

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI MİKTARDA MAYA İLAVESİNİN BİRA KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

Fatoş SINCI

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Hüseyin ERTEN
Yıl : 2009, Sayfa: 90
Jüri : Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ
Prof. Dr. Z. Yeşim ÖZBAŞ
Doç. Dr. Hüseyin ERTEN

Bu çalışmada farklı sayılarda (1×10^7 hücre/mL, 4×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL) maya ilavesinin normal (%12) ve yüksek şeker yoğunluklu (%15 ve %18) şıralardan üretilen biranın kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Saf kültür bira fermantasyonlarında kullanılan mayalar, *Saccharomyces cerevisiae* NCYC 1056, *Saccharomyces cerevisiae* SN Lager ve *Saccharomyces cerevisiae* Genuine'dir. Denemelerde fermantasyon boyunca ortamdaki maya gelişimi, maya canlılık oranı ve yoğunluk da ki azalma izlenmiştir. Elde edilen biralarda başta etil alkol olmak üzere genel bileşimleri ve üretilen aroma maddelerinin miktarları belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre ilave edilen maya miktarı arttıkça fermantasyon hızı da artmıştır. Mayalar ilave edildikten 3-4 gün sonra içerisinde en yüksek değere ulaşmışlar ve uzun süre durgun fazda kalmışlardır. Fermantasyonlar sonunda ortamdaki canlı maya oranı fermantasyona göre değişmiştir.

Şıraların şeker yoğunluğu arttıkça, elde edilen etil alkol miktarları da artmıştır. Şeker yoğunluğu %12 olan şıradan, hacmen, % 4,34-5,19, şeker içeriği %15 olan şıradan % 5,60-6,24 ve şeker yoğunluğu % 18 olan şıradan % 6,66-7,21 arasında etil alkol içeren biralarda elde edilmiştir.

Üretilen biralarda aroma maddeleri miktarları kullanılan maya suşuna ve ilave edilen maya miktarına göre değişmiştir. Genel olarak, ilave edilen maya miktarı arttıkça yüksek alkol miktarları artmış, ester miktarları azalmıştır. Genuine mayası daha yüksek miktarda asetaldehit üretmiştir. Diasetil miktarları yüksek şeker yoğunluklu şıralardan elde edilen biralarda daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aşılama oranı, yüksek şeker yoğunluklu bira üretimi, *Saccharomyces cerevisiae*, bira kalitesi.

ABSTRACT

MSC. THESIS

THE IMPACT OF VARIOUS PITCHING RATES ON THE BEER QUALITY

Fatoş SINCI

DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

Year: 2009, Pages: 90

Jury: Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ

Prof. Dr. Z. Yeşim ÖZBAŞ

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

In this study, impact of addition of various pitching rates with 1×10^7 cells/mL, 4×10^7 cells/mL and 8×10^7 cells/mL were investigated on the quality of beers produced from normal gravity (12%) and high gravity worts (15% and 18%). The yeasts used in pure culture fermentations were *Saccharomyces cerevisiae* NCYC 1056, *Saccharomyces cerevisiae* SN Lager and commerciae *Saccharomyces cerevisiae* Genuine. In experiments, yeast growth, yeast percentage viability and decrease in specific gravity were followed during the fermentation. The ethyl alcohol content, other general composition and aroma compounds were determined in the beers produced.

According to the results obtained, increasing the pitching level rose the fermentation rate. Yeasts after inoculation reached the maximum levels within 3-4 days and stayed constant for a long time during the stationary phase. The percentage viability was dependent on at the end of fermentations ranged from fermentation to fermentation.

An increase in the wort gravity increased the ethyl alcohol concentration. The ethyl alcohol of beers produced in 12% gravity wort ranged from 4,34% (v/v) to 5,19% (v/v), in 15% gravity wort from 5,60% (v/v) to 6,24% (v/v) and in 18% gravity wort from 6,66% (v/v) to 7,21% (v/v) .

The levels of flavour compounds of beers produced were dependent on the yeast strains used and inoculum levels. In general, an increase in pitching rate rose the higher alcohol levels but reduced the concentration of esters. Genuine yeast formed high levels of acetaldehyde. The diacetyl amounts were found higher in beers produced from high gravity worts.

Key Words: Pitching rate, high gravity brewing, *Saccharomyces cerevisiae*, beer quality.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince ve çalışmalarımın her aşamasında bana yol gösteren, manevi destek ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Hüseyin Erten'e, Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren Bölüm Başkanımız sayın Prof. Dr. Ahmet Canbaş'a ve Hacettepe Üniversitesi'nden sayın Prof. Dr. Z. Yeşim Özbaş'a,

Tezimin ilk aşamasından son haline gelinceye kadar tüm aşamalarında emeği geçen ve manevi desteklerini hep gördüğüm değerli arkadaşım Ar. Gör. Hasan Tangüler'e,

Aroma maddelerinin tayini için Prof. Graham Stewart, Graham Mckernan ve James Linlay (Heriot-Watt Üniversitesi, İngiltere)'e,

Malt şurasının temininde kolaylık sağlayan Adana Efes Pilsen Bira İşletmesine ve özellikle Teknik Müdür Mehmet Akşin'e,

İstatistiksel analizler için Ar. Gör. Adnan Bozdoğan'a ve tezimin bazı aşamalarında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Aylin Tamam'a, Berat Yılmaz'a ve Kuzenlerime,

Yüksek lisans öğrenimim sırasında bana kazandırdıkları deneyimler ve değerler için, çalıştığım Ç.Ü. Dış İlişkiler Birimi personeline,

Çalışmamın gerçekleşmesinde maddi desteklerinden dolayı Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi'ne,

Tez aşamam sırasında ve tüm hayatım boyunca büyük bir anlayış ve sabır içerisinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen biricik aileme teşekkür ederim.

Fatoş SINCI

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Geleneksel Bira Üretimi.....	4
2.2. Yüksek Şeker Yoğunluklu Şıradan Bira Üretimi.....	8
2.3. Aroma Maddeleri.....	12
2.3.1. Yüksek Alkoller.....	14
2.3.2. Esterler.....	15
2.3.3. Organik Asitler.....	17
2.3.4. Karbonil Bileşikleri.....	17
2.3.4.1 Kükürtlü Bileşikler.....	18
3. MATERYAL VE METOT.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1. Mayalar.....	19
3.1.2. Hammadde.....	19
3.1.3. Besiyerleri.....	19
3.1.4. Denemelerde Kullanılan Araç ve Gereçler.....	19
3.1.5. Analizlerde Kullanılan Araç ve Gereçler.....	20
3.2. Metot.....	20
3.2.1. Denemelerin Hazırlanması.....	20
3.2.1.1. Aşılama Kültürünün Hazırlanması.....	20
3.2.1.2. Fermantasyon.....	21
3.2.2. Analizler.....	22
3.2.2.1. Maya Sayımı.....	22

3.2.2.2. Maya Canlılık Oranı	22
3.2.3. Şıralar Üzerinde Yapılan Analizler	22
3.2.3.1. Briks ve Yoğunluk Tayini.....	22
3.2.3.2. Toplam Asit Tayini.....	22
3.2.3.3. pH Tayini	22
3.2.3.4. Şeker ve Organik Asit Analizleri	23
3.2.4. Biralar Üzerinde Yapılan Analizler.....	23
3.2.4.1. Yoğunluk Tayini.....	23
3.2.4.2. pH Tayini	23
3.2.4.3 Toplam Asitlik Tayini	23
3.2.4.4. Etil Alkol Tayini.....	23
3.2.4.5 Şeker ve Organik Asitlerin Analizi	24
3.2.4.6. Kuru Madde Tayini	24
3.2.4.7. Aroma Maddelerinin Tayini.....	24
3.2.5. İstatistiksel Analizler	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	26
4.1. Denemelerde Kullanılan Şıranın Genel Bileşimi.....	26
4.2. Alkol Fermantasyonunun Gidişi.....	27
4.2.1. %12 Şeker Yoğunluklu Şırada Alkol Fermantasyonunun Gidişi	27
4.2.2. %15 Şeker Yoğunluklu Şırada Alkol Fermantasyonunun Gidişi	30
4.2.3. %18 Şeker yoğunluklu şırada Alkol Fermantasyon Gidişi	33
4.3. Bira Fermantasyonunda Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı	37
4.3.1. %12 Şeker Yoğunluklu Malt şırasında Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı	37
4.3.2. %15 Şeker Yoğunluklu Malt Şırasında Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı	42
4.3.3. %18 Şeker Yoğunluklu Malt Şırasında Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı	49
4.4. Biraların Bileşimi.....	55
4.4.1. %12 Şeker Yoğunluklu Şırada Farklı Miktarlarda maya Kullanımı İle Elde Edilen Biraların Genel Bileşimi	55

4.4.2. %15 Şeker Yoğunluklu Şırada Farklı Miktarlarda Maya İlavesi İle Elde Edilen Biraların Genel Bileşimi	58
4.4.3. %18 Şeker Yoğunluklu Şırada Farklı Miktarlarda Maya İlavesi İle Elde Edilen Biraların Genel Bileşimi	61
4.5. Biraların Aroma Maddeleri	64
4.5.1. %12 Şeker Yoğunluklu Şıraya Farklı Miktarlarda Maya Kullanımı İle Elde Edilen Biraların Aroma Maddeleri.....	64
4.5.1.1. Yüksek Alkoller	65
4.5.1.2. Esterler	67
4.5.1.3. Karbonil Bileşikleri	68
4.5.2. %15 Şeker Yoğunluklu Şıraya Farklı Miktarlarda Maya Kullanımı İle Elde Edilen Biraların Aroma Maddeleri.....	69
4.5.2.1. Yüksek Alkoller	69
4.5.2.2. Esterler	72
4.5.2.3. Karbonil Bileşikleri	73
4.5.3. %18 Şeker Yoğunluklu Şıraya Farklı miktarlarda Maya Kullanımı İle Elde Edilen Biraların Aroma Maddeleri.....	74
4.5.3.1. Yüksek Alkoller	74
4.5.3.2. Esterler	77
4.5.3.3. Karbonil Bileşikleri	78
5. SONUÇ.....	79
KAYNAKLAR.....	81
ÖZGEÇMİŞ	90

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
Çizelge 2.1. Son yıllarda biracılıktaki gelişmeler	8
Çizelge 2.2. Aroma bileşiklerinin algılanma eşikleri ve birada bulunan miktarları	13
Çizelge 4.1. Malt şıralarının bileşimi	26
Çizelge 4.2. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların genel bileşimi	56
Çizelge 4.3 %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların genel bileşimi.....	59
Çizelge 4.4 %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların genel bileşimi.....	62
Çizelge 4.5. %12 Şeker yoğunluklu şıraya farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların aroma maddeleri miktarları	66
Çizelge 4.6. %15 Şeker yoğunluklu şıraya farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların aroma maddeleri miktarları	71
Çizelge 4.7. %18 Şeker yoğunluklu şıraya farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların aroma maddeleri miktarları	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Keto asitlerden yüksek alkollerin oluşumu	14
Şekil 2.2. Esterlerin oluşum mekanizması	16
Şekil 3.1. Fermantasyon denemelerinin düzenlenmesi	21
Şekil 4.1. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	27
Şekil 4.2. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	28
Şekil 4.3. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	29
Şekil 4.4. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	30
Şekil 4.5. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	31
Şekil 4.6. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	32
Şekil 4.7. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	33
Şekil 4.8. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	34
Şekil 4.9. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi	35
Şekil 4.10. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	37
Şekil 4.11. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	38
Şekil 4.12. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	39
Şekil 4.13. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	40

Şekil 4.14. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	41
Şekil 4.15. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	42
Şekil 4.16. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	43
Şekil 4.17. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	44
Şekil 4.18. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	45
Şekil 4.19. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	46
Şekil 4.20. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	47
Şekil 4.21. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	48
Şekil 4.22. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	49
Şekil 4.23. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	50
Şekil 4.24. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	51
Şekil 4.25. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	52
Şekil 4.26. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi	53
Şekil 4.27. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında <i>S. cerevisiae</i> Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı	54

1. GİRİŞ

Bira, arpanın çimlendirilip kurutulması ile elde edilen maltın su ile belirli şartlar altında mayşelenmesi ve elde edilen şıranın şerbetçiotu ile kaynatıldıktan sonra, alkol fermantasyonuna terk edilmesi sonucu meydana gelen, alkol ve CO₂ içeren bir içkidir (Türker ve Canbaş, 1995).

Genel olarak bira üretiminde üç safha vardır. İlk evre malt yapma aşamasıdır. Bu evrede başlıca hammadde olan arpa çimlendirilip, ardından kurutulup, kavrulduktan sonra malt elde edilir. Çimlenme sırasında daha sonra nişastayı parçalayacak amilazlar, glukan ve proteinleri parçalayacak diğer gerekli enzimler meydana gelir. İkinci evre olan mayşelemede malt öğütülerek sıcak su ile karıştırılır ve belli derecelerde tutularak içinde bulunan maddelerin enzimler tarafından parçalanıp suda çözünür hale getirilmesi sağlanır. Böylece nişasta daha basit şekerlere parçalanmış olur. Bu işlem sonucunda elde edilen şıraya mayşe denilir. Elde edilen mayşe süzülerek biraya özel aromasını veren şerbetçiotu ile kaynatılır. Şerbetçiotunun ayrılmasından sonra şıra fermantasyon sıcaklığına kadar soğutulur. Üçüncü evre olan fermantasyon, alt ve üst olmak üzere iki ayrı tipte gerçekleştirilir. Alt fermantasyon yaklaşık bir hafta, üst fermantasyon ise yaklaşık üç gün sürer. Alt fermantasyon biraları, asıl fermantasyondan sonra dinlendirme mahzenlerine alınarak 1⁰C’de birkaç ay dinlendirilir. Buna ikinci fermantasyon da denir. Üst fermantasyon biraları ise birkaç hafta dinlendirilir (Hough ve ark., 1982; Türker ve Canbaş, 1995).

Dünyada ve ülkemizde bira üretimi genelde % 12 şeker içeren şıradan yapılır. Bununla beraber, son yıllarda özellikle Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri’nde yüksek şeker yoğunluklu (% 16–20 arasında şeker içeren) şıralardan, yüksek alkollü biralar elde edilmekte ve daha sonra bunların alkol içerikleri ayarlanarak satışı sunulmaktadır. Yakın zamanda bu yöntemle bira üretiminin, geleneksel yöntemle bira üretiminin yerini alacağı ileri sürülmektedir (Stewart ve Russell, 1985; 1998).

Yüksek şeker yoğunluklu şıralardan elde edilen biraların bir çok olumlu özellikleri vardır. Böylece; işletmenin üretim kapasitesi artar, enerji, işçilik ve atık su masrafları azalır, daha iyi tat ve kokuda bira elde edilir, biranın fiziksel özellikleri

iyileştirilir, yüksek şeker yoğunluklu şıralarda göreceli olarak maya gelişimi azaldığından daha fazla alkol üretilir, daha fazla katkı maddesi kullanımına ve daha farklı ürünlerin üretimine olanak verir (Stewart ve Russell, 1993; Stewart ve ark., 1997; Stewart ve Russell, 1998).

Bir çok olumlu özelliklerine karşılık yüksek şeker yoğunluklu şıralardan bira üretiminde, biranın geleneksel süzme kazanlarında süzülmesinde, şerbetçiotu kullanımında, köpük stabilitesinde ve mayanın fermantasyon yeteneğinde sorunlar meydana gelebilir (Rees ve Stewart, 1997; Cunningham ve Stewart, 2000; Cooper ve ark., 2000).

Bira kalitesi, ham madde, maya ve uygulanan işlemlere bağlıdır. Bira kalitesini etkileyen önemli unsurlardan biri mayadır. Bira mayaları *Saccharomyces* (*S.*) cinsinden olup alt fermantasyon biralarında *S. carlsbergensis*, üst fermantasyon biralarında *S. cerevisiae* türü kültür mayaları kullanılır (Lewis ve Young, 1995). Günümüzde hem üst fermantasyon hem de alt fermantasyon mayası *S. cerevisiae* türünün alt türü olarak adlandırılmaktadır. Dünyada üretilen biraların yaklaşık % 80'i ve ülkemizde üretilen biranın tamamına yakını alt fermantasyon birası olduğundan daha çok alt fermantasyon mayaları söz konusudur. Alt fermantasyon 6-10 °C'de ve üst fermantasyon 14-15 °C'de yapılır (Türker ve Canbaş, 1995). Bira yapımında fermantasyon ortamına genellikle $1-2 \times 10^7$ hücre/mL maya aşılır (Young, 1996).

Literatürde bira üretiminde farklı miktarlarda maya ilavesi ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Ancak, son zamanlarda yüksek şeker yoğunluklu bira üretiminde maya aşılama oranları üzerine yapılan çalışmalar giderek artmaktadır (Suihko ve ark., 1993; Linko ve ark., 1998; Erten ve ark., 2007; Verbelen ve ark., 2008; Verbelen ve ark., 2009; Nguyen ve Viet Man, 2009).

Anderson ve Kirsop (1975), gerçekleştirdikleri bir çalışmada yüksek şeker yoğunluklu şıralara farklı miktarlarda (2.5 g/L, 3.75 g/L ve 5 g/L) maya ilavesinin etil asetat ve izoamil asetat üretimini azalttığını belirlemişlerdir. Slaughter ve McKernan (1987), yaptıkları bir çalışmada ise sentetik ortamda 1×10^6 ile 1×10^7 hücre/mL arasında maya ilavesinin alkol fermantasyonu üzerine etkisini incelemişler ve maya sayısı arttıkça fermantasyon hızı ve yüksek alkollerin miktarının arttığını bildirmişlerdir. Ramsay ve Berry (1984a), viski fermantasyonu üzerine farklı

miktarlardaki maya ilavesinin etkisini araştırdıkları bir çalışmada maya miktarındaki artışın yüksek alkollerin miktarında artışa, yağ asitleri miktarında ise azalmaya neden olduğunu bulmuşlardır. Öte yandan farklı miktarlarda maya ilavesinin yüksek alkollerin asetat esterleri üzerinde bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Casey ve ark. (1984) yüksek şeker yoğunluklu şıraların kullanıldığı çalışmalarda mayalarda hızlı ve devamlı canlılık kaybı olduğunu, ancak bu sorunun aşılama oranı artırılarak ayarlanabildiğini bildirmişlerdir.

Hillary ve Peddie (1990)'ye göre Maule (1967), yaptığı bir çalışmada aşılama oranını 4 katına çıkardığında ester sentezinin azaldığını fakat aşılama oranındaki artışın sadece etil asetat konsantrasyonunu etkilediğini bildirmiştir.

Erten ve ark. (2007), Verbelen ve ark. (2008), Verbelen ve ark. (2009), Nguyen ve Viet Man (2009), malt şıralarına ilave edilen maya miktarları artışca fermantasyon hızının artığını, ulaşılan en yüksek maya sayısının arttığını ancak net maya miktarının değişmediğini veya azaldığını ve ilave edilen maya miktarlarının aroma maddeleri miktarını etkilediğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı farklı (%12, %15 ve %18) şeker yoğunluklu malt şıralarına farklı mayaların (*S. cerevisiae* N1056, *S. cerevisiae* SN Lager ve *S. cerevisiae* Genuine) farklı miktarlarda ilavesinin (1×10^7 , 4×10^7 ve 8×10^7 hücre/ml) bira kalitesi üzerine etkisini incelemektir. Böylece farklı miktarlarda şeker içeren şıralara farklı miktarlarda ilave edilen farklı mayaların maya gelişimi, fermantasyon hızı, oluşan etil alkol miktarı ve aroma maddeleri üzerine olası etkilerini belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. Geleneksel Bira Üretimi**

Bira üretimi M.Ö.700 yıllarına kadar uzanmaktadır (Türker ve Canbaş, 1995). İlk olarak Mezopotamya’da yapılmıştır. Günümüzde bazı otoriteler bira gibi içkilerin M.Ö. 6000’lerde Mısır’da üretildiğine inanmaktadır. Ayrıca M.Ö. 3500’lerde Asur ve Mısır’lılara ait belgelerde üzüm ve şaraptan bahsedilmektedir. Bira fermantasyonunu gerçekleştiren maya, insanlık tarihindeki en eski mikroorganizma olarak kabul edilmektedir. Ancak A. Von Leeuwenhoek tarafından iki yüzyıl önce mikroskop keşfedilene kadar fark edilememiştir (Cortaceno-Ramirez ve ark., 2003).

Bira, malttan yapılan ve içinde alkol bulunan bir içkidir (Angelino, 1991). Şerbetçiotu ile aromatize edilen çimlendirilmiş hububat yani malt şirasının alkol fermantasyonuna terk edilmesi ile yapılır (Türker ve Canbaş, 1995).

Bira üretiminde kullanılan hammaddeler arpa, su, şerbetçiotu ve mayadır (Angelino, 1991). Arpa, en eski zamanlardan beri bira hammaddesi olarak kullanılmaktadır ve kavuzlu olması, gerekli enzimleri yeterli miktarda içermesi ve ekstraktının daha uygun olması nedeniyle bira üretimi için diğer tahıllardan daha uygundur. Bira üretimi için arpa, α -amilaz, β -amilaz, proteaz ve β -glukanaz gibi enzimleri içerir ve ekstarktı biracılık bakımından diğer tahıllara göre daha uygundur (Türker ve Canbaş, 1995; Linko ve ark., 1998).

Çimlendirilip kurutulmuş arpaya malt denir. Malt ayrıca diğer tahıllardan da üretilmektedir. Çimlenme ve kurutma sırasında işleme parametreleri değiştirilerek çok farklı niteliklere sahip malt elde edilebilir (Fickert ve Schieberle, 1998). Malt üretiminde başlangıçta arpa daneleri temizlenir ve sınıflandırılır, daha sonra üretim tipine göre (açık maltta % 42-44, koyu maltharda % 44-47 oranlarında) ıslatılır. Daneler, istenilen miktarda su aldıktan sonra mayşelemede gerekli enzimlerin oluşması ve danedeki yedek besin maddelerinin hidrolize uygun hale gelmesi için uygun sıcaklık ve oksijen sağlanarak çimlendirilmeye bırakılır. Çimlendirmede erime istenilen düzeye gelince çimlendirmeyi durdurmak ve yapılacak bira tipine göre

malta karakteristik tat ile kokuyu vermek amacıyla yeşil malt, kurutma ve kavurma işlemlerine tabi tutulur. Elde edilen malt endospermi un haline gelecek ve kavuzları iri parçalar halinde kalacak şekilde öğütülür (Türker ve Canbaş, 1995).

Öğütme işlemi sonrasında maltın bileşimindeki maddelerin enzimlerle parçalanarak suya geçirilmesi işlemi olan mayşeleme gerçekleştirilmektedir (Türker ve Canbaş, 1995). Mayşelemede, enzimlerin cinsi ve miktarı, uygulanan sıcaklık ve mayşeleme süresi şıranın bileşimine etki eder. Mayşelemede nişastanın maltoz ve dekstrinlere parçalanması ile proteinlerin parçalanması büyük önem taşır (Lewis ve Young, 1995). Mayşelemede, dekoksasyon ve enfüzyon olmak üzere iki yöntem uygulanır. Genelde ülkemizde ve Orta Avrupa'da alt fermantasyon bira yapımında dekoksasyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin esası; mayşenin 1/3'ünün alınarak kaynatılmaya kadar ısıtılması ve esas mayşe üzerine geri verilmesidir. Elde edilmek istenen şıra tipine göre bu işlem tekli ya da daha fazla uygulanabilir. Kaynatma sayısı arttıkça biranın rengi koyu, tadı keskin ve sert olur. İngiliz üst fermantasyon biralarının üretiminde ise enfüzyon yöntemi uygulanır. Bu yöntemde şıra kaynatılmaksızın yavaş yavaş ısıtılır ve istenilen sıcaklıkta tutulur (Türker ve Canbaş, 1995). Maliyeti düşürmek amacıyla bu evrede mısır, pirinç, buğday, darı ve şekerli maddeler gibi katkı maddeleri kullanılabilir. Mayşeleme ile elde edilen ekstrakt kısa sürede süzme kazanlarında ya da mayşe filtrelerinde süzülür. Süzülen şıra *Cannabaceae* familyasından olan şerbetçiotuyla (*Humulus lupulus*) kaynatma kazanına alınarak kaynatılır (Türker ve Canbaş, 1995).

Şerbetçiotu, çok farklı organik bileşik gruplarını içermektedir. Reçineler olarak adlandırılan şerbetçiotu asitleri yanında şerbetçiotu yağları ve polifenoller başlıcalarıdır. Bu bileşikler üzerinden şerbetçiotunun kalitesi belirlenir. (Cortacera-Ramirez ve ark., 2003). Şerbetçiotu, içerdiği reçineler (acı maddeler) ve uçucu yağlarla biraya kendine özgü acı tadını ve aromasını kazandırır. Şerbetçiotunun kalitesi, biranın aromasına etki eder (Linko ve ark., 1998). Reçine bileşikleri, α - ve β -asitler biraya acı tadını verirken, uçucu yağları aromadan sorumludur (Hough ve ark., 1982; Whitear ve Sharpe, 1985; Canbaş ve ark., 2001).

Normalde α -asitleri fazla acılık ögesi içermezler fakat, şıranın kaynaması esnasında izo- α -asitlere ya da izohumulonlara izomerize olurlar ve acılıkları artar.

İzo- α -asitler birada çok düşük miktarlarda bulunurlar (yaklaşık 100 mg/L) (Cortacera-Ramirez ve ark., 2003).

Tanenler, kaynama sırasında proteinlerin çökmesiyle biranın berraklaşmasında rol oynarlar (Schildbach, 1984; Türker ve Canbaş, 1995; Canbaş ve ark., 2001). Şerbetçiotunun, α - ve β - asitleri laktik asit bakterilerine karşı birayı korur ve köpük stabilitesini düzenlerler (Stewart ve Russell, 1985; Canbaş ve ark., 2001; Cortacera-Ramirez ve ark., 2003).

Kaynatma işleminde hem biraya kendine özgü tat ve aromayı veren maddelerin şıraya geçmesi, hem de şıranın sterilizasyonu sağlanır. Kaynatma buharlaşma yoluyla suyu uçurularak şıra eksraktını istenilen konsantrasyonlara getirmek, enzimleri parçalamak, şırayı strelize etmek, proteinleri çökeltmek ve biraya kendine özgü tat ve aroma veren maddeleri şıraya geçirmek amacıyla gerçekleştirilir. Kaynatma bitince şıranın şerbetçiotundan en kısa sürede ayrılması ve fermantasyon sıcaklığına getirilmesi gerekir. Aksi taktirde şerbetçiotu biraya hoş olmayan tat verir (Türker ve Canbaş, 1995).

Bira kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri kullanılan mayadır. Bira endüstrisinde kullanılan iki maya türü vardır. Bunlar *S. carlsbergensis* (*uvarum*) ve *S. cerevisiae*'dir. Bu iki maya türü mikroskop altında ayırt edilemez. *Saccharomyces carlsbergensis* bir alt fermantasyon mayasıdır, fermantasyon sonunda kümeleşerek dibe çöker ve fermantörün alt kısmında toplanır. *S. cerevisiae* ise bir üst fermantasyon mayasıdır ve fermantasyon sırasında oluşan CO₂ kabarcıkları ile yükselerek kahverengi bir tabaka şeklinde fermente olan şıranın üzerinde toplanır. Her iki tür de yeni sınıflandırmada *S. cerevisiae* olarak adlandırılmıştır (Tangüler ve ark., 2007b).

Bira üretiminde alt ve üst fermantasyon olmak üzere, iki ayrı fermantasyon şekli vardır. Alt fermantasyon 8-15°C'de 8-12 gün, üst fermantasyon ise 15-22°C'de 3-5 günde gerçekleşir. Fermantasyon süresi ve sıcaklık alt fermantasyon bira üretiminde oldukça farklıdır. Geleneksel alt fermantasyon bira üretiminde maya ilavesi 5-6°C 'de yapılır. Sıcaklık 8-9°C'ye çıkarılabilir. Bu genellikle daha kaliteli bira üretimini sağlamaktadır (Kunze, 1996). Genel olarak maya 7-8°C arasında aşılır ve sonraki iki günde bu sıcaklık 10-11°C'ye yükseltilir. Bazı bira üreticileri

bu sıcaklıkları başlangıç sıcaklığı olarak kullanmakta ve sonra 14-15°C'ye yükseltmektedirler. Bazı üreticiler ise aşılama sıcaklığı olarak 12-14°C arasında sıcaklıklar kullanmakta ve daha sonra sıcaklığı 18°C'ye yükseltmektedirler (Knudsen, 1999). Alt fermantasyon mayaları iki tiptedir. Fermantasyon sırasında sıvı içinde ince zerrecikler halinde bulunan ve çok yavaş dibe çöken alt fermantasyon mayalarına “Toz maya”, buna karşılık fermantasyon sırasında bir araya gelerek topak oluşturan ve hızla dibe çöken mayalara da “Topak mayalar” denilmektedir (Anon., 1997; Türker ve Canbaş, 1995).

Bira üretiminde fermantasyon, mayaların şekerleri esas ürün olarak alkol ve karbondioksite ve ikincil ürünler olarak esterler, yüksek alkoller, karbonilli bileşikler gibi ürünlere dönüştürdüğü bir işlemdir. Bu ürünler, biranın karakteristik özellikleri, koku ve tadı üzerinde önemli etkiye sahiptirler.

Dinlendirme, alt ve üst fermantasyon biralarında farklıdır. Üst fermantasyon biralarında genelde dinlendirme yapılmaz. Fermantasyon sonunda balık tutkalı kullanılarak durultma yapılır, genç bira CO₂ ile doyurulur ve tüketime sunulur. Alt fermantasyon biralarında ise dinlendirme süresi bira çeşidine göre değişir. 10-12 ballingli şıralardan yapılan biralar 1-3 ay dinlendirilirken, 16 ballingli şıradan yapılanlar 5-7 ay dinlendirilmektedir. Dinlendirmede, genç birada kalan % 1.0-1.2 indirgen şeker fermente olmaktadır ve % 0.3-0.4 atm basınç yapacak miktarda oluşan CO₂'in kalması sağlanmaktadır. Sonuç olarak biranın tadı olgunlaşmakta ve iyileşmektedir. Dinlendirmedeki ana bileşik fermantasyonda yan ürün olarak oluşan diasetildir. Oluşum mekanizması amino asit metabolizmasıyla doğrudan ilgilidir. Diasetil, tereyağımsı bir aroma verir ve algılanma eşiği oldukça düşüktür ve yaklaşık 0.15 mg/L'dir. Fermantasyon sonunda algılanma eşiğinin üstündeki değerlerde bulunmaktadır. Dinlendirme sırasında düşük sıcaklıklarda yavaş yavaş azalmakta ve algılanma eşiğinin altına düşmektedir (Türker ve Canbaş, 1995).

İkinci fermantasyon da denilen dinlendirme işleminden sonra biralar süzülür, dolun ve pastörizasyon işlemlerinden sonra tüketime sunulur. Dolun işlemi izobarometrik basınç altında gerçekleştirilmektedir. Pastörizasyon işlemi ise şişelerin 60-70°C'de 30 dk. tutulmasıyla yapılır (Türker ve Canbaş, 1995).

2.2. Yüksek Şeker Yoğunluklu Şıradan Bira Üretimi

Biracılıkta son zamanlarda önemli gelişmeler olmuştur. Bu gelişmelerin önemli bir kısmı laboratuvar düzeyinde ve bir kısmı da endüstriyel düzeyde uygulanmaktadır. Biracılıkta son zamanlardaki gelişmeler Çizelge 2.1’de verilmiştir. Bu gelişmelerden biri de yüksek şeker yoğunluklu şıralardan bira üretimidir (Linko ve ark., 1998).

Çizelge 2.1. Son yıllarda biracılıktaki gelişmeler (Linko ve ark., 1998)

Gelişmeler	Uygulama Alanı
– Gen transfer edilmiş arpalar	Laboratuvar düzeyinde
– Mayşelemede laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanılması	Laboratuvar düzeyinde
– Yüksek şeker yoğunluklu bira üretimi	Endüstriyel boyutta
– Süper kritik ve sıvı CO ₂ ile şerbetçiotu ekstratı üretimi	Endüstriyel boyutta
– Genetik olarak geliştirilmiş mayalar	Endüstriyel boyutta
– α -Acetolaktat dekarboksilaz	Endüstriyel boyutta
– Amiloglukosidaz	Endüstriyel boyutta
– β -Glukanaz	Endüstriyel boyutta
– Fermantasyon sonunda çabucak dibe çöken mayalar	Endüstriyel boyutta
– İmmobilize mayalarla dinlendirme	Pilot işletme düzeyinde
– İmmobilize hücrelerle fermantasyon	

Yüksek şeker yoğunluklu bira üretimi, son 25 yıldan beri üreticiler tarafından bilinmektedir. Bu yöntemle bira üretimine, bazı ülkelerde yasalar izin vermemektedir. Öte yandan bazı ülkelerde yasal düzenlemeler yapılmıştır. gidilmiştir. Yüksek şeker yoğunluklu bira üretimi, otomatik filtreler ve süperkritik ya da sıvı karbondioksitle şerbetçiotu ekstratları kullanılarak endüstride kullanılmaya başlanmıştır (Linko ve ark., 1998). Günümüzde Kuzey Amerika’da biraların önemli

bir kısmı bu yöntemle üretilmektedir (Stewart ve ark., 1997). Brezilyalı bira üreticileri tarafından da yüksek şeker yoğunluklu şıra kullanımı bira üretiminde en randımanlı metod olarak benimsenmektedir (Almeida ve ark., 2001).

Yüksek şeker yoğunluklu bira üretimi standart bir işlem değildir (Stewart ve ark., 1993). Yüksek şeker yoğunluklu bira üretimi normal şıradan daha yüksek şeker yoğunluklu şıradan üretilmekte ve daha sonra yüksek alkol içerikli bira sulandırılarak normal alkol içerikli bira elde edilmektedir (Casey ve ark., 1984; Murray ve Stewart, 1991; Thomas ve ark., 1996).

Yüksek şeker yoğunluklu şıradan bira üretiminin bazı avantajları vardır. Üretim sırasında alkol içeriğinin su ile düşürülmesiyle fermantasyon ve depolama işlemlerinde daha az yer kaplamaktadır. Fermantasyon sonrasında alkol içeriğinin su ile düşürülmesi işlemin her hangi bir evresinde yapılabilir. Alkolü düşürmek amacıyla kullanılacak su içilebilir nitelikte olmalı ve oksijen içermemelidir (Stewart ve ark., 1993; Munroe, 1995). Yüksek şeker yoğunluklu şıradan bira üretiminde üretim kapasitesinde artış sağlanırken, enerji tüketiminde, çalışma zamanında, temizleme ve atık su maliyetlerinde azalma sağlanmaktadır. Bu işlem ile işletme kapasitesi daha etkili kullanılmaktadır (Pfisterer ve Stewart, 1976; Stewart ve Russell, 1985; Fernandez ve ark., 1985; Almeida ve ark., 2000a; Reilly ve ark., 2004). Bu üretim yöntemi bira üretiminde koloidal bulanıklıkta ve aroma stabilitesinde düzelmeye sağlamaktadır. Şekerlerin, etil alkole dönüşümü daha yüksektir. Yüksek şıra konsantrasyonunda enzimlerin daha fazla bulunmasından dolayı daha fazla miktarda katkı maddesi kullanımı bu üretimin sağladığı diğer avantajlardan biridir (Hackstoff, 1978; Casey ve ark., 1984; Stewart ve Russell, 1985; Reilly ve ark., 2004). Azalan maya gelişimi ve şıradaki şekerlerin alkole dönüşüm yüzdesinin fazlalığı, fermente ekstraktın her bir ünitesinden daha fazla alkol elde edilmesini sağlar. Ayrıca, yüksek şeker yoğunluklu bira üretimi daha esnek ürün tipi sunmaktadır (Stewart ve ark., 1997).

Yüksek şeker yoğunluklu şıralardan bira üretiminin bazı olumsuz yönleri vardır. Bu yöntemde, etil alkolün toksik etkisi, yüksek ozmotik basınç ve besin azlığından dolayı maya gelişiminde azalma ve dolayısıyla yavaş ve uzun süren fermantasyon söz konusudur (Nagatani ve ark., 1968; Day ve ark., 1975; Casey ve

ark., 1984). Öte yandan, istenmeyen aroma maddelerinin oluşumu, fermantasyon sırasında bulaşma, köpük stabilitesinin azlığı ve mayanın tekrar kullanımında aktivitede azalma karşılaşılan diğer problemlerdir.

Şeker miktarındaki artış şerbetçiotunun kullanımında sorun yaratmaktadır. Yüksek ozmotik basınç, maya gelişiminde azalmaya neden olmakta, mayanın çökme karakteri ve performansı da azalmaktadır (Stewart ve ark., 1997). Öte yandan, yüksek şeker yoğunluklu bira üretiminde şıraların süzme kazanlarında süzülmesi sorun olmaktadır (Linko ve ark., 1998), fakat, büyük kapasiteli süzme kazanları otomatik filtrelerin kapasitelerini karşılayabilmektedir (Linko ve ark., 1998).

Yüksek şeker yoğunluklu bira üretiminde köpük stabilitesinde bazı sorunlar yaşanabilir. Ancak köpük stabilitesini artırıcı bazı uygulamalar yapılabilir. Örneğin, buğday maltı kullanımı köpük stabilitesini arttırmaktadır. Şerbetçiotundan geçen izo- α -asitler biraya acılık kazandırma yanında köpük üzerinde de etkili olmaktadır. Çünkü bunlar, köpük stabilitesini artırıcı peptitler ile karşılıklı etkileşime girmektedirler ve bunların bira yüzey gerilimine etki ettiği düşünülmektedir. Bunu da köpük stabilitesindeki artış takip etmektedir (Stewart ve ark., 1997).

Bu üretim yönteminin diğer bir dezavantajı ise maya performansdır. Fermantasyon sırasında artan ozmotik basınç, artan alkol konsantrasyonu ve değişen besin dengesi maya performansı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Yüksek şeker miktarının maya üzerine etkisi de maya suşuna bağlıdır. Maya performansı üzerinde bu işlemin başlıca olumsuz etkisi maya çoğalmasını etkilemesidir (Stewart ve ark., 1997).

Ozmotik basınçtaki artış hücre içindeki etil alkol artışıyla ilişkilidir. Besin yetersizliğinin, daha yüksek ozmotik basınçta mayanın fermantasyon aktivitesinde ve gelişimindeki azalışlardan sorumlu olduğu düşünülmektedir. Pepton, maya ekstraktı, potasyum ve magnezyum tuzlarının ilavesi fermantasyon üzerinde olumlu etki yapmaktadır (Stewart ve ark., 1988).

Bvochora ve Zvauya. (2001) Zimbabe'ye özgü geleneksel koyu bira üretimiyle ilgili yaptıkları bir çalışmada, farklı oranlarda sorgum, sorgum maltı, mısır ve mısır maltı kullanarak yüksek şeker yoğunluklu ve geleneksel birayı 2:1 oranında

sorgum ve sorgum maltı, 2:1 oranında sorgum ve mısır maltı ve 1:2:2 oranlarında sorgum, mısır ile mısır maltı kullanarak bira üretmişler ve yüksek şeker yoğunluklu biralarda normal biralara göre etil alkol, amino azot ve organik asit miktarlarını yüksek bulmuşlardır. Owuama (1997), tarafından yapılan başka bir çalışmada, sorgum ve arpa maltından üretilen biralar arasında fizyolojik ve yapısal farklılıklar bulunmuştur.

Bira üretiminde katkı maddelerinin kullanımı üretim maliyetini düşürür. Bunun yanı sıra katkı maddeleri kullanılan şıralardan üretilen biraların fiziksel stabilitesi ve kalitesi daha yüksektir (Younis ve Stewart, 1999). Katkı maddesi olarak kullanılabilen sorgum üzerine yapılan başka bir çalışmada, bu katkı maddesinin çok yüksek şeker yoğunluklu bira üretiminde kullanımının fermantasyon verimini arttırdığı belirlenmiştir (Bvochora ve ark., 2000).

Cunningham ve Stewart (1998), tarafından gerçekleştirilen diğer bir çalışmada, bira mayasının asitle yıkanmasını ve asitle yıkamanın yüksek şeker yoğunluklu bira üretimine etkisini incelemişlerdir. Bakteriyel bulaşmaları önlemek için mayanın asitle yıkanması bira üretiminde yaygın olarak uygulanmaktadır. 12°P şıralarda asitle yıkanan mayayı tekrar aşılandıklarında fermantasyon performansında azalma belirlenmiştir. Ancak, 20°P şıralarda fermantasyonun ilk 24 saatinde mayanın canlılığında meydana gelen düşüşün az olduğu bildirilmiştir. 12°P şıralarda mayaların glikozdan sonra maltozu kullandığını, ancak, 20°P şıralarda glikoz tüketildikten sonra maltozun kullanımında durgun bir evre gözlendiğini bildirmişlerdir.

Katkı maddesi kullanılan (%30 maltoz şurubu ilavesi) ve katkı maddesi kullanılmayan (tamamı malt şırası) yüksek şeker yoğunluklu şıralar ile normal şeker yoğunluklu şıralardan (12°P'lu tamamı malt şırası) farklı maya ırkları kullanılarak bira üretilmiştir. Bu değişkenlerin uçucu bileşiklerin oluşumu üzerine etkileri incelenmiş ve katkılı yüksek şeker yoğunluklu şıraların katkısız olan yüksek şeker yoğunluklu şıralardakine göre daha fazla ester ve yüksek alkol içerdiği bildirilmiştir. Normal ve yüksek şeker yoğunluklu şıralardan elde edilen biraların aroma profilleri birbirine yakın bulunmuştur (Younis ve Stewart, 1999).

2.3. Aroma Maddeleri

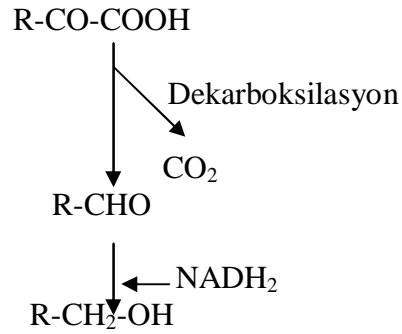
Bira üretimindeki en önemli amaçlardan birisi etil alkol ve köpüğün yanında biranın istenen aromaya sahip olmasıdır (Linko ve ark., 1998; Gorinstein ve ark., 1999). Aroma maddelerinin önemli bir kısmı alkol fermantasyonu sırasında mayalar tarafından oluşturulur (Berry ve Watson, 1987). Öte yandan, dinlendirme işlemi de gerekli ve önemlidir. Bu aşamada nispeten az aroma değişikliği olur (Linko ve ark., 1998). Alkol fermantasyonu sırasında malt şırasında bulunan fermente olabilir şekerler, maya tarafından alkole ve biranın aromasında etkili olan aroma bileşiklerine dönüştürülür (Tangüler ve ark., 2007b). Alkol fermantasyonunun bira aromasına katkısı şıranın bileşimine, kullanılan mayaya ve fermantasyon koşullarına bağlıdır. Birada 1000'den fazla aroma bileşiği tanımlanmasına rağmen bunların çoğu algılanma eşığının altında olup biranın aromasına az ya da çok katkıda bulunurlar (Tangüler ve ark., 2007a). Bu bileşiklerden yaklaşık 600'ünün uçucu bileşik olduğu belirlenmiştir (Kanimura ve Kaneda, 1992). Uçucu bileşikler ürünün tat ve kokusuna katkıda bulunurlar (Angelino, 1991). Biranın aromasında etkili olan bileşiklerden en önemlileri yüksek alkoller (fenil etanol, izoamil alkol vd.), esterler (izoamil asetat, etil asetat, etil hekzanoat vd.) ve karbonil bileşikleri (asetaldehit, diasetil vd.)'dir (Trelea ve ark., 2004). Bunlar yanında bira mayaları tarafından üretilen aroma maddeleri arasında organik asitler ve kükürtlü bileşikler de bulunmaktadır (Berry ve Watson, 1987). Ancak kükürtlü bileşikler ve asetik asit gibi bazı organik asitler birada istenmezler. Aroma bileşiklerinin algılanma eşikleri ve birada bulunan miktarları Çizelge 2.2'de verilmektedir.

Çizelge 2.2. Aroma bileşiklerinin algılanma eşikleri ve birada bulunan miktarları (Campbell, 1987; Berry ve Watson, 1987; Angelino, 1991)

Aroma bileşikleri	Algılanma eşikleri (mg/L)	Biradaki miktarları (mg/L)
Alkoller		
Etanol	14000	-
n-Propanol	50-800	7,5-13,8
2-Propanol (izopropanol)	1500	0,2-2,4
1-Bütanol	450	-
2-Metil propanol (izo-bütanol)	50-200	8,6-56,6
2-Bütanol	16	-
2-Metil bütanol (aktif amil alkol)	65	7-23
3-Metil bütanol (izo-amil alkol)	70	27-122
2-Feniletanol	125	5-27
Asitler		
Asetik asit	175-200	150-280
Propionik asit	150	5
Bütirik asit	2,2	0,6-3,3
İzo-bütirik asit	30	0,7-3,3
Kaproik (Hekzonoik) asit	8	2,2-5,8
Kaprilik (Oktanoik) asit	13	3,3-8,2
Kaprik (Dekanoik) asit	10	0,1-2,0
Fenilasetik asit	2,5	0,93
Laktik asit	400	28-400
Esterler		
İzo-amil asetat	1,6-2	2
Etil asetat	30-48	8,2-47,6
n-Bütül asetat	7,5	0,23
İzo-bütül asetat	1,6	0,03-0,25
2-Fenil asetat	3,8	0,1-1,17
Etil bütirat	0,4	0,09
Etil kaproat (Etil hekzanoat)	0,2	-
Etil kaprilat (Etil oktanoat)	0,9	0,08-0,01
Etil kaprat (Etil dekanooat)	1,5	-
Etil laktat	250	0,1
Karbonil bileşikleri		
Asetaldehit	25-50	2,5-24,4
İzo-bütüaldehit	1,0	0-0,024
Aseton	200	1
Pürivat	300	10-220
Diasetil (2,3-bütanedion)	0,10-0,15	0,5-2,0
2,3-pentanedion	1	0,1-2
Kükürtlü Bileşikler		
Dimetil sülfid	50	0-0,144

2.3.1. Yüksek Alkoller

Yüksek alkoller, karakteristik uçucu bileşiklerin temel gruplarından (Lehtonen ve ark., 1983) ve bira aromasına önemli derecede etki eder (Cortacera-Ramirez ve ark., 2003). Birada etil alkol dışında 45 farklı alkol türü olduğu bildirilmiştir (Engan, 1981; Berry ve Watson, 1987). Bira fermantasyonları sırasında oluşan ikincil ürünlerin önemli bir bölümünü alkoller oluşturmaktadır. Alkollerin oluşumu maya ile ilgilidir ve alkoller şıradaki amino asitlerin deaminasyonu ya da transaminasyonu ile oluşan keto asitlerden ya da şekerlerden sentezlenebilmektedir. Keto asitler dekarboksilasyon ve indirgenme reaksiyonları sonucunda yüksek alkollere dönüşürler (Erten ve Canbaş, 2003; Cortacera-Ramirez ve ark., 2003). Amino asitler ile keto asitlerin etkileşimi ile oluşan yüksek alkollerin oluşum mekanizması Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Keto asitlerden yüksek alkollerin oluşumu (Cortacera-Ramirez ve ark., 2003).

Yüksek alkollerin en önemlileri n-propanol, izobütanol, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol ve fenil etanol’dur. Yüksek alkollerin oluşumları fermantasyon koşullarına göre değişmektedir. Değişen Bu faktörlerden en önemlisi kullanılan maya suşudur (Geiger ve Pendl, 1973; Engan, 1981; Ramsay ve Berry, 1984a; Berry ve Watson, 1987; Younis ve Stewart, 1999). Çünkü farklı maya ırklarının aynı

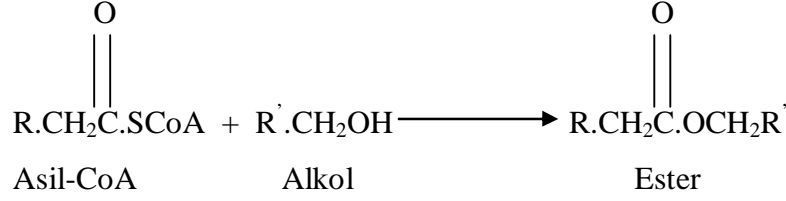
fermantasyon koşullarında oluşturdukları yüksek alkol miktarları değişiklik göstermektedir. Bu bileşiklerin oluşumlarına etki eden diğer faktörler ise; fermentasyon sıcaklığı, basınç, maya aşılama miktarı, oksijen, azot, karbondioksit, yağ asitleri, amino asit içeriği ve bazı metal iyonlardır (Younis ve Stewart, 1999). Bira ve viski fermentasyonlarında, fermentasyon sıcaklığının artırılması, bu bileşiklerin oluşumunu arttırmaktadır. Maya aşılama miktarının yüksek oluşu birada belirgin bir şekilde yüksek alkollerin üretimini de arttırmaktadır. Şıraya oksijen ilavesi de bu bileşiklerin oluşumunu teşvik etmektedir (Geiger ve Piendl, 1973; Engan, 1981; Ramsay ve Berry, 1984a; Berry ve Watson, 1987). Yüksek alkollerden 2 ve 3-metil bütanol muz, alkol ve iodoform aroması ; n-propanol sıcak ve yakıcı aroma; 2-fenil etanol gül kokusu aroması verirler (Angelino, 1991).

2.3.2. Esterler

Esterler, bira aromasını etkileyen en önemli ve en geniş gruptan birini oluşturur (Berry ve Watson, 1987; Calderbank ve Hammond, 1994). Biraya meyvemsi aroma verirler ve birada istenen hoş bir aroma olması için belirli miktarlarda esterlerin bulunması gereklidir (Angelino, 1991). Elma, erik gibi meyve aroması kısa zincirli esterlerden, subtropik meyve (muz gibi) aromaları orta zincirli esterlerden, tropik meyve (mango, papaya gibi) aromaları uzun zincirli esterlerden kaynaklanmaktadır (Meilgaard, 1975).

Etil esterleri en fazla bulunan esterlerdir. Bunu izoamil ve propil esterleri takip etmektedir. Etil asetat, izoamil asetat, izobütil asetat, 2-feniletal asetat ve etil hekzonat oluşan en önemli esterlerdir. Esterlerin algılanma eşikleri oldukça düşüktür. Esterlerin aşırı üretimleri istenmeyen aromaya neden olduğu için yüksek şeker yoğunluklu bira üretiminde oldukça önemlidirler (Berry ve Watson, 1987; Hillary ve Peddie, 1990; Angelino, 1991; Calderbank ve Hammond, 1994). Fermentasyon koşulları ve oluşan yüksek alkol miktarları arasındaki ilişki bir çok faktöre bağlıdır (Berry ve Watson, 1987).

Esterlerin oluşum mekanizması Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Esterlerin oluşum mekanizması (Erten ve Canbaş, 2003).

Ester oluşumunu etkileyen birçok faktör vardır. Bunların en önemlileri, şıranın havalandırılması, şıranın bileşimi ve maya ırkıdır (Calderbank ve Hammond, 1994). Kullanılan maya ırkı çok önemlidir. Her maya karakteristik ester profiline sahiptir ve bazı maya ırkları diğerlerine göre daha fazla miktarda ester üretebilir (Hillary ve Peddie, 1990). Bira fermantasyonlarında aşılama miktarı arttırıldığında da asetat esterlerinde bir azalma olmaktadır (Maule, 1967; Hillary ve Peddie, 1990). Maya, yağ asitlerini hücrelerinden uzaklaştırmak için esterleri oluşturur. Ayrıca, mayalar asetil-CoA ve CoASH arasındaki dengeyi koruyabilmek için asetil yükünü esterleri üreterek azaltırlar (Hillary ve Peddie, 1990; Erten ve Canbaş, 2003).

Etil esterlerinin oluşumunda en önemli faktörlerin şıra kompozisyonu ve oksijen olduğu bildirilmiştir. Yüksek şeker yoğunluklu şıralardan elde edilen biralarda esterce daha zengindir. Yüksek şeker yoğunluklu şıraya fermantasyon sırasında oksijen ilavesi esterlerin sentezini önleyebilir (Berry ve Watson, 1987).

Yüksek şeker yoğunluklu şıralardan üretilen biralarda ester miktarı normal yoğunluklu şıralardan elde edilen biralarda karşılaştırıldığında 4-8 kez daha fazladır. Yüksek şeker yoğunluklu şıradan bira üretiminde esterdeki artış önemli ölçüde kullanılan mayaya bağlıdır. Maya tarafından üretilen ester miktarları üzerinde şıra yoğunluğunun etkisi şıradaki çözünmüş oksijenin miktarına bağlıdır. Ayrıca, ester miktarını oksijen yanında mayanın aşılama miktarı da etkiler (Anderson ve Kirsop, 1975; Berry ve Watson, 1987). Fermantasyon sıcaklığının artırılması da oluşan ester miktarını arttırmaktadır (Hillary ve Peddie, 1990).

2.3.3. Organik Asitler

Alkollü içeceklerde 100'e yakın organik asit bulunmaktadır (Berry ve Watson, 1987). Organik asitler biranın asitliğine katkıda buldukları ve aroma üzerinde etkili oldukları için önemlidirler. Uçucu olmayan asitler, mayalar tarafından oluşturulan pürivat ve α -oxoglutarat gibi okzo-asitleri içerir. Malik asit ve süksinik asit, okzaloasetattan indirgenme reaksiyonları sonucu oluşurlar. Farklı maya ırkları farklı miktarlarda organik asit üretirler. Vitamin eksikliği bazı organik asitlerin oluşumunu artırır. Örneğin tiamin eksikliği pürivat miktarında artışa neden olmaktadır. Asetik asit gibi uçucu organik asitler de birada bulunmaktadır (Hough ve ark., 1982).

2.3.4. Karbonil Bileşikleri

Karbonil bileşikleri alifatik ve aromatik aldehit ve ketonları içerir ve bira aromasında önemli rol oynarlar (Angelino, 1991). Bu grupta 200'den fazla bileşik alkollü içeceklerde bulunmaktadır. Bazıları düşük algılanma eşiklerine sahip oldukları için önemlidir (Meilgaard, 1975; Berry ve Watson, 1987). Aldehitlerden asetaldehit, bu gruptaki en önemli bileşiktir (Angelino, 1991).

Havalandırma, şeker cinsi ve miktarı, yüksek sıcaklık, maya ırkı ve yüksek aşılama miktarı gibi parametreler, aldehit miktarını artırır (Geiger ve Piendl, 1976; Engan, 1981; Berry ve Watson, 1987).

Ketonların uçuculuk özellikleri düşüktür ve algılanma eşikleri yüksektir. En fazla pürivat ve pürivatı takiben daha az miktarda α -ketobütirik asit bulunmaktadır. Bunlar bira aromasını etkiler (Meilgaard, 1975; Nykanen ve Suomalainen, 1983; Berry ve Watson, 1987). Ketonlardan en önemli bileşik diasetildir. Diasetil biraya tereyağımsı bir aroma verdiği için istenmez. Diasetilin algılanma eşiği 0.15 mg/L'dir (Berry ve Watson, 1987; Kamimura ve Kaneda, 1992).

2.3.4.1 Kükürtlü Bileşikler

Kükürtlü bileşikler birada bulunan aroma aktif bileşiklerdir (Angelino, 1991). Alkollü içeceklerde aromaya etki eden 50'den fazla uçucu kükürtlü bileşik bulunmaktadır. Kükürtlü bileşikler malt ve şerbetçiotundan gelmektedir. Çoğu maya tarafından sentezlenmez. Kükürtlü bileşikler birada arzu edilmezler ve düşük algılanma eşiklerine sahiptirler (Nykanen ve Suomalainen, 1983; Berry ve Watson, 1987; Angelino, 1991). Hidrojen sülfid ve kükürt dioksit oldukça düşük algılanma eşiğine sahiptirler ve yüksek miktarlarda bulduklarında birada kükürtsü, çürük yumurta benzeri istenmeyen kokuların oluşmasına neden olurlar (Angelino, 1991).

Kükürt dioksit birada en sık rastlanılan kükürtlü bileşiktir. Genellikle bağlı biçimde bulunur. Sülfat iyonları şurada bulunmaktadır fakat şurada sülfür içeren amino asitler olmasına rağmen az miktarda bulunurlar (Cortacera-Ramirez ve ark., 2003).

Dimetil sülfidin birada bulunması istenmez (Kamimura ve Kaneda, 1992). Stewart ve Russell (1981), birada dimetil sülfidin ham maddeden kaynaklandığını ve maya aktivitesi üzerinde etkisinin az olduğunu bildirmişlerdir.

Bvochora ve Zvauya (2001), yaptıkları çalışmada üç çeşit renksiz birayı, hazırlık aşamasının ilk evresinde kullanılan ham materyallerin oranına ve çeşidine göre sınıflandırmış ve üretmişlerdir. Biralar hem normal şeker yoğunluğunda hem de yüksek şeker yoğunluğunda aynı fermantasyon koşulları altında hazırlanmıştır. Biraların fermantasyonu boyunca pH değerleri ve kuru madde içerikleri azalmıştır. Normal biralarla karşılaştırılan yüksek şeker yoğunluklu biraların daha yüksek alkol seviyesine (%4.74 h/h) ulaştığı belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT**3.1 Materyal****3.1.1. Mayalar**

Bu çalışmada alt fermantasyon bira mayaları kullanılmıştır. Denemelerde Ulusal Maya Kültür Koleksiyonu (İngiltere)'nden sağlanan *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayası, Prof. Graham Stewart (ICBD, Heriot-Watt Üniversitesi, Birleşik Krallık)'dan sağlanan SN Lager mayası ve Booths (Birleşik Krallık) şirketinden sağlanan Genuine mayası kullanılmıştır.

3.1.2. Hammadde

Denemelerde şerbetçiotu ilave edilmiş yüksek şeker yoğunluklu malt şırası, Adana Efes Pilsen işletmesinden temin edilmiştir.

3.1.3. Besiyerleri

Malt ekstrakt agar “Merck” (Almanya) firmasından sağlanmıştır

3.1.4. Denemelerde Kullanılan Araç ve Gereçler

Denemelerde kullanılan araç ve gereçlerin sterilizasyonu için “Hirayama (Japonya)” marka otoklav kullanılmıştır. Mayaların çoğaltılması “Edmund Buhler” marka orbital karıştırıcıda gerçekleştirilmiştir. Santrifüj işlemlerinde “Eppendorf Centrifuge 5810” marka santrifüj kullanılmıştır. Fermantasyonlar sıcaklığı ayarlanabilen “Sanyo” marka inkübatörde gerçekleştirilmiştir.

3.1.5. Analizlerde Kullanılan Araç ve Gereçler

Örneklerin homojenizasyonu için, “Nüve NM 110” marka karıştırıcı, pH tayininde “Orion Research İonalyzer, Model 399 A” marka pH metre kullanılmıştır. Brix ve yoğunluk ölçümleri “Atanep” marka refraktometre ile yapılmıştır. Maya sayımında “Euromex (Hollanda)” marka mikroskop kullanılmıştır.

Organik asitler, şekerler ve etil alkolün tayininde UV ve RI dedektörlü 10A (Shimadzu CC-20 AD model) HPLC ve Aroma maddelerinin tayininde 5890 serisi Hewlett-Packard marka gaz kromatografisi kullanılmıştır.

3.2. Metot**3.2.1. Denemelerin Hazırlanması**

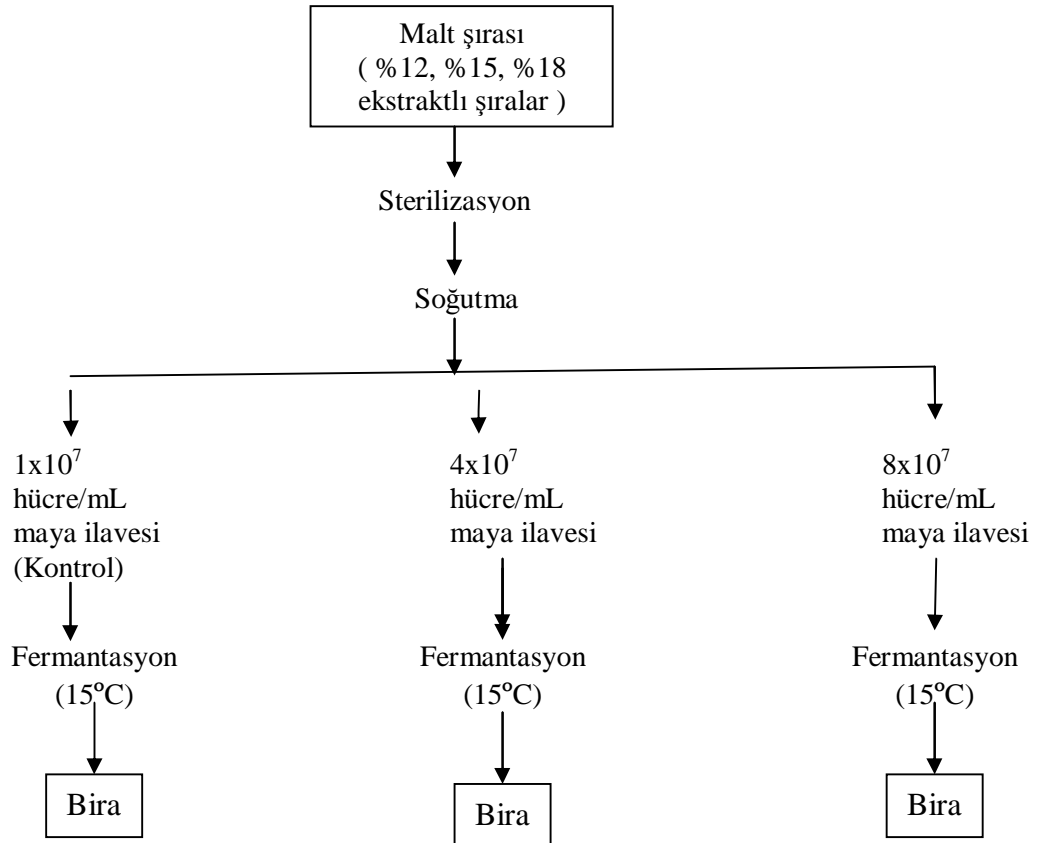
Denemeler Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1. Aşılama Kültürünün Hazırlanması

Aşılama için, malt ekstrakt agarda geliştirilen mayalardan iki koloni, steril erlenmayer içerisinde bulunan steril şırıya aşılansmış ve daha sonra erlenmayerler orbital karıştırıcıya yerleştirilmiştir. Şıra orbital karıştırıcıda, 25°C ve 160 d/d’da 48 saat bırakılmış ve bu süre sonunda steril tüpler içerisinde 4000 d/d 10 dk süre ile santrifüj edilmiştir. Daha sonra mayalar, iki defa steril soğuk su ile yıkanmış ve mikroskopta Thoma lamı ile sayım yapıldıktan sonra Şekil 3.1’de belirtilen miktarda şırıya aşılansmıştır (Erten ve Campbel, 2001).

3.2.1.2. Fermantasyon

Fermantasyon denemeleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Fermantasyonlar 500 mL’lik erlenmayerler de gerçekleştirilmiştir. %12 şeker yoğunluklu malt şırası elde etmek için %14 şeker yoğunluklu malt şırası su ilavesi ile seyreltilmiş, %15 ve %18 şeker yoğunluklu şıra elde etmek için ise %14 şeker yoğunluklu şıraya glikoz şurubu ilave edilmiştir. Erlenmayerlere 450 mL şıra konulmuş, ağızları pamukla ve alüminyum folyo ile kapatılmış ve 115°C’de 10 dk. sterilize edilmiştir. Soğutulan şıralara ayrı ayrı her bir mayadan 1×10^7 hücre/mL, 4×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL, olacak şekilde maya ilave edilmiştir. Fermantasyonlar 15°C’de paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonun gidişi, yoğunluk tayini yapılarak izlenmiştir.



Şekil 3.1. Fermantasyon denemelerinin düzenlenmesi.

3.2.2. Analizler**3.2.2.1. Maya Sayımı**

Maya sayımı için örnekler aseptik koşullarda alınmış ve sayımlar mikroskop altında metilen mavisi kullanılarak Thoma lamı ile gerçekleştirilmiştir (Anon., 1997).

3.2.2.2. Maya Canlılık Oranı

Maya canlılık oranı, toplam maya sayısından ölü maya sayısı çıkarılıp, % olarak belirlenmiştir.

3.2.3. Şıralar Üzerinde Yapılan Analizler**3.2.3.1. Briks ve Yoğunluk Tayini**

Briks ölçümü refraktometre ile gerçekleştirilmiştir (Anon., 1997). Yoğunluk tayini, Densito 30 px. mettler Toledo Portable LabTM marka otomatik yoğunluk ölçerle yapılmıştır.

3.2.3.2. Toplam Asit Tayini

Toplam asit miktarı, şıranın belirteç olarak fenolftalein eşliğinde N/10'luk NaOH ile titre edilmesi suretiyle belirlenmiştir. Sonuçlar laktik asit cinsinden verilmiştir (Anon., 1997).

3.2.3.3. pH Tayini

pH, doğrudan pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Anon., 1997).

3.2.3.4. Şeker ve Organik Asit Analizleri

Şeker ve organik asitlerin analizi “Shimadzu” marka HPLC’de yapılmıştır. Şekerlerin tayininde Shimadzu CC-20AD model RID 10A refraktif indeks dedektör ve Organik asitlerin tayininde UV dedektörlü HPLC kullanılmış, kolon olarak Aminex HPX-87H kolonu kullanılmıştır. Analizler 200 nm dalga boyunda yapılmıştır Taşıyıcı faz olarak 5 mM’lık N H₂SO₄ kullanılmış akış hızı 0.6 mL/dak olarak ayarlanmıştır (Erten, 1998).

3.2.4. Biralarda Üzerinde Yapılan Analizler**3.2.4.1. Yoğunluk Tayini**

Yoğunluk tayini, Densito 30 px. mettlor Toledo Portable LabTM marka otomatik yoğunluk ölçerle yapılmıştır (Anon., 1997).

3.2.4.2. pH Tayini

pH, doğrudan pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Anon., 1997).

3.2.4.3 Toplam Asitlik Tayini

Toplam asit miktarı, şıranın belirteç olarak fenolftalein eşliğinde N/10’luk NaOH ile titre edilmesi suretiyle belirlenmiştir. Sonuçlar laktik asit cinsinden verilmiştir (Anon., 1997).

3.2.4.4. Etil Alkol Tayini

Bira örnekleri önce 0.45 µm’lik filtreden, daha sonra 0.22 µm’lik filtreden geçirilmiş ve Shimadzu CC-20AD model RID 10A refraktif indeks dedektörlü HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Taşıyıcı faz 5mM’lık sülfirik asit çözeltisi kullanılarak akış hızı 0.6 mL/dak olarak ayarlanmıştır.

Örneklerdeki etil alkol konsantrasyonlarının belirlenmesinde dış standart yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla farklı konsantrasyonlarda kalibrasyon çözeltileri hesaplanıp HPLC’de analiz edilerek elde edilen verilere doğrusal regrasyon analizi uygulanarak eğriyi tanımlayan eşitlik hesaplanmıştır. Bu eşitlik kullanılarak biradaki etil alkol miktarı hesaplanmıştır (Erten,1998).

3.2.4.5 Şeker ve Organik Asitlerin Analizi

Şeker ve organik asitlerin analizi “Shimadzu” marka HPLC’de yapılmıştır. Şekerlerin tayininde Shimadzu CC-20AD model RID 10A refraktif indeks dedektör ve Organik asitlerin tayininde UV dedektörlü HPLC kullanılmış, kolon olarak Aminex HPX-87H kolonu kullanılmıştır. Analizler 200 nm dalga boyunda yapılmıştır Taşıyıcı faz olarak 5 mM’lık N H₂SO₄ kullanılmış akış hızı 0.6 mL/dak olarak ayarlanmıştır (Erten, 1998).

3.2.4.6. Kuru Madde Tayini

Fermantasyon sonunda, bira örneklerinden kuru madde tayini A.O.A.C. (1990)’a göre yapılmıştır.

3.2.4.7. Aroma Maddelerinin Tayini

Aroma maddeleri tayini 5890 serisi Hewlett-Packard marka (Stockport, İngiltere) gaz kromatografisinde yapılmıştır. Alkol fermantasyonundan sonra biralara santrifüj edilerek maya hücreleri uzaklaştırılmıştır. Alkol içeriği %4 (h/h)’e ayarlanan biralardan 5 mL örnek, 2 g NaCl ve 50 µL iç standart (200 mg/L 3-heptanon ve 18,2 mg/L 2,3-hekzanedion karışımı) özel kromatografi şişelerinde karıştırılmıştır.

Kullanılan dedektörler alev iyonlaşma ve elektron yakalama dedektörleridir. Uzunluğu 60 m ve iç çapı 0,25 mm olan CP-Wax-57-CB (Chormopack, Hollanda) marka kapiler kolon kullanılmıştır. Şişeler 60°C’de 90 dakika asetolaktanın diasetil

oluşumu için ısıtılmıştır. Daha sonra 1 µL örnek otomatik olarak çalışan örnek verme sistemi ile kromatografiye verilmiştir. Enjektör sıcaklığı 160°C'dir. Kolon sıcaklığı 43°C'de 2 dakika beklemeden sonra, dakikada 30°C artarak 180°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 4 dakika bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz helyum ve akış oranı dakikada 22 mL'dir. Enjektör tipi splitdir. Aroma maddeleri tayini sonuçları iç standart yardımıyla salınma sürelerinden bilgisayar yardımıyla otomatik olarak yapılmıştır (Erten ve Campbell, 2001).

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Kimyasal analizlerden elde edilen sonuçlar, varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Özdamar, 1999). Analizlerde Windows SPSS 10.0 paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**4.1. Denemelerde Kullanılan Şıranın Genel Bileşimi**

Denemelerde kullanılan % 12, % 15 ve % 18 Şeker yoğunluklu şıraların genel bileşimi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Malt şıralarının bileşimi

Bileşim	%12 Şeker yoğunluklu şıra	%15 Şeker yoğunluklu şıra	%18 Şeker yoğunluklu şıra
Yoğunluk (20/20 ⁰ C)	1,0441	1,0564	1,0714
Briks	12	15	18
pH	5,08	5,19	5,09
Laktik Asit (g/L)	0,31	0,33	0,21
Asetik Asit (g/L)	0,28	0,33	0,36
Glikoz (g/L)	10,2	11,04	11,51
Fruktoz (g/L)	0,96	1,22	1,35
Maltotrioz (g/L)	12,58	19,53	21,94
Sükroz+Maltoz (g/L)	85,17	106,45	120,17

Çizelgeden de görüldüğü gibi bira üretiminde kullanılan şıralarda en yüksek yoğunluk 18 biriks malt şırasında 1,0714 iken, en düşük yoğunluk 12 biriks malt şırasında 1,0441 olarak belirlenmiştir.

Denemelerde kullanılan şıraların briksi 12, 15, ve 18 olarak ölçülmüştür. Öte yandan, şıralarda pH 5.08, 5.19 ve 5.09 olarak belirlenmiş olup en yüksek değer 15 biriks malt şırasının kullanıldığı denemede elde edilmişken, en düşük değer 12 biriks malt şırası kullanılan denemelerde bulunmuştur. Guido ve ark., (2004) 14°P şıra kullandıkları bir çalışmada şıranın pH’sının 5.1-5.3 değerleri arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Kullanılan şıralarda laktik asit miktarları sırasıyla 0.21 g/L, 0.31 g/L ve 0.33 g/L olarak bulunmuş olup asetik asit 0,28 g/L ile 0,36 g/L arasında belirlenmiştir.

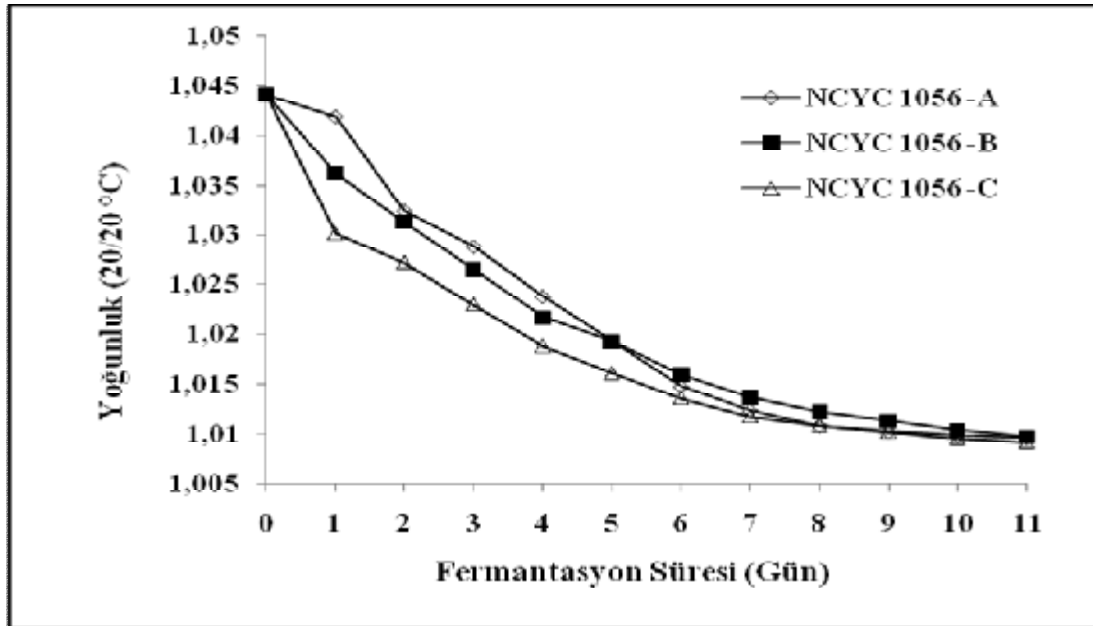
Kullanılan şıralarda glikoz miktarları 10.2 g/L ile 11.51 g/L %12, %15 ve %18 şeker yoğunluklu şıralarda fruktoz 0.96 g/L ile 1.35g/L arasında belirlenmiştir.

Maltotrioz miktarları sırasıyla 12.58 g/L, 19.53 g/L ve 21.94 g/L olarak tespit edilmiştir. Sükroz + maltoz değerleri %12'lik şırada 85.17 g/L olarak bulunmuşken, %15'lik şırada 106.45 g/L ve %18'lik şırada 120.17 g/L olarak elde edilmiştir.

4.2. Alkol Fermantasyonunun Gidişi

4.2.1. %12 Şeker Yoğunluklu Şırada Alkol Fermantasyonunun Gidişi

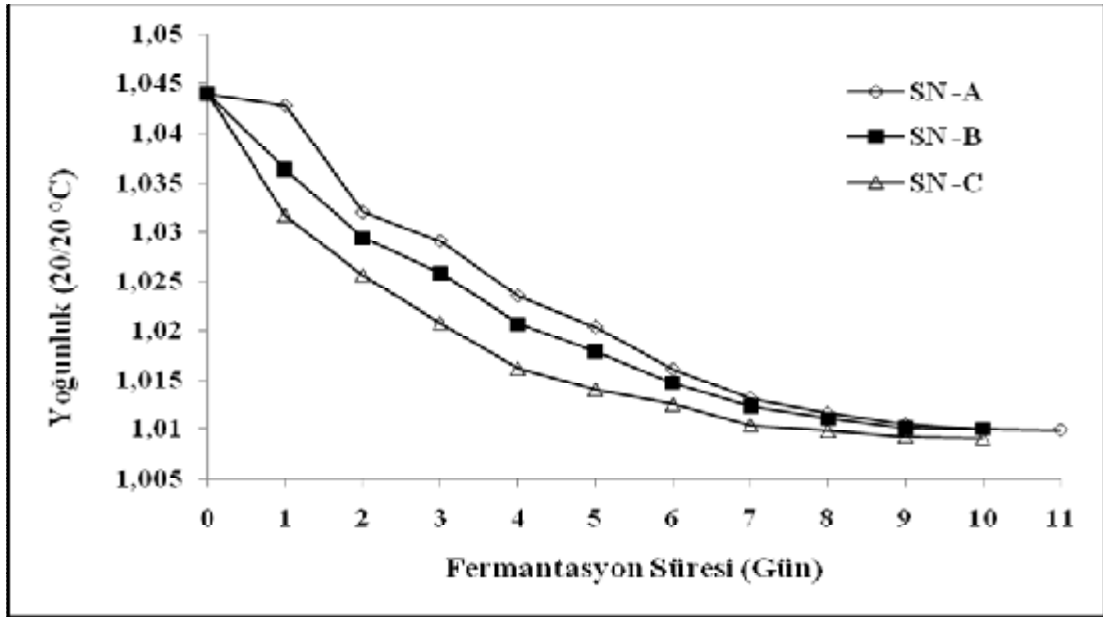
%12 şeker yoğunluklu şırada *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonlarının gidişi sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.1. %12 Şeker yoğunluklu malt şırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

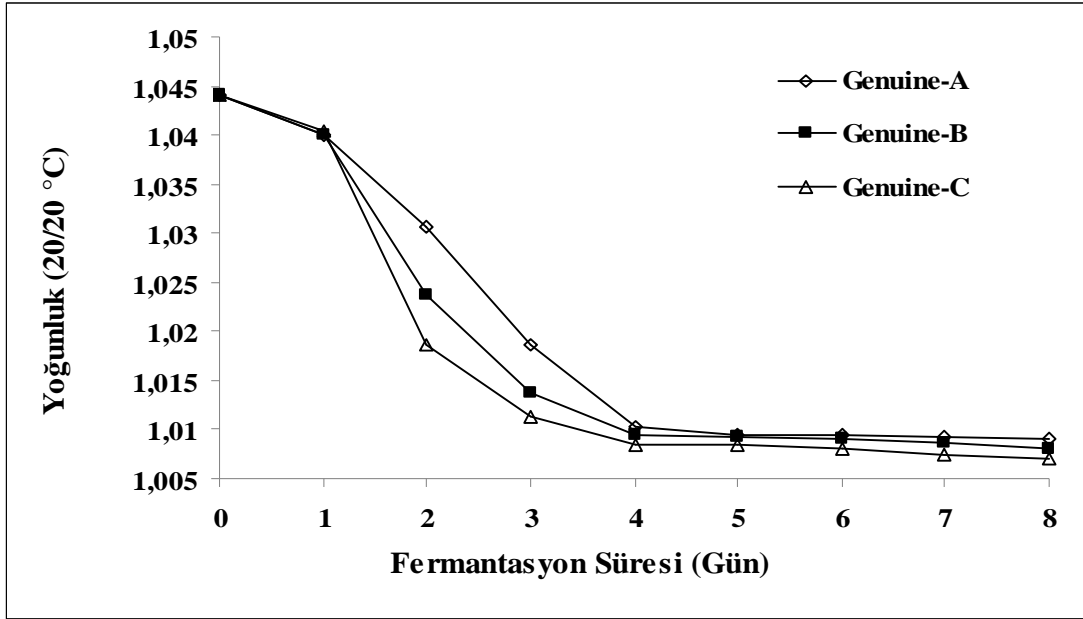
Şekilden de görüldüğü gibi başlangıçta 1.0441 olan yoğunluk değerleri tüm denemelerde fermantasyon başından itibaren hızlı bir şekilde azalmaya başlamış ve fermantasyon başında ilave edilen maya miktarı artıkça yoğunluk değerinde hızlı bir azalma gözlenmiştir. 1×10^7 hücre/mL, 4×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL mayalarda

elde edilen denemelerde fermantasyon 11 gün sürmüştür ve gerçekleştirilen fermantasyonlar sonunda yoğunluk değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.2'den de görüldüğü gibi SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde etil alkol fermantasyonu hızlı bir şekilde başlamış ve yoğunlukta hızlı bir azalma gözlenmiştir. 4×10^7 hücre/mL ilave edilen denemede ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede yoğunluk diğer denemelere göre daha hızlı bir şekilde azalmış ve 10 günlük fermantasyon sonunda sırasıyla 1.010 ve 1.009 olarak elde edilmiş olmasına karşın 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede yoğunluk değeri diğer denemelere göre daha yavaş azalma göstermiş ve fermantasyon diğer denemelerden 1 gün fazla sürmüştür. 11 günlük fermantasyon sonunda yoğunluk değeri 1.010 olarak bulunmuştur.



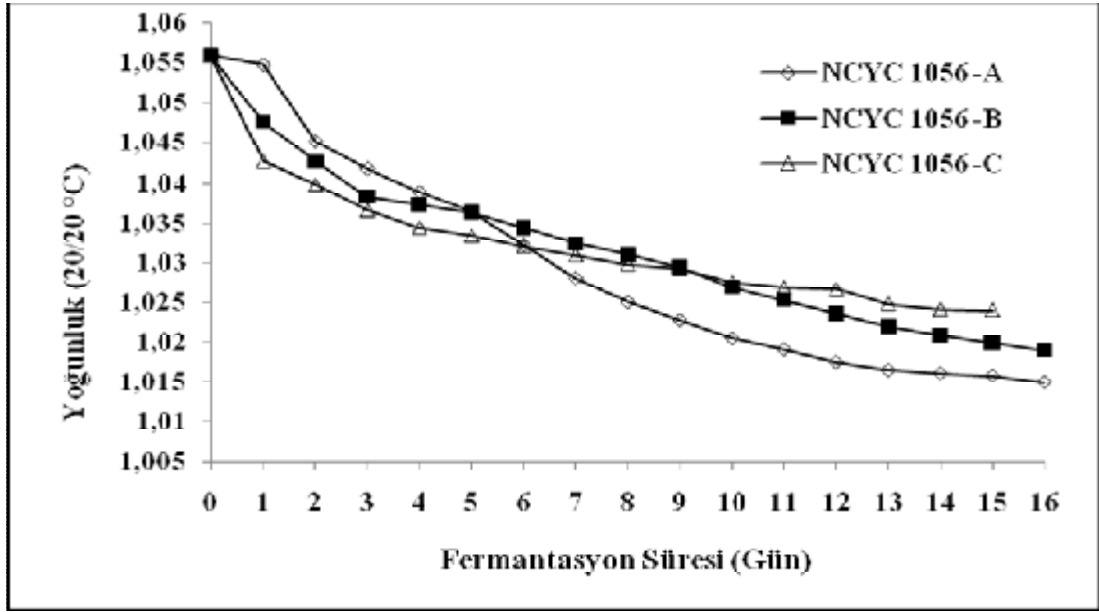
Şekil 4.3. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.3'ten de görüldüğü gibi Genuine mayasının kullanımıyla etil alkol fermantasyonu hızlı bir şekilde başlamış ve 4. güne kadar yoğunlukta çok hızlı bir azalma gözlenmiştir. 4. günden itibaren yoğunlukta azalma yavaşlamış ve 8 günlük fermantasyon sonunda yoğunluk değerleri sırasıyla 1.009, 1.008 ve 1.007 olarak belirlenmiştir.

Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te de görüldüğü gibi %12 şeker yoğunluklu şıralarda farklı mayaların kullanımıyla gerçekleştirilen tüm denemelerde etil alkol fermantasyonu hızlı bir şekilde başlamıştır. Ancak, etil alkol fermantasyonunun gidişinde farklılıklar olmuştur. *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde etil alkol fermantasyonu 11 gün, SN Lager mayasının kullanıldığı denemede 10 ve 11 gün sürmüştür. Buna karşılık, Genuine mayasının kullanıldığı denemede etil alkol fermantasyonu daha hızlı gerçekleşerek 8 günde sona ermiştir.

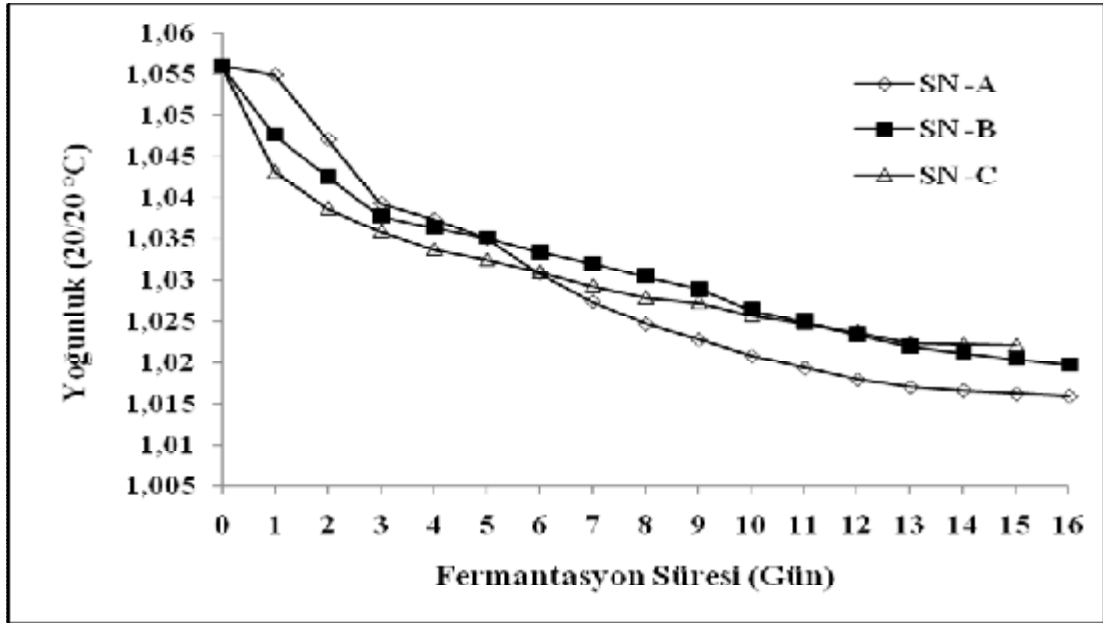
4.2.2. %15 Şeker Yoğunluklu Şırada Alkol Fermantasyonunun Gidişi

%15 şeker yoğunluklu şırada *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayaların kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi sırasıyla Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.



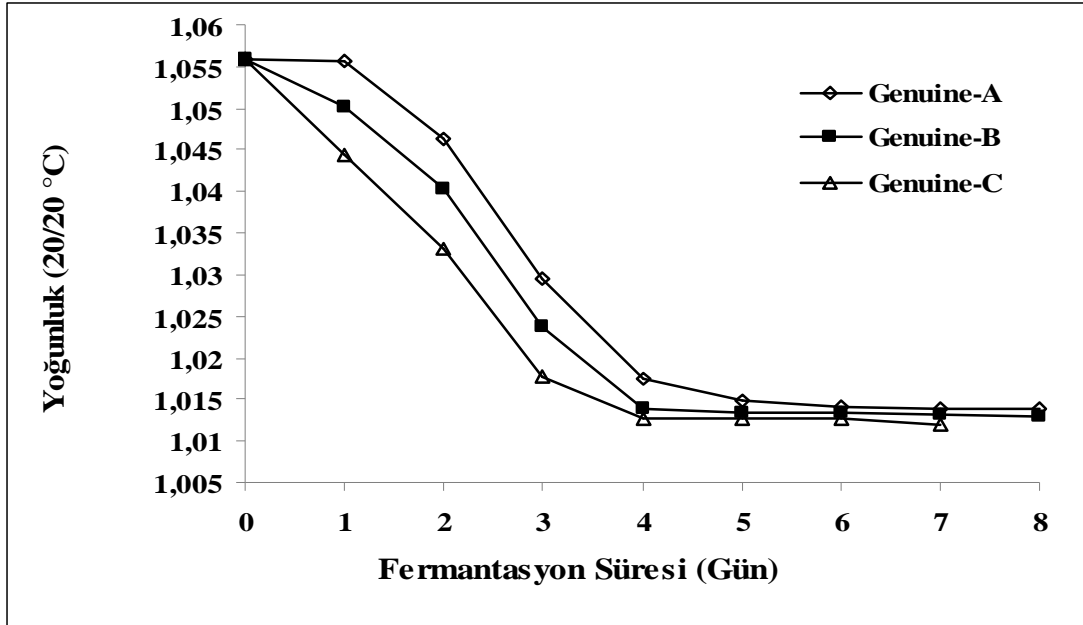
Şekil 4.4. %15 Şeker yoğunluklu malt şırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

%15 şeker yoğunluklu şırada NCYC 1056 mayasının ilavesi sonucu fermantasyon hızlı bir şekilde başlamıştır (Şekil 4.4). 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde fermantasyon 16 günde, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede ise 15 günde tamamlanmıştır. 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 12. güne kadar hızlı bir düşüş gerçekleşirken 13. günden itibaren yoğunluktaki azalma yavaşlamış ve 16 günlük fermantasyon sonunda yoğunluk değerleri sırasıyla 1.015 ve 1.019 olarak bulunmuştur. Öte yandan, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 10. günden sonra yoğunluktaki azalma yavaşlamış ve 15 günlük fermantasyon sonunda yoğunluk değeri 1.024 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.5. %15 Şeker yoğunluklu malt şırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.5'ten de görüldüğü gibi %15 şeker yoğunluklu şıraya SN Lager mayasının ilavesi sonucu gerçekleşen etil alkol fermantasyonu sonucu yoğunluk 13. güne kadar hızlı bir şekilde azalmış daha sonra yoğunlukta bu azalma yavaşlamıştır. 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede fermantasyon 16 günde tamamlanmışken, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 15 günde tamamlanmıştır. Fermantasyon sonunda 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede yoğunluk 1.016 olarak belirlenmişken, 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede yoğunluk 1.020 olarak saptanmıştır. Öte yandan, 15 günlük fermantasyon sonucu 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede yoğunluk değeri 1.022 olarak bulunmuştur.



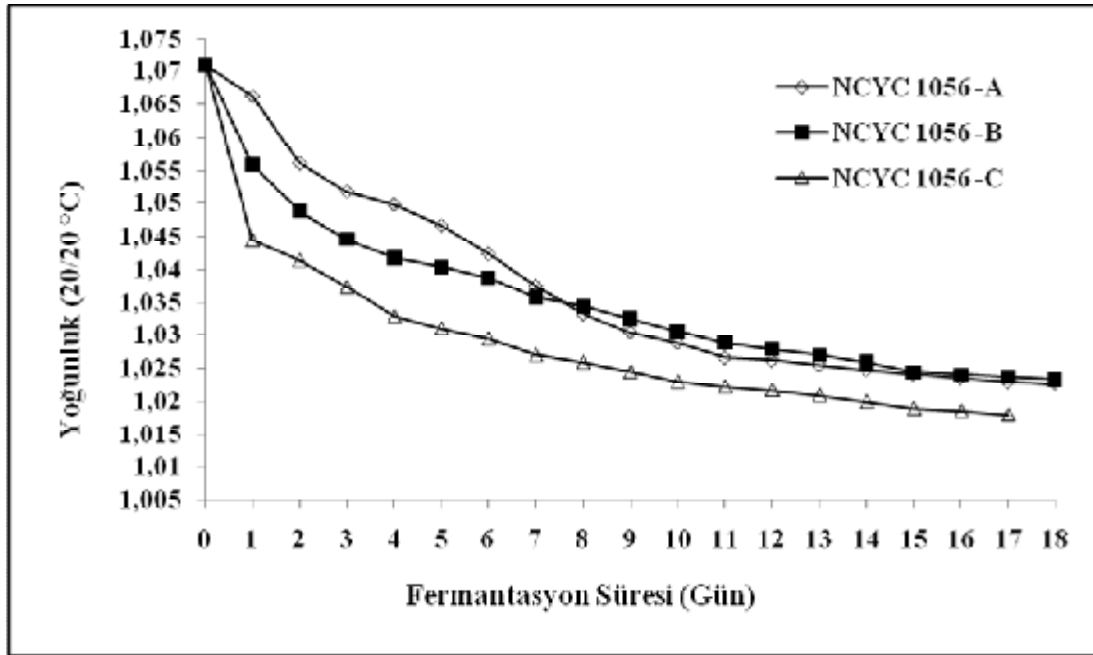
Şekil 4.6. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
 A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.6'dan da görüldüğü gibi 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede fermantasyon 1 gün sonra başlamış, diğer denemelerde aşılardan hemen sonra başlamıştır. Daha sonra tüm denemelerde fermantasyonun dördüncü gününe kadar yoğunluk değeri hızlı bir şekilde azalmıştır. 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 maya ilave edilen denemelerde fermantasyon 8 günde tamamlanırken, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede fermantasyon 7 günde tamamlanmış ve yoğunluk değeri 1.012 olarak belirlenmiştir. Öte yandan, 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde fermantasyon sonucunda yoğunluk değerleri 1.014 ve 1.013 olarak bulunmuştur.

Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görüldüğü gibi farklı mayalar etil alkol fermantasyonunu farklı zamanlarda tamamlamışlardır. *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde fermantasyon diğer mayaların kullanıldığı denemelere göre daha hızlı tamamlanarak 7 ve 8 gün devam etmiştir. Öte yandan, NCYC 1056 ve SN Lager mayalarının kullanıldığı denemelerde fermantasyon daha yavaş tamamlanmıştır (15 gün ve 16 gün).

4.2.3. %18 Şeker yoğunluklu şırada Alkol Fermantasyon Gidişi

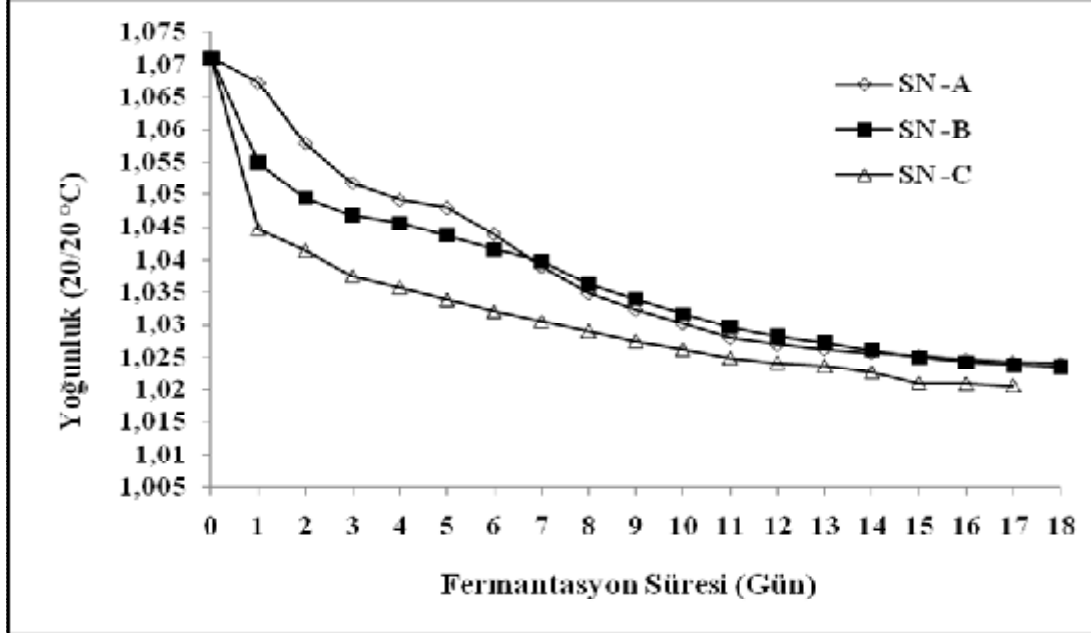
%18 şeker yoğunluklu şırada *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayaların kullanıldığı denemelerle ilgili olarak alkol fermantasyonunun gidişi sırasıyla Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.7 %18 Şeker yoğunluklu malt şırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

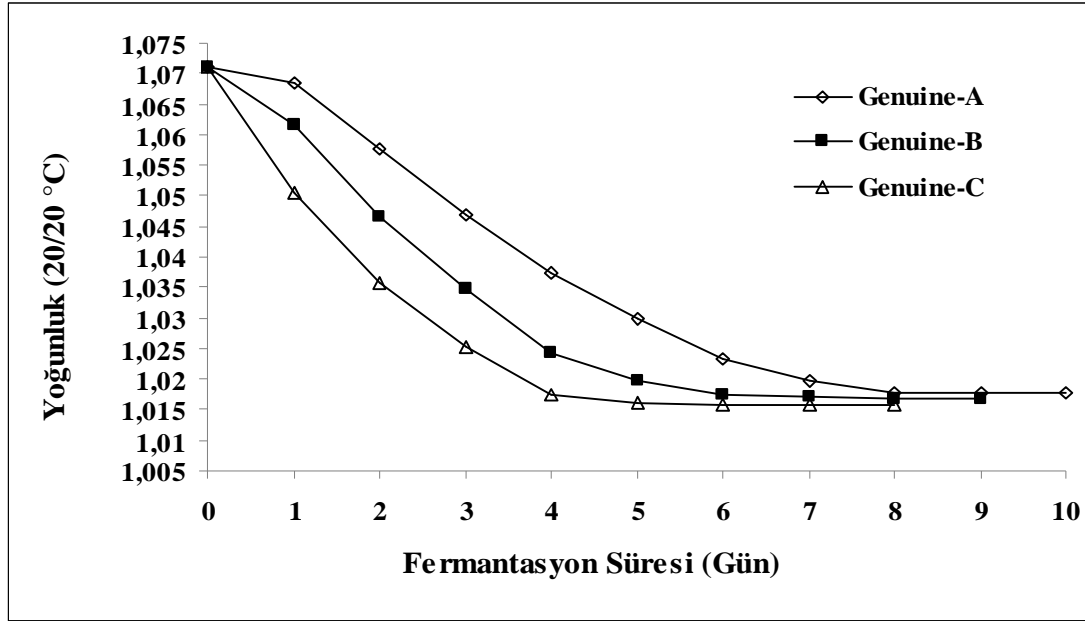
Şekilden görüldüğü gibi malt şırasına ilave edilen maya miktarı arttıkça, fermantasyon hızı da artmıştır. Fermantasyon 8×10^7 hücre/mL maya ilave örnekte diğerlerine göre daha hızlı ilerlemiş ve fermantasyon diğerlerinden 1 gün önce (17 gün) tamamlanmıştır. Öte yandan, 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayası ilave edilen denemelerde fermantasyon 18 günde tamamlanmıştır. 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde yoğunluk değeri 11. güne, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 7. güne kadar hızlı bir şekilde düşmüş, daha sonra bu hızlı azalma yavaşlamıştır. Malt şırasında başlangıçta 1.071 olan yoğunluk değeri fermantasyon sonunda 1×10^7

hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde 1.023 ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 1.018 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.8'den de görüldüğü gibi ilave edilen maya miktarı arttıkça fermantasyon hızı da artmıştır. 1×10^7 hücre/mL *S. cerevisiae* SN Lager mayasının ilave edildiği denemede yoğunluk 11. güne, 4×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde 15. güne kadar hızlı bir şekilde azalarak sırayla 1.028, 1.03 ve 1.021 olarak bulunmuştur. *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının ilave edildiği denemede olduğu gibi fermantasyon 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde 18 günde tamamlanmış ve fermantasyon sonunda yoğunluk değerleri 10.24 ve 1.023 olarak belirlenmiştir. Öte yandan, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde 17 günde tamamlanmış olup fermantasyon sonunda yoğunluk 1.021 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.9. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde alkol fermantasyonunun gidişi
 A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekillerden de görüldüğü gibi malt şirasına ilave edilen maya miktarı arttıkça, fermantasyon hızı da artmıştır. Fermantasyon 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede diğerlerine göre daha hızlı ilerlemiş, bunu sırasıyla 4×10^7 hücre/mL ve 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemeler izlemiştir.

8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede fermantasyonun 4. gününe kadar hızlı bir şekilde yoğunluk değeri düşmüştür. Fermantasyon tamamlanana kadar yoğunluk değeri sabit kalmış ve fermantasyon 8 günde tamamlanarak yoğunluk 1.016 olarak bulunmuştur.

4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede fermantasyonun altıncı gününe kadar yoğunluk hızlı bir şekilde azalmış ve fermantasyon 9 günde tamamlanmıştır. Öte yandan, 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekten fermantasyon diğerlerine göre daha yavaş ilerlemiş yani şeker parçalanma hızı diğerlerine göre daha yavaş olmuş ve fermantasyon 10. günde tamamlanmıştır.

Edelen ve ark. (1996), malt şirasına farklı miktarlarda maya ilave etmişler ve artan maya miktarı ile fermantasyonun daha çabuk tamamlandığını belirtmişlerdir.

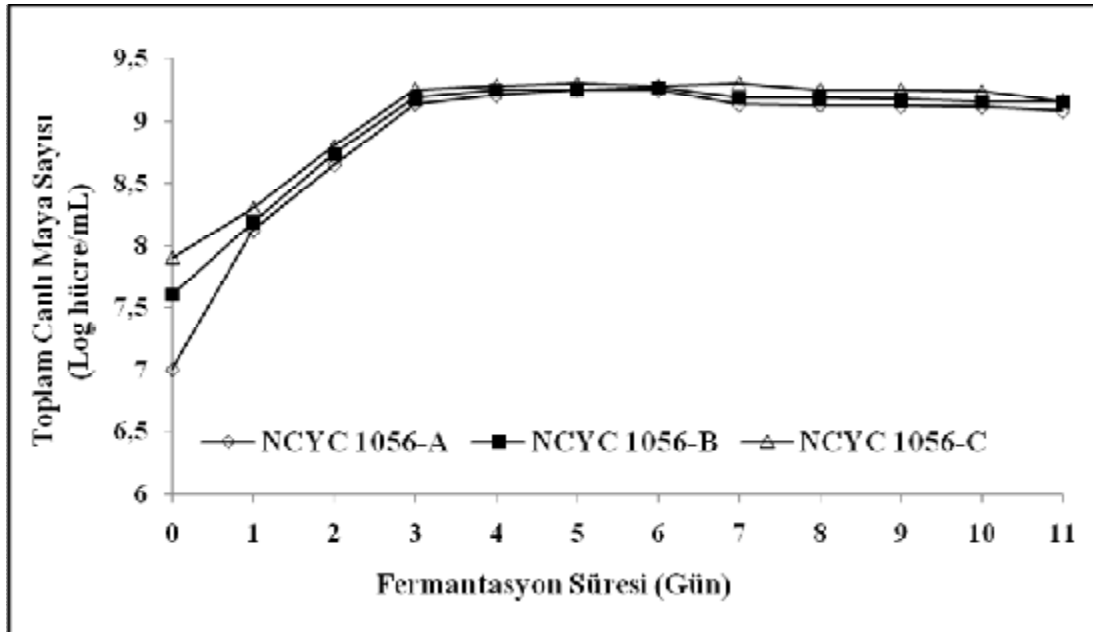
Ayrıca, Slaughter ve McKernan (1987) sentetik ortamda 1×10^6 hücre/mL ile 1×10^7 hücre/mL arasında maya ilavesinin alkol fermantasyonu üzerine etkisini incelemişler ve maya sayısı arttıkça fermantasyon hızının arttığını belirtmişlerdir.

Nguyen ve Viet Man (2009) farklı aşılama miktarlarının yüksek yoğunluklu bira kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, ilave edilen maya miktarının artmasıyla fermantasyon süresinin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar diğer çalışmalarda (Erten ve ark., 2007; Verbelen ve ark., 2008; Verbelen ve ark., 2009) da bulunmuştur.

4.3. Bira Fermantasyonunda Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı

4.3.1. %12 Şeker Yoğunluklu Malt sırasında Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı

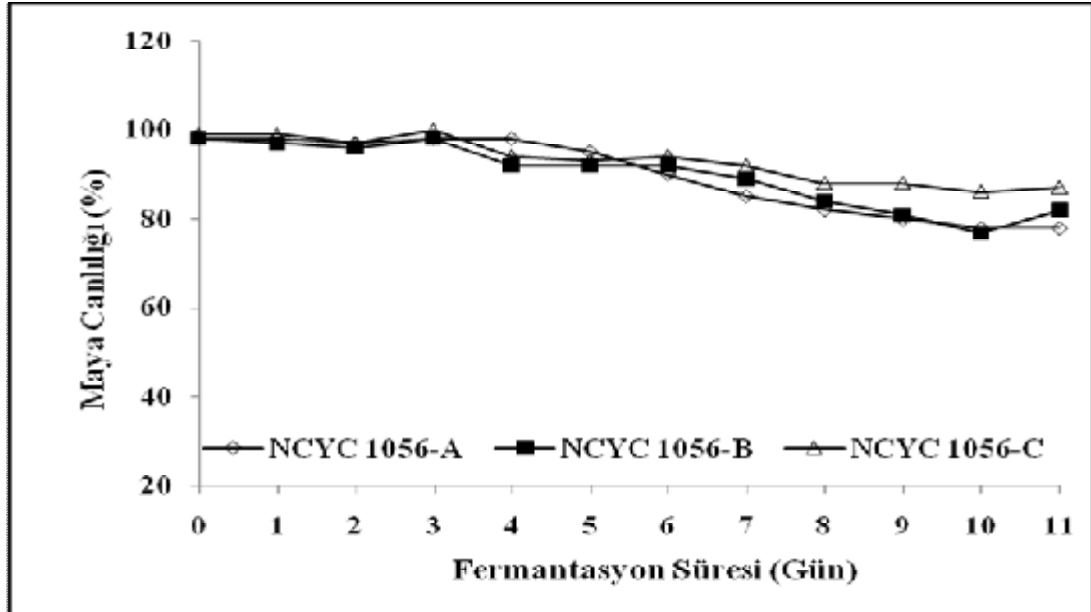
%12 şeker yoğunluklu şırada alkol fermantasyonu sırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının gelişimi ve maya canlılığı Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.10. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.10'da da görüldüğü gibi maya ilavesi ile beraber fermantasyon hızlı bir şekilde başlamış ve fermantasyonun 3. gününe kadar tüm denemelerde maya sayısında artış belirlenmiştir. 3 günden sonra 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilavesiyle gerçekleştirilen denemelerde maya sayısındaki artış azda olsa devam etmiş ve 6. gün maksimum maya miktarları sırasıyla 9.25 log hücre/mL ve 9.27 log hücre/mL bulunmuştur. 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede ise 3. günden sonra maya sayısındaki artış azda olsa devam etmiş ve en yüksek değer 5. gün 9.30 log hücre/mL olarak elde edilmiştir. Öte yandan, tüm denemelerde fermantasyon 11

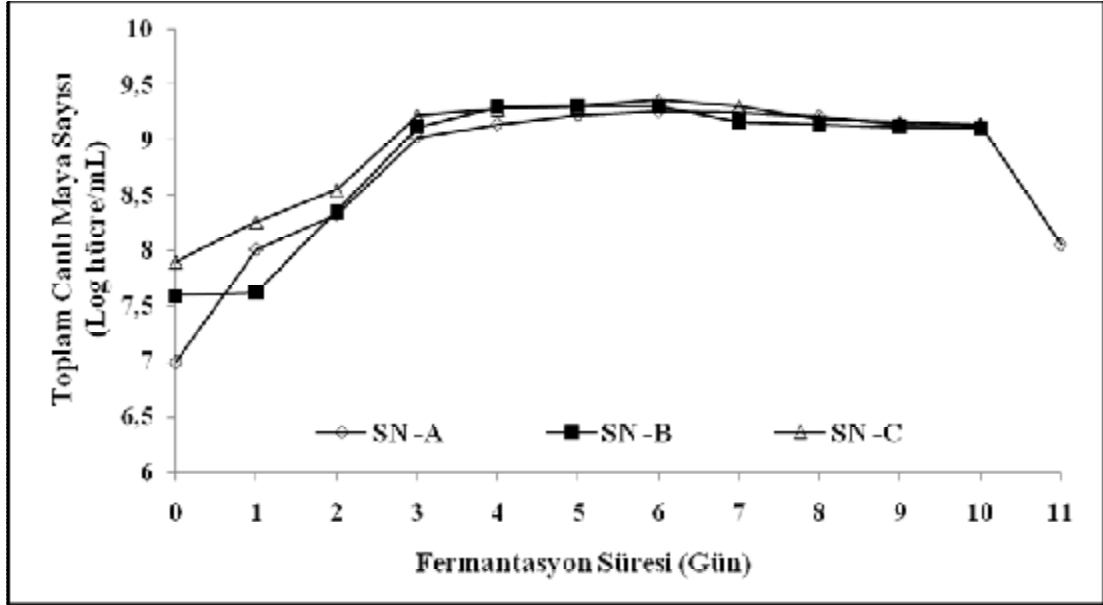
gün sürmüş ve fermantasyon sonunda maya değerleri birbirine yakın değerler bulunmuş olup 9.08 log hücre/mL ile 9.16 log hücre/mL arasında belirlenmiştir.



Şekil 4.11. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

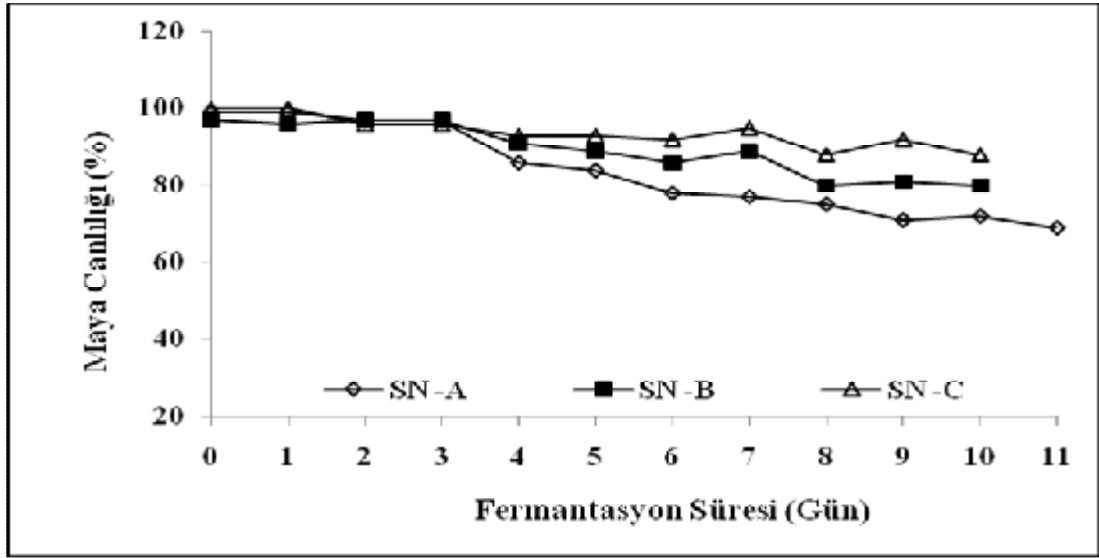
%12 şeker içerikli şırada NCYC 1056 mayasının farklı miktarlarda kullanılması ile gerçekleştirilen denemelerde maya hücrelerinin canlılığı Şekil 4.11’de verilmiştir.

Şekilden de görüldüğü gibi fermantasyon başında maya canlılığı %98 ile %99 arasında belirlenmiş ve fermantasyonun başlamasıyla birlikte canlılıkta azalmalar başlamıştır. Fermantasyon sonunda maya canlılıkları %78 ile %87 arasında belirlenmiş olup en yüksek canlılık 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede belirlenmiştir.



Şekil 4.12. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi
 A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

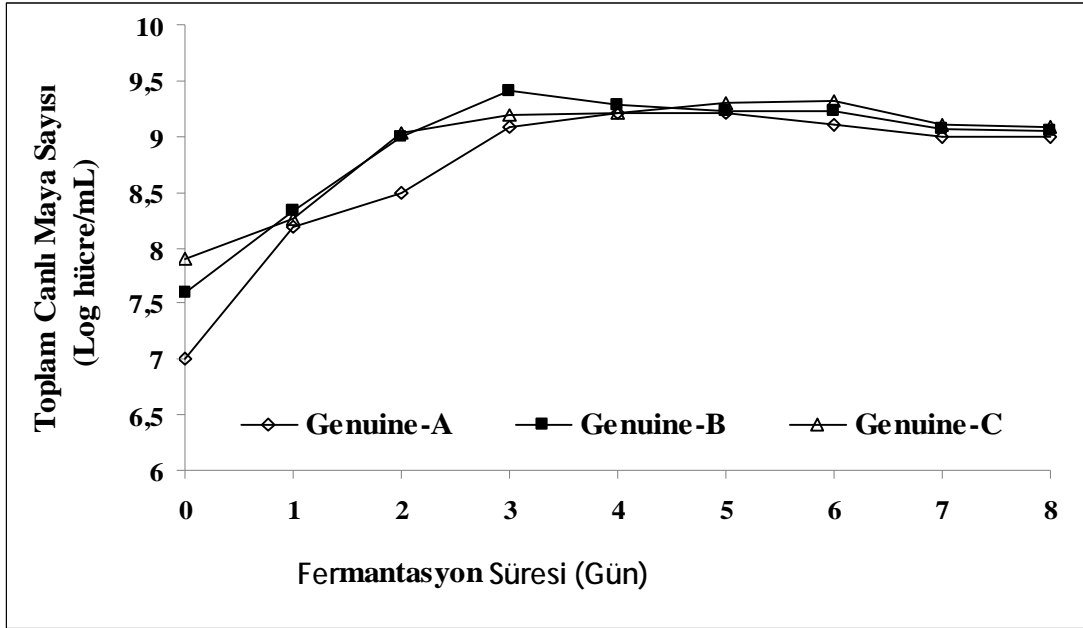
Gerçekleştirilen denemelerde 1×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde fermantasyonun başından itibaren hızlı bir artış gözlenmiş ve maya sayısı fermantasyonun altıncı gününde sırasıyla 9.26 log hücre/mL ve 9.36 log hücre/mL olarak elde edilmiştir. Buna karşılık 4×10^7 hücre/mL SN Lager mayası ilave edilen denemede ilk gün fazla bir değişiklik olmamış fakat fermantasyonun 1. günden sonra maya sayısında hızlı bir artış gözlenerek en yüksek değere beşinci günde 9.30 log hücre/mL olarak ulaşılmıştır. Öte yandan fermantasyon 4×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örneklerde 10 gün sürmüş ve maya değerleri sırasıyla 9.11 log hücre/mL ve 9.14 log hücre/mL olarak elde edilmişken, 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen deneme 11 gün sürmüş ve maya sayısı 8.05 log hücre/mL olarak bulunmuştur.



Şekil 4.13. %12 Şeker yoğunluklu malt şirasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

SN Lager mayasının kullanılması ile gerçekleştirilen denemelerde maya hücrelerinin canlılığı Şekil 4.13'te verilmiştir.

Fermantasyon başında denemelerde canlılık; %97 ile %100 arasında belirlenmiştir. Fermantasyon sırasında farklı miktarlarda aşıl原因 örneklerin maya canlılıklarında farklılıklar gözlenmiş ve fermantasyon sonunda en düşük canlılık 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede %69 olarak belirlenmişken, en yüksek canlılık %88 olarak 8×10^7 hücre/mL maya ilavesi ile gerçekleştirilen denemede elde edilmiştir.



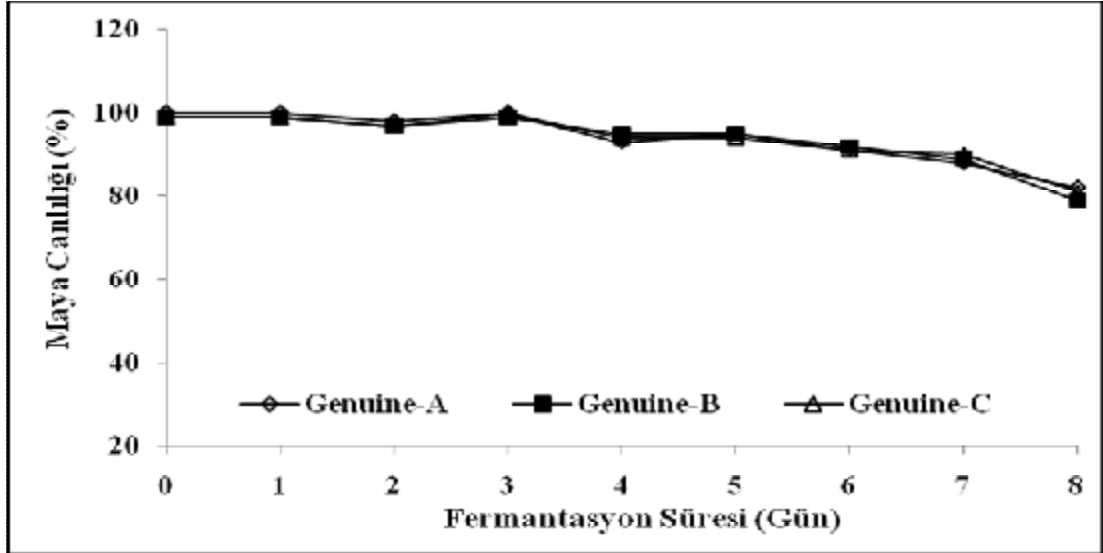
Şekil 4.14. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi
 A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.14'ten de görüldüğü gibi fermantasyonun başından itibaren *S. cerevisiae* Genuine mayası ilave edilen tüm denemelerde maya sayısı hızlı bir şekilde artmıştır. 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede en yüksek maya sayısına fermantasyonun dördüncü günü 9.22 log hücre/mL olarak ulaşılmıştır. Daha sonra maya sayısında fermantasyon tamamlanana kadar azalma görülerek fermantasyon sonunda 8.99 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede maya sayısında hızlı bir artış gözlenmiş ve en yüksek değer üçüncü gün 9.41 log hücre/mL olarak elde edilmiştir. 3. günden sonra canlı maya sayısında fermantasyon sonuna kadar azalma gözlenmiş ve sekiz günlük fermantasyon sonunda canlı maya sayısı 9.05 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede de toplam canlı mayasında hızlı bir artış gözlenmiş ve en yüksek toplam canlı maya sayısı altıncı günde 9.33 log hücre/mL olarak bulunmuştur. Daha sonra canlı maya sayısında azalma gözlenmiş ve 8 günlük fermantasyon sonunda canlı maya sayısı 9.09 log hücre/mL olarak elde edilmiştir.

Genuine mayasının kullanılması ile gerçekleştirilen denemelerde maya hücrelerinin canlılığı Şekil 4.15'te verilmiştir.

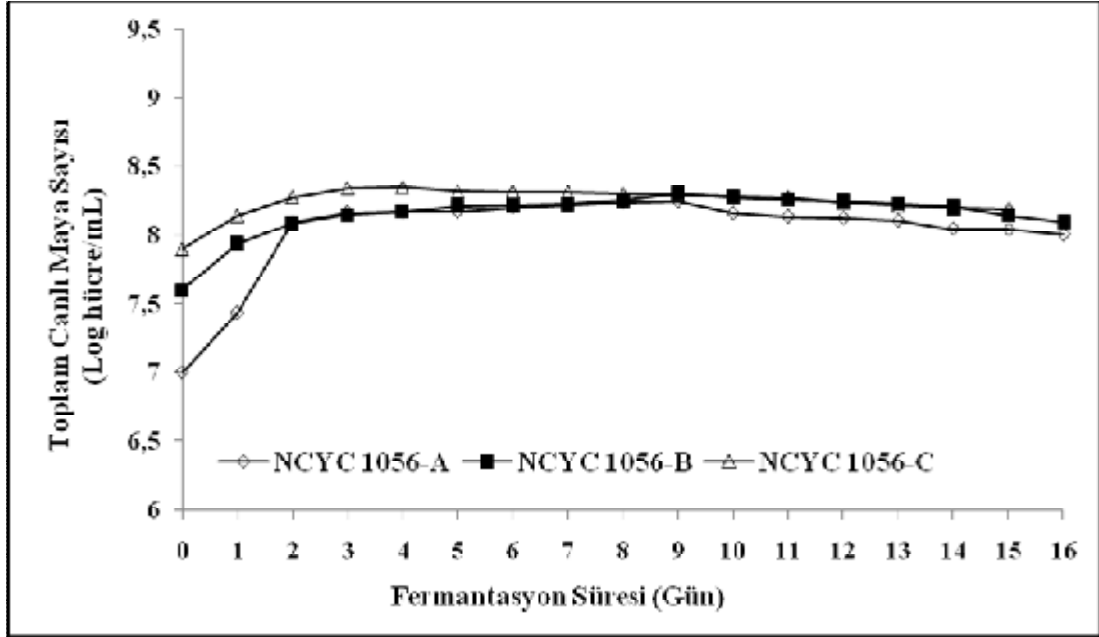


Şekil 4.15. %12 Şeker yoğunluklu malt şirasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Genuine mayasının farklı miktarlarda ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde fermantasyonun 1. gününden sonra maya canlılığı azalmaya başlamış ve 8 günlük fermantasyon sonunda canlılık %79 ile %81 arasında belirlenmiştir.

4.3.2. %15 Şeker Yoğunluklu Malt Şirasında Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı

%15 Şeker yoğunluklu malt şirasında alkol fermantasyonu sırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının gelişimi ve canlılığı Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de verilmiştir.

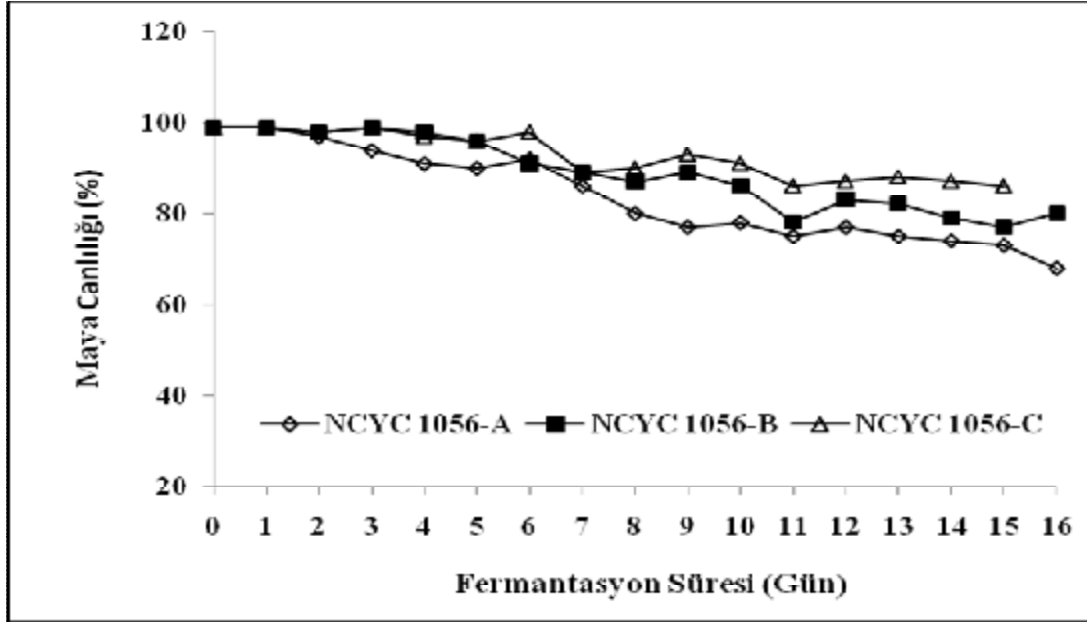


Şekil 4.16. %15 Şeker yoğunluklu malt şirasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.16'da da görüldüğü gibi fermantasyon başından itibaren toplam canlı maya sayısında hızlı bir artış gözlenmiştir. %15 şeker yoğunluklu şırada gerçekleştirilen denemelerde *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının ilavesiyle en yüksek toplam canlı maya sayısı 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 8.35 log hücre/mL olarak fermantasyonun dördüncü gününde elde edilmiştir. Daha sonraki günlerde maya sayısında azalma gözlenmiş ve on beş gün süren fermantasyon sonunda toplam canlı maya sayısı 8.20 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

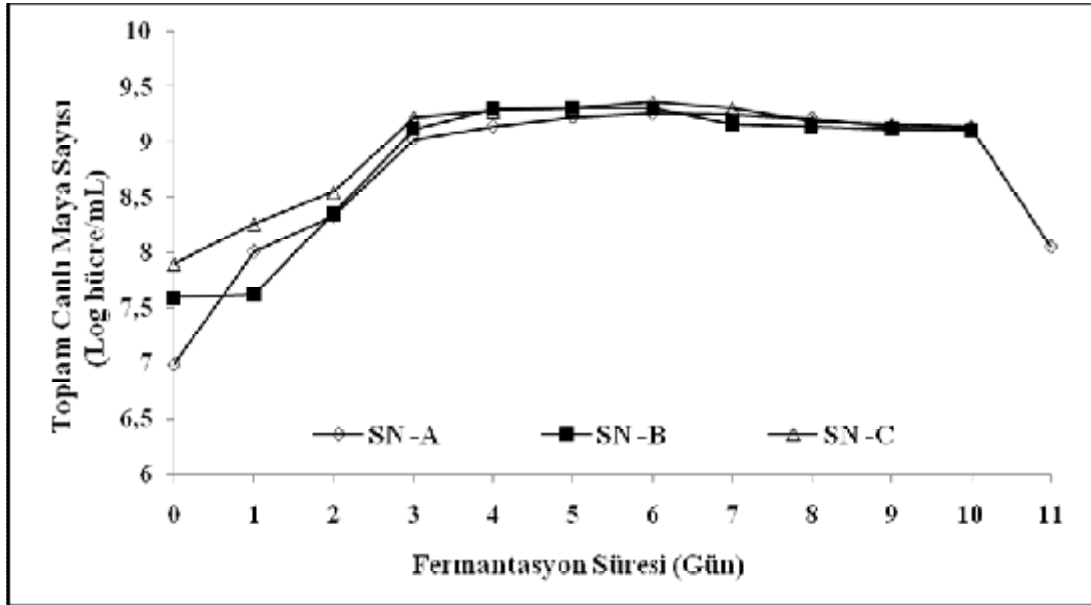
1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde fermantasyonun 9. gününe kadar toplam canlı maya sayısında artış gözlenmiş ve sırasıyla canlı maya sayıları 8.25 log hücre/mL ve 8.30 log hücre/mL olarak elde edilmişlerdir. Dokuzuncu günden sonra her iki denemede de fermantasyon sonuna kadar toplam maya sayısında azalma gözlenmiş olup on altı gün süren fermantasyon sonunda toplam canlı maya sayıları sırasıyla 8.01 log hücre/mL ve 8.10 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

% 15 Şeker yoğunluklu malt şirasına farklı miktarlarda NCYC 1056 mayasının ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde maya canlılığı Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. %15 Şeker yoğunluklu malt şirasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.17’den de görüldüğü gibi başlangıçta %99 olan canlılık fermantasyon ile azalmaya başlamış ve 16 gün süren 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL ilave edilen denemelerde sırasıyla %68 ve %80 olarak belirlenmiştir. Öte yandan, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 15 gün sürmüş ve fermantasyon sonunda %86 olarak belirlenmiştir.

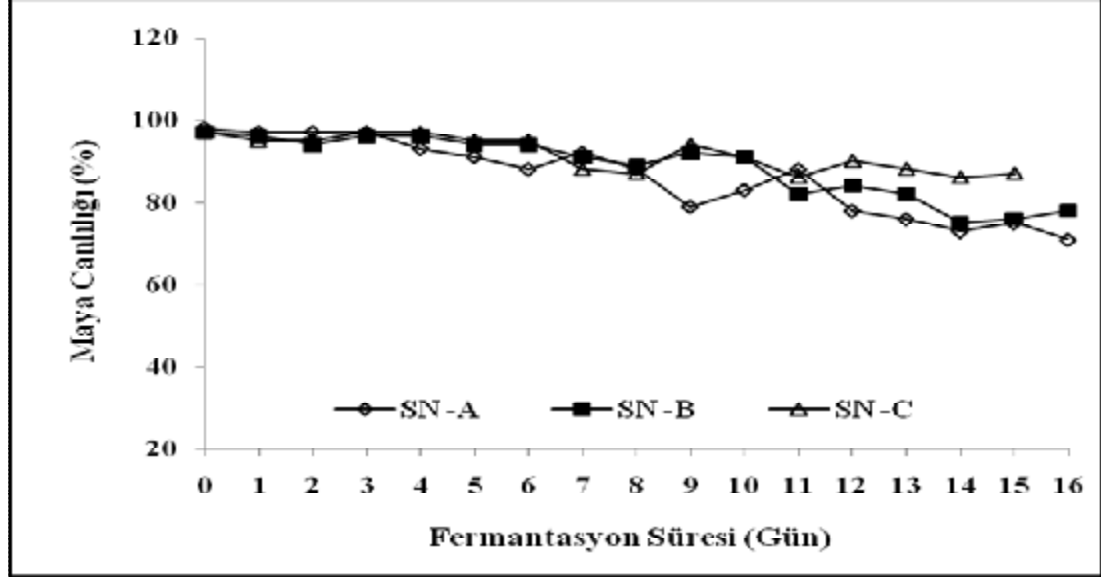


Şekil 4.18. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi

A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

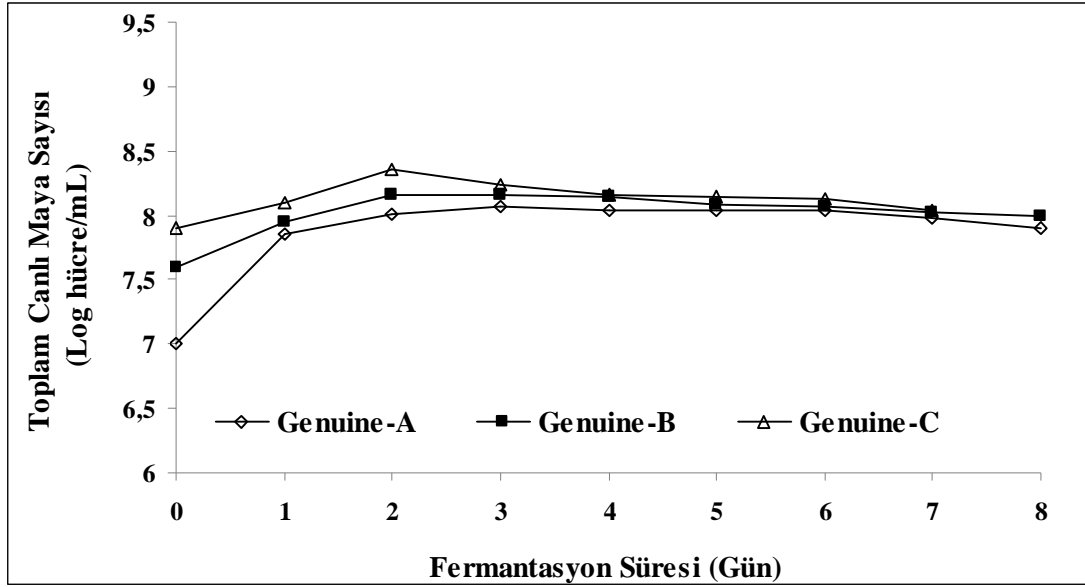
Şekil 4.18'den de görüldüğü gibi %15 şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının ilavesiyle gerçekleştirilen üç denemede de canlı maya sayısı ikinci güne kadar hızlı bir şekilde artmış ve 4×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemelerde fermantasyonun 9. gününe kadar yavaşta olsa artış devam etmiş ve 9. gün en yüksek canlı maya sayıları sırasıyla 8.29 log hücre/mL ve 8.36 log hücre/mL olarak belirlenmiştir. Dokuzuncu günden sonra her iki denemede de toplam canlı maya sayısı azalmaya başlamış ve 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen deneme 16 gün, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen deneme 15 gün sürmüştür. Öte yandan, 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede en yüksek değer 8.26 log hücre/mL ile fermantasyonun 6. günü belirlenmişken fermantasyon 16 gün sürmüş ve fermantasyon sonunda en düşük canlı maya sayısını (8.05 log hücre/mL) elde edilmiştir. Fermantasyon sonunda en yüksek toplam canlı maya sayısı 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 8.16 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

SN Lager mayasının farklı miktarlarda ilavesi ile hazırlanan denemelerde maya hücrelerinin canlılığı Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.19'dan da görüldüğü gibi fermantasyon başında maya canlılığı %97 ile %98 olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun başlamasıyla maya canlılığı azalmış ve fermantasyon sonunda %71 ile %87 arasında belirlenmiştir.



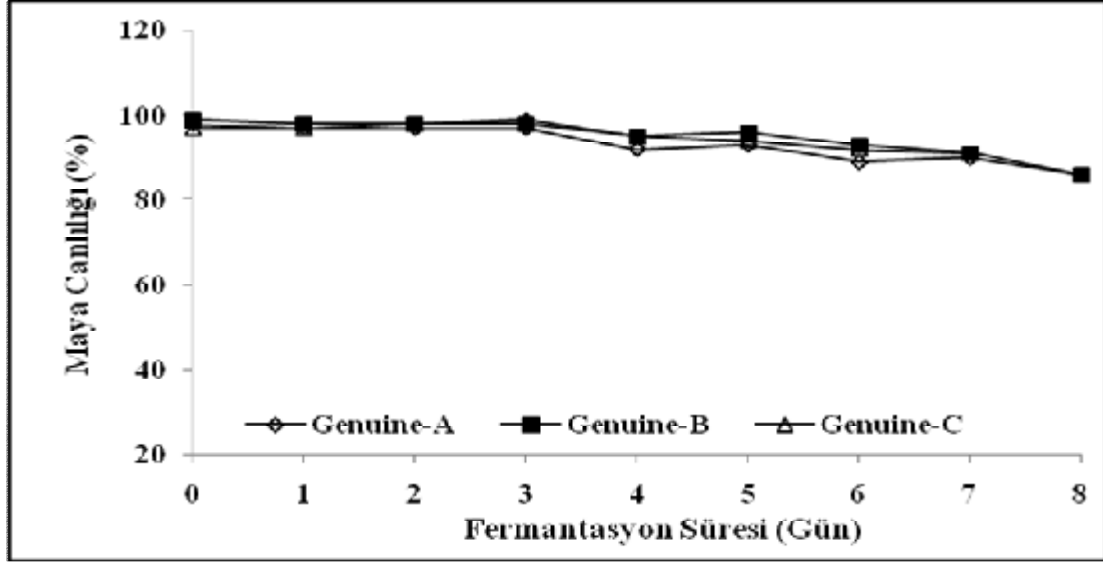
Şekil 4.20. %15 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi

A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

%15 Şeker yoğunluklu şırada *S. cerevisiae* Genuine mayasının farklı miktarda ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde en yüksek toplam maya sayısı 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede fermantasyonun ikinci günü 8.37 log hücre/mL olarak belirlenmiştir. İkinci günden sonra toplam canlı maya sayısı azalmaya başlamış ve yedi günlük fermantasyon sonucunda toplam canlı maya sayısı 8.05 log hücre/mL değerini almıştır.

Öte yandan, 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL maya ilavesiyle gerçekleştirilen denemelerde en yüksek toplam canlı maya sayıları sırasıyla 8.08 log hücre/mL ve 8.16 log hücre/mL olarak fermantasyonun üçüncü gününde elde edilmiş ve daha sonra fermantasyon sonuna kadar maya sayıları yavaşça azalmıştır. 8 günlük fermantasyon sonunda toplam canlı maya sayısı sırasıyla 7.89 log hücre/mL, 7.99 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

%15 Şeker yoğunluklu malt şirasına farklı miktarlarda Genuine mayasının ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde maya hücrelerinin canlılığı Şekil 4.21’de verilmiştir.

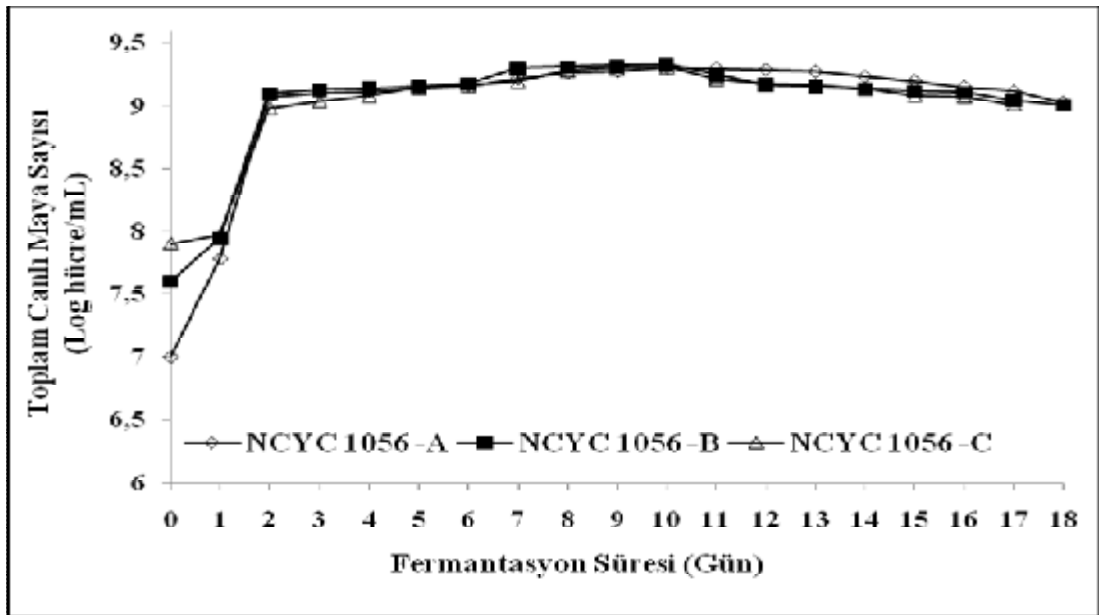


Şekil 4.21 %15 Şeker yoğunluklu malt şirasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.21’den de görüldüğü gibi canlılık başlangıçta %97 ile %99 arasında belirlenmiştir. Fermantasyonun başlamasıyla maya canlılığı azalmaya başlamış fermantasyonun 3. gününden sonra azalama hızlanmıştır. Fermantasyon sonunda maya canlılığı %86 ile %91 arasında belirlenmiştir.

4.3.3. %18 Şeker Yoğunluklu Malt Şırasında Mayaların Gelişimi ve Canlılık Oranı

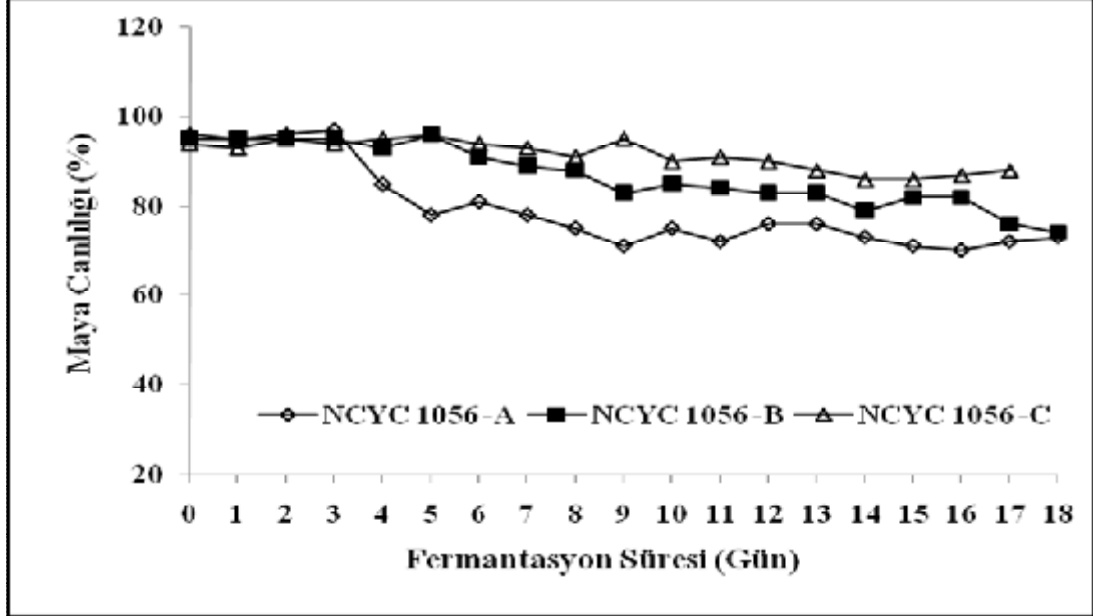
%18 şeker yoğunluklu şırada alkol fermantasyonu sırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının gelişimi ve canlılığı Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.22. %18 Şeker yoğunluklu malt şırasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

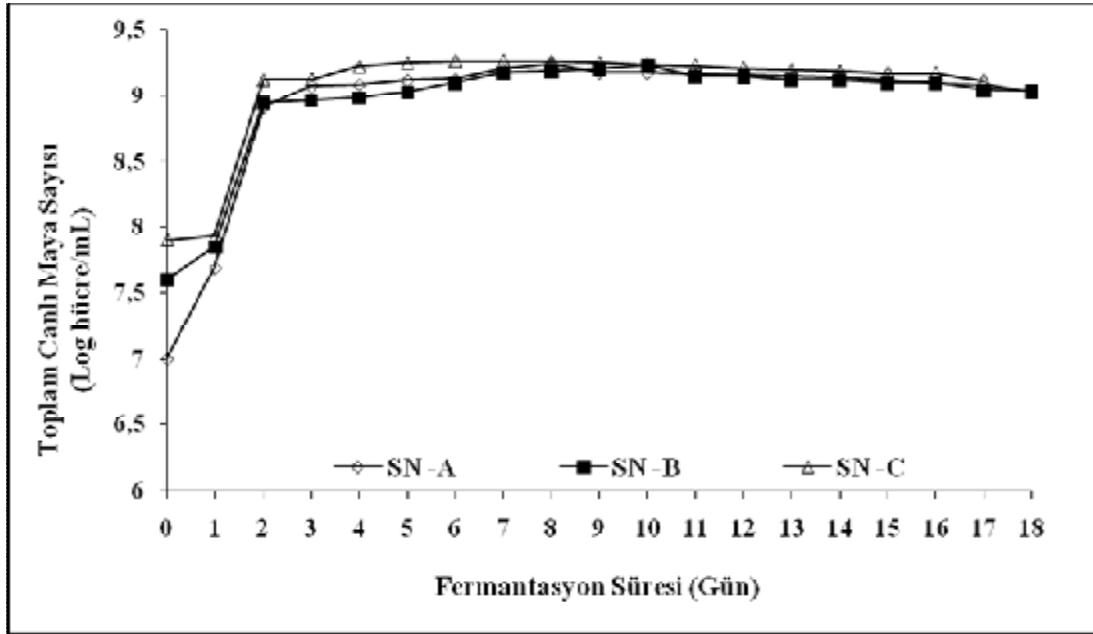
Şekil 4.22’den de görüldüğü gibi fermantasyonun ikinci gününe kadar toplam canlı maya sayısı hızlı bir şekilde, daha sonra 10. güne kadar yavaş bir şekilde artmıştır. Fermantasyonun 10. günü en yüksek maya sayısı 9.33 log hücre/mL ile 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede belirlenmiştir. Daha sonra fermantasyon sonuna kadar toplam canlı maya sayısında azalma gözlenmiştir. Öte yandan, 1×10^7 hücre/mL ve 4×10^7 hücre/mL ilave edilen denemelerde fermantasyon 18 gün sürmüştür ve fermantasyon sonunda toplam canlı maya sayıları sırasıyla 9.03 log hücre/mL ve 9.01 log hücre/mL olarak bulunmuştur. Buna karşılık 8×10^7 hücre/mL ilave edilen denemede fermantasyon 17 günde tamamlanmış ve toplam canlı maya sayısı 9.01 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

%18 Şeker yoğunluklu malt şirasına farklı miktarlarda NCYC 1056 mayasının ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde fermantasyon sırasında maya canlılığındaki değişim Şekil 4.23'te verilmiştir.



Şekil 4.23. %18 Şeker yoğunluklu malt şirasında *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

NCYC 1056 mayasının farklı miktarlarda ilavesiyle gerçekleştirilen denemede başlangıçta maya canlılığı %94 ile %96 arasında belirlenmiş olup fermantasyon ile beraber azalmaya başlamıştır. Fermantasyon sonunda en yüksek canlılık %88 ile 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede elde edilmişken en düşük canlılık %73 ile 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede bulunmuştur.

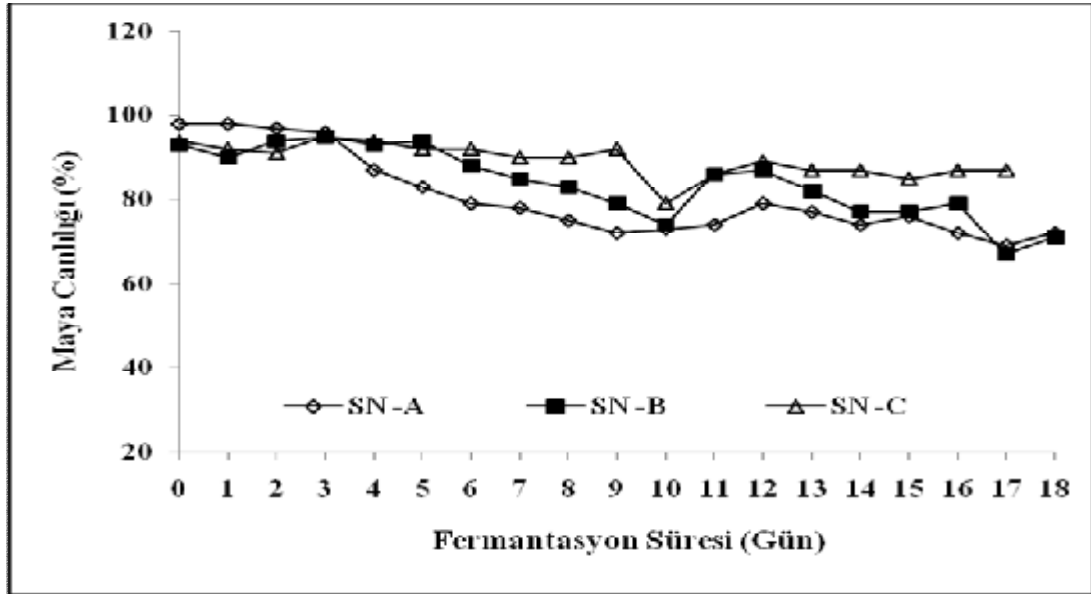


Şekil 4.24. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

%18 Şeker yoğunluklu şırada farklı miktarda *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde (Şekil 4.24) 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede toplam canlı maya sayısı sekizinci güne kadar hızlı bir şekilde artarak 9.24 log hücre/mL'ye ulaşmıştır. Öte yandan, toplam canlı maya sayısı 11. günden sonra azalmaya başlamış ve 18. günde 9.03 log hücre /mL değerine düşmüştür.

4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede toplam canlı maya sayısı onuncu güne kadar hızlı şekilde artarak 9.23 log hücre/mL'ye ulaşmıştır. Fermentasyonun onuncu gününden sonra toplam canlı maya sayısı azalmaya başlamış ve fermentasyon on sekiz günde tamamlanmıştır. Fermentasyon sonunda toplam canlı maya sayısı 9.03 log hücre/mL olarak elde edilmiştir.

Öte yandan, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede ise toplam canlı maya sayısı yedinci günde en yüksek değerini 9.26 log hücre/mL olarak almış ve sekizinci günden itibaren azalmaya başlamıştır. Fermentasyon diğer denemeden 1 gün önce (on yedi gün) tamamlanmış ve fermentasyon sonunda toplam canlı maya sayısı 9.12 log hücre/mL olarak elde edilmiştir.

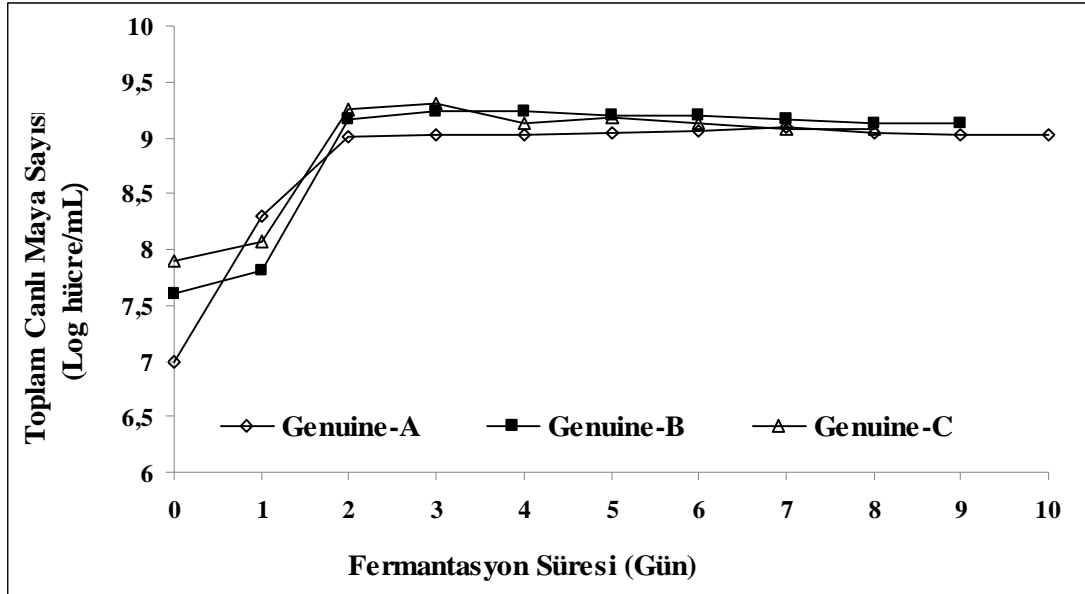


Şekil 4.25. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* SN Lager mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı

A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

SN Lager mayasının farklı miktarlarda ilavesiyle gerçekleştirilen denemelerde de maya hücrelerinin canlılığındaki değişim Şekil 4.25'te verilmiştir.

Şekil 4.25'ten de görüldüğü gibi fermantasyon başında maya canlılığı %93 ile %98 arasında belirlenmiştir. Fermantasyonun başlamasıyla maya canlılığı azalmaya başlamış ve fermantasyon sonunda en düşük değer %71 ile 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede belirlenmişken, en yüksek değer 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede %87 olarak belirlenmiştir.

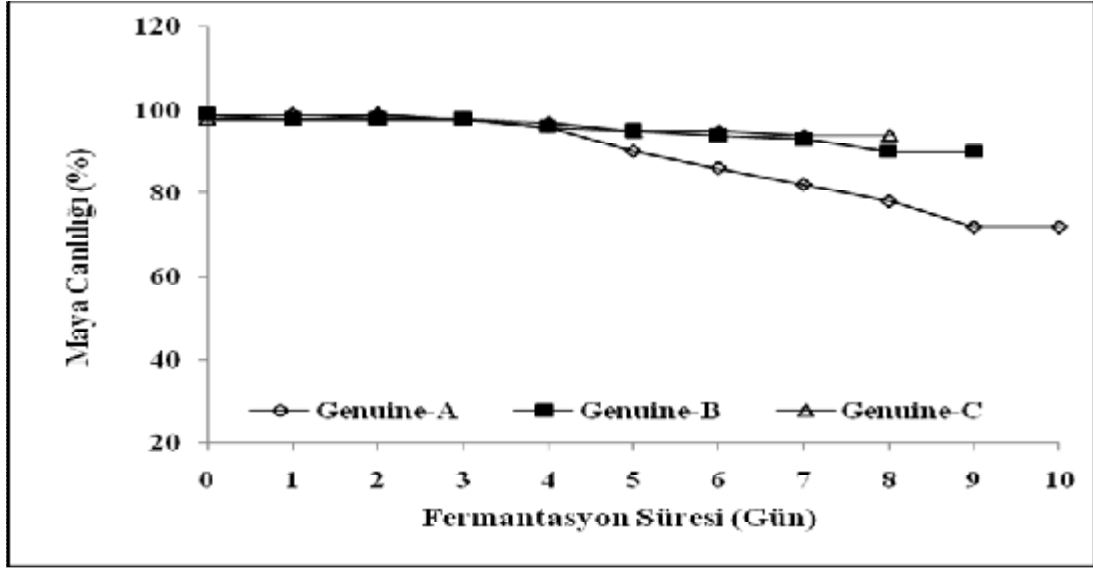


Şekil 4.26. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya gelişimi
 A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

%18 Şeker yoğunluklu sırada *S. cerevisiae* Genuine mayası ile gerçekleştirilen denemelerde ilave edilen maya miktarı arttıkça fermantasyon süresi azalmıştır. Şekil 4.26'dan da görüldüğü gibi, fermantasyonu en hızlı tamamlayan 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen deneme olmuş ve fermantasyonun 3. gününde toplam canlı maya sayısı 9.30 log hücre/mL ile en yüksek değeri almıştır. Daha sonra toplam canlı maya sayısında azalma gözlenmiş ve fermantasyon sekiz günde tamamlanmıştır. Fermantasyon sonunda toplam canlı maya sayısı 9.08 log hücre/mL olarak bulunmuştur.

1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede toplam canlı maya sayısı ikinci güne, 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 4. güne kadar hızlı bir şekilde artmıştır. 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 4. gün toplam canlı maya sayısı 9.23 log hücre/mL olarak elde edilmiş ve fermantasyon dokuz günde tamamlanmıştır. Fermantasyon sonunda toplam canlı maya sayısı 9.13 log hücre/mL olarak bulunmuştur. Öte yandan, 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede fermantasyon 10 günde tamamlanmış ve fermantasyon sonunda toplam canlı maya sayısı 9.02 log hücre/mL olarak belirlenmiştir.

Genuine mayasının farklı miktarlarda kullanılmasıyla gerçekleştirilen denemelerde maya hücrelerinin canlılığındaki değişim Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.27. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında *S. cerevisiae* Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde maya canlılığı
A: 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, B: 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek, C: 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnek.

Şekil 4.27’den de görüldüğü gibi fermantasyon başında canlılık %98 ile %99 olarak belirlenmiş ve fermantasyon boyunca maya canlılığı azalmıştır. Fermantasyon sonunda en düşük maya canlılığı %72 ile 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede belirlenmişken, en yüksek canlılık %94 ile 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede belirlenmiştir.

4.4. Biralarm Bileşimi**4.4.1. %12 Şeker Yoğunluklu Şırada Farklı Miktarlarda maya Kullanımı İle Elde Edilen Biralarm Genel Bileşimi**

%12 Şeker yoğunluklu şıradan *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayaların farklı miktarlarda ilavesi ile elde edilen biralarm genel bileşimleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Gerçekleştirilen denemelerde yoğunluk değerleri *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasında 1.0096 ile 1.010, *S. cerevisiae* SN mayasında 1.009 ile 1.011 ve *S. cerevisiae* Genuine mayasında 1.008 ile 1.009 arasında bulunmuştur. En düşük yoğunluk değerleri Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde elde edilmiştir. SN Lager ve Genuine mayalarının kullanıldığı denemelerde en yüksek değer 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte bulunmuştur. Fermantasyon sonunda NCYC 1056 ve Genuine mayalarından elde edilen biralarda yoğunluk değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$). SN Lager mayasından elde edilen biralarda ise %1 önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çakıröz (2004) yaptığı çalışmada NCYC 1056 mayaları ile üretilen biralarda yoğunluk değerini 1.0097 ile 1.0111 arasında, Efes ticari mayaları ile üretilen biralarda ise 1.0128 ile 1.0144 arasında bulmuştur.

Alkol biralarm en önemli unsurudur (Hough ve ark.,1982). *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasının %12’lik şeker yoğunluklu şıralarda kullanılması ile elde edilen biralarda ilave edilen maya miktarı arttıkça alkol miktarı düşmüş ve hacim olarak %4.34 (h/h) ile %5.19 (h/h) arasında belirlenmiştir ($P < 0.01$). Öte yandan SN Lager mayasından elde edilen biralarda %4.25 (h/h) ile %5.11 (h/h) arasında bulunmuş ($P < 0.01$) ve en yüksek etil alkol miktarı 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede elde edilmiştir. Genuine mayasından üretilen biralarda ise etil alkol miktarı %4.67 (h/h) ile %5.15 (h/h) arasında saptanmıştır ($P > 0.05$).

Çizelge 4.2. %12 Şeker yoğunluklu malt sırasında farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların genel bileşimi

Bileşim	N1056				SN Lager				Genuine			
	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]	1x10 ⁷ hücre/m L maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/m L maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]
Yoğunluk (20/20 ⁰ C)	1,010 ^a	1,010 ^a	1,009 ^b	*	1,010 ^b	1,011 ^a	1,009 ^c	**	1,009 ^a	1,009 ^a	1,008 ^b	*
Etil alkol % (h/h)	5,19 ^a	4,36 ^a	4,34 ^b	**	4,67 ^b	4,25 ^c	5,11 ^a	**	4,90	5,15	4,67	ö.d
Kuru madde (g/L)	44,01 ^a	43,92 ^a	40,8 ^b	*	42,93	43,32	40,14	ö.d	43,39	41,23	39,67	ö.d
pH	3,98	3,88	3,82	ö.d.	3,91	3,89	3,82	ö.d	4,03	3,93	3,91	ö.d
Toplam Asitlik (g/L) (Laktik asit cinsinden)	1,55	1,67	1,8	ö.d.	1,62	1,86	1,77	ö.d	1,49	1,59	1,42	ö.d
Laktik Asit (g/L)	0,141 ^b	0,068 ^c	0,303 ^a	**	0,077 ^c	0,151 ^b	0,520 ^a	**	0,044	0,068	0,051	ö.d
Asetik Asit (g/L)	0,281 ^c	0,339 ^b	0,514 ^a	**	0,351 ^c	0,378 ^b	0,419 ^a	**	0,015	0,040	0,046	ö.d
Glikoz (g/L)	0,112 ^b	0,211 ^a	0,202 ^a	**	0,188 ^a	0,185 ^a	0,118 ^b	**	0,022	0,076	0,021	ö.d
Fruktoz (g/L)	0,262 ^a	0,206 ^b	0,189 ^b	**	0,191 ^a	0,134 ^b	0,178 ^a	**	0,087	0,075	0,288	ö.d
Maltotrioz (g/L)	13,578 ^a	12,327 ^b	12,177 ^c	**	12,76	11,85	14,61	ö.d	13,940	14,254	12,792	ö.d
Sükroz+Maltoz (g/L)	1,095 ^c	2,781 ^a	2,403 ^b	**	1,469	1,682	1,109	ö.d	0,144	0,201	0,186	ö.d

¥S: İstatiksel değerlendirmede önem seviyesi. Çizelgede aynı satırda soldan sağa doğru aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel açıdan önemsizdir (P<0.05). Duncan testine göre istatistiksel olarak; *: %5, **: %1 önem seviyesinde ve ö.d.: önemsiz.

%12 şeker içeren şıradan elde edilen biralarda kuru madde miktarı 39.67 g/L ile 43.39 g/L arasında bulunmuştur. Çakıröz (2004) tarafından yapılan bir çalışmada NCYC 1056 mayası ile üretilen biralarda kuru madde değerini 47.15 g/L ile 51.85 g/L arasında, Efes ticari mayaları ile üretilen biralarda ise 55.35 g/L ile 58.2 g/L arasında bulunmuştur.

Farklı mayaların farklı miktarlarının ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde ilave edilen maya miktarı arttıkça pH değeri düşmüştür. NCYC 1056 mayasının kullanımıyla üretilen biralarda pH değeri 3.82 ile 3.98 arasında, SN Lager mayasının kullanıldığı biralarda 3.82 ile 3.91 arasında ve Genuine mayasından üretilen biralarda ise 3.91 ile 4.03 arasında bulunmuştur. Öte yandan, gerçekleştirilen varyans analizine göre pH bakımından kullanılan tüm maya ıklarının farklı miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Saerens ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada 12°P şeker yoğunluklu şıradan elde edilen biralarda pH değerini 4.52 bulmuşlardır.

Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi gerçekleştirilen denemelerde toplam asitlik değerleri, laktik asit cinsinden 1.42 g/L ile 1.86 g/L, laktik asit miktarları 0.52 g/L ile 0.05 g/L, asetik asit miktarları 0.015 g/L ile 0.419 g/L arasında bulunmuştur.

Malt şırasının fermantasyonları sonunda elde edilen biralarda glikoz, fruktoz ve sukroz + maltoz miktarları 2.781 g/L altında belirlenmiştir. Maltotrioz miktarları ise 11.85 g/L ile 14.254 g/L arasında bulunmuştur.

Boulton ve Quain (2001) 12°P şeker yoğunluklu şırada farklı mayalardan elde ettikleri biralarda glikoz miktarını 10.3 g/L ile 14.7 g/L ve fruktoz miktarını 1.0 g/L ile 3.9 g/L arasında bulmuştur. Öte yandan, maltotrioz değeri 11.4 g/L ile 17.7 g/L arasında değişmiştir

4.4.2. %15 Şeker Yoğunluklu Şırada Farklı Miktarlarda Maya İlavesi İle Elde Edilen Biralarda Genel Bileşimi

%15 Şeker yoğunluklu şıradan *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının farklı miktarlarda ilavesi ile elde edilen biralarda genel bileşimleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Gerçekleştirilen denemelerde yoğunluk değerleri *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasında 1.016 ile 1.025 ($P<0.01$), *S. cerevisiae* SN Lager mayasında 1.016 ile 1.022 ($P<0.05$) ve *S. cerevisiae* Genuine mayasında 1.013 ile 1.015 ($P>0.01$) arasında bulunmuştur. En düşük yoğunluk değerleri Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde elde edilmiştir. NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde en yüksek değer 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede bulunmuştur.

S. cerevisiae NCYC 1056 mayasının %15'lik şeker yoğunluklu şıralarda kullanılması ile elde edilen biralarda alkol miktarı, hacim olarak sırasıyla %6.22 (h/h), %5.95 (h/h) ve %5.60 (h/h) ve SN Lager mayasından elde edilen biralarda %5.82 (h/h) ile %6.24 (h/h) arasında belirlenmiş ve en yüksek etil alkol miktarı 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede elde edilmiştir. Öte yandan, Genuine mayasından üretilen biralarda ise %5.59 (h/h) ile %6.23 (h/h) arasında değer almıştır. Gerçekleştirilen varyans analizine göre fermantasyon sonunda tüm denemelerde alkol miktarı bakımından ilave edilen maya miktarları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Suihko ve ark. (1993) 16°P şıralardan elde edilen biralarda etil alkol miktarını %7.1 (h/h) olarak bulmuşlardır. Mizuno ve ark. (2006) yüksek şeker yoğunluklu şırada yaptıkları çalışmada iki farklı bira mayasını karşılaştırmışlar ve etil alkol miktarını %8.8 (h/h) ve %9.9 (h/h) olarak bulmuşlardır. Bvochora ve Zvauya (2001) yaptıkları çalışmada normal biralarda karşılaştırılan yüksek şeker yoğunluklu biralarda daha yüksek alkol seviyesine (%4.74 h/h) ulaştığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.3. % 15 Şeker yoğunluklu malt sırasında farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların genel bileşimi

Bileşim	N1056				SN Lager				Genuine			
	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]
Yoğunluk (20/20°C)	1,016 ^c	1,0204 ^b	1,025 ^a	**	1,016 ^b	1,0206 ^{ab}	1,022 ^a	*	1,015	1,014	1,013	ö.d
Etil alkol %(h/h)	6,22	5,95	5,60	ö.d	6,24	5,96	5,82	ö.d	6,19	6,23	5,59	ö.d
Kuru madde (g/L)	62,27 ^c	69,49 ^b	71,78 ^a	**	62,52	70,31	72,94	**	59,33 ^a	57,61 ^a	55,76 ^b	*
pH	3,95	3,89	3,99	ö.d	3,93	3,89	3,88	ö.d	4,12 ^a	4,01 ^b	3,93 ^c	*
Toplam Asitlik (g/L) (Laktik asit cinsinden)	1,9	2,01	2,16	ö.d	1,82 ^b	2,34 ^a	2,33 ^a	*	1,89 ^b	1,87 ^b	2,04 ^a	*
Laktik Asit (g/L)	0,129 ^c	0,194 ^b	0,229 ^a	**	0,113 ^c	0,324 ^a	0,209 ^b	**	0,267 ^a	0,261 ^a	0,083 ^b	**
Asetik Asit (g/L)	0,431	0,457	0,464	ö.d	0,417 ^b	0,649 ^a	0,451 ^b	**	0,452 ^a	0,403 ^b	0,015 ^c	**
Glikoz (g/L)	0,125 ^a	0,056 ^b	0,005 ^c	**	0,259 ^a	0,063 ^b	0,006 ^c	**	0,034 ^a	0,033 ^a	0,021 ^b	*
Fruktoz (g/L)	0,199 ^a	0,164 ^b	0,081 ^c	**	0,214 ^a	0,173 ^a	0,089 ^b	*	0,288 ^b	0,320 ^a	0,134 ^c	**
Maltotrioz (g/L)	17,732 ^a	17,554 ^b	15,756 ^c	**	17,640 ^a	17,148 ^b	16,834 ^c	**	18,581 ^a	18,041 ^a	15,534 ^b	**
Sükroz+Maltoz (g/L)	3,458 ^c	6,744 ^b	9,689 ^a	**	0,861 ^c	1,086 ^b	4,090 ^a	**	0,387 ^b	0,197 ^c	0,408 ^a	**

[¥]S: İstatiksel değerlendirmede önem seviyesi. Çizelgede aynı satırda soldan sağa doğru aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel açıdan önemsizdir (P<0.05). Duncan testine göre istatistiksel olarak; *: %5, **: %1 önem seviyesinde ve ö.d.: önemsiz.

Çizelge 4.3'ten de görüldüğü gibi %15 şeker yoğunluklu şıralardan elde edilen biralarda kuru madde miktarı 55.76 g/L ile 71.78 g/L arasında belirlenmiştir.

Farklı mayaların farklı miktarlarının ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde SN Lager ve Genuine mayalarının kullanılmasıyla elde edilen denemelerde ilave edilen maya miktarı artıkça pH değeri düşmüştür. NCYC 1056 mayasının kullanımıyla üretilen biralarda pH değeri 3.89 ile 3.99 arasında, SN Lager mayasının kullanıldığı biralarda 3.88 ile 3.93 arasında ve Genuine mayasından üretilen biralarda ise 3.93 ile 4.12 arasında bulunmuştur. Öte yandan, Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde gerçekleştirilen varyans analizine göre pH değerleri bakımından kullanılan maya konsantrasyonları arasındaki fark istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde önemlidir. NCYC 1056 ve SN Lager mayalarından elde edilen biralarda pH değerleri bakımından ilave edilen maya miktarları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3). Saerens ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada 16°P şeker yoğunluklu şıradan elde edilen biralarda pH değerini 4.63 bulmuşlardır.

%15 şeker yoğunluklu şırada N1056, SN Lager ve Genuine mayaların farklı miktarlarının kullanıldığı denemelerde toplam asitlik miktarları (laktik asit cinsinden) 1.82 g/L ile 2.34 g/L, laktik asit miktarları 0.113 g/L ile 0.324 g/L ve asetik asit miktarları 0.015 g/L ile 0.649 g/L arasında değiştiği belirlenmiştir.

Mizuno ve ark. (2006) yüksek şeker yoğunluklu şırada yaptıkları çalışmada iki farklı bira mayasını karşılaştırmışlar ve laktik asit miktarını 0.182 g/L ve 0.201 g/L, asetik asit miktarını 0.072 g/L ve 0.159 g/L arasında bulmuşlardır.

Çizelgeden de görüldüğü gibi elde edilen glikoz ve fruktoz miktarları 0.320 g/L'den az bulunmuştur. Sükroz + maltoz miktarları SN Lager ve Genuine mayalarının kullanıldığı denemelerde 0.197 g/L ile 4.09 g/L arasında belirlenirken, NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemede 3.458 g/L ile 9.689 g/L arasında bulunmuştur. Örneklerin matotrioz miktarları ise 15.53 g/L ile 18.581 g/L arasında saptanmıştır.

4.4.3. %18 Şeker Yoğunluklu Şırada Farklı Miktarlarda Maya İlavesi İle Elde Edilen Biralarda Genel Bileşimi

%18 şeker yoğunluklu şıradan *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının farklı miktarlarda ilavesi ile elde edilen biralarda genel bileşimleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Gerçekleştirilen denemelerde yoğunluk değerleri *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayasında 1.019 ile 1.024, *S. cerevisiae* SN mayasında 1.021 ile 1.025 ve *S. cerevisiae* Genuine mayasında 1.017 ile 1.019 arasında bulunmuştur. En düşük yoğunluk değerleri Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde elde edilmiştir. SN Lager ve Genuine mayalarının kullanıldığı denemelerde en yüksek değer 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte bulunmuştur. Fermantasyon sonunda NCYC 1056 ve Genuine mayalarından elde edilen biralarda yoğunluk değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.01$). SN Lager mayasından elde edilen biralarda yoğunluk değerleri istatistiksel açıdan önemsizdir ($P > 0.05$).

S. cerevisiae NCYC 1056 ve SN Lager mayasının %18 şeker yoğunluklu şıralarda kullanılması ile elde edilen biralarda ilave edilen maya miktarı arttıkça alkol miktarı azalmış ve NCYC 1056 mayası kullanılan denemelerde %6.66 (h/h) ile %7.11 (h/h) arasında belirlenirken ($P < 0.01$), SN Lager mayası kullanılan denemelerde ise %6.92 (h/h) ile %7.16 (h/h) arasında bulunmuş ($P > 0.05$) ve en yüksek etil alkol miktarı 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede elde edilmiştir. Öte yandan, Genuine mayasından üretilen biralarda ise etil alkol miktarı %7.0 (h/h) ile %7.27 (h/h) arasında belirlenmiştir ($P > 0.05$).

Çizelge 4.4. %18 Şeker yoğunluklu malt sırasında farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların genel bileşimi

Bileşim	N1056				SN Lager				Genuine			
	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	S [¥]
Yoğunluk (20/20°C)	1,024 ^a	1,024 ^a	1,019 ^b	**	1,025	1,024	1,021	ö.d	1,019 ^a	1,018 ^b	1,017 ^c	*
Etil alkol %(h/h)	7,11 ^a	6,81 ^b	6,66 ^b	**	7,16	6,99	6,92	ö.d	7,20	7,27	7,00	ö.d
Kuru madde (g/L)	88,29 ^a	84,53 ^b	71,53 ^c	**	88,77 ^a	84,45 ^b	75,61 ^c	**	76,67 ^a	73,88 ^b	69,68 ^c	**
pH	3,95 ^a	3,91 ^a	3,86 ^b	*	3,99 ^a	3,93 ^b	3,89 ^b	*	4,15 ^a	3,96 ^b	3,95 ^b	**
Toplam Asitlik (g/L) (Laktik asit cinsinden)	2,29 ^b	2,58 ^a	2,53 ^a	**	2,34	2,66	2,52	ö.d	2,08 ^b	2,27 ^a	2,25 ^a	*
Laktik Asit (g/L)	0,023 ^c	0,617 ^a	0,276 ^b	**	0,310 ^a	0,074 ^b	0,043 ^c	**	0,071 ^c	0,168 ^b	0,430 ^a	**
Asetik Asit (g/L)	0,256 ^b	0,024 ^c	0,509 ^a	**	0,718 ^a	0,418 ^b	0,191 ^c	**	0,273 ^b	0,190 ^c	0,401 ^a	**
Glikoz (g/L)	0,290 ^b	1,264 ^a	0,096 ^b	**	0,152 ^a	0,007 ^c	0,112 ^b	**	0,067	0,041	0,041	ö.d
Fruktoz (g/L)	0,199 ^a	0,103 ^c	0,158 ^b	**	0,196 ^a	0,094 ^c	0,160 ^b	**	0,081 ^c	0,337 ^a	0,265 ^b	**
Maltotrioz (g/L)	18,540 ^b	18,921 ^a	18,018 ^c	**	21,742 ^a	18,980 ^b	18,444 ^c	**	22,705	22,977	22,134	ö.d
Sükroz+Maltoz (g/L)	1,941 ^a	1,273 ^b	1,181 ^c	**	0,930 ^c	1,028 ^b	1,802 ^a	**	0,534 ^a	0,289 ^b	0,252 ^b	**

[¥]S: İstatiksel değerlendirmede önem seviyesi. Çizelgede aynı satırda soldan sağa doğru aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel açıdan önemsizdir (P<0.05). Duncan testine göre istatistiksel olarak; *: %5, **: %1 önem seviyesinde ve ö.d.: önemsiz.

Nguyen ve Viet Man (2009) farklı aşılama miktarlarının %24 şeker içerikli yüksek yoğunluklu bira kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, etil alkol miktarını %9.20 (h/h) ile %10.05 (h/h) arasında bulmuşlardır.

Çizelge 4.4'ten de görüldüğü gibi örneklerin kuru madde miktarları 71.53 g/L ile 88.29 g/L arasında belirlenmiştir.

Farklı mayaların farklı miktarlarının ilavesi ile gerçekleştirilen denemelerde NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının kullanılmasıyla elde edilen denemelerde ilave edilen maya miktarı arttıkça pH değeri düşmüştür. NCYC 1056 mayasının kullanımıyla üretilen biralarda pH değeri 3.86 ile 3.95 arasında, SN Lager mayasının kullanıldığı biralarda 3.89 ile 3.99 arasında ve Genuine mayasından üretilen biralarda ise 3.95 ile 4.15 arasında bulunmuştur. Öte yandan, Genuine mayasının kullanıldığı denemelerde gerçekleştirilen varyans analizine göre pH değerleri bakımından kullanılan maya konsantrasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde öneme sahipken, NCYC 1056 ve SN Lager mayalarından elde edilen biralarda pH değerleri bakımından ilave edilen maya miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde önemlidir.

Bvochora ve Zvauya (2001) yaptıkları çalışmada biraların hem normal şeker yoğunluğunda hem de yüksek şeker yoğunluğunda fermantasyon boyunca pH değerleri ve kuru madde içeriklerinin azalmış olduğunu bulmuşlardır. Saerens ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada 18°P şeker yoğunluklu şıradan elde edilen biralarda pH değerini 4.25 olarak bildirmişlerdir.

%18 Şeker içerikli şıradan elde edilen biralarda toplam asitlik, laktik asit cinsinden, miktarları 2.25 g/L ile 2.58 g/L, laktik asit miktarları 0.023 g/L ile 0.617 g/L ve asetik asit miktarları 0.024 g/L ile 0.718 g/L arasında belirlenmiştir.

Örneklerin fermantasyon sonunda glikoz miktarları 0.041 g/L ile 1.264 g/L, fruktoz miktarları 0.081 g/L ile 0.337 g/L, sükroz + maltoz miktarları 0.252 g/L ile 1.94 g/L ve maltotrioz miktarları ise 18.44 g/L ile 22.977 g/L arasında bulunmuştur.

4.5. Biralarm Aroma Maddeleri

Aroma maddeleri litrede birkaç nanogramdan, birkaç miligrama kadar değişebilmektedir (Cabaroğlu, 2003). Aroma maddelerinin en önemli özellikleri çok az miktarlarda bile duysal olarak algılanmaları ve kalite üzerinde belirleyici rol oynamalarıdır. Bu özellik aroma maddelerine büyük önem kazandırmaktadır (Cabaroğlu ve ark., 1997).

Alkollü içkilerde aroma maddelerinin büyük bir kısmı mayalar tarafından fermantasyon sırasında oluşturulur (Etiévant, 1991). Alkollü içkilerde miktar olarak bulunan başlıca aroma maddeleri yüksek alkoller, esterler ve karbonil bileşikleridir (Mauricio ve ark., 1997; Erten ve Campbell, 2001; Quilter ve ark., 2003).

4.5.1. %12 Şeker Yoğunluklu Şıraya Farklı Miktarlarda Maya Kullanımı İle Elde Edilen Biralarm Aroma Maddeleri

%12 şeker yoğunluklu şıradan *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının farklı miktarlarda ilavesi ile elde edilen biralarda belirlenen aroma maddeleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

S. cerevisiae NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının kullanılmasıyla gerçekleştirilen tüm denemelerde ilave edilen maya miktarı arttıkça toplam aroma maddeleri miktarı artmıştır.

S. cerevisiae NCYC 1056 mayası kullanılarak elde edilen örneklerde toplam aroma maddeleri 132.7 mg/L ile 163.12 mg/L, SN Lager mayasıyla elde edilen denemelerde 153.6 mg/L ile 170.38 mg/L arasında değişmiştir. Öte yandan, Genuine mayası ile yapılan denemelerde ise 169.6 mg/L ile 194.23 mg/L arasında bulunmuştur.

4.5.1.1. Yüksek Alkoller

Yüksek alkoller, alkol fermantasyonu yan ürünleridir ve etil alkolden daha uzun zincirli maddelerdir. Miktar olarak aroma maddeleri içerisinde önemli bir yere sahiptir (Nykänen, 1986).

Çizelge 4.5'ten de görüldüğü gibi %12 şeker içeren malt şirasında NCYC 1056 ve SN Lager mayasının kullanılmasıyla gerçekleştirilen denemelerde ilave edilen maya miktarı arttıkça yüksek alkol miktarı artmıştır. En fazla yüksek alkol miktarı 141.44 mg/L ile SN Lager mayasının 8×10^7 hücre/mL ilavesi ile gerçekleştirilen denemede belirlenmiştir. En düşük yüksek alkol miktarı 108.6 mg/L ile NCYC 1056 mayasının 1×10^7 hücre/mL ilavesi ile elde edilen biralarda bulunmuştur. Öte yandan, Genuine mayasının farklı miktarda kullanılmasıyla üretilen biralarda en fazla yüksek alkol miktarı 112.4 mg/L olarak 1×10^7 hücre/mL ilave edilen denemede ve en düşük değer ise 110.37 mg/L ile 4×10^7 hücre/mL maya ilavesiyle gerçekleştirilen denemede elde edilmiştir. Çizelge 4.5'ten de görüldüğü gibi yüksek alkoller biralarda toplam aroma maddelerinin önemli bir kısmını oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.5'ten de görüldüğü gibi %12 şeker içeren şıralara ilave edilen maya sayısı arttıkça, NCYC 1056 mayası kullanımı ile n-propanol ($P < 0.01$) ve 2-metil bütanol ($P < 0.05$) ve SN Lager mayası kullanıldığında izo-bütanol miktarları artmıştır ($P < 0.05$). Diğer miktarlar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Suihko ve ark. (1993) farklı miktarlarda maya ilavesinin yüksek alkol üretimine bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ancak, Edelen ve ark. (1996), 3-metil bütanol miktarının artan maya ilavesiyle azaldığını ileri sürmüşlerdir.

Çizelge 4.5. %12 Şeker yoğunluklu şıraya farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların aroma maddeleri miktarları

	N1056			S [¥]	SN Lager			S [¥]	Genuine			S [¥]
	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi		1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi		1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	
Yüksek alkoller(mg/L)												
n-Propanol	17,924	16,609	18,726	ö.d	19,842	20,407	20,554	ö.d	18,795	20,495	19,808	ö.d
İzo-bütanol	20,582 ^c	27,899 ^b	36,675 ^a	**	23,481 ^b	33,430 ^b	38,225 ^a	*	16,577	17,227	20,114	ö.d
2-metil bütanol	17,267 ^b	18,563 ^b	21,967 ^a	*	19,617	22,314	22,892	ö.d	16,417	16,344	16,815	ö.d
3-metil bütanol	52,827	51,616	57,755	ö.d	60,118	62,156	59,769	ö.d	60,612	56,308	53,792	ö.d
Toplam	108,6	114,687	135,123		123,06	138,31	141,44		112,4	110,37	110,53	
Esterler(mg/L)												
Etil asetat	10,354 ^b	11,338 ^{a,b}	12,465 ^a	*	11,743	12,923	12,206	ö.d	13,971	13,517	10,168	ö.d
Etil bütirat	0,0379 ^a	0,0353 ^b	0,0291 ^c	**	0,043	0,0364	0,0228	ö.d	0,0612	0,0495	0,0303	ö.d
İzo-amil asetat	0,524 ^a	0,285 ^b	0,188 ^c	**	0,555	0,312	0,173	ö.d	1,659 ^a	1,124 ^b	0,527 ^c	**
Etil hekzonoat	0,0723 ^b	0,0745 ^a	0,0597 ^c	**	0,0852	0,0888	0,062	ö.d	0,212 ^a	0,115 ^b	0,0491 ^c	**
Etil oktanoat	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0853	0,0737	0,0392	ö.d	ö.d
Toplam	10,99	11,733	12,742		12,43	13,36	12,46		15,99	14,88	10,81	
Karbonil bileşikler(mg/L)												
Asetaldehit	12,933 ^b	13,565 ^b	14,959 ^a	*	17,83	14,487	16,163	ö.d	40,740 ^b	72,087 ^a	72,674 ^a	**
Diasetil (2,3- bütanedion)	0,0949 ^c	0,205 ^a	0,172 ^b	**	0,153	0,253	0,184	ö.d	0,246 ^a	0,135 ^b	0,099 ^b	*
2,3-pentaedion	0,0853 ^c	0,153 ^a	0,12 ^b	**	0,128	0,188	0,131	ö.d	0,220 ^a	0,146 ^b	0,112 ^b	*
Toplam	13,11	13,92	15,25		18,11	14,93	16,478		41,21	72,37	72,89	
Genel toplam (mg/L)	132,7	140,34	163,12		153,6	166,6	170,38		169,6	197,62	194,23	

¥S: İstatiksel değerlendirmede önem seviyesi. Çizelgede aynı satırda soldan sağa doğru aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel açıdan önemsizdir (P<0.05). Duncan testine göre istatistiksel olarak; *: %5, **: %1 önem seviyesinde ve ö.d.: önemsiz.

Sigler ve ark. (2009) farklı şeker yoğunluklu şıralardan elde ettikleri biralarda n-proponal miktarlarını 11.35 mg/L ve 10.51 mg/L, izo-bütanol miktarlarını 11.1 mg/L ve 9.4 mg/L arasında bulmuşlardır. Öte yandan 2-metil bütanol miktarlarını ise 52 mg/L ve 45.5 mg/L arasında belirlemişlerdir.

4.5.1.2. Esterler

Esterler, biranın bileşiminde bulunan ve aromasını oluşturan en önemli bileşiklerdir. Alkol fermantasyonu sırasında maya tarafından oluşturulan önemli bileşikler olan esterler, alkollü içkilere meyvemsi tat ve koku verirler (Janssens ve ark., 1989; Peddie, 1990; Etiévant, 1991).

Maya suşu ester oluşumu üzerine etki eden önemli bir faktördür. Farklı maya suşlarının ürettiği ester profili farklıdır ve bazı suşlar diğerlerine göre daha fazla miktarda ester üretir (Nykänen ve Suomalainen, 1989; Peddie, 1990).

Toplam ester miktarı *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayası ilavesiyle elde edilen biralarda 10.99 mg/L ile 12.742 mg/L, SN Lager mayası ilavesiyle elde edilen biralarda 12.43 mg/L ile 13.36 mg/L ve Genuine mayası ile elde edilenlerde 10.81 mg/L ile 15.99 mg/L arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.5'ten de görüldüğü gibi esterler arasında miktar olarak en fazla üretilenler etil asetat ve izo-amil asetat olmuştur. NCYC 1056 mayasının kullanıldığı denemelerde farklı miktarlarda maya ilavesinin etil asetat ($P<0.005$), etil bütirat, izo-amil asetat ve etil hekzonat miktarları ($P<0.01$) üzerine etkisi olmuştur Genel olarak ester miktarları azalmıştır. Farklı miktarlarda SN Lager mayası kullanımının istatistiksel yönden önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Farklı sayılarda Genuine mayası kullanımında izo-amil asetat ve etil hekzonoat miktarları azalmıştır ($P<0.01$).

Suihko ve ark. (1993) artan maya miktarı ile etil asetat ve izoamil asetat miktarlarının azaldığını bildirmişlerdir. Edelen ve ark. (1996), izoamil asetat miktarı ile ilgili olarak benzer sonuçlar ileri sürmüşlerdir.

Saerens ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada etil asetat miktarını 12°C'de 23.02 mg/L ve 15°C'de 22.01 mg/L, izo-amil asetat miktarlarını 12°C'de 1.20 mg/L

ve 15°C'de 1.73 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca etil hekzonoat miktarını 12 ve 15°C'lerde sırasıyla 0.154 mg/L, 0.186 mg/L ve etil oktanoat miktarını ise 12 ve 15°C'lerde sırasıyla 0.463 mg/L ve 0.532 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Sigler ve ark. (2009) etil asetat miktarlarını 17.4 mg/L ve 15 mg/L, izo-amil asetat miktarlarını 1.75 mg/L ve 1.82 mg/L olarak bulmuşlardır.

4.5.1.3. Karbonil Bileşikleri

Aldehit ve ketonları içeren karbonil bileşikleri, fermantasyon sırasında oluşan uçucu bileşiklerdir ve belirli miktarda buldukları zaman alkollü içkilerde önemli aroma bileşenleridir (Berry ve Watson, 1987; Nurgel, 2000). Mayanın şıradaki metabolik faaliyetlerine ve özellikle pirüvat dekarboksilaz enziminin aktivitesine bağlı olarak alkollü içeceklerde karbonil bileşiklerinin miktarı değişir (Nurgel, 2000). Karbonil bileşikleri olarak aldehitlerden asetaldehit ve ketonlardan diasetil miktarları birada önemlidir. Özellikle diasetil, tereyağmsı bir aroma vermesi nedeniyle birada istenmez (Campbell, 1987; Kunze, 1996).

Çizelgeden de görüldüğü gibi toplam karbonil bileşikleri miktarları SN Lager mayası hariç ilave edilen maya sayısı arttıkça artmıştır. Genuine mayası oldukça yüksek (41.21 mg/L ile 72.89 mg/L arasında) karbonil bileşikleri oluşturmuştur. Asetaldahit miktarları genel olarak ilave edilen maya miktarları arttıkça artmıştır. NCYC 1056 mayası kullanıldığında asetaldehit miktarları 12.933 mg/L ile 14.959 mg/L arasında bulunmuştur ($P < 0.05$). SN Lager mayası kullanıldığında ise en fazla asetaldehit miktarı 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 17.83 mg/L olarak belirlenmiştir ($P > 0.05$). Genuine mayası kullanıldığında maya ilavesi arttıkça üretilen asetaldehit miktarları da artmıştır (40.740 mg/L ile 72.674 mg/L).

Birada istenmeyen bir bileşen olan diasetil NCYC 1056 ve SN Lager mayaları kullanıldığında en yüksek 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Genuine mayası kullanıldığında ilave edilen maya sayısı arttıkça diasetil miktarları azalmıştır. En düşük diasetil miktarı ise 8×10^7 hücre/mL ilave edilen biralarda bulunmuştur. 2,3-pentanedion oluşumunda da benzer durum söz konusudur.

Saerens ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada diasetil miktarlarını 0.257 mg/L ile 0.332 mg/L arasında bulmuşlardır.

Sigler ve ark. (2009) farklı şeker yoğunluklu şırada farklı aşılama miktarlarında diasetil miktarlarını 84 mg/L ve 85 mg/L, 2,3-pentanedion miktarlarını 65 mg/L ve 74 mg/L arasında bulmuşlardır. Öte yandan asetaldehit miktarını ise 30.5 mg/L ve 26.8 mg/L arasında bildirmişlerdir.

4.5.2. %15 Şeker Yoğunluklu Şıraya Farklı Miktarlarda Maya Kullanımı İle Elde Edilen Biralarmın Aroma Maddeleri

%15 şeker yoğunluklu şıradan *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının farklı miktarlarda ilavesi ile elde edilen biralarda belirlenen aroma maddeleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

S. cerevisiae NCYC 1056 mayası kullanılarak elde edilen örneklerde toplam aroma maddeleri sırasıyla 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 185.07 mg/L, 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 179.23 mg/L ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 171.8 mg/L olarak bulunmuştur. SN Lager mayasından üretilen biralarda sırasıyla 180.7 mg/L, 167.92 mg/L ve 153.77 mg/L olarak belirlenmiştir. Genuine mayasından yapılan biralarda ise sonuçlar 1×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 179.34 mg/L, 4×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 206.1 mg/L ve 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 167.34 mg/L olarak saptanmıştır.

4.5.2.1. Yüksek Alkoller

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi %15 şeker yoğunluklu malt şırasında NCYC 1056 ve SN Lager mayasının kullanılmasıyla gerçekleştirilen denemelerde ilave edilen maya miktarı artıkça yüksek alkol miktarı azalmıştır. En yüksek yüksek alkol miktarı 145 mg/L ile NCYC 1056 mayasının 1×10^7 hücre/mL ilavesi ile gerçekleştirilen denemede elde edilmiştir. En düşük yüksek alkol miktarı 99.33 mg/L ile Genuine mayasının 1×10^7 hücre/mL ilavesi ile elde edilen birada

bulunmuştur. Öte yandan, SN Lager mayasının farklı miktarda kullanılmasıyla üretilen biralarda en fazla yüksek alkol miktarı 144.82 mg/L olarak 1×10^7 hücre/mL ilave edilen denemede ve en düşük değer 124.59 mg/L ile 8×10^7 hücre/mL maya ilavesiyle gerçekleştirilen denemede bulunmuştur.

%15 şeker yoğunluklu malt sırasında farklı miktarlarda NCYC 1056 ve Genuine mayalarının izo-bütanol, 2-metil bütanol ve 3-metil bütanol üzerine bir etkisi belirlenememiştir ($P > 0.05$). SN Lager mayasının farklı miktarlarda kullanımının n-propanol, izobütanol ve 3-metil bütanol üzerine etkisi bulunamamıştır ($P > 0.05$). Ancak, 3-metil bütanol miktarları SN Lager mayası ilavesi arttıkça 71.21 mg/L' den 53.48 mg/L' ye azalmıştır ($P < 0.05$).

Guido ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada 14°P şeker yoğunluklu sırada İzo-bütanol miktarını 11.6 mg/L ile 13.3 mg/L arasında bulmuşlardır.

Saerens ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada 16°P'lu şıralarda n-propanol değerini 13.43 mg/L, izo-bütanol değerini ise 8.20 mg/L olarak bildirmişlerdir. Öte yandan 3-metil bütanol miktarını ise 58.08 mg/L olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.6. % 15 Şeker yoğunluklu şıraya farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların aroma maddeleri miktarları

	NCYC 1056			S [¥]	SN Lager			S [¥]	Genuine			S [¥]
	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi		1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi		1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	
Yüksek alkoller(mg/L)												
n-Propanol	22,99	22,315	23,41	ö.d	23,421	22,095	21,163	ö.d	19,18	20,863	20,807	ö.d
İzo-bütanol	27,363	31,549	33,65	ö.d	27,322	29,631	30,34	ö.d	14,45	16,036	19,48	ö.d
2-metil bütanol	23,342	22,323	21,10	ö.d	22,87	21,566	20,49	ö.d	14,60	14,997	15,54	ö.d
3-metil bütanol	71,291	63,121	58,36	ö.d	71,21 ^a	59,30 ^b	53,48 ^b	*	51,1	55,493	55,294	ö.d
Toplam	145	139,98	136,52		144,82	132,84	124,59		99,33	107,38	111,12	
Esterler(mg/L)												
Etil asetat	15,718	15,801	13,217	ö.d	15,549	14,147	12,537	ö.d	18,54	18,399	13,05	ö.d
Etil bütirat	0,043	0,0257	0,019	ö.d	0,0412	0,0252	0,019	ö.d	0,095 ^a	0,0716 ^b	0,0507 ^c	**
İzo-amil asetat	0,398	0,154	0,114	ö.d	0,352 ^a	0,139 ^b	0,130 ^b	**	2,19 ^a	1,810 ^a	0,965 ^b	*
Etil hekzonoat	0,083	0,040	0,038	ö.d	0,061 ^a	0,045 ^b	0,049 ^b	*	0,379 ^a	0,204 ^b	0,131 ^b	**
Etil oktanoat	0,0617	ND	ND		0,0433	ND	ND		0,162 ^a	0,106 ^b	0,0645 ^b	*
Toplam	16,3	16,02	13,39		16,05	14,36	12,74		21,37	20,59	14,26	
Karbonil bileşikler(mg/L)												
Asetaldehit	23,54	22,337	21,12	ö.d	19,612	19,89	15,782	ö.d	58,074 ^b	77,84 ^a	41,73 ^c	**
Diasetil (2,3- bütanedion)	0,143	0,582	0,466	ö.d	0,121 ^c	0,525 ^a	0,410 ^b	**	0,312 ^a	0,152 ^b	0,113 ^c	**
2,3-pentaedion	0,088	0,315	0,302	ö.d	0,094	0,304	0,244	ö.d	0,254 ^a	0,134 ^b	0,114 ^b	**
Toplam	23,77	23,23	21,89		19,83	20,72	16,44		58,64	78,125	41,96	
Genel toplam (mg/L)	185,07	179,23	171,8		180,7	167,92	153,77		179,34	206,1	167,34	

¥S: İstatiksel değerlendirmede önem seviyesi. Çizelgede aynı satırda soldan sağa doğru aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel açıdan önemsizdir (P<0.05). Duncan testine göre istatistiksel olarak; *: %5, **: %1 önem seviyesinde ve ö.d.: önemsiz.

Sigler ve ark. (2009) farklı şeker yoğunluklu şıralara farklı miktarlarda maya ilavesinin n-propanol miktarını 13.5 mg/L ve 9.0 mg/L, izo-bütanol miktarını 15.11 mg/L ve 8.2 mg/L arasında bulmuşlardır. Öte yandan, 2-metil bütanol miktarını ise 54.1 mg/L ve 41.6 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Verbelen ve ark. (2009) yüksek şeker içerikli şıralara farklı sayılarda maya ilavesinin n-propanol miktarlarını 11.1 mg/L ile 13 mg/L ve izo-bütanol miktarlarını 6.66 mg/L ile 8.64 mg/L arasında belirlemişlerdir.

4.5.2.2. Esterler

Toplam ester miktarı *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayası ilavesiyle elde edilen biralarda 13.39 mg/L ile 16.3 mg/L, SN Lager mayası ilavesiyle elde edilen biralarda 12.74 mg/L ile 16.05 mg/L ve Genuine mayası ile elde edilenlerde ise 14.26 mg/L ile 21.37 mg/L arasında bulunmuştur.

Yürütülen denemelerde her üç maya suşu için ilave edilen maya miktarı arttıkça üretilen toplam ester miktarı azalmıştır. Etil asetat (12.537 mg/L ile 18.54 mg/L arasında) ve izo-amil asetat (0.114 mg/L ile 2.19 mg/L arasında) en fazla miktarda üretilen esterlerdir. NCYC 1056 mayasının farklı miktarlarda ilavesinin ester oluşumu üzerine istatistiksel yönden bir etkisi bulunamamıştır ($P>0.05$). Farklı sayılarda SN Lager mayası ilavesinin izo-amil asetat ($P<0.01$) ve etil hekzonoat ($P<0.05$) üzerine etkisi belirlenmiş ve izo-amil asetat miktarı 0.352 mg/L (8×10^7 hücre/mL maya ilavesi)'den 0.130 mg/L (8×10^7 hücre/mL maya ilavesi)'ye azalmıştır. Etil hekzonoat ise 0.061 mg/L'den 0.049 mg/L'ye düşmüştür. Genuine mayasının ilave edilen miktarı arttıkça elde edilen örneklerde etil bütirat, izo amil asetat, etil hekzonoat ve etil oktanoat mktarları azalmıştır. İzo-amil asetat miktarı 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen örnekte 2.19 mg/L iken, 8×10^7 hücre/mL maya ilave edilen denemede 0.965 mg/L bulunmuştur.

Guido ve ark. (2004) 14°P şeker yoğunluklu şırada yaptıkları bir çalışmada etil asetat miktarını 11.6 mg/L ile 13.3 mg/L arasında, izo-amil asetat miktarını ise 1.14 mg/L ile 1.20 mg/L arasında bulmuşlardır.

Mizuno ve ark. (2006) yüksek şeker yoğunluklu şırada yaptıkları çalışmada iki farklı bira mayasını karşılaştırmışlar ve etil asetat miktarını 64 mg/L ve 86 mg/L olarak bulmuşlardır. İzo-amil asetat miktarını ise 2.9 mg/L ve 4.7 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Saerens ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada 16°P şeker yoğunluklu şırada etil asetat miktarını 29.71 mg/L ve izo-amil asetat miktarını 1.84 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca etil hekzonoat miktarını 0.232 mg/L, etil oktanoat miktarını ise 0.504 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Sigler ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada etil asetat miktarlarını 14.4 mg/L ve 20.5 mg/L ve izo-amil asetat miktarlarını 1.6 mg/L ve 1.8 mg/L olarak bulmuşlardır.

Verbelen ve ark. (2009) 15°P şeker yoğunluklu şırada yaptıkları çalışmada etil asetat miktarını 19.2 mg/L ile 27.9 mg/L ve izo-amil asetat miktarını ise 1.12 mg/L ile 1.44 mg/L arasında bulmuşlardır.

4.5.2.3. Karbonil Bileşikleri

Farklı miktarlarda NCYC 1056 mayası ilavesinin asetaldehit, diasetil ve 2,3-pentanedion üzerine bir etkisi belirlenememiştir ($P>0.05$). SN Lager mayası kullanımının asetaldehit ve 2,3-pentanedion oluşumu üzerine bir etkisi belirlenmez iken ($P>0.05$), farklı miktarlarda maya ilavesinin diasetil üretimi üzerine etki ettiği bulunmuştur ($P<0.01$). En fazla diasetil miktarı gerek NCYC 1056 ve gerekse SN Lager mayasının 4×10^7 hücre/mL ilave edilen örneklerde saptanmıştır. İlave edilen Genuine maya miktarları arttıkça, oluşan asetaldehit, diasetil ve 2,3-pentadion miktarları azalmıştır ($P<0.01$).

Erten ve ark. (2007) 16°P şeker yoğunluklu şırada *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayası ile elde ettikleri biralarda, asetaldehit miktarlarını 9.2 mg/L ile 15.1 mg/L, diasetil miktarlarını 0.5 mg/L ile 1.05 mg/L ve 2,3 pentaedion miktarlarını ise 0.37 mg/L ile 0.72 mg/L arasında bulmuşlardır.

Saerens ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada diasetil miktarını 0.144 mg/L ve 2,3-pentanedion miktarını 0.184 mg/L olarak bulmuşlardır.

Sigler ve ark. (2009) farklı şeker yoğunluklu şıralara farklı miktarlarda maya ilavesinin diasetil miktarını 118 mg/L ve 122 mg/L, 2,3-pentanedion miktarını 135.5 mg/L ve 117 mg/L olarak bulmuşlardır. Öte yandan, asetaldehit miktarını ise 17.7 mg/L ve 27.7 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Verbelen ve ark. (2009) 15°P şeker yoğunluklu şırada yaptıkları çalışmada asetaldehit miktarını 2.57 mg/L ile 7.48 mg/L arasında bulmuşlardır.

4.5.3. %18 Şeker Yoğunluklu Şıraya Farklı miktarlarda Maya Kullanımı İle Elde Edilen Biralarda Aroma Maddeleri

%18 Şeker yoğunluklu şıradan *S. cerevisiae* NCYC 1056, SN Lager ve Genuine mayalarının farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biralarda belirlenen aroma maddeleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Farklı mayaların farklı miktarlarının kullanıldığı denemelerden üretilen biralarda *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayası kullanılan denemelerde toplam aroma maddeleri 164 mg/L ile 193.59 mg/L, SN Lager mayasıyla elde edilen denemelerde 174.83 mg/L ile 187.64 mg/L arasında değişmiştir. Öte yandan Genuine mayası ile yapılan denemelerde ise 209.49 mg/L ile 243.87 mg/L arasında bulunmuştur.

4.5.3.1. Yüksek Alkoller

Çizelge 4.7’den de görüldüğü gibi %18 şeker içeren malt şırasında NCYC 1056 ve SN Lager mayasının kullanılmasıyla gerçekleştirilen denemelerde ilave edilen maya miktarı arttıkça yüksek alkol miktarı artmıştır. En yüksek yüksek alkol miktarı 160.73 mg/L ile NCYC 1056 mayasının 8×10^7 hücre/mL ilavesi ile gerçekleştirilen denemede elde edilmişken, en düşük yüksek alkol miktarı 124.14 mg/L ile Genuine mayasının 1×10^7 hücre/mL ilavesi ile elde edilen birada bulunmuştur. Öte yandan, SN Lager mayasının farklı miktarda kullanılmasıyla üretilen biralarda en yüksek yüksek alkol miktarı 155.08 mg/L olarak 8×10^7 hücre/mL ilave edilen denemede belirlenmişken, en düşük değer 133.79 mg/L ile 1×10^7 hücre/mL maya ilavesiyle gerçekleştirilen denemede bulunmuştur.

Fermantasyon ortamına ilave edilen maya sayısı arttıkça NCYC 1056 mayası kullanıldığında izo-bütanol miktarları 24.347 mg/L'den 41.37 mg/L'ye ($P<0.01$), 2-metil bütanol miktarları 60.93 mg/L'den 68.01 mg/L'ye ($P<0.05$) artmıştır. SN Lager mayası kullanımı, izo-bütanol miktarlarını 25.609 mg/L'den 39.993 mg/L'ye ($P<0.05$) ve Genuine mayası kullanımı, 3-metil bütanol miktarlarını 61.72 mg/L'den 76.634 mg/L'ye ($P<0.01$) çıkarmıştır. Farklı sayılarda maya kullanımının diğer bileşenler üzerine istatistiksel açıdan önemli etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Erten ve ark. (2007) 16°P malt sırasında farklı sayılarda maya ilavesinin bira fermantasyonu ve aroması üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, n-propanol miktarlarını 24.09 mg/L ile 29.64 mg/L, 2-metil bütanol miktarlarını 21.71 mg/L ile 27.69 mg/L, 3-metil bütanol değerlerini 65.21 mg/L ile 85.59 mg/L arasında bulmuşlardır. Jones ve ark. (2007) 22°P malt sırasında gerçekleştirdikleri denemelerde n-propanol miktarlarını 10.94 mg/L ile 12.68 mg/L, izo-bütanol miktarlarını 14.41 mg/L ile 17.78 mg/L arasında belirlemişlerdir.

Saerens ve ark. (2008) %18 şeker içeren şırada yaptıkları çalışmada n-propanol değerini 42.02 mg/L, izo-bütanol değerini 37.75 mg/L ve 3-metil bütanol miktarını ise 123.15 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Sigler ve ark. (2009) %20 şeker içeren şıralara farklı miktarlarda maya ilavesi ile n-propanol miktarlarını 10.1 mg/L ve 11.85 mg/L, izo-bütanol miktarlarını 11.0 mg/L ve 11.3 mg/L olarak bulmuşlardır. 2-metil bütanol miktarlarını ise 44.4 mg/L ve 51.9 mg/L olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.7. % 18 Şeker yoğunluklu şıraya farklı miktarlarda maya ilavesi ile elde edilen biraların aroma maddeleri miktarları

	NCYC 1056			S [¥]	SN Lager			S [¥]	Genuine			S [¥]
	1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi		1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi		1x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	4x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	8x10 ⁷ hücre/mL maya ilavesi	
Yüksek alkoller(mg/L)												
n-Propanol	21,531	22,838	23,577	ö.d	24,246	21,38	22,779	ö.d	26,405	28,75	26,428	ö.d
İzo-bütanol	24,347 ^c	34,463 ^b	41,37 ^a	**	25,609 ^b	33,062 ^a	39,993 ^a	*	18,49	22,062	25,321	ö.d
2-metil bütanol	19,14 ^b	23,114 ^{ab}	27,77 ^a	*	20,45	22,843	25,54	ö.d	17,52	20,218	21,23	ö.d
3-metil bütanol	60,93	62,045	68,01	ö.d	63,49	63,987	66,77	ö.d	61,72 ^b	79,18 ^a	76,634 ^a	**
Toplam	125,94	142,46	160,73		133,79	141,27	155,08		124,14	150,22	149,62	
Esterler(mg/L)												
Etil asetat	16,502	17,359	18,98	ö.d	16,63	17,492	18,61	ö.d	24,488 ^{ab}	29,14 ^a	21,02 ^b	*
Etil bütirat	0,0439 ^a	0,041 ^b	0,045 ^a	**	0,0526 ^a	0,0431 ^b	0,042 ^b	*	0,136	0,117	0,0723	ö.d
İzo-amil asetat	0,484 ^a	0,351 ^b	0,295 ^b	*	0,523 ^a	0,356 ^b	0,280 ^c	**	2,422	2,59	1,25	ö.d
Etil hekzonoat	0,087 ^a	0,074 ^b	0,043 ^c	**	0,111 ^a	0,0613 ^b	0,036 ^b	*	0,361 ^a	0,206 ^{ab}	0,111 ^b	*
Etil oktanoat	0,141	0,039	ND	*	0,184	0,058	ND	**	0,164	0,054	0,038	ö.d
Toplam	17,26	17,86	19,36		17,5	18,01	18,97		27,57	32,1	22,49	
Karbonil bileşikler(mg/L)												
Asetaldehit	20,65 ^a	18,01 ^b	13,12 ^b	*	23,36 ^a	19,22 ^a	13,09 ^b	*	61,48 ^a	61,26 ^a	37,09 ^b	*
Diasetil (2,3- bütanedion)	0,099	0,38	0,242	ö.d	0,12 ^b	0,37 ^a	0,31 ^a	**	0,27	0,16	0,15	ö.d
2,3-pentaedion	0,050 ^c	0,175 ^a	0,134 ^b	**	0,06 ^b	0,1813 ^a	0,191 ^a	**	0,192	0,125	0,144	ö.d
Toplam	20,8	18,57	13,5		23,54	19,78	13,59		61,94	61,55	37,38	
Genel toplam (mg/L)	164	178,89	193,59		174,83	179,06	187,64		213,65	243,87	209,49	

¥S: İstatiksel değerlendirmede önem seviyesi. Çizelgede aynı satırda soldan sağa doğru aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel açıdan önemsizdir (P<0.05). Duncan testine göre istatistiksel olarak; *: %5, **: %1 önem seviyesinde ve ö.d.: önemsiz.

4.5.3.2. Esterler

Toplam ester miktarı *S. cerevisiae* NCYC 1056 mayası ilavesiyle elde edilen biralarda 17.26 mg/L ile 19.36 mg/L, SN Lager mayası ilavesiyle elde edilen biralarda 17.5 mg/L ile 18.97 mg/L ve Genuine mayası ile elde edilenlerde 22.49 mg/L ile 32.1 mg/L arasında bulunmuştur.

Farklı sayılarda NCYC 1056 ve SN Lager mayaları kullanımının etil asetat üzerine bir etkisi belirlenememiştir ($P>0.05$). Genuine mayası kullanıldığında etil asetat miktarları 21.02 mg/L ile 29.14 mg/L arasında bulunmuştur. İzo-amil asetat miktarları ortama ilave edilen maya sayısı arttıkça azalmıştır. NCYC 1056 mayası kullanıldığında izo-amil asetat miktarları 0.484 mg/L'den 0.295 mg/L'ye, SN Lager mayası kullanıldığında 0.5323 mg/L'den 0.280 mg/L'ye ve Genuine mayası kullanıldığında 2.422 mg/L'den 1.25 mg/L'ye azalmıştır. NCYC 1056 ve SN Lager mayalarının farklı sayılarda kullanımı ile etil bütirat, etil hekzonoat ve etil oktanoat miktarlarındaki değişme istatistiksel açıdan önemli düzeydedir.

Erten ve ark. (2007) 16°P malt sırasında farklı miktarlarda maya ilave edilen şıralardan elde edilen biralarda, etil asetat miktarlarını 12.13 mg/L ile 14.19 mg/L, etil bütirat miktarlarını 0.05 mg/L ile 0.06 mg/L, izo-amil asetat miktarlarını 0.26 mg/L ile 0.94 mg/L, etil hekzonoat değerlerini 0.056 mg/L ile 0.07 mg/L, ve etil oktanoat değerlerini 0.13 mg/L ile 0.17 mg/L arasında bildirmişlerdir.

Jones ve ark. (2007) 22°P malt sırasında gerçekleştirdikleri denemelerde etil asetat miktarlarını 19.94 mg/L ile 21.42 mg/L, izo-amil asetat miktarlarını 1.49 mg/L ile 1.56 mg/L arasında bildirmişlerdir.

Saerens ve ark. (2008) 18°P şıradaki çalışmada etil asetat miktarını 129.23 mg/L, izo-amil asetat miktarını 9.32 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ayrıca etil hekzonoat miktarını 0.254 mg/L ve etil oktanoat miktarını ise 0.395 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Sigler ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada 20°P şeker yoğunluklu şıradaki etil asetat miktarlarını 17.0 mg/L ve 19.4 mg/L ve izo-amil asetat miktarlarını 1.4 mg/L ve 2.35 mg/L arasında bulmuşlardır.

4.5.3.3. Karbonil Bileşikleri

Karbonil bileşiklerinden asetaldehit miktarları farklı miktarlarda maya ilavesi ile önemli düzeylerde azalmıştır ($P < 0.05$). En fazla asetaldehit miktarları Genuine mayası kullanılan denemelerde 37.09 mg/L ile 61.48 mg/L arasında belirlenmiştir. NCYC 1056 ve SN Lager mayaları 13.09 mg/L ile 23.36 mg/L arasında asetaldehit üretmişlerdir. Diasetil miktarları 0.099 mg/L ile 0.38 mg/L arasında değişmiş ve en yüksek diasetil miktarı 0.37 mg/L ile 4×10^7 hücre/mL SN Lager mayası ilave edilen örnekte bulunmuştur.

Jones ve ark. (2007) 22°P malt sırasında gerçekleştirdikleri denemelerde asetaldehit miktarını 5.70 mg/L ile 10.21 mg/L ve diasetil miktarını 11.59 mg/L ile 12.70 mg/L arasında belirlemişlerdir.

Saerens ve ark.(2008) 18°P şeker yoğunluklu şırada diasetil miktarını 0.049 mg/L ve 2,3-pentanedion miktarını 0.015 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Sigler ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada 20°P şeker yoğunluklu şırada diasetil miktarlarını 101.5 mg/L ve 130 mg/L, 2,3-pentanedion miktarlarını 104 mg/L ve 118.5 mg/L ve asetaldehit miktarlarını 11.9 mg/L ve 23.3 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Nguyen ve Viet Man (2009) farklı aşılama miktarlarının yüksek şeker yoğunluklu bira kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, diasetil miktarını 0.39 mg/L ile 0.53 mg/L arasında bildirmişlerdir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, normal (%12) ve yüksek şeker yoğunluklu (% 15 ve %18) şıralara 1×10^7 hücre/mL, 4×10^7 hücre/mL ve 8×10^7 hücre/mL olacak şekilde *S. cerevisiae* NCYC 1056, *S. cerevisiae* SN Lager ve *S. cerevisiae* Genuine mayaları ilave edilmiş ve 15°C'de saf kültür fermantasyonları gerçekleştirilmiştir.

Genel olarak fermantasyon ortamına ilave edilen maya miktarı arttıkça fermantasyon hızı da artmıştır. *S. cerevisiae* Genuine mayası fermantasyonu daha kısa sürede tamamlamıştır. En yüksek maya sayılarına genellikle fermantasyonun 3.-4. günü ulaşılmıştır. Şeker yoğunluğu %18'e çıktığında *S. cerevisiae* NCYC 1056 ve *S. cerevisiae* SN Lager mayaları en yüksek sayıya fermantasyonun 10.-11. günlerinde ulaşmışlardır. Fermantasyon ilerledikçe canlı maya sayısında nispeten azalmalar gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda mayaların canlılık oranı %69 ile %94 arasında değişmiştir.

Farklı miktarlarda maya ilavesi ve farklı bira mayaları kullanılarak elde edilen örneklerde yoğunluk değerleri 1.009 ile 1.025 arasında değişmiştir. Yüksek şeker içerikli şıra kullanıldığında fermantasyon sonunda elde edilen yoğunluk değerleri artmıştır. Bu durum fermente olmayan dekstrinden ve maltotriozdan kaynaklanabilir.

Yüksek şeker yoğunluklu şıralardan daha yüksek miktarlarda etil alkol üretilmiştir. %12 şeker içeren şıradan elde edilen biralarda etil alkol miktarları, hacmen %4.34-5.19, %15 şeker yoğunluklu şıradan üretilenlerde %5.60-6.24 ve %18 şeker içeren şıradan elde edilenlerde ise %6.66-7.21 arasında belirlenmiştir.

Aroma maddelerinin oluşumu kullanılan maya suşuna ve ilave edilen maya miktarlarına göre değişmiştir. Genel olarak aşılama oranı arttıkça, yüksek alkollerin oluşumu artmıştır. Yüksek şeker yoğunluklu şıralardan elde edilen örneklerde toplam ester miktarı daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak ester miktarları ilave edilen maya sayısı arttıkça, azalmıştır. Karbonil bileşiklerinden asetaldehit miktarları Genuine mayası kullanılan denemelerde, diğer denemelere göre daha yüksek

miktarlarda elde edilmiştir. Diasetil miktarları yüksek yoğunluklu şıralarda elde edilen biralarda daha yüksek belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yüksek yoğunluklu şıralardan bira üretimi ile ilgili farklı maya suşları ve fermantasyon koşulları üzerinde benzer çalışmaların sürdürülmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- ALMEIDA, R. B., ALMEIDA, E., SILVA, J. B., LIMA, U. A., ASSIS, A. N., 2000a. High Gravity Brewing Utilizing Factorial Design. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 17: 239-244.
- ALMEIDA, R. B., ALMEIDA, E., SILVA, J. B., LIMA, U. A., ASSIS, A. N., 2001. Evaluation of Fermentation Parameters During High Gravity Beer Production. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 18: 4.
- ANDERSON, R. G., KIRSOP, B. H., 1975. Oxygen as A Regulator of Ester Accumulation During The Fermentation of Wort of High Specific Gravity. *Journal of The Institute of Brewing*, 81: 111-115.
- ANGELINO, S. A. G. F., 1991. Beer In: Volatile Compounds in Food and Beverages. Eds. H. J. Maarse, Marcel Dekker, New York, pp. 483-546.
- ANON, 1997. Methods of Analysis, The Institute of Brewing, London.
- A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Ed: K. Hekrich, Vol: 1 and Vol: 2, 115th and, Arlington, Virginia 22201 USA.
- BERRY, D. R., WATSON, D. C., 1987. Production of Organoleptic Compounds. In: "Yeast Biotechnology" Eds. D. R. Berry, I. Russell, G. G. Stewart, pp. 345-368, Allan and Unwin, London.
- BOULTON, C., QUAIN, D., 2001. Brewing Yeast and Fermentation. Blackwell Science Ltd, p. 644, London.
- BVOCHORA J. M., ZVAUYA R., 2001. Biochemical Changes Occurring During The Application of High Gravity Fermentation Technology to The Brewing of Zimbabwean Traditional Opaque Beer. *Process Biochemistry*, 37: 365-370.
- BVOCHORA J. M., READ J. S., ZVAUYA R., 2000. Application of Very High Gravity Technology to The Co-fermentation Sweet Sorghum Juice and Sorghum Grain. *Industrial Crops and Products*, 11: 11-17.
- CABAROĞLU, T., CANBAŞ, A., BAUMES, R., BAYONOVE, C., LEPOUTRE, J. P., GÜNATA, Z., 1997. Aroma Composition of a White wine of *Vitis*

- vinifera* L. cv. Emir as Affected by Skin Contact. *Journal Food Science*, 62: 680-683.
- CABAROĞLU, T., 2003. Üzümlerde Aroma Maddeleri ve Şarapçılık Açısından Önemi. *Gıda*, 28 (6): 599-605.
- CANBAŞ, A., ERTEN, H., ÖZŞAHİN, F., 2001. The Effects of Storge Temperature on The Chemical Composition of Hop Pellets. *Process Biochemistry*, 36: 1053-1058.
- CALDERBANK J., HAMMOND J. R. M., 1994. Influence of Higher Alcohol Availability on Ester Formation by Yeast. *Journal of The American Society of Brewing Chemistry*, 52 (2): 84-90.
- CAMPELL, I., 1987. Microbiology of Brewing: Beer and Lager, In: *Essay in Agricultural and Food Microbiology*. Eds. J. R. Norris and G. L. Pettipher, John Wiley&Sons Ltd.
- CASEY, G. P., MAGNUS, C. A., INGLEDEW, W. M., 1984. High-Gravity Brewing: Effects of Nutrition on Yeast Composition, Fermentative Ability and Alcohol Production. *Applied and Environmental Microbiology*, 48: 639-646.
- COOPER, D. J., STEWART, G. G., BRYCE, J. H., 2000. Yeast Proteolytic Activity During High and Low Gravity Wort Fermentations and Its Effect on Head Retention. *Journal of Institute of Brewing*, 106: 197-201.
- CORTACERA-RAMIREZ S., CASTRO M. H. B., SEGURA-CARRETERO A., CRUCES-BLANCO C., FERNANDEZ-GUTIERREZ A., 2003. Analysis of Beer Components by Capillary Electrophoretic Methods. *Trends in Analytical Chemistry*, 22 (7,8): 440-455.
- CUNNINGHAM, S., STEWART, G. G., 2000. Acid Washing and Serial Repitching A Brewing Ale Strain of *Saccharomyces cerevisiae* in High Gravity Wort and The Role of Wort Oxygenation Conditions. *Journal of The Institute of Brewing*, 106: 389-402.
- CUNNINGHAM, S., STEWART, G. G., 1998. Effects of High Gravity Brewing and Acid Washing On Brewers' Yeast. *Journal of The American Society of Brewing Chemists*, 56 (1): 12-18.

- ÇAKIRÖZ, H., 2004. Farklı Miktarda Maya İlavesinin Yüksek Şeker Yoğunluklu Şıradan Elde Edilen Biraların Kalitesi Üzerine Etkisi. Ç.Ü. Ziraat Falültesi Yüksek Lisans Tezi, 45s.
- DAY, A., ANDERSON, E., MARTIN, P. A., 1975. Ethanol Tolerance of Brewing Yeasts. In: Proc. 15th Congregation Europe Brewing Conventional., Nice, pp. 337-3391.
- ENGAN, S., 1981. Beer Composition: Volatile Substances. In: *Brewing Science*, Vol.2., Eds. J.R.A. Pollock, pp. 98-105, Academic Press, London.
- EDELEN, L., MILLER, L. J., PATINO, H., 1996. Effects of Yeast Pitch Rates on The Fermentation Performance and Beer Quality. *Technical Quarterly of Master Brewers Association of America*, 33 (1): 30-32.
- ERTEN, H., 1998. Metabolism of Fructose as an Electron Acceptor by *Leuconostoc mesenteroides*. *Process Biochemistry*, 33 (7): 735-739.
- ERTEN, H., CAMPBELL, I., 2001. The production of low-alcohol wines by aerobic yeasts. *Journal of The Institute of Brewing*, 107 (4): 207–217.
- ERTEN, H., CANBAŞ, A. 2003, Formation of Aroma Compounds During Alcoholic Fermentation (In Turkish), *Gıda*, 28 (6), 615-619.
- ERTEN, H., TANGULER, H., CAKIROZ, H., 2007. The Effect of Pitching Rate on Fermentation and Flavour Compounds in High Gravity Brewing. *Journal of The Institute of Brewing.*, 113 (1): 75-79.
- ETIEVANT, P. 1991. Wine. In: Volatile Compounds in Foods and Beverages, Ed. H. Maarse, Marcel Dekker, New York, pp: 483-546.
- FERNANDEZ S., MACHUCA N., GANZALEZ M.G., 1985. Accelerated Fermentation of High Gravity Worts and Its Effect on Yeast Performance. *Journal of The American Society of Brewing Chemists*, 43: 109-13.
- FICKERT, B., SCHIEBERLE P., 1998. Identification of The Key Odorants in Barley Malt Using GC/MS Techniques and Odour Dilution Analyses. *Nahrung*, 42: 371-375.

- GEIGER, E., PIENDL, A., 1973. Technological Influences on The Formation of 2-Phenylethanol during Fermentations. *Proceeding of Annual Meeting of The American Society of Brewing Chemistry*, 33: 48-54.
- GEIGER, E., PIENDL, A., 1976. Technological Factors in The Formation of Acetaldehyde during Fermentation. *Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 13: 51-63.
- GORINSTEIN S., ZEMSER M., VARGAS-ALBORES F., OCHOA J. C., PAREDES-COPEZ O., SCHELER C. H., SALNIKOW J., MARTIN-BELLOSO O., TRANKHENBERG, 1999. Proteins and Amino Acids in Beers, Their Contents and Relationships with Other Analytical Data. *Food Chemistry*, 67: 71-78.
- GUIDO, L. F. RODRIGUES, P. G., RODRIGUES, J. A., GONÇALVES, C. R., BARROS, A. A., 2004, The Impact of The Physiological Condition of The Pitching Yeast on Beer Flavour Stability: An Industrial Approach, *Food Chemistry*, 87: 187-193.
- HACKSTAFF, B. W., 1978. Various Aspects of High-Gravity Brewing. *Master Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 15: 1-7.
- HILLARY, A., PEDDIE, B., 1990. Ester Formation in Brewery Fermentations. *Journal of The Institute of Brewing*, vol. 96, pp. 327-331.
- HOUGH, F. S., BRIGGS, D. E., STEVENS, R., YOUNG, T. W., 1982. Malting and Brewing Science. 2nd edn., Vol.: 2: Hopped Wort and Beer, Chapman and Hall, London.
- JANSSENS, L., de POORTER, H.L., de MEY, L., VANDAMME, E.J., SCHAMP, N.M., 1989. Fusel Oil as A Precursor for The Microbial Production of Fruity Flavours. *Medical Faculty Landbouwwet., Rijksuniv. Gent*, 54 (4a): 1387-1391.
- JONES, H. L., MARGARITIS, A., STEWART, R., 2007. The Combined Effects of Oxygen Supply Strategy, Inoculum Size and Temperature Profile on Very-High-Gravity Beer Fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of The Institute of Brewing*. 113 (2): 168-184.

- KAMIMURA, M., KANEDA, H., 1992. Off-flavours in Beer. In: *Off-flavour in Foods and Beverages*, Ed. G. Charalambous, Elsevier, Tokyo, pp: 433-472.
- KNUDSEN, F. B., 1999. "Fermentation, Principles and Practices." *The Practical Brewer*. Edited By John T. McCabe. Wauwatosa Wisconsin: Master Brewers Association of America-Technical Quarterly.
- KUNZE, W., 1996. *Technology Brewing and Malting*. Translated by Dr. Trevor Wainwright, Berlin, Germany: VLB Berlin.
- LEHTONEN, M., JOUNELA-ERIKSSON, P., 1983. Volatile and Non-volatile compounds in the Flavour of Alcoholic Beverages. In: *Flavour of Distilled Beverages, Origin and Development*, Ed. J.R. Diggott, Ellis Hormood Series in Food Science and Technology, 280s.
- LEWIS, J. M., YOUNG, T. W., 1995. *Brewing*, Chapman and Hall, London.
- LINKO, M., HAIKARA, A., RITALA, A., PENTTLILÄ, M., 1998. Recent Advances in The Malting and Brewing Industry. *Journal of Biotechnology*, 65: 85-98.
- MAULE, D. R., 1967. Rapid Gas Chromatographic Examination of Beer Flavour. *Journal of The Institute of Brewing*, 73: 351-61.
- MAURICIO, J.C., MORENO, J., ZEA, L., ORTEGA, J.M., MEDINA, M., 1997. The Effects of Grape Must Fermentation Conditions on Volatile Alcohols and Esters Formed by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 75: 155-160.
- MEILGAARD, M. C., 1975. Flavour Chemistry of Beer: Part II: Flavour and Threshold of 239 Aroma Volatiles. *Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 12: 151-68.
- MIZUNO, A., Tabei, H., IWAHUTI, M., 2006. Characterization of Low-Acetic-Acid-Producing Yeast Isolated from 2-Deoxyglucose-Resistant Mutants and Its Application to High-Gravity Brewing. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101 (1): 31-37.
- MUNROE, J. H., 1995, "Fermentation", In: *Handbook of Brewing*, Ed. W. A. Hardwick. New York: Marcel Dekker, Inc.

- MURRAY, C. R., STEWART, G. G., 1991. Esperienze Com il Sistema High-Gravity per la Produzione di Bire Lager. *Bira e Malto*, 44: 52-64.
- NAGATANI, M., SHODA, M., AIBA, S., 1968. Kinetics of Product Inhibition in Alcohol Fermentation. *Journal of Fermentation Technology*, 46: 241-248.
- NGUYEN, T. H., VIET MAN, L. V., 2009. Using High Pitching Rate for Improvement of Yeast Fermentation Performance in High Gravity Brewing. *International Food Research Journal*, 16: 547-554.
- NURGEL, C., 2000. Emir ve Kalecik Karası Üzümlerinin Şaraba İşlenmesinde Maya Florasındaki Gelişmeler ve Fermantasyonda Kullanılan Mayaların Kalite Üzerine Etkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 161s.
- NYKANEN, L., SUOMALAINEN, H., 1983. Aroma of Beer, Wine and Distilled In: *Alcoholic Beverages*. Ed. D. Reidel Dordrecht, Holland, pp: 26,146.
- NYKANEN, L., 1986. Formation and Occurrence Offlavor Compounds in Wine and Distilled Alcoholic Beverages. *American Journal of Enology and Viticulture*, 37(1):84-96.
- NYKANEN, L., SUOMALAINEN, A., 1989. Aroma of Beer, Wine and Distilled Alcoholic Beverages. D. Reider Publishing Company, London, p. 413.
- OWUAMA, C. I., 1997. Sorghum; A Cereal With Lager Beer Brewing Potential. *World Journal of Microbiology Biotechnology*, 13: 253-260.
- ÖZDAMAR, K. 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitapevi, Eskişehir, 535s.
- PEDDIE, H.A.B., 1990. Ester Formation in Brewery Fermentations. *Journal of The Insitute of Brewing*, 96: 327-331.
- PFISTERER, E. A., STEWART, G. G., 1976. High-Gravity Brewing. *Brewers Digest*, 51: 34-42.
- QUILTER, M.G., HURLEY, J.C., LYNCH, F.J., MURPHY, M.G., 2003. The Production of Isoamyl Acetate from Amyl Alcohol by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of The Insitute of Brewing*, 109 (1): 34-40.

- RAMSAY, M. C., BERRY, D. R., 1984a. The Effect of Temperature and pH on The Formation of Higher Alcohols, Fatty Acids and Esters in The Malt Whisky Fermentation. *Food Microbiology*, 1:117-21.
- REES, E. M. R., STEWART, G. G., 1997. The Effect of Increased Magnesium and Calcium Concentrations on Yeast Fermentation Performance in High Gravity Worts. *Journal of The Institute of Brewing*, 103: 287-291.
- REILLY, D.I., O'CLEIRIGH, C., WALSH, P., 2004. Laboratory-Scale Production of High Gravity Wort Suitable for a Broad Variety of Research Applications. *American Society of Brewing Chemist*, 62 (1): 23-28.
- SAERENS, S. M. G., VERBELEN, P. J., VANBENEDEN, N., THEVELEIN, J. M., DELVAUX, F. R., 2008. Monitoring the Influence of High-Gravity Brewing and Fermentation Temperature on Flavour Formation by Analysis of Gene Expression Levels in Brewing Yeast. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 80: 1039-1051.
- SCHILDBACH, R., 1984. German Hop Varieties and Their Quality. *Brauwelt International*, I: 12-9.
- SIGLER, K., MATOULKOVA, D., DIENSTBIER, M., GABRIEL, P., 2009. Net Effect of Wort Osmotic Pressure on Fermentation Course, Yeast Vitality, Beer Flavor, and Haze. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 82: 1027-1035.
- SLAUGHTER, J.C., MCKERNAN, G., 1987. The Influence of Pantothenate Concentration and Inoculum Size on The Fermentation of A Defined Medium by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of The Institute of Brewing*, 94: 14-18.
- STEWART, G.G., RUSSELL, I., 1981. The Influence of Yeast on Volatile Sulphur Compounds In: *Beer*. European Brewery Convention, Monograph VII., Flavour Symposium; 173-87, Amsterdam: Elsevier
- STEWART, G. G., D'AMORE, T., PANCHAL, C. J., RUSSELL, I., 1988. Factors That Influence The Ethanol Tolerance Of Brewer's Yeast Strains During High Gravity Wort Fermentation. *Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 25 (2): 47-53.

- STEWART, G. G., RUSSELL, I., 1985. I. Modern Brewing Technology. In: *Comprehensive Biotechnology*, Vol. 3, Ed. M. Moo-Young, Oxford: Pergamon Pres, 336-79.
- STEWART, G.G., RUSSELL, I., 1993. Fermentation- The Black Box of The Brewing Process. *Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 30: 159-168.
- STEWART, G. G., BOTHWICK, R., BRYCE, J., COPPER, D., CUNNINGHAM, S., HART, C. REES, E., 1997. Recent Developments in High Gravity Brewing. *Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 34: 264-270.
- STEWART, G. G., RUSSELL, I., 1998. *Brewers Yeast*. The Institute of Brewing, London.
- SUIHKO, M. L., VILGOLO, A., LINKO, M., 1993. Pitching rate in High Gravity Brewing. *Journal of The Institute of Brewing*, 99: 341-346.
- TANGÜLER, H., YAĞMUR, G., ERTEN, H., 2007b. Mitokondriyal Mutantların Bira Aroma Maddeleri Üzerine Etkisi. *Gıda*, 32 (5): 251-257.
- TANGÜLER, H., CABAROĞLU, T., ERTEN, H., 2007a. Biralarda İstenmeyen Aroma Bileşikleri ve Oluşum Mekanizmaları. *Gıda*, 32 (1): 43-49.
- TRELEA, I., TITICA, M., CORRÏEU, G., 2004. Dynamic Optimization of The Aroma Production in Brewing Fermentation. *Journal of Process Control*, 14: 1-16.
- THOMAS K. C., HYNES S. H., INGLEDEW W. M., 1996. Practical and Theoretical Considerations in The Production of High Concentration of Alcohol by Fermentation. *Process Biochemistry*, 31: 321-31.
- TÜRKER, İ., CANBAŞ, A., 1995. Malt ve Bira Teknolojisi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 4 Ders Kitapları Yayın No: 2, Adana.
- VERBELEN, P. J., VAN MULDER, S., SAISON, D., VAN LAERE, S., DELVAUX, F., 2008. Characteristics of High Cell Density fermentations Whit Different Lager Yeast Strains. *Journal of The Institute of Brewing*, 114 (2): 127-133.

- VERBELEN, P. J., SAERENS, S. M. G., VAN MULDER, S. E., 2009. The Role of Oxygen in Yeast Metabolism During High Cell Density Brewery Fermentations. *Appl Microbiol Biotechnol*, 82: 1143-1156.
- YOUNG, T. W., 1996. The Biochemistry and Physiology of Yeast Growth. In: *Brewing Microbiology*, Eds.: F.G. Priest and I. Campbell, Chapman and Hall, London, pp: 13-42.
- YOUNIS O. S., STEWART G. G., 1999. Effect of Malt Wort, Very High-Gravity Malt Wort, and Very-High-Gravity Adjunct Wort on Volatile Production in *Saccharomyces cerevisiae*. *American Society of Brewing Chemistry*, 57 (2): 39-45.
- WHITEAR, A.L., SHARPE, R., 1985. Hop Constituents and Beer Character. In: *Alcoholic Beverages*. Eds. G. G. Birch, M. G. Lindley, Elsevier, 29-41, London.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesinde doğdum. İlköğrenimimi Pazarcıkta, orta öğrenimimi Gaziantep'te tamamladım. 2000 yılında Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandım ve 2004 yılında mezun oldum. 2005 yılında Çukurova Üniversitesi'nde Yüksek lisans eğitimine başladım. Yüksek lisans öğrenimim sırasında Ç.Ü. Dış ilişkiler biriminde görev aldım.