., De Angelis, M., Tossut, P., Gobbetti, M., Journal of Applied Microbiology: Spelt and Emmer Flours: Characterization of The Lactic Acid Bacteria Microbiota and Selection of Mixed Starters for Bread Making, 108 (2010) 925-935.
- Coda, R., Di Cagno, R., Gobbetti, M., Rizzello, C. G., Food Microbiology: Sourdough Lactic Acid Bacteria: Exploration of Non-Wheat Cereal-Based Fermentation, 37 (2014) 51-58.

- Collado, M. C., Meriluoto, J., Salminen, S., European Food Research Technology: Adhesion and aggregation properties of probiotic and pathogen strains, 226 (2008) 1065-1073.
- Conway, P. L., Gorbach, S. L., Goldin, B. R., Journal of Dairy Science: Survival of Lactic Acid Bacteria in The Human Stomach and Adhesion to Intestinal Cells, 70 (1987) 1-12.
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Campaniello, D., Speranza, B., Sinigaglia, M., Journal of Science Food Agriculture: Selection of Promising Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures for Sourdough: Using a Step-by-Step Approach through Quantative Analyses and Statistics, 94 (2014) 1772-1780.
- Corsetti, A., Lavermicocca, P., Morea M., Baruzzi F., Tosti, N., Gobbetti, M., International Journal of Food Microbiology: Phenotypic and Molecular Identification and Clustering of Lactic Acid Bacteria and Yeasts from Wheat (species *Triticum durum* and *Triticum aestivum*) Sourdoughs of Southern Italy, 64 (2001) 95-14.
- Corsetti, A., Settani, L., Lactobacilli in Sourdough Fermentation, Food Research International:40 (2007) 539-558.
- Corsetti, A., Technology of Sourdough Fermentation and Sourdough Applications, Handbook on Sourdough Biotechnology, M. Gobbetti, & M. Gänzle, (eds.) Springer, New York, 2013.
- Czerucka, D., Piche, T., Rampal, P. Alimentary Pharmacology and Therapeutics: Review Article: Yeast as Probiotics *Saccharomyces boulardii*, 26 (2007) 767-778.
- Deák, T., Beuchat, L. R., Handbook of Food Spoilage Yeasts, First edition, CRC Press, New York, 210p, 1996.
- de Castro, M. R., Fernandes, M. S., Kabuki, D. Y., Kuaye, A.Y., International Dairy Journal: Biofilm Formation on Stainless Steel as a Function of Time and Temperature and Control through Sanitizers, 68 (2017) 9-16.
- Decock, P., Cappelle, S., Trends in Food Science and Technology: Bread Technology and Sourdough Technology, 16 (2005) 113–120.
- de Lima, M. S. F., de Souza, K. M. S., Albuquerque, W. W. C, Teixeira, J. A. C., Cavalcanti, M. T. H., Ana Lúcia Figueiredo Porto, A. L. F., Microbial Pathogenesis: *Saccharomyces cerevisiae* from Brazilian Kefir-fermented Milk: An in Vitro Evaluation of Probiotic Properties, 110 (2017) 670-677.
- Delfini, C., Formica, J. V., Isolation, selection and purification of wine yeasts. Wine Microbiology Science and Technology, Marcel Dekker Inc., Italy, 193-217, 2001.
- Demirhan, A., Bozkurt, S., Journal of Yaşar University: Banka Çalışanlarının Bilgi Paylaşımı Davranışına Yönelik Tutumlarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma, 18(5) (2010) 3016-3027.
- De Vuyst, L., Neysens, P., Trends in Food Science and Technology: The Sourdough Microflora: Biodiversity and Metabolic Interactions, 16 (2005) 43-56.

- De Vuyst, L., Vrancken, G., Ravyts, F., Rimaux, T., Weckx, S., Food Microbiology: Biodiversity, Ecological Determinants, and Metabolic Exploitation of Sourdough Microbiota, 26 (2009) 666–675.
- De Vuyst, L., Van Kerrebroeck, S., Harth, H., Huys, G., Daniel, H.M. Weckx, S., Food Microbiology: Microbial Ecology of Sourdough Fermentations: Diverse or Uniform?, 37 (2014) 11-29.
- De Vuyst, L. Harth, H. Van Kerrebroeck S. Leroy, F., International Journal of Food Microbiology: Yeast Diversity of Sourdoughs and Associated Metabolic Properties and Functionalities, 239 (2016) 26-34.
- De Vuyst, L., Kerrebroeck, S. V., Leroy, F., Microbial ecology and process technology of sourdough fermentation. Advances in Applied Microbiology, Sarraslanı, S., Gadd, G. M. (eds.), First edition, Academic Press, USA, 49-160, 2017.
- Diğrak, M., Özçelik, S., Gıda: Elazığ ve Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi, Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri, 16(5) (1991) 325-331.
- Dişçioğlu, G. Bazı *Enterococcus* Bakterilerinin Probiyotik Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014.
- EFSA (European Food Safety Authority), EFSA Journal: Introduction of a Qualified Presumption of Safety (QPS) Approach for Assessment of Selected Microorganisms Referred to EFSA, 587 (2007) 1-16.
- Erkkila, S., Petaja, E., Meat Science: Screening of Commercial Meat Starter Cultures at Low pH and in the Presence of Bile Salts for Potential Probiotic Use, (2000) 55, 297-300.
- Etienne-Mesmin, L., Livrelli, V., Privat, M., Denis, S., Cardot, J. M., Alric, M., Blanquet-Diot, S., Applied and Environmental Microbiology: Effect of a New Probiotic *Saccharomyces cerevisiae* Strain on Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in a Dynamic Gastrointestinal Model, 77 (2011) 1127–1131.
- FAO/WHO, Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation, FAO Food Nutrition Paper, No. 85, Rome, 2006.
- Fujimoto, A., Ito, K., Itou, M., Narushima, N., Ito, T., Yamamoto, A., Hirayama, S., Furukawa, S., Morinaga, Y., Miyamoto, T., Journal of Bioscience and Bioengineering: Microbial Behavior and Changes in Food Constituents During Fermentation of Japanese Sourdoughs with Different Rye and Wheat Starting Materials, 125 (2018) 97-104.
- Fujita, S., Senda, Y., Nakaguchi, S., Hashimoto, T., Journal of Clinical Microbiology: Multiplex PCR Using Internal Transcribed Spacer 1 and 2 Regions for Rapid Detection and Identification of Yeast Strains, 39 (2001) 3617-3622.
- Gadaga, T.H., Mutukumira, A.N., Narvhus, J.A., International Dairy Journal: Enumeration and Identification of Yeasts Isolated from Zimbabwean Traditional Fermented Milk, 10 (2000) 459-466.
- Gänzle, M. G., Ehmann, M., Hammes, W. P., Applied and Environmental Microbiology: Modeling of Growth of *Lactobacillus sanfranciscensis* and

- Candida milleri* in Response to Process Parameters of Sourdough Fermentation, 64 (1998) 2616–2623.
- Gänzle, M. G., Gobbetti, M., Physiology and biochemistry of lactic acid bacteria. Handbook on Sourdough Biotechnology, M. Gobbetti, & M. Gänzle (eds.), Springer, New York, 2013.
- Gänzle, M. G., Food Microbiology: Enzymatic and Bacterial Conversions During Sourdough Fermentation, 37 (2014) 2-10.
- Galle, S., Sourdough: A tool to improve bread structure, Handbook on Sourdough Biotechnology, M. Gobbetti, & M. Gänzle (eds.), Springer, New York, 2013.
- Georgieva, R., Yocheva, L., Tserovska, L., Zhelezova, G., Stefanova, N., Atanasova, A., Danguleva, A., Ivanova, G., Karapetkov, N., Rumyan, N., Karaivanova, E., Biotechnology and Biotechnology Equipment: Antimicrobial Activity and Antibiotic Susceptibility of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* spp. Intended for Use as Starter and Probiotic Cultures, 29 (2015) 84-91.
- Gilliland, S. E., Stanley, T. E., Bush, L. J., Journal of Dairy Science: Importance of bile Tolerance of *Lactobacillus acidophilus* Used as a Dietary Adjunct, 67 (1984) 3045-3051.
- Gil-Rodríguez, A. M., Carrascosa, A. V., Requena, T., LWT-Food Science and Tecnology: Yeasts in Foods and Beverages: In vitro Characterization of Probiotic Traits, 64 (2015) 1156-1162.
- Glover, R. L.K., Abaidoo, R. C., Jakobsen, M., Jespersen, L., Systematic and Applied Microbiology: Biodiversity of *Saccharomyces cerevisiae* Isolated from a Survey of Pito Production Sites in Various Parts of Ghana, 28 (2005) 755–761.
- Gobbetti, M., Rizzello, C. G., Di Cagno, R., De Angelis. M., Food Microbiology: How the Sourdough May Affect the Functional Features of Leavened Baked Goods, 37 (2014) 30-40.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., Rizzello, C. G., International Journal of Food Microbiology: Novel Insights on the functional/Nutritional Features of the Sourdough Fermentation, 302 (2018) 103-113.
- Gong, X., Yu, H., Chen, J., Han, B., European Food Research Technology: Cell Surface Properties of *Lactobacillus salivarius* Under Osmotic Stress, 234 (2012) 671-678.
- Göçmen, D., Gıda: Ekşi Hamur ve Laktik Starter Kullanımınının Ekmekte Aroma Oluşumu Üzerine Etkileri, 26(1) (2001) 13-16.
- Gueimonde, S., Salminen, S., Digestive and Liver Disease: New Methods for Selecting and Evaluating Probiotics, 38 (2006) 242-247.
- Guerzoni, M. E., Serrazanetti, D. I., Vernocchi, P., & Gianotti, A., Physiology and biochemistry of sourdough yeasts. Handbook on Sourdough Biotechnology, M. Gobbetti, & M. Gänzle (eds.), Springer, New York, 155-181, 2013.
- Gül, H., Isparta Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi, Bazı Biyokimyasal ve Fizyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Ekmek Yapımında Kullanılması,

- Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, **1999**.
- Gül, H., Özçelik, S., Sağdıç, O., Certel, M., Process Biochemistry: Sourdough Bread Production with Lactobacilli and *S. cerevisiae* Isolated from Sourdoughs, 40 (**2005**) 691-697.
- Hammes, W. P., Brandt, M. J., Francis, K. L., Rosenheim, J., Seitter, M. F. H., Vogelmann, S. A., Trends in Food Science & Technology: Microbial Ecology of Cereal Fermentations, 16 (**2005**) 4–11.
- Hansen, Å. S., Sourdough bread. Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology, Hui, Y. H., Meunier-Goddik, L., Hansen, Å. S., Josephsen, J., Nip, W., Stanfield, P. S., Toldrá, F. (eds.), CRC Press, New York, 726-752, **2004**.
- Hansen, Å., Hansen, B., Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung: Flavour of Sourdough Wheat Bread Crumb, 202 (**1996**) 244-249.
- Hansen, T. K., Jakobsen, M., International Journal of Food Microbiology: Taxonomical and Technological Characteristics of *Saccharomyces* spp. Associated with Blue Veined Cheese, 69 (**2001**) 58-69.
- Hansen, A., Schieberle, P., Trends in Food Science and Technology, Generation of Aroma Compounds During Sourdough Fermentation: Applied and Fundamental Aspects, 16 (**2005**) 85–94.
- Hatoum, R., Labrie, S., Fliss, I., Frontiers in Microbiology: Antimicrobial and Probiotic Properties of Yeasts: from Fundamental to Novel Applications, 3 (**2012**) 1-12.
- Harrigan, W. F., Laboratory in Food Microbiology, Third edition, Academic Press, San Diego, **1998**.
- Hayford, A. E., Jespersen, L., Journal of Applied Microbiology: Characterization of *Saccharomyces cerevisiae* Strains from Spontaneously Fermented Maize Dough by Profiles of Assimilation, Chromosome Polymorphism, PCR and MAL Genotyping, 86 (**1999**) 284-294.
- Häggman, M., Salovaara, H., LWT: Microbial re-inoculation Reveals Differences in the Leavening Power of Sourdough Yeast Strains, 41 (**2008**) 148-154.
- Heenan SP, Dufour JP, Hamid N, Harvey W, Delahunty C., Food Research International: The Sensory Quality of Fresh Bread: Descriptive Attributes and Consumer Perceptions., 41 (**2008**) 989-997.
- Hernández, A., Martín, A., Aranda, E., Pérez-Nevado, F., Córdoba, M. G., Food Microbiology: Identification and Characterization of Yeast Isolated from the Elaboration of Seasoned Green Table Olives, 24 (**2007**) 346-351.
- Iranzo, J. F. U., Pérez A. I. B., Canas, P. M. I., Food Microbiology: Study of Oenological Characteristics and Enzymatic Activities of Wine Yeasts, 15 (**1998**) 399-406.
- İzgü, F., Altınbay, D., Yüceliş, A., Food Microbiology: Identification and Killer Activity of a Yeast Contaminating Starter Cultures of *Saccharomyces cerevisiae* Strains Used in the Turkish Baking Industry, 14 (**1997**) 125-131.

- Jayaram, V. B., Cuyvers, S., Lagrain, B., Verstrepen, K. J., Delcour, J. A., Courtin, C. M., Food Chemistry: Mapping of *Saccharomyces cerevisiae* Metabolites In Fermenting Wheat Straight-Dough Reveals Succinic Acid as pH-determining Factor, 136 (2013) 301-308.
- Jayaram, V. B., Cuyvers, S., Verstrepen, K. J., Delcour, J. A., Courtin, C. M., Food Chemistry: Succinic Acid in Levels Produced by Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) During Fermentation Strongly Impacts Wheat Bread Dough Properties, 151 (2014) 421-428.
- Jolliffe, I. T., Principal Component Analysis, Second edition, Springer Verlag, New York, 111-149, 2002.
- Jules, M., Guillou, V., Francois, J., Parrou, J., Applied And Environmental Microbiology: Two Distinct Pathways for Trehalose Assimilation in the Yeast *Saccharomyces cerevisiae*, 70 (2004) 2771-2778.
- Kalambaheti, T., Cooper, G. N., Jackson, G. D. F., Gut: Role of Bile Salts in non-specific Defence Mechanisms of the Gut, 35 (1994) 1047-1052.
- Karaman, K., Sagdic, O., Zeki M., Durak, M. Z., LWT-Food Science and Technology: Use of Phytase Active Yeasts and Lactic Acid Bacteria Isolated from Sourdough in the Production of Whole Wheat Bread, 91 (2018) 557–567.
- Kayodé, A. P. P., Vieira-Dalodé, G., Linnemann, A. R., Kotchoni, S. O., Hounhouigan, A. J. D., van Boekel, M. A. J. S., Nout, M. J. R., African Journal of Microbiology Research: Diversity of Yeasts Involved in the Fermentation Of Tchoukoutou, an Opaque Sorghum Beer from Benin, 5 (2011) 2737-2742.
- Kelesidis, T., Pothoulakis, C., Therapeutic Advances in Gastroenterology: Efficacy and Safety of the Probiotic *Saccharomyces boulardii* for the Prevention and Therapy of Gastrointestinal Disorders, 5(2) (2012) 111-125.
- Kellekçi, Ö. L., Berköz, L., İTÜ dergisi: Konut ve Çevresel Memnuniyetini Yükselten Faktörler, 5 (2006) 167-178.
- Kıray, E., Kariptaş, E., Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR: Probiyotikler, Prebiyotikler ve Sinbiyotiklerin Kolorektal Kanser İlişkisi, 13 (2015) 28-46.
- Kumari, A., Angmo, K., Monika, Bhalla, T. C., Journal of Food Science and Technology: Probiotic Attributes Of Indigenous *Lactobacillus* spp. Isolated From Traditional Fermented Foods and Beverages of North-Western Himalayas Using in Vitro Screening and Principal Component Analysis, 53(5) (2016) 2463–2475.
- Kurtzman, C. P., Boekhout, T., Robert, V., Fell, J. W., Deák, T., Methods to identify yeasts. Yeasts in Food, Boekhout, T., Robert, V. (eds.), Woodhead Publishing, Cambridge, 69-121, 2003.
- Lattanzi, A., Minervini, F., Di Cagno, R., Diviccaro, A., Antonielli, L., Cardinali, G., Cappelle, S., De Angelis, M., Gobbetti, M., International Journal of Food Microbiology: The Lactic Acid Bacteria and Yeast Microbiota of Eighteen Sourdoughs Used, for the Manufacture of Traditional Italian Sweet Leavened Baked Goods, 163 (2013) 71–79.



- Lebeer, S., Verhoeven, T. L. A., Vélez, M. P., Vanderleyden, J., De Keersmaecker S. C. J. *Applied and Environmental Microbiology: Impact of Environmental and Genetic Factors on Biofilm Formation by the Probiotic Strain *Lactobacillus Rhamnosus* GG*, 73 (2007) 6768–6775.
- Lhomme, E., Lattanzi, A., Dousset, X., Minervini, F., De Angelis, M., Lacaze, G., Onno, B., Gobbetti, M., *International Journal of Food Microbiology: Lactic Acid Bacterium and Yeast Microbiotas of Sixteen French Traditional Sourdoughs*, 215 (2015) 161-170.
- Liu, T., Li, Y., Sadiq, F. A., Yang, H., Gu, J., Yuan, L., Lee, Y. K., He, G., *Food Chemistry: Predominant Yeasts in Chinese Traditional Sourdough and Their influence on Aroma Formation in Chinese Steamed Bread*, 242 (2018) 404-411.
- Lu, Z. H., Peng, H. H., Cao W., Tatsumi, E., Li L. T., *Journal of Applied Microbiology: Isolation, Characterization and Identification of Lactic Acid Bacteria and Yeasts from Sour Mifen, Traditional Fermented Rice Noodle from China*, 105 (2008) 893-903.
- Ma'aruf, A. G., Asyikeen, Z. N., Sahilah, A. M., Khan, A. M., *Sains Malaysiana: Leavening Ability of Yeast Isolated from Different Local Fruits in Bakery Product*, 40(12) (2011) 1413-1419.
- Marteau, P., Minekus, M., Havenaar, R., In't Veld, H., *Journal of Dairy Science: Survival of Lactic Acid Bacteria in a Dynamic Model of Stomach and Small Intestine: Validation and the Effect of Bile*, 80 (1997) 1031-1037.
- Menteş, Ö., Akçelik, M., Ercan, R., *Gıda: Türkiye' de Üretilen Ekşi Hamurlardan *Lactobacillus* Suşlarının İzolasyonu, İdentifikasyonu Ve Bu Suşların Temel Endüstriyel Özellikleri*, 29 (2004) 307-315.
- Meuser, F., Valentin, M., *Fermented doughs in bread production. Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*, Hui, Y. H., Meunier-Goddik, L., Hansen, Å. S., Josephsen, J., Nip, W., Stanfield, P. S., Toldrá, F. (eds.), CRC Press, New York, 754-779, 2004.
- Miguel, Â., S., M., Martins-Meyer, T., S., da Costa Figueiredo, É., V., Bianca Waruar Paulo Lobo, B. W. P., Dellamora-Ortiz, G. M., *Enzymes in Bakery: Current and Future Trends. Food Industry*, Innocenzo Muzzalupo (eds.), IntechOpen, 287-321, 2013.
- Minervini, F., De Angelis, M., Di Cagno, R., Gobetti, M., *Applied and Environmental Microbiology: Influence of Artisan Bakery- or Laboratory-Propagated Sourdoughs on the Diversity of Lactic Acid Bacterium and Yeast Microbiotas*, 78 (2012a) 5328–5340.
- Minervini F., Di Cagno, R., Lattanzi, A., De Angelis, M., Antonielli, L., Cardinali, G., Cappelle, S., Gobbetti, M., *Applied and Environmental Microbiology: Lactic Acid Bacterium and Yeast Microbiotas of 19 Sourdoughs Used for Traditional/Typical Italian Breads: Interactions between Ingredients and Microbial Species Diversity*, 78 (2012b) 1251–1264,
- Minervini, F., De Angelis, M., Di Cagno, R., Gobbetti, M., *International Journal of Food Microbiology: Ecological Parameters Influencing Microbial Diversity and Stability of Traditional Sourdough*, 171 (2014) 136-146.

- Moroni, A. V., Dal Bello, F., Zannini, E., Arendt, E. K., *Journal of Cereal Science: Impact of Sourdough on Buckwheat Flour, Batter and Bread: Biochemical, Rheological and Textural Insights*, 54 (2011) 195-202.
- Moslehi-Jenabian, S., Pedersen, L. L., Jespersen, L., *Nutrients: Beneficial Effects of Probiotic and Food Borne Yeasts on Human Health*, 2 (2010) 449-473.
- Mustapha, A., Jiang, T., Savaino, D. A., *Journal of Dairy Science: Improvement of Lactose Digestion by Humans Following Ingestion of Unfermented Acidophilus Milk: Influence of Bile Sensitivity, Lactose Transport and Acid Tolerance of *Lactobacillus acidophilus**, 80 (1997) 1537-1545.
- Nikolaou, E., Soufleros, E.H., Bouloumpasi, E., Tzanetakis, N., *Food Microbiology: Selection of Indigenous *Saccharomyces cerevisiae* Strains According to Their Oenological Characteristics and Vinification Results*, 23 (2006) 205-211.
- Nikolaou, E., Andrighetto, E., Lombardi, C., Litopoulou-Tzanetaki, A., Tzanetakis, N., *Food Control: Heterogeneity in Genetic and Phenotypic Characteristics of *Saccharomyces cerevisiae* Strains Isolated from Red and White Wine Fermentations*, 18 (2007) 1458-1465.
- Nionelli, L., Curri, N., Curiel, J. A., Di Cagno, R., Pontonio, E., Cavoski, I., Gobbetti, M., Rizzello, C. G., *Food Microbiology: Exploitation of Albanian Wheat Cultivars: Characterization of the Flours and Lactic Acid Bacteria Microbiota, and Selection of Starters for Sourdough Fermentation*, 44 (2014) 96-107.
- Nuobariene, L., Hansen, Å. S., Arneborg, N., *LWT-Food Science and Technology: Isolation and Identification of Phytase-Active Yeasts from Sourdoughs*, 48 (2012) 190-196.
- Oliveira, T., Ramalhosa E., Nunes, L., Pereira, J. A., Colla, E., Ermelinda L. Pereira E. L., *Innovative Food Science and Emerging Technologies: Probiotic Potential Of Indigenous Yeasts Isolated During the Fermentation of Table Olives from Northeast of Portugal*, 44 (2017) 167-172.
- Önür, N. D., Beyler, A. R., *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası: Safra Asitleri Metabolizması*, 54 (2001) 65-76.
- Özçelik, F., Denli, Y., *Gıda: Şarap Mayalarının Teknolojik Özellikleri*, 24(6) (1999) 385-389.
- Özülkü, G., Sivri Özay, D., *Improving bread quality of high protease activity flour by using sourdough and liquid rye dough. Annemari Kuokka-Ihalainen (eds.), V Symposium on Sourdough–Cereal Fermentation for Future Foods, Helsinki, 10-12 October 2012, Julkaisija- Utgivare Publisher, Helsinki, 2012, p. 39.*
- Palla, M., Cristani, C., Giovannetti, M., Agnolucci, M., *International Journal of Food Microbiology: Identification and Characterization of Lactic Acid Bacteria and Yeasts of PDO Tuscan Bread Sourdough by Culture Dependent and Independent Methods*, 250 (2017) 19–26.
- Pallmann, C. L. Brown, J. A., Olineka, T. L., Cocolin, L., Mills, D. A., Bisson, L. F., *American Journal of Enology and Viticulture: Use of WL Medium to Profile Native Flora Fermentations*, 52 (2001) 198-203.

- Pamir, H., *Fermentasyon Mikrobiyolojisi Uygulama Kılavuzu*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, **1984**.
- Paramithiotis, S., Muller, M. R. A., Ehrmann, M. A., Tsakalidou, E., Seiler, H., Vogel, R., Kalantzopoulos, G., *Systematic and Applied Microbiology: Polyphasic Identification of Wild Yeast Strains Isolated from Greek Sourdoughs*, 23 (**2000**) 156-164.
- Pennacchia, C., Blaiotta, G., Pepe, O., Villani, F., *Journal of Applied Microbiology: Isolation of *Saccharomyces cerevisiae* Strains from Different Food Matrices and Their Preliminary Selection for a Potential Use as Probiotics*, 105 (**2008**) 1919-1928.
- Pérez-Coello, M.S., Briones Perez, A.I., Ubeda Iranzo, J.F., Martin Alvarez, P.J., *Food Microbiology: Characteristics of Wines Fermented with Different *Saccharomyces cerevisiae* Strains Isolated from the La Mancha region*, 16 (**1999**) 563-573.
- Perricone, M., Bevilacqua, A., Corbo, M. A., Sinigaglia, M., *Food Microbiology: Technological Characterization and Probiotic Traits of Yeasts Isolated from Altamura Sourdough to Select Promising Microorganisms as Functional Starter Cultures for Cereal-Based Product*, 38 (**2014**) 26-35.
- Pham, T., Wimalasena, T., Box, W. G., K. Koivuranta, K., Storgårds E., Smart, K. A., Gibson, B. R., *Journal of the Institute of Brewing: Evaluation of ITS PCR and RFLP for Differentiation and Identification of Brewing Yeast and Brewery 'Wild' Yeast Contaminants*, 117 (**2011**) 556-568.
- Pico, J., Bernal, J., Gómez., *Food Research International: Wheat Bread Aroma Compounds in Crumb and Crust: A review*, 75 (**2015**) 200-215.
- Pitt, J. I., Hocking, A. D., *Fungi and Food Spoilage*, Blackie Academic and Professional, Great Britain, **1997**.
- Pizzolitto, R. P., Armando, M. R., Combina, M., Cavaglieri, L. R., Dalcero, A. M., Salvano, M. R., *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes: Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* Strains as Probiotic Agent with Aflatoxin B1 Adsorption Ability Foruse in Poultry Feedstuffs*, 47(10) (**2012**) 933-941.
- Plessas, S., Alexopoulos, A., Mantzourani, I., Koutinas, A., Voidarou, C., Stavropoulou, E., Bezirtzoglou, E., *Anaerobe: Application of Novel Starter Cultures for Sourdough Bread Production*, 17 (**2011**) 486-489.
- Poitrenaud, B., *Baker's Yeast. Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*,: Hui, Y. H., Meunier-Goddik, L., Hansen, Å. S., Josephsen, J., Nip, W., Stanfield, P. S., Toldrá, F. (eds.), CRC Press, New York, 692-716, **2004**
- Poloni, V., Salvato, L., Pereya, C., Oliveira, A., Rosa, C., Cavaglieri, L., Keller, K. M., *Food and Chemical Toxicology: Bakery by-products Based Feeds-Borne *Saccharomyces cerevisiae* Strains with Probiotic and Antimycotoxin Effects Plus Antibiotic Resistance Properties for Use in Animal Production*, 107 (**2017**) 630-636.
- Porru, C., Rodríguez-Gómez, F., Benítez-Cabello, A., Jiménez-Díaz, R., Zara, G., Budroni, M., Mannazzu, I., Arroyo-López, F. N., *Food Microbiology:*

- Genotyping, Identification and Multifunctional Features of Yeasts Associated to Bosana Naturally Balck Table Olive Fermentations, 69 (2018) 33-42.
- Poutanen, K., Flander, L., Katina, K., Food Microbiology: Sourdough and Cereal Fermentation in a Nutritional Perspective, 26 (2009) 693-699.
- Prasad, J., Gill, H., Smart, J., Gopal, P. K., International of Dairy Journal: Selection and characterization of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* Strains for use as Probiotics, 99 (1998) 993-1002.
- Pretarious, I. S., du Toit, M., van Rensburg, P., Food Technology and Biotechnology: Designer Yeasts for the Fermentation Industry of the 21st Century, 41(1) (2003) 3–10.
- Psomas, E., Andrighetto, C., Litopoulou-Tzanetaki, E., Lombardi, A., Tzanetakis, N., International Journal of Food Microbiology: Some Probiotic Properties of Yeast Isolates from Infant Faeces and Feta Cheese, 69 (2001) 125-133.
- Pulvirenti, A., Solieri, L., Gullo, M., De Vero, L., Giudici, P., Letters in Applied Microbiology: Occurrence and Dominance of Yeast Species in Sourdough, 38 (2004) 113–117.
- Raimondi, S., Amaretti, A., Rossi, M., Fall, P. A., Tabanelli, G., Gardini, F., Montanari C., LWT-Food Science and Technology, Evolution of Microbial Community and Chemical Properties of a Sourdough During the Production of *Colomba*, an Italian Sweet Leavened Baked Product, 86 (2017) 31-39.
- Rocha, J. M., Malcata, F. X., Food Microbiology: Microbiological Profile of Maize and Rye Flours, and Sourdough Used for the Manufacture of Traditional Portuguese Bread, 31 (2012) 72-88.
- Rodarte, M. P., Dias, D. R., Vilela, D. M., Schwan, F., Acta Scientiarum. Agronomy: Proteolytic Activities of Bacteria, Yeasts and Filamentous Fungi Isolated From Coffee Fruit (*Coffea arabica* L.), 33 (2011) 457-464.
- Rodríguez-Gómez, F., Romero-Gil, V. Bautista-Gallego, J., Garrido Fernández, A. Arroyo-López, F. N., World Journal of Microbiology and Biotechnology: Multivariate Analysis to Discriminate Yeast Strains with Technological Applications in Table Olive Processing, 28 (2012) 1761-1770.
- Romano, P., Capece, A., Jespersen, L., Taxonomic and Ecological Diversity of Food and Beverage Yeasts. Yeasts in Food and Beverage, Querol, A., Fleet, G. H. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Berlin, 2006.
- Romo-Sánchez, S., Alves-Baffi, M., Arévalo-Villena, M., Úbeda-Iranzo, J., Briones-Pérez, A., Food Microbiology: Yeast Biodiversity from Oleic Ecosystems: Study of their Biotechnological Properties, 27 (2010) 487-492
- Rosenberg, M., Gutnick, D., Rosenberg, E., FEMS Microbiology Letters: Adherence of Bacteria to Hyrdocarbons: A Simple Method Measuring Cell-Surface Hydrophobicity, 9 (1980) 29-33.
- Rutherford, S. T., Bassler, B. L. Cold Spring Harb Perspect Medicine: Bacterial quorum sensing: Its Role in Virulence and Possibilities for Its Control, 2 (2012) 1-25.

- Sangün, L., Temel Bileşenler Analizi, Ayırma Analizi, Kümeleme Analizleri ve Ekolojik Verilere Uygulanması Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, **2007**.
- Scazzina, F., Del Rio, D., Pellegrini, N., Brighenti, F., Journal of Cereal Science: Sourdough bread: Starch Digestibility and Postprandial Glycemic Response, 49 (**2009**) 419-421.
- Scheirlinck, I., Van der Meulen, R., Van Schoor, A., Vancanneyt, M., De Vuyst, L., Vandamme, P., Huys, G. Applied and Environmental Microbiology: Taxonomic Structure and Stability of the Bacterial Community in Belgian Sourdough Ecosystems as Assessed by Culture and Population Fingerprinting, 74 (**2008**) 2414–2423.
- Settanni, L., Moschetti G., Food Microbiology: Non-starter Lactic Acid Bacteria Used To Improve Cheese Quality and Provide Health Benefits, 27 (**2010**) 691-697.
- Siepmann, F. B., Ripari, V., Waszczynskyj, N., Spier, M. R., Food Bioprocess Technology, Overview of Sourdough Technology: from Production to Marketing, 11, (**2018**), 242-270.
- Silva, T., Reto, M., Sol, M., Peito, A., Peres, C. M., Peres, C., Malcata, F. X., LWT-Food Science and Technology: Characterization of Yeasts from Portuguese Brined Olives, with a Focus on Their Potentially Probiotic Behavior, 44 (**2011**) 1349-1354.
- Simonson, L., Salovaara, H., Korhola, M., Food Microbiology: Response of Wheat Sourdough Parameters to Temperature, NaCl and Sucrose Variations, 20 (**2003**) 193-199.
- Sourabh, A., Kanwar A. S. S., Sharma, O. M., Journal of Yeast and Fungal Research: Screening of Indigenous Yeast Isolates Obtained from Traditional Fermented Foods of Western Himalayas for Probiotic Attributes, 2(8) (**2011**) 117-126.
- Spencer, J. F. T., Spencer, D. M., Taxonomy: The Names of the Species. Yeasts in natural and artificial habitats, Spencer, J.F.T. and Spencer, D.M. (eds.), Springer, Berlin, **1997**.
- Speranza, B., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., Journal of Food Science: Effects of Nutritional and Environmental Conditions on *Salmonella* sp. Biofilm Formation, 76 (**2011**)12-16.
- Speranza, B., Bevilacqua, Corbo, M. R., Altieri, C., Sinigaglia, M. Journal of Science of Food and Agriculture: Selection of Autochthonous Strains as Promising Starter Cultures for *Fior di Latte*, a Traditional Cheese of Southern Italy, 95 (**2015a**) 88–97.
- Speranza, B., Racioppo, A., Bevilacqua, A., Beneduce, L., Sinigaglia, M. Corbo, M. R., Journal of Food Science: Selection of Autochthonous Strains as Starter Cultures For Fermented Fish Products, 80 (**2015b**) 151-161.
- Succi, M., Reale, A., Andrighetto, C., Lombardi, A., Sorrentino, E., Coppola, R., FEMS Microbiology Letters: Presence of Yeasts in Southern Italian Sourdoughs from *Triticum aestivum* Flour, 225 (**2003**) 143-148.

- Syal, P., Vohra, A., International Journal of Microbiology Research: Probiotic Potential of Yeasts Isolated From Traditional Indian Fermented Foods, 5 (2013) 390-398.
- Şenses Ergül, Ş., Nevşehir Yöresi Emir ve Kalecik Karası Üzümlerinin Şaraba İşlenmeleri Aşamalarında Maya Floralarının Belirlenmesi ve İzole Edilen Endojen Suşların Bazı Teknolojik Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2009.
- Tatlıdil, H., Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik, Cem Web Ofset, Ankara, 1996.
- Temiz, A., Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, 5. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 101,117, 2010.
- Udomsaksakul, N., Kodama, K., Tanasupawat, S., Savarajara, A., Chiang Mai University (CMU) Journal of Natural Sciences: Indigineous *Saccharomyces cerevisiae* Strains from Coconut Wine Fermentation, 17(3) (2018) 219-230.
- van der Aa Kühle, A., Jespersen, L., Glover, R. L. K., Diawara, B., Jakobsen, M., Yeast: Identification and Characterization of *Saccharomyces cerevisiae* Strains Isolated from West African Sorghum Beer, 18 (2001) 1069-1079.
- van der Aa Kühle, A., Skovgaard, K., Jespersen, L., International Journal of Food Microbiology: In vitro Screening of Probiotic Properties of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and Food-borne *Saccharomyces cerevisiae* Strains, 101 (2005) 29-39.
- Vaughan-Martini A., Martini, A., *Saccharomyces Meyen ex Reess. The Yeasts: A Taxonomic Study*, Kurtzman, C. P., Fell, J. W. (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2000.
- Venturi, V., Guerrini, S., Vincenzini, M., Food Microbiology: Stable and non-Competitive Association of *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida milleri* and *Lactobacillus sanfranciscensis* during Manufacture of Two Traditional Sourdough Baked Goods, 31 (2012) 107-115.
- Venturi, F., Sanmartin, C., Taglieri, I., Nari, A., Andrich, G., Zinnai, A., *Agrochimica: Effect of the Baking Process on Artisanal Sourdough Bread-making: A Technological and Sensory Evaluation*, 60 (2016) 222-234.
- Vogelmann, S. A., Seitter, M., Singer, U., Brandt, M. J., Hertel, C., International Journal of Food Microbiology: Adaptability of Lactic Acid Bacteria and Yeasts to Sourdoughs Prepared from Cereals, Pseudocereals and Cassava and Use of Competitive strains as Starters, 130 (2009) 205–212.
- Vogelmann, S. A., Hertel, C., Food Microbiology: Impact of Ecological Factors on the Stability of Microbial Association in Sourdough Fermentation, 28 (2011) 583-589.
- Vrancken, G., De Vuyst, L., Rimaux, T., Allemeersch, A., & Weckx, S., Applied and Environmental Microbiology: Adaptation of *Lactobacillus plantarum* IMDO 130201, a Wheat Sourdough Isolate, to Growth in Wheat Sourdough Simulation Medium at Different pH Values through Differential Gene Expression, 77 (2011) 3406-3412.
- Walters, L. S., Thiselton, M. R., Journal of the Institute of Brewing: Utilization of Lysine by Yeasts, 59 (1953) 401-404.

- Webster, J. Weber, R., Introduction to Fungi, Third edition, Cambridge University Press, Cambridge, 261-284, **2007**.
- Weichselbaum, E., Nutrition Bulletin: Probiotics and Health: a Review of the Evidence, 34 (**2009**) 340-373.
- Wick, M., Stolz, P., Böcker, G., Lebeault, J. M., Acta Biotechnology: Influence of Several Process Parameters on Sourdough Fermentation, 1 (**2003**) 51- 61.
- Wickerham, L., J., USDA Technical Bulletin 1029: Taxonomy of yeasts, 2-19F, (**1951**).
- Yağmur, G., Ekşi Hamur Fermantasyonunda Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin ve Mayaların Belirlenmesi ve Bunlardan Elde Edilen Sıvı Ekşi Hamurun Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, **2013**.
- Yarrow, D., Methods for the isolation, maintenance and identification of yeasts, The yeasts: A Taxonomic Study, Kurtzman, C. P., Fell, J. W. (eds.), Elsevier, Amsterdam, 77-100, **2000**.
- Yavuz G., Doğan, N., Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi: Boyut Sayısı Belirlemede Velicer Map Testi ve Horn' Un Paralel Analizinin Kullanılması, 30 (**2015**) 176-188.
- Yazar, I., Yavuz, S. H., Çay, M. A., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi: Temel Bileşen Analizinin ve Bazı Klasik ve Robust Uyarlamalarının Yüz Tanıma Uygulamaları, 22 (**2009**) 49-63.
- Yazar, G., Tavman, Ş., Food Engineering Reviews, Functional and Technological Aspects of Sourdough Fermentation with *Lactobacillus sanfranciscensis*, 4, (**2012**), 171-190.
- Zhang, J., Liu, W., Sun, Z., Bao, Q., Wang, F., Yu, J., Chen, W., Zhang, H., Food Control: Diversity of Lactic Acid Bacteria and Yeasts in Traditional Sourdoughs Collected from Western Region in Inner Mongolia of China, 22 (**2011**) 767-774.

## EKLER

### EK 1. ARAŞTIRMADA KULLANILAN BESİYERLERİ

#### Yeast Extract Malt Extract (YM) Broth

| Bileşim    | gL <sup>-1</sup> |
|------------|------------------|
| Maya özütü | 3.0              |
| Malt özütü | 3.0              |
| Pepton     | 5.0              |
| Glukoz     | 10.0             |

Bileşenler 1 L damıtık su içerisinde çözündürüldükten sonra tüplere dağıtılmış, otoklavda 121°C' de 15 dakika sterilize edilmiştir.

#### Yeast Extract Malt Extract (YM) Agar

Mayaların sayımında kullanılan YM agar besiyeri; YM broth besiyeri bileşimine 15 g agar eklenerek hazırlanmıştır. Ardından, besiyeri bileşenleri 1 L damıtık suda çözülmüş ve otoklavda 121°C' de 15 dakika sterilize edilmiştir.

#### WL Nutrient agar

*Saccharomyces* cinsi içerisinde yer alan mayaların izolasyonu ve sayımı amacı ile WL Nutrient agar (Oxoid, Birleşik Krallık, Kat no. CM0309M) besiyerinden yararlanılmıştır. 75 g besiyeri 1 L damıtık su içerisinde çözülmüş ve otoklavda 121°C' de 15 dakika sterilize edilmiştir.

#### Lizin agar

*Saccharomyces* cinsi içerisinde yer almayan mayaların izolasyonunda ve sayımında kullanılan Lizin agar (Oxoid, Birleşik Krallık, Kat no. CM0191B) hazır olarak temin edilmiştir. Besiyerini hazırlamak amacıyla 66 g besiyeri 1 L damıtık su içerisinde çözülmüş ve mikrodalga fırında tutularak berraklaşınca kadar sterilize edilmiştir. Sterilizasyonun ardından besiyerinin bileşimine; %10' luk laktik asit çözeltisinden 10 mL eklenmiştir.



### **Malt Extract Agar (MEA)**

| <b>Bileşim</b> | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------|------------------------|
| Malt özütü     | 20.0                   |
| Pepton         | 1.0                    |
| Glukoz         | 20.0                   |
| Agar           | 20.0                   |

Bileşenler tartılmış ve sonra 1 L damıtık suda çözünmesi sağlanmıştır. Ardından, besiyeri sterilizasyonu 121°C' de 15 dakika sağlanmıştır.

### **Şeker Fermantasyonu Besiyeri**

| <b>Bileşim</b> | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------|------------------------|
| Malt özütü     | 5.0                    |
| Şeker          | 20.0                   |

Bileşenler 1 L damıtık su içerisinde çözüldükten sonra besiyeri, durham tüpü içeren tüplere dağıtılarak otoklavda, 121°C' de 15 dakika sterilize edilmiştir.

### **Malt Extract Yeast Extract %50 Glucose (MY 50G) Agar**

| <b>Bileşim</b> | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------|------------------------|
| Malt özütü     | 10.0                   |
| Maya özütü     | 2.5                    |
| Glukoz         | 500.0                  |
| Agar           | 10.0                   |

Besiyerinin hazırlamasında glukoz dışındaki bileşenlerin tartımları yapılmış ve ortama 450 mL damıtık su eklenmiştir. Besiyerinde bulunan agarın erimesi amacıyla ortam bir süre ısıtılmıştır. Daha sonra, saf su ile toplam ağırlık 500 g' a tamamlanmıştır. Hazırlanan bu ortama 500 g glukoz eklemiş ve besiyerinin sterilizasyonu 45 dk kaynar su banyosunda bekletilerek gerçekleştirilmiştir.

### **Malt Extract Yeast Extract %60 Glucose (MY 60G) Agar**

| <b>Bileşim</b> | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------|------------------------|
| Malt özütü     | 10.0                   |
| Maya özütü     | 2.5                    |
| Glukoz         | 600.0                  |
| Agar           | 10.0                   |

Malt Extract Yeast Extract %60 Glucose (MY 60G) besiyerinin hazırlanışında, MY 50G besiyerinin hazırlanmasında verilen uygulama takip edilerek gerçekleştirilmiştir. MY 50G' den farklı olarak 600 g glukoz tartılmıştır ve bileşenlerin hepsi 400 mL damıtık su içerisinde çözülmüştür. Besiyeri sterilizasyonu, MY 50G besiyerinde anlatıldığı şekilde yapılmıştır.

### **Yeast Carbon Base agar**

Nitrat asimilasyonu testinde, Yeast Carbon Base (BD Difco, ABD, Kat no. 239110) besiyeri kullanılmış ve bu besiyeri hazır olarak sağlanmıştır. Besiyerinin hazırlanmasında 11.7 g besiyeri ve 20 g agar, 1 L damıtık su içerisinde çözüldürülmüştür ve 121°C' de 15 dakika tutularak otoklavda sterilize edilmiştir.

### **Rapid Urea broth**

| <b>Bileşim</b>                   | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------------------------|------------------------|
| Maya özütü                       | 0.100                  |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>  | 0.091                  |
| Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> | 0.095                  |
| Üre                              | 20.00                  |

Mayaların üre hidrolizlerinin belirlenebilmesi amacıyla Rapid Urea broth besiyerinden yararlanılmıştır. Üre haricindeki besiyeri bileşenleri damıtık suda çözüldürüldükten sonra bileşime, %1 (w/v)' lik fenol kırmızısı çözeltisinden 1 mL eklenmiştir. Otoklavda 121°C' de 15 dakika sterilize edilmiş ve besiyerinin soğuması için bir süre oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu arada, üre de damıtık suda çözüldürülmüş ve filtre sterilize edilmiştir. Daha sonra, hazırlanan üre soğutulan bileşime aseptik koşullarda konulmuş, 0.5 mL olacak şekilde tüplere dağıtılmışlardır.

### **Potato Dextrose Agar (PDA)**

Pseudohif oluşumunun gözlenebilmesi amacıyla deneylerde, hazır PDA besiyerinden (LAB M, Birleşik Krallık, Kat no. Lab98) yararlanılmıştır. 1 L damıtık su içerisinde çözölen 39 g besiyeri, 121°C' de 15 dakika tutularak sterilize edilmiştir.

### **Gorodkova Agar**

| <b>Bileşim</b> | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------|------------------------|
| Pepton         | 10.0                   |
| Glukoz         | 1.0                    |
| NaCl           | 5.0                    |
| Agar           | 20.0                   |

Mayaların askospor oluşumlarının belirlenebilmesi amacıyla Gorodkova besiyerinden faydalanılmıştır. Besiyeri bileşenleri damıtık suda çözülmüş, tüplere dağıtılmıştır. Besiyeri sterilizasyonu, otoklavda 121°C' de 15 dakika gerçekleştirilmiştir.

### **McClary Acetate Agar**

| <b>Bileşim</b>          | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|-------------------------|------------------------|
| Glukoz                  | 1.0                    |
| Potasyum klorür         | 1.8                    |
| Maya özütü              | 2.5                    |
| Sodyum asetat trihidrat | 8.2                    |
| Agar                    | 15.0                   |

Mayaların askospor oluşumlarının belirlenmesinde kullanılan bir diğer besiyeri de McClary Acetate agar besiyeridir. Besiyerinin hazırlanabilmesi amacıyla, bileşenler 1 L damıtık su içerisinde çözüldükten sonra tüplere dağıtılarak, otoklavda 121°C' de 15 dakika sterilize edilmiştir.

### **Malt Asetik Agar (MAA)**

MAA besiyerinin bileşimi, MEA besiyeri ile aynı olmakla birlikte, sterilizasyondan sonra bileşimine ortamdaki derişimleri sırasıyla; %0.5 ve %1 (v/v) olacak şekilde asetik asit eklenerek, iki farklı derişimde asetik asit içeren MAA besiyerleri hazırlanmıştır.

### **Sabouraud Dextrose broth (SAB)**

Mayaların bazı teknolojik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla SAB (Merck, Almanya, Kat no. 1.08339.0500) besiyerinden yararlanılmıştır. Hazır olarak sağlanan SAB besiyerinin bileşimi, incelenecek olan teknolojik özelliğe uygun olarak hazırlanmıştır. Besiyeri tüplere dağıtılmış ve besiyeri sterilizasyonu otoklavda 121°C' de 15 dakika gerçekleştirilmiştir.

### **Tributyryn agar**

İncelenen mayaların lipolitik aktivitelerinin araştırılabilmesi amacıyla Tributyrin agar (Merck, Almanya, Kat no. 1.01957.0500) besiyerinden yararlanılmıştır. 1 L damıtık suda, 20 g bileşimi hazır, tributyrin agar besiyeri eklenmiştir. Besiyeri çözüldürüldükten sonra, bu bileşime 10 mL gliseril tribütirat eklenmiş ve hazırlanan ortam otoklavda 121°C' de 15 dakika sterilize edilmiştir.

### **%10' luk Milk agar**

| <b>Bileşim</b> | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------|------------------------|
| Pepton         | 5.0                    |
| Mayaözütü      | 3.0                    |
| Agar           | 15.0                   |

Bileşenler 900 mL damıtık su içerisinde çözüldükten sonra besiyeri bileşimine; %10' luk rekonstitüe yağsız sütten 100 mL eklenmiştir. Besiyerinin sterilizasyonu, 121°C' de 15 dakika otoklavda tutularak gerçekleştirilmiştir.

### **Nutrient broth**

Bu araştırmada, incelenen maya suşlarının antimikrobiyel aktivitelerinin belirlenmesinde kullanılan; patojen bakterilerin geliştirilebilmesi amacıyla

kullanılmıştır. Hazır olarak sağlanan Nutrient broth (Merck, Almanya, Kat no. 1.05443.0500) besiyeri, otoklavda 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir.

### **Nutrient agar**

Nutrient agar besiyeri, Nutrient broth besiyeri bileşimine 15.0 agar katılarak hazırlanmıştır. Daha sonra, tüplere dağıtılan besiyerleri, 121°C' de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir.

### **Mueller-Hinton agar**

Bu araştırmada, incelenen maya suşlarının antibiyotik dirençlerinin belirlenmesi deneylerinde, Mueller-Hinton agar (Oxoid, Birleşik Krallık, Kat no. CM0337) besiyerinden yararlanılmıştır. Hazır olarak sağlanan besiyerinden 38 g besiyeri tartılmış ve 1L saf suda çözülmüştür. Besiyeri, 121°C' de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir.

### **Yeast Nitrogen Base (YNB)**

Bu tez çalışmasında, incelenen mayaların düşük pH' da gelişebilmelerinin ve safra tuzu toleranslarının belirlendiği denemeler, Yeast Nitrogen Base (BD Difco, Kat no., 239210) besiyeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

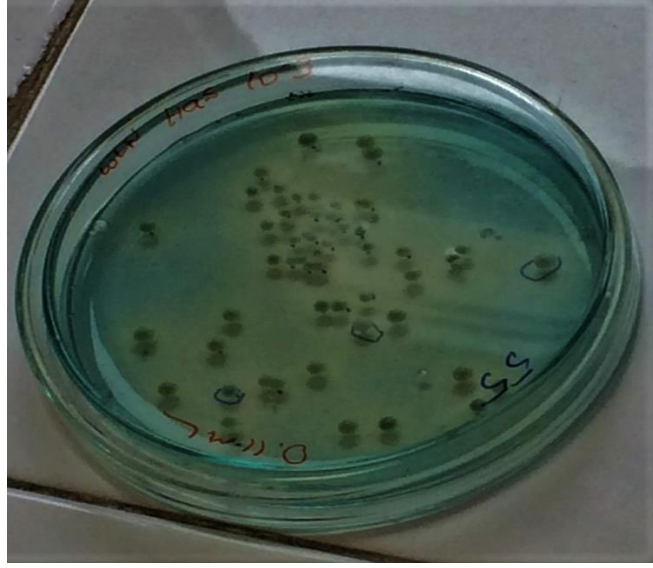
YNB besiyeri ayrıca, incelenen mayaların fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesinde de kullanılmıştır. Bu amaçla, %20 (w/v) glukoz içeren YNB sıvı besiyerleri kullanılmıştır. Ortam sterilizasyonu 121°C' de 15 dakika tutularak gerçekleştirilmiştir. Glukoz çözeltisi ayrı olarak sterilize edildikten sonra besiyeri bileşimine uygun derişimde eklenmiştir.

**%10 (w/v) Şeker içeren Yeast Extract Peptone Dextrose (YEPD) agar**

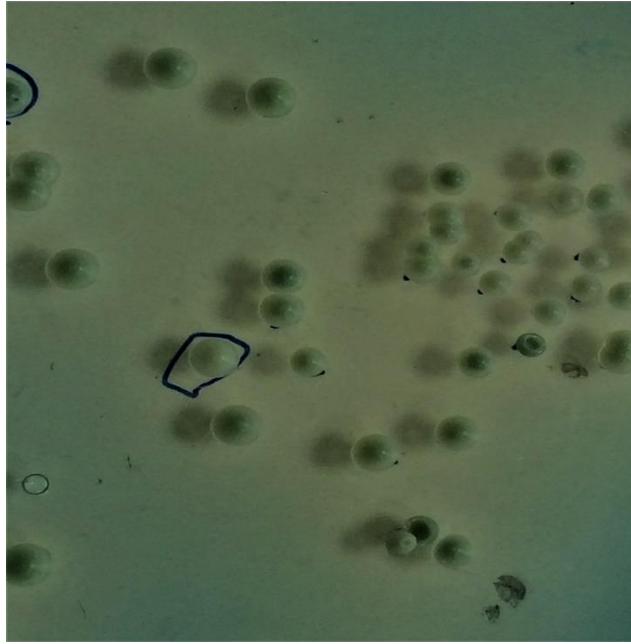
| <b>Bileşim</b> | <b>gL<sup>-1</sup></b> |
|----------------|------------------------|
| Mayaözütü      | 10.0                   |
| Pepton         | 20.0                   |
| Glukoz         | 10.0                   |
| Agar           | 20.0                   |

%10 (w/v) Şeker içeren YEPD besiyerini hazırlamak için bileşenler tartılmış ve 1 L damıtık suda ęözünmüŐtür. Besiyeri sterilizasyonu otoklavda 121°C' de 15 dakika tutularak geręekleŐtirilmiŐtir.

## EK 2. WLN AGAR BESİYERİNDEKİ KOLONİ MORFOLOJİLERİ



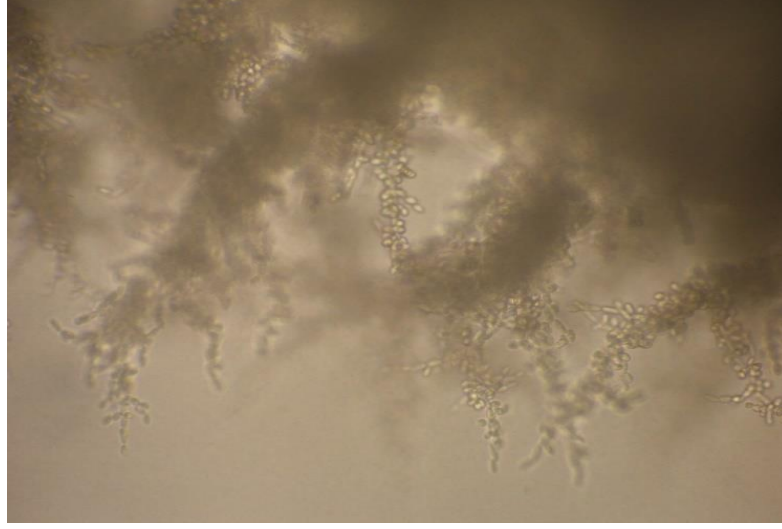
(a)



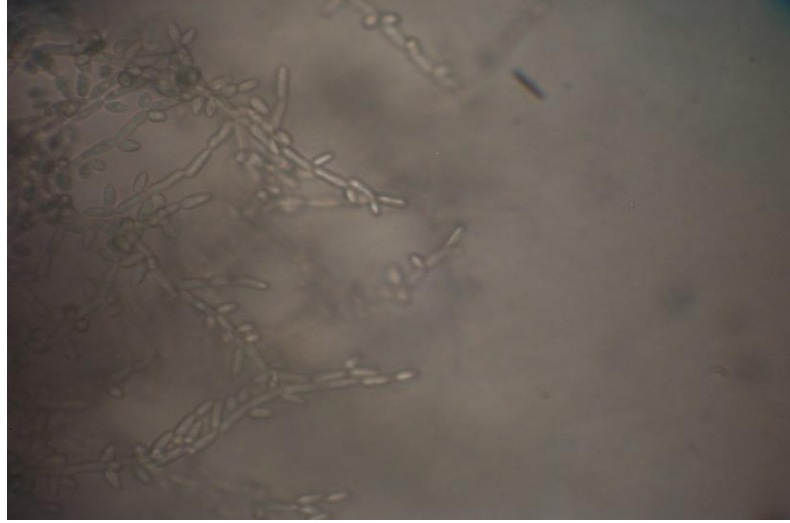
(b)

**Şekil Ek 2.1.** Potansiyel *S. cerevisiae* suşlarının WLN agar besiyerindeki koloni morfolojileri (28°C, 48-72 saat); (a) Has Fırın ekşi hamur örneği, (b) Bolu ev tipi 2 ekşi hamur örneği (Kültürdeki koloni morfolojilerinin görüntüleri, Buket Solak tarafından çekilmiştir.)

### EK 3. PSEUDOHİF VE ASKOSPOR OLUŞUMU DENEYLERİ SONUCUNDA ELDE EDİLEN BAZI MİKROSKOBİK GÖRÜNTÜLER

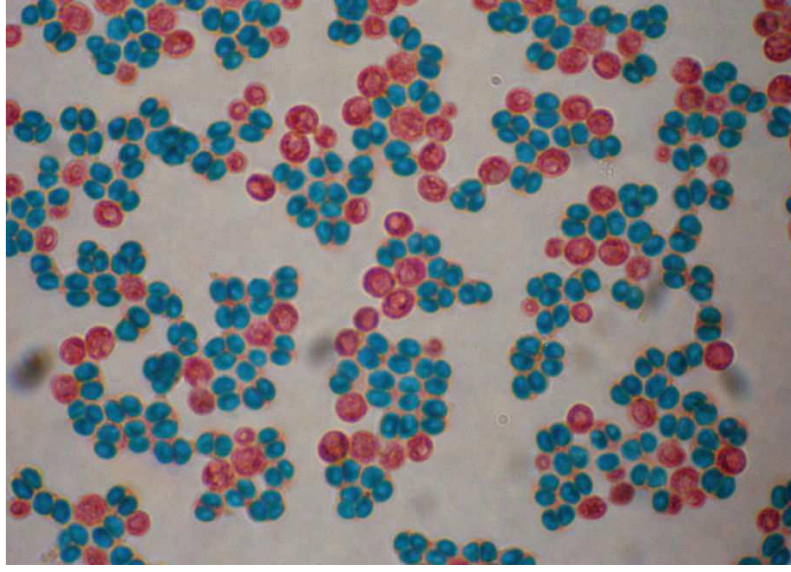


**Şekil Ek 3.1.** Pseudohif oluşumu deneyi sonucunda elde edilen, *S. cerevisiae* Çarşa 2-3 izolatına ait, mikroskopik görüntü (28°C-7 gün; x40)



**Şekil Ek 3.2.** Pseudohif oluşumu deneyi sonucunda elde edilen *S. cerevisiae* Örencik 3-1 izolatına ait, mikroskopik görüntü (28°C-7 gün; x100). (Mikroskopik görüntü fotoğrafları, Buket Solak tarafından Bölümümüz mikrobiyoloji araştırma laboratuvarındaki Olympus marka, BH2-241402 model (Japonya) mikroskop ve buna adapte edilmiş olan C-7070 model (Olympus) bir fotoğraf makinesi ile çekilmiştir).





**Şekil Ek 3.3.** McClary Acetate Agar besiyerinde yapılan askospor oluşumu deneyi sonucunda elde edilen, *S. cerevisiae* Topçuoğlu 1 izolatına ait, mikroskopik görüntü (25°C-21 gün; x100). (Mikroskopik görüntü fotoğrafları, Buket Solak tarafından Bölümümüz mikrobiyoloji araştırma laboratuvarındaki Olympus marka, BH2-241402 model (Japonya) mikroskop ve buna adapte edilmiş olan C-7070 model (Olympus) bir fotoğraf makinesi ile çekilmiştir).

**EK 4. TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ DENEYLERİ  
VERİLERİNDEN HESAPLANAN GELİŞME VE HACİM İNDEKSİ DEĞERLERİ**

**Çizelge Ek 4.1.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının, farklı sıcaklıklarda gelişebilme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri

| <b><i>S. cerevisiae</i> suşları</b> | <b>Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%)</b> |             |             |
|-------------------------------------|---|-------------|-------------|
|                                     | <b>10°C</b>                               | <b>20°C</b> | <b>37°C</b> |
| Ticari maya                         | 0.0                                       | 39.9        | 82.5        |
| Erdek 1                             | 0.5                                       | 48.3        | 73.8        |
| Erdek 2                             | 0.0                                       | 5.9         | 87.5        |
| Vakfıkebir 4                        | 0.0                                       | 53.0        | 100.1       |
| Vakfıkebir 5                        | 0.1                                       | 61.3        | 114.5       |
| Gönen 2                             | 0.9                                       | 68.4        | 17.7        |
| Gönen 3                             | 2.0                                       | 82.5        | 23.2        |
| Lider 1                             | 0.0                                       | 52.4        | 105.3       |
| Lider 2                             | 1.5                                       | 55.4        | 94.2        |
| Paşaköy 1                           | 0.4                                       | 24.5        | 76.4        |
| Paşaköy 2                           | 0.0                                       | 36.4        | 78.0        |
| Paşaköy 3                           | 0.0                                       | 24.6        | 53.1        |
| Paşaköy 4                           | 0.3                                       | 39.6        | 91.6        |
| Karadeniz 2                         | 0.3                                       | 48.0        | 89.4        |
| Karadeniz 3                         | 0.0                                       | 52.8        | 60.2        |
| Karadeniz 4                         | 0.3                                       | 43.1        | 82.7        |
| BEV 1-2                             | 0.4                                       | 43.5        | 99.4        |
| BEV 1-3                             | 0.5                                       | 52.6        | 85.8        |
| BEV 1-4                             | 0.1                                       | 44.4        | 97.3        |
| Has 3                               | 1.0                                       | 45.4        | 88.1        |
| Has 5                               | 0.4                                       | 42.5        | 49.3        |
| Has 6                               | 0.5                                       | 25.7        | 73.7        |
| Has 7                               | 0.5                                       | 22.3        | 45.2        |
| Som-un 2                            | 0.0                                       | 19.9        | 81.3        |
| Som-un 4                            | 0.0                                       | 38.7        | 74.9        |
| Som-un 5                            | 0.2                                       | 30.6        | 126.2       |
| Som-un 6                            | 0.1                                       | 26.7        | 96.2        |
| BEV 2-5                             | 0.0                                       | 44.2        | 89.3        |
| BEV 2-6                             | 0.0                                       | 52.5        | 115.8       |
| BEV 2-8                             | 0.2                                       | 45.7        | 137.0       |
| Zorlu 1                             | 0.3                                       | 58.3        | 101.7       |
| Zorlu 5                             | 0.0                                       | 46.8        | 102.3       |
| Zorlu 6                             | 0.4                                       | 25.7        | 67.0        |

**Çizelge Ek 4.1.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%) |      |       |
|------------------------------|------------------------------------|------|-------|
|                              | 10°C                               | 20°C | 37°C  |
| AGES 1                       | 0.0                                | 42.5 | 77.2  |
| AGES 5                       | 0.6                                | 19.9 | 81.2  |
| AGES 6                       | 0.0                                | 53.9 | 66.6  |
| AGES 9                       | 0.0                                | 60.4 | 100.5 |
| Lipa 1                       | 0.2                                | 29.3 | 96.3  |
| Lipa 2                       | 0.0                                | 35.9 | 88.7  |
| Lipa 3                       | 0.5                                | 49.6 | 102.7 |
| YS 2-1                       | 0.0                                | 24.9 | 124.9 |
| Örencik 6-2                  | 0.0                                | 50.4 | 94.3  |
| Örencik 5-1                  | 0.0                                | 39.4 | 92.2  |
| Odunpazarı 2                 | 0.0                                | 42.4 | 97.7  |
| Odunpazarı 3                 | 0.0                                | 14.2 | 82.3  |
| İstanbul 1                   | 0.0                                | 8.2  | 130.7 |
| İstanbul 4                   | 0.2                                | 5.8  | 85.7  |
| YS 2-2                       | 0.0                                | 37.1 | 62.1  |
| YS 1-1                       | 0.0                                | 53.6 | 95.0  |
| Kafes 1                      | 0.1                                | 25.2 | 51.0  |
| Kafes 2                      | 0.0                                | 34.6 | 73.4  |
| Kafes 4                      | 0.3                                | 35.9 | 73.6  |
| Kafes 7                      | 1.8                                | 55.8 | 62.0  |
| Manisa 1                     | 0.1                                | 38.2 | 129.8 |
| Manisa 3                     | 0.3                                | 29.0 | 95.8  |
| Manisa 5                     | 0.3                                | 19.5 | 61.9  |
| BSF 1                        | 0.9                                | 27.5 | 79.2  |
| BSF 3                        | 1.0                                | 35.8 | 56.3  |
| BSF 4                        | 1.0                                | 56.1 | 120.5 |
| BSF 7                        | 0.7                                | 45.2 | 88.1  |
| Örencik 2-1                  | 0.4                                | 36.0 | 101.6 |
| Örencik 2-2                  | 0.0                                | 49.6 | 89.4  |
| Örencik 2-3                  | 0.5                                | 28.0 | 99.0  |
| Örencik 2-5                  | 0.0                                | 16.7 | 89.6  |
| Örencik 1-2                  | 0.0                                | 38.8 | 122.1 |
| Çarşa 1-5                    | 0.0                                | 35.6 | 112.0 |
| Çarşa 1-6                    | 0.0                                | 41.4 | 111.4 |
| Gülmüş 1                     | 0.1                                | 17.4 | 84.8  |
| Gülmüş 2                     | 0.0                                | 14.4 | 62.1  |
| Gülmüş 5                     | 0.0                                | 3.4  | 138.4 |
| Gülmüş 7                     | 0.0                                | 60.7 | 132.0 |
| Gülmüş 8                     | 0.7                                | 53.0 | 84.2  |
| BES 2                        | 0.2                                | 48.4 | 96.2  |
| BES 4                        | 0.4                                | 47.9 | 101.2 |

**Çizelge Ek 4.1.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%) |      |       |
|------------------------------|------------------------------------|------|-------|
|                              | 10°C                               | 20°C | 37°C  |
| BES 5                        | 1.0                                | 52.1 | 94.3  |
| Yeşildere 1                  | 0.0                                | 33.6 | 86.7  |
| Yeşildere 4                  | 1.0                                | 57.6 | 93.4  |
| Armoni 2                     | 0.0                                | 29.3 | 93.6  |
| Çarşa 2-5                    | 0.0                                | 34.6 | 71.6  |
| Çarşa 2-6                    | 1.3                                | 27.9 | 122.5 |
| YS 3-1                       | 0.0                                | 59.4 | 123.3 |
| Topçuoğlu 1                  | 0.0                                | 44.6 | 69.6  |
| Bonelli 3                    | 0.0                                | 35.8 | 80.3  |
| Gerede 2-3                   | 0.6                                | 54.2 | 79.2  |

**Çizelge Ek 4.2.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının farklı tuz derişimlerinde gelişebilme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%) |         |         |
|------------------------------|------------------------------------|---------|---------|
|                              | %2 NaCl                            | %4 NaCl | %6 NaCl |
| Ticari maya                  | 21.5                               | 3.9     | 1.1     |
| Erdek 1                      | 29.7                               | 5.3     | 0.8     |
| Erdek 2                      | 23.9                               | 4.9     | 1.5     |
| Vakfikebir 4                 | 32.2                               | 6.3     | 1.1     |
| Vakfikebir 5                 | 33.2                               | 5.2     | 0.5     |
| Gönen 2                      | 70.8                               | 26.5    | 6.2     |
| Gönen 3                      | 77.2                               | 36.8    | 6.3     |
| Lider 1                      | 28.6                               | 3.8     | 1.1     |
| Lider 2                      | 52.9                               | 12.0    | 0.0     |
| Paşaköy 1                    | 22.9                               | 3.9     | 0.8     |
| Paşaköy 2                    | 42.6                               | 10.7    | 1.1     |
| Paşaköy 3                    | 30.5                               | 6.1     | 1.8     |
| Paşaköy 4                    | 35.9                               | 4.3     | 0.9     |
| Karadeniz 2                  | 24.5                               | 4.5     | 1.1     |
| Karadeniz 3                  | 27.0                               | 4.5     | 1.0     |
| Karadeniz 4                  | 27.6                               | 5.6     | 1.4     |
| BEV 1-2                      | 24.0                               | 4.0     | 1.0     |
| BEV 1-3                      | 36.9                               | 4.6     | 1.2     |
| BEV 1-4                      | 12.8                               | 1.8     | 0.0     |
| Has 3                        | 20.1                               | 4.1     | 0.0     |

**Çizelge Ek 4.2.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%)</b> |                |                |
|------------------------------|---|----------------|----------------|
|                              | <b>%2 NaCl</b>                            | <b>%4 NaCl</b> | <b>%6 NaCl</b> |
| Has 5                        | 28.7                                      | 3.6            | 0.0            |
| Has 6                        | 27.8                                      | 1.7            | 0.3            |
| Has 7                        | 66.8                                      | 8.9            | 3.7            |
| Som-un 2                     | 23.7                                      | 2.9            | 0.0            |
| Som-un 4                     | 24.4                                      | 3.1            | 0.0            |
| Som-un 5                     | 30.8                                      | 0.9            | 0.0            |
| Som-un 6                     | 17.8                                      | 2.7            | 0.0            |
| BEV 2-5                      | 18.3                                      | 0.2            | 0.0            |
| BEV 2-6                      | 11.6                                      | 2.1            | 0.0            |
| Zorlu 1                      | 18.6                                      | 1.8            | 0.0            |
| Zorlu 5                      | 22.1                                      | 5.1            | 0.0            |
| Zorlu 6                      | 19.8                                      | 0.0            | 0.0            |
| AGES 1                       | 24.3                                      | 7.8            | 0.8            |
| AGES 5                       | 19.1                                      | 5.8            | 2.6            |
| AGES 6                       | 20.7                                      | 3.3            | 1.3            |
| AGES 9                       | 37.1                                      | 6.4            | 0.4            |
| Lipa 1                       | 20.6                                      | 2.9            | 0.2            |
| Lipa 2                       | 28.8                                      | 2.7            | 0.9            |
| Lipa 3                       | 22.7                                      | 3.8            | 0.3            |
| YS 2-1                       | 25.6                                      | 6.1            | 0.3            |
| Örencik 6-2                  | 9.1                                       | 2.5            | 0.8            |
| Örencik 5-1                  | 10.9                                      | 1.1            | 0.0            |
| Odunpazarı 2                 | 18.7                                      | 7.6            | 6.1            |
| Odunpazarı 3                 | 61.9                                      | 11.4           | 2.0            |
| İstanbul 1                   | 30.2                                      | 16.7           | 6.4            |
| İstanbul 4                   | 41.2                                      | 11.4           | 2.2            |
| YS 2-2                       | 41.5                                      | 3.6            | 0.5            |
| YS 1-1                       | 37.8                                      | 4.1            | 1.0            |
| Kafes 1                      | 38.7                                      | 6.5            | 1.4            |
| Kafes 2                      | 48.0                                      | 8.1            | 1.2            |
| Kafes 4                      | 18.7                                      | 1.7            | 0.5            |
| Kafes 7                      | 45.3                                      | 4.8            | 0.8            |
| Manisa 1                     | 9.5                                       | 0.4            | 0.0            |
| Manisa 3                     | 13.0                                      | 1.2            | 0.5            |
| Manisa 5                     | 17.1                                      | 0.5            | 0.0            |
| BSF 1                        | 24.4                                      | 7.4            | 0.6            |
| BSF 3                        | 35.3                                      | 6.9            | 0.0            |
| BSF 4                        | 36.4                                      | 6.4            | 0.1            |
| BSF 7                        | 21.1                                      | 3.8            | 0.1            |

**Çizelge 4.2.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%)</b> |                |                |
|------------------------------|---|----------------|----------------|
|                              | <b>%2 NaCl</b>                            | <b>%4 NaCl</b> | <b>%6 NaCl</b> |
| Örencik 2-1                  | 33.7                                      | 1.9            | 0.0            |
| Örencik 2-2                  | 43.0                                      | 9.2            | 2.1            |
| Örencik 2-5                  | 34.4                                      | 22.8           | 2.5            |
| Örencik 1-2                  | 16.2                                      | 1.8            | 0.0            |
| Çarşa 1-5                    | 18.3                                      | 6.1            | 0.1            |
| Çarşa 1-6                    | 34.0                                      | 13.3           | 2.7            |
| Gülmüş 1                     | 54.4                                      | 18.9           | 5.4            |
| Gülmüş 5                     | 49.9                                      | 24.2           | 4.8            |
| Gülmüş 7                     | 40.6                                      | 13.1           | 3.4            |
| Gülmüş 8                     | 63.5                                      | 17.7           | 5.4            |
| BES 2                        | 31.6                                      | 5.8            | 0.9            |
| BES 4                        | 39.1                                      | 7.2            | 1.8            |
| BES 5                        | 59.5                                      | 9.0            | 1.1            |
| Yeşildere 1                  | 47.8                                      | 9.0            | 2.5            |
| Yeşildere 4                  | 47.3                                      | 16.8           | 2.8            |
| Armoni 2                     | 45.4                                      | 14.9           | 4.2            |
| Çarşa 2-5                    | 40.2                                      | 4.1            | 0.0            |
| Çarşa 2-6                    | 31.0                                      | 4.3            | 0.0            |
| YS 3-1                       | 54.6                                      | 13.7           | 1.5            |
| Topçuoğlu 1                  | 50.8                                      | 23.2           | 4.2            |
| Bonelli 3                    | 43.9                                      | 11.5           | 4.0            |
| Gerede 2-3                   | 94.9                                      | 50.9           | 9.8            |

**Çizelge Ek 4.3.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının farklı pH değerlerinde gelişebilme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%)</b> |               |               |
|------------------------------|---|---------------|---------------|
|                              | <b>pH 2.5</b>                             | <b>pH 3.8</b> | <b>pH 9.0</b> |
| Ticari maya                  | 2.5                                       | 110.6         | 0.3           |
| Erdek 1                      | 0.0                                       | 112.0         | 80.7          |
| Erdek 2                      | 46.0                                      | 65.6          | 83.8          |
| Vakfikebir 4                 | 50.2                                      | 10.3          | 89.5          |
| Vakfikebir 5                 | 46.6                                      | 36.9          | 0.0           |
| Gönen 2                      | 82.4                                      | 123.8         | 18.6          |
| Gönen 3                      | 81.3                                      | 89.5          | 31.6          |
| Lider 1                      | 1.1                                       | 31.0          | 82.3          |

**Çizelge Ek 4.3.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%)</b> |               |               |
|------------------------------|---|---------------|---------------|
|                              | <b>pH 2.5</b>                             | <b>pH 3.8</b> | <b>pH 9.0</b> |
| Lider 2                      | 27.8                                      | 93.7          | 0.0           |
| Paşaköy 1                    | 17.8                                      | 126.2         | 0.0           |
| Paşaköy 2                    | 5.9                                       | 134.6         | 1.2           |
| Paşaköy 3                    | 14.5                                      | 80.8          | 45.2          |
| Paşaköy 4                    | 33.1                                      | 30.0          | 0.7           |
| Karadeniz 2                  | 16.3                                      | 20.4          | 0.2           |
| Karadeniz 3                  | 59.9                                      | 107.0         | 85.8          |
| Karadeniz 4                  | 4.0                                       | 7.4           | 81.2          |
| BEV 1-2                      | 1.4                                       | 94.9          | 58.5          |
| BEV 1-3                      | 28.3                                      | 7.6           | 0.0           |
| BEV 1-4                      | 81.0                                      | 75.4          | 66.9          |
| Has 3                        | 114.1                                     | 123.6         | 0.0           |
| Has 5                        | 112.3                                     | 108.7         | 0.0           |
| Has 6                        | 28.2                                      | 64.0          | 0.0           |
| Has 7                        | 88.3                                      | 101.5         | 91.1          |
| Som-un 2                     | 90.8                                      | 77.4          | 0.0           |
| Som-un 4                     | 46.9                                      | 243.1         | 0.0           |
| Som-un 5                     | 84.0                                      | 109.4         | 0.4           |
| Som-un 6                     | 68.6                                      | 118.9         | 0.0           |
| BEV 2-5                      | 114.0                                     | 112.6         | 109.1         |
| BEV 2-6                      | 101.0                                     | 123.0         | 99.8          |
| BEV 2-8                      | 160.9                                     | 132.1         | 0.0           |
| Zorlu 1                      | 104.1                                     | 114.5         | 0.0           |
| Zorlu 5                      | 93.7                                      | 97.1          | 0.0           |
| Zorlu 6                      | 86.2                                      | 102.5         | 0.0           |
| AGES 1                       | 116.8                                     | 98.2          | 0.0           |
| AGES 5                       | 109.6                                     | 109.3         | 0.0           |
| AGES 6                       | 52.5                                      | 87.1          | 0.0           |
| AGES 9                       | 103.2                                     | 128.9         | 0.0           |
| Lipa 1                       | 44.5                                      | 13.6          | 1.0           |
| Lipa 2                       | 0.3                                       | 42.7          | 0.4           |
| Lipa 3                       | 60.9                                      | 75.2          | 75.3          |
| YS 2-1                       | 36.7                                      | 75.8          | 0.7           |
| Örencik 6-2                  | 90.6                                      | 135.5         | 1.1           |
| Örencik 5-1                  | 94.7                                      | 70.6          | 0.4           |
| Odunpazarı 2                 | 90.9                                      | 103.2         | 0.3           |
| Odunpazarı 3                 | 14.9                                      | 28.7          | 1.0           |
| İstanbul 1                   | 62.3                                      | 14.4          | 1.1           |
| İstanbul 4                   | 61.9                                      | 116.6         | 0.4           |

**Çizelge Ek 4.3.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%) |        |        |
|------------------------------|------------------------------------|--------|--------|
|                              | pH 2.5                             | pH 3.8 | pH 9.0 |
| YS 2-2                       | 107.6                              | 93.8   | 0.5    |
| YS 3-1                       | 12.5                               | 53.7   | 1.5    |
| YS 1-1                       | 46.6                               | 48.5   | 0.8    |
| Kafes 1                      | 62.4                               | 91.0   | 1.4    |
| Kafes 2                      | 106.7                              | 103.3  | 1.1    |
| Kafes 7                      | 102.5                              | 102.1  | 0.6    |
| Manisa 1                     | 120.1                              | 100.0  | 98.5   |
| Manisa 3                     | 64.9                               | 93.9   | 0.0    |
| Manisa 5                     | 105.9                              | 102.3  | 0.2    |
| BSF 1                        | 69.7                               | 110.8  | 0.0    |
| BSF 3                        | 4.1                                | 95.9   | 0.0    |
| BSF 4                        | 52.0                               | 114.9  | 0.0    |
| BSF 7                        | 74.1                               | 119.9  | 0.1    |
| Örencik 2-1                  | 83.5                               | 102.3  | 0.1    |
| Örencik 2-2                  | 1.8                                | 7.3    | 0.6    |
| Örencik 2-3                  | 38.0                               | 0.6    | 0.5    |
| Örencik 2-5                  | 51.0                               | 8.8    | 0.4    |
| Örencik 1-2                  | 29.6                               | 81.1   | 1.6    |
| Çarşa 1-5                    | 107.8                              | 92.2   | 0.8    |
| Çarşa 1-6                    | 91.7                               | 90.1   | 0.5    |
| Gülmüş 1                     | 29.9                               | 81.1   | 0.6    |
| Gülmüş 2                     | 70.4                               | 72.9   | 1.3    |
| Gülmüş 5                     | 3.0                                | 163.5  | 14.2   |
| Gülmüş 5                     | 3.0                                | 163.5  | 14.2   |
| Gülmüş 7                     | 23.1                               | 112.7  | 0.5    |
| Gülmüş 8                     | 18.3                               | 50.6   | 1.0    |
| BES 2                        | 55.7                               | 36.3   | 0.8    |
| BES 4                        | 67.8                               | 98.0   | 0.0    |
| BES 5                        | 50.2                               | 74.7   | 1.2    |
| Yeşildere 1                  | 97.3                               | 92.3   | 0.8    |
| Yeşildere 4                  | 107.5                              | 132.2  | 0.0    |
| Armoni 2                     | 9.7                                | 52.6   | 0.0    |
| Çarşa 2-5                    | 143.1                              | 123.5  | 0.9    |
| Çarşa 2-6                    | 109.5                              | 103.9  | 2.0    |
| YS 3-1                       | 12.5                               | 53.7   | 1.5    |
| Topçuoğlu 1                  | 30.9                               | 86.4   | 0.8    |
| Bonelli 3                    | 97.9                               | 94.0   | 1.9    |
| Gerede 2-3                   | 93.5                               | 166.8  | 0.5    |



**Çizelge Ek 4.4.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının laktik ve asetik asidin farklı derişimlerine karşı direnç özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, gelişme indeksi olarak modellenen değerleri

| <i>S. cerevisiae</i><br>suşları | Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%) |       |             |      |
|---------------------------------|------------------------------------|-------|-------------|------|
|                                 | Laktik asit                        |       | Asetik asit |      |
|                                 | %1                                 | %0.5  | %1          | %0.5 |
| Ticari maya                     | 2.2                                | 108.3 | 0.0         | 0.0  |
| Erdek 1                         | 2.4                                | 110.7 | 0.0         | 0.0  |
| Erdek 2                         | 1.6                                | 112.6 | 0.0         | 0.0  |
| Vakfıkebir 4                    | 2.4                                | 101.5 | 0.3         | 0.6  |
| Vakfıkebir 5                    | 2.2                                | 108.1 | 0.7         | 1.9  |
| Gönen 2                         | 2.6                                | 106.3 | 0.4         | 0.0  |
| Gönen 3                         | 1.8                                | 91.9  | 0.5         | 0.2  |
| Lider 1                         | 2.2                                | 74.2  | 0.8         | 0.3  |
| Lider 2                         | 2.2                                | 109.0 | 0.6         | 0.3  |
| Paşaköy 1                       | 3.5                                | 131.9 | 0.5         | 0.0  |
| Paşaköy 2                       | 2.3                                | 123.8 | 0.0         | 0.0  |
| Paşaköy 3                       | 1.8                                | 99.0  | 0.2         | 0.0  |
| Paşaköy 4                       | 1.9                                | 112.5 | 0.0         | 0.0  |
| Karadeniz 2                     | 2.5                                | 102.0 | 0.2         | 0.8  |
| Karadeniz 3                     | 2.4                                | 113.0 | 1.2         | 0.5  |
| Karadeniz 4                     | 2.4                                | 114.5 | 1.0         | 2.0  |
| BEV 1-2                         | 2.8                                | 153.5 | 0.0         | 0.0  |
| BEV 1-3                         | 1.5                                | 153.4 | 0.0         | 0.0  |
| BEV 1-4                         | 1.8                                | 107.9 | 0.0         | 0.0  |
| Has 3                           | 1.9                                | 35.3  | 1.0         | 0.7  |
| Has 5                           | 2.6                                | 115.7 | 0.1         | 0.4  |
| Has 6                           | 3.4                                | 98.4  | 0.3         | 0.7  |
| Has 7                           | 6.1                                | 82.5  | 0.3         | 0.4  |
| Som-un 2                        | 2.7                                | 117.7 | 0.8         | 0.0  |
| Som-un 4                        | 2.5                                | 141.0 | 0.0         | 0.0  |
| Som-un 5                        | 1.8                                | 128.4 | 0.0         | 0.0  |
| Som-un 6                        | 1.7                                | 150.3 | 0.0         | 0.0  |
| BEV 2-5                         | 1.0                                | 119.2 | 0.0         | 0.0  |
| BEV 2-6                         | 1.2                                | 74.6  | 0.0         | 0.1  |
| BEV 2-8                         | 3.0                                | 109.7 | 0.0         | 0.0  |
| Zorlu 1                         | 2.4                                | 91.3  | 0.1         | 0.2  |
| Zorlu 5                         | 1.6                                | 113.1 | 0.6         | 0.3  |
| Zorlu 6                         | 2.5                                | 103.0 | 0.0         | 0.0  |

**Çizelge Ek 4.4.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i><br>suşları | Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%) |       |             |      |
|---------------------------------|------------------------------------|-------|-------------|------|
|                                 | Laktik asit                        |       | Asetik asit |      |
|                                 | %1                                 | %0.5  | %1          | %0.5 |
| AGES 1                          | 1.4                                | 91.5  | 0.5         | 0.3  |
| AGES 5                          | 3.8                                | 1.4   | 0.1         | 0.0  |
| AGES 6                          | 0.5                                | 58.0  | 0.1         | 0.0  |
| AGES 9                          | 5.8                                | 92.1  | 0.0         | 0.0  |
| Lipa 1                          | 2.4                                | 137.9 | 0.2         | 0.3  |
| Lipa 2                          | 1.2                                | 101.2 | 0.0         | 0.0  |
| Lipa 3                          | 1.7                                | 112.7 | 1.3         | 0.4  |
| YS 2-1                          | 2.2                                | 57.8  | 0.5         | 0.8  |
| Örencik 6-2                     | 0.2                                | 101.4 | 0.0         | 0.0  |
| Örencik 5-1                     | 12.3                               | 1.4   | 0.0         | 0.1  |
| Odunpazarı 2                    | 66.3                               | 86.3  | 0.0         | 0.0  |
| Odunpazarı 3                    | 3.0                                | 90.3  | 1.1         | 1.1  |
| İstanbul 1                      | 1.3                                | 69.8  | 1.2         | 0.5  |
| İstanbul 4                      | 3.6                                | 74.6  | 1.8         | 0.5  |
| YS 2-2                          | 1.8                                | 100.8 | 0.4         | 0.0  |
| YS 1-1                          | 4.9                                | 58.0  | 0.0         | 0.6  |
| Kafes 1                         | 6.5                                | 111.9 | 0.5         | 1.0  |
| Kafes 2                         | 15.8                               | 118.2 | 1.2         | 0.4  |
| Kafes 4                         | 7.2                                | 84.9  | 0.9         | 0.3  |
| Kafes 7                         | 8.3                                | 108.7 | 1.3         | 1.0  |
| Manisa 1                        | 40.6                               | 93.0  | 0.8         | 0.3  |
| Manisa 3                        | 29.1                               | 78.8  | 0.3         | 0.5  |
| Manisa 5                        | 37.8                               | 109.1 | 1.0         | 0.5  |
| BSF 1                           | 1.5                                | 68.8  | 1.1         | 0.8  |
| BSF 3                           | 2.6                                | 72.5  | 0.6         | 1.0  |
| BSF 4                           | 1.7                                | 11.9  | 1.4         | 1.1  |
| BSF 7                           | 2.7                                | 35.1  | 1.2         | 1.2  |
| Örencik 2-1                     | 3.2                                | 55.2  | 0.8         | 0.0  |
| Örencik 2-2                     | 2.1                                | 55.9  | 0.4         | 0    |
| Örencik 2-3                     | 1.9                                | 29.7  | 0.4         | 1.0  |
| Örencik 2-5                     | 2.2                                | 51.0  | 0.8         | 0.5  |
| Örencik 1-2                     | 1.9                                | 42.5  | 0.1         | 0.8  |
| Çarşa 1-5                       | 0.9                                | 87.5  | 0.0         | 0.0  |
| Çarşa 1-6                       | 0.6                                | 82.4  | 0.0         | 0.0  |
| Gülmüş 1                        | 2.5                                | 30.2  | 1.1         | 0.0  |
| Gülmüş 2                        | 2.8                                | 38.4  | 0.1         | 0.2  |
| Gülmüş 5                        | 5.0                                | 32.3  | 0.0         | 0.0  |
| Gülmüş 7                        | 1.4                                | 28.3  | 0.9         | 0.5  |

**Çizelge 4.4.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i><br>suşları | Gelişme İndeksi (GI) Değerleri (%) |       |             |      |
|---------------------------------|------------------------------------|-------|-------------|------|
|                                 | Laktik asit                        |       | Asetik asit |      |
|                                 | %1                                 | %0.5  | %1          | %0.5 |
| Gülmüş 8                        | 2.3                                | 59.0  | 0.2         | 0.0  |
| BES 2                           | 8.3                                | 45.0  | 1.0         | 0.7  |
| BES 4                           | 3.2                                | 18.7  | 0.5         | 0.7  |
| BES 5                           | 3.9                                | 57.7  | 0.7         | 0.4  |
| Yeşildere 1                     | 14.6                               | 98.0  | 0.3         | 0.5  |
| Yeşildere 4                     | 7.9                                | 116.6 | 0.0         | 1.0  |
| Armoni 2                        | 3.2                                | 96.9  | 1.2         | 1.1  |
| Çarşa 2-5                       | 1.0                                | 77.5  | 0.0         | 0.1  |
| Çarşa 2-6                       | 1.0                                | 124.9 | 0.0         | 0.0  |
| YS 3-1                          | 0.9                                | 53.1  | 0.0         | 0.7  |
| Topçuoğlu 1                     | 0.2                                | 29.8  | 0.0         | 0.0  |
| Bonelli 3                       | 18.1                               | 92.4  | 0.4         | 0.0  |
| Gerede 2-3                      | 12.7                               | 103.2 | 0.2         | 0.9  |

**Çizelge Ek 4.5.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının hamur kabartma yeteneklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen verilerin, hacim indeksi olarak modellenen değerleri

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Hacim İndeksi (VI) Değerleri (%) |      |
|------------------------------|----------------------------------|------|
|                              | 25°C                             | 30°C |
| Ticari maya                  | 16.7                             | 50.0 |
| Erdek 1                      | 13.3                             | 50.0 |
| Erdek 2                      | 16.7                             | 50.0 |
| Karadeniz 2                  | 16.7                             | 75.0 |
| Karadeniz 3                  | 16.7                             | 33.3 |
| Karadeniz 4                  | 8.3                              | 50.0 |
| Gönen 2                      | 16.7                             | 75.0 |
| Gönen 3                      | 16.7                             | 58.3 |
| Vakfıkebir 4                 | 25.0                             | 58.3 |
| Vakfıkebir 5                 | 25.0                             | 50.0 |
| Paşaköy 1                    | 11.1                             | 60.0 |
| Paşaköy 2                    | 0.0                              | 53.3 |
| Paşaköy 3                    | 16.7                             | 50.0 |
| Paşaköy 4                    | 0.0                              | 41.7 |
| BEV 1-2                      | 15.4                             | 66.7 |
| BEV 1-3                      | 15.4                             | 50.0 |
| BEV 1-4                      | 16.7                             | 33.3 |

**Çizelge Ek 4.5.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae</b> suşları | <b>Hacim İndeksi (VI) Değerleri (%)</b> |             |
|------------------------------|---|-------------|
|                              | <b>25°C</b>                             | <b>30°C</b> |
| BEV 2-5                      | 0.0                                     | 33.3        |
| BEV 2-6                      | 16.7                                    | 50.0        |
| BEV 2-8                      | 0.0                                     | 25.0        |
| Lider 1                      | 16.7                                    | 50.0        |
| Lider 2                      | 0.0                                     | 50.0        |
| Lipa 1                       | 0.0                                     | 33.3        |
| Lipa 2                       | 0.0                                     | 33.3        |
| Lipa 3                       | 0.0                                     | 50.0        |
| Manisa 1                     | 7.7                                     | 66.7        |
| Manisa 3                     | 16.7                                    | 53.8        |
| Manisa 5                     | 12.9                                    | 16.7        |
| Kafes 1                      | 25.0                                    | 83.3        |
| Kafes 2                      | 16.7                                    | 50.0        |
| Kafes 4                      | 21.7                                    | 41.7        |
| Kafes 7                      | 8.3                                     | 41.7        |
| BSF 1                        | 8.3                                     | 50.0        |
| BSF 3                        | 0.0                                     | 25.0        |
| BSF 4                        | 5.0                                     | 41.7        |
| BSF 7                        | 13.3                                    | 33.3        |
| BES 2                        | 8.3                                     | 50.0        |
| BES 4                        | 16.7                                    | 66.7        |
| BES 5                        | 23.1                                    | 58.3        |
| Has 3                        | 8.3                                     | 33.3        |
| Has 5                        | 16.7                                    | 41.7        |
| Has 6                        | 8.3                                     | 33.3        |
| Has 7                        | 16.7                                    | 33.3        |
| Som-un 2                     | 25.0                                    | 46.2        |
| Som-un 4                     | 16.7                                    | 33.3        |
| Som-un 5                     | 0.0                                     | 25.0        |
| Som-un 6                     | 0.0                                     | 58.3        |
| Zorlu1                       | 16.7                                    | 58.3        |
| Zorlu5                       | 16.7                                    | 58.3        |
| Zorlu6                       | 16.7                                    | 66.7        |
| AGES 1                       | 25.0                                    | 77.4        |
| AGES 5                       | 3.3                                     | 50.0        |
| AGES 6                       | 8.3                                     | 50.0        |
| AGES 9                       | 16.7                                    | 50.0        |
| Örencik 1-2                  | 16.7                                    | 61.5        |
| Örencik 2-1                  | 25.0                                    | 50.0        |

**Çizelge Ek 4.5.** Devam ediyor

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Hacim İndeksi (VI) Değerleri (%) |      |
|------------------------------|----------------------------------|------|
|                              | 25°C                             | 30°C |
| Örencik 2-2                  | 8.3                              | 50.0 |
| Örencik 2-3                  | 8.3                              | 50.0 |
| Örencik 2-5                  | 0.0                              | 50.0 |
| Örencik 5-1                  | 25.0                             | 66.7 |
| Örencik 6-2                  | 25.0                             | 77.4 |
| YS 1-1                       | 16.7                             | 58.3 |
| YS 2-2                       | 8.3                              | 41.7 |
| İstanbul 1                   | 16.7                             | 63.3 |
| İstanbul 4                   | 3.3                              | 58.3 |
| Armoni 2                     | 16.7                             | 50.0 |
| Odunpazarı 2                 | 25.0                             | 46.2 |
| Odunpazarı 3                 | 16.7                             | 33.3 |
| YS 3-1                       | 33.3                             | 61.3 |
| YS 2-1                       | 16.7                             | 58.3 |
| Bonelli 3                    | 25.0                             | 70.0 |
| Çarşı 1-5                    | 3.3                              | 33.3 |
| Çarşı 1-6                    | 16.7                             | 58.3 |
| Yeşildere 1                  | 16.7                             | 75.0 |
| Yeşildere 4                  | 16.7                             | 66.7 |
| Topçuoğlu 1                  | 8.3                              | 41.7 |
| Çarşı 2-5                    | 8.3                              | 25.0 |
| Çarşı 2-6                    | 8.3                              | 25.0 |
| Gerede 2-3                   | 31.7                             | 77.4 |
| Gülmüş 1                     | 16.7                             | 50.0 |
| Gülmüş 2                     | 16.7                             | 50.0 |
| Gülmüş 5                     | 16.7                             | 33.3 |
| Gülmüş 7                     | 16.7                             | 33.3 |
| Gülmüş 8                     | 6.7                              | 33.3 |

**EK 5. TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN İNCELENEN *S. cerevisiae* SUŞLARININ DEĞERLENDİRİLMELERİNDE KULLANILAN TEMEL BİLEŞEN ANALİZİNE AİT VERİLER**

**Çizelge Ek 5.1.** TBA programında, incelenen *S. cerevisiae* suşlarına verilen kod numaraları

| <b><i>S. cerevisiae</i> suşları</b> | <b>Suş no.</b> | <b><i>S. cerevisiae</i> suşları</b> | <b>Suş no.</b> |
|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|
| Ticari ekmek mayası                 | 1              | Has 7                               | 43             |
| Erdek 1                             | 2              | Som-un 2                            | 44             |
| Erdek 2                             | 3              | Som-un 4                            | 45             |
| Karadeniz 2                         | 4              | Som-un 5                            | 46             |
| Karadeniz 3                         | 5              | Som-un 6                            | 47             |
| Karadeniz 4                         | 6              | Zorlu1                              | 48             |
| Gönen 2                             | 7              | Zorlu5                              | 49             |
| Gönen 3                             | 8              | Zorlu6                              | 50             |
| Vakfıkebir 4                        | 9              | AGES 1                              | 51             |
| Vakfıkebir 5                        | 10             | AGES 5                              | 52             |
| Paşaköy 1                           | 11             | AGES 6                              | 53             |
| Paşaköy 2                           | 12             | AGES 9                              | 54             |
| Paşaköy 3                           | 13             | Örencik 1-2                         | 55             |
| Paşaköy 4                           | 14             | Örencik 2-1                         | 56             |
| BEV 1-2                             | 15             | Örencik 2-2                         | 57             |
| BEV 1-3                             | 16             | Örencik 2-3                         | 58             |
| BEV 1-4                             | 17             | Örencik 2-5                         | 59             |
| BEV 2-5                             | 18             | Örencik 5-1                         | 60             |
| BEV 2-6                             | 19             | Örencik 6-2                         | 61             |
| BEV 2-8                             | 20             | YS 1-1                              | 62             |
| Lider 1                             | 21             | YS 2-2                              | 63             |
| Lider 2                             | 22             | İstanbul 1                          | 64             |
| Lipa 1                              | 23             | İstanbul 4                          | 65             |
| Lipa 2                              | 24             | Armoni 2                            | 66             |
| Lipa 3                              | 25             | Odunpazarı 2                        | 67             |
| Manisa 1                            | 26             | Odunpazarı 3                        | 68             |
| Manisa 3                            | 27             | YS 3-1                              | 69             |
| Manisa 5                            | 28             | YS 2-1                              | 70             |
| Kafes 1                             | 29             | Bonelli 3                           | 71             |
| Kafes 2                             | 30             | Çarşa 1-5                           | 72             |
| Kafes 4                             | 31             | Çarşa 1-6                           | 73             |
| Kafes 7                             | 32             | Yeşildere 1                         | 74             |
| BSF 1                               | 33             | Yeşildere 4                         | 75             |
| BSF 3                               | 34             | Topçuoğlu 1                         | 76             |

**Çizelge Ek 5.1.** Devam ediyor

| <b>S. cerevisiae suşları</b> | <b>Suş no.</b> | <b>S. cerevisiae suşları</b> | <b>Suş no.</b> |
|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| BSF 4                        | 35             | Çarşa 2-5                    | 77             |
| BSF 7                        | 36             | Çarşa 2-6                    | 78             |
| BES 2                        | 37             | Gerede 2-3                   | 79             |
| BES 4                        | 38             | Gülmüş 1                     | 80             |
| BES 5                        | 39             | Gülmüş 2                     | 81             |
| Has 5                        | 41             | Gülmüş 7                     | 83             |
| Has 6                        | 42             | Gülmüş 8                     | 84             |

**Çizelge Ek 5.2.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının teknolojik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen ve temel bileşen analizinin uygulanmasında giriş verisi olarak seçilen gelişme ve hacim indeksi değerleri

| <b>S.cerevisiae suşları</b> | <b>Değişkenler *</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |
|-----------------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|                             | <b>1</b>             | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> |
| Ticari ekmek mayası         | 39.9                 | 82.5     | 21.5     | 3.9      | 2.5      | 110.6    | 0.3      | 2.2      | 108.3    | 16.7      | 50.0      |
| Erdek 1                     | 48.3                 | 73.8     | 29.7     | 5.3      | 0.0      | 111.9    | 80.7     | 2.4      | 110.7    | 13.3      | 50.0      |
| Erdek 2                     | 5.9                  | 87.5     | 23.9     | 4.9      | 45.9     | 65.6     | 83.8     | 1.6      | 112.6    | 16.7      | 50.0      |
| Karadeniz 2                 | 48.0                 | 89.4     | 24.5     | 4.5      | 16.3     | 20.3     | 0.2      | 2.5      | 101.9    | 16.7      | 75.0      |
| Karadeniz 3                 | 52.8                 | 60.2     | 27.1     | 4.5      | 59.9     | 106.9    | 85.9     | 2.4      | 113.0    | 16.7      | 33.3      |
| Karadeniz 4                 | 43.1                 | 82.8     | 27.7     | 5.6      | 4.0      | 7.4      | 81.2     | 2.4      | 114.6    | 8.3       | 50.0      |
| Gönen 2                     | 68.4                 | 17.7     | 70.8     | 26.5     | 82.4     | 123.8    | 18.6     | 2.6      | 106.3    | 16.7      | 75.0      |
| Gönen 3                     | 82.5                 | 23.2     | 77.2     | 36.8     | 81.3     | 89.5     | 31.6     | 1.8      | 91.9     | 16.7      | 58.3      |
| Vakfıkebir 4                | 53.0                 | 100.1    | 32.3     | 6.3      | 50.2     | 10.3     | 89.6     | 2.4      | 101.5    | 25.0      | 58.3      |
| Vakfıkebir 5                | 61.3                 | 114.5    | 33.2     | 5.2      | 46.6     | 36.9     | 0.0      | 2.3      | 108.1    | 25.0      | 50.0      |
| Paşaköy 1                   | 24.5                 | 76.4     | 22.9     | 3.9      | 17.8     | 126.2    | 0.0      | 3.5      | 131.9    | 11.1      | 60.0      |
| Paşaköy 2                   | 36.4                 | 78.0     | 42.6     | 10.7     | 5.9      | 134.6    | 1.2      | 2.3      | 123.8    | 0.0       | 53.3      |
| Paşaköy 3                   | 24.7                 | 53.1     | 30.5     | 6.1      | 14.5     | 80.8     | 45.3     | 1.8      | 99.0     | 16.7      | 50.0      |
| Paşaköy 4                   | 39.6                 | 91.6     | 35.9     | 4.3      | 33.1     | 30.0     | 0.7      | 1.9      | 112.5    | 0.0       | 41.7      |
| BEV 1-2                     | 43.5                 | 99.4     | 24.0     | 4.0      | 1.5      | 94.9     | 58.5     | 2.8      | 153.5    | 15.4      | 66.7      |
| BEV 1-3                     | 52.6                 | 85.8     | 36.9     | 4.7      | 28.3     | 7.6      | 0.0      | 1.6      | 153.4    | 15.4      | 50.0      |
| BEV 1-4                     | 44.4                 | 97.3     | 12.8     | 1.9      | 81.0     | 75.4     | 66.9     | 1.8      | 107.9    | 16.7      | 33.3      |
| BEV 2-5                     | 44.2                 | 89.3     | 18.3     | 0.2      | 114.0    | 112.6    | 109.1    | 1.0      | 119.2    | 0.0       | 33.3      |
| BEV 2-6                     | 52.5                 | 115.8    | 11.6     | 2.1      | 101.0    | 123.0    | 99.8     | 1.2      | 74.6     | 16.7      | 50.0      |
| BEV 2-8                     | 45.7                 | 137.0    | 11.8     | 0.4      | 160.9    | 132.1    | 0.1      | 3.0      | 109.7    | 0.0       | 25.0      |
| Lider 1                     | 52.4                 | 105.3    | 28.6     | 3.8      | 1.1      | 31.0     | 82.3     | 2.2      | 74.2     | 16.7      | 50.0      |
| Lider 2                     | 55.4                 | 94.2     | 52.9     | 12.0     | 27.8     | 93.7     | 0.0      | 2.2      | 109.0    | 0.0       | 50.0      |
| Lipa 1                      | 29.3                 | 96.3     | 20.6     | 2.9      | 44.5     | 13.6     | 1.0      | 2.4      | 137.9    | 0.0       | 33.3      |

**Çizelge Ek 5.2.** Devam ediyor

| <i>S.cerevisiae</i><br>suşları | Değişkenler * |       |      |      |       |       |      |      |       |      |      |
|--------------------------------|---------------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|
|                                | 1             | 2     | 3    | 4    | 5     | 6     | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   |
| Lipa 2                         | 35.9          | 88.8  | 28.8 | 2.7  | 0.3   | 42.7  | 0.4  | 1.2  | 101.2 | 0.0  | 33.3 |
| Lipa 3                         | 49.6          | 102.7 | 22.7 | 3.9  | 60.9  | 75.2  | 75.3 | 1.7  | 112.7 | 0.0  | 50.0 |
| Manisa 1                       | 38.2          | 129.8 | 9.5  | 0.4  | 120.1 | 100.0 | 98.5 | 40.7 | 93.0  | 7.7  | 66.7 |
| Manisa 3                       | 29.0          | 95.8  | 13.0 | 1.2  | 64.9  | 93.9  | 0.0  | 29.1 | 78.8  | 16.7 | 53.9 |
| Manisa 5                       | 19.5          | 61.9  | 17.1 | 0.5  | 105.9 | 102.3 | 0.2  | 37.8 | 109.1 | 12.9 | 16.7 |
| Kafes 2                        | 34.6          | 73.4  | 48.0 | 8.1  | 106.7 | 103.3 | 1.1  | 15.9 | 118.2 | 16.7 | 50.0 |
| Kafes 4                        | 35.9          | 73.6  | 18.7 | 1.7  | 97.6  | 100.5 | 1.3  | 7.2  | 84.9  | 21.7 | 41.7 |
| BSF 1                          | 27.5          | 79.2  | 24.4 | 7.4  | 69.7  | 110.9 | 0.0  | 1.5  | 68.8  | 8.3  | 50.0 |
| BSF 3                          | 35.8          | 56.3  | 35.3 | 6.9  | 4.1   | 95.9  | 0.0  | 2.6  | 72.5  | 0.0  | 25.0 |
| BSF 4                          | 56.1          | 120.5 | 36.4 | 6.4  | 52.0  | 114.9 | 0.0  | 1.7  | 11.9  | 5.0  | 41.7 |
| BSF 7                          | 45.2          | 88.1  | 21.2 | 3.8  | 74.1  | 119.9 | 0.1  | 2.7  | 35.1  | 13.3 | 33.3 |
| BES 2                          | 48.4          | 96.2  | 31.6 | 5.8  | 55.7  | 36.3  | 0.8  | 8.3  | 45.0  | 8.3  | 50.0 |
| BES 4                          | 47.9          | 101.2 | 39.1 | 7.2  | 67.8  | 98.0  | 0.0  | 3.2  | 18.7  | 16.7 | 66.7 |
| BES 5                          | 52.1          | 94.3  | 59.5 | 9.0  | 50.2  | 74.7  | 1.2  | 3.9  | 57.8  | 23.1 | 58.3 |
| Has 3                          | 45.4          | 88.1  | 20.1 | 4.1  | 114.1 | 123.6 | 0.0  | 1.9  | 35.3  | 8.3  | 33.3 |
| Has 5                          | 42.5          | 49.3  | 28.7 | 3.6  | 112.3 | 108.7 | 0.0  | 2.6  | 115.7 | 16.7 | 41.7 |
| Has 6                          | 25.7          | 73.7  | 27.8 | 1.7  | 28.2  | 64.0  | 0.0  | 3.4  | 98.4  | 8.3  | 33.3 |
| Has 7                          | 22.3          | 45.2  | 66.8 | 8.9  | 88.3  | 101.5 | 91.1 | 6.1  | 82.6  | 16.7 | 33.3 |
| Som-un 2                       | 19.9          | 81.3  | 23.7 | 2.9  | 90.8  | 77.4  | 0.0  | 2.7  | 117.7 | 25.0 | 46.2 |
| Som-un 4                       | 38.7          | 74.9  | 24.4 | 3.1  | 46.9  | 243.1 | 0.0  | 2.5  | 141.0 | 16.7 | 33.3 |
| Som-un 5                       | 30.6          | 126.2 | 30.8 | 0.9  | 84.0  | 109.4 | 0.4  | 1.8  | 128.4 | 0.0  | 25.0 |
| Som-un 6                       | 26.7          | 96.2  | 17.8 | 2.7  | 68.6  | 119.0 | 0.0  | 1.7  | 150.3 | 0.0  | 58.3 |
| Zorlu1                         | 58.3          | 101.7 | 18.6 | 1.8  | 104.1 | 114.5 | 0.0  | 2.4  | 91.3  | 16.7 | 58.3 |
| Zorlu5                         | 46.8          | 102.4 | 22.1 | 5.1  | 93.7  | 97.1  | 0.0  | 1.6  | 113.1 | 16.7 | 58.3 |
| Zorlu6                         | 25.7          | 67.0  | 19.9 | 0.0  | 86.2  | 102.5 | 0.0  | 2.5  | 103.0 | 16.7 | 66.7 |
| AGES 1                         | 42.5          | 77.2  | 24.3 | 7.8  | 116.8 | 98.3  | 0.0  | 1.4  | 91.5  | 25.0 | 77.4 |
| AGES 5                         | 19.9          | 81.2  | 19.1 | 5.8  | 109.7 | 109.3 | 0.0  | 3.8  | 1.4   | 3.3  | 50.0 |
| AGES 6                         | 53.9          | 66.6  | 20.7 | 3.3  | 52.5  | 87.1  | 0.0  | 0.5  | 58.0  | 8.3  | 50.0 |
| AGES 9                         | 60.4          | 100.5 | 37.1 | 6.4  | 103.2 | 128.9 | 0.0  | 5.8  | 92.1  | 16.7 | 50.0 |
| Örencik 1-2                    | 38.8          | 122.1 | 16.2 | 1.8  | 29.6  | 81.3  | 1.6  | 1.9  | 42.5  | 16.7 | 61.5 |
| Örencik 2-1                    | 36.0          | 101.6 | 33.7 | 2.0  | 83.5  | 102.3 | 0.1  | 3.2  | 55.2  | 25.0 | 50.0 |
| Örencik 2-2                    | 49.6          | 89.4  | 43.0 | 9.2  | 1.8   | 7.4   | 0.6  | 2.1  | 56.0  | 8.3  | 50.0 |
| Örencik 2-3                    | 28.0          | 99.0  | 32.3 | 9.6  | 38.0  | 0.7   | 0.5  | 1.9  | 29.7  | 8.3  | 50.0 |
| Örencik 2-5                    | 16.7          | 89.6  | 34.4 | 22.8 | 51.0  | 8.9   | 0.4  | 2.2  | 51.0  | 0.0  | 50.0 |
| Örencik 5-1                    | 39.4          | 92.2  | 10.9 | 1.1  | 94.7  | 70.6  | 0.4  | 12.3 | 1.4   | 25.0 | 66.7 |
| Örencik 6-2                    | 50.4          | 94.3  | 9.1  | 2.5  | 90.6  | 135.5 | 1.1  | 0.3  | 101.4 | 25.0 | 77.4 |
| YS 1-1                         | 53.6          | 95.0  | 37.8 | 4.1  | 46.6  | 48.5  | 0.8  | 4.9  | 58.0  | 16.7 | 58.3 |
| YS 2-2                         | 37.1          | 62.1  | 41.5 | 3.6  | 107.6 | 93.8  | 0.5  | 1.8  | 100.8 | 8.3  | 41.7 |



**Çizelge Ek 5.2.** Devam ediyor

| <i>S.cerevisiae</i><br>suşları | Değişkenler * |       |      |      |       |       |      |      |       |      |      |
|--------------------------------|---------------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|
|                                | 1             | 2     | 3    | 4    | 5     | 6     | 7    | 8    | 9     | 10   | 11   |
| İstanbul 1                     | 8.2           | 130.7 | 30.2 | 16.7 | 62.3  | 14.4  | 1.1  | 1.3  | 69.8  | 16.7 | 63.3 |
| İstanbul 4                     | 5.8           | 85.7  | 41.2 | 11.4 | 61.9  | 116.6 | 0.4  | 3.6  | 74.6  | 3.3  | 58.3 |
| Armoni 2                       | 29.3          | 93.6  | 45.4 | 14.9 | 9.7   | 52.6  | 0.0  | 3.2  | 96.9  | 16.7 | 50.0 |
| Odunpazarı 2                   | 42.5          | 97.7  | 18.7 | 7.6  | 90.9  | 103.3 | 0.3  | 66.3 | 86.3  | 25.0 | 46.2 |
| Odunpazarı 3                   | 14.2          | 82.3  | 61.9 | 11.4 | 15.0  | 28.8  | 1.0  | 3.0  | 90.3  | 16.7 | 33.3 |
| YS 3-1                         | 59.4          | 123.3 | 54.6 | 13.7 | 12.5  | 53.7  | 1.5  | 0.9  | 53.1  | 33.3 | 61.3 |
| YS 2-1                         | 24.9          | 124.9 | 25.6 | 6.1  | 36.7  | 75.8  | 0.7  | 2.2  | 57.8  | 16.7 | 58.3 |
| Bonelli 3                      | 35.8          | 80.3  | 43.9 | 11.5 | 97.9  | 94.0  | 1.9  | 18.1 | 92.4  | 25.0 | 70.0 |
| Çarşa 1-5                      | 35.6          | 112.0 | 18.3 | 6.1  | 107.8 | 92.2  | 0.8  | 0.9  | 87.5  | 3.3  | 33.3 |
| Çarşa 1-6                      | 41.4          | 111.4 | 34.0 | 13.3 | 91.7  | 90.1  | 0.5  | 0.6  | 82.4  | 16.7 | 58.3 |
| Yeşildere 1                    | 33.6          | 86.7  | 47.8 | 9.0  | 97.3  | 92.3  | 0.8  | 14.6 | 98.0  | 16.7 | 75.0 |
| Yeşildere 4                    | 57.6          | 93.4  | 47.3 | 16.8 | 107.5 | 132.2 | 0.0  | 7.9  | 116.6 | 16.7 | 66.7 |
| Topçuoğlu 1                    | 44.6          | 69.6  | 50.8 | 23.2 | 30.9  | 86.4  | 0.8  | 0.2  | 29.8  | 8.3  | 41.7 |
| Çarşa 2-5                      | 34.6          | 71.6  | 40.2 | 4.1  | 143.1 | 123.5 | 0.9  | 1.0  | 77.5  | 8.3  | 25.0 |
| Çarşa 2-6                      | 27.9          | 122.5 | 31.0 | 4.3  | 109.5 | 103.9 | 2.0  | 1.0  | 124.9 | 8.3  | 25.0 |
| Gerede 2-3                     | 54.2          | 79.2  | 94.9 | 50.9 | 93.5  | 166.8 | 0.5  | 12.8 | 103.2 | 31.7 | 77.4 |
| Gülmüş 1                       | 17.4          | 84.8  | 54.4 | 18.9 | 30.0  | 81.1  | 0.6  | 2.5  | 30.2  | 16.7 | 50.0 |
| Gülmüş 2                       | 14.4          | 62.1  | 61.4 | 21.2 | 70.4  | 72.9  | 1.3  | 2.8  | 38.4  | 16.7 | 50.0 |
| Gülmüş 5                       | 3.4           | 138.4 | 49.9 | 24.2 | 3.0   | 163.5 | 14.2 | 5.0  | 32.3  | 16.7 | 33.3 |
| Gülmüş 7                       | 60.7          | 132.0 | 40.6 | 13.1 | 23.1  | 112.7 | 0.5  | 1.4  | 28.3  | 16.7 | 33.3 |
| Gülmüş 8                       | 53.0          | 84.2  | 63.5 | 17.7 | 18.3  | 50.6  | 1.0  | 2.3  | 59.1  | 6.7  | 33.3 |

**Değişkenler** \*: 1: 20°C' de gelişme; 2: 37°C' de gelişme; 3:Tuz derişimi %2 olan besiyerinde gelişme; 4: Tuz derişimi %4 olan besiyerinde gelişme; 5: pH' sı 2.5 olan besiyerinde gelişme; 6: pH' sı 3.8 olan besiyerinde gelişme; 7: pH' sı 9 olan besiyerinde gelişme; 8: %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 9: %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 10: 25°C' de hamur kabartma yeteneği; 11: 30°C' de hamur kabartma yeteneği

**Çizelge Ek 5.3.** Gelişme ve hacim indeksi verilerinin değerlendirmelerinde kullanılan aralıklar ve bu değerlere karşılık gelen kodlar

| Gelişme indeksi değer aralıkları | Hacim indeksi değer aralıkları | Kod |
|----------------------------------|--------------------------------|-----|
| <25                              | 0                              | 0   |
| 25-75                            | <50                            | 1   |
| >75                              | >50                            | 2   |

**Çizelge Ek 5.4.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının hesaplanan gelişme ve hacim indeksleri verilerinin temel bileşen analizi için kodlanmış değerleri

| Suş Numaraları | Değişkenler * |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|----------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1              | 1             | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 2              | 1             | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 3              | 0             | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 4              | 1             | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 5              | 1             | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 6              | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 7              | 1             | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 8              | 2             | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 9              | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 10             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 11             | 0             | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 12             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0  | 2  |
| 13             | 0             | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 14             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0  | 1  |
| 15             | 1             | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 16             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 17             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 18             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0  | 1  |
| 19             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 20             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0  | 1  |
| 21             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 22             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0  | 2  |
| 23             | 1             | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0  | 1  |
| 24             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0  | 1  |
| 25             | 1             | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0  | 2  |
| 26             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1  | 2  |
| 27             | 1             | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1  | 2  |
| 28             | 0             | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1  | 1  |
| 29             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 30             | 1             | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 31             | 1             | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 32             | 1             | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 33             | 1             | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  |
| 34             | 1             | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0  | 1  |
| 35             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1  | 1  |
| 36             | 1             | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  |
| 37             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 38             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1  | 2  |

**Çizelge Ek 5.4.** Devam ediyor

| Suş Numaraları | Değişkenler * |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|----------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 39             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 40             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  |
| 41             | 1             | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 42             | 1             | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 43             | 0             | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 44             | 0             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 45             | 1             | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 46             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0  | 1  |
| 47             | 1             | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0  | 2  |
| 48             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 49             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 50             | 1             | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 51             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 52             | 0             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  |
| 53             | 1             | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0  | 2  |
| 54             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 55             | 1             | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 56             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 57             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 58             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 59             | 0             | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 2  |
| 60             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  | 2  |
| 61             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 62             | 1             | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 63             | 1             | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 64             | 0             | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 65             | 0             | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 66             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 67             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1  | 1  |
| 68             | 0             | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 69             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 70             | 0             | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 71             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 72             | 1             | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 73             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 74             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 75             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 76             | 1             | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  |
| 77             | 1             | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 78             | 1             | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 1  |
| 79             | 1             | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  |
| 80             | 0             | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |

**Çizelge 5.4.** Devam ediyor

| Suş Numaraları | Değişkenler * |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|----------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 81             | 0             | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1  | 2  |
| 82             | 0             | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  |
| 83             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  |
| 84             | 1             | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  |

**Değişkenler \*:** 1: 20°C' de gelişme; 2: 37°C' de gelişme; 3: %2 tuz derişimi içeren besiyerinde gelişme; 4: %4 tuz derişimi içeren besiyerinde gelişme; 5: pH' sı 2.5 olan besiyerinde gelişme; 6: pH' sı 3.8 olan besiyerinde gelişme; 7: pH' sı 9 olan besiyerinde gelişme; 8: %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 9: %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 10: 25°C' de hamur kabartma yeteneği; 11: 30°C' de hamur kabartma yeteneği

**Çizelge Ek 5.5.** Teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Barlett küresellik testinin sonuçları

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Ki kare (Gözlenen değer) | 103.329  |
| Ki kare (Kritik değer)   | 73.311   |
| DF                       | 55       |
| p-değeri *               | < 0.0001 |
| Alfa                     | 0.05     |

\*Hesaplanan p değeri, alfa (anlamlılık düzeyi) değerinden küçüktür. Veriler, TBA için uygundur.

**Çizelge Ek 5.6.** Teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Kaiser-Meyer-Olkin testinin sonuçları

| Değişkenler                                 | KMO değerleri |
|---|---------------|
| 20°C' de gelişme                            | 0.650         |
| 37°C' de gelişme                            | 0.601         |
| %2 tuz derişimi içeren besiyerinde gelişme  | 0.564         |
| %4 tuz derişimi içeren besiyerinde gelişme  | 0.554         |
| pH' sı 2.5 olan besiyerinde gelişme         | 0.647         |
| pH' sı 3.8 olan besiyerinde gelişme         | 0.666         |
| pH' sı 9.0 olan besiyerinde gelişme         | 0.442         |
| %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme | 0.611         |
| %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme   | 0.667         |
| 25°C' de hamur kabartma yeteneği            | 0.456         |
| 30°C' de hamur kabartma yeteneği            | 0.444         |
| <b>Toplam KMO</b>                           | <b>0.586</b>  |

**Çizelge Ek 5.7.** Teknolojik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değişkenlere ait kodlanmış yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapma değerleri

| Değişkenler * | Minimum | Maksimum | Ortalama | Standart sapma |
|---------------|---------|----------|----------|----------------|
| 1             | 0       | 2        | 0.833    | 0.406          |
| 2             | 0       | 2        | 1.738    | 0.494          |
| 3             | 0       | 2        | 0.643    | 0.530          |
| 4             | 0       | 1        | 0.036    | 0.187          |
| 5             | 0       | 2        | 1.202    | 0.773          |
| 6             | 0       | 2        | 1.607    | 0.677          |
| 7             | 0       | 2        | 0.310    | 0.694          |
| 8             | 0       | 1        | 0.048    | 0.214          |
| 9             | 0       | 2        | 1.607    | 0.581          |
| 10            | 0       | 1        | 0.833    | 0.375          |
| 11            | 1       | 2        | 1.631    | 0.485          |

\***Değişkenler** : 1: 20°C' de gelişme; 2: 37°C' de gelişme; 3: Tuz derişimi %2 olan besiyerinde gelişme; 4: Tuz derişimi %4 olan besiyerinde gelişme; 5: pH' sı 2.5 olan besiyerinde gelişme; 6: pH' sı 3.8 olan besiyerinde gelişme; 7: pH' sı 9 olan besiyerinde gelişme; 8: %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 9: %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 10: 25°C' de hamur kabartma yeteneği; 11: 30°C' de hamur kabartma yeteneği

**Çizelge Ek 5.8.** Teknolojik özelliklerin belirlendiği deneylere ait değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri

| Değişkenler* | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1            | 1      | -0.100 | 0.056  | 0.239  | 0.147  | 0.066  | 0.014  | -0.046 | 0.179  | -0.026 | -0.010 |
| 2            | -0.100 | 1      | -0.224 | -0.402 | -0.175 | -0.239 | -0.077 | 0.005  | -0.195 | -0.108 | 0.195  |
| 3            | 0.056  | -0.224 | 1      | 0.374  | -0.175 | -0.194 | -0.056 | -0.273 | -0.070 | 0.121  | 0.090  |
| 4            | 0.239  | -0.402 | 0.374  | 1      | 0.200  | 0.112  | 0.007  | -0.043 | 0.131  | 0.086  | 0.147  |
| 5            | 0.147  | -0.175 | -0.175 | 0.200  | 1      | 0.407  | -0.073 | 0.159  | 0.179  | 0.076  | -0.120 |
| 6            | 0.066  | -0.239 | -0.194 | 0.112  | 0.407  | 1      | -0.046 | 0.131  | 0.124  | 0.024  | -0.190 |
| 7            | 0.014  | -0.077 | -0.056 | 0.007  | -0.073 | -0.046 | 1      | 0.062  | 0.186  | 0.015  | 0.093  |
| 8            | -0.046 | 0.005  | -0.273 | -0.043 | 0.159  | 0.131  | 0.062  | 1      | 0.152  | 0.100  | -0.061 |
| 9            | 0.179  | -0.195 | -0.070 | 0.131  | 0.179  | 0.124  | 0.186  | 0.152  | 1      | -0.028 | -0.093 |
| 10           | -0.026 | -0.108 | 0.121  | 0.086  | 0.076  | 0.024  | 0.015  | 0.100  | -0.028 | 1      | 0.121  |
| 11           | -0.010 | 0.195  | 0.090  | 0.147  | -0.120 | -0.190 | 0.093  | -0.061 | -0.093 | 0.121  | 1      |

\***Değişkenler** : 1: 20°C' de gelişme; 2: 37°C' de gelişme; 3: Tuz derişimi %2 olan besiyerinde gelişme; 4: Tuz derişimi %4 olan besiyerinde gelişme; 5: pH' sı 2.5 olan besiyerinde gelişme; 6: pH' sı 3.8 olan besiyerinde gelişme; 7: pH' sı 9 olan besiyerinde gelişme; 8: %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 9: %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 10: 25°C' de hamur kabartma yeteneği; 11: 30°C' de hamur kabartma yeteneği

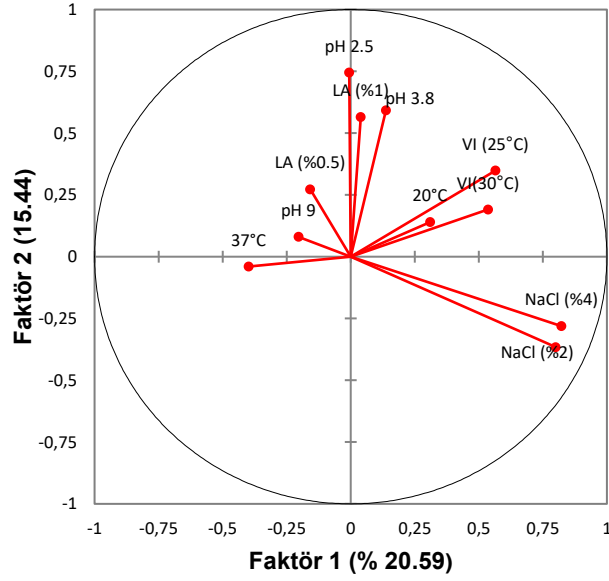
**Çizelge Ek 5.9.** TBA programı tarafından hesaplanan, teknolojik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinden elde edilen verilere ait faktör yükleri

| Değişkenler                                 | Faktörler |        |        |        |        |
|---|-----------|--------|--------|--------|--------|
|   | F1        | F2     | F3     | F4     | F5     |
| 20°C' de gelişme                            | -0.392    | 0.174  | 0.069  | -0.347 | 0.592  |
| 37°C' de gelişme                            | 0.668     | -0.295 | 0.081  | 0.048  | 0.442  |
| %2 tuz derişimi içeren besiyerinde gelişme  | -0.059    | 0.810  | -0.134 | 0.009  | -0.178 |
| %4 tuz derişimi içeren besiyerinde gelişme  | -0.582    | 0.575  | 0.035  | 0.070  | 0.134  |
| pH' sı 2.5 olan besiyerinde gelişme         | -0.636    | -0.306 | -0.140 | 0.219  | 0.286  |
| pH' sı 3.8 olan besiyerinde gelişme         | -0.593    | -0.370 | -0.247 | 0.149  | 0.020  |
| pH' sı 9 olan besiyerinde gelişme           | -0.062    | 0.003  | 0.743  | -0.249 | -0.275 |
| %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme | -0.210    | -0.496 | 0.360  | 0.318  | -0.079 |
| %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme   | -0.488    | -0.140 | 0.429  | -0.336 | -0.040 |
| 25°C' de hamur kabartma yeteneği            | -0.150    | 0.185  | 0.218  | 0.736  | -0.152 |
| 30°C' de hamur kabartma yeteneği            | 0.249     | 0.357  | 0.456  | 0.337  | 0.487  |

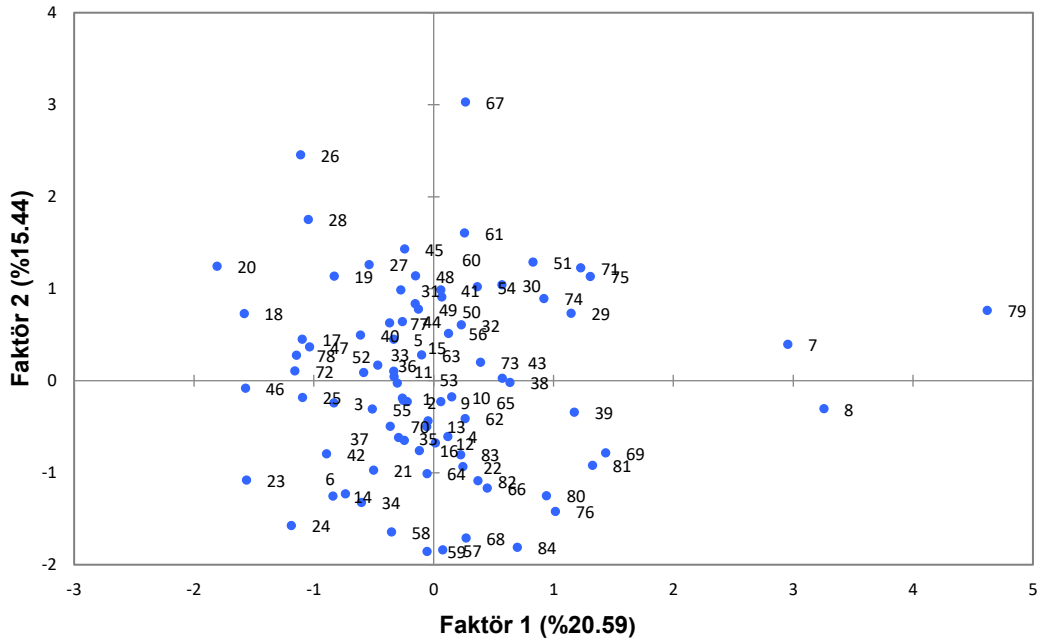
**Çizelge Ek 5.10.** Varimax rotasyonu uygulanmadan önce ve rotasyon uygulamasından sonraki faktör yükleri

| Değişkenler* | Varimax rotasyonundan önceki faktör yükleri |        | Varimax rotasyonundan sonraki faktör yükleri |        |
|--------------|---|--------|--|--------|
|              | F1  | F2     | D1   | D2     |
| 1            | -0.392                                      | 0.174  | 0.212  | 0.373  |
| 2            | 0.668                                       | -0.295 | -0.362                                       | -0.634 |
| 3            | -0.059                                      | 0.810  | -0.434                                       | 0.686  |
| 4            | -0.582                                      | 0.575  | 0.125  | 0.808  |
| 5            | -0.636                                      | -0.306 | 0.693  | 0.132  |
| 6            | -0.593                                      | -0.370 | 0.697  | 0.056  |
| 7            | -0.062                                      | 0.003  | 0.048  | 0.039  |
| 8            | -0.210                                      | -0.496 | 0.463  | -0.274 |
| 9            | -0.488                                      | -0.140 | 0.476  | 0.178  |
| 10           | -0.150                                      | 0.185  | 0.010  | 0.238  |
| 11           | 0.249                                       | 0.357  | -0.412                                       | 0.138  |

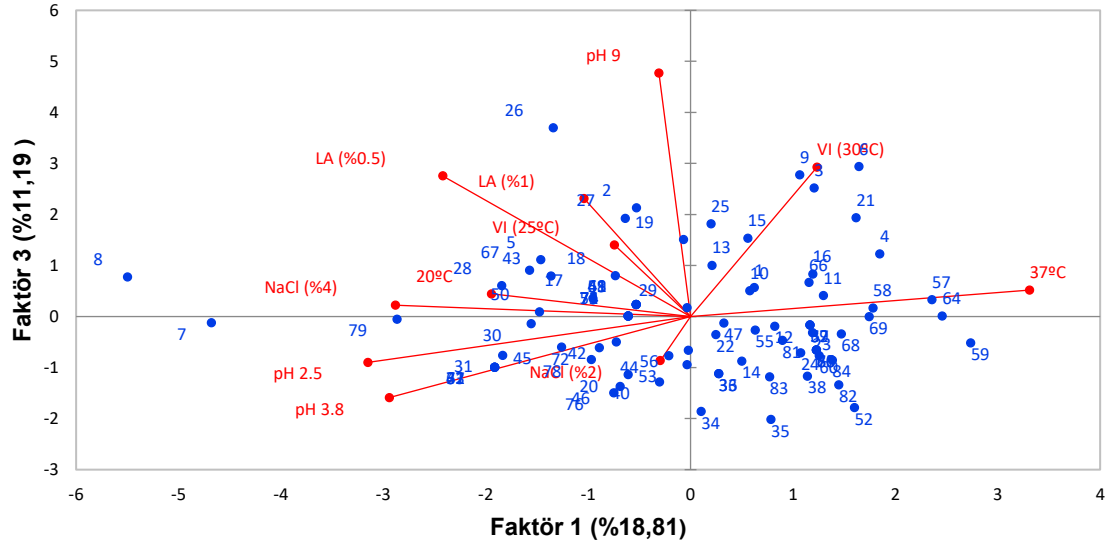
\*Değişkenler : 1: 20°C' de gelişme; 2: 37°C' de gelişme; 3: Tuz derişimi %2 olan besiyerinde gelişme; 4: Tuz derişimi %4 olan besiyerinde gelişme; 5: pH' sı 2.5 olan besiyerinde gelişme; 6: pH' sı 3.8 olan besiyerinde gelişme; 7: pH' sı 9 olan besiyerinde gelişme; 8: %0.5 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 9: %1 laktik asit içeren besiyerinde gelişme; 10: 25°C' de hamur kabartma yeteneği; 11: 30°C' de hamur kabartma yeteneği



**Şekil Ek 5.1.** Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait ham veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları



**Şekil Ek 5.2.** Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait ham veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki gözlemlerin konumları



**Şekil Ek 5.3.** Teknolojik özelliklerin belirlenmesi deneylerine ait kodlanmış veriler kullanılarak gerçekleştirilen TBA' de, değişkenlerin Faktör 4 ve Faktör 5 tarafından oluşturulan faktöriyel düzlemdeki projeksiyonları ve gözlemlerin (*S. cerevisiae* suşlarının) bu faktöriyel düzlemdeki konumları



## EK 6. ENZİM PROFİLLERİ AÇISINDAN İNCELENEN *S. cerevisiae* SUŞLARININ DEĞERLENDİRİLMELERİNDE KULLANILAN TEMEL BİLEŞEN ANALİZİNE AİT VERİLER

**Çizelge Ek 6.1.** Enzim profillerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Barlett küresellik testinin sonuçları

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Ki kare (Gözlenen değer) | 324.331  |
| Ki kare (Kritik değer)   | 129.918  |
| DF                       | 105      |
| p-değeri *               | < 0.0001 |
| Alfa                     | 0.05     |

\*Hesaplanan p değeri, alfa (anlamlılık düzeyi) değerinden küçüktür. Veriler, TBA için uygundur.

**Çizelge Ek 6.2.** Enzim profillerinin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Kaiser-Meyer-Olkin testinin sonuçları

| Değişkenler (Enzimler)            | KMO Değerleri |
|-----------------------------------|---------------|
| Alkali fosfataz                   | 0.783         |
| Esteraz                           | 0.376         |
| Esteraz lipaz                     | 0.426         |
| Lipaz                             | 0.566         |
| Lösin arilamidaz                  | 0.371         |
| Valin arilamidaz                  | 0.689         |
| Sistin arilamidaz                 | 0.620         |
| Tripsin                           | 0.202         |
| $\alpha$ -kimotripsin             | 0.705         |
| Asit fosfataz                     | 0.738         |
| Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz        | 0.745         |
| $\alpha$ -glukozidaz              | 0.727         |
| $\beta$ -glukozidaz               | 0.484         |
| N-asetil- $\beta$ -glukoaminnidaz | 0.222         |
| $\alpha$ -mannozidaz              | 0.694         |
| <b>Toplam KMO</b>                 | <b>0.571</b>  |

**Çizelge Ek 6.3.** Enzim profillerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değişkenlere ait yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapma değerleri

| Değişkenler                       | Minimum | Maksimum | Ortalama | Standart sapma |
|-----------------------------------|---------|----------|----------|----------------|
| Alkali fosfataz                   | 0       | 2        | 0.107    | 0.348          |
| Esteraz                           | 0       | 3        | 2.595    | 0.713          |
| Esteraz lipaz                     | 1       | 3        | 1.845    | 0.503          |
| Lipaz                             | 0       | 2        | 0.274    | 0.475          |
| Lösin arilamidaz                  | 4       | 5        | 4.976    | 0.153          |
| Valin arilamidaz                  | 0       | 3        | 1.274    | 0.546          |
| Sistin arilamidaz                 | 0       | 3        | 1.345    | 0.570          |
| Tripsin                           | 0       | 1        | 0.012    | 0.109          |
| $\alpha$ -kimotripsin             | 0       | 1        | 0.012    | 0.109          |
| Asit fosfataz                     | 3       | 5        | 4.857    | 0.443          |
| Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz        | 0       | 3        | 1.929    | 0.818          |
| $\alpha$ -glukozidaz              | 1       | 5        | 4.298    | 0.861          |
| $\beta$ -glukozidaz               | 0       | 1        | 0.012    | 0.109          |
| N-asetil- $\beta$ -glukoaminnidaz | 0       | 2        | 0.036    | 0.243          |
| $\alpha$ -mannozidaz              | 0       | 1        | 0.036    | 0.187          |

**Çizelge Ek 6.4.** Enzim profillerinin belirlendiği deneylere ait değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri

| Değişkenler * | ALF           | E             | EL            | L            | LA     | VA            | SA            | T             | K      | ASF           | N             | $\alpha$      | $\beta$      | NAS           | M             |
|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------|---------------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| ALF           | 1             | -0.114        | -0.042        | -0.107       | 0.048  | <b>-0.220</b> | <b>-0.250</b> | -0.034        | -0.034 | -0.212        | -0.057        | <b>-0.269</b> | -0.034       | -0.046        | <b>0.312</b>  |
| E             | -0.114        | 1             | <b>0.529</b>  | -0.096       | -0.089 | 0.164         | 0.140         | <b>-0.402</b> | 0.063  | 0.044         | <b>-0.215</b> | 0.081         | 0.063        | 0.084         | -0.071        |
| EL            | -0.042        | <b>0.529</b>  | 1             | -0.073       | -0.048 | 0.068         | 0.147         | 0.034         | 0.034  | 0.062         | <b>-0.291</b> | 0.052         | <b>0.254</b> | <b>-0.250</b> | -0.069        |
| L             | -0.107        | -0.096        | -0.073        | 1            | -0.075 | <b>0.358</b>  | <b>0.314</b>  | -0.064        | -0.064 | 0.131         | 0.175         | 0.122         | -0.064       | 0.123         | 0.024         |
| LA            | 0.048         | -0.089        | -0.048        | -0.075       | 1      | 0.079         | 0.095         | 0.017         | 0.017  | 0.127         | -0.014        | 0.146         | 0.017        | 0.023         | 0.030         |
| VA            | <b>-0.220</b> | 0.164         | 0.068         | <b>0.358</b> | 0.079  | 1             | <b>0.816</b>  | -0.055        | -0.055 | <b>0.313</b>  | <b>0.314</b>  | <b>0.440</b>  | -0.055       | 0.107         | <b>-0.334</b> |
| SA            | <b>-0.250</b> | 0.140         | 0.147         | <b>0.314</b> | 0.095  | <b>0.816</b>  | 1             | 0.127         | -0.067 | <b>0.341</b>  | <b>0.338</b>  | <b>0.475</b>  | -0.067       | -0.003        | <b>-0.344</b> |
| T             | -0.034        | <b>-0.402</b> | 0.034         | -0.064       | 0.017  | -0.055        | 0.127         | 1             | -0.012 | 0.036         | 0.010         | -0.166        | -0.012       | -0.016        | -0.021        |
| K             | -0.034        | 0.063         | 0.034         | -0.064       | 0.017  | -0.055        | -0.067        | -0.012        | 1      | 0.036         | -0.125        | -0.038        | -0.012       | -0.016        | -0.021        |
| ASF           | -0.212        | 0.044         | 0.062         | 0.131        | 0.127  | <b>0.313</b>  | <b>0.341</b>  | 0.036         | 0.036  | 1             | 0.038         | <b>0.397</b>  | 0.036        | 0.048         | <b>-0.520</b> |
| N             | -0.057        | <b>-0.215</b> | <b>-0.291</b> | 0.175        | -0.014 | <b>0.314</b>  | <b>0.338</b>  | 0.010         | -0.125 | 0.038         | 1             | <b>0.321</b>  | -0.125       | 0.134         | <b>-0.220</b> |
| $\alpha$      | <b>-0.269</b> | 0.081         | 0.052         | 0.122        | 0.146  | <b>0.440</b>  | <b>0.475</b>  | -0.166        | -0.038 | <b>0.397</b>  | <b>0.321</b>  | 1             | 0.090        | 0.121         | <b>-0.517</b> |
| $\beta$       | -0.034        | 0.063         | <b>0.254</b>  | -0.064       | 0.017  | -0.055        | -0.067        | -0.012        | -0.012 | 0.036         | -0.125        | 0.090         | 1            | -0.016        | -0.021        |
| NAS           | -0.046        | 0.084         | <b>-0.250</b> | 0.123        | 0.023  | 0.107         | -0.003        | -0.016        | -0.016 | 0.048         | 0.134         | 0.121         | -0.016       | 1             | -0.028        |
| M             | <b>0.312</b>  | -0.071        | -0.069        | 0.024        | 0.030  | <b>-0.334</b> | <b>-0.344</b> | -0.021        | -0.021 | <b>-0.520</b> | <b>-0.220</b> | <b>-0.517</b> | -0.021       | -0.028        | 1             |

\*Alkali fosfataz; ALF, Esteraz; E, Esteraz Lipaz; EL, Lipaz; L, Lösin arilamidaz; LA, Valin arilamidaz; VA, Sistin arilamidaz; SA, Tripsin; T,  $\alpha$ -kimotripsin; K, Asit fosfataz; ASF, Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz; N,  $\alpha$ -glukozidaz;  $\alpha$ ,  $\beta$ -glukozidaz;  $\beta$ ; N-asetil- $\beta$ -glukoaminnidaz; NAS,  $\alpha$ -mannozidaz; M

**Çizelge Ek 6.5.** TBA programı tarafından hesaplanan, enzim profillerinin belirlendiği deneylerden elde edilen verilere ait faktör yükleri

| Değişkenler (Enzimler)            | Faktörler |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                   | F1        | F2     | F3     | F4     | F5     | F6     |
| Alkali fosfataz                   | -0.441    | -0.129 | -0.140 | -0.099 | 0.452  | 0.034  |
| Esteraz                           | 0.161     | 0.764  | -0.438 | 0.091  | -0.009 | 0.076  |
| Esteraz lipaz                     | 0.087     | 0.797  | 0.066  | -0.378 | 0.058  | -0.038 |
| Lipaz                             | 0.363     | -0.266 | -0.406 | -0.326 | -0.080 | 0.085  |
| Lösin arilamidaz                  | 0.104     | -0.077 | 0.258  | 0.175  | 0.810  | 0.284  |
| Valin arilamidaz                  | 0.809     | -0.029 | -0.223 | -0.261 | 0.122  | 0.140  |
| Sistin arilamidaz                 | 0.821     | -0.018 | -0.053 | -0.388 | 0.108  | 0.137  |
| Tripsin                           | -0.042    | -0.285 | 0.633  | -0.463 | -0.145 | 0.029  |
| $\alpha$ -kimotripsin             | -0.063    | 0.183  | 0.158  | 0.259  | -0.225 | 0.705  |
| Asit fosfataz                     | 0.599     | 0.109  | 0.364  | 0.203  | -0.010 | 0.090  |
| Naftol-AS-BI-fosfohidrolaz        | 0.439     | -0.540 | -0.144 | 0.027  | -0.006 | -0.203 |
| $\alpha$ -glukozidaz              | 0.744     | 0.047  | 0.061  | 0.285  | 0.142  | -0.161 |
| $\beta$ -glukozidaz               | -0.012    | 0.376  | 0.222  | 0.036  | 0.199  | -0.557 |
| N-asetil- $\beta$ -glukoaminnidaz | 0.151     | -0.243 | -0.320 | 0.466  | -0.029 | -0.072 |
| $\alpha$ -mannozidaz              | -0.657    | -0.109 | -0.356 | -0.283 | 0.238  | 0.114  |

**EK 7. İNCELENEN *S. cerevisiae* SUŞLARININ PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ DENEYLERİNE İLİŞKİN SONUÇLAR**

**Çizelge Ek 7.1.** Düşük pH değerinde gelişme özelliğinin belirlenmesi deneylerinde, *S. cerevisiae* suşlarının başlangıç inokülasyon değerleri ile 3. ve 24. saatlerdeki sayım sonuçları ve canlılık indeksi değerleri

| <i>S. cerevisiae</i><br>Suşları | Maya Sayısı×10 <sup>6</sup> (kob/mL) |         |          | Canlılık İndeksi<br>Değerleri (VI;%) |          |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------|----------|--------------------------------------|----------|
|                                 | 0. saat                              | 3. saat | 24. saat | 3. saat                              | 24. saat |
| Sb 1                            | 9.80                                 | 11.20   | 6.10     | 100.83                               | 97.05    |
| Ticari maya                     | 2.38                                 | 6.90    | 4.50     | 107.25                               | 104.34   |
| Sb 2                            | 7.88                                 | 19.3    | 2.25     | 105.64                               | 92.11    |
| Bonelli 3                       | 3.66                                 | 5.20    | 2.45     | 102.32                               | 97.34    |
| BEV 2-6                         | 8.18                                 | 17.70   | 3.65     | 104.85                               | 94.93    |
| Yeşildere 1                     | 6.02                                 | 10.30   | 5.05     | 103.44                               | 98.87    |
| Yeşildere 4                     | 5.22                                 | 7.05    | 2.50     | 101.94                               | 95.24    |
| BES 4                           | 5.86                                 | 8.75    | 3.55     | 102.57                               | 96.78    |
| Kafes 2                         | 8.50                                 | 19.50   | 10.40    | 105.20                               | 101.26   |
| Kafes 4                         | 6.04                                 | 11.30   | 7.30     | 104.01                               | 101.21   |
| Lipa 3                          | 4.24                                 | 6.50    | 2.80     | 102.80                               | 97.28    |
| Som-un 6                        | 6.06                                 | 12.7    | 3.35     | 104.74                               | 96.20    |
| Gerede 2-3                      | 7.80                                 | 31.0    | 26.60    | 108.69                               | 107.73   |
| Örencik 1-2                     | 5.60                                 | 7.25    | 5.50     | 101.66                               | 99.88    |
| Örencik 2-1                     | 6.70                                 | 8.80    | 6.63     | 101.73                               | 99.93    |
| Manisa 1                        | 9.50                                 | 11.10   | 8.05     | 100.97                               | 98.97    |
| Manisa 3                        | 9.80                                 | 12.30   | 6.20     | 101.41                               | 97.16    |
| Has 3                           | 6.30                                 | 9.20    | 7.40     | 102.42                               | 101.03   |
| Örencik 6-2                     | 7.24                                 | 12.40   | 10.80    | 103.41                               | 102.53   |
| Çarşa 1-6                       | 5.66                                 | 8.50    | 2.03     | 102.62                               | 93.41    |
| Zorlu 6                         | 6.26                                 | 6.25    | 4.80     | 99.99                                | 98.30    |
| Odunpazarı 2                    | 16.80                                | 13.50   | 2.500    | 98.69                                | 88.55    |
| Örencik 5-1                     | 2.68                                 | 8.10    | 6.10     | 107.47                               | 105.56   |
| AGES 1                          | 6.88                                 | 9.30    | 4.50     | 101.91                               | 97.30    |
| AGES 9                          | 5.10                                 | 10.30   | 3.80     | 104.55                               | 98.09    |
| İstanbul 4                      | 5.32                                 | 6.80    | 4.90     | 101.58                               | 99.47    |

**Çizelge Ek 7.2.** Safra tuzu direncinin belirlenmesi deneylerinde, *S. cerevisiae* suşlarının başlangıç inokülasyon değerleri ile 3. ve 24. saatlerdeki sayım sonuçları ve canlılık indeksi değerleri

| <i>S. cerevisiae</i><br>Suşları | Maya Sayısı *10 <sup>6</sup> (kob/mL) |         |          | Canlılık İndeksi<br>Değerleri (VI;%) |          |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------|----------|--------------------------------------|----------|
|                                 | 0. saat                               | 3. saat | 24. saat | 3. saat                              | 24. saat |
| <b>Sb 1</b>                     | 9.80                                  | 8.00    | 2.80     | 98.74                                | 92.22    |
| <b>Ticari maya</b>              | 2.38                                  | 12.30   | 2.90     | 111.19                               | 101.35   |
| <b>Sb 2</b>                     | 7.88                                  | 11.10   | 3.90     | 102.16                               | 95.57    |
| <b>Bonelli 3</b>                | 3.66                                  | 9.80    | 9.10     | 106.52                               | 106.03   |
| <b>BEV 2-6</b>                  | 8.18                                  | 12.80   | 6.10     | 102.81                               | 98.16    |
| <b>Yeşildere 1</b>              | 6.02                                  | 19.20   | 10.80    | 107.43                               | 103.74   |
| <b>Yeşildere 4</b>              | 5.22                                  | 13.30   | 7.35     | 106.05                               | 102.21   |
| <b>BES 4</b>                    | 5.86                                  | 11.00   | 5.25     | 104.04                               | 99.29    |
| <b>Kafes 2</b>                  | 8.50                                  | 10.00   | 6.20     | 101.02                               | 98.02    |
| <b>Kafes 4</b>                  | 6.04                                  | 5.70    | 5.75     | 99.63                                | 99.68    |
| <b>Lipa 3</b>                   | 4.24                                  | 5.75    | 5.40     | 102.00                               | 101.58   |
| <b>Som-un 6</b>                 | 6.06                                  | 9.00    | 4.10     | 102.53                               | 97.50    |
| <b>Gerede 2-3</b>               | 7.80                                  | 13.80   | 7.20     | 103.60                               | 99.50    |
| <b>Örencik 1-2</b>              | 5.60                                  | 15.10   | 7.05     | 106.38                               | 101.48   |
| <b>Örencik 2-1</b>              | 6.70                                  | 11.05   | 11.10    | 103.18                               | 103.21   |
| <b>Manisa 1</b>                 | 9.50                                  | 13.30   | 8.35     | 102.09                               | 99.20    |
| <b>Manisa 3</b>                 | 9.80                                  | 20.00   | 6.75     | 104.43                               | 97.68    |
| <b>Has 3</b>                    | 6.30                                  | 10.50   | 3.90     | 103.26                               | 96.94    |
| <b>Örencik 6-2</b>              | 7.24                                  | 19.60   | 1.30     | 106.31                               | 89.13    |
| <b>Çarşa 1-6</b>                | 5.66                                  | 8.0     | 3.35     | 102.23                               | 96.63    |
| <b>Zorlu 6</b>                  | 6.26                                  | 9.90    | 5.2      | 102.93                               | 98.81    |
| <b>Odunpazarı 2</b>             | 16.80                                 | 26.00   | 5.25     | 102.62                               | 93.01    |
| <b>Örencik 5-1</b>              | 2.68                                  | 14.40   | 5.45     | 111.36                               | 104.80   |
| <b>AGES 1</b>                   | 6.88                                  | 11.20   | 6.80     | 103.10                               | 99.93    |
| <b>AGES 9</b>                   | 5.10                                  | 9.10    | 8.40     | 103.75                               | 103.23   |
| <b>İstanbul 4</b>               | 5.32                                  | 9.75    | 5.65     | 103.91                               | 100.39   |

**EK 8. PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN İNCELENEN *S. cerevisiae* SUŞLARININ DEĞERLENDİRİLMELERİNDE KULLANILAN TEMEL BİLEŞEN ANALİZİNE AİT VERİLER**

**Çizelge Ek 8.1.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının probiyotik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin deneylerden elde edilen ve Temel Bileşen Analizinin uygulanmasında giriş verisi olarak seçilen sayım sonuçları ve indeks değerleri

| <i>S. cerevisiae</i> suşları | Suş no. | Biyofilm oluşumu *<br>[log (kob/mL)] | Hidrofobisite indeksi değeri (HI; %) | Canlılık indeksi değeri (pH) (VI; %) | Canlılık indeksi değeri (Safra Tuzu) (VI; %) |
|------------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Ticari ekmek mayası          | 1       | 4.02                                 | 22.63                                | 104.34                               | 101.35                                       |
| BEV 2-6                      | 19      | 2.94                                 | 2.68                                 | 94.93                                | 98.16  |
| Lipa 3                       | 25      | 2.18                                 | 28.73                                | 97.28                                | 101.58                                       |
| Manisa 1                     | 26      | 2.93                                 | 11.07                                | 98.97                                | 99.20  |
| Manisa 3                     | 27      | 2.93                                 | 8.27                                 | 97.16                                | 97.68  |
| Kafes 2                      | 30      | 3.20                                 | 39.27                                | 101.26                               | 98.02  |
| Kafes 4                      | 31      | 2.40                                 | 31.53                                | 101.21                               | 99.68  |
| BES 4                        | 38      | 2.54                                 | 8.65                                 | 96.78                                | 99.29  |
| Has 3                        | 40      | 2.29                                 | 20.06                                | 101.03                               | 96.94  |
| Som-un 6                     | 47      | 2.47                                 | 40.84                                | 96.20                                | 97.50  |
| Zorlu 6                      | 50      | 2.87                                 | 26.49                                | 98.30                                | 98.81  |
| AGES 1                       | 51      | 2.66                                 | 23.06                                | 97.30                                | 99.93  |
| AGES 9                       | 54      | 3.35                                 | 15.02                                | 98.09                                | 103.23                                       |
| Örencik 1-2                  | 55      | 1.98                                 | 4.64                                 | 99.88                                | 101.48                                       |
| Örencik 2-1                  | 56      | 3.15                                 | 9.34                                 | 99.93                                | 103.21                                       |
| Örencik 5-1                  | 60      | 2.28                                 | 18.24                                | 105.56                               | 104.80                                       |
| Örencik 6-2                  | 61      | 3.05                                 | 4.61                                 | 102.53                               | 89.13  |
| İstanbul 4                   | 65      | 2.23                                 | 15.70                                | 99.47                                | 100.39                                       |
| Odunpazarı 2                 | 67      | 3.49                                 | 4.33                                 | 88.55                                | 93.01  |
| Bonelli 3                    | 71      | 2.18                                 | 48.14                                | 97.34                                | 106.03                                       |
| Çarşa 1-6                    | 73      | 3.19                                 | 11.63                                | 93.41                                | 96.63  |
| Yeşildere 1                  | 74      | 2.98                                 | 24.90                                | 98.87                                | 103.74                                       |
| Yeşildere 4                  | 75      | 2.91                                 | 19.65                                | 95.24                                | 102.21                                       |
| Gerede 2-3                   | 79      | 3.82                                 | 13.40                                | 107.73                               | 99.50  |
| <i>S. boulardii</i> 1        | Sb1     | 3.31                                 | 3.93                                 | 92.11                                | 95.57  |
| <i>S. boulardii</i> 2        | Sb2     | 3.03                                 | 1.86                                 | 97.05                                | 92.22  |

\*TBA' de, biyofilm oluşumu deneyleri için, 8. güne ait olan sayım sonuçları, kullanılmıştır.

**Çizelge Ek 8.2.** Probiyotik özelliklerin belirlenmesi ile ilgili deneylerden elde edilen verilere uygulanan Kaiser-Meyer-Olkin testinin sonuçları

| Değişkenler        | KMO değerleri |
|--------------------|---------------|
| Biyofilm oluşumu   | 0.615         |
| HI (Hidrofobisite) | 0.645         |
| VI (pH)            | 0.557         |
| VI (Safra tuzu)    | 0.610         |
| <b>Toplam KMO</b>  | <b>0.615</b>  |

**Çizelge Ek 8.3.** Probiyotik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılan değişkenlere ait kodlanmış yanıtların minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile, standart sapma değerleri

| Değişkenler        | Minimum | Maksimum | Ortalama | Standart sapma |
|--------------------|---------|----------|----------|----------------|
| Biyofilm oluşumu   | 1.978   | 4.021    | 2.860    | 0.521          |
| HI (Hidrofobisite) | 1.855   | 48.143   | 17.641   | 12.601         |
| VI (pH)            | 88.549  | 107.730  | 98.483   | 4.088          |
| VI (Safra tuzu)    | 89.128  | 106.027  | 99.203   | 3.894          |

**Çizelge Ek 8.4.** Probiyotik özelliklerin belirlendiği deneylere ait değişkenlerin, Pearson yöntemiyle elde edilen korelasyon matrisi değerleri

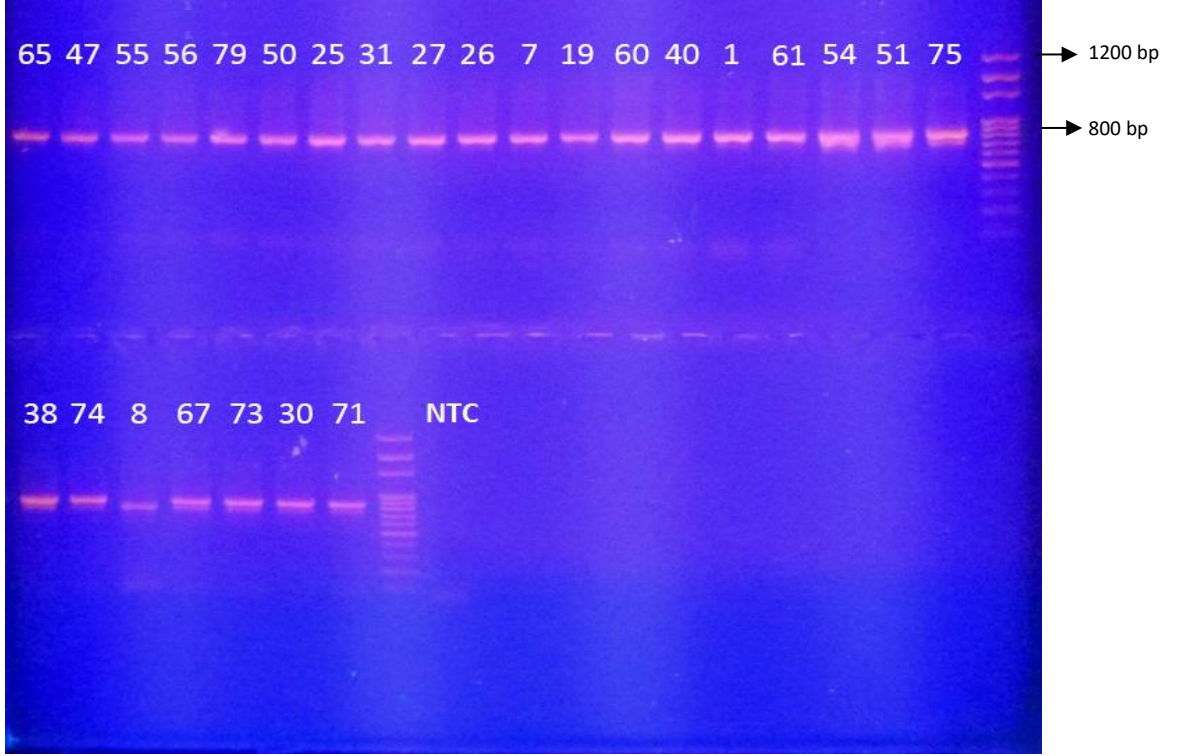
| Değişkenler        | Biyofilm oluşumu | HI (Hidrofobisite) | VI (pH) | VI (Safra Tuzu) |
|--------------------|------------------|--------------------|---------|-----------------|
| Biyofilm oluşumu   | 1                | -0.300             | 0.039   | -0.299          |
| HI (Hidrofobisite) | -0.300           | 1                  | 0.196   | 0.461           |
| VI (pH)            | 0.039            | 0.196              | 1       | 0.283           |
| VI (Safra tuzu)    | -0.299           | 0.461              | 0.283   | 1               |

**Çizelge Ek 8.5.** TBA programı tarafından hesaplanan, probiyotik özelliklerinin belirlenmesi deneylerinden elde edilen verilere ait faktör yükleri

| <b>Değişkenler</b> | <b>Faktörler</b> |           |
|--------------------|------------------|-----------|
|                    | <b>F1</b>        | <b>F2</b> |
| Biyofilm oluşumu   | -0.571           | 0.640     |
| HI (Hidrofobisite) | 0.785            | -0.063    |
| VI (pH)            | 0.449            | 0.790     |
| VI (Safra tuzu)    | 0.816            | 0.075     |



**EK 9. İNCELENEN *S. cerevisiae* SUŞLARINA AİT JEL ELEKTROFOREZ GÖRÜNTÜSÜ**



**Şekil Ek 9.1.** İncelenen *S. cerevisiae* suşlarının hedef rDNA bölgelerine ait jel elektroforez görüntüleri

## EK 10. FERMANTASYON KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ DENEYİ



**Şekil Ek 10.1.** İncelenen bazı *S. cerevisiae* suşlarının, cam fermantasyon başlıklı özel deney düzeneklerinde gerçekleştirilen fermantasyon kapasitelerinin belirlenmesi deneylerine ait görüntü (Deneye ait fotoğraf Buket Solak tarafından çekilmiştir.)