

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emel ÜNAL

**DİMİRİT ÜZÜMÜNDEN DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE SİRKE ÜRETİMİ
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİMİRİT ÜZÜMÜNDEN DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE SİRKE ÜRETİMİ
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

Emel ÜNAL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez/...../2007 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği
/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.**

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ DANIŞMAN	Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK ÜYE	Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No :

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından Desteklenmiştir.**

Proje No : ZF.2006.YL.10

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

ÖZ

DİMİRİT ÜZÜMÜNDEN DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE SIRKE ÜRETİMİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Emel ÜNAL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ

Yıl: 2007, sayfa: 60

Jüri: Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ

Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK

Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU

Bu çalışmada, Nevşehir-Ürgüp çevresinde yetiştirilen Dimrit üzümünden elde edilen şarap değişik yöntemlerle sirkeye işlenmiş ve elde edilen sirkelerin özellikleri kimyasal ve duyuşal analizlerle incelenmiştir.

Yavaş yöntem ve derin kültür yöntemiyle elde edilen sirkeler, genel bileşimleri, aroma maddeleri içerikleri (asetaldehit, metanol, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, etil asetat, metil asetat, 2,3-bütandiol, 2-feniletanol) ve duyuşal özellikleri bakımından istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Değerlendirme sonuçları sirkelerin genel bileşim, aroma maddeleri içeriği ve duyuşal özellikler bakımından farklı olduklarını göstermiştir.

Yavaş yöntemle elde edilen sirkelerin asitlikleri ve aroma maddeleri içeriklerinin daha yüksek ve duyuşal özelliklerinin daha iyi olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sirke, asetik asit, asetik asit fermantasyonu, asetik asit bakterisi

ABSTRACT

MSC. THESIS

A STUDY ON VINEGAR PRODUCTION FROM DİMİRİT GRAPE BY DIFFERENT METHODS

Emel ÜNAL

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ

Year: 2007, Pages: 60

Jury: Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ

Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK

Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU

In this study, wine produced from Dimrit grape variety grown in Nevşehir-Ürgüp region was used for vinegar production by different methods and properties of vinegars produced were examined by chemical and sensorial analyses.

Vinegars produced by slow method and submerged culture method were statistically compared with regard to their general compositions, contents of aroma components (acetaldehyde, methanol, 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol, ethyl acetate, methyl acetate, 2,3-butanediol, 2-phenylethanol) and sensorial characteristics. Results showed that vinegars were different with their general compositions, contents of aroma components and sensorial characteristics.

It was found that acidity and contents of aroma components of vinegars produced by slow method were higher and their sensorial characteristics were better than that of made by submerged culture method.

Key Words: Vinegar, acetic acid, acetic acid fermentation, acetic acid bacteria

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince çalışmalarımın her aşamasında bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Ahmet Canbaş'a, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren Prof. Dr. Turgut Cabaroğlu'na ve Prof. Dr. H. Filiz Özçelik'e, tezime katkılarından dolayı Doç. Dr. Hüseyin Erten'e,

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

Ayrıca, Ar. Gör. Adnan Bozdoğan'a, Ar. Gör. Haşım Kelebek'e, Gıda Yüksek Mühendisi Gülten Yağmur'a ve Esra Özdemir'e, Ar. Gör. Murat Yılmaztekin'e ve Dr. Serkan Selli'ye,

Çalışmamın gerçekleşmesinde maddi desteklerinden dolayı Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi'ne teşekkür ederim.

Bütün öğrenim hayatım boyunca büyük bir sabır içerisinde bana destek olan, maddi ve manevi yardımlarını benden esirgemeyen Annem Nazife Ünal'a, Babam Ertuğrul Ünal'a, Kardeşlerim Asena Ünal Sucu'ya, Meryem Ünal'a, Mete Sucu'ya ve biricik Yeğenim Ertuğrul Sucu'ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Dimrit Üzümü ve Bu Üzümünden Elde Edilen Şaraplar	4
2.2. Asetik Asit Fermantasyonu	5
2.3. Sirke Üretim Yöntemleri	7
2.4. Sirkenin Kimyasal Bileşimi	9
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Sirke Hammaddeleri	20
3.1.2. Denemelerde Kullanılan Araç ve Gereçler	20
3.1.3. Analizlerde Kullanılan Araç ve Gereçler	20
3.2. Metot	21
3.2.1. Üzümlerin Sirkeye İşlenmesi	21
3.2.2. Genel Analizler	24
3.2.2.1. Şırada Yapılan Analizler	24
3.2.2.1.(1). Toplam Asit Tayini	24
3.2.2.1.(2). pH Tayini	24
3.2.2.1.(3). Kurumadde Tayini	24
3.2.2.1.(4). İndirgen Şeker Tayini	25
3.2.2.1.(5). Toplam Fenol Bileşikleri Tayini	25
3.2.2.2. Şarapta Yapılan Analizler	25
3.2.2.2.(1). Yoğunluk Tayini	25
3.2.2.2.(2). Alkol Tayini	25

3.2.2.2.(3). Uçar Asit Tayini.....	26
3.2.2.2.(4). Kükürt Dioksit Tayini.....	26
3.2.2.3. Sirkelerde Yapılan Analizler.....	26
3.2.2.3.(1) Kül Tayini.....	26
3.2.2.3.(2) Kül Alkaliliği Tayini	26
3.2.3. Toplam Bateria Sayısı.....	26
3.2.4. Aroma Maddeleri Tayini.....	27
3.2.4.1. Gaz Kromatografisi Koşulları	27
3.2.4.2. Aroma Maddelerinin Alıkonma Zamanlarının Belirlenmesi	28
3.2.4. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması	28
3.2.5. Duyusal Analiz.....	29
3.2.6. İstatistiksel Analiz.....	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Şıranın Bileşimi.....	31
4.2. Şarabın Bileşimi.....	31
4.3. Farklı Yöntemler Kullanılarak Elde Edilen Sirkelerde Asetik Asit Fermantasyonunun Gidişi	33
4.3.1. Yavaş Yöntemle Elde Edilen Sirkelerde Asetik Asit Fermantasyonunun Gidişi.....	33
4.3.2. Derin Kültür Yöntemiyle Elde edilen Sirkelerde Asetik Asit Fermantasyonunun Gidişi.....	35
4.4. Sirke Fermantasyonunda Bakterilerin Gelişimi	36
4.5. Sirkelerin Bileşimi	37
4.6. Dimrit Üzümünden Elde Edilen Sirkelerdeki Aroma Maddeleri.....	41
4.7. Sirkelerin Duyusal Özellikleri.....	43
5. SONUÇ	44
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	55
EKLER.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Aroma maddelerinin alıkonma zamanları.....	28
Çizelge 4.1. Dimrit üzümünden elde edilen şıranın genel bileşimi.....	31
Çizelge 4.2. Dimrit üzümünden elde edilen şarabın genel bileşimi.....	32
Çizelge 4.3. Farklı yöntemlerle elde edilen sirkelerin genel bileşimi.....	40
Çizelge 4.4. Farklı yöntemlerle elde edilen sirkelerdeki aroma maddeleri.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1.Fermente olabilir şekerlerin 2 aşamalı oksidasyonu (etil alkol ve asetik asit fermantasyonu) sonucu asetik aside dönüşümü.....	5
Şekil 3.1. Dimrit üzümünden değişik yöntemlerle sirke üretimi.....	23
Şekil 3.2. Üçgen test formu.....	29
Şekil.3.3. Lezzet profil analizi formu.....	30
Şekil 4.1. Yavaş yöntemle asetik asit fermantasyonu sırasında alkol ve toplam asit miktarındaki değişim.....	34
Şekil 4.2. Derin kültür yöntemiyle asetik asit fermantasyonu sırasında alkol ve toplam asit miktarındaki değişim.....	35
Şekil 4.3. Değişik yöntemlerle elde edilen sirkelerin duyuşal özellikleri.....	43

1. GİRİŞ

TS 1880 Sirke Standardına göre “sirke, tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki ayrı fermantasyonla (alkol ve asetik asit fermantasyonu) biyolojik yoldan üretilen, kendine özgü ürün” olarak tanımlanmıştır. Aynı standartta, sirke üretiminde kullanılan hammaddelere göre sirke çeşitleri; şarap sirkesi, meyve sirkesi, meyve şarabı sirkesi, elma şarabı sirkesi, alkol sirkesi, baharatlı sirke (aromalı sirke), tahıl sirkesi, malt sirkesi, bal sirkesi, peynir altı suyu sirkesi ve bira sirkesi olarak verilmiştir.

Sirke FAO/WHO gıda standartlarına göre şöyle tanımlanmaktadır: sirke, iki fermantasyon prosesi yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonu ile, nişasta ve/veya şeker içeren tarımsal kökenli hammaddelerden üretilen, insan tüketimi için uygun olan bir sıvıdır.

Sirkeler yavaş yöntem, hızlı yöntem ve derin kültür (submers) yöntemi olmak üzere başlıca üç yöntemle üretilmektedir. Sirke üretim yöntemleri arasından, derin kültür yöntemi daha hızlı ve ekonomik olmasına karşın, kalite açısından yavaş yöntem (üretim süresinin uzun olması iz elementlerin oluşumuna imkan verdiği için) daha iyi sonuç vermektedir. Hızlı yöntem ve derin kültür yöntemi, ekonomik açıdan ve üretim süresi açısından, yavaş yöntemle göre daha avantajlı olduğu için ticari olarak sirke üretiminde en çok bu yöntemler kullanılmaktadır (Morales ve ark., 2001a; Tan, 2005).

Sirke, ilki mayalar tarafından genellikle de *S. cerevisiae* tarafından fermente edilebilir şekerlerin etanole dönüşümü ve ikincisi asetik asit bakterileri tarafından etanolün oksidasyonu sonucunda, iki aşamalı fermantasyon yoluyla üretilir. Asetik asit fermantasyonu oksijen varlığında gerçekleşen bir oksidasyon işlemidir. Bu fermantasyon sırasında asetik asit bakterilerinin faaliyeti sonucu etanol içeren sıvı oksijen varlığında sirke asidine ve suya okside olur (Treck ve ark., 1997; Treck ve Raspor, 1999; Treck ve Teuber, 2002; De Ory ve ark., 2002; Mejias ve ark., 2002; Bamforth, 2005; Garcia-Garcia ve ark., 2006).

Sirkelerin kalitesini kimyasal bileşimleri belirler. Sirkede kalite hem hammaddeye hem de üretim yöntemine bağlıdır. Hammaddenin bileşimi sirkenin

bileşimi üzerinde doğrudan etkilidir. Hammaddenin bileşimi çeşit, iklim, toprak koşulları ve yetiştirme teknikleri gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Farklı hammaddelerden veya değişik üretim yöntemleri kullanılarak üretilmiş olan sirkeler kalite bakımından birbirlerinden farklılık gösterirler, bundan dolayı sirkelerin kimyasal bileşimleri de farklı olmaktadır. Kaliteli hammaddelerden uygun üretim yöntemi ile üretilmiş olan sirkelerin kalitesi de iyidir (Prescott ve Dunn, 1959; Gerbi ve ark., 1998; Achaerandio ve ark., 2002; Morales ve ark., 2004).

Nevşehir-Ürgüp çevresinde yetiştirilen Dimrit üzümü, orta derecede alkol oluşturan ve sofralık şarap yapımında kullanılan üzüm çeşitlerindedir. Dimrit üzümünün rengi koyu kırmızı olmayıp biraz açıktır. Daneleri oval şeklinde ve orta büyüklükte, kabukları orta kalınlıkta olup dane içi etlidir. Eylül ayı ortalarına doğru olgunlaşır, salkım ağırlığı 122-328 g arasında ve ortalama 200 g'dır. Dimrit üzümünden yapılan şaraplar oksidasyona çok müsait oldukları için hava ile temasları halinde tuğla kırmızısı renginde bir renk alırlar ve fazla yıllandırmaya gelmezler. Bu nedenle, şaraplık olarak iyi bir çeşit olmayan Dimrit üzümü sirkeye işlenmekte veya kurutmalık olarak kullanılmaktadır (Akman ve Yazıcıoğlu, 1960).

Sirke üretim yöntemleri, fermantasyon süresine bağlı olarak sirkelerin kalitesini etkilemektedir. Yavaş yöntemle elde edilmiş sirkelerde, özellikle aroma maddeleri gibi iz elementlerin miktarı ve çeşidi hızlı yöntemle göre daha çoktur, çünkü üretim süresi uzadıkça bu maddelerin oluşumu da artmaktadır. Bundan dolayı, kalite açısından, yavaş yöntemle elde edilmiş sirkeler daha iyidir (Prescott ve Dunn, 1959).

Sirkenin en önemli kalite kriteri asetik asit içeriğidir. TS 1880'e göre şarap sirkesinin toplam asit içeriği asetik asit cinsinden en az 4 g/100 mL olmalıdır. ABD'deki standartlara göre de asetik asit içeriği en az %4 olmalıdır. Birçok şişelenmiş İngiltere sirkeleri genelde %5 asetik asit içermesine rağmen, İngiltere gıda standartları için %4'lük seviye tavsiye edilmiştir (Wood, 1985). Sirkenin pH değeri ise 2.0-3.5 arasındadır (Aktan ve Kalkan, 1998).

Sirkenin bir diğer önemli kalite kriteri ise aroma maddeleridir. Sirkedeki aroma maddeleri sirkelerin kalite ve kusurları arasındaki ayırimda kullanılmıştır. Sirkedeki aroma maddeleri üzerinde hammadde doğrudan etkilidir. Bunun yanı sıra

sirke aroması, üretim yöntemi, depolama veya yllandırma sırasındaki koşullara da baēlıdır. Sirkenin aromatik kalitesini arttırmak ve tüketicilere yeni ürünler sunmak için üreticiler en iyi hammadde yanında en iyi üretim yöntemini seçmek zorundadırlar (Tesyafe ve ark., 2002; Durante ve ark., 2006).

Sirke berrak, sulu ve genellikle hammaddenin rengine sahiptir (Aktan ve Kalkan, 1998). Usulüne uygun yapılmış, güzel süzölmüş, berrak ve asitlik derecesi yerinde bir sirkenin piyasada çok iyi karşılanacağı açıktır. Sirke yalnız yemeklerde, salatalarda deēil, aynı zamanda turşu yapımında kullanılır. Mayonez, salça, salamura, hardal ve diēer birçok benzeri maddelerin hazırlanmasında ve konserve edilmesinde ve ayrıca gıdalarda koruyucu madde olarak da kullanılmaktadır. Gıdaların dışında ilaç üretiminde de sirkeden yararlanılmaktadır (Türker, 1963; Tan, 2005).

Ölkemizde Dimrit üzüminden şarap yapımı ile ilgili araştırma sayısı oldukça azdır (Canbaş, 1978; Canbaş, 1981; Canbaş ve ark., 1996). Dimrit üzümlerinin sirkeye işlenmesi konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Diēer üzümlerinden ve hammaddelerden sirke üretimi ile ilgili araştırma sayısı da oldukça sınırlıdır (şahin ve ark., 1977; şahin ve Kılıç, 1981; Denli, 1999).

Bu çalışmanın amacı, Nevşehir-Ürgüp çevresinde yetiştirilen Dimrit üzüminden elde edilen şarabı deēiřik yöntemlerle sirkeye işlemek ve elde edilen sirkelerin kimyasal bileşimlerini ve duyuusal özelliklerini incelemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. Dimrit Üzümü ve Bu Üzümde Elde Edilen Şaraplar**

Ülkemizin en yoğun bağ bölgelerinden biri olan Nevşehir-Ürgüp çevresinde yaygın olarak yetiştirilen Dimrit üzümü, bağların yaklaşık %75-80'ini oluşturur ve bu üzümün şaraba işlenmesi üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır(Türker, 1957; Akman ve Yazıcıoğlu, 1960). Bunun yanında sirkeye işlenmesi üzerine çalışma bulunmamaktadır.

Dimrit üzümü bölgenin ilk turfanda çeşidi olması nedeniyle, öncelikle sofralık olarak tüketilir. Ancak, bu şekilde tüketilen üzüm miktarı, bölge ile sınırlı olduğundan, pek fazla değildir. Çeşitli kaynaklarca verilen rakamlar değişik olmakla beraber, toplam ürünün %3-5 kadarının da şaraba işlendiği kabul edilebilir, geriye kalan büyük bir kısmı ise bağcılar tarafından kurutulmuş değerlendirilir (Türker, 1957; Akman ve Yazıcıoğlu, 1960).

Dimrit üzümünden elde edilen şaraplar üzerinde yapılan araştırmalar, bu üzümlerden elde edilen kırmızı şarapların renk ve tat yönünden yetersiz ve oksidasyona fazlaca eğilimli olduklarını göstermektedir (Türker, 1957; Akman ve Yazıcıoğlu, 1960).

Dimrit üzümünün en belirgin özelliği alkolü normal, asidi düşük orta kalitede şarap vermesidir. Ayrıca verimi çok iyidir ve şıralık olarak da kullanılır (Anon., 1990a).

Canbaş (1978), Dimrit şaraplarının bileşimi üzerine çöp ayırma, asit ilavesi, kükürtleme ve cibre fermantasyonu süresi gibi işlemlerin etkisini araştırmış ve bu işlemlerin şarapların bileşimi üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.

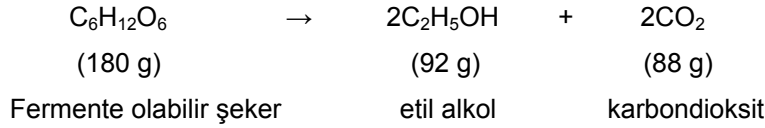
Canbaş (1981), Nevşehir-Ürgüp çevresi siyah Dimrit üzümlerinin ısıtılarak şaraba işlenmesinin kalite üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, deneme koşullarında ısıtma işlemlerinin şarapların kalitesi üzerindeki etkilerini kesin olarak belirlemenin mümkün olmadığını ve şarapların bileşimini belirleyen en önemli unsurun üzüm çeşidi olduğunu belirtmiştir.

2.2. Asetik Asit Fermantasyonu

Sirke oluşumu, Şekil 2.1’de görüldüğü gibi etil alkol fermantasyonu ve asetik asit fermantasyonu olmak üzere 2 aşamada gerçekleşir. Şarapların bileşimi, sirke kalitesini doğrudan etkilemektedir (Ciani, 1998). 100 g glikozdan yaklaşık 51 g alkol ve 49 g karbondioksit, 10 g alkolden de 130 g asetik asit meydana gelir. Fakat, şekerin etil alkol fermantasyonunda ve etil alkolün sirke asidine oksidasyonunda bazı kayıplar olur. Endüstride 1 g alkolden 1g sirke asidinin meydana gelmesi ekonomik sayılır ve bu miktar %76’lık randıman verir (Türker, 1963).

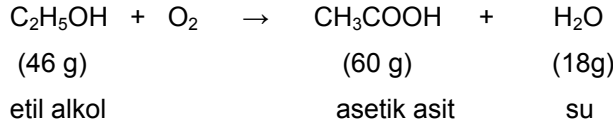
1. Aşama (Alkol fermantasyonu)

Anaerobik



2. Aşama (Asetik asit fermantasyonu)

Aerobik



Şekil 2.1. Fermente olabilir şekerlerin 2 aşamalı oksidasyonu (etil alkol ve asetik asit fermantasyonu) sonucu asetik aside dönüşümü (Adams, 1998; Aktan ve Kalkan, 1998)

Sirke bakterilerinin çalışması ve dolayısıyla asetik asit fermantasyonu üzerine pH, sıcaklık, etanol ve asit konsantrasyonu, kükürt dioksit, oksijen ve diğer besin elementleri veya inhibitörler gibi faktörler etki eder (Gomez ve Cantero, 1998).

De Ory ve ark. (2002), etanol ve asetik asit konsantrasyonlarının asetik asit bakterileri üzerindeki toksik etkilerini incelemişler ve asetik asit ve etanol konsantrasyonlarının bakterilerin çalışmasını etkilediklerini ve 35.5-47 g/L arasındaki etanol konsantrasyonları ve 30-45 g/L arasındaki asetik asit konsantrasyonlarında toksik etkinin diğer konsantrasyonlara göre daha düşük

olduğunu bildirmişlerdir.

Saeki ve ark. (1997a), asetik asit fermantasyonu üzerine başlangıç asetik asit miktarının (%1-5) etkisini incelemişler ve *Acetobacter lovaniensis* SKU 1108 ve SKU 1112'nin etanolü okside edebildiğini ve başlangıç asetik asit konsantrasyonunun %4'ten az olduğu zaman kültür ortamında artan bir şekilde asetik asitin toplandığını, bununla beraber kültür ortamına başlangıçta %5 asetik asit ilavesi durumunda asetik asit oluşumunun gerçekleşmediğini bildirmişlerdir. Öte yandan, *Acetobacter rancens* IFO 3298 ve *Acetobacter aceti* IFO 3283'ün etanolü okside edebildiğini ve en üst asetik asit limitinin sırasıyla %3 ve %2 olduğunu açıklamışlardır.

Mesa ve Szajani (1996), *A. aceti*'nin canlılığı üzerine oksijenin etkisini incelemişler ve sabit asetik asit konsantrasyonlarında, havalandırmanın kesilmesinin yüksek etanol konsantrasyonlu kültürlerde daha kısa bir lag fazı yaşanmasına neden olduğunu ve bunun sonucunda da oksijen yetersizliğinin *A. aceti*'nin canlı kalma yeteneğini azalttığını bildirmişlerdir.

Krisch ve ark. (1996), serbest ve immobilize *A. aceti* hücreleri kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada, sirke üretimi üzerine sıcaklığın etkisini incelemişler ve 20-28⁰C'ler arasında serbest ve immobilize hücreler tarafından üretilen asetik asit konsantrasyonunun birbirine yakın olduğunu fakat, 28-40⁰C'ler arasında konsantrasyonun düştüğünü belirlemişlerdir. Öte yandan serbest hücreler tarafından üretilen asetik asitin 20⁰C ve 34⁰C arasında sürekli arttığını, 30-34⁰C arasında en üst düzeye ulaştığını ve daha sonra sıcaklık artışına paralel olarak azaldığını bildirmişlerdir.

Saeki ve ark. (1997b), ısıya dayanıklı (termotolerant) farklı asetik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilen sirke fermantasyonu üzerine sıcaklığın etkisini incelemişler ve 90 saatlik süre sonunda asetik asit üretimi bakımından en uygun sıcaklığın 38⁰C olduğunu ve daha sonra bunu sırasıyla 39⁰C ve 40⁰C'nin izlediğini bildirmişlerdir.

De Ory ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada, mikroorganizmaların tamamının inhibe olduğu sıcaklığın 8⁰C ve altı ile 35⁰C ve üstü olduğunu belirlemişler ve 30.9⁰C'de *A. aceti*'nin maksimum spesifik gelişme oranını gösterdiğini

bildirmişlerdir.

Fregapane ve ark. (2001), asetik asit fermantasyonu üzerine sıcaklığın etkisini inceledikleri çalışmada 32-34⁰ C'lerde asitleştirmenin günümüzde endüstri tarafından halen kullanılmakta olan 30⁰C'den daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, ürün verimliliğinin 26-32⁰C'ler arasında sıcaklık arttıkça arttığını ve 34⁰C'den sonra düştüğünü, bununla beraber, 36⁰C (%89 verim) hariç, denenen tüm sıcaklıklarda ürün verimliliğinin yaklaşık %91 olduğunu açıklamışlardır.

Ravinder ve ark. (2001), *Clostridium lentocellum* ile selülozdan asetik asit üretimi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, en uygun sıcaklığın 37⁰C olduğunu bildirmişlerdir.

Ndoye ve ark. (2006), Afrika'da yetişen tropik bitkilerden endüstriyel sirke üretiminde kullanılmak üzere izole edilen asetik asit bakterisinin termotolerant özelliklerini incelemişler ve izole edilen bakterilerin 40⁰C gibi yüksek sıcaklıklarda bile gelişebildiklerini ve asetik asit oluşturabildiklerini saptamışlardır.

Gullo ve ark. (2005), geleneksel balzamik sirkeden izole edilen asetik asit bakterisi hücrelerinin glikoz toleransını değerlendirmişler ve glikoz konsantrasyonunun artışıyla birlikte hücre gelişiminin azaldığını ve %25'lik şeker konsantrasyonu olan ortamda çok az hücrenin geliştiğini saptamışlardır. Ayrıca glikoz toleransının endüstriyel sirke üretimindeki asetik asit bakterileri için önemli bir teknolojik özellik olmadığını, ancak geleneksel balzamik sirke üretimi için önemli olduğunu bildirmişlerdir.

2.3. Sirke Üretim Yöntemleri

Sirke üretim yöntemleri yavaş yöntem, hızlı yöntem ve derin kültür yöntemi (submers yöntemi) olmak üzere 3 ana grup altında toplanabilir (Aktan ve Kalkan, 1998).

Yüzey kültür yöntemi de denilen yavaş yöntemde alkollü sıvı bir fıçı içinde uzun süre tutulmak suretiyle sirkeleştirilir. Fıçıya 1/3-1/4 oranında pastörize edilmemiş iyice keskin bir sirke karıştırılan şarap konur, sonra sıcak (28-30⁰C) bir yerde sirkeleşmeye bırakılır. Bir süre sonra sıvının üzerinde zar meydana gelir.

Sirkeleşmenin bittiği, sirke anasının kendiliğinden dibe batmasıyla anlaşılır. En doğrusu alkol ve asit miktarlarını saptamaktır. Sirkeleşme sonunda üst oksidasyonu engellemek ve aroma maddelerinin meydana gelebilmesi için % 0.5-1.0 alkolün sirkede kalması gerekir. Üretim yaklaşık olarak 6-8 haftada tamamlanır (Türker, 1963; Aktan ve Kalkan, 1998; Nanda ve ark., 2001; Bamforth, 2005; Tan, 2005).

Hızlı yöntem Türkiye’de sirke üreten işletmelerde çok yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntem olup, bu yönteme Frings yöntemi de denilmektedir (Aktan ve Kalkan, 1998; Türker, 1963). Sirkeleştirilecek şarap veya alkollü sıvı geniş yüzey üzerinden yayılıp yavaş yavaş akarken bu geniş yüzeye yerleşmiş olan asetik asit bakterisi tarafından sirkeleştirilir. Gerekli olan hava kabın kenarlarında açılan deliklerden sağlanır. Hızlı yöntem sirke kaplarına, jeneratör adı verilir. Hızlı yöntem ile sirke üretimi yaklaşık 3-7 gün sürer (Prescott ve Dunn, 1959; Türker, 1963; Adams, 1998; Aktan ve Kalkan, 1998; Tan, 2005).

Derin kültür yönteminde sirke üretimi dolgu materyali olmaksızın çalışan ve yüzeyde değil sirkeleştirilecek sıvının içerisinde çoğalan bakteriler ile gerçekleştirilir. Sirke bakterisi ile aşılınmış şarap veya sirkeleşecek alkollü sıvının içine, maya üretiminde olduğu gibi, çok ince kabarcıklar halinde hava verilir. Böylece sirke bakterileri havayı sıvı içinde bulurlar ve çalışırlar. Aynı miktarda alkolün sirkeleşmesi, diğer endüstriyel yöntemlere oranla, bu yöntemde 30 kez daha çabuk olmaktadır (Prescott ve Dunn, 1959; Türker, 1963; Ghose ve Bhadra, 1985; Aktan ve Kalkan, 1998).

Günümüzde sirke üretiminde genellikle derin kültür yöntemi kullanılır. Jeneratör yöntemi derin kültür yöntemine göre daha yavaş ve pahalı olduğu için, endüstriyel düzeyde daha çok derin kültür fermentörleri tercih edilmektedir (De Ory ve ark., 2004a).

Derin kültür yönteminde, asitleştirme oranı genellikle yüksektir ve 24-48 saat içinde asetik asit cinsinden %8-9 asitliğe ulaşılır. Bu yöntemle asitleştirmede frings asetator, kavitator, hava kabarcıklı kolon fermentör veya farklı havalandırma sistemli fermentörler gibi çeşitli cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlarda sıcaklık, asitlik derecesi, alkol, oksijen miktarı ve diğer faktörler kontrol edilir. Bu cihazların tüm avantajlarına rağmen, atmosfere açık çalışmaları ve uçucu bileşiklerde bir kayıp

meydana getirmeleri bakımından bugün hala çözümlenmemiş dezavantajları vardır. Son araştırmalar daha çok, verimi ve kaliteyi artırmak üzerine yoğunlaşmıştır. Bu amaçla da daha iyi bir asitleştirme sistemi tasarlamak, daha kullanışlı bakteri hücresi seçmek ve işlem için ideal koşulları ayarlamak gibi çözüm yollarına gidilmiştir (Prescott ve Dunn, 1959; Ghose ve Bhadra, 1985; Tesfaye ve ark., 2002).

Derin kültür yöntemiyle sirke üretiminde endüstriyel düzeyde daha çok Heinrich Frings firması tarafından geliştirilmiş olan asetatör kullanılmaktadır. Kapasite itibarıyla içinde soğutucu borular ve altta hava verici düzeni olan bir tanktan ibarettir. Tank aside dayanıklı paslanmaz çelikten, tahtadan veya sentetik materyalden yapılmıştır. Bu çelik tankların üzerinde gerek işleme kontrolü ve gerekse emniyet sağlamak üzere aletler vardır. Çalışması sırasında gerekli olan sıcaklık, alkol ve hava miktarı ve diğer bütün faktörler kontrol edilebilir. Asetatörün büyüklüğüne göre günde 30-2160 L alkolü asetik aside çevirebilir veya günde %10 asit bazında 285-20.400 L sirke yapılabilir (Aktan ve Kalkan, 1998).

2.4. Sirkenin Kimyasal Bileşimi

Sirkenin kimyasal bileşimi sirke kalitesini belirlemektedir. Sirkenin kimyasal bileşiminin ve aromasının iyi olması için kaliteyi etkileyen faktörlere dikkat edilmesi gerekir (Tesyafe ve ark., 2002).

Sirkede kalite öncelikle hammaddeye bağlıdır. Hammaddenin bileşimi sirke bileşimi üzerinde doğrudan etkilidir. Hammaddenin bileşimi çeşit, iklim, toprak koşulları ve yetiştirme teknikleri gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Prescott ve Dunn, 1959). Kalite üzerinde belirleyici ikinci faktör ise üretim tekniğidir. Herhangi bir meyvenin veya şarabın sirkeye en uygun şekilde nasıl işleneceği, uzun yıllar alan teknolojik araştırmalar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kalite üzerinde etkili olan diğer faktörler ise, seçilen mikroorganizma, kullanılan etanol konsantrasyonu, asitleştirmeye başlamadan önce ilave edilen sirke konsantrasyonu, O₂ miktarı, ortamın bileşimi, fermantasyon sıcaklığı, yillandırma ve depolama, şişeleme ve pastörizasyon gibi faktörlerdir (Garcia-Parrilla ve ark., 1997; Natera ve ark., 2003).

Sirkenin; %80 gibi büyük bir kısmını su oluşturmaktadır, geriye kalan %20'lik kısım ise organik asitler, alkoller, polifenoller, amino asitler vb.'den oluşmaktadır (Casale ve ark., 2006).

Sirkenin bileşimi, farklı yönlerden önem taşır. Öncelikle, doğal ve yapay sirkelerin ayrımı bakımından önemlidir (Şahin, 1982; Kirk ve Sawyer, 1991). Çünkü, konsantre asetik asitin sulandırılması ile elde edilen yapay sirkenin kullanımı pek çok ülkede yasaktır. Doğal sirkeler fermantasyon yoluyla elde edilir ve bu sirkeler ile yapay sirkeler birbirlerinden bileşimlerinin analiz edilmesiyle kolaylıkla ayırt edilebilir. Yapay sirke, su ve asetik asitten başka herhangi bir madde içermediğinden büyük ölçüde renksizdir (Şahin, 1982). Bununla beraber, asetik asit fermantasyonu sırasında oluşan bazı fermantasyon yan ürünleri (kül, B₁ vitamini, riboflavin, nikotinik asit, pantotenik asit, pridoksin vb.) de içermediğinden yapay sirke ile doğal sirke kolayca ayırt edilebilir (Kirk ve Sawyer, 1991).

Sirkenin bileşimi ilgili yasa ve tüzüklere uygunluğun kontrolü bakımından da önemlidir. Diğer gıda maddelerinde olduğu gibi her ülkenin yasa ve tüzükleri sirkede bazı maddelerin miktarını sınırlayarak tüketicinin korunmasını amaçlamıştır (Şahin, 1982).

Sirkenin bileşimi, değişik hammaddelerden elde edilen sirkelerin belirlenmesi bakımından da önem taşımaktadır (Şahin, 1982; Kirk ve Sawyer, 1991). Örneğin, malt ve şarap sirkesinde malik asit bulunmazken, elma sirkesi bu asiti içermektedir (Kirk ve Sawyer, 1991). Ayrıca, sirkenin bileşimi beslenme yönünden de önemlidir (Şahin, 1982).

Sirkenin en önemli kalite kriteri kimyasal bileşiminde bulunan ve bir aroma maddesi olan asetik asit içeriğidir. TS 1880'e göre şarap sirkesinin toplam asit içeriği asetik asit cinsinden en az 4 g/100 mL olmalıdır. ABD'deki standartlara göre de asetik asit içeriği en az %4 olmalıdır. Birçok şişelenmiş İngiltere sirkeleri genelde %5 asetik asit içermesine rağmen, İngiltere gıda standartları için %4'lük seviye tavsiye edilmiştir (Wood, 1985). Sirkenin pH değeri ise 2.0-3.5 arasındadır (Wood, 1985; Aktan ve Kalkan, 1998).

Şahin ve Kılıç (1981), yaptıkları bir başka çalışmada, doğal ve değişik ölçüde tağşiş edilmiş sirkelerin karşılaştırmasını yaparak kontrol olanaklarını ve

yöntemlerini belirlemişlerdir. Kullanılan klasik yöntemlerle sirkelere yapılan hilelerin saptanmasının olanaksız olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada sirkelere yapılabilecek hilelerin saptanması amacıyla, sirke bileşiminde bulunan maddelerin oranını ve taşıdığı derecesine bağlı olarak değişimini araştırmışlar ve uçucu asit/kuru madde, uçucu asit/şekersiz kuru madde, uçucu asit/uçmayan asit ve uçucu asit/kül oranının, işletmelerde üretilen her parti sirke için önceden belirlenmek koşuluyla hilelerin kontrolünde etkili bir şekilde kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Antonelli ve ark. (1997), polialkollerin sirkede köken (bitkisel ve coğrafik) tanımlayıcısı olduklarını bildirmişler ve polialkollerin özellikle alkol ve elma sirkelerini karakterize eden bileşikler olmalarına karşın şarap sirkeleri için karakteristik bir polialkol örneği bulunmadığını bildirmişlerdir.

Nishiwaki (1997), ikili fermentör sisteminin asetik asit verimine etkisini incelediği çalışmada, bu fermentörün daha önce kullanılan diğer fermentörlere göre daha yüksek asetik asit verimi sağladığını bildirmiştir.

Garcia-Parrilla ve ark. (1999), sirke üretiminde kullanılan yöntem ve hammaddenin sirkelerdeki fenolik madde içeriğinde doğrudan etkili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar sirkeleri coğrafi kökenlerine ve üretim yöntemlerine göre ayırt etmede fenolik maddelerin kullanılabilceği sonucuna varmışlardır.

Palacios ve ark. (2002), şeri sirkelerinde farklı yıllandırma koşullarında meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal değişimleri incelemişler ve yıllandırma sırasında amino asit, asetoin, tartarik asit, glukonik asit, süksinik asit ve sitrik asit konsantrasyonlarında artış olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, yıllandırma ile birlikte sirkelerde renk değişiminin meydana geldiğini ve mikrobiyal aktivitenin düştüğünü bildirmişlerdir.

Theobald ve ark. (1998), şeri sirkesi, balzamik sirke ve elma sirkesindeki hidroksi metil furfural miktarı üzerine yaptıkları çalışmada balzamik sirkedeki miktarının (0.3-3.3 g/l) daha çok olduğunu saptamışlardır. Ayrıca yıllandırma durumuna bağlı olarak bu miktarın 5.5 g/kg'a kadar çıkabildiğini bildirmişlerdir.

Erbe ve Bruckner (2000), şeri sirkelerinin aminoasit içeriğinin balzamik sirkeninkine benzer olduğunu ancak, L-amino asit (244-456 mg/l) ve D-amino asit (18-19 mg/l) içeriğinin daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Erbe ve Bruckner (1998), sirkelerdeki aminoasit içeriğini inceledikleri çalışmada, balzamik sirkelerin çok miktarda L-amino asit (861-2000 mg/L) ve D-aminoasit (46-361 mg/L) içerdiğini ve dinlendirme esnasında D-prolin ve D-alanin miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Consonni ve Gatti (2004), balzamik sirkelerde yıllandırma durumunu saptamak için uyguladıkları yöntem (¹H NMR) ile sirkelerdeki metabolitleri saptayarak yıllandırma durumlarını belirlemişlerdir.

Morales ve ark. (1998), sirkede bulunan önemli organik asitleri (tartarik, sitrik, malik, laktik ve asetik asit) belirlemek için yeni bir iyon-dışı HPLC yöntemi geliştirmişler ve yöntemin, doğru, kolay ve hızlı uygulanabilir olduğunu bildirmişlerdir.

Gerbi ve ark. (1998), İtalyan, Fransız, İspanyol ve İsveç marketlerinden toplanan elma, şarap ve alkol sirkelerini kimyasal bileşimlerini (yoğunluk, toplam asit, uçar asit, kuru madde, kül ve kül alkaliliği, pH) incelemişler ve bu sirkeleri bileşimlerine göre tanımlamışlardır. Çalışma sonucunda, elma ve şarap sirkelerinin kimyasal bileşiminde bulunan maddelerin miktarının, sitrik asit ve alkol miktarı dışında, alkol sirkesine göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Öte yandan, kuru madde miktarı bakımından en zengin sirkenin elma sirkesi olduğunu, bunu sırasıyla şarap sirkesi ve alkol sirkesinin izlediğini, şarap sirkesinin tartarik asit bakımından, elma sirkesinin malik asit ve laktik asit bakımından ve alkol sirkesinin ise sitrik asit bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir. Fenol bileşikleri bakımından ise en zengin olan sirkenin elma sirkesi olduğunu açıklamışlardır. Mineral maddeler bakımından şarap sirkesinin potasyumca oldukça zengin olduğunu, yüksek alkollerin miktarının elma ve şarap sirkelerinde alkol sirkesine göre daha fazla bulunduğunu ve elma sirkesinin diğerlerine göre oldukça fazla miktarda sorbitol içerdiğini saptamışlardır.

Fregapane ve ark.(1999), endüstriyel şarap sirkesi üretiminde kullanılan fermentörlerle yarışabilecek bir asetatör geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada fermantasyon, yeni tip dinamik püskürtme düzeniyle (sparger) donatılan ticari olmayan 100 l kapasiteli reaktörde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan fermentörle elde edilen asitleştirme oranının frings asetatörle elde edilene benzer olduğu ve bazı

sirke fabrikalarında endüstriyel olarak kullanılan diğer fermentörlerle karşılaştırıldığında daha yüksek bir asitleştirme gücüne sahip olduğu açıklanmıştır.

Garcia-Parrilla ve ark. (1998), sirkelerin rengini belirlemede vektör analiz yöntemini test etmişler ve renk, oksidasyon ve yıllandırma gibi proseslerin bir indikatörü olduğundan ve duyuşsal analizlerdeki öneminden dolayı sirke kalitesinin önemli bir göstergesi olduğunu ve oksijenin sirkede istenmeyen kahverengi renge neden olabildiğini bildirmişlerdir.

Denli (1999), sirkede organik asitlerin tayininde ters faz yüksek performans sıvı kromatografi tekniğinin, tercih edilen bir teknik olduğunu bildirmiştir.

Horiuchi ve ark. (1999), satılmayacak durumdaki kalitesiz soğanlardan sirke üretimini araştırdıkları çalışmada, çok çeşitli soğanları test etmişler ve maya ve *A. aceti* tarafından kırmızı soğan suyundan sirke üretiminin uygun olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan soğan sirkesinin kimyasal bileşimini incelemişler ve potasyum içeriğinin geleneksel sirkelere göre daha yüksek ancak sodyum miktarının daha düşük olduğunu saptamışlardır. Ayrıca soğan sirkesindeki toplam amino asit ve organik asit miktarının diğer sirke çeşitlerine göre 1.6-6.9 ve 3.5-11.5 kat daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Horiuchi ve ark. (2000), geliştirdikleri iki aşamalı kesikli beslemeli sirke üretim prosesi ile daha yüksek verimlilikte asetik asit ve sirke üretmişlerdir.

Samanidou ve ark. (2001), sirkede bulunan fenolik maddelerin antioksidan, antitümör, antimutajenik ve antikarsinojenik ajanlarla sağlığını koruduklarını bildirmişler ve fenolik maddelerden salisilik asidin enfeksiyon önleme ve keratolitik etki yapma gibi farmakolojik özelliklerinin yanı sıra antibakteriyel aktivitelerinin de olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, kafeik, ferulik ve vanilik asit gibi fenoliklerin ise antibakteriyel, antivirüs, antiromatizmal ve ateş düşürücü etkiye sahip olduklarını açıklamışlardır.

Morales ve ark. (2001a), çabuk yöntemle elde edilen şeri şarabının kimyasal bileşiminde asetik asit sırasında meydana gelen değişiklikleri inceledikleri çalışmada, sirkeleri karakterize etmek ve yıllandırma durumlarını saptamak amacıyla fenolik madde, uçucu bileşikler, organik asitler, kuru madde, gliserol ve prolin gibi değişkenleri incelemişler ve özellikle etanol ve asetik asit ile laktik asit ve çeşitli

uçucu maddeleri (metanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol, asetoin, asetaldehit, etil asetat ve etil laktat) içeren şeri şarabının çabuk yöntemle asetifikasyonu sırasında, bu maddelerin miktarlarında değişiklikler olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen sirkelerin asetifikasyonun sonunda %7.4 ile %9.4 arasında bir asitliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, fenolik maddelerin işlem boyunca değişmeden kaldığını ve kullanılan şarabın son ürünün fenolik bileşimini etkilediğini belirlemişler ve bunun yanında kuru madde miktarının asetifikasyonun sonuna doğru arttığını, buna karşın prolin, gliserol, sitrik, tartarik ve malik asitler gibi diğer bileşikler ve uçucu maddelerin geri kalan kısmında önemli değişikliklerin olmadığını bildirmişlerdir.

Morales ve ark. (2001b), şeri sirkelinin bileşimi üzerine, kullanılan şarap, asetifikasyon yöntemi ve tahta fiçıda yıllandırma gibi faktörlerin etkisini inceledikleri çalışmada geleneksel yöntemlerle üretilen şeri sirkelinin, laboratuvar koşullarında fermentörden elde edilen şeri sirkelerden farklı olduğunu ve özellikle laboratuvar koşullarında fermentör ile elde edilen şeri sirkelerinde bulunan düşük kaynama noktasına sahip aroma maddelerinde kayıp olduğunu belirlemişler ve sirkelin bileşimi açısından kullanılan üretim yönteminin diğer tüm değişkenlerin içinde en önemli rolü oynadığını belirtmişlerdir.

Cocchi ve ark. (2002), sirkelerdeki karboksilik asitleri belirlemek amacıyla HPLC ve GC yöntemlerinin yeterliliğini incelemişler, her iki yöntemin de tüm karboksilik bileşikleri belirlemede tek başına yeterli olmadığını, HPLC ile asetik asit ve laktik asit miktarlarının belirlenebildiğini ancak, glukonik asit ve süksünik asitler için GC'nin daha uygun olduğunu, bunların yanında, tartarik, sitrik ve malik asitlerin her iki yöntemle de belirlenebileceğini açıklamışlardır

Shimoji ve ark. (2002), Kurosu çeşidi pirinç sirkelerinde bulunan dihidroferulik asit ve dihidrosinapik asidin, ferulik ve sinapik aside göre daha yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Terehara ve ark. (2003), mor renkli tatlı patatesten üretilen kırmızı sirkelin diğer beyaz ve siyah sirkelere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu saptamışlardır. Yüksek antioksidatif aktiviteye sahip en önemli bileşiğin bir antosiyan olan caffeoylsoporoze olduğunu ve tatlı patates antosiyaninlerinin,

antimutajenik, hepatoprotektif ve antidiyabet etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Achaerandio ve ark. (2002), sirkede bulunan fenolik bileşiklerin uzaklaştırılarak sirkenin renginin açılmasında modifiye edilmiş aktif karbonun kullanılabilirliğini saptamışlardır. Ayrıca fenolik bileşiklerin uzaklaştırılmasının, sirkenin rengi, kimyasal stabilitesi ve raf ömrü açısından gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Fregapane ve ark. (2003), yarı sürekli ve sürekli yöntemlerle asetik asit oluşumunu karşılaştırmışlar ve sürekli yöntemle elde edilen asetik asit miktarının (68.2 g/L), yarı sürekli yöntemle elde edilen asetik asite (45.1 g/L) göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Ayrıca biyodönüşüm verimleri bakımından da sürekli fermantasyon yöntemindeki verimin (%93.3), yarı sürekli yöntemdeki verime (%83) göre, daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Parronda ve ark. (2003), peynir altı suyundan sirke üretimini araştırdıkları çalışmada %5-6 arasında asitlikte sirke elde etmişlerdir. Bu çalışmada peynir altı suyunun alkole dönüşümü için *Kluyveromyces fragilis* mayasını ve alkolün asite dönüşümü için *A. pasterianus* bakterisini kullanmışlardır.

Giordano ve ark. (2003), balzamik sirkede, maillard reaksiyonu sırasında oluşan 2-furfural ve 5-metilfurfural miktarını belirlemek için yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri yöntem ile 2-furfural ve 5-metilfurfural miktarlarının saptanarak, hakiki ve sahte balzamik sirkelerin ayrımının yapılabildiğini bildirmişlerdir.

Tesyafe ve ark. (2004), geleneksel yöntemle tahta fiçıda yıllandırılan sirkelere bir alternatif olarak meşe yongalarının kullanımıyla yıllandırılan sirkelerin kuru madde ve toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri incelemişler ve yıllandırma sonucu belirlenen en önemli değişikliğin toplam fenol bileşiklerinde meydana geldiğini, buna karşın kuru madde miktarının pek değişmediğini bildirmişlerdir. Öte yandan, fenol bileşiklerindeki en önemli artışın sirinaldehit ve sinapinaldehitte olduğunu ve bunları sırasıyla vanilik ve gallik asitler ve kaniferaldehitin izlediğini bulmuşlardır. Fenolik maddelerde sentetik sirkeler için 80-100 mg/L, şarap sirkeleri için ise 150-400 mg/L civarında olan bu artışın, meşe yongalarının önemli derecedeki ekstraksiyonu ile elde edildiğini bildirmişlerdir.

De Ory ve ark. (2004b), asetik asit bakterilerinin immobilizasyonunda en iyi taşıyıcı maddeyi belirlemek için 3 farklı taşıyıcıyı (siran, tahta yongaları ve poliüretan köpük) karşılaştırmışlar ve bunlardan poliüretan köpük, daha fazla miktarda immobilize hücreye ve daha yüksek asetifikasyona imkan verdiği için en iyi taşıyıcı madde olduğunu belirlemişlerdir.

Ndung'u ve ark. (2004), üretim yöntemine ve bu üretim yönteminde kullanılan alet ekipmana göre sirkelerdeki kurşun miktarının değişebileceğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda, balzamik sirkede 15-307 µg/L, şarap sirkesinde 36-50µg/L kurşun bulunduğunu saptamışlardır.

Valero ve ark. (2005), beyaz ve kırmızı üzüm ve elma şaraplarından elde edilen sirkeleri uçucu bileşikler ve serbest amino asitler bakımından incelemişler ve asetik asit bakterisi için asimile edilebilir azot sağlayan bileşik profilinin tüm sirke çeşitleri için benzer olduğunu ve L-lösinin asetik asit bakterisi için zorunlu azot kaynağı olmasından dolayı şarap sirkelerindeki en önemli aminoasit olduğunu belirtmişlerdir. L-lösinin özellikle elma sirkesindeki en önemli azot kaynağı olduğunu ve bunu sırasıyla kırmızı şarap sirkesi ve beyaz şarap sirkesinin izlediğini açıklamışlardır. L-prolinin ise şarap sirkeleri için önemli olduğunu ancak L-lösin gibi tamamen tüketilemediğini bildirmişlerdir.

Cocchi ve ark. (2006), balzamik sirkede, yıllandırmanın farklı dönemlerinde alınan örneklerdeki şeker ve organik asit miktarlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yıllandırmanın farklı dönemlerinde, madde miktarlarının [malik (6.6-15.5 g/kg), tartarik (4.0-9.7 g/kg), sitrik (0.6-1.5 g/kg) ve süksinik(0.36-0.62 g/kg) asit ve glikoz(153-294 g/kg), fruktoz (131-279 g/kg), ksiloz (0.11-0.39 g/kg), riboz (0.078-0.429 g/kg), ramnoz (0.061-0.195 g/kg), galaktoz (0.136-0.388 g/kg), mannoz (0.41-1.46 g/kg), arabinoz (0.33-1.00 g/kg) ve sükroz (0.46-6.84 g/kg)] farklı olduğunu saptamışlardır.

Casale ve ark. (2006), sirkelerde depolama sırasında meydana gelen değişiklikleri ve yıllandırma prosesini kontrol etmek için, çeşitli kemometrik tekniklerle kombine edilen yakın infrared spektroskopisini kullanmışlar ve kullanılan yöntemin, depolama sırasında meydana gelen değişimleri kontrol etmek için uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Plessi ve ark. (2006), balzamik sirkedeki fenolik bileşikleri belirlemek için bir yöntem geliştirmeyi amaçlamışlar ve sıvı-sıvı ekstraksiyonu için diatom toprağı kartuşu ve poliamidik SPE kartuşu test etmişler ve geliştirdikleri yöntem ile balzamik sirkede bulunan 9 fenolik asidi (4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, protokateşuik asit, siringik asit, izoferulik asit, *p*-koumarik asit, gallik asit, ferulik asit ve kafeik asit) tanımlamışlar ve bu asitlerin sirkede doğal antioksidan olarak katkı yaptığını saptamışlardır.

Zhang ve ark. (2006), Çin sirkelerinin karakterizasyonu için elektronik bir burun geliştirmeyi amaçlamışlar ve karakterizasyon için çeşit, hammadde, toplam asitlik, fermantasyon yöntemi ve üretim bölgesi gibi kriterleri ele almışlardır. Çalışma sonucunda fermantasyon yönteminin karakterizasyonda daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Öte yandan, karakterizasyonda test edilen sirke ölçümlerinin doğruluğu tahmini olarak; çeşide göre %72.1, hammaddeye göre %76.5, toplam asitliğe göre %77.9, fermantasyon yöntemine göre %94.1 ve üretim bölgesine göre % 82.4 bulunmuştur.

Carlavilla ve ark. (2006), sirkelerdeki aminoasitleri belirlemek için daha kolay, hassas ve hızlı bir yöntem olan MECK-LIF yöntemini geliştirmeyi amaçlamışlar ve geliştirdikleri yöntem ile sirkede bulunan 11 L- ve D-amino (γ -aminobütirik asit, D-Arg, L-Arg, D-Pro, L-Pro, D-Ala, L-Ala, D-Glu, L-Glu, D-Asp, L-Asp) asitin hassas bir şekilde analizinin gerçekleştirilebildiğini belirlemişlerdir. Bu aminoasitlerin bakteriyel gelişimin bir göstergesi olduğunu, böylece mikrobiyal kontaminasyonların olup olmadığının bu amino asitlerin miktarlarıyla saptanabildiğini açıklamışlardır.

Xu ve ark. (2006), sirke üretimi sırasında meydana gelen maillard reaksiyonlarıyla oluşan kahverengi polimerlerden olan melanoidinlerin sağlığı koruyan antioksidan aktivitesi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca depolama ve yıllandırma gibi faktörlerin sirkenin antioksidan aktivitesini etkileyebildiğini belirtmişlerdir.

Sirkelerin kimyasal bileşimlerindeki en önemli kalite kriteri aroma maddeleridir. Sirkedeki aroma maddeleri sirkelerin kalite ve kusurları arasındaki ayırmada kullanılmıştır. Sirkenin aromatik kalitesini arttırmak ve tüketicilere yeni

ürünler sunmak için üreticiler en iyi hammadde yanında en iyi üretim yöntemini seçmek zorundadırlar (Tesyafe ve ark., 2002). Özellikle yıllandırma süresi sirkelerin aroma çeşidi ve miktarı üzerinde en önemli rolü oynar (Natera ve ark., 2003; Cocchi ve ark., 2006).

Sirkeyi karakterize etmek için fizikokimyasal ve duyuşal parametrelerden elde edilen değerler incelenmektedir. Sirke kalitesini belirlemek için duyuşal analizlerin yanı sıra farklı analitik yöntemler de kullanılmıştır (Tan, 2005).

Kashima ve ark. (2000), sirke üretimi sırasında *A. pasterianus* tarafından üretilen en önemli aroma maddelerinden biri olan esterlerin oluşumunda bakteride bulunan esterazların etkisini araştırmışlar ve çalışma sonucunda esterlerden etil asetat ve izoamil asetat'ın oluşumunun özellikle hücre içi esterazların (esteraz-1) varlığına bağılı olduğunu açıklamışlardır.

Charles ve ark. (2000), gaz kromatografisinde asitlikleri farklı kırmızı şarap sirkelerinin aroma bileşiklerini inceledikleri çalışmada, daha önce şarap sirkesinde bulunmamış ve çoğunlukla ester (2,3-bütandiol monoasetat, 1,2,3 -propantriol monoasetat, 1,2,3-propantriol diasetat) ve keton (3-hidroksi-2-pentanon, 2-hidroksi-3-pentanon ve 3-asetoksi-2-bütanon, 3-asetoksi-3-bütanon) yapısında olan yeni bileşikler belirlenmişlerdir. Öte yandan, her iki grup kırmızı şarap sirkesinde de tanımlanan başlıca aroma maddelerinden 2 ve 3-metil-1-bütanol, 2-hidroksi-3-bütanon, asetik asit, 3-metil bütanoik asit ve 2-fenil etanol olduğunu, 2-metil-1-bütanol/3-metil-1-bütanol çoğu kez doğal sirkeyi tanımlamak için ve aynı zamanda asitleştirme sürecini incelemek için de kullanıldığını bildirmişlerdir.

Signore (2001), Modena bölgesinden elde edilen balzamik sirkenin aroma maddelerini diğer sirkelerle karşılaştırarak incelemiştir. Araştırma sonunda geleneksel balzamik sirkeyi diğer sirkelerden ayıran en önemli bileşiklerin 1-propanol, izobütül alkol, izoamil alkol ve 1-hekzanol olduğunu bildirmiştir.

Marin ve ark. (2002), tahta fiçılarda yıllandırılan ve yıllandırılmayan şeri sirkelerindeki aroma maddelerini inceledikleri araştırmada, 2-metil-1-propanol, 2 ve 3-metil-1-bütanol, 3-hidroksi-2-pentanon, 2-feniletanol, izoamil asetat, 2,3-bütandiol ve izopentanoik asit gibi bileşiklerin en önemli aroma maddeleri olduğunu bildirmişler ve tahta fiçılarda yıllandırma işleminin bazı bileşiklerin

konsantrasyonunu arttırdığını, örneğin 3-hidroksi-2-bütanon'un tahta fiçılarda yıllandırılmayan örneklerde 100-800 mg/L arasında değişen konsantrasyonlarda bulunurken, tahta fiçılarda yıllandırılanlarda daha da yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu belirlemişlerdir.

Morales ve Troncoso (2003), şeri sirkelerinde uygulanan nötralizasyon işleminin sirkelerdeki aroma maddeleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, NaOH ve MgO ile yapılan nötralizasyon işlemi sonucunda sirkedeki uçucu bileşiklerin çoğunda, özellikle de aset aldehit, metil asetat, etil asetat ve izoamil asetatı sirkenin nötralize olmasından dolayı bir kayıp (%50) gözlemlemişlerdir.

Cocchi ve ark. (2006), yaptıkları bir çalışmada, yıllandırma süresi farklı olan sirkelerin duyuşal özelliklerinin ve dolayısıyla aroma maddelerinin miktarının da farklı olduğunu belirlemişlerdir.

Guerrero ve ark. (2006), sirkedeki uçucu bileşikleri belirlemek için GC-MS ile birleştirilen SBSE (stir bar sorptive ekstraksiyonu)'nin uygunluğunu diğer yöntemlerle karşılaştırarak test etmişlerdir. Çalışma sonucunda, SBSE'nin PDMS (polidimetilsiloksan) ve SPME (katı faz mikro ekstraksiyonu)'ye göre daha kolay, daha hassas ve daha hızlı olduğunu saptamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT**3.1. Materyal****3.1.1. Sirke Hammaddeleri**

Araştırmada, sirke üretimi için hammadde olarak, Nevşehir-Ürgüp yöresinde yetiştirilen Dimrit üzümlerinden üretilen şaraplar ve Ç.Ü.Z.F. Gıda Mühendisliği biyoteknoloji laboratuvarında üretilmiş olan sirke kullanılmıştır.

3.1.2. Denemelerde Kullanılan Araç ve Gereçler

Şaraba işlenecek üzümler, bağbozumunda 25-30 kg'lık kasalar içerisinde toplanıp, Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Şarap İşletmesine taşınmıştır. Ezme işlemi şarap işletmesinde bulunan paletli ve kauçuk valsli kombine bir değirmende gerçekleştirilmiştir. Sıkma işleminde kesikli çalışan yatık pres kullanılmıştır. Kükürtleme işleminde %5'lik sıvı kükürt dioksit çözeltisinden yararlanılmıştır.

Asetik asit fermantasyonu 3 L kapasiteli karıştırılmalı, havalandırılmalı, "New Brunswick BioFlo 110" marka fermentörde (hızlı yöntem) ve 3.5 L'lik cam kaplarda (yavaş yöntem) gerçekleştirilmiştir. Sirkeyi süzmede bez torbalar, şişe olarak ise 750 mL'lik şeffaf cam şişeler kullanılmış ve şişeler elle çalışan yarı otomatik bir kapama makinasında mantar tapalarla kapatılmıştır.

3.1.3. Analizlerde Kullanılan Araç ve Gereçler

Fenol bileşiklerinin analizlerinde "Shimadzu UV-1201" marka spektrofotometre kullanılmıştır.

pH ölçümünde "WTW-Inolab, Germany" marka pH-metre'den yararlanılmıştır.

Piknometrik analizler sertifikalı ve ayarlı “Brand” marka piknometrelerde gerçekleştirilmiştir.

Aroma maddelerinin analizi alev iyonlaşma dedektörlü (FID) “Shimadzu GC-14B” marka gaz kromatografisinde, kapiler fused-slica, “VARIAN” marka “CP-WAX 57CB” (uzunluk: 60m x iç çap: 0.25 mm, film kalınlığı: 0.4 µm) kolon ile yapılmıştır. Toplam asetik asit bakterisi sayımında sıcaklığı ayarlanabilen “Sanyo” ve FTC 90E markalı inkübatörler kullanılmıştır.

Kromatografik analizlerden önce sirkelerin berraklaştırılmasında “Shimadzu UV-1201” marka santrifüj kullanılmıştır.

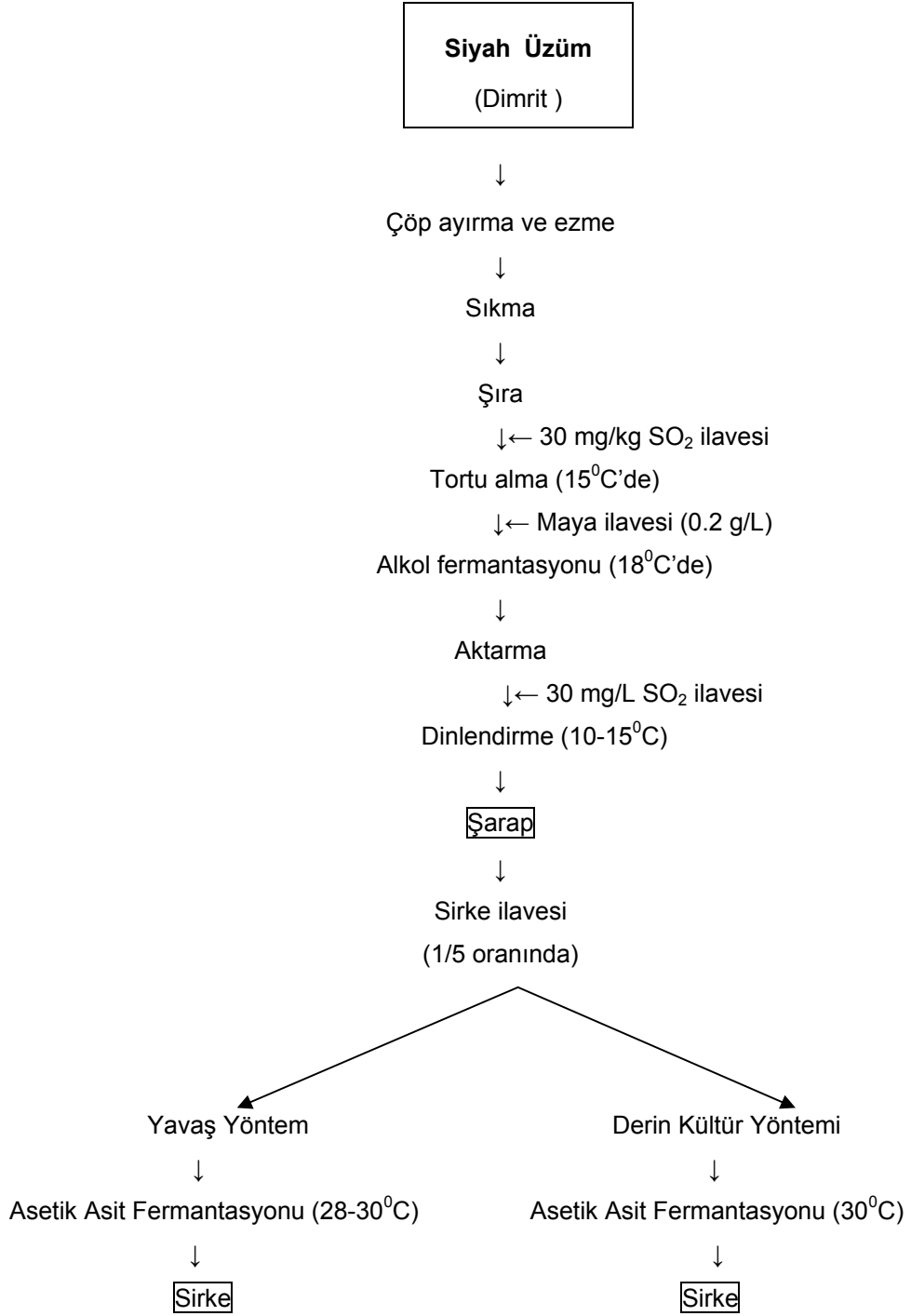
3.2. METOT

3.2.1. Üzümlerin Sirkeye İşlenmesi

Siyah üzümler, çöp ayırma işleminden sonra ezilmiş ve daha sonra preste sıkılarak şıra elde edilmiştir. Elde edilen şıra 30 mg/kg hesabıyla kükürtlendikten sonra 15⁰C’lik mahzene alınmış ve tortu almak amacıyla 24 saat süre ile bu mahzende tutulmuştur. Bu süre sonunda tortu ayrılmış ve şıra 18⁰C’lik mahzende 250 L’lik tanklarda alkol fermantasyonuna terk edilmiştir. Etil alkol fermantasyonu *S. cerevisae* (0,2 g/L kuru aktif) ticari mayası ilave edilerek 18⁰C’de gerçekleştirilmiştir. Etil alkol fermantasyonunun gidişi yoğunluk tayini yapılarak izlenmiştir. Fermantasyon tamamlandıktan sonra şaraplar aktarılmış, 30 mg/L SO₂ ilave edilmiş ve 10-15⁰C’lik dinlendirme mahzenine alınmıştır.

Elde edilen şaraplar, Şekil 3.1’de görüldüğü gibi, hem derin kültür yöntemi (fermantasyon süresi= 18 gün) hem de yavaş yöntem (fermantasyon süresi= 30-50 gün) de birbirine paralel olarak yürütülen üç deneme ile sirkeye işlenmiştir. Asetik asit fermantasyonunun gerçekleşmesi için şarap içerisine 1/5 oranında sirke ilave edilip fermantasyona bırakılmıştır. Yavaş yöntemde 3.5 L’lik cam kaplara %80 oranında (2400 mL) şarap ve %20 oranında (600 mL) sirke konulmuş ve fermantasyon bu koşullarda gerçekleştirilmiştir. Hızlı yöntemde ise fermentöre aynı oranlarda şarap ve sirke konularak, fermantasyon yürütülmüştür. Yavaş yöntemde

ortamın sıcaklığı 28-30⁰C arasında değişmiş, hızlı yöntemde fermentör koşulları sıcaklık 30⁰C, karıştırma hızı 200 rpm ve 1 L örnek için oksijen miktarı 0.25 L/dak. (0.25 vvm) olacak şekilde ayarlanmıştır (Fregapane ve ark., 1999; Fregapane ve ark., 2001). Asetik asit fermantasyonunun gidişini belirli aralıklarla alınan örnek üzerinde titrasyon asitliği, alkol ve pH tayini yapılarak izlenmiştir. Asetik asit fermantasyonu sırasında alınan örneklerde toplam bakteri sayımı yapılmıştır. Örneklerde alkol içeriği %0.5-1'e (h/h) düştüğünde fermantasyona son verilmiştir. Fermantasyondan sonra elde edilen sirke bez torbada süzölmüş ve içerisine 100 mg/L SO₂ ilave edilmiştir. Daha sonra sirkeler 750 mL'lik cam şişelere konmuş ve şişeler mantarla kapatıldıktan sonra, analizleri yapılincaya kadar, +4⁰C'de tutulmuştur.



Şekil 3.1. Dimrit üzümünden değişik yöntemlerle sirke üretimi

3.2.2. Genel Analizler

Dimrit üzümünden elde edilen şıra, şarap ve bu şaraplardan elde edilen sirkelerde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

3.2.2.1. Şırada Yapılan Analizler

Üzüm şirasında toplam asitlik, pH, kuru madde, indirgen şeker (Ough ve Amerine, 1988; Anon, 1990b) ve toplam fenol bileşikleri analizleri yapılmıştır (Ough ve Amerine, 1988; Ribereau-Gayon ve Glories, 2000).

3.2.2.1.(1). Toplam Asit Tayini

10 ml şıra, şarap veya sirke örneği üzerine 20 ml saf su konulmuş ve pH'sı 8.2 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre etmek suretiyle belirlenmiştir. Sonuçlar şıra ve şaraplarda tartarik asit cinsinden g/L veya sirkelerde asetik asit cinsinden g/100 mL olarak verilmiştir (Ough ve Amerine, 1988; Anon 1990b.).

3.2.2.1.(2). pH Tayini

Şıra, şarap ve sirkelerin pH'sı doğrudan cam elektrotlu pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Ough ve Amerine, 1988).

3.2.2.1.(3). Kurumadde Tayini

Kurumadde tayininde, 10 ml şıra, şarap veya sirke örneği kurutma kaplarına alınarak $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde kurutulmuş ve yapılan tartımlar sonucunda g/L olarak kurumadde bulunmuştur (Akman, 1962).

3.2.2.1.(4). İndirgen Şeker Tayini

İndirgen şeker tayini, Carrez çözeltileri ile rengi giderilip durultulan şıralarda, şaraplarda veya sirkelerde Luff-Schoorl yöntemine göre yapılmıştır (Anon, 1990b).

3.2.2.1.(5). Toplam Fenol Bileşikleri Tayini

Fenol bileşikleri miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. Örneklerin absorbansına karşılık gelen toplam fenol bileşikleri miktarı, gallik asit kullanılarak çizilen standart grafikten mg gallik asit/l olarak bulunmuştur (Ough ve Amerine, 1988; Ribéreau-Gayon ve Glories, 2000).

3.2.2.2. Şarapta Yapılan Analizler

Şaraplarda, sırada yapılan analizlere ek olarak, yoğunluk, alkol, uçar asit, serbest ve toplam SO₂ analizleri (Anon, 1990b) yapılmıştır.

3.2.2.2.(1). Yoğunluk Tayini

Şarap ve sirkede yoğunluk tayini 20⁰C'de piknometre ile yapılmıştır (Anon, 1990b).

3.2.2.2.(2). Alkol Tayini

Şarapta ve sirkede alkol miktarı, damıtma sonucu elde edilen alkollü sıvının piknometre ile bulunan yoğunluğundan özel çizelgeler yardımıyla, önce ağırlık (g/l), sonra da hacim (%h) olarak bulunmuştur (Anon, 1990b).

3.2.2.2.(3). Uçar Asit Tayini

Buharlı damıtma yöntemine göre yapılmış ve sonuçlar g/L olarak verilmiştir (Anon, 1990b.).

3.2.2.2.(4). Kükürt Dioksit Tayini

Üretilen şaraplarda ve sirkelerde toplam ve serbest kükürt dioksit, kimyasal yöntem ile bulunmuştur (Anon., 1990b).

3.2.2.3. Sirkelerde Yapılan Analizler

Sirkelerde, şarapta ve şırada yapılan analizlere ek olarak, kül miktarı ve alkaliliği tayini (Anon., 1990b).

3.2.2.3.(1). Kül Tayini

Elde edilen sirkelerde kül tayini, $525\pm 25^{\circ}\text{C}$ 'de kül fırınında yapılmıştır (Anon, 1990b.).

3.2.2.3.(2). Kül Alkaliliği Tayini

Kül alkaliliği, kül üzerine katılan sülfürik asitin, ısıtıldıktan sonra geri titrasyonu ile kül tarafından tutulan asit miktarı bulunarak belirlenmiş ve sonuçlar me/l olarak verilmiştir (Anon, 1990b).

3.2.3. Toplam Bakteri Sayısı

Asetik asit fermantasyonuna uğratılan şarapta, kültürel sayım yöntemi ile GYC (%1 maya ekstrakt, %2 D-glikoz, %2 kalsiyum karbonat, %1.5 Agar) agarda 30°C 'de 2 günlük inkübasyonun ardından koloni sayımı yapılmıştır (Gullo ve ark.,

2005).

3.2.4. Aroma Maddeleri Tayini

Sirkede bulunan aroma maddelerinin (asetaldehit, metanol, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, etil asetat, metil asetat, 2,3 bütandiol, 2-feniletanol) tayini doğrudan enjeksiyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Sirkedeki yüksek asetik asit konsantrasyonu sirkede iz miktarda bulunan diğer aroma maddelerinin algılanmasını zorlaştırır. Sirkelerdeki aroma maddelerinin daha iyi algılanabilmesi için, sirkeler gaz kromatografisine verilmeden önce pH 6 oluncaya kadar 4 M NaOH ile nötralize edilmiştir. Nötralize sirkelere enjeksiyondan önce iç standart (8.24 mg/ml 4-nonanol) ilave edilmiş ve uçucu bileşikler uygun bir kolon ve sıcaklık programıyla birbirinden ayrılmış ve alev iyonlaşma dedektöründe belirlenmiştir. Her bir bileşiğin miktarı iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (Charles ve ark., 1999; Morales ve Troncoso, 2003).

3.2.4.1. Gaz Kromatografisi Koşulları

Aroma maddeleri tayininde kullanılan Shimadzu marka GC-14B model gaz kromatografisinin çalışma koşulları aşağıda verilmiştir. Her bir örnek için gaz kromatografisine 2 enjeksiyon yapılmıştır.

- Enjektör : Split mode (1:60)
- Dedektör : Alev iyonlaşma dedektörü (FID)
- Kolon : Kapiler Fused-slica, “VARIAN” marka “CP-WAX 57 CB” (uzunluk:60m x iç çap: 0.25 mm x film kalınlığı:0.4 µm)
- Enjeksiyon sıcaklığı : 200
- Dedektör sıcaklığı : 215
- Taşıyıcı gaz : Helyum (1 ml/dak. akış hızı)

- Enjeksiyon miktarı : 1 µL
- Sıcaklık programı : 35⁰C’de 5 dakika beklemeden sonra, 35⁰C’den 150⁰C’ye dakikada 4⁰C artacak ve 6 dakika sabit kalacak ve 150⁰C’den 180⁰C’ye dakikada 5⁰C artacak ve 180⁰C’de 20 dakika sabit kalacak şekilde ayarlanmıştır (Morales ve ark., 2001a).

3.2.4.2. Aroma Maddelerinin Alıkonma Zamanlarının Belirlenmesi

Aroma maddelerinin alıkonma zamanları her bir bileşiğin belirli konsantrasyondaki standart çözeltisi gaz kromatografisine tek tek enjekte edilerek belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Aroma maddelerinin alıkonma zamanları

Pik numarası	Bileşik Adı	Alıkonma Zamanı (dk.)
1	Asetaldehit	6.625
2	Metil asetat	9.232
3	Etil asetat	11.151
4	Metil alkol	12.385
5	1-propanol	18.150
6	2-metil-1-propanol	20.624
7	2-metil-1-bütanol	25.781
8	3-metil-1-bütanol	25.900
9	2,3-bütandiol	40.436
10	2-fenil etanol	58.420

3.2.4.3. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması

Piklerin tanısından sonra örneklerin aroma maddeleri konsantrasyonları, iç standart yöntemi ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Kelly ve ark., 1999).

$$C_i = (A_i/A_{st}) \times C_{st} \times RF \times HF$$

C_i : Bileşiğın konsantrasyonu (mg/L)

A_i : Bileşiğın pik alanı

A_{st} : İç standardın konsantrasyonu

RF : Cevap faktörü

HF : Hesaplama faktörü

3.2.5. Duyusal Analiz

Denemelerden elde edilen sirkelerin duyusal analizlerinde farklılığı belirlemek için “üçgen test” ve aromatik profil hakkında daha geniş bilgi verdiği için “lezzet profil analizi” uygulanmıştır (Barillere ve Benard, 1986; Watts ve ark., 1989). Duyusal analizler 5 kişiden oluşan uzman bir jüri tarafından yapılmıştır. Üçgen test analizinde, panelistlere ikisi aynı, biri farklı üç sirke örneği sunulmuş ve farklı olan örneği belirlemeleri istenmiştir.

Lezzet profil analizinde ise sirke örneklerinin duyusal özelliklerine göre 9 puanlık skala üzerinde değerlendirilmesi istenmiştir.

Analizlerde kullanılan formlar şekil 3.2. ve 3.3.’de verilmiştir.

İsim: Tarih: Ürün: Sirke
Size sunulan üç sirke örneğinden ikisi aynı birisi farklıdır. Soldan başlayarak örnekleri değerlendiriniz ve farklı olan örneği daire içine alınız.

şekil 3.2. Üçgen test formu

İsim:			
Tarih:			
Ürün: Sirke			
Kod no:			
Size sunulan sirke örneğini, duyu özelliklerini dikkate alarak değerlendiriniz ve sonuçları skala üzerinde işaretleyiniz.			
Genel izlenim	zayıf		kuvvetli
Aroma zenginliği	zayıf		kuvvetli
Aroma yoğunluğu	zayıf		kuvvetli
Keskinlik hissi	zayıf		kuvvetli
Çeşit karakteri	zayıf		kuvvetli
Etil asetat	zayıf		kuvvetli

Şekil 3.3. Lezzet profil analiz formu

3.2.6. İstatistiksel Analiz

Sirkelerde yapılan kimyasal analizlerde elde edilen sonuçlar, T testi ile değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde SPSS 10.0 paket programı kullanılmıştır (Özdamar,1999).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**4.1. Şıranın Bileşimi**

Denemelerde kullanılan Dimrit üzümünden elde edilen şıranın genel bileşimi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Dimrit üzümünden elde edilen şıranın genel bileşimi

Analizler	Miktar
İndirgen şeker (g/L)	216.20
Kurumadde (g/L)	227.90
Toplam asit (g/L) ^a	4.20
pH	3.45
Toplam fenol (mg/L)	505.81

^a: Tartarik asit cinsinden

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi Dimrit şırasının toplam asitliği 4.20 g/L, pH değeri 3.45 ve kuru madde miktarı 227.90 g/L olarak bulunmuştur. Canbaş ve ark. (1996), Emir, Dimrit, Boğazkere ve Tarsus Beyazı üzüm çeşitlerinin kabarcıklı üzüm suyu üretimine elverişlilik durumlarını inceledikleri çalışmada Dimrit şıralarının toplam asitliğinin tartarik asit cinsinden 4.9 g/L, pH değerinin 3.85 ve çözünür kurumadde miktarının 205 g/L olduğunu bildirmişlerdir.

4.2. Şarabın Bileşimi

Dimrit üzümünden elde edilen şarabın genel bileşimi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Dimrit üzümünden elde edilen şarabın genel bileşimi

Analizler	Miktar
Alkol % (h/h 20 ⁰ C)	11.30
Toplam asit (g/L) ^a	3.97
pH	3.38
İndirgen şeker (g/L)	3.04
Kurumadde (g/L)	16.05
Toplam fenol bileşikleri (mg/L) ^b	334.68
Yoğunluk (g/cm ³ 20 ⁰ C)	0.9913
Uçar asit (g/L) ^c	0.34
Toplam SO ₂ (mg/L)	97.6
Serbest SO ₂ (mg/L)	9.6

^a: Tartarik asit cinsinden; ^b: Gallik asit cinsinden; ^c: Asetik asit cinsinden

Dimrit üzümünden elde edilen şarabın toplam asit içeriği 3.97 g/L, pH değeri 3.38 g/L, yoğunluğu 0.9913 g/L, indirgen şeker miktarı 3.04 g/L, kurumadde miktarı 16.05 g/L ve uçar asit miktarı 0.34 g/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Canbaş (1978), Dimrit şarabı üzerine yaptığı çalışmada yoğunluğun 0.9936 g/L, kuru madde miktarının 25.80 g/L, pH'nın 3.49, toplam asit miktarını 6.66 g/L, uçar asit miktarının 0.19 g/L ve indirgen şeker miktarının 0.67 g/L olduğunu açıklamıştır.

Denemeler sonucunda elde edilen şarapların fenol bileşikleri miktarı gallik asit cinsinden 334.68 mg/L olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Morales ve ark. (2001a) şarap sirkesindeki toplam fenol miktarının gallik asit cinsinden 250-364 mg/L arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Şarapta bulunan kükürt dioksit konsantrasyonu asetik asit bakterisinin faaliyeti açısından önemlidir. Şaraptaki kükürt dioksit miktarının fazla olması bakterileri inhibe edebilmekte ve bunun bir sonucu olarak sirke üretimini engelleyebilmektedir (Mesa ve ark., 1996). Denemelerde kullanılan şarabın toplam SO₂ miktarı 97.6 mg/L ve serbest SO₂ miktarı 9.6 mg/L olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu düzeydeki SO₂ asetik asit fermantasyonunu engellememiştir.

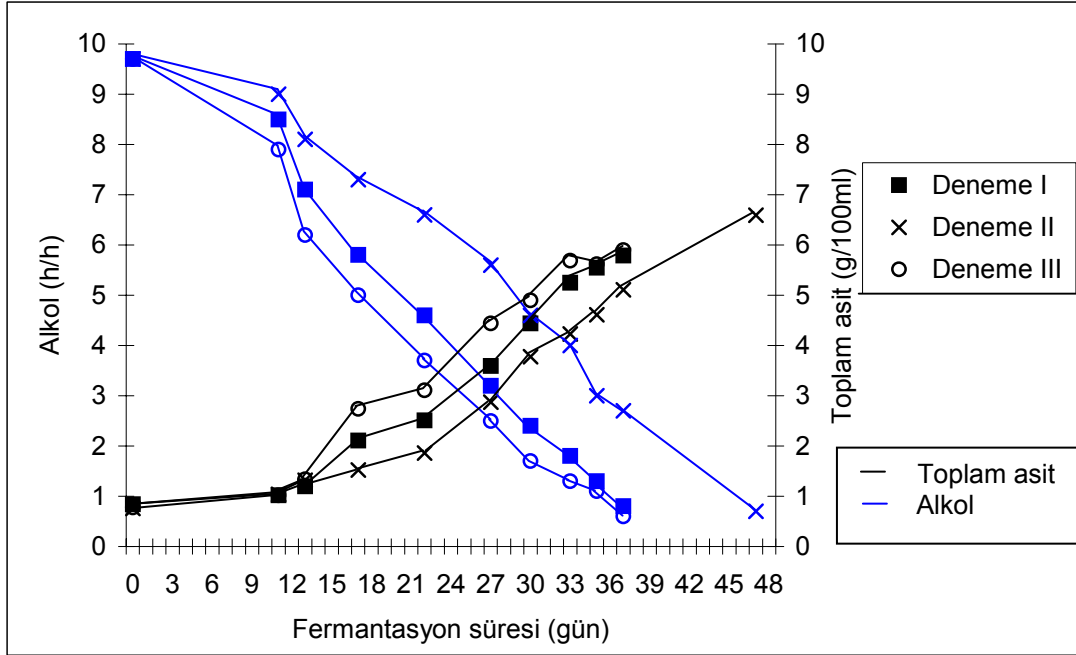
4.3. Farklı Yöntemler Kullanılarak Elde Edilen Sirkelerde Asetik Asit Fermantasyonunun Gidişi

4.3.1. Yavaş Yöntemle Elde Edilen Sirkelerde Asetik Asit Fermantasyonunun Gidişi

Yavaş yöntemle Dimrit üzümünden elde edilen şaraplarda asetik asit fermantasyonun gidişi, şarapta toplam asit ve alkol ölçümleri yapılarak izlenmiştir. Asetik asit fermantasyonu sırasında toplam asit ve alkol miktarındaki değişim Şekil 4.1'de verilmiştir.

Asetik asit fermantasyonunun 8. gününde tüm örneklerin yüzeyinde zar oluştuğu gözlemlenmiştir. Zar oluşumu gözlendikten birkaç gün sonra belli aralıklarla örnek alınarak fermantasyonun gidişi takip edilmiştir. Şekil 4.1'den de görüldüğü gibi I no'lu deneme ve III no'lu denemede fermantasyon 37 gün sürmüş ve yaklaşık aynı miktarlarda asit oluşmuştur. Öte yandan, 47 gün gibi daha uzun fermantasyon süresiyle II no'lu denemede diğerlerine göre daha fazla miktarda asit oluşmuştur.

Şahin ve ark. (1977), yaptıkları çalışmada, asetik asit fermantasyonunun 7. gününde tüm örneklerin yüzeyinde zar oluştuğunu gözlemlemişler ve 34. günde fermantasyonun tamamlandığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.1. Yavaş yöntemle asetik asit fermantasyonu sırasında alkol ve toplam asit miktarındaki değişim

Şekil 4.1'den de görüldüğü gibi, alkol miktarı azalırken toplam asitlik yükselmiştir. İlk günden itibaren artmaya başlayan asitlik 13. gün sonunda hızlı bir artı göstermiş ve fermantasyon sonunda toplam asitlik değerleri I ve III no'lu denemede sırasıyla 5.79 g/100 mL ve 5.90 g/100 mL olarak elde edilirken, 47 gün süren II no'lu denemede en yüksek asitlik değeri 6.59 g/100 mL olarak elde edilmiştir. I ve III no'lu denemelerde fermantasyon 37 günde tamamlanırken diğer denemede 47 gün sürmüştür.

Yavaş yöntem kullanılarak gerçekleştirilen fermantasyonda alkol miktarındaki azalma da ilk günden itibaren başlamış ve alkol miktarı %1'in (h/h) altına düştüğünde fermantasyona son verilmiştir.

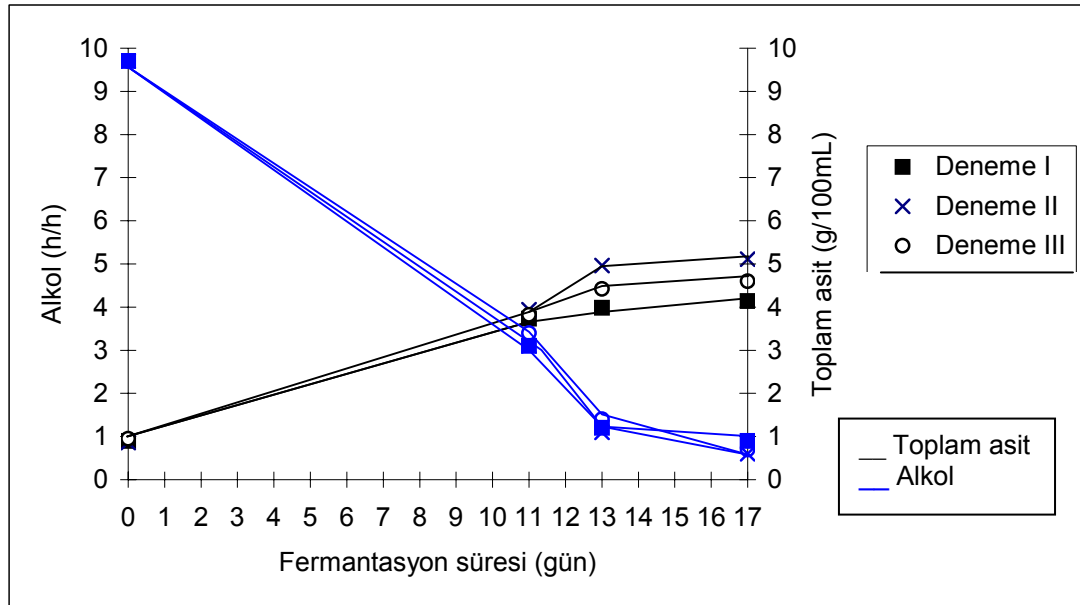
Şahin ve Kılıç (1981), yavaş yöntem ile %10 alkollü şaraptan üretilmiş sirkeleri, toplam asitliği %4'ün biraz üzerinde olacak şekilde sulandırmışlar ve toplam asitliği 4.08-4.44 g/100 mL arasında değişen sirke elde etmişlerdir.

Şahin ve ark. (1977), %10 alkollü şaraptan sirke üretmişler ve fermantasyon sonunda kalan alkol miktarını %0.3-0.7 arasında bulmuşlardır.

4.3.2. Derin Kültür Yöntemiyle Elde Edilen Sirkelerde Asetik Asit Fermantasyonunun Gidişi

Derin kültür yöntemiyle Dimrit üzümünden elde edilen şaraplarda asetik asit fermantasyonunun gidişi şarapta toplam asit ve % alkol ölçümleri yapılarak izlenmiştir. Asetik asit fermantasyonu sırasında toplam asit ve alkol miktarındaki değişimler Şekil 4.2’de verilmiştir.

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi her üç denemede de fermantasyon 17. günde sona ermiştir.



Şekil.4.2. Derin kültür yöntemiyle asetik asit fermantasyonu sırasında alkol ve toplam asit miktarındaki değişim

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi fermantasyon sonunda oluşan toplam asit miktarlarındaki artış birbirinden farklı çıkmıştır. Her üç denemede de 11. güne kadar asitlik hızlı ve benzer bir artış gösterirken 11. günden itibaren asitlikteki artış yavaşlamıştır. I, II ve III no’lu denemelerde fermantasyon sonunda sırasıyla 4.14 g/100 mL, 5.11 g/100 mL ve 4.60 g/100 mL toplam asitlik elde edilmiştir. Görüldüğü gibi asitlikteki en büyük artış II no’lu deneme de olmuştur.

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi fermantasyon boyunca harcanan alkol miktarları her üç denemede de aynı düzeydedir. İlk 11 gün içerisinde alkolün büyük bir kısmı

hızlıca harcanırken, 13. günden itibaren harcanan alkol miktarı da azalmıştır. Denemelerde alkol miktarı %1'in (h/h) altına düştüğünde fermantasyona son verilmiştir.

De Ory ve ark. (2002), şarap sirkesi üretimi için pilot bir asetatör kullanarak 7.2-7.5 g/100 mL asetik asit elde etmişler ve asetik asit üretim süresinin 15-20 gün arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Fregapane ve ark. (2003), fermentörde sürekli fermantasyon yöntemiyle yaptıkları çalışmada fermantasyonun 15 gün sürdüğünü ve fermantasyon sonunda toplam asitliğin 7.9g /100 mL'ye ulaştığını bildirmişlerdir. Ayrıca fermentörde yarı sürekli fermantasyon yöntemiyle fermantasyonun 5-7.5 gün sürdüğünü ve fermantasyon bitiminde 6.38 g/100 mL toplam asitlik elde edildiğini belirtmişlerdir.

De Ory ve ark. (2004a), derin kültür yöntemiyle 7-8 g/100 mL etanol içeren şaraptan, toplam asitliği 8-9 g/100 mL olan sirke elde etmişlerdir.

4.4. Sirke Fermantasyonunda Bakterilerin Gelişimi

Yavaş yöntem ile elde edilen denemelerde fermantasyonun başlangıcında I ve II no'lu denemelerde toplam asetik asit bakterisi sayısı 5.00 log kob/mL ve III no'lu denemede toplam asetik asit bakterisi sayısı 5.15 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda canlı bakteri sayıları I no'lu denemede 4.63 log kob/mL, II no'lu denemede 4.28 log kob/mL ve III no'lu denemede 3.89 log kob/mL olarak bulunmuştur.

Derin kültür yöntemi ile gerçekleştirilen fermantasyonda, başlangıçta I, II ve III no'lu denemelerde sırasıyla 5.01 log kob/mL, 4.96 log kob/mL ve 5.00 log kob/mL olan toplam asetik asit bakterisi sayısı fermantasyon sonunda, sırasıyla 5.69 log kob/ml, 5.63 log kob/mL ve 5.39 log kob/mL olarak bulunmuştur.

Mesa ve ark. (1996), submers kültürde asetik asit bakterilerinin gelişimini incelemişler ve asetik asit bakterisi sayısının fazlara göre değiştiğini belirlemişlerdir. Örneğin lag fazında asetik asit bakterisi sayısının minimum olduğunu ve zamanla mikrobiyal ölüm fazının bir sonucu olarak, hem asitleştirme oranının düşmekte hem de canlı bakteri sayısının azalmakta olduğunu bildirmişlerdir.

Sokollek ve ark. (1998), sirke bakterilerinin tanımlanmasıyla ilgili yaptıkları çalışmada derin kültür yöntemi ile üretilmiş olan sirkelerde, fermantasyon sonundaki toplam canlı bakteri sayısının 6.5-10.6 log kob/mL arasında değiştiğini saptamışlardır. Bu çalışmada elde edilen bakteri yükünün fazla olması fermantasyon başlangıcında ortamdaki mikroorganizma yükünün fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan yaptığımız çalışmada elde edilen veriler normal sınırlar içerisindeydi.

Ruano ve ark. (2006), pilot asetatörde gerçekleştirilen sirke üretiminde, ortamdaki canlı bakteri sayısını belirlemek için epifloresans yöntemi ile doğrudan sayımı denemişler ve çalışma sonunda epifloresan yönteminin, koloni sayım yöntemine göre daha hızlı, kolay ve güvenilir olduğunu saptamışlardır.

4.5. Sirkelerin Bileşimi

Dimrit üzümünden elde edilen sirkelerin genel bileşimi Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Dimrit üzümlerinden elde edilen sirkelerin toplam asitliği 4.14-6.59 g/100 mL ve pH değeri 2.68-2.85 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3). TS 1880 sirke standardına göre göre şarap sirkesinin toplam asit içeriği asetik asit cinsinden en az 4 g/100 mL olmalıdır. Aktan ve Kalkan (1998)'a göre şarap sirkelerindeki pH değeri 2.5-3.0 arasında değişmektedir. Gerbi ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada, sirkedeki toplam asitliği 6.6 g/L ve pH değerini 2.78 olarak bulmuşlardır.

Elde edilen sirke örneklerinin indirgen şeker miktarının 1.33-2.83 g/L arasında değiştiği bulunmuştur (Çizelge 4.3). Sirke örneklerinin indirgen şeker miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.01$). Şahin ve ark. (1977) ve Şahin ve Kılıç (1981) yaptıkları çalışmalarda, şarap sirkelerindeki indirgen şeker miktarının 1.9-3.2 g/L ve 0.8-1.97 g/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Denemelerden elde edilen sirkelerde kuru madde miktarları yavaş yöntemde 12.17-12.60 g/L ve hızlı yöntemde 10.85-11.79 g/L arasında bulunmuştur (Çizelge 4.3). Sirke örneklerinin kuru madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak

önemlidir ($p<0.05$). Morales ve ark. (2001a), sirkelerdeki kuru madde miktarının 10.3 g/L ile 12.9 g/L arasında bulunduğunu belirtmişlerdir.

Sirkelerdeki toplam fenol bileşikleri miktarının gallik asit cinsinden 423.90 mg/L ile 499.90 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Morales ve ark. (1998) sirkelerde toplam fenol miktarının 399-414 mg/L arasında değiştiğini ve Tesyafe ve ark. (2004) ise 425 mg/L ile 697 mg/L gibi geniş bir aralıkta değiştiğini bildirmişlerdir. Sirkede fenolik madde miktarı depolama ve yıllandırma koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir (Samanidou ve ark., 2001).

Denemelerde elde edilen sirkelerde yoğunluk değeri 1.0110-1.0135 g/cm³ arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). Sirke örneklerinin yoğunluk değerinde meydana gelen farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Gerbi ve ark. (1998), şarap sirkelerinde yoğunluğun 1.0103-1.0114 g/cm³ arasında olduğunu bildirmişlerdir. Chang ve ark. (2005), çeşitli meyve sirkelerinin kimyasal bileşimleri üzerine yaptıkları çalışmada, kırmızı şaraptan elde edilmiş sirkelerdeki yoğunluğun 0.99-1.06 g/cm³ arasında değiştiğini açıklamışlardır.

Sirkeleşme sonunda üst oksidasyonu engellemek için % 0.5-1.0 alkolün sirkede kalması gerekir (Türker, 1963; Aktan ve Kalkan, 1998). Asetik asit bakterileri ortamda etanol kalmadığında asetik asidi CO₂ ve H₂O'ya parçalamaktadır (Wood, 1985). Alkol miktarı %1'in altına düştüğünde fermantasyona son verildiğinden, denemelerden elde edilen sirkelerdeki alkol miktarı %1'in altındadır.

Sirkedeki uçar asiti, sirke asiti oluşturmaktadır. Sirke örneklerinin uçar asit miktarları 39.32 g/L ile 54.94 g/L arasında bulunmuştur (Çizelge 4.3). Sirke örneklerinin uçar asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Şahin ve Kılıç (1981), yaptıkları çalışmada, şarap sirkelerindeki uçar asit miktarının 32.34-64.52 g/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kükürt dioksit mikroorganizmalar üzerinde antiseptik etki yapar ve oksijeni bağlayarak oksidasyon olayını önler (Akman, 1985). Bu nedenle şarap ve sirkede genellikle koruyucu madde olarak kullanılır (Casale ve ark., 2006). Denemelerde koruyucu olarak sirkelere ilave edilen serbest kükürt dioksit miktarı 11.2-12.8 mg/L, toplam kükürt dioksit miktarı 164.8-174.4 mg/L arasındadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3'de de görüldüğü gibi sirke örneklerindeki kül miktarı 1.70-1.79 g/L ve kül alkaliliği miktarı ise 21.0-28.5 me/L arasında değişmektedir. Şahin ve ark. (1977) sirkelerdeki kül miktarının 1.57-2.15 g/L ve kül alkaliliği miktarının 21.5-38.0 me/L olduğunu bildirmişlerdir. Gerbi ve ark. (1998), şarap sirkesindeki kül miktarının 2.03-2.61 g/L arasında ve kül alkaliliği miktarının 17.51-23.33 me/L arasında değiştiğini saptamışlardır.

Çizelge 4.3. Farklı yöntemlerle elde edilen sirkelerin genel bileşimi

Analizler	Yavaş Yöntem				Derin	Kült
	Deneme I	Deneme II	Deneme III	Ortalama	Deneme I	Deneme II
Yoğunluk (g/cm ³ 20 ⁰ C)	1.0135	1.0126	1.0131	1.013	1.0113	1.0115
Alkol % (h/h 20 ⁰ C)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Toplam asit (g/100 mL) ^a	5.79	6.59	5.90	6.09	4.14	5.11
Uçar asit (g/L) ^a	49.96	54.94	51.35	52.08	36.35	40.89
Kuru madde (g/L)	12.51	12.17	12.60	12.43	11.06	11.79
Kül (g/L)	1.74	1.71	1.71	1.72	1.70	1.79
Kül alkaliliği (me/L)	27.00	21.00	23.50	23.83	24.50	28.50
pH	2.71	2.68	2.71	2.70	2.85	2.84
Toplam fenol bileşikleri (mg/L) ^b	494.18	433.31	499.90	475.79	451.95	423.90
İndirgen şeker (g/l)	2.69	2.83	2.72	2.75	1.85	1.56
Toplam SO ₂ (mg/l)	174.40	164.80	166.40	168.53	164.80	166.40
Serbest SO ₂ (mg/l)	12.80	12.80	11.20	12.26	12.80	12.80

^a: Asetik asit cinsinden; ^b: Gallik asit cinsinden

T: İstatistiksel değerlendirilmede önem seviyesi. T testine göre istatistiksel olarak; *: %5,

** : %1 düzeyinde önemli, ö.d.: önemsiz

4.5. Dimrit Üzümünden Elde Edilen Sirkelerdeki Aroma Maddeleri

Dimrit üzümünden elde edilen sirkelerin aroma maddeleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Yavaş yöntemle elde edilen sirkelerde, asetaldehit ve 2 fenil etanol haricinde, aroma maddeleri miktarının, hızlı yöntemle göre, daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sirkelerde, Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi, etil asetat (6.58-4.9 mg/L), 2,3 bütandiol (4.42-3.44 mg/L) ve 2 fenil etanol (2.43-3.33 mg/L) miktarının diğer aroma maddeleri miktarına göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

Signore ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada asetaldehit miktarını 0.44-104.59 mg/L, 1-propanol miktarını 0.03-8.0 mg/L ve 2-metil-1-bütanol miktarını ise 0.07-14.47 mg/L gibi geniş bir aralıkta bulmuşlardır.

Morales ve Troncoso (2003), yaptıkları çalışmada NaOH ile nötralize olmuş sirkelerde metil asetat bulunmadığını ve diğerlerinde 3.30-6.95 mg/L arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Morales ve ark. (2001a), sirkelerde 0-2.86 mg/L 1-propanol, 0-5.6 mg/L 3-metil-1-bütanol ve 0-10 mg/L 2-metil-1-propanol bulunduğunu saptamışlardır.

Morales ve Troncoso (2003), sirkelerdeki etil asetat miktarının 0.80-9.25 mg/L arasında değiştiğini açıklamışlardır.

Charles ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada, sirkelerdeki 2,3-bütandiol miktarının 2.72-5.99 mg/l arasında değiştiğini saptamışlardır.

Denemlerde elde edilen sirkelerde metil alkol (0.27-0.28 mg/L) ve 2-feniletanol (2.43-3.33 mg/L) miktarlarının daha önce yapılmış çalışmalarda elde edilen verilerle kıyaslandığında, oldukça düşük miktarlarda oldukları saptanmıştır.

Veriler istatistiki olarak incelendiğinde yöntemler arasında metil asetat, 2-metil-propil ve 3-metil-propil miktarları bakımından %5 önem seviyesinde ve 1-propanol, 2-metil-1-bütanol ve 2-feniletanol miktarları bakımından %1 önem seviyesinde fark olduğu ortaya çıkmaktadır. Diğer maddeler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4.4. Farklı yöntemlerle elde edilen sirkelerdeki aroma maddeleri (mg/L)

Analizler	Pik no	Yavaş Yöntem				Derin	Kültür
		Deneme I	Deneme II	Deneme III	Ortalama	Deneme I	Deneme II
Asetaldehit	1	0.46	0.52	0.38	0.45	0.54	0.40
Metilasetat	2	0.14	0.10	0.08	0.11	0.10	0.10
Etilasetat	3	6.84	7.16	5.74	6.58	5.78	4.26
Metilalkol	4	0.32	0.24	0.28	0.28	0.24	0.32
1-propanol	5	0.22	0.26	0.22	0.23	0.06	0.08
2-metil-1-propanol	6	0.38	0.50	0.30	0.39	0.22	0.22
2-metil-1-bütanol	7	0.22	0.36	0.26	0.28	0.04	0.10
3-metil-1-bütanol	8	0.50	0.28	0.48	0.42	0.12	0.14
2,3-bütandiol	9	5.00	4.66	3.60	4.42	3.46	3.36
2-feniletanol	10	2.48	2.38	2.44	2.43	3.20	3.42

T: İstatistiksel değerlendirmede önem seviyesi. T testine göre istatistiksel olarak; *: %5, **: %1 düzeyinde önemli, ö.d.: önemsiz

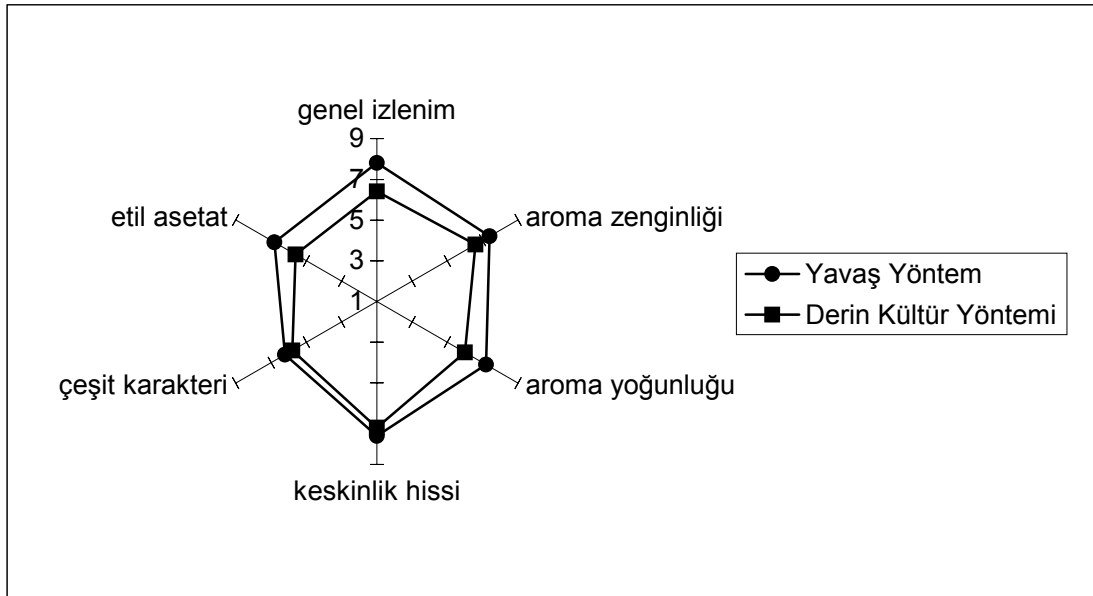
4.7. Sirkelerin Duyusal Özellikleri

Duyusal analizler 5 kişiden oluşan uzman bir jüri tarafından yapılmıştır (Amerine ve Roessler, 1983; Watts ve ark., 1989). Duyusal analizlerden elde edilen veriler istatistiksel değerlendirme tabloları kullanılarak değerlendirilmiştir.

Üçgen test analizinde farklı olan örneği 5 kişiden 4'ü doğru belirlemiştir. İstatistiksel açıdan yöntemler arasında duyusal özellikler bakımından %5 düzeyinde önemli farklılık olduğu saptanmıştır (Watts ve ark., 1989).

Lezzet profil analizinde, duyusal özelliklerine göre, sirkelere 9 puanlık skala üzerinde verilen puanların ortalaması alınmış ve kıyaslamının daha kolay olması için herbir duyusal özellik örümcek kart üzerinde gösterilmiştir (Tesyafe ve ark., 2002; Morales ve Troncoso, 2003; Tesyafe ve ark., 2004).

Lezzet profil analizi sonucunda istatistiksel olarak, genel izlenim, aroma yoğunluğu ve etil asetat bakımından yöntemler arasında %5 düzeyinde önemli farklılık olduğu, ancak aroma zenginliği, keskinlik hissi ve çeşit karakteri bakımından yöntemler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmadığı saptanmıştır.



Şekil.4.3. Değişik yöntemlerle elde edilen sirkelerin duyusal özellikleri

5. SONUÇ

Bu çalışmada, Nevşehir-Ürgüp çevresinde yetiştirilen Dimrit üzümü yavaş yöntem ve derin kültür yöntemi ile sirkeye işlenmiş ve elde edilen sirkelerin, kimyasal bileşimleri ve duyuşal özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen verilere göre, sirke üretiminde uygulanan yöntemlerin, sirkelerin kimyasal bileşimi ve duyuşal özellikleri üzerinde etkili oldukları ve yavaş yöntemle elde edilen sirkenin asit içeriğinin daha yüksek (5.79-6.59 g/100mL) ve aroma maddelerince (asetaldehit, metil asetat, etil asetat, metil alkol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol, 2,3-bütandiol, 2-feniletanol) daha zengin olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- ACHAERANDIO, I., GUELL, C., MEDINA, F., LAMUELA-RAVENTOS, R., LOPEZ, F., 2002. Note. Vinegar Decolorization by Re-Activated Carbon. Food Sci. Tech. Int., 8(4):239-242.
- ADAMS, M.R., 1998. Vinegar. In; Microbiology of Fermented Foods, Ed. Brian J. B. Wood, Blackie Academic&Professional, Second Edition, 1:1-44.
- AKMAN, A., YAZICIOĞLU, T., 1960. Fermantasyon Teknolojisi, Cilt 2, Şarap Kimyası ve Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:160, 604s.
- AKMAN, A., 1962. Şarap Analiz Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:33, 272s.
- AKMAN, A., 1985, Kükürt Dioksitin Şaraptaki Rolü ve Önemi. Gıda Dergisi, 10(3):185-189.
- AKTAN, N., KALKAN, H., 1998. Sirke Teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 82s.
- ANONYMOUS, 1990a. Standart Üzüm Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Ankara, 75s.
- ANONYMOUS, 1990b. Recueil des Methodes Internationales D'Analyse des Vins et des Mouts, Office International de la Vigne et du Vin, Paris, 368s.
- ANTONELLI, A., ZEPPA, G., GERBI, V., CARNACINI, A., 1997. Polyalcohols in Vinegar as an Origin Discriminator. Food Chemistry, 60:403-407.
- BAMFORTH, C.W., 2005. Food, Fermentation and Micro-organisms. Blackwell Publishing Company, UK, pp:154-159.
- BARILLERE, J.M., BERNARD, P., 1986. Exemples D'interpretation de Résultats de Dégustation. Conn. Vigne Vin, 20(3):137-154
- CANBAŞ, A., 1978. Nevşehir-Ürgüp Çevresinde Dimrit Üzümlerinden Daha İyi Kalitede Şarap Elde Etme Olanakları Üzerinde Teknolojik Araştırmalar. Doçentlik Tezi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, 138s.
- CANBAŞ, A., 1981. Nevşehir-Ürgüp Çevresi Siyah Dimrit Üzümlerinin Isıtılarak Şaraba İşlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Vet. Hay./Tar. Orm.: Cilt 5, 73-80s.

- CANBAŞ, A., DERYAOĞLU, A., CABARAOĞLU, T., 1996. Ülkemizin Önemli Bazı Üzüm Çeşitlerinden Kabarcıklı Üzüm Suyu Üretimi II. 1993 Yılı Denemeleri. *Gıda Teknolojisi*, 2(1):3-14.
- CARLAVILLA, D., MORENO-ARRIBAS, M.V., FANALI, S., CIFUENTES, A., 2006. Chiral MEKC-LIF of Amino Acids in Foods: Analysis of Vinegars. *Electrophoresis*, 27:2551-2557.
- CASALE, M., ABAJO, M-J. S., SAIZ, J-M. G., PIZARRO, C., FORINA, M., 2006. Study of the Aging and Oxidation Processes of Vinegar Samples from Different Origins during Storage by Near-Infrared Spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 557:360-366.
- CHANG, R. C., LEE, H. C., OU, S. M., 2005. Investigation of the Physicochemical Properties of Concentrated Fruit Vinegar. *Journal of Food and Drug Analysis*, 13(4):348-356.
- CHARLES, M., MARTIN, B., GINIES, C., ETIEVANT, P., COSTE, G., GUICHARD, E., 2000. Potent Aroma Compounds of Two Red Wine Vinegars. *J. Agric. Food Chem.*, 48(1):70-77.
- CIANI, M., 1998. Wine Vinegar Production Using Base Wines Made with Different Yeast Species. *J. Sci. Agric.*, 78:290-294.
- COCCHI, M., LAMBERTINI, P., MANZINI, D., MARCHETTI, A., ULRICI, A., 2002. Determination of Carboxylic Acids in Vinegars and in Aceto Balsamico Tradizionale Di Modena by HPLC and GC Methods. *J. Agric. Food Chem.*, 50:5255-5261.
- COCCHI, M., DURANTE, C., GARNDI, M., LAMBERTINI, P., MANZINI, D., MARCHETTI, A., 2006. Simultaneous Determination of Sugars and Organic Acids in Aged Vinegars and Chemometric Data Analysis. *Talanta*, 69(5):1166-1175.
- CONSONNI, R., GATTI, A., 2004. ¹H NMR Studies on Italian Balsamic and Traditional Balsamic Vinegars. *J. Agric. Food Chem.*, 52:3446-3450.
- DE ORY, I., ROMERO, L., E., CANTERO, D., 1998. Modelling the Kinetics of Growth of *Acetobacter aceti* in Discontinuous Culture: Influence of Operation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 49:189-193.

- DE ORY, I., ROMERO, L. E., CANTERO, D., 2002. Optimum Starting-Up Protocol of a Pilot Plant Scale Acetifier for Vinegar Production. *Journal of Food Engineering*, 52:31-37.
- DE ORY, I., ROMERO, L. E., CANTERO, D., 2004a. Operation in Semi-Continuous with a Closed Pilot Plant Scale Acetifier for Vinegar Production. *Journal of Food Engineering*, 63:39-45.
- DE ORY, I., ROMERO, L. E., CANTERO, D., 2004b. Optimization of Immobilization Conditions for Vinegar Production. Siran, Wood Chips and Polyurethane Foam as Carriers for *Acetobacter aceti*. *Process Biochemistry*, 39:547-555.
- DENLİ, Y., 1999. Üzüm Şırası, Şarap Ve Sirkede Organik Asitlerin Tayinleri için HPLC Metotları. *Gıda Dergisi*, Ankara, 24(1):21-25.
- DURANTE, C., COCCHI, M., GRANDI, M., MARCHETTI, A., BRO, R., 2006. Application of N-PLS to Gas Chromatography and Sensory Data of Traditional Balsamic Vinegars of Modena. *Chemometrics And Intelligent Laboratory Systems*, 83:54-65.
- ERBE, T., BRUCKNER, H., 1998. Chiral Amino Acid Analysis of Vinegars Using Gas Chromatography-Selected Ion Monitoring Mass Spectrometry. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 207:400-409.
- ERBE, T., BRUCKNER, H., 2000. Studies on the Optical Isomerization of Dietary Amino Acids in Vinegar and Aqueous Acetic Acid. *Eur Food Res Technol.*, 211:6-12.
- FAO, 2007. <http://www.fao.org>.
- FREGAPANE, G., RUBIO-FERNANDEZ, H., NIETO, J., SALVADOR, M. D., 1999. Wine Vinegar Production Using a Noncommercial 100-Litre Bubble Column Reactor Equipped with a Novel Type of Dynamic Sparger, *Biotechnology and Bioengineering*, 63 (2):141-146.
- FREGAPANE, G., RUBIO-FERNANDEZ, H., SALVADOR, M. D., 2001. Influence of Fermentation Temperature on Semi-Continuous Acetification for Wine Vinegar Production. *Eur Food Res Technol*, 213:62-66.

- FREGAPANE, G., RUBIO-FERNANDEZ, H., SALVADOR, M. D., 2003. Continuous Production of Wine Vinegar in Bubble Column Reactors of up to 60-Litre Capacity. *Eur Food Res Technol.*, 216:63-67.
- GARCIA-GARCIA, I., CANTERO-MORENO, D., JIMÉNEZ-OT, C., BAENARUANO, S., JIMÉNEZ-HORNERO, J., SANTOS-DUENAS, I., BONILLAVENCESLADA, J., BARJA, F., 2006. Estimating the Mean Acetification Rate via On-Line Monitored Changes in Ethanol during a Semi Continuous Vinegar Production Cycle. *Journal of Food Engineering*, 80(2):460-464.
- GARCIA-PARRILLA, M. C., GONZALEZ, G. A., HEREDIA, F. J., TRONCOSO, M., 1997. Differentiation of Wine Vinegars Based on Phenolic Composition. *J. Agric. Food Chem.*, 45:3487-3492.
- GARCIA-PARRILLA, M. C., AYALA, F., ECHAVARRI, J. F., TRONCOSO, A. M., NEGUERUELA, A. I., HEREDIA, F. J., 1998. Measurement of Wine Vinegars' color: Application of the Characteristic Vector Method. *J. Agric. Food Chem.*, 46:4238-4241.
- GARCIA-PARRILLA, M.C., HEREDIA, F. J., TRONCOSO, A. M., 1999. Sherry Wine Vinegars: Phenolic Composition Changes during Aging. *Food Research International*, 32:433-440.
- GERBI, V., ZEPPA, G., BELTRAMO, R., CARNACINI, A., ANTONELLI, A., 1998. Characterization of White Vinegars of Different Sources with Artificial Neural Networks, *J. Sci. Food Agric.*, 78:417-422.
- GHOSE, T. K., BHADRA, A., 1985. Acetic Acid. In: *Comprehensive Biotechnology; The Principles, Applications and Regulations of Biotechnology in Industry; Agriculture and Medicine*, Eds: Murray Moo-Young, Harvey W. Blanch, Stephen Drew and Daniel I. C. Wang, Vol. 3b, Pergamon Press, England, 701-729.
- GIORDANO, L., CALABRESE, R., DAVOLI, E., ROTILIO, D., 2003. Quantitative Analysis of 2-Furfural and 5-Methylfurfural in Different Italian Vinegars by Headspace Solid-Phase Microextraction Coupled to Gas Chromatography-Mass Spectrometry Using Isotope Dilution. *Journal of Chromatography A*, 1017:141-149.

- GOMEZ, J. M., CANTERO, D., 1998. Kinetics of Substrate Consumption and Formation in Closed Acetic Fermentation Systems. *Bioprocess Engineering*, 18:439-444.
- GULLO, M., CAGGIA, C., DE VERO, L., GIUDICI, P., 2005. Characterization of Acetic Acid Bacteria in "Traditional Balsamic Vinegar". *Int. J. of Food Mic.*, 106(2):209-212.
- GURRERO, E.D., MARIN, R.N., MEJIAS, R.C., BARROSO, C.G., 2006. Optimisation of Stir Bar Sorptive Extraction Applied to the Determination of Volatile Compounds in Vinegar. *Journal of Chromatography A*, 1104:47-53.
- HORIUCHI, J. I., KANNO, T., KOBAYASHI, M., 1999. New Vinegar Production from Onions. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 88:107-109.
- HORIUCHI, J. I., KANNO, T., KOBAYASHI, M., 2000. Effective Onion Vinegar Production by a Two-Step Fermentation System. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 3:289-293.
- KASHIMA, Y., JIJIMA, M., NAKANO, T., TAYAMA, K., KOIZUMU, Y., UDAKA, S., YANAGIDA, F., 2000. Role of Intracellular Esterases in the Production of Esters by *Acetobacter pasteurianus*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 89(1):81-83.
- KELLY, J., CHAPMAN, S., BRERETON, P., 1999. Gas Chromatographic Determination of Volatile Congeners in Spirit Drinks: Interlaboratory Study. *Journal of AOAC International*, Vol, 82, No:6, 1375-1388.
- KIRK, R. S., SAWYER, R., 1991. *Pearson's Composition And Analysis of Foods*. 9th Edition, Longman Scientific&Technical, England, 708s.
- KRISCH, J., SZAJANI, B., 1996. Effects of Immobilization on Biomass Production and Acetic Acid Fermentation of *Acetobacter aceti* as a Function of Temperature and pH. *Biotechnology Letters*, 18 (4):393-396.
- MARIN, R.N., MEJIAS, R.C., MORENO, M.V.G., ROWE, F.G., BARROSO, C.G., 2002. Headspace Solid-Phase Microextraction Analysis of Aroma Compounds in Vinegar Validation Study. *Journal of Chromatography A*, 967:261-267.

- MEJIAS, R. C., MARIN, R. N., MORENO, M. V. G., 2002. Optimisation of Headspace Solid-Phase Microextraction for Analysis of Aromatic Compounds in Vinegar. *Journal of Chromatography A*, 953:7-15.
- MESA, M. M., CARO, I., CANTERO, D., 1996. Viability Reduction of *Acetobacter aceti* due to the Absence of Oxygen in Submerged Cultures. *Biotechnol. Prog.*, 12:709-712.
- MORALES, M. L., GONZALEZ, A. G., TRONCOSO, A. M., 1998. Ion-exclusion Chromatographic Determination of Organic Acids in Vinegars. *Journal of Chromatography A*, 822:45-51.
- MORALES, M.L., TESYAFE, W., GARCIA-PARRILLA, M.C., CASAS, J.A., TRONCOSO, A.M., 2001a. Sherry Wine Vinegar: Physicochemical Changes during the Acetification Process. *J. Sci. Food Agric.*, 81:611-619.
- MORALES, M.L., GONZALEZ, G. A., CASAS, J. A., TRONCOSO, A. M., 2001b. Multivariate Analysis of Commercial and Laboratory Produced Sherry Wine Vinegars: Influence of Acetification and Aging. *Eur Food Restechnol.*, 212:676-682.
- MORALES, M. L., TRONCOSO, A. M., 2003. Note: Evaluation of Aroma Compounds in Wine Vinegars: Effect of Previous Neutralisation of Samples. *Food Sci. Tech. Int.*, 9 (6):397-402.
- MORALES, M.L., BENITEZ, B., TRONCOSO, A.M., 2004. Accelerated Aging of Wine Vinegars with Oak Chips: Evaluation of Wood Flavour Compounds. *Food Chemistry*, 88:305-315.
- NANDA, K., TANIGUCHI, M., UJIKE, S., ISHIHARA, N., MORI, H., ONO, H., MUROOKA, Y., 2001. Characterization of Acetic Acid Bacteria in Traditional Acetic Acid Fermentation of Rice Vinegar (Komesu) and Unpolished Rice Vinegar (Kurosu) Produced in Japan. *Applied and Enviromental Microbiology*, 67 (2):986-990.
- NATERA, R., CASTRO, R., GARCIA-MORENO, M. V., HERNANDEZ, M. J., GARCIA-BARROSO, C., 2003. Chemometric Studies of Vinegars from Different Raw Materials and Processes of Production. *J. Agric. Food Chem.*, 51:3345-3351.

- NDOYE, B., LEBECQUE, S., DUBOIS-DAUPHIN, R., TOUMKARA, L., GUIRO, A. T., KERE, C., DIAWARA, B., THONART, P., 2006. Thermoresistant Properties of Acetic Acids Bacteria Isolated from Tropical Products of Sub-Saharan Africa and Destined to Industrial Vinegar. *Enzyme And Microbial Technology*, 39:916-923.
- NDUNG'U, K., HIBDON, S., FLEGAL, A. R., 2004. Determination of Lead in Vinegar by ICP-MS And GFAAS: Evaluation of Different Sample Preparation Procedures. *Talanta*, 64:258-263.
- NISHIWAKI, A., 1997. Analysis of a Two-Stage Fermentor with Cell Recycling for Continuous Acetic Acid Production. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 83 (6):565-570.
- OUGH, C.S., AMERINE, M.A., 1988. *Methods for Analysis of Must and Wines*. Second Edition, A Wiley-Interscience Publication, 377s.
- ÖZDAMAR, K., 1999. *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*. Kaan Kitapevi, Eskişehir, 535s.
- PALACIOS, V., VALCARCEL, M., CARO, I., PEREZ, L., 2002. Chemical and Biochemical Transformations during the Industrial Process of Sherry Vinegar Aging. *J. Agric. Food Chem.*, 50:4221-4225.
- PARRONDO, J., HERRERO, M., GARCIA, L. A., DIAZ, M., 2003. A Note-Production of Vinegar from Whey. *J. Inst. Brew.*, 109(4):356-358.
- PLESSI, M., BERTELLI, D., MIGLIETTA, F., 2006. Extraction and Identification by GC-MS of Phenolic Acids in Traditional Balsamic Vinegar from Modena. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19:49-54.
- PRESCOTT, S.C., DUNN, C.G., 1959. *Industrial Microbiology*. McGraw-Hill Book Company, Inc., United States of America, pp:945.
- RAVINDER, T., SWAMY, M. V., SEENAYYA, G., REDDY, G., 2001. *Clostridium lentocellum* SG6-a Potential Organism for Fermentation of Cellulose to Acetic Acid. *Bioresource Technology*, 80:171-177.
- RIBEREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., 2000. Phenolics in Grapes and Wine. *Proceeding of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference*, Terry Lee, Adelaide, South Australia, 14-17 July, 1986, 247-256.

- RUANO, S. B., JIMENEZ-OT, C., SANTOS-DUENAS, I. M., CANTERO-MORENO, D., BARJA, F., GARCIA-GARCIA, I., 2006. Rapid Method for Total, Viable and Non-Viable Acetic Acid Bacteria Determination during Acetification Process. *Process Biochemistry*, 41(5):1160-1164.
- SAEKI, A., TANIGUCHI, M., MATSUSHITA, K., TOYAMA, H., THEERAGOOL, G., LOTONG, N., ADACHI, O., 1997(a). Microbiological Aspects of Acetate Oxidation by Acetic Acid Bacteria, Unfavorable Phenomena in Vinegar Fermentation. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 61 (2):317-323.
- SAEKI, A., THEERAGOOL, G., MATSUSHITA, K., TOYOMA, H., LOTONG, N., ADACHI, N., 1997(b). Development of Thermotolerant Acetic Acid Bacteria Useful for Vinegar Fermentation at Higher Temperatures. *Biosci., Biotech., Biochem.*, 61 (1):138-145.
- SAMANIDOU, V. F., ANTONIOU, C. V., PAPADOYANNIS, I. N., 2001. Gradient RP-HPLC Determination of Free Phenolic Acids in Wines and Wine Vinegar Samples After Spe, with Photodiode Array Identification. *J. Liq. Chrom. & Rel. Technol.*, 24 (14):2161-2176.
- SHIMOJI, Y., TAMURA, Y., NAKAMURA, Y., NANDA, K., NISHIDAI, S., NISHIKAWA, Y., ISHIHARA, N., UENAKAI, K., OHIGASHI, H., 2002. Isolation and Identification of DPPH Radical Scavenging Compounds in Kurosu (Japanese Unpolished Rice Vinegar). *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6501-6503.
- SIGNORE, A.D., 2001. Chemometric Analysis and Volatile Compounds of Traditional Balsamic Vinegars from Modena. *Journal of Food Engineering*, 50:77-90.
- SOKOLLEK, S. J., HERTEL, C., HAMMES, W. P., 1998. Cultivation and Preservation of Vinegar Bacteria. *Journal of Biotechnology*, 60:195-206.
- ŞAHİN, İ., YAVAŞ, İ., KILIÇ, O., 1977. Kuru Üzüm Sirkesi Üretiminde Öğütme ve Çeşitli Maddelerin Fermantasyon Süresi ve Verime Etkileri. *Gıda Dergisi*, Ankara, 2(3):95-105.

- ŞAHİN, İ., KILIÇ, O., 1981. Kuru Üzüm ve Şarap Sirkelerinin Bileşimleri ve Kontrol Yöntemleri Üzerinde Araştırma. Gıda Dergisi, Ankara, 6(6):5-13.
- ŞAHİN, İ., 1982. Asit Fermantasyonları (Sirke, Laktik ve Sitrik asit Fermantasyonları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No. 78, 142s.
- TAN, S.C., 2005. Vinegar Fermentation. a Thesis of Master. University of Lousiana, Department of Food Science, pp:123
- TEREHERA, N., MATSUI, T., KEICHI, F., MATSUGANO, K., SUGITA, K., MATSUMOTO, K., 2003. Caffeoylsophorose in a Red Vinegar Produced through Fermentation with Purple Sweetpotato. J. Agric. Food Chem., 51:2539-2543.
- TESYAFE, W., MORALES, M.L., BENITEZ, B., GARCIA-PARRILLA, M.C., TRONCOSO, A.M., 2002. Wine Vinegar: Technology, Authenticity and Quality Evaluation. Trends in Food Science & Technology, 13:12-21.
- TESYAFE, W., MORALES, M.L., BENITEZ, B., GARCIA-PARRILLA, M.C., TRONCOSO, A.M., 2004. Evolution of Wine Vinegar Composition during Accelerated Aging with Oak Chips. Analitica Chimicia Acta, 513:239-245.
- THEOBALD, A., MULLER, A., ANKLAM, E., 1998. Determination of 5-Hydroxymethylfurfural in Vinegar Samples by HPLC. J. Agric. Food Chem., 46:1850-1854.
- TRCEK, J., RAMUS, J., RASPOR, P., 1997. Phenotypic Characterization and RAPD-PCR Profiling of Acetobacter sp. Isolated from Spirit Vinegar Production. Food Technol. Biotechnol., 35(1):63-67.
- TRCEK, J., RASPOR, P., 1999. Molecular Characterization of Acetic Acid Bacteria Isolated from Spirit Vinegar. Food Technol. Biotechnol. 37(2):113-116.
- TRCEK, J., TEUBER, M., 2002. Genetic and Restriction Analysis of the 16S-23S rDNA Internal Transcribed Spacer Regions of the Acetic Acid Bacteria. FEMS Microbiology Letters, 208:69-75.
- T.S.E., 2003. Sirke-Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün-Tarifler, Özellikler, İşaretleme, TS 1880, Necatibey Cad. 112, Ankara.

- TÜRKER, İ., 1957. Kayseri-Niğde Bölgesi Şarapçılığındaki Gelişmeler ve Şarapları Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:121, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- TÜRKER, İ., 1963. Sirke Teknolojisi ve Teknikte Laktik Asit Fermantasyonları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 209, Ankara Üniversitesi Basımevi, 181s.
- VALERO, E., BERLANGA, T.M., ROLDAN, P.M., JIMENEZ, C., GARCIA, I., MAURICIO, J.C., 2005. Free Amino Acids and Volatile Compounds in Vinegar Obtained from Different Types of Substrate. J. Sci. Food Agric., 85:603-608.
- WATTS, B. M., YLIMAKI, G. L., JEFFERY, L. E., ELIAS, L. G., 1989. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. Int. Development Research Centre, Canada, pp:154.
- WOOD, B.J.B., 1985. Microbiology of Fermented Foods. Elsevier Applied science publishers LTD., England, 1:1-47.
- XU, Q., TAO, W., AO, Z., 2006. Antioxidant Activity of Vinegar Melanoidins. Food Chemistry, 102(3):841-849.
- ZHANG, Q., ZHANG, S., XIE, C., ZENG, D., FAN, C., LI, D., BAI, Z., 2006. Characterization of Chinese Vinegars by Electronic Nose. Sensors and Actuators B: Chemical, 119(2):538-546.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Adana'da doğdum. İlk ve ortaöğrenimimi Adana'da tamamladım. 1999 yılında lisans eğitimime başladım ve 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldum. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladım. 2006 yılı Aralık ayından beri özel bir yemekçilik şirketinde sorumlu yönetici olarak çalışmaktayım.

EKLER



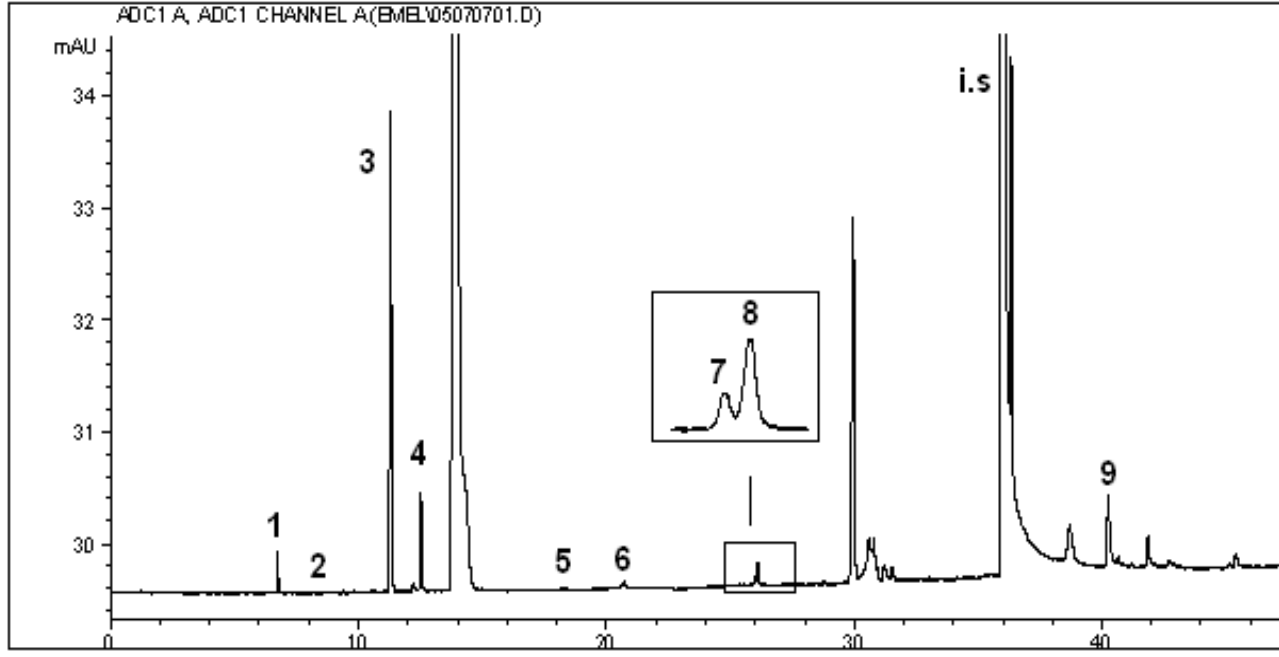
Ek-Resim 1. Yavaş yöntemle sirke üretimi



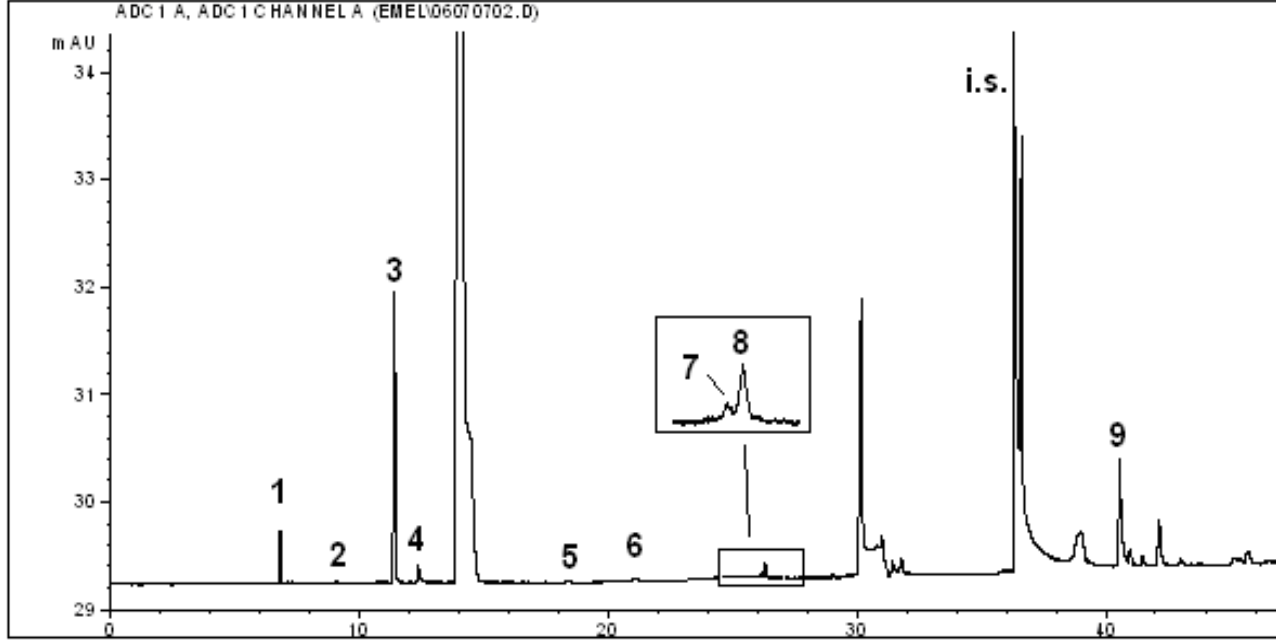
Ek-Resim 2. Derin kültür yöntemiyle sirke üretimi



Ek-Resim 3. Yavaş ve hızlı yöntemle elde edilen sirkeler



Ek- Şekil 1. Yavaş yöntemle elde edilmiş sirkeye ait kromatogram



Ek-Şekil 2. Derin kültür yöntemiyle elde edilmiş sirkeye ait kromatogram

Ek-Çizelge 1.Üçlü-test istatistiksel değerlendirme tablosu (Barillere ve Benard, 1986)

Panelist sayısı	Farklı güven	sınırları için doğru	cevap sayısı
	*	**	***
5	4	5	-
6	5	6	-
7	5	6	7
8	6	7	8
9	6	7	8
10	7	8	9
11	7	8	10
12	8	9	10
13	8	9	11
14	9	10	11
15	9	10	12
16	9	11	12
17	10	11	13
18	10	12	13
19	11	12	14
20	11	13	14
21	12	13	15
22	12	14	15
23	12	14	16
24	13	15	16
25	13	15	17
26	14	15	17
27	14	16	18
28	15	16	18
29	15	17	19
30	15	17	19
40	19	21	24
50	23	26	28