



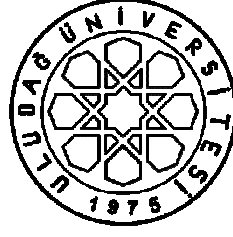
T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN ELMA ŞARABININ
(APPLE CIDER) ORGANİK ASİT İÇERİĞİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Adnan ÇALIŞKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2010



T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN ELMA
ŞARABININ (APPLE CIDER) ORGANİK ASİT
İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Adnan ÇALIŞKAN

Yrd. Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2010

T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN ELMA ŞARABININ
(APPLE CIDER) ORGANİK ASİT İÇERİĞİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Adnan ÇALIŞKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 12/08/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Ozan GÜRBÜZ
Danışman

Doç.Dr.Duygu GÖÇMEN
Üye

Doç.Dr.Ümran ERTÜRK
Üye

ÖZET**LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN ELMA ŞARABININ
(APPLE CIDER) ORGANİK ASİT İÇERİĞİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Bu araştırmanın amacı; laktik asit fermentasyonunun, düşük alkollü köpüren elma şarabının (apple cider) organik asit bileşimine etkisini incelemektir. Bunun için, *Granny Smith* elma çeşidinden elde edilen şıra, *Saccharomyces bayanus* ile alkol fermentasyonuna tabi tutulmuş ve her birinden 3 paralel olmak üzere starter kültür olarak inoküle edilen üç farklı laktik asit bakterisi (*Oenococcus oeni*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Leuconostoc mesenteroides*) ile malolaktik fermentasyon gerçekleştirilmiştir. Elma suyu, alkol fermentasyonu ve laktik asit fermentasyonu sonucunda alınan örneklerin HPLC’de organik asit profilleri (laktik, malik, asetik, fumarik, kuinik ve sitrik asit) ile kimyasal ve duyuşal özellikleri de tanımlanmıştır.

Laktik asit fermentasyonu sonunda, kullanılan starter kültürlerin organik asit değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Pastörizasyon öncesi ve sonrasındaki örneklerin organik asit değerleri arasındaki fark da önemli ($p<0,01$) olup, pastörizasyon işlemi organik asit değerlerini düşürmüştür. Duyusal analiz sonuçları ve organik asit değerleri incelendiğinde, asetik ve laktik asidin elma şarabının duyuşal özellikleri üzerine olumsuz etkisi olduğu, bunun yanında malik, fumarik ve kuinik asidin olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, laktik starter kültür olarak *Oenococcus oeni* ve *Lactobacillus rhamnosus*’un elma şarabı üretimine uygun starter kültürler olduğu, *Leuconostoc mesenteroides*’in ise uygun olmadığı tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: apple cider, malolaktik fermentasyon, organik asit, HPLC

ABSTRACT**THE EFFECT OF LACTIC ACID FERMENTATION ON THE ORGANIC ACID COMPOSITION OF APPLE CIDER**

The aim of this research was to determine the effect of lactic acid fermentation on the organic acid composition of apple cider. For this purpose, *Granny Smith* cultivar apple must was fermented by *Saccharomyces bayanus* and at the end of the alcoholic fermentation, three starter cultures (*Oenococcus oeni*, *Lactobacillus rhamnosus* and *Leuconostoc mesenteroides*) were inoculated into three parallel studies. Samples taken from the fermented and inoculated (alcoholic and malolactic fermentation) apple must, were analyzed for organic acids (malic, lactic, acetic, fumaric, quinic, citric acid) analyzed with HPLC. In addition to HPLC analyses, chemical and sensory properties were analyzed.

At the end of lactic acid fermentation, it was determined that inoculated starter cultures have a significant effect on organic acid values ($p < 0,01$). The difference of organic acid values of the samples are taken before and after pasteurization is also significant ($p < 0,01$). Comparison of organic acid values and sensory analyze results indicates higher acetic and lactic acid levels have a negative effect; while malic, fumaric and quinic acids have a positive effect on cider's sensorial quality. As a result of this study, it was determined that, *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus rhamnosus* were found suitable as a lactic starter cultures in apple cider production. *Leuconostoc mesenteroides* would not be profitable as a starter culture for a high quality apple cider.

KEYWORDS: apple cider, malolactic fermentation, organic acid, HPLC

İÇİNDEKİLER**Sayfa**

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
EKLER DİZİNİ	ix

GİRİŞ..... 1**1. KAYNAK ÖZETİ..... 4**

1.1. Elma Şarabı (Cider) Üretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	4
1.2. Malolaktik Fermentasyon Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	7
1.3. Organik Asitler Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	9

2. MATERYAL VE METOD..... 12

2.1. Materyal.....	12
2.1.1. Elma.....	12
2.1.2. Enzimler.....	12
2.1.3. Potasyum metabisülfid.....	12
2.1.4. Starter kültürler	12
2.1.5. Ambalaj	13
2.2. Metod	13
2.2.1. Elma cidere üretimi	13
2.2.2. Şıra ve cidere analizleri.....	18
2.2.2.1. Titrasyon asitliği tayini.....	18
2.2.2.2. pH tayini.....	18
2.2.2.3. Suda çözünen kurumadde tayini	18
2.2.2.4. Yoğunluk tayini.....	18
2.2.2.5. İndirgen şeker tayini	18
2.2.2.6. Alkol tayini	20
2.2.2.7. Genel ve serbest SO ₂ tayini	20
2.2.2.8. CO ₂ tayini.....	20
2.2.3. Organik asitlerin analizi	21
2.2.4. Duyusal analiz	22
2.2.5. İstatistiksel analiz.....	23

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA..... 24

3.1. Hammaddeye Ait Kimyasal Analiz Sonuçları.....	24
3.2. Fermentasyon Süresinin Elma Ciderinin Kimyasal Bileşimine Etkisi	24
3.3. Elma Cideri Örneklerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları	29
3.3.1. Kullanılan kültür çeşitlerinin elma cidere örneklerinin kimyasal bileşimine etkisi	32
3.3.2. Pastörizasyon işleminin elma cidere örneklerinin kimyasal bileşimine etkisi.....	35
3.4. Şıra ve Elma Cideri Örneklerinin Organik Asit Bileşimi	38
3.4.1. Alkol fermentasyonunun elma cidere organik asit bileşimi üzerine etkisi	40

3.4.2. Laktik asit fermentasyonunun elma ciderinin organik asit bileşimi üzerine etkisi	43
3.4.3. Kullanılan kültür çeşitlerinin elma cideri örneklerinin organik asit bileşimi üzerine etkisi	43
3.4.4. Cider örneklerinin organik asit bileşimine pastörizasyon işleminin etkisi.....	46
3.5. Duyusal Analiz Sonuçları	50
3.5.1. Pastörizasyon işlemi öncesindeki örneklere ait duyusal analiz sonuçları	50
3.5.2. Pastörizasyon işlemi sonrasındaki örneklere ait duyusal analiz sonuçları	52
4. SONUÇ	56
KAYNAKLAR.....	58
EKLER	64
ÖZGEÇMİŞ	70
TEŞEKKÜR.....	71

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD–Amerika Birleşik Devletleri
CFU–Koloni Oluşturabilen Birim (Colony Forming Unit)
F-Faktör
FAO– Food and Agriculture Organization
HPLC–Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography)
KO–Kareler Ortalaması
LSD– En Küçük Önemli Fark (Least Significant Difference)
MLF– Malolaktik Fermentasyon
PÖ–Pastörizasyon Öncesi
PS–Pastörizasyon Sonrası
RSD– Nisbi Standart Hata (Relative Standart Deviation)
RT– Alıkonma Süresi (Retention Time)
SÇKM–Suda Çözünen Kurumadde
SD–Serbestlik Derecesi
VK–Varyasyon Katsayısı

SİMGELER DİZİNİ

cL - santilitre
d - dakika
g - gram
h - saat
kg - kilogram
L - litre
M - molarite
mg - miligram
mm - milimetre
N - normalite
nm - nanometre
ppm - milyonda bir
v - hacim
°C - Celcius
μ - mikron
μg - mikrogram
μM - mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa**

Şekil 2.1 Hammadde (<i>Granny Smith</i> çeşidi elmalar).....	13
Şekil 2.2. Yıkama ve temizleme.....	13
Şekil 2.3. Elmaların parçalanması	14
Şekil 2.4. Enzim ilavesi	14
Şekil 2.5. Dinlendirme.....	14
Şekil 2.6. Hidrolik presleme	15
Şekil 2.7. Alkol fermentasyonu	15
Şekil 2.8. Laktik asit fermentasyonu sırasında damacaneler	15
Şekil 2.9. Deneme deseni	16
Şekil 2.10. Filtrasyon, Şişeleme, Gazlama, Kapatma, Pastörizasyon	16
Şekil 2.11. Cider üretim aşamaları.....	18
Şekil 2.12. Duyusal analiz ortamı	22
Şekil 3.1. Alkol fermentasyonu süresince pH değeri değişimi.....	25
Şekil 3.2. Alkol fermentasyonu süresince SÇKM değeri değişimi	26
Şekil 3.3. Alkol fermentasyonu boyunca asitlik değerleri değişimi	28
Şekil 3.4. Alkol fermentasyonu boyunca SO ₂ değerleri değişimi	28
Şekil 3.5. Alkol fermentasyonu boyunca indirgen şeker değerleri değişimi	29
Şekil 3.6. A grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi	48
Şekil 3.7. B grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi	49
Şekil 3.8. C grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi	49
Şekil 3.9. Kontrol grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi	50

ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa**

Çizelge 2.1. Duyusal analiz puanlama cetveli örneği	23
Çizelge 3.1. <i>Granny Smith</i> çeşidi elmaların kimyasal analiz sonuçları	24
Çizelge 3.2. Alkol fermentasyonu seyrinde kimyasal analiz sonuçları.....	25
Çizelge 3.3. Alkol fermentasyonu seyrinde alınan örneklerin kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	27
Çizelge 3.4. Alkol fermentasyonu seyrinde alınan örneklerin kimyasal özelliklerine ait LSD testi sonuçları	27
Çizelge 3.5. Elma cidere örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları.....	30
Çizelge 3.6. Kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin kimyasal değerler üzerine varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 3.7. Cider örneklerinin kimyasal değerleri üzerine kullanılan kültür çeşitlerine ait LSD testi sonuçları	34
Çizelge 3.8. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları	37
Çizelge 3.9. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen kimyasal değerlerine ait LSD testi sonuçları	37
Çizelge 3.10. Organik asitlerin standart kurvelerinin analitik özellikleri.....	38
Çizelge 3.11. Hammadde ve alkol fermentasyonu sonunda cidere organik asit analizi sonuçları.....	39
Çizelge 3.12. Alkol fermentasyonu sonunda alınan örneklerin organik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	42

Çizelge 3.13. Elma suyu ve alkol fermentasyonu sonunda alınan örneklerin organik asit değerlerine ait LSD testi sonuçları	42
Çizelge 3.14. Cider örneklerinin malolaktik fermentasyon sonundaki organik asit analizi sonuçları.....	44
Çizelge 3.15. Kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin organik asit bileşimi üzerine varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 3.16. Cider örneklerinin organik asit bileşimi üzerine kullanılan kültür çeşitlerine ait LSD testi sonuçları	45
Çizelge 3.17. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen organik asit bileşimine ait varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 3.18. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen organik asit bileşimine ait LSD testi sonuçları.....	47
Çizelge 3.19. Pastörizasyon öncesinde alınan örneklerin duyu analizi sonuçları ..	51
Çizelge 3.20. Pastörizasyon öncesinde alınan örneklerin duyu özelliklerine ait varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 3.21. Pastörizasyon işlemi öncesinde alınan örneklerin duyu özelliklerinin LSD testi sonuçları.....	52
Çizelge 3.22. Pastörizasyon sonrasında alınan örneklerin duyu analiz sonuçları.....	53
Çizelge 3.23. Pastörizasyon sonrasında alınan örneklerin duyu özelliklerine ait varyans analizi sonuçları	53
Çizelge 3.24. Pastörizasyon işlemi sonrasında alınan örneklerin duyu özelliklerinin LSD testi sonuçları.....	54

EKLER DİZİNİ

Sayfa

Ek-1: Organik asit standartlarının kromatogramları	64
Ek-2: Elma suyunun kromatogramı	65
Ek-3: <i>Oenococcus oeni</i> inoküle edilen gruptan bir kromatogram örneği	66
Ek-4: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> inoküle edilen gruptan bir kromatogram örneği	67
Ek-5: <i>Leuconostoc mesenteroides</i> inoküle edilen gruptan bir kromatogram örneği	68
Ek-6: Kontrol grubundan bir kromatogram örneği	69

GİRİŞ

Elma şarabının üretimine dair ilk bulgularda, Romalıların M.Ö. 55 yılında İngiltere topraklarına girmesi ve İngiliz köylülerin elmadan lezzetli bir alkollü içecek üretip içtiği belirtilmektedir. Ancak elma şarabının ilk üretildiği tarihe dair kesin bir kayıt bulunmamaktadır. 9. yüzyıl başlarında ise elma şarabı tüm Avrupa'ya yayılarak sevilen bir alkollü içecek halini almıştır (Lea 1995).

Dünyada meyve şarapları üretimi 6. yüzyıldan beri yapılmakta olup, günümüzde de önemli ve kazançlı bir üretim alanını oluşturmaktadır. Meyve şarabı terimi, fermente olmuş üzüm şirasından farklı bir anlam taşımaktadır. Üretimleri, üzüm şarabı üretiminden temelde farklılıklar gösterir. Meyvelerin çoğunda şeker az olduğundan, alkol derecesi düşük olmakta, alkolü yükseltmek için de şeker ilave edilebilmektedir. Meyve şaraplarının, üzüm şaraplarından farklı olan yönü, bu şarapların, elde oldukları meyvelere ait aroma ve bukeleri tam olarak taşımalarıdır. Bu da meyve şaraplarına ayrı bir özellik kazandırır (Fidan ve Anlı 2000).

Günümüzde en büyük elma şarabı üreticisi Fransa olup, bunu İngiltere, Almanya, İspanya ve Amerika izlemektedir. Elma şarabı, İngilizce'de cider, Fransızca'da cidre ve Almanca'da apfelwein adı ile tanınmaktadır (Lea 1995).

Elma cidri türleri üretildikleri ülkelere göre çok farklılık göstermekte, bu yüzden kategorize etmek kolay olmamaktadır. İngiltere'de üretilen cider, berrak görünümlüdür ve karbondioksit ilave edilerek şişe veya teneke kutularda ambalajlanır. Değişken miktarlarda tatlandırıcı içerirler. Alkol oranları %1.2 ile %8.5 arasında değişir. Buna rağmen, Almanya için minimum alkol değeri %5 iken, Fransa için bu değer maksimumdur. Fransız cidreleri tatlı, tanenli ve baskın elma aromasıyla karakterize edilirken, Alman cidreleri daha sert ve asidiktir (Lea 1995).

Dünyada geniş bir üretim potansiyeline sahip olan elma, ülkemizde en çok üretimi yapılan meyvelerden biridir. FAO'nun 2009 yılı verilerine göre, dünyadaki toplam elma üretimi 62 milyon ton'dur. Türkiye, 2.782 milyon ton elma üretimi ile Çin ve ABD'den sonra 3. sırada yer alır (Anonim 2009).

Meyve şarapları üretimi ülkemizde henüz gelişmiş değildir. Ülkemiz, farklı meyve türleri bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahip olmasına rağmen meyve türleri bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahip olmasına rağmen yok denecek kadar azdır. Nadiren, özellikle turistik yörelerde vişne, portakal, muz ve elma şaraplarına rastlanmaktadır (Fidan ve Anlı 2000). Son yıllarda ülkemizde bazı özel firmalar (Sevilen, Artemis Şirince Şarapçılık, Küp Şarapçılık) endüstriyel anlamda meyve şarabı üretimine başlamıştır (Sakarlı 2009).

Elma, *Rosaceae* familyasının *Malus* cinsinden yaklaşık 25 tür meyve ağacının etli meyvesinin ortak ismidir. Elma şarabı üretiminde kullanılan en önemli türler *Malus pumila* ve *Malus acerba*'dır. Elma besleyici değeri yüksek bir meyvedir ve bileşiminde; suda çözünmeyen kuru madde %1-1.5, suda çözünen kuru madde %8-17, toplam şeker %7-12, toplam asit %0.2-1.7, pH 3.2-3.5, pektin %0.6-1, kül %0.3-0.4 arasında değişim gösterir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Şarap üretiminde fermentasyon, alkol fermentasyonu ve laktik asit fermentasyonu olmak üzere 2 şekilde gerçekleşmektedir. Alkol fermentasyonundan sorumlu olan mayalar, şekerleri alkol ve karbondioksit'e dönüştürürler. Malolaktik fermentasyon, genellikle alkol fermentasyonu tamamlandıktan sonra meydana gelen ikinci bir fermentasyondur ve laktik asit bakterilerinin bazı cinslerinin (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve genellikle *Oenococcus*) gelişimini teşvik etmektedir. Malolaktik fermentasyonu önemli kılan ilk sebep, şarapta asitliği azaltmasıdır. Dikarboksilik yapıda olan malik asidin, monokarboksilik yapıda olan laktik asite dönüşmesiyle fermentasyon sonucunda titrasyon asitliği değerinde bir azalma ve pH değerinde yükselme meydana gelir. Ayrıca malolaktik fermentasyon, mikrobiyal stabilite ve şarabın organoleptik özellikleri üzerinde etkilidir (Davis ve ark. 1988, Kunkee 1997).

Düşük molekül ağırlığına sahip olan organik asitler; meyve sularında ve şaraplarda; tadı, aromayı ve rengi geliştirdikleri; aynı zamanda mikrobiyolojik ve biyokimyasal kararlılık sağladıkları için büyük öneme sahiptirler (Zatou ve ark. 2004).

Bu tez çalışmasında amaçlanan, düşük alkollü köpüren elma şarabı üretiminde (apple cider), laktik asit fermentasyonunun, organik asit içeriği üzerine etkisinin araştırılmasıdır. Elma suyu ve laktik starter kültürlerin kontrole karşı 3 farklı kombinasyonu oluşturularak elde edilecek elma ciderlerinin fiziko-

kimyasal bileşimi, organik asit içeriği ve duyuşal özellikleri tespit edilecektir. Bulgular ışığında, starter kültür uygulamasının, elma ciderinin duyuşal kalitesi ve organik asit bileşimine etkisi değerlendirilecektir.

1. KAYNAK ÖZETİ

1.1. Elma Şarabı (Cider) Üretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bazı meyve türleri ile çeşitli tipte şarap üretimi üzerine yapılan bir araştırmada, vişne, kayısı ve çileğin aroma bakımından zengin meyveler olmaları, elmanın ülkemizdeki meyve üretiminde ikinci sırada yer alması, *Stanley* çeşidi eriğin ise yetiştirildiği yörede pazarlama sorunları ile karşı karşıya bulunması nedeniyle materyal olarak seçildiğini bildirilmiştir. Yapılan çalışmada meyve türlerine göre toplam puanlar dikkate alınarak bir karşılaştırma yapılmış ve kayısı şarapları hoş bukesi ve tadı ile ilk sırayı, vişne şarapları etkileyici rengi, karakteristik bukesi ve tadı, elma şarapları da kendine has ince bukesi ile ikinci sırayı almış, bunları erik ve çilek şarapları izlemiştir. Araştırmacı aynı zamanda ülkemizin meyve üretimi ve potansiyeli bakımından oldukça zengin olduğunu, diğer değerlendirme şekilleri yanında meyve şarapları üretimine de önem verilmesi halinde şarap endüstrimizin geliştirilmiş olacağını, özellikle turistik yörelerimizde, büyük oteller ve restoranlarda kolayca pazarlanabilecek olan meyve şaraplarının ülke ekonomisine katkı sağlayacağını belirtmiştir (Güven 1994).

Kılıç ve Çopur (1988), tat dengesinin sağlandığı, kaliteli elma şarapları üretebilmek için; genel asitliği, malik asit cinsinden 4.5–10.5 g/L arasında değişim gösteren yüksek asitli elma çeşitlerinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Ülkemizde yetiştirilen, asit düzeyi ortalama 4.5–6.5 g/L olan *Starking Delicious* ve *Golden Delicious* çeşitlerinin elma şarabı üretimine uygun olduklarını bildirmişlerdir.

Alkol ve laktik asit fermentasyonunu sonlandırmak için yapılan kükürtleme, istenmeyen bakterilerin eliminasyonunu sağladığından çoğu zaman başvurulan bir uygulamadır ancak, kimyasal uygulamaları minimuma indirerek, son ürünün duyu kalitesine olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak daha çok tercih edilmelidir. Şıranın kimyasal bileşimi bakteri popülasyonunu kontrol edebildiğinden, pH değeri 3.5 'den düşük olan elma türleri tercih edilmelidir (Jarvis ve ark. 1995).

Yavaş ve ark. (1991), Ankara ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin şaraplık değerlerini belirlemek amacıyla ele aldıkları bir çalışmada; doğal, asidi yükseltilmiş ve şeker katılmış sıralardan değişik katkı maddeleri de ilave ederek elma şarapları yapmışlar, elde ettikleri kimyasal ve duyuşsal analiz sonuçlarına göre şeker ve asit katılan örneklerin daha olumlu sonuç verdiklerini belirtmişlerdir.

Diğer bir araştırma sonucunda ise, elma şarabı fermentasyonunda *Saccharomyces cerevisiae* ve *Kloeckera apiculata*'nın etkili olduğu ve bu mayalardan *Saccharomyces cerevisiae*'nin şarap florasına hakim olduğunda, şaraptaki etil alkol miktarının yüksek olduğu; buna karşılık *Kloeckera apiculata* ortama hakim olduğunda ise şarabın uçar asit ve etil asetat miktarının fazla olduğu bildirilmiştir (Cabranes ve Mangas 1997).

Canbaş ve ark. (2000), *Golden ve Starking Delicious* elma çeşitlerinin düşük, normal ve yüksek alkollü şarap üretimine elverişlilik durumlarını araştırmışlardır. Düşük alkollü şarap üretiminde fermantasyon, alkol derecesi %2.5-4 (v/v)'e ulaştığında soğutmak ve kükürt dioksit ilave etmek suretiyle durdurulmuştur. Yüksek alkollü şarap üretiminde ise şıraya şeker ilave edilmiştir. Fermantasyonunu tamamlayan tüm örnekler dinlendirilmiş ve dinlendirme sonunda durultma işlemi yapılmış, süzölmüş ve şişelenmiştir. Düşük alkollü şaraplar, şişeli olarak 63°C'de 20 dakika pastörize edilmiştir. Çeşitlerin şaraplık değerleri, elde edilen şaraplar üzerinde kimyasal ve duyuşsal analizler yapılarak incelenmiştir. Elde edilen verilerden şarap üretimine en uygun elma çeşidinin *Starking Delicious* ve en uygun şarap tipinin ise normal alkollü şarap (%8 v/v) olduğu belirlenmiştir.

Soylu ve ark. (2003), elma çeşitlerinin Görökle koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmada, 1996-2002 verilerinin ortalaması alındığında *Granny Smith* çeşidinin suda çözünebilir kurumaddesi %14.6, pH değeri 3.30 ve titre edilebilir asitliği 0.96 bulunmuştur.

İnci (2003), kabarcıklı elma şarabı üretiminde saf maya kullanımının kalite üzerine etkisini incelemiş; *Golden Delicious* ve *Granny Smith* elma çeşitlerinin belli oranlarda karışımından elde edilen şıranın şarap yapımına uygun olduğunu ve bu karışımdan dengeli ve kendine özgü tatta bir şarap elde edildiğini bildirmiştir.

Campo ve ark. (2005), şaraplık elmaları, asit ve polifenolik içeriklerine göre, ekşi, acı-ekşi, acı-tatlı ve tatlı olarak sınıflandırmışlardır. Kupajdaki her bir elma çeşidinin oranı, kaliteli ürün eldesi için gerekli olan, şeker, asit ve fenolik maddelerin dengede olduğu noktaya göre belirlendiğini belirtmişlerdir.

Valles ve ark. (2005), fermentasyon şartlarının cidere kimyasal bileşimine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, fermentasyon için kullanılan farklı maya türlerinin örneklerin bileşiminde bulunan etil asetat, asetaldehit ve isobütanol miktarları üzerine etki ettiği; uygulanan farklı fermentasyon sıcaklıkları sonucunda ise asetoin ve 2,3-butandiol miktarlarının farklılıklar gösterdiği gözlenmiştir.

Valles ve ark. (2007), kontrolsüz fermentasyon sonucu üretilen cidere maya türleri üzerine çalışma yapmışlardır. Pnömatik olarak preslenen şıralardan üretilen şarapların maya bileşiminde *Saccharomyces* dışında türlerin (*Hanseniaspora genus* ve *Metschnikowia pulcherrima*) baskın olduğu, geleneksel presleme ile üretilen şaraplarda ise *Saccharomyces* türlerinin (*S.cerevisiae* ve *S.bayanus*) baskın olduğu gözlenmiştir. *S.bayanus*'un, fermentasyonun başında ve ortasında gelişme gösterdiği; *S. cerevisiae*'nin ise, fermentasyonun sonlarında etkin rol aldığı belirtilmiştir.

Güçer (2008), farklı elma türlerinin şaraplık kalitesinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, Türkiye koşullarında yetiştirilen *Golden Delicious* ve *Starking Delicious* çeşitlerinin Amasya çeşidine göre gerek organoleptik, gerekse kimyasal bileşimleri açısından elma şarabı üretimine uygun çeşitler olduğunu tespit etmiştir.

Madrera ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada olgunlaşma süresinin elma cidere kimyasal ve duyu özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Alkol ve laktik asit fermentasyonu sonunda, uçurucu asit miktarı 1 g/L ve 1.5 g/L seviyesine geldiğinde olmak üzere 3 farklı aşamada çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ortamdaki major organik asitlerin (laktik, asetik, süksinik asit) etil esterlerinin ve bakteriler tarafından üretilen aroma maddelerinin (2-bütanol, 2-propen-1-ol, 4-etilguaiacol ve eugenol) olgunlaşma üzerine önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede, en uzun süre bekletilen (1.5 g/L asetik asit) örnekler beğenilirlik açısından ilk sırada yer almıştır.

1.2. Malolaktik Fermentasyon Üzerine Yapılan Çalışmalar

Malolaktik fermentasyon, genellikle kırmızı şaraplarda uygulanmakla birlikte, asitliği yüksek olan beyaz şaraplarda da uygulanabilmektedir. Şarap üretiminde, kendiliğinden gerçekleşen malolaktik fermentasyon sırasında, malik asit, ortamda bulunan laktik asit bakterileri (*Oenococcus oeni*, *Lactobacillus spp.* ve *Pediococcus spp.*) ile laktik aside dönüştürülür. Malik asidin tadı laktik aside göre daha kabadır. Dolayısıyla bu dönüşüm sonucunda, şarabın asitliği azalır, duyuşal özellikleri ve biyolojik dayanıklılığı artar. Ayrıca asetaldehit, diasetil ve yüksek alkol içerikleri değişerek, şarabın aromasına katkıda bulunur (Ribereau- Gayon ve ark. 2000a, Kourkoutas ve ark. 2004).

Malolaktik fermentasyon, alkol fermentasyonundan sonra gerçekleştiğinden, bu iki fermentasyon arasında bakterilerin ortama alışması ve fermentasyonu başlatmak için yeterli sayıya ulaşmaları için geçen sürede, şarap kimyasal oksidasyona uğrayabilir veya asetik asit bakterileri gelişmeye başlayabilir. Bu riski ortadan kaldırmak için, endüstriyel ölçekteki şarap üreticileri starter kültür kullanmaktadırlar. Birkaç çeşidi bulunmakla birlikte, en yaygın olarak kullanılanı *Oenococcus oeni* suşlarının karışımından oluşan starter kültürlerdir. Günümüzde kullanıma hazır olarak satılan starter kültürleri mevcuttur (Nielsen ve Richelieu 1999).

Elma cidere üretiminde, malolaktik fermentasyon kontrol edilmesi zor ve karmaşık bir süreçtir. Birçok besinsel ve fiziko-kimyasal faktör, laktik asit bakterilerinin gelişimini etkiler. Gelişen maya metabolizmasının ürünleri olan etanol ve yağ asitleri, laktik asit bakterilerinin gelişimini etkileyebilir. Malolaktik fermentasyonu sağlayabilmek için, malolaktik bakteri popülasyonunun en azından 10^6 cfu/mL olması gerekir. Starter kültür kullanımıyla bu sorunun aşılması ortadan kalkmakta ve homojen yapıda ve kaliteli ürünler elde edilebilmektedir. Ancak, elma cidere üretiminde starter kültür kullanımı henüz geniş ölçüde benimsenmemiştir. Piyasada birkaç liyofilize starter kültür mevcut olmasına rağmen, ortamda halihazırda bulunan laktik asit bakterileri şıraya daha kolay adapte olabilmekte ve malik asidin parçalanmasında daha iyi sonuç vermekteler (Herrero ve ark. 2001).

Oenococcus oeni suşları, malolaktik fermentasyon için en uygun bakteri türüdür. Şarapta bulunan fiziksel ve kimyasal koşullara karşı son derece toleranslıdır. Bu nedenle, prosesi kolaylaştırmak amacıyla üretilen starter kültürleri direkt olarak kullanılabilir (Henick-Kling 1993). Canas ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, geniş bir coğrafyada, spontan gelişen malolaktik fermentasyon uygulanmış ve şaraplar üzerinde yapılan bir çalışmada baskın olan türün *Oenococcus oeni* olduğunu kanıtlamışlardır.

Geleneksel ve kontrollü olarak gerçekleştirilen fermentasyon sonucunda üretilen elma cideri örneklerinin yağ asidi bileşimi üzerine bir araştırma yapılmış, kontrollü fermentasyon için steril elma suyunda saf kültür olarak *Saccharomyces cerevisiae* ve *Leuconostoc oenos* türleri kullanılmıştır. Geleneksel yöntemle üretilen elma ciderinin yağ asidi kompozisyonunun daha fazla olduğu gözlenmiş ve temel değişkenlerin laurik ve palmitik asit olduğu sonucuna varılmıştır (Abrodo ve ark. 2005).

Herrero ve ark. (2005), yerli bir malolaktik kültürün, endüstriyel ölçekte elma cideri üretimine etkileri üzerinde bir çalışma yapmış, fermentasyon şartlarına rağmen kültürün çalışması ve L-malik asidin parçalanması konusunda olumlu sonuçlar elde etmiştir. Ancak elma ciderinin endüstriyel ölçekte verimli bir şekilde üretilebilmesi için; kültürün aşılama oranı, SO₂ kullanımı, fermentörlerin boyut ve şekilleri ile karıştırma durumları gibi konularının yeterli açıklığa kavuşturulması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, elma cideri üretimindeki ortam şartlarına uyum sağlayabilecek liyofilize starter kültürlerin üretilmesi ve yaygınlaşmasının da elma ciderinin endüstriyel ölçekte üretiminin gelişmesine büyük katkı sağlayacağını belirtmiştir.

Malolaktik fermentasyonun gerçekleşmesi, ortamda bulunan kükürt dioksit ve etanol gibi inhibe edici faktörlerin oranına bağlıdır. Reuss ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, 50 ve 80 ppm olmak üzere iki farklı kükürt dioksit seviyesi ile %100 etil alkol, %7, %9 ve %11'lik etanol oranının malolaktik fermentasyon gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Alkol fermentasyonu için *Saccharomyces cerevisiae* ve laktik asit fermentasyonu için *Oenococcus oeni* kullanılmıştır. Denemelerde, malik asidin parçalanma oranında bir farklılık görülmesi de, laktik asit üretiminin 50 ppm kükürt dioksit içeren örneklerde daha hızlı gerçekleştiği ve malolaktik fermentasyonun etanol tarafından inhibe edilmediği tespit edilmiştir.

1.3. Organik Asitler Üzerine Yapılan Çalışmalar

Meyvelerde bulunan organik asitlerin çeşitleri ile dağılımları çok büyük farklılıklar göstermektedir. Bazı meyvelerde tek bir organik asit hakim iken, bazı meyvelerde iki farklı organik asit birbirine yakın miktarda bulunabilmektedir. Örneğin elmalarda malik asit, üzümelerde tartarik asit, turuncgillerde sitrik asit hakim olduğu halde; armutlarda malik asit ile sitrik asit miktarları birbirine yakın değerlerde bulunabilmektedir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Organik asitler, ayrıca çeşitli içeceklerin meyve ve sebze sularının üretilmesinde fazlaca kullanılmaktadır. İçeceklerin tatlarını zenginleştirmek için kullanılan ana asitler sitrik, tartarik, fumarik ve fosforik asitlerdir. Malik asit fumarik asit ile birlikte meyve aromalı içeceklerde kullanılan önemli doğal meyve bileşiklerinden olmasına rağmen, sitrik asit en çok kullanılan asittir. Ayrıca benzoik asit içeceklerde ve meyve sularında koruyucu olarak çokça kullanılmaktadır (Shui ve Leong 2002).

Düşük molekül ağırlığına sahip olan organik asitler; meyve sularında ve şaraplarda; tadı, aromayı ve rengi geliştirdikleri; aynı zamanda mikrobiyolojik ve biyokimyasal kararlılık sağladıkları için büyük öneme sahiptirler. Bu asitler, direkt olarak meyveden gelebilmekte veya alkol fermentasyonu, malolaktik fermentasyon ve alkolün oksidasyonu sonucu oluşabilmektedir (Zatou ve ark. 2004, Peynaud 1999).

Organik asitlerin konsantrasyonları, meyvelerde organoleptik özellikler; özellikle de aroma açısından çok önemli bir role sahiptir. Bundan dolayı şarap kalitesi üzerinde doğrudan etkilidirler. Bunun yanında, antioksidan özellikleri sebebiyle birçok bozulmanın da önüne geçerler (Ribeiro ve ark. 2007).

Şaraptaki organik asitler biyoteknolojik açıdan da büyük öneme sahiptirler. Bu asitler tampon özellik göstererek, şarabın pH aralığının 2.9-4 arasında kalmasını sağlarlar. Aynı zamanda organik asitler, mayaların gelişimi için besiyerinde bulunması gereken besleyici bileşenlerdir (Dartiguenave ve ark. 2000).

Şarapta organik asit analizi, şarap üretiminin farklı aşamalarında şarap asitliğinin kontrol edilmesini sağlar. Aynı zamanda organik asitlerin miktarlarının ve çeşitlerinin belirlenmesi, şarap hastalıklarının bulunup bulunmadığının anlaşılmasını da sağlamaktadır (Mato ve ark. 2005).

Bu nedenlerle, şaraplarda organik asitlerin tayini üzerine spektrofotometrik, enzimatik, kromatografik ve elektroforetik yöntemler geliştirilmiştir. Ancak yapılan çalışmalar incelendiğinde, en çok kullanılan ve metod geliştirilen yöntemin yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) olduğu görülmektedir (Mato ve ark. 2005).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, cider üretim aşamalarında ve son üründe bulunan temel organik asitler malik asit, laktik asit ve asetik asittir. Bunların yanısıra, formik asit, propiyonik asit, süksinik asit, kuinik ve fumarik asit gibi diğer organik asitler de oluşabilir. Ayrıca iz miktarda galatronik, glukuronik, sitramalik, dimetilgliserik, pirüvik asit de oluşabilmektedir (Özkaya 1988, Ribereau-Gayon ve ark. 2006).

Perez-Ruiz ve ark. (2004), gıdalarda bulunan organik asitlerin birbirinden ayrılması ve tayini için HPLC ile yeni bir kromatografik yöntem geliştirmişlerdir. Çalışmalarında, şarap, bira, süt ve meyve suyu örneklerinde sitrik, laktik, malik, okzalik ve tartarik asit tayin edilmiştir.

Zhang ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada, geliştirdikleri HPLC analiz metoduyla elma cideri bileşiminde sitrik, pürivik, malik, laktik, süksinik, formik, asetik, adipik, propiyonik ve butirik asit tespit etmişlerdir. Geliştirilen metotta, organik asitlerin ciderdeki metabolizması ve analiz hazırlık aşamasında örneğe farklı miktarlarda ilave edilen diamonyum fosfat (DAP), tiyamin, biyotin, niyasinamid ve pantotenoik asit gibi bileşenlerin etkisi incelenmiştir. Elma cideri üretiminde, fermentasyondan önce elma suyuna 200 mg/L diamonyum fosfat (DAP) ve 0.3 mg/L tiyamin ilave edilmesi ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Castellari ve ark. (2000), üzüm suyu ve şirasında organik asitleri izole edebilmek için örnekler üzerinde direk enjeksiyon ve katı faz ekstraksiyonu prosedürleri üzerine çalışmışlardır. Seyreltilmiş ve filtre edilmiş örneğin direkt enjeksiyonu ile daha iyi bir ayrışmanın sağlanarak iyi sonuçlar elde edildiği göstermişlerdir.

Farklı fermentasyon sıcaklıklarında (15 °C, 22 °C ve 27 °C), kontrollü olarak gerçekleştirilen ve *Oenococcus oeni* suşlarının starter kültür olarak kullanıldığı bir çalışmada, alkolik ve malolaktik fermentasyon boyunca organik asit değişimi gözlenmiştir. Elma şırası öncelikle, alkol fermentasyonu için *Saccharomyces cerevisiae* ile aşılanmışlardır. Şeker miktarının yarısı fermente edildiğinde, pürivik asit maksimum düzeye ulaşmıştır. Laktik asit bakterisi ortama inoküle edildiğinde, L-malik asit hızlıca tüketilmeye başlamıştır. Ancak bu tüketim oranı 15 °C 'de, 22 °C ve 27 °C 'deki tüketim oranına göre daha az bulunmuştur. 22 °C'nin malik asit parçalanması için en uygun sıcaklık olduğu söylenebilir. Pürivik asit konsantrasyonunun 22 °C ve 27 °C'de gerçekleşen fermentasyonlarda maksimum seviyeye ulaştığı gözlenmiştir. Süksinik asit, 27 °C ve 15 °C'de en yüksek değerine ulaşmaktadır. Fumarik asit ise malik asit parçalanmasında olduğu gibi fermentasyon başlarında yüksek seviyelerde seyrederken, daha sonra tüm sıcaklık değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Asetik asit miktarı ise fermentasyon başlarında 27 °C'de en yüksek seviyelerde seyretmiştir. Fermentasyonun 20. gününden son gününe kadar bütün sıcaklık değerlerinde yükseliş göstermiştir (Herrero ve ark. 1999).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

2.1.1. Elma

Bu çalışmada, 2008 yılında U.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nden yeme olgunluğunda hasat edilen *Granny Smith* çeşidi elmalar, U.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Müh. Bölümü Pilot Tesisi'nde işlenmişlerdir.

2.1.2. Enzimler

Mayşeye, presleme öncesinde nişasta ve pektini parçalamak amacıyla Amilaz AG XXL ve Pectinex XXL (Novazymes Switzerland AG, Basel, İsviçre) enzimleri ilave edilmiştir.

2.1.3. Potasyum metabisülfid

Presleme öncesi koruyucu olarak Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından temin edilen potasyum metabisülfid kullanılmıştır.

2.1.4. Starter kültürler

Alkol fermentasyonu için Fermichamp *Saccharomyces Bayanus* No.67 J INRA Narnonne (Cedex, Fransa) aktif kuru maya kullanılmıştır.

Malolaktik fermentasyon için 3 farklı laktik asit bakterisi kullanılmıştır;

1. MBR® (*Oenococcus oeni*) UVAFERM® BETA (2×10^{11} cfu/g)
(Lallemand Inc., Fransa)
2. *Lactobacillus rhamnosus* R0011 ($2,5 \times 10^{11}$ cfu/g)
(Lallemand Inc., Fransa)
3. *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* NRRL B-1118
(ARS Culture Collection, NRRL, ABD) ($2,1 \times 10^{11}$ cfu/g)

2.1.5. Ambalaj

Son üründe ambalaj materyali olarak 33 cL kahverengi cam şişe ve taç kapak kullanılmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Elma cideri üretimi

U.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nden hasat edilen *Granny Smith* çeşidi elmalardan ortalama 900 kg elma seçilerek U.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Müh. Uygulama Birimi'ne getirilmiştir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Hammadde (*Granny Smith* çeşidi elmalar)

Elmalar, yıkama havuzunda yıkandıktan sonra ortadan kesilerek, kurtlu ve çürük kısımları temizlenmiştir (Şekil 2.2.). Temizlenmiş elmalar elma değirmeninden geçirilerek parçalama işlemi yapılmıştır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.2. Yıkama ve temizleme



Şekil 2.3. Elmaların parçalanması

Elde edilen mayşe 1200 L hacmindeki fiber tanka aktarılarak, nişasta ve pektinin parçalanması amacıyla, amilaz ve pektinaz enzimleri, her birinden 5 mL/100 L oranında ilave edilerek iyice karıştırılmış (Şekil 2.4.), üzeri temiz bir cendere bezi ile örtülerek oda sıcaklığında ortalama 5 saat bekletilmiştir (Şekil 2.5.).



Şekil 2.4. Enzim ilavesi



Şekil 2.5. Dinlendirme

Presleme öncesinde, mayşeye koruyucu olarak 100 mg/L potasyum metabisüfit ilave edilmiş (Lea 1995) ve mayşe tekrar karıştırılmıştır. Yapılan hidrolik presleme sonucunda 400 L şıra elde edilmiştir (Şekil 2.6.). Alkol fermentasyonu için kullanılacak olan aktif kuru maya (*Saccharomyces bayanus*) daha önceden elma suyunda aktif hale getirilerek, şıraya %0.25 (v/v) oranında aşılanmıştır (Şekil 2.7.).



Şekil 2.6. Hidrolik presleme

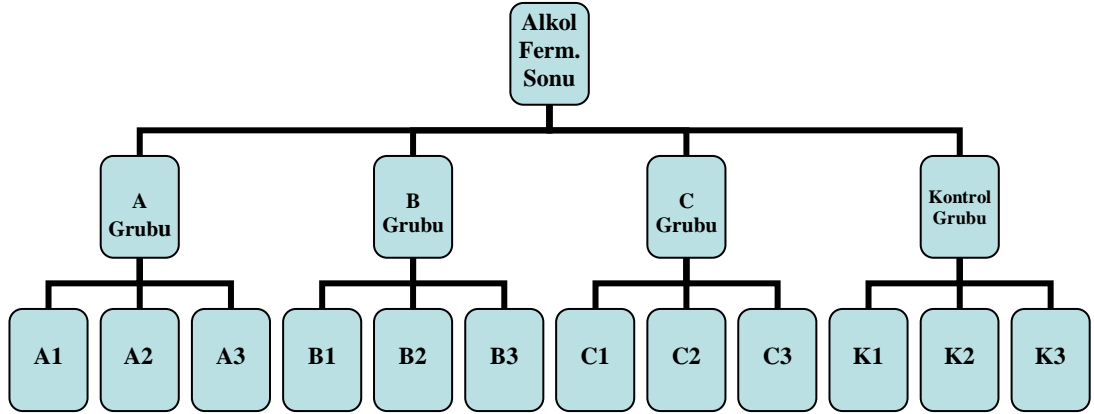


Şekil 2.7. Alkol fermentasyonu

Fermentasyonda ortam sıcaklığı $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'dir. Mayanın çalışması gözlemlendikten sonra sıra 400 L hacmindeki fermentasyon tankına aktarılıp dinlenmeye bırakılmış ve 21 gün boyunca belirli aralıklarla fermentasyon seyri takip edilmiştir. Alkol fermentasyonunun son döneminde, indirgen şeker miktarı %1 civarına geldiğinde, alkol fermentasyonu kontrol grubu ve malolaktik fermentasyon için inoküle edilecek her laktik asit bakterisi için 3 paralel olmak üzere, toplam 12 damacanaya bölünmüştür (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Laktik asit fermentasyonu sırasında damacanalara



A Grubu: *Oenococcus oeni* inoküle edilmiş 3 damacana (**A₁**, **A₂**, **A₃**)

B Grubu: *Lactobacillus rhamnosus* inoküle edilmiş 3 damacana (**B₁**, **B₂**, **B₃**)

C Grubu: *Leuconostoc mesenteroides* inoküle edilmiş 3 damacana (**C₁**, **C₂**, **C₃**)

Kontrol Grubu: Sadece maya fermentasyonu gerçekleştirilen 3 damacana (**K₁**, **K₂**, **K₃**)

Şekil 2.9. Deneme deseni

Leuconostoc mesenteroides, önce MRS besiyerinde 28⁰C'de geliştirilmiş, daha sonra steril elma suyuna aşılmıştır. *Oenococcus oeni* ve *Lactobacillus rhamnosus* ise direkt, sterilize edilmiş elma suyunda 24 saat geliştirilmiştir. Daha sonra kendi gruplarına 5% (v/v) oranında aşılacaklar ve 20±1⁰C'de fermentasyona bırakılmışlardır.



1) Filtrasyon



2) Şişeleme



3) Gazlama



4) Kapatma

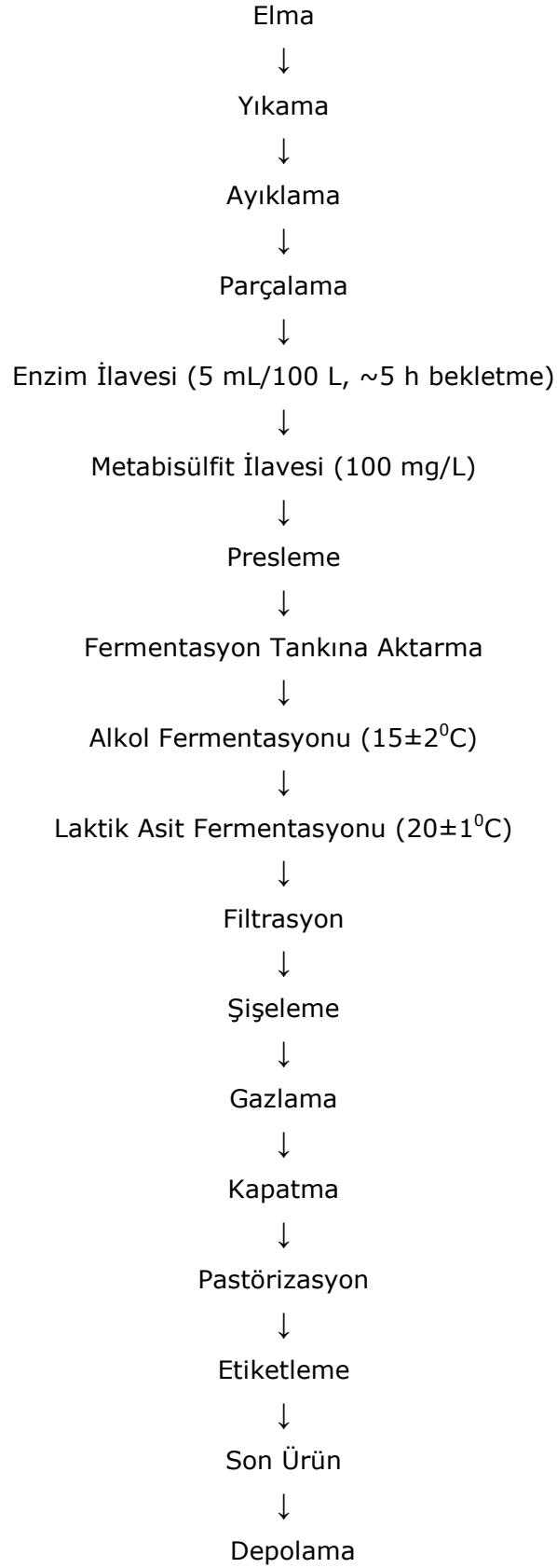


5) Pastörizasyon

Şekil 2.10. Filtrasyon, Şişeleme, Gazlama, Kapatma, Pastörizasyon

Malolaktik fermentasyon sonunda, örnekler plakalı filtre (Zambelli Enotech SRL, Vicentino, İtalya) ile 8 adet plaka (Pall SeitzSchenk Filtersystems GmbH, Almanya) kullanılarak filtre edildikten sonra şişelenmiş ve manuel olarak CO₂ ile gazlanarak kapatılmıştır. Daha sonra 72 °C'de 30 d'de pastörize edilmiştir. Etiketlemeden sonra son ürün elde edilerek mahsen koşullarında plastik kasalarda bekletilmiştir (Şekil 2.10).

Üretim aşamaları, Şekil 2.11.'de şematize edilerek gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Cider üretim aşamaları

2.2.2. Şıra ve cider analizleri

Elma suyu ve alkol fermentasyonu süresince (0., 3., 7., 10., 12., 14., 17., 19. ve 21. günlerde) fermente olan şıradan numuneler alınarak temel şarap analizleri (indirgen şeker, alkol, titrasyon asitliği, pH, suda çözünen kurumadde, toplam ve serbest SO₂) yapılarak fermentasyon seyri takip edilmiştir. Ayrıca, laktik asit fermentasyonu sonunda, filtre edilmiş gruptan pastörizasyon öncesi (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS, son ürün) örnekler alınarak şarap analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.1. Titrasyon asitliği tayini

Örnekler, 0.1 N NaOH çözeltisi ile fenolfitalein indikatörü kullanılarak titre edilmiştir. Harcanan miktar üzerinden toplam asitlik, malik asit cinsinden g/L olarak hesaplanmıştır (Ough ve Amerine 1988).

2.2.2.2. pH tayini

pH tayininde, cam elektrotlu Consort P514 marka bir pH metre kullanılmıştır (Ough ve Amerine 1988).

2.2.2.3. Suda çözünen kurumadde tayini

Suda çözülebilir kurumadde miktarı (SÇKM), Atago HSR 500 (Tokyo, Japonya) marka refraktometre kullanılarak 20⁰C'de okuma yapılmış ve g/100g olarak ifade edilmiştir (Aktan ve Kalkan 2000).

2.2.2.4. Yoğunluk tayini

Yoğunluk 20⁰C'de piknometre ile tayin edilmiştir (Aktan ve Kalkan 2000).

2.2.2.5. İndirgen şeker tayini

Dinitrofenol yöntemi ile indirgen şeker tayini yapılmış ve sonuçlar g/100mL konsantrasyon olarak verilmiştir.

Ciderden alınan 5 mL örnek, potasyum ferrosiyanit ve ZnSO₄ ilavesi ile 250 mL'ye tamamlanmış, buradan alınan 0.5 mL seyreltik örneğin üzerine, 1.5 mL

distile su ve 6 mL dinitrifenol çözeltilisi ilave edildikten sonra, kaynar su banyosunda 6 d tutulmuştur. Akar su altında 3 d soğutulduktan sonra spektrofotometrede (SHIMADZU UV-1208, Kyoto, Japonya) 600 nm'de okuma yapılmıştır. Daha önceden değişik konsantrasyonlarda hazırlanmış glikoz çözeltileri ile oluşturulan standart kurve ve örneğin seyreltme oranı dikkate alınarak indirgen şeker konsantrasyonu g/100mL olarak hesaplanmıştır (Ross 1959, Yılmaz 2005).

2.2.2.6. Alkol tayini

Saf su ve şarabın kaynama noktasının karşılaştırılması esasına göre ölçüm yapan ebilüyometre (Barus, Fransa) ile ölçüm yapılmıştır. Şarabın kaynama noktasındaki sıcaklık derecesi kullanılarak skala üzerinden mL/100mL olarak alkol miktarı bulunmuştur (Aktan ve Kalkan 2000).

2.2.2.7. Toplam ve serbest SO₂ tayini

50 mL şarap örneğinin %4'lük NaOH ile karıştırılıp 15 dakika bekletilmesinden sonra, %25'lik H₂SO₄ ve indikatör olarak nişasta çözeltilisi ilavesi sonunda N/64 iyot çözeltilisi ile titre edilmesi ile harcanan miktar (mL) 10 ile çarpılarak toplam SO₂ miktarı mg/L olarak bulunmuştur.

Serbest SO₂ tayininde ise, 50 mL cider örneği üzerine nişasta çözeltilisi ve %25'lik H₂SO₄ çözeltilisi ilavesi sonrasında yine N/64'lük iyot çözeltilisi ile titre edilmesi ve harcanan miktarın (mL) 10 ile çarpılması sonucunda serbest SO₂ miktarı mg/L olarak hesaplanmıştır (Kılıç ve Ekinci 1986).

2.2.2.8. CO₂ tayini

Cannizaro yöntemi ile belirlenmiştir. 0⁰C'ye soğutulmuş ciderden, şişe ağırlı açılmaz alınan 10 mL örneğe 0.1 N NaOH, %15'lik BaCl₂ ve timolfitalein indikatörü koyulup karıştırılarak 0.1 N HCl ile titre edilmesi sonucu harcanan miktarın (mL) 30 dan çıkarılarak 22 ile çarpılması sonucu mg/100 mL olarak bulunur. Ayrıca, kısa süre kaynatılarak karbondioksiti uçurulmuş şarap aynı yöntemle titre edilerek şahit deneme yapılır ve bulunan değer ilk değerden çıkarılır (Kılıç ve Ekinci 1986).

2.2.3. Organik asitlerin analizi

Bu çalışmada; elma suyunda, alkol fermentasyonu sonunda, farklı laktik kültürler kullanılarak üretilen elma cideri örneklerinde pastörizasyon öncesinde ve sonrasında; malik asit, laktik asit, asetik asit, fumarik asit, kuinik asit ve sitrik asit miktarları belirlenmiştir.

Organik asitlerin tayininde, Campo ve ark.'nın (2008) kullandığı yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır.

Örnekler, analize hazırlık aşamasında oda sıcaklığında 15 dakika ultrasonik su banyosunda (Elma Hans Schmidbauer, Almanya) tutulmuştur. Sonrasında 0.45 µm selüloz asetat membrandan filtre edilmiş ve SHIMADZU Class Vp-20 (Kyoto, Japonya) marka HPLC sistemine enjekte edilmiştir. (Zhang ve ark. 2008). Dedektör olarak 215 nm'de Diode Array Detektör (DAD) SPD-M10A Vp, kolon olarak ACE C₁₈ 250x4.6 mm, 5 µm partikül size (Scotland, İngiltere) kullanılmıştır.

HPLC analiz koşulları aşağıdaki gibidir:

Mobil faz: 0.2 M KH₂PO₄ (%85 H₃PO₄ ile pH 2.4'e ayarlanmıştır)

Akış hızı: 0.7 mL/d

Kolon sıcaklığı: 35 °C

Enjeksiyon hacmi: 10 µL

Analiz süresi: 16 d

Kullanılan standartlardan DL-malik asit (%99.5), fumarik asit (%99), kuinik asit (%98), laktik asit (%90) ve asetik asit (%100) Merck (Almanya) firmasından; sitrik asit (%99.5) ise Alfa Aesar (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

Organik asit miktarı, örneklerin ve standart organik asit çözeltilerinin, alı konma süreleri ve pik alanlarının karşılaştırılması ile hesaplanmış ve mg/L cinsinden belirlenmiştir.

2.2.4. Duyusal analiz

Duyusal analiz paneli, 22-38 yaşları arasındaki 33 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler, cider tadımı konusunda deneyimi olmayan gıda mühendisleri ve akademisyenlerden oluşmakta olup, 20'si bayan ve 13'ü sigara kullanmaktadır.



Şekil 2.12. Duyusal analiz ortamı

Panelistler, aydınlık ve dış etkenlere kapalı bir ortamda puanlama yapmışlardır (Şekil 2.12.). Her grup için, pastörizasyon öncesi ve pastörizasyon sonrasında alınan numunelerden duysal analiz yapılmıştır. Ciderler; renk, tat, koku, buke, burukluk, dolgunluk ve genel beğeni olmak üzere 7 özellik bakımından değerlendirilmiştir (Çizelge 2.1.). Değerlendirme dokuzlu hedonik skala üzerinden yapılmış en çok beğenilen cidere 9, en az beğenilene ise 1 puan verilmiştir. Her bir panelistin, her bir cider grubu için verdiği puanların ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır (Rosas-Nexticapa ve ark. 2005, Cordonnier ve Delwiche 2008).

Çizelge 2.1. Duyusal analiz puanlama cetveli örneği

Panelistin Adı-Soyadı :
Düzenleme Tarihi :

		Örnek No							
	Puanlama	354	234	123	465	628	583	773	849
Renk	(1-9)								
Tat	(1-9)								
Koku	(1-9)								
Buke	(1-9)								
Burukluk	(1-9)								
Dolgunluk	(1-9)								
Genel Beğeni	(1-9)								
Görüş ve Değerlendirme :									

Lütfen ilgili kutucuğa 1-9 arasında puanlama yapınız.

Yaş :

Cinsiyet: E K

Sigara Kullanıyor musunuz? E H

1 Berbat	4 Fena Değil	7 Güzel
2 Çok Kötü	5 Ne Beğendim Ne Beğenmedim	8 Çok Güzel
3 Kötü	6 İdare Eder	9 Mükemmel

2.2.5. İstatistiksel analiz

Analizler sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak JMP IN 6.0.0 (Statistical Discovery from SAS 2005. Institue Inc., ABD) programı ile varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi ortalamalarda önemli fark gösterdiğinde en küçük önemli fark testi (LSD) karşılaştırma amacıyla ortalamalar arasındaki istatistiksel farkı ($p < 0.05$) belirlemek için kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Hammaddeye Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda, elma cideri üretiminde kullanılan *Granny Smith* çeşidi elmaların bileşimi Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. *Granny Smith* çeşidi elmaların kimyasal analiz sonuçları

ANALİZ	Elma Suyu
pH	3.27±0.00
SÇKM (g/100g)	14±0.00
Yoğunluk (20/20 °C)	1.0545±0.00
Asitlik * (g/L)	6.52±0.17
İndirgen Şeker (g/100mL)	4.13±0.03
Toplam SO ₂ (mg/L)	17.67±0.29
Serbest SO ₂ (mg/L)	6.07±0.12

* Asitlik değeri malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Genellikle elma şarabı denemelerinde, *Golden Delicious*, *Starking Delicious*, *Amasya* çeşitleri üzerinde çalışmalar ön plana çıkmıştır (Canbaş ve ark. 2000, İnci 2003, Güçer 2008). Kılıç ve Çopur (1988), kaliteli elma şarapları üretebilmek için, asitliği malik asit cinsinden 4.5-10.5 g/L arasında değişim gösteren yüksek asitli elma çeşitlerinin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu bakımdan, *Granny Smith* cider üretimi bakımından uygun bir çeşittir. pH ve asitlik değerleri Soylu ve arkadaşlarının (2003), *Granny Smith* çeşidi elmalar üzerine yaptıkları çalışma ile paralellik göstermektedir.

3.2. Fermentasyon Süresinin Elma Ciderinin Kimyasal Bileşimine Etkisi

Fermentasyon seyrini takip etmek amacıyla; fermentasyonun 0. (şıra), 3., 7., 10., 12., 14., 17., 19. ve 21. günlerinde alınan örneklerde yapılan kimyasal analizlerin sonuçları Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

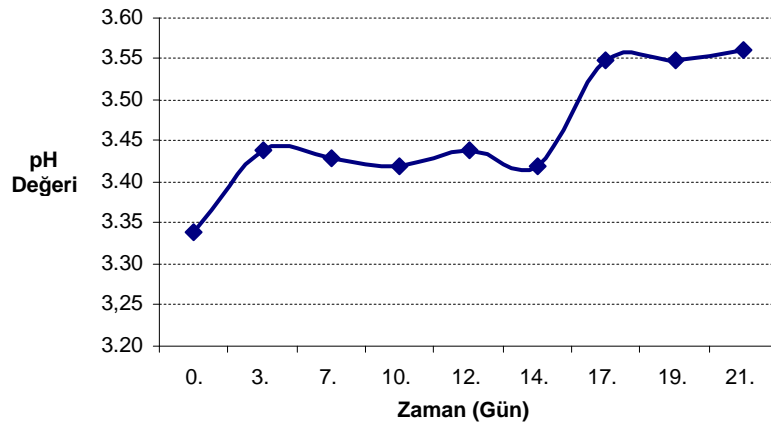
Çizelge 3.2. Alkol fermentasyonu seyrinde kimyasal analiz sonuçları

Zaman (Gün)	pH	SÇKM (g/100g)	Yoğunluk (20/20 ^o C)	Asitlik* (g/L)	Alkol (mL/100mL)	İndirgen Şeker (g/100mL)	Toplam SO ₂ (mg/L)	SerbestSO ₂ (mg/L)
0. gün	3.34±0.00	14±0.00	1.0542±0.00	7.03±0.11	-	2.74±0.09	51.67±1.53	20.00±1.00
3. gün	3.44±0.00	8±0.00	0.9933±0.00	7.93±0.07	4.62±0.08	1.74±0.01	46.00±3.00	15.67±1.15
7. gün	3.43±0.00	6±0.00	0.9901±0.00	7.80±0.07	7.13±0.06	1.26±0.02	23.25±0.50	6.25±0.50
10. gün	3.42±0.00	5.8±0.00	0.9899±0.00	7.79±0.10	7.20±0.10	1.16±0.01	23.13±0.25	5.75±0.50
12. gün	3.44±0.00	5.5±0.00	0.9899±0.00	7.45±0.08	7.23±0.06	1.10±0.01	22.88±0.25	4.72±0.60
14. gün	3.42±0.00	5.5±0.00	0.9898±0.00	6.48±0.10	7.32±0.08	1.06±0.02	21.75±0.50	3.88±0.25
17. gün	3.55±0.00	5.5±0.00	0.9897±0.00	5.92±0.09	7.33±0.06	0.99±0.01	20.75±0.50	3.77±0.46
19. gün	3.55±0.00	5.5±0.00	0.9897±0.00	5.77±0.14	7.35±0.05	0.99±0.01	21.00±1.00	3.67±0.15
21. gün	3.56±0.00	5.5±0.00	0.9896±0.00	5.09±0.07	7.40±0.10	0.89±0.01	17.00±2.00	3.67±0.15
Ort.	3.46±0.00	6.81±0.00	1.00±0.00	6.8 ±0.09	6.95±0.07	1.32±0.02	27.49 ±1.06	7.49 ±0.53
Min - Maks	3.34-3.56	5.5-14	0.9896-1.0542	5.09-7.93	4.62-7.40	0.89-2.74	17.00-46.00	3.67-15.67

* Asitlik değeri, malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

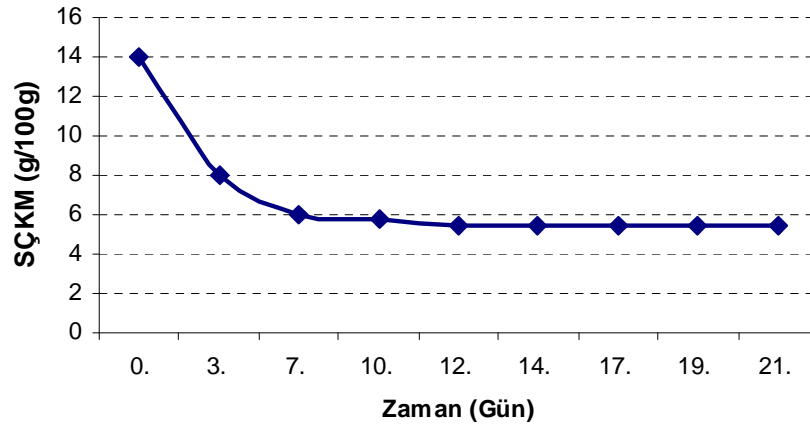
Alkol fermentasyonu seyrinde alınan örneklerin, ortalama olarak pH değerleri 3.46, SÇKM değerleri 6.81 g/100g, yoğunluk değerleri 1.000 20/20^o C, asitlik değerleri 6.81±0.09 g/L, alkol değerleri 6.95±0.07 mL/100mL, indirgen şeker değerleri 1.32±0.02 g/100mL, genel SO₂ değerleri 27.49±1.06 mg/L ve serbest SO₂ değerleri 7.49±0.53 mg/L bulunmuştur.

Alkol fermentasyonu süresince pH değeri değişimi incelendiğinde; 3. günde 3.44'e ulaşan pH değeri 17. güne kadar 3.44–3.42 aralığında seyretmiştir . Daha sonra, 17.günde 3.55'e yükselerek 21. güne kadar 3.55–3.56 aralığında tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Fermentasyonun etkisiyle pH değerinde artış meydana gelmiştir.

**Şekil 3.1.** Alkol fermentasyonu süresince pH değeri değişimi

SÇKM değeri ise 0. gün (şıra)'de 14 iken, fermentasyonun 14. gününde 5.5'e düşerek, 21. güne kadar aynı oranda seyretmiştir (Şekil 3.2.). Campo ve ark. (2008), denemelerinde kullandığı elma şıralarının SÇKM değerlerini % 10.9-12.2 bulmuştur.

Şıranın yoğunluk değeri 1.0542 (20/20°C) iken, fermentasyonun etkisiyle 21. günde yapılan analizle 0.9896 (20/20°C) seviyesine kadar düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Alkol fermentasyonu boyunca SÇKM değeri değişimi

Alkol fermentasyonu seyrinde alınan örneklerin kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.3.'de, LSD testi sonuçları Çizelge 3.4.'de özetlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 3.3), alkol fermentasyonu/gün varyasyon kaynağı, tüm kimyasal analiz sonuçları (asitlik, alkol, toplam SO₂, serbest SO₂ ve indirgen şeker) bakımından ($p < 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur.

0. günde asitlik değeri 7.03 g/L iken, maya ilavesinin etkisiyle 3. günde istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bir değişme meydana gelerek 7.93 g/L 'ye yükselmiştir. 3. gün ve 10. gün aralığındaki asitlik değerinde önemli düzeyde bir değişme görülmemiştir. 10. günden 14. güne kadar önemli bir azalış gözlenirken, 17. ve 19. gün arasındaki değişim önemli değildir. 21. günde elde edilen değer ile 19. gün elde edilen değer arasında önemli bir azalış olduğu görülmektedir (Şekil 3.3.).

Çizelge 3.3. Alkol fermentasyonu seyrinde alınan örneklerin kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

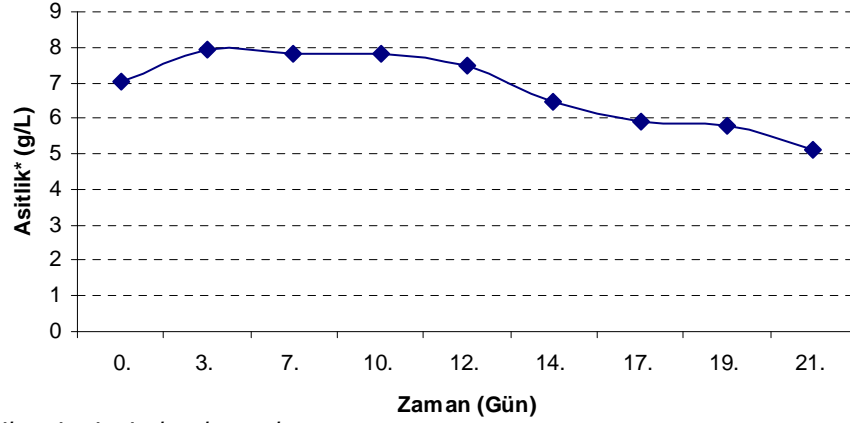
VK	SD	ASİTLİK (g/L)		ALKOL (mL/100mL)		TOPLAM SO ₂ (mg/L)		SERBEST SO ₂ (mg/L)		İND. ŞEKER (g/100mL)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Alkol Ferm./Gün	8	3.2218	364.2821**	18.44	3757.67**	1823.87	953.95**	437.5	1118.81**	1.022	919.85**
Hata	18	0.1592		0.0883		34.417		7.04		0.02	

** $p < 0.01$ düzeyinde önemli.

Çizelge 3.4. Alkol fermentasyonu seyrinde alınan örneklerin kimyasal özelliklerine ait LSD testi sonuçları*

FAKTÖR (ZAMAN)	ASİTLİK (g/L)	ALKOL (mL/100mL)	TOPL. SO ₂ (mg/L)	SERB. SO ₂ (mg/L)	İND. ŞEKER (g/100mL)
0. gün	7.03 c	0 f	51.67 a	20.00 a	2.73 a
3. gün	7.93 a	4.61 e	46.00 b	15.67 b	1.73 b
7. gün	7.80 a	7.13 d	23.25 c	6.25 c	1.25 c
10. gün	7.79 a	7.20 cd	23.13 c	5.75 c	1.16 d
12. gün	7.45 b	7.23 bcd	22.88 cd	4.72 d	1.10 e
14. gün	6.47 d	7.31 abc	21.75 de	3.88 e	1.05 e
17. gün	5.92 e	7.33 ab	20.75 e	3.77 e	0.99 f
19. gün	5.77 e	7.35 ab	21.00 e	3.67 e	0.99 f
21. gün	5.09 f	7.40 a	17.00 f	3.67 e	0.89 g

* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$).

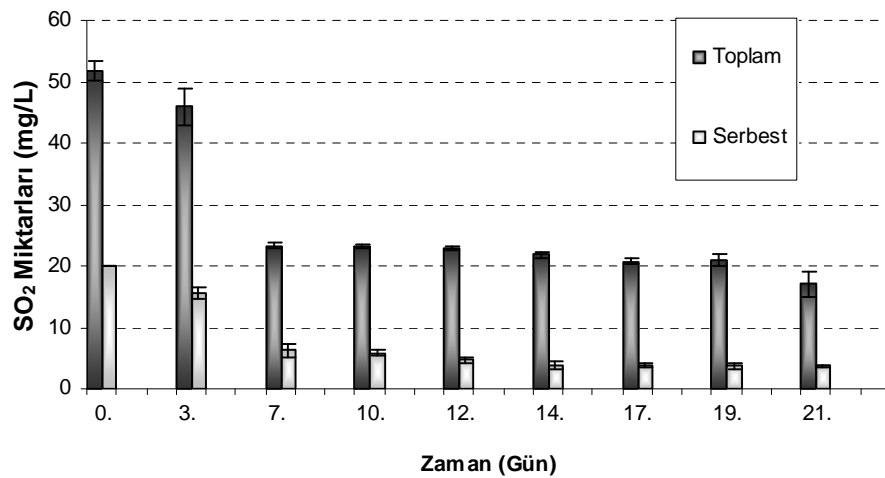


* Malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Şekil 3.3. Alkol fermentasyonu boyunca asitlik değerleri değişimi

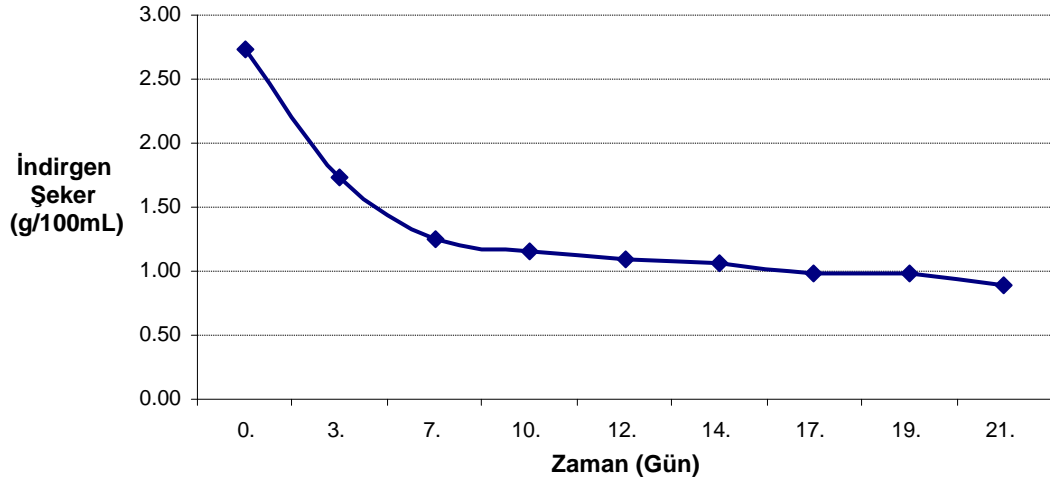
Alkol fermentasyonu boyunca, alkol miktarı gün bazında istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) artış göstererek, 3. günde 4.61 mL/10mL, 7. günde ise 7.13 mL/100mL seviyesine çıkmıştır. 7. gün ile 21. gün arasında 7.13 mL/100mL'den 7.40 mL/100mL'ye yükselmiştir. Alkol seviyesindeki önemli artışın, şıra mayaya ilave edildikten sonra ilk 3 gün içerisinde meydana geldiği görülmektedir.

Presleme öncesinde mayşeye yapılan potasyum metabisüfit ilavesi nedeniyle şıranın toplam SO_2 değeri 51.67 mg/L, serbest SO_2 değeri ise 20 mg/L bulunmuştur. Toplam SO_2 değerinde fermentasyon seyri boyunca (7.-10. gün ve 17.-19. gün geçişleri haricinde) $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli bir azalma meydana gelmiştir. Serbest SO_2 değerinde ise 12. güne kadar olan azalma önemli olup, 12. günden 21. güne kadar olan değişim istatistiksel açıdan önemli değildir. Şekil 3.4.'de fermentasyon süresinde SO_2 değişimi görülmektedir.



Şekil 3.4. Alkol fermentasyonu boyunca SO_2 değerleri değişimi

Alkol fermentasyonunun indirgen şeker miktarına etkisini incelediğimizde ise, zaman arttıkça şıraya oranla önemli ($p<0.01$) bir azalma olduğu görülmektedir. Şıranın indirgen şeker oranı %2.73 iken, 21. günün sonunda %0.89'a indiği tespit edilmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Alkol fermentasyonu boyunca indirgen şeker değerleri değişimi

3.3. Elma Cideri Örneklerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

Elma cideri örneklerine ait kimyasal değerler Çizelge 3.5.'de verilmiştir. Örneklerin ortalama pH değeri 3.72 ± 0.04 , SÇKM değeri 5.40 ± 0.13 g/100g, yoğunluk değeri 0.9894 ± 0.0001 20/20 °C, asitlik değeri 4.92 ± 0.04 g/L, alkol değeri 7.59 ± 0.04 mL/100mL, indirgen şeker değeri 0.57 ± 0.02 g/100mL, toplam SO₂ değeri 11.20 ± 0.47 mg/L ve serbest SO₂ değeri 5.26 ± 0.29 mg/L'dir.

Elma ciderlerinin büyük bir kısmı 3.2-3.4 pH aralığındadır. Ancak literatürde bazen 3.00-3.8 aralığında pH değerlerine rastlansa da, 4.4'ün üzerine çıktığı görülmez (Fidan ve Anlı 2000). Güçer (2008), yaptığı çalışmada elma şarabı denemelerinin pH aralığını 3.14-3.76 olarak belirlemiştir. Çalışmada, şarap örneklerinin pH aralığı 3.66-3.81 aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 3.5.). pH değer aralığı, literatürdeki değerlerle paraleldir.

Şaraplarda SÇKM değeri, kaba bir ifadeyle toplam şeker miktarı olarak algılanır. Üretilen elma ciderlerinin SÇKM değerleri 5.2 ve 5.5 g/100g arasında değişiklik göstermektedir.

Çizelge 3.5. Elma cidri örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

PASTÖRİZASYON	GRUP KODU	pH	ŞÇKM g/100g	YOĞUNLUK (20/20 °C)	TOPLAM ASİTLİK* (g/L)	ALKOL (mL/100mL)	İND. ŞEKER (g/100mL)	TOPLAM SO ₂ (mg/L)	SERBEST SO ₂ (mg/L)
Pastörizasyondan Önce (PÖ)	A1	3.73±0.00	5.2±0.00	0.9896±0.00	4.19±0.04	7.55±0.05	0.70±0.02	15.25±0.50	3.45±0.10
	A2	3.77±0.00	5.2±0.00	0.9895±0.00	4.37±0.04	7.58±0.03	0.69±0.03	15.17±0.58	3.50±0.20
	A3	3.77±0.00	5.2±0.00	0.9895±0.00	3.83±0.05	7.53±0.06	0.70±0.03	12.50±1.00	3.38±0.25
	B1	3.74±0.00	5.4±0.00	0.9896±0.00	3.86±0.04	7.47±0.06	0.79±0.02	8.25±1.50	3.00±0.20
	B2	3.73±0.00	5.5±0.00	0.9895±0.00	3.89±0.03	7.53±0.06	0.80±0.02	8.00±1.00	2.88±0.25
	B3	3.71±0.00	5.5±0.00	0.9895±0.00	3.94±0.03	7.53±0.09	0.84±0.01	7.00±1.00	3.00±0.20
	C1	3.75±0.00	5.5±0.00	0.9894±0.00	4.10±0.02	7.60±0.05	0.49±0.01	9.00±1.00	3.03±0.12
	C2	3.73±0.00	5.5±0.00	0.9894±0.00	4.19±0.03	7.60±0.00	0.49±0.03	7.58±0.76	3.12±0.25
	C3	3.73±0.00	5.5±0.00	0.9893±0.00	3.95±0.04	7.67±0.03	0.54±0.02	10.17±0.76	3.13±0.25
	K1	3.74±0.00	5.4±0.00	0.9894±0.00	4.19±0.03	7.65±0.05	0.35±0.02	9.00±1.00	3.22±0.40
	K2	3.73±0.00	5.5±0.00	0.9893±0.00	4.15±0.03	7.68±0.03	0.33±0.01	6.17±0.58	3.38±0.25
K3	3.74±0.00	5.5±0.00	0.9894±0.00	4.11±0.02	7.66±0.06	0.31±0.02	6.58±0.76	3.38±0.25	
Ort.		3.74±0.02	5.4±0.13	0.9894±0.0001	4.06±0.03	7.59±0.05	0.58±0.02	9.56±0.87	3.21±0.23
Min - Maks		3.71 - 3.77	5.2 - 5.5	0.9893 - 0.9896	3.83 - 4.37	7.47 - 7.68	0.31 - 0.84	6.17 - 15.25	2.88 - 3.50
Pastörizasyondan Sonra (PS)	A1	3.72±0.00	5.2±0.00	0.9895±0.00	4.46±0.03	7.56±0.05	0.68±0.01	6.00±0.50	3.00±0.20
	A2	3.73±0.00	5.2±0.00	0.9896±0.00	4.81±0.05	7.55±0.05	0.66±0.01	5.75±0.50	2.80±0.20
	A3	3.69±0.00	5.2±0.00	0.9895±0.00	4.99±0.03	7.58±0.06	0.70±0.02	5.58±0.28	2.88±0.25
	B1	3.68±0.00	5.4±0.00	0.9896±0.00	4.94±0.02	7.48±0.03	0.72±0.01	5.05±0.36	2.25±0.30
	B2	3.66±0.00	5.5±0.00	0.9895±0.00	5.09±0.02	7.53±0.06	0.78±0.01	5.25±0.50	2.20±0.40
	B3	3.66±0.00	5.5±0.00	0.9895±0.00	4.90±0.02	7.53±0.03	0.82±0.02	5.27±0.50	2.03±0.51
	C1	3.78±0.00	5.5±0.00	0.9894±0.00	5.81±0.10	7.62±0.03	0.45±0.02	5.75±0.50	3.00±0.20
	C2	3.81±0.00	5.5±0.00	0.9894±0.00	5.17±0.04	7.61±0.05	0.51±0.03	5.72±0.40	2.93±0.35
	C3	3.76±0.00	5.5±0.00	0.9893±0.00	4.60±0.06	7.68±0.03	0.47±0.03	5.67±0.29	2.50±0.20
	K1	3.71±0.00	5.5±0.00	0.9894±0.00	4.26±0.03	7.63±0.06	0.37±0.04	5.58±0.76	2.33±0.15
	K2	3.71±0.00	5.5±0.00	0.9893±0.00	5.03±0.03	7.69±0.04	0.37±0.01	5.83±0.58	2.72±0.40
K3	3.72±0.00	5.4±0.00	0.9893±0.00	5.03±0.04	7.67±0.04	0.35±0.03	5.75±0.50	2.88±0.25	
Ort.		3.72 ± 0.04	5.40 ± 0.13	0.9894 ± 0.0001	4.92±0.04	7.59±0.04	0.57±0.02	5.60±0.47	2.63±0.29
Min - Maks		3.66 - 3.81	5.2 - 5.5	0.9893 - 0.9896	4.46 - 5.17	7.48 - 7.69	0.35 - 0.82	5.05 - 6.00	2.03 - 3.00

* Asitlik değeri, malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Çalışmada, şarapların yoğunlukları 0.9893-0.9896 (20/20 °C) aralığında bulunmuştur (Çizelge 3.5.). Güven (1981), meyve şarapları üzerine yaptığı çalışmada, elma şarabının yoğunluğunu 1.0010 (20/20 °C) olarak tespit etmiştir. Güçer (2008), çalışmasında elma şarabı örneklerinin yoğunluğunu 0.992-0.997 (20/20 °C) aralığında, Eskiüçtepe (1992)'nin çalışmasında ise normal alkollü şaraplarda yoğunluk, *Golden Delicious* çeşidinde 0.999 (20/20 °C), *Starking Delicious* çeşidinde ise 1.000 (20/20 °C) bulunmuştur. Literatürdeki yoğunluk değerlerinde tutarlılık olmadığı ve bunun nedeninin kullanılan hammaddenin olgunluk durumu ve çeşit özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Titrasyon yoluyla belirlenen toplam asitlik, şarapta serbest halde bulunan mineral ve organik asitlerin miktarını verir. Şarapta bulunan asitlerden bazıları meyveden şaraba geçer bazıları da şarabın oluşumunda, fermantasyon ve dinlendirme sırasında meydana gelir. Toplam asitlik şarapların dayanıklılığı üzerinde etkilidir. Hastalık yapan mikroorganizmaların etkisini önleyerek şaraba dayanıklılık sağlar. Şaraba tazelik kazandırır ve aromayı etkiler (Canbaş 2005). Elmada hakim olan asit malik asit olduğundan, asitlik değerleri malik asit cinsinden hesaplanmıştır. Örneklerin asitlik değerleri 4.46-5.17 g/L aralığında olup, genel ortalaması 4.40 g/L'dir (Çizelge 3.5.). Güçer (2008), çalışmasında şarap örneklerinin asitlik derecesini *Amasya* çeşidi için 4.1 g/L, *Starking Delicious* çeşidi için 5.6-5.7 g/L ve *Golden Delicious* çeşidi için 5.8-5.9 g/L bulmuştur.

Alkol, şarabın en önemli unsurudur. Alkol derecesinin kalite üzerine önemli etkisi vardır. Alkol, şarabın tadını etkilediği gibi şarabın dayanıklılığı üzerinde de önemli bir rol oynar. Alkol derecesi düşük olan şaraplar, mayaların ve bakterilerin etkisine karşı daha duyarlıdır. Şarabın ticari değeri de alkol miktarı üzerinden belirlenir (Aktan 1973, Amerine ve Roessler 1976). Çizelge 3.5.'de, örneklerin alkol oranları incelendiğinde %7.48-7.69 aralığında olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda alkol miktarı, Güçer (2008), %8.6-8.9 aralığında, Güven (1981), %5.7 bulunmuştur. Literatürdeki alkol oranlarının farklılığı, hammadde çeşitliliği ve üretim teknikleriyle ilgili bir durumdur.

Şarabın işlenmesinde ve olgunlaştırılmasında, şarap hastalık ve kusurlarının önlenmesinde kükürt dioksitin önemli bir rolü vardır (Akman 1985, Cabaroğlu ve Canbaş 1993). Kükürt dioksit, şaraba işlenecek ürünün yapısında bulunan oksidaz enzimini etkisiz hale getirir, oksijeni bağlayarak oksidasyonu önler ve mikroorganizmalar üzerine antiseptik etki yapar. Şıra veya şaraba katılan kükürt

dioksit olduğu gibi kalmaz. Bir kısmı serbest halde iken, bir kısmı da şıra veya şaraptaki aldehit, şeker, protein gibi bazı maddelere bağlanır (Ribereau-Gayon ve ark. 2000b). Üretim aşamasında şıraya 100 mg/L düzeyinde potasyum metabisülfite ile kükürtleme yapılmıştır. Son üründe, şarapların toplam SO₂ değerleri ortalama 5.60 mg/L, serbest SO₂ değerleri ortalaması ise 2.63 mg/L bulunmuştur. Güçer (2008), yaptığı çalışmada üretim aşamasında 110 mg/L kükürtleme yapmış ve şarap örneklerinde serbest SO₂ miktarını 5.7-10.4 mg/L bulmuştur.

Çalışmada, elma cidri örneklerinin indirgen şeker miktarları 0.35-0.86 g/100mL aralığında değişmekte olup ortalama 0.58 g/100 mL'dir. Güçer (2008), yaptığı çalışmada indirgen şeker değerini 0.8-1 g/L bulmuştur. Örneklerin indirgen şeker oranı, literatürde yer alan indirgen şeker değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Pastörizasyon işlemi öncesinde, elma cidri örnekleri CO₂ ile gazlanarak kapatılmıştır. Son üründe, yapılan CO₂ analizi sonuçları A grubu için 358.23±25.57 mg/100mL, B grubu için 353.47±24.75 mg/100mL, C grubu için 399.81±12.42 mg/100mL ve kontrol grubu için 358.60±8.80 mg/100mL olarak tespit edilmiştir. Grupların genel ortalaması 367.53±17.89 mg/100mL'dir. Türk Gıda Kodeksi'nde cidri ile ilgili bir tebliğ bulunmadığından, CO₂ değerinin Bira Tebliği ile karşılaştırmak daha mantıklı olacaktır. Türk Gıda Kodeksi Bira Tebliği (2006/33)'de karbondioksit miktarı ağırlıkça en az %0.3 olmalıdır. Cidri örneklerinin CO₂ miktarı bu tebliğe uygundur (Anonim 2006).

3.3.1. Kullanılan kültür çeşitlerinin elma cidri örneklerinin kimyasal bileşimine etkisi

Kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin, üretilen elma cidri örneklerinin kimyasal değerlerinde meydana getirdiği istatistiksel farklar ve değişimler, varyans analizi ve LSD testleri ile ortaya konulmuştur. Kullanılan kültürlere ve pastörizasyon işlemine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.6.'da, LSD testi sonuçları ise Çizelge 3.7.'de özetlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, kullanılan laktik asit kültürünün şarapların alkol, toplam ve serbest SO₂, pH, SÇKM ve yoğunluk değeri üzerinde ($p < 0.01$)

düzeyinde önemli etkisi varken, asitlik değeri üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkisi bulunmamıştır. Pastörizasyon uygulamasının; asitlik, toplam ve serbest SO₂, indirgen şeker ve pH üzerinde önemli etkisi varken; alkol, SÇKM ve yoğunluk değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kültür ve pastörizasyon interaksyonu incelendiğinde; asitlik, toplam ve serbest SO₂, indirgen şeker ve pH üzerinde önemli etkisi varken, yine alkol, SÇKM ve yoğunluk değeri üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir (Çizelge 3.6.).

Grupların asitlik değerlerinin ortalamaları LSD testine göre karşılaştırıldığında; tüm grupların (A, B ve C) asitlik değerleri ile kontrol grubunun asitlik değeri arasında önemli ($p<0.05$) farklı bulunmaktadır. Kontrol grubunun asitlik değeri 4.46 g/L iken, C grubu asitlik değerine %3.8 oranında artış; A ve B grubunda ise kontrol grubuna göre, 0.2–0.3 g/L azalma meydana gelmiştir. A ve B grubu arasındaki asitlik değeri farkı istatistiksel açıdan önemsiz iken, bu iki grubun C grubu ile aralarındaki fark önemli bulunmuştur.

pH değerleri bakımından B ve C grupları, kontrol grubu ile önemli fark ($p<0.05$) gösterirken, A grubu ile arasındaki fark önemsizdir. Kontrol grubunun pH değeri 3.72 iken, A ve C grubunda sırasıyla 0.1 ve 0.4 değerinde artış tespit edilmiştir. B grubunda ise 0.3 değerinde azalma olmuştur. A B, ve C grubu arasındaki asitlik değeri farkı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Grupların SÇKM değerleri karşılaştırıldığında, kontrol örneği ile B ve C grubunun SÇKM değerleri arasında önemli ($p<0.05$) fark yoktur. Sadece A grubunun SÇKM değerinde, kontrol grubuna göre %4.7 oranında bir azalma meydana geldiğinden, diğer gruplarla arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Kontrol grubunun yoğunluk değeri ile C grubu ile arasındaki fark önemsizdir. Aynı şekilde A ve B grubu arasındaki fark da önemsiz bulunmuştur. Kontrol grubu ile A ve B grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. A ve B gruplarının yoğunluk değerleri kontrol ve C grubuna göre daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir.

Kullanılan kültürlerin örneklerin alkol değerine etkisi karşılaştırıldığında, tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) fark olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun alkol değeri %7.66 ile tüm gruplar içinde en yüksek değere

Çizelge 3.6. Kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin kimyasal değerler üzerine varyans analiz sonuçları

VK	SD	ASİTLİK (g/L)		ALKOL (mL/100mL)		TOPLAM SO ₂ (mg/L)		SERBEST SO ₂ (mg/L)		İND. ŞEKER (g/100mL)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kültür (X)	3	0.1632	2.3128 ns	0.0824	34.6361**	205.4530	68.1348**	4.7146	36.3340**	0.7330	841.2700**
Pastörizasyon (Y)	1	13.2295	187.49941 **	0.0010	0.4256 ns	1126.5422	373.5985**	24.1510	186.1268**	0.0041	4.6493**
X x Y	3	0.3364	4.7677 **	0.0001	0.9842 ns	175.8370	58.3136**	0.8879	6.8429**	0.0029	3.3004**
Hata	64	4.5157		0.1523		192.9844		8.3044		0.0558	

VK	SD	pH		SÇKM (g/100g)		YOĞUNLUK (20 / 20 °C)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kültür (X)	3	0.0041	15.2000**	0.117	70.3333**	6.13E-08	18.4583**
Pastörizasyon (Y)	1	0.0024	8.8615**	0	0 ns	4.17E-10	0.1250 ns
X x Y	3	0.0033	12.1846**	0	0 ns	4.10E-10	0.125 ns
Hata	16	0.0043		0.0266		2.39E-07	

** $p < 0.01$ düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 3.7. Cider örneklerinin kimyasal değerleri üzerine kullanılan kültür çeşitlerine ait LSD testi sonuçları*

FAKTÖR	GRUP KODU	ASİTLİK (g/L)	pH	SÇKM (g/100g)	YOĞUNLUK (20 / 20 °C)	ALKOL (mL/100mL)	TOPL. SO ₂ (mg/L)	SERB. SO ₂ (mg/L)	İND. ŞEKER (g/100mL)
Kültür	A	4.44 b	3.73 b	5.20 b	0.9895 a	7.55 c	10.04 a	3.16 a	0.68 b
	B	4.43 b	3.69 c	5.46 a	0.9895 a	7.51 d	6.46 c	2.56 c	0.79 a
	C	4.63 a	3.76 a	5.50 a	0.9893 b	7.62 b	7.31 b	2.95 b	0.49 c
	Kontrol	4.46 ab	3.72 b	5.46 a	0.9893 b	7.66 a	6.48 c	2.98 b	0.33 d

* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$)

sahiptir. Kontrol grubunu sırasıyla %7.62, %7.55, %7.51 oranıyla C, A ve B grupları takip etmektedir.

Grupların toplam SO₂ değerleri karşılaştırıldığında; A ve C grupları arasında istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) fark olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ile, A ve B grupları arasında önemli fark varken, B grubu ile olmadığı belirlenmiştir. Kontrol grubunun toplam SO₂ miktarı 2.98 mg/L iken, en yüksek değeri 10.04 mg/L ile A grubunu tespit edilmiştir. A grubunu, 7.31 mg/L ile B grubu ve 6.46 mg/L ile C grubu takip etmektedir.

Serbest SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, kontrol grubu ile C grubu arasında önemli ($p < 0.05$) bir fark olmadığı, bunun yanında A ve B grupları ile aralarında önemli fark olduğu tespit edilmiştir. A, B ve C grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir. Kontrol grubunun serbest SO₂ değeri 2.48 mg/L iken, bu değer A grubunda artış göstererek 3.16 mg/L 'ye yükselmiş, B ve C grubunda azalarak sırasıyla 6.46 mg/L ve 7.31 mg/L 'ye düşmüştür.

Grupların indirgen şeker oranı söz konusu olduğunda, tüm gruplar arasında istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) fark bulunmaktadır. %0.33 oranı ile kontrol grubunun indirgen şeker miktarı en düşük seviyededir. Kontrol grubunu, %0.49 ile C grubu; %0.79 ile B grubu ve en yüksek değer olan %0.68 ile A grubu takip etmektedir.

3.3.2. Pastörizasyon işleminin elma cidri örneklerinin kimyasal bileşimine etkisi

Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.8.'de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 3.9.'da gösterilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, pastörizasyon işlemi her bir grubun asitlik, toplam SO₂, serbest SO₂ ve pH değeri üzerinde $p < 0.01$ seviyesinde önemli etkide bulunurken; alkol, indirgen şeker, SÇKM ve yoğunluk değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.8.).

A grubunun pastörizasyon öncesi ve sonrasında tespit edilen değerlerde; SÇKM, yoğunluk, alkol ve indirgen şeker oranlarında istatistiksel açıdan önemli

($p < 0.05$) bir fark olmadığı görülmektedir. Asitlik, pH, toplam SO₂ ve serbest SO₂ değerlerinde, pastörizasyon öncesi ve sonrasındaki fark A grubu için önemlidir. Asitlik değerinde, pastörizasyon sonrasında %15 artış meydana gelirken, pH değerinde %1.06, toplam SO₂ değerinde %59.6, serbest SO₂ değerinde ise %15.99 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 3.9.).

B grubunun kimyasal değerlerine pastörizasyonun etkisini incelediğimizde; SÇKM, yoğunluk, alkol ve indirgen şeker değerinde önemli ($p < 0.05$) bir fark olmadığı görülmektedir. Pastörizasyon sonrasında, asitlik değerinde %27.7 oranında artış; pH değerinde %1.6, toplam SO₂ değerinde %33 ve serbest SO₂ değerinde %3.7 azalma ile meydana gelen fark B grubu için önemlidir.

Çizelge 3.9.'dan, C grubuna pastörizasyonun etkisini incelediğimizde; SÇKM, yoğunluk, alkol ve indirgen şeker değerinde önemli ($p < 0.05$) bir fark olmadığı görülmektedir. Asitlik, pH, toplam SO₂ ve serbest SO₂ değerlerinde, pastörizasyon öncesi ve sonrasındaki fark C grubu için önemlidir. Pastörizasyon sonrasında, asitlik değerinde %27, pH değerinde %0.08 oranında artış; toplam SO₂ değerinde %35 oranında ve serbest SO₂ değerinde %9 oranında azalma meydana gelmiştir.

Kontrol grubunda, diğer gruplarda olduğu gibi pastörizasyon sonrasında SÇKM, yoğunluk, alkol ve indirgen şeker değerlerinde önemli bir fark ($p < 0.05$) olmadığı görülmektedir (Çizelge 3.9.). Pastörizasyon sonrasında, asitlik değerinde %14.9 oranında artış; pH değerinde %0.5, toplam SO₂ %21 ve serbest SO₂ %19 oranında meydana gelen azalma istatistiksel açıdan önemlidir.

Pastörizasyon işleminin tüm gruplar üzerine genel etkisini incelediğimizde; SÇKM, yoğunluk ve alkol değeri üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. pH değerindeki değişim %2'den küçük olmakla birlikte, gruplar arasında artış ve azalış bakımından farklı eğilim göstermektedir. Bunun yanında, tüm gruplarda asitlik değerinde %14.9-27.7 oranında artış, toplam SO₂ değerinde %21-50 oranında, serbest SO₂ değerinde ise %3.7-19 oranında azalış meydana gelmiştir.

Çizelge 3.8. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	ASİTLİK (g/L)		ALKOL (mL/100mL)		TOPLAM SO ₂ (mg/L)		SERBEST SO ₂ (mg/L)		İND. ŞEKER (g/100mL)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Pastörizasyon	1	1.743	30.5494**	0.0005	0.2553 ns	1309.013	326.6863**	5.445	103.9894**	0.0015	3.5852 ns
Hata	16	0.913		0.0348		64.111		0.8377		0.0675	
VK	SD	pH		ŞÇKM (g/100g)		YOĞUNLUK 20 / 20 °C					
		KO	F	KO	F	KO	F				
Pastörizasyon	1	0.0024	5.4953**	0	0 ns	4.17E-10	0.1450 ns				
Hata	19	0.0014		0.0266		5.49E-08					

** $p < 0.01$ düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 3.9. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen kimyasal değerlerine ait LSD testi sonuçları*

GRUP KODU	İŞLEM	ASİTLİK (g/L)	pH	ŞÇKM (g/100g)	YOĞUNLUK 20 / 20 °C	ALKOL (mL/100mL)	TOPL. SO ₂ (mg/L)	SERB. SO ₂ (mg/L)	İND. ŞEKER (g/100mL)
A	PÖ	4.12 b	3.75 a	5.20 a	0.9895 a	7.56 a	14.30 a	3.44 a	0.69 a
	PS	4.75 a	3.71 b	5.20 a	0.9895 a	7.55 a	5.77 b	2.89 b	0.67 a
B	PÖ	3.89 b	3.72 a	5.46 a	0.9895 a	7.50 a	7.75 a	2.96 a	0.80 a
	PS	4.97 a	3.66 b	5.46 a	0.9895 a	7.51 a	5.19 b	2.16 b	0.77 a
C	PÖ	4.07 b	3.73 b	5.50 a	0.9893 a	7.62 a	8.91 a	3.09 a	0.50 a
	PS	5.18 a	3.78 a	5.50 a	0.9893 a	7.63 a	5.71 b	2.81 b	0.47 a
Kontrol	PÖ	4.15 b	3.73 a	5.46 a	0.9893 a	7.66 a	7.25 a	3.27 a	0.32 a
	PS	4.77 a	3.71 b	5.46 a	0.9893 a	7.66 a	5.72 b	2.64 b	0.34 a

* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$)

3.4. Şıra ve Elma Cideri Örneklerinin Organik Asit Bileşimi

Bu çalışmada organik asit analizinin amacı, kullanılan hammaddenin, alkol fermentasyonunun, laktik asit fermentasyonu aşamasında kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin ciderlerin organik asit profiline etkisini incelemektir.

Standartlardan değişik konsantrasyonlarda hazırlanarak elde edilen kurvelerden, miktar (mg/L) (y) - pik alanı (x) linear denklemler elde edilmiş ve örneklere ait hesaplamalar bu denklemler üzerinden yapılmıştır. (Çizelge 3.10.)

Çizelge 3.10. Organik asitlerin standart kurvelerinin analitik özellikleri

ORGANİK ASİT	REGRESYON DENKLEMİ	R ²	STD. HATA	RSD*
Malik Asit	y=0.00192658x+0	0.9994	7.93E-05	4.28
Laktik Asit	y=0.003566x+0	0.9997	6.75E-05	1.87
Asetik Asit	y=0.00345219x+0	0.9999	4.28E-05	1.23
Fumarik Asit	y=2.0082e-005x+0	0.9998	2.06E-05	3.62
Kuinik Asit	y=0.00303906x+0	0.9998	9.49E-05	3.16
Sitrik Asit	y=0.0020795x+0	0.9998	2.31E-05	1.10

*RSD: Relative standart deviation

Organik asit standartlarının kromatogramları Ek-1.'de, elma suyunun kromatogramı Ek-2'de, A grubundan alınan bir örneğin kromatogramı Ek-3'de, B grubundan alınan bir örneğin kromatogramı Ek-4'de, C grubundan alınan bir örneğin kromatogramı Ek-5'de, kontrol grubundan alınan bir örneğin kromatogramı Ek-6'da verilmiştir.

Cider üretiminde kullanılan *Granny Smith* çeşidi elmalardan elde edilen şıranın ve alkol fermentasyonu sonunda alınan örneğin organik asit analizi sonuçları Şekil 3.11.'de verilmiştir.

Elma suyunda 6136.22±36.55 mg/L malik asit; 407.21±4.87 mg/L laktik asit; 352.34±0.19 mg/L kuinik asit; 0.49±0.01 mg/L fumarik asit; 11.34±0.05 mg/L sitrik asit tespit edilmiş, asetik aside rastlanmamıştır.

Alkol fermentasyonu sonunda alınan cider örneğinde ise, 5821.44±30.66 mg/L malik asit; 1778.48±3.25 mg/L laktik asit; 656.98±3.64 mg/L asetik asit; 344.27±1.34 mg/L kuinik asit; 12.64±0.13 mg/L fumarik asit tespit edilmiş ancak sitrik asit tespit edilmemiştir.

Çizelge 3.11. Hammadde ve alkol fermentasyonu sonunda ciderin organik asit analizi sonuçları*

ORGANİK ASİTLER	Elma Suyu	Alkol Ferm. Sonu
Malik Asit	6136.22 ± 36.55	5821.44 ± 30.66
Laktik Asit	407.21 ± 4.87	1778.48 ± 3.25
Asetik Asit	Tespit Edilmedi	656.98 ± 3.64
Kuinik Asit	352.34 ± 0.19	344.27 ± 1.34
Fumarik Asit	0.49 ± 0.01	12.64 ± 0.13
Sitrik Asit	11.34 ± 0.05	Tespit Edilmedi

* Sonuçlar mg/L olarak verilmiştir.

Meyve ve sebzelerde, çeşide bağlı olarak değişik cins ve miktarlarda organik asitler bulunabilir. Bu değişiklikler sadece çeşide ve anaca bağlı olarak değil, aynı zamanda iklime ve coğrafi bölgeye göre de değişiklik gösterebilir (Ackermann ve ark. 1992). Elma suyunda tespit edilen organik asit değerleri incelendiğinde, yapılan çalışma ve literatür değerleri arasında paralelliklerin yanısıra, farklılıkların da olduğu görülmektedir.

Wills ve El-Ghetany (1986), yaptığı çalışmada *Granny Smith* çeşidi elmada malik asit miktarını 9000 mg/L bulurken, *Golden Delicious* çeşidi elmada ise 5000 mg/L bulmuştur. Coppola ve Star (1986), ise elma suyunda malik asit miktarını 5.7 g/L , kuinik asit miktarını 1.5 g/L , sitrik asit miktarını ise 1.1 g/L olarak tespit etmiştir. Gomis ve ark. (1987) ise elma suyunda malik asit miktarını 2455.2 mg/L ve sitrik asit miktarını 91.1 mg/L olarak bulmuşlardır. Morvai ve Molnar-Perl (1991), elma suyunda malik asit miktarını 4500 mg/L, laktik asit miktarını 30 mg/L ve kuinik asit miktarını 350 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Zhang ve ark. (2008), elma suyunda malik asit miktarını 7171.2 mg/L, asetik asit miktarını 25.07 mg/L, sitrik asit miktarını 116.52 mg/L bulmuşlar, laktik asit tespit edememişlerdir. Güçer (2008) ise yaptığı çalışmada farklı elma çeşitleri ile yaptığı denemede, elma sularının malik asit değerlerini ortalama 3271.89 mg/L, fumarik asit değerlerini ise 0.74 mg/L olarak bulmuştur.

Alkol fermentasyonu sonunda cider çalışmalarında elde edilen organik asit değerlerini incelediğimizde, Coppola ve Starr (1986) malik asit değerini 4000 mg/L, kuinik asit değerini 600 mg/L olarak bulurken, sitrik asit tespit edememişlerdir. Herrero ve ark. (1999), L-malik asit değerini 3100 mg/L, L-laktik asit değerini 800 mg/L, D-laktik asit değerini 500 mg/L, asetik asit değerini 650 mg/L, fumarik asit değerini 8 mg/L ve kuinik asit değerini 3900

mg/L bulmuşlardır. Zhang ve ark. (2008), malik asit değerini 5783 mg/L, laktik asit değerini 175.02 mg/L, asetik asit değerini 82.18 mg/L ve sitrik asit değerini ise 116.52 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Güçer (2008), *S. cerevisiae*'nin farklı suşlarını kullanarak ürettiği elma şaraplarında malik asit miktarını 2280.6-2389.74 mg/L olarak bulmuştur.

Alkol fermentasyonu sonunda, örneklerin organik asit değerleri üzerine yapılan çalışmalar ve literatür verileri karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçlar arasında farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın, kullanılan elma ve kültür çeşitlerinin farklılığı ile fermentasyon şartlarının (süre, sıcaklık vb.) farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.4.1. Alkol fermentasyonunun elma ciderinin organik asit bileşimi üzerine etkisi

Tartarik asit, malik asit, sitrik asit, süksinik asit gibi birçok organik asit tampon özellikleri nedeniyle maya metabolizması üzerine etkide bulunurlar (Torija ve ark. 2003). Katabolize olabilme özellikleri nedeniyle de mikroorganizmalar üzerinde inhibitör etkide buldukları da çalışmalarda sıkça yer almaktadır. Ayrıca, maya metabolizmasında meydana gelen enzimatik aktivite ve kimyasal ayrışmalar asitlikten etkilenir (Lund ve ark. 1987, Adams 1988).

Elma suyu ve alkol fermentasyonu sonunda alınan örneklerin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.12.'de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 3.13.'de gösterilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, alkol fermentasyonu, tüm organik asit değerleri üzerinde ($p < 0.01$) seviyesinde önemlidir.

Malik asit, elma suyunda temel organik asit olup mayalar tarafından % 5-40 oranında asimile edilebilir. Malik asidin ayrışması, ortamdaki vitamin ve azot bileşimi gibi bileşenlerden etkilenebilir. Ayrıca, ortamın pH değerinin de önemli etkisi vardır. *S. cerevisiae* kullanılan bir alkol fermentasyonunda pH 4'te malik asit değerinde küçük değişimler meydana gelirken, pH 3'de kayda değer bir azalma meydana gelmiştir (Whiting 1976). Mayalar fermentasyon sırasında malik asiti parçalayabilir veya malik asit tuzuna dönüştürebilir. Malik asit tuzu, oksijensiz ortamda enzimatik yolla ethanol ve CO₂'ye dönüştürülür (Herrero

1999). Elma suyu ve alkol fermentasyonu sonunda alınan örneklerin LSD testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 3.13.), fermentasyon sonunda malik asit değerinde meydana gelen %5.12'lik azalma istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Laktik asit, alkol fermentasyonu sırasında pürivik asidin indirgenmesi ve malik asidin dönüşümü ile meydana gelir (Zhang ve ark. 2008). Çalışmada, elma suyunda laktik asit değeri 407.21 mg/L iken, alkol fermentasyonu sonunda 1778.48 mg/L ile %436.7 oranında meydana gelen artış önemli olmuştur ($p<0.05$).

Asetik asit, alkollü içkilerde temel uçucu asittir. Özellikle elma ciderinde son üründe kalite açısından önemli bir faktördür. Çünkü etil asetatın temel bileşenidir ve tadı önemli ölçüde etkiler. Mayanın türü, ortamdaki bileşenler ve fermentasyon şartları asetik asit metabolizmasını etkiler (Zhang ve ark. 2008). Asetik asit, ciderde her zaman bulunur ancak aşırıya kaçması ürünün bozulmasının bir göstergesidir (Campo ve ark. 2008). Çalışmada, elma suyunda asetik asit tespit edilmemiş iken, alkol fermentasyonu sonunda asetik asit miktarı 656.98 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Kuinik asit metabolizması, malik asidin yıkımıyla ilişkilidir ve anaerobik laktat oksidasyonunu içerir (Herrero ve ark. 1999). Çalışmada, elma suyundaki kuinik asit miktarı 352.34 mg/L iken, alkol fermentasyonu sonunda 344.27 mg/L ile önemli ($p<0.05$) bir azalma meydana gelmiştir.

Fumarik asit, elma suyunda iz miktarda (0.49 mg/L) tespit edilirken, alkol fermentasyonu sonunda 12.64 mg/L tespit edilmiş ve önemli ($p<0.05$) bir artış meydana gelmiştir. Herrero ve ark. (1999) 'nın çalışmasında da olduğu gibi, alkol fermentasyonunun fumarik asit miktarı üzerinde arttırıcı etkisi olduğu söylenebilir.

Sitrik asit, malik asit gibi *S. cerevisiae* ile gerçekleştirilen başlarında seyrederken, sonradan katabolize edilir (Whiting 1976). Elma suyunda, sitrik asit miktarı 11.34 mg/L bulunmuşken, alkol fermentasyonu sonunda sitrik asit tespit edilmemiştir. Sitrik asidin tamamı, alkol fermentasyonu sırasında katabolize edilmiştir.

Çizelge 3.12. Alkol fermentasyonu sonunda alınan örneklerin organik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Malik Asit (mg/L)		Laktik Asit (mg/L)		Asetik Asit (mg/L)		Kuiniik Asit (mg/L)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Alkol Fermentasyonu	1	148623.38	130.58**	2820572.10	164954.10**	6474344.08	97728.85**	97.52	107.26**
Hata	4	4552.49		68.40		26.50		3.63	

VK	SD	Fumarik Asit (mg/L)		Sitrik Asit (mg/L)	
		KO	F	KO	F
Alkol Fermentasyonu	1	221.43	26051.03**	192.89	154314.70**
Hata	4	0.03		0.01	

** $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.13. Elma suyu ve alkol fermentasyonu sonunda alınan örneklerin organik asit değerlerine ait LSD testi sonuçları*

FAKTÖR	Malik Asit (mg/L)	Laktik Asit (mg/L)	Asetik Asit (mg/L)	Kuiniik Asit (mg/L)	Fumarik Asit (mg/L)	Sitrik Asit (mg/L)
Elma Suyu	6136.22 a	407.21 b	0.00 b	352.34 a	0.49 b	11.34 a
Alkol Ferm. Sonu	5821.44 b	1778.48 a	656.98 a	344.27 b	12.64 a	0.00 b

* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$)

3.4.2. Laktik asit fermentasyonunun elma ciderinin organik asit bileşimi üzerine etkisi

Cider örneklerinin laktik fermentasyonu sonundaki organik asit dağılımı, pastörizasyon öncesi ve sonrasında olmak üzere Çizelge 3.14.'de gösterilmiştir.

Sonuçlar genel olarak incelendiğinde, alkol fermentasyonu sonunda alınan örneğe göre, malolaktik fermentasyon sonundaki örneğin malik asit miktarında büyük bir azalma ve buna bağlı olarak da laktik asit miktarında artış görülmektedir. Asetik ve kuinik asit miktarı tüm örneklerde artış gösterirken, fumarik asit miktarında azalma meydana gelmiştir. Sitrik asit, daha önce de belirtildiği gibi alkol fermentasyonu sırasında katabolize edildiğinden, laktik asit fermentasyonu sonunda da tespit edilmemiştir.

3.4.3. Kullanılan kültür çeşitlerinin cider örneklerinin organik asit bileşimi üzerine etkisi

Kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin, üretilen cider örneklerinin organik asit bileşiminde meydana getirdiği istatistiksel farklar ve değişimler, varyans analizi ve LSD testleri ile ortaya konulmuştur.

Kullanılan kültürlere ve pastörizasyon işlemine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.15.'de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 3.16.'da özetlenmiştir. Sitrik asit, son ürün gruplarında tespit edilmediğinden istatistiksel hesaplama dahil edilememiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, kullanılan kültürün ve kültür x pastörizasyon interaksyonunun tespit edilen tüm organik asit değerleri üzerinde önemli ($p < 0.01$) etkisi vardır.

Grupların malik asit değerleri kontrol grubuna göre LSD testi ile karşılaştırıldığında (Çizelge 3.16.), tüm gruplar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). A, B ve kontrol grubunun malik asit değeri 243.86 – 256.86 mg/L aralığında seyrederken, C grubunda 55.74 mg/L ile kontrol grubuna göre yüksek oranda azalış meydana gelmiştir.

Çizelge 3.14. Cider örneklerinin malolaktik fermentasyon sonundaki organik asit analizi sonuçları*

Pastörizasyon	GRUP KODU	Malik Asit	Laktik Asit	Asetik Asit	Kuinik Asit	Fumarik Asit	Sitrik Asit
PÖ	A	257.40±2.79	9222.80±34.19	1688.63±7.34	1047.11±6.44	7.69±0.07	Tespit Edilmedi
	B	243.11±2.52	8742.18±25.66	1392.30±6.48	1045.73±2.23	7.35±0.02	Tespit Edilmedi
	C	60.16±0.09	10134.56±58.46	3637.98±15.27	358.83±5.64	8.14±0.13	Tespit Edilmedi
	Kontrol	239.41±0.98	9268.69±0.27	1266.48±2.21	1066.56±7.86	7.57±0.08	Tespit Edilmedi
PS	A	256.32±4.93	9038.67±8.22	1648.18±0.78	1149.64±7.94	7.85±0.09	Tespit Edilmedi
	B	223.90±3.40	7797.19±24.84	1069.25±16.62	1010.35±9.63	7.16±0.06	Tespit Edilmedi
	C	51.32±0.23	9592.82±62.36	3353.77±16.39	322.04±4.62	8.22±0.06	Tespit Edilmedi
	Kontrol	248.31±0.43	9176.76±36.23	904.92±6.43	1184.26±14.57	8.48±0.04	Tespit Edilmedi

* Sonuçlar mg/L olarak verilmiştir.

Çizelge 3.15. Kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin organik asit bileşimi üzerine varyans analiz sonuçları

VK	SD	Malik Asit		Laktik Asit		Asetik Asit		Kuik Asit		Fumarik Asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kültür (X)	3	541133.39	8458.72**	2573554.06	1849.76**	22247127.00	64462.84**	839312.00	12681.77**	0.99	177.81**
Pastörizasyon (Y)	1	153.57	23.99**	1165285.70	837.56**	381995.00	3320.58**	8220.30	124.20**	0.33	59.61**
X x Y	3	212.52	33.20**	225993.70	162.43**	31422.33	273.14**	10744.06	162.33**	0.34	60.69**
Hata	16	102.40		22260.50		1841.00		1058.90		0.09	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.16. Cider örneklerinin organik asit bileşimi üzerine kullanılan kültür çeşitlerine ait LSD testi sonuçları*

FAKTÖR	GRUP KODU	Malik Asit (mg/L)	Laktik Asit (mg/L)	Asetik Asit (mg/L)	Kuik Asit (mg/L)	Fumarik Asit (mg/L)
Kültür	A	256.86 a	9130.73 c	1668.41 b	1098.37 b	7.77 c
	B	233.51 c	8269.68 d	1230.77 c	1028.04 c	7.25 d
	C	55.74 d	9863.69 a	3495.88 a	340.43 d	8.18 a
	Kontrol	243.86 b	9222.72 b	1085.70 d	1125.40 a	8.03 b

* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$)

Grupların laktik asit değerleri karşılaştırıldığında, tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). B grubunda, kontrol grubuna göre 8269.68 ile en düşük değer elde edilirken, C grubunda 9863.69 mg/L ile en yüksek değer elde edilmiştir. C grubunun malik asit değerinde en düşük ve laktik asit değerinde en yüksek miktara sahip olması, MLF sırasında malik asidin laktik aside dönüşümündeki doğru orantıyı bir kez daha kanıtlamaktadır.

Asetik asit değerleri bakımından, tüm gruplar arasındaki fark da önemlidir ($p<0.05$). Malik asit miktarlarında olduğu gibi; A, B ve kontrol grubu değerleri birbirine yakınlık gösterirken (1085.70 – 1668.41 mg/L), C grubunda 3495.88 mg/L ile oldukça yüksek miktarda asetik asit tespit edilmiştir.

Gruplar arasındaki kuinik asit miktarlarının dağılışına baktığımızda, kontrol grubu en yüksek değere sahip olmakla birlikte; A, B ve kontrol grubunda birbirine yakın değerler (1028.04–1125.40 mg/L) tespit edilirken, C grubu 340.43 mg/L ile en düşük değere sahiptir ve tüm gruplar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Fumarik asit ise, tüm gruplarda iz miktarda tespit edilmekle birlikte, gruplar arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu görülmektedir. Grupların fumarik asit değer aralığı 7.25-8.18 mg/L olup, en yüksek ve en düşük gruplar sırasıyla C ve B grubudur.

3.4.4. Cider rneklerinin organik asit bileşimine pastörizasyon işleminin etkisi

Grupların pastörizasyon öncesinde (P) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen organik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları izelge 3.17.'de, LSD testi sonuçları ise izelge 3.18.'de gösterilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, pastörizasyon işlemi tüm organik asitler üzerinde önemli ($p<0.01$) etki göstermiştir.

Çizelge 3.17. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen organik asit bileşimine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Malik Asit		Laktik Asit		Asetik Asit		Kuik Asit		Fumarik Asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Pastörizasyon	1	1.74	0.10**	50859.46	82.28**	2454.30	90.20**	15766.55	301.51**	0.03	5.13**
Hata	4	64.02		2472.36		108.83		209.16		0.02	

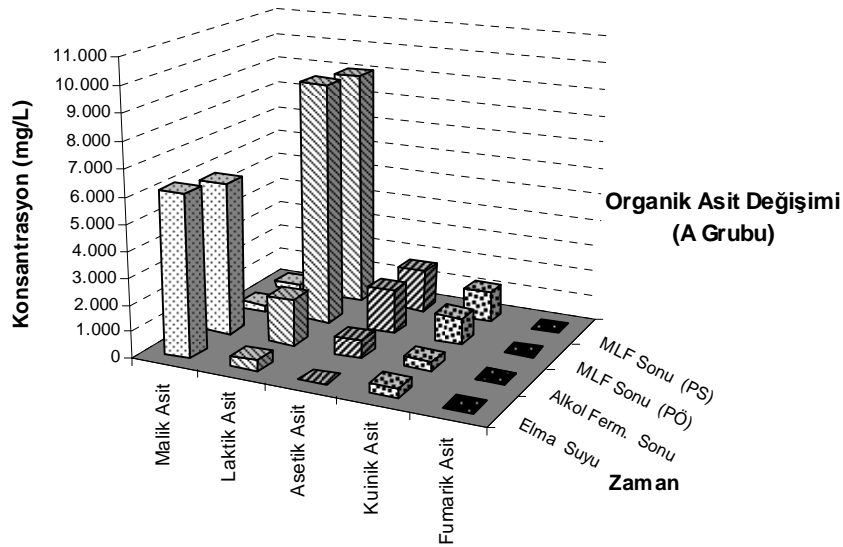
** $p < 0.01$ düzeyinde önemli.

Çizelge 3.18. Grupların pastörizasyon öncesinde (PÖ) ve pastörizasyon sonrasında (PS) elde edilen organik asit bileşimine ait LSD testi sonuçları*

FAKTÖR	İŞLEM	Malik Asit (mg/L)	Laktik Asit (mg/L)	Asetik Asit (mg/L)	Kuik Asit (mg/L)	Fumarik Asit (mg/L)
A	PÖ	257.40 a	9222.80 a	1688.63 a	1047.11 b	7.69 a
	PS	256.32 a	9038.67 b	1648.18 b	1149.64 a	7.85 a
B	PÖ	243.11 a	8742.18 a	1392.30 a	1045.73 a	7.35 a
	PS	223.90 b	7797.19 b	1069.25 b	1010.35 b	7.16 b
C	PÖ	60.16 a	10134.56 a	3637.98 a	358.83 a	8.22 a
	PS	51.32 b	9592.82 b	3353.77 b	322.04 b	8.14 a
Kontrol	PÖ	248.31 a	9268.69 a	1266.48 a	1066.56 b	7.57 b
	PS	239.41 b	9176.76 b	904.92 b	1184.25 a	8.48 a

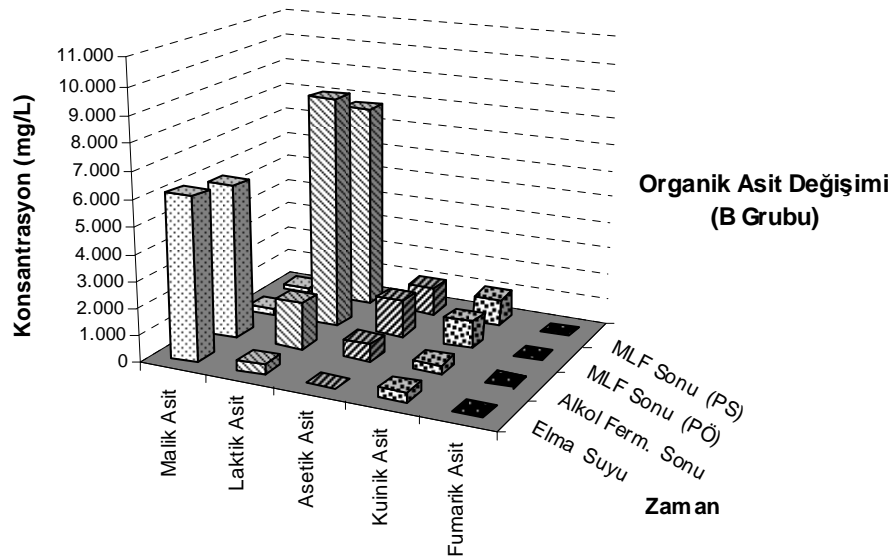
* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$)

A grubunun organik asit değerlerine pastörizasyon işleminin etkisini incelediğimizde, malik asit ve fumarik asit haricindeki tespit edilen tüm organik asitlerdeki değişimin önemli ($p<0.05$) olduğu görülmektedir. Laktik ve asetik asit değerlerinde sırasıyla %1.99 ve %2.39 azalma meydana gelirken, kuinik ve fumarik asit değerlerinde, %9.79 ve %2.08 oranında artış meydana gelmiştir. Şekil 3.6.'da, A grubunun tüm organik asit değerlerinin fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonundaki değişimi gösterilmiştir.



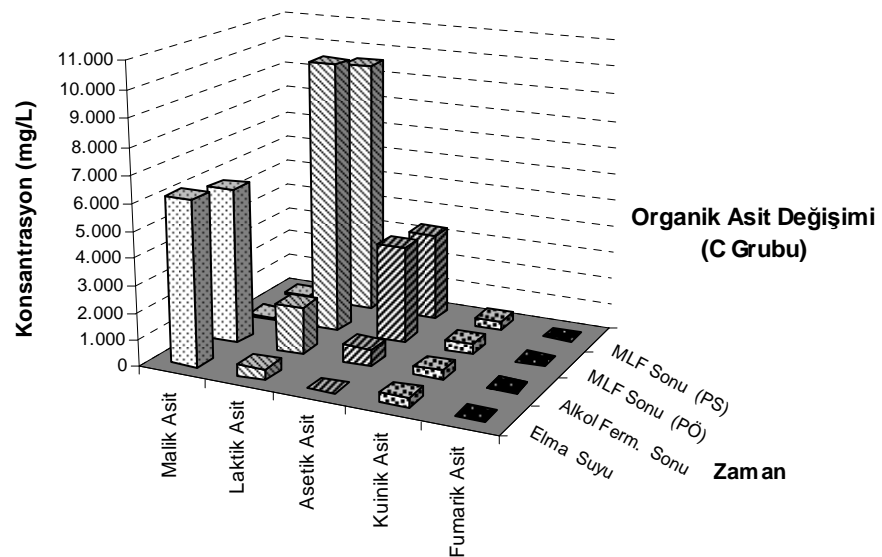
Şekil 3.6. A grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi

B grubunun organik asit değerlerine pastörizasyon işleminin etkisini incelediğimizde, tespit edilen tüm organik asitlerdeki değişimin önemli ($p<0.05$) olduğu görülmektedir. Pastörizasyon işlemi sonucunda malik asit değerinde %7.9, laktik asit değerinde %10.9, asetik asit değerinde %23.2, kuinik asit değerinde %3.5 ve fumarik asit değerinde %2.5 oranında azalma meydana gelmiştir. Pastörizasyonun, B grubunun tüm organik asit değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Şekil 3.7.'de, B grubunun tüm organik asit değerlerinin fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonundaki değişimi gösterilmiştir.



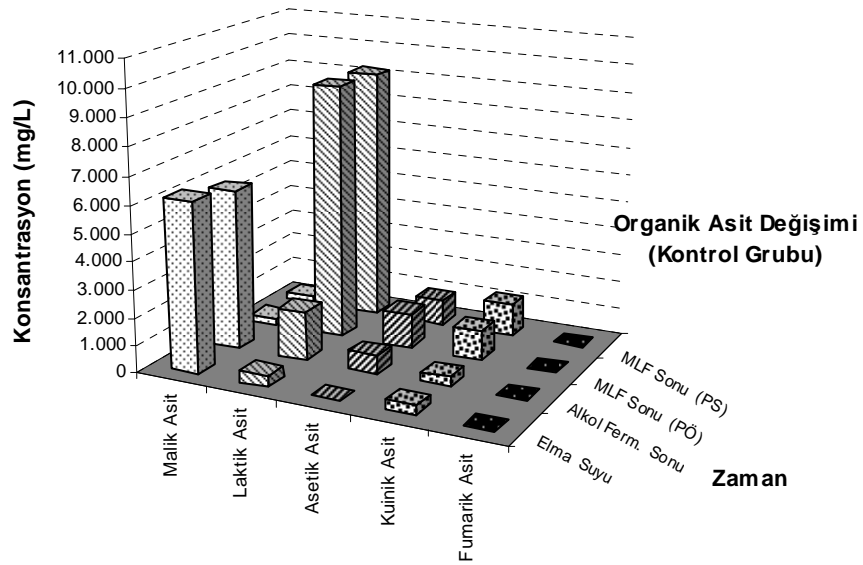
Şekil 3.7. B grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi

C grubunun organik asit değerlerine pastörizasyon işleminin etkisini incelediğimizde, fumarik asit haricindeki tespit edilen tüm organik asitlerdeki değişimin önemli ($p < 0.05$) olduğu görülmektedir. Pastörizasyon işlemi sonunda malik asit değerinde %14.6, laktik asit değerinde %5.3, asetik asit değerinde %7.8, kuinik asit değerinde %10.2 ve fumarik asit değerinde %0.9 oranında azalma meydana gelmiştir. Şekil 3.8.'de, C grubunun tüm organik asit değerlerinin fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonundaki değişimi gösterilmiştir.



Şekil 3.8. C grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi

Kontrol grubunun organik asit değerlerine pastörizasyon işleminin etkisini incelediğimizde, tespit edilen tüm organik asitlerdeki değişimin önemli ($p < 0,05$) olduğu görülmektedir. Pastörizasyon işlemi sonunda malik asit, laktik asit ve asetik asitte sırasıyla %3.5, %0.9 ve %28.5 oranında azalma meydana gelirken, kuinik asitte %11.03 ve fumarik asitte %12.02 oranında artış meydana gelmiştir. Şekil 3.9.'da, kontrol grubunun tüm organik asit değerlerinin fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonundaki değişimi gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Kontrol grubunun fermentasyon sürecinde ve pastörizasyon işlemi sonunda organik asit değişimi

3.5. Duyusal Analiz Sonuçları

Bu çalışmada duysal analiz yapılmasının amacı, fermentasyon aşamasında kullanılan kültürlerin ve pastörizasyon işleminin elma ciderinin duysal özelliklerine etkisini incelemektir.

3.5.1. Pastörizasyon işlemi öncesindeki örneklere ait duysal analiz sonuçları

Pastörizasyon öncesinde alınan elma cideri örneklerinin duysal özelliklerine ait değerler Çizelge 3.19.'da verilmiştir.

Çizelge 3.19. Pastörizasyon öncesinde alınan örneklerin duyuşal analiz sonuçları

GRUP KODU	Renk	Tat	Koku	Buke	Burukluk	Dolgunluk	Genel Beğeni	Grup Ort.
A	8.85±0.99	8.04±1.71	8.38±1.19	7.77±1.17	8.15±1.52	7.96±1.69	8.00±1.22	8.16±0.35
B	8.58±1.19	7.96±1.66	8.31±1.32	7.69±1.55	7.77±1.64	7.85±1.29	8.15±1.28	7.96±0.31
C	8.54±1.27	7.19±1.68	7.62±1.76	7.15±1.63	8.00±1.22	7.31±1.03	7.77±1.54	7.51±0.50
Kontrol	9.08±0.95	7.85±1.71	8.00±1.08	8.04±1.16	8.00±0.91	7.58±1.26	8.00±1.22	8.08±0.46
Ort.	8.76±1.09	7.76±1.71	8.08±1.33	7.66±1.37	7.98±1.32	7.67±1.29	7.98±1.31	7.90±0.35
Min. - Maks.	8.54-9.08	7.19-8.04	7.62-8.38	7.15-8.04	7.77-8.15	7.31-7.96	7.77-8.15	7.51-8.16

Daha önce de belirtildiği gibi, örneklere 1-9 arasında puanlama yapılmıştır. Örneklerin renk puanları 8.54-9.08, tat puanları 7.19-8.04, koku puanları 7.62-8.38, buke puanları 7.15-8.04, burukluk puanları 7.77-8.15, dolgunluk puanları 7.31-7.96 ve genel beğeni puanları 7.77-8.15 aralığındadır.

Pastörizasyon öncesinde alınan örneklerin duyuşal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.20'de, grupların duyuşal özelliklerinin LSD çoklu karşılaştırma testi verileri ise Çizelge 3.21'de yer almaktadır.

Pastörizasyon işlemi öncesinde alınan örneklerin duyuşal parametrelerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde renk ve burukluk değerleri istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bunun yanında tat, koku, buke, dolgunluk ve genel beğeni değerlerinin ise önemli ($p < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.20. Pastörizasyon öncesinde alınan örneklerin duyuşal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	RENK		TAT		KOKU		BUKE	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kültür	3	0.1275	0.5730 ns	0.3604	5.6354**	0.3415	10.6359**	0.2976	13.5913**
Hata	4	0.8902		1.2049		0.1284		0.0876	
VK	SD	BURUKLUK		DOLGUNLUK		GENEL BEĞENİ			
		KO	F	KO	F	KO	F		
Kültür	3	0.062	2.0630 ns	0.1682	17.5028**	0.04920	6.7397**		
Hata	4	0.062		0.03845		0.0292			

** $p < 0,01$ düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 3.21. Pastörizasyon işlemi öncesinde alınan örneklerin duyuşal özelliklerinin LSD testi sonuçları*

GRUP KODU	RENK	TAT	KOKU	BUKE	BURUKLUK	DOLGUNLUK	GENEL BEĞENİ
A	8.85 a	8.04 a	8.38 a	7.77 ab	8.15 a	7.96 a	8.00 ab
B	8.58 a	7.96 a	8.30 a	7.69 b	7.77 a	7.85 ab	8.15 a
C	8.54 a	7.19 b	7.62 b	7.15 c	8.00 a	7.31 c	7.77 b
Kontrol	9.08 a	7.85 ab	8.00 a	8.04 a	8.00 a	7.58 bc	8.00 ab

* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$)

LSD testi sonuçlarına göre; renk ve burukluk değerleri bakımından tüm gruplar arasındaki fark önemsizdir. Tat değeri bakımından A ve B grubu arasındaki fark önemsizken, bu iki grup ile C ve kontrol grubu arasındaki fark önemlidir. Koku değerleri bakımından; A, B ve kontrol grubu arasındaki fark önemsizken, C grubu ile bu gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir. Buke ve dolgunluk değerlerini incelediğimizde, tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir. Genel beğeni değerlerinde ise A ve kontrol grubu arasında önemli fark yokken, bu iki grup ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$).

Pastörizasyon işleminden önce alınan örneklerin duyuşal analiz sonuçlarını incelediğimizde; A, B ve kontrol grubunun değerlerinin birçok parametrede C grubundan daha yüksek ve birbirine yakın olduğu görülmektedir. Grup ortalamaları incelendiğinde (Çizelge 3.19.) 8.16 puan ortalaması ile birinci sırayı A grubu alırken, bunu sırasıyla 8.08 puan ile kontrol grubu, 7.96 puan ile B grubu ve 7.51 puan ile C grubu yer almaktadır.

3.5.2. Pastörizasyon işlemi sonrasındaki örneklere ait duyuşal analiz sonuçları

Pastörizasyon sonrasında alınan elma cidere örneklerinin duyuşal özelliklerine ait değerler Çizelge 3.22.'de verilmiştir.

Çizelge 3.22.Pastörizasyon sonrasında alınan örneklerin duyuşal analiz sonuçları

GRUP KODU	Renk	Tat	Koku	Buke	Burukluk	Dolgunluk	Genel Beğeni	Grup Ort.
A	9.00±1.15	8.00±1.68	8.31±1.18	8.31±1.60	7.81±1.80	7.77±2.09	8.12±1.58	8.19±0.42
B	8.77±1.17	8.23±1.64	7.92±1.66	8.31±1.25	8.15±1.77	8.31±1.65	8.23±1,54	8.27±0.25
C	9.23±0.92	7.38±1.60	7.84±1.51	7.61±1.70	7.81±1.80	7.54±1.45	7.54±1.33	7.85±0.63
Kontrol	9.46±0.78	7.92±1.85	8.62±1.19	7.69±1.70	8.31±1.44	7.92±2.14	8.23±1.42	8.31±0.59
Ort.	9.11±0.25	7.88±0.31	8.17±0.30	7.98±0.32	8.01±0.21	7.88±0.28	8.02±0.28	8.16±0.21
Min.-Maks.	8.77-9.46	7.38-8.23	7.84-8.62	7.61-8.31	7.81-8.31	7.54-8.31	7.54-8.23	7.85-8.31

Örneklerin renk puanları 8.77-9.46, tat puanları 7.38-8.23, koku puanları 7.84-8.62, buke puanları 7.61-8.31, burukluk puanları 7.81-8.31, dolgunluk puanları 7.54-8.31 ve genel beğeni puanları 7.54-8.23 aralığındadır.

Pastörizasyon sonrasında alınan örneklerin duyuşal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.23.'de, grupların duyuşal özelliklerinin LSD çoklu karşılaştırma testi verileri ise Çizelge 3.24.'de yer almaktadır.

Pastörizasyon işlemi sonrasında alınan örneklerin duyuşal parametrelerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde tüm değerlerin istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir ($p < 0.01$).

Çizelge 3.23. Pastörizasyon sonrasında alınan örneklerin duyuşal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	RENK		TAT		KOKU		BUKE	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kültür	3	0.1763	14.5130**	0.2589	16.8719**	0.2623	20.0242**	0.2925	26.9616**
Hata	4	0.0486		0.0614		0.0524		0.0434	
VK	SD	BURUKLUK		DOLGUNLUK		GENEL BEĞENİ			
		KO	F	KO	F	KO	F		
Kültür	3	0.1261	13.8608**	0.2094	22.3957**	0.1848	19.3560**		
Hata	4	0.0364		0.0374		0.0382			

** $p < 0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.24. Pastörizasyon işlemi sonrasında alınan örneklerin duyuşal özelliklerinin LSD testi sonuçları*

GRUP KODU	RENK	TAT	KOKU	BUKE	BURUKLUK	DOLGUNLUK	GENEL BEĞENİ
A	9.00 bc	8.00 a	8.31 a	8.31 a	7.81 b	7.77 bc	8.12 a
B	8.77 c	8.23 a	7.92 b	8.31 a	8.15 a	8.31 a	8.23 a
C	9.23 ab	7.38 b	7.84 b	7.61 b	7.81 b	7.54 c	7.54 b
Kontrol	9.46 a	7.92 a	8.62 a	7.61 b	8.31 a	7.92 b	8.02 a

* LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$)

LSD testi sonuçlarına göre; tat ve genel beğeni değerleri bakımından A, B ve kontrol grubu arasında önemli fark yokken, C grubu ile bu gruplar arasındaki fark önemlidir. Renk ve dolgunluk değerleri bakımından tüm gruplar arasındaki fark önemlidir. Koku değerleri bakımından A ve kontrol grubu ile B ve C grubu arasındaki fark önemli olup, birbirleri arasındaki fark önemsizdir. Buke değeri bakımından ise A ve B grubu ile C ve kontrol grubu arasındaki fark önemsiz olup, birbirleri arasındaki fark önemsizdir. Burukluk değerlerini incelediğimizde ise A ve C grubu ile B ve kontrol grubu arasındaki fark önemsiz olup birbirleri arasındaki fark önemlidir.

Gazlama ve pastörizasyon işlemi sonrasında alınan örneklerin, pastörizasyon işlemi öncesindeki puanlamaya göre beğenilirlik sırası değişim göstermiştir. Pastörizasyon sonunda, puanların genel ortalamaları alındığında birinci sırayı kontrol grubu alırken, yakın bir değer ortalamasıyla ikinci sırayı B grubu almıştır. Üçüncü ve dördüncü sırayı ise sırasıyla A ve C grubu almıştır.

Grupların duyuşal değerleri ve organik asit bileşimleri (Çizelge 3.14.) birlikte değerlendirildiğinde, C grubunun tüm gruplarda en yüksek asetik asit değerine sahip olduğu ve duyuşal özellikleri olumsuz etkilediği, aynı şekilde laktik asit miktarı yüksek grupların da duyuşal değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. B grubu, laktik asit değeri pastörizasyon işlemi sonrasında en yüksek oranda düşüş gösteren ve son üründe tüm gruplar arasında laktik asit değerinin en düşük olduğu grup olarak karşımıza çıkmakta ve laktik kültürler arasında beğenilirlik açısından ilk sırada yer almaktadır. Malik, kuinik ve fumarik asit miktarlarının yüksek olmasının elma ciderinin beğenilirliğini olumlu yönde etkilediği de söylenebilir.

Grupların pastörizasyon sonrasındaki genel ortalamalarının, pastörizasyon öncesindeki ortalamalara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Isıl işlem ile asitlik değerlerinde meydana gelen azalma ve pastörizasyon öncesinde yapılan CO₂ ile gazlama işleminin beğenilirliği arttırdığı görülmektedir. Panelistler, yorumlarında pastörizasyon sonundaki örnekleri daha çok beğendiklerini ifade etmişler, eleştiriler genel olarak pastörizasyon öncesinde ve sonrasında C grubu üzerinde yoğunlaşmıştır.

4. SONUÇ

Çalışmada, *Granny Smith* çeşidi elmalardan elde edilen şıradan, *Saccharomyces bayanus* ile alkol fermentasyonu gerçekleştirilmiş, alkol fermentasyonunun son aşamalarında inoküle edilen 3 farklı laktik asit bakterisi (*Oenococcus oeni*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Leuconostoc mesenteroides*) ile gerçekleştirilen laktik asit fermentasyonunun, üretilen elma ciderlerinin kimyasal ve duyusal değerleri ile organik asit bileşimi üzerine etkisi ortaya konmuştur.

Elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak verilmiştir:

1) Alkol fermentasyonu süresince alınan örneklerin kimyasal değerlerindeki değişim önemli olup, 21. gün sonunda alkol ve pH değerinde artış meydana gelirken; asitlik, SÇKM, indirgen şeker, toplam ve serbest SO₂ değerinde düşüş meydana gelmiştir.

2) Laktik asit fermentasyonu sonunda, grupların kimyasal değerleri incelendiğinde SÇKM, yoğunluk, indirgen şeker, toplam ve alkol değerleri üzerinde önemli farklar tespit edilirken, asitlik değeri bakımından gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Pastörizasyon işlemi sonunda, cider örneklerinin toplam ve serbest SO₂, indirgen şeker ve pH değerlerinde önemli değişimler meydana gelirken, SÇKM, yoğunluk ve alkol değerleri üzerine önemli etkisi yoktur.

3) Alkol fermentasyonu sürecindeki organik asit profili incelendiğinde, elma suyundan alkol fermentasyonunun sonuna kadar meydana gelen değişimler önemli olup; malik ve kuinik asitte azalma meydana gelmiş, elma suyunda bulunan sitrik asit alkol fermentasyonu sırasında katabolize olduğundan alkol fermentasyonu ve sonrasında alınan örneklerde tespit edilememiştir. Alkol fermentasyonu sonunda laktik ve asetik asit miktarı artış göstermiştir.

4) Laktik asit fermentasyonu sonunda, tüm grupların organik asit değerleri arasındaki fark önemlidir. Pastörizasyon işlemi, tüm gruplarda organik asit değerlerinde önemli etki yaparak, organik asitlerin genelinde azalma meydana gelmiştir.

5) Pastörizasyon sonrasında (son üründe), grupların duyusal analiz sonuçları ve organik asit profilleri birlikte değerlendirildiğinde, asetik ve laktik asidin elma ciderinin duyusal kalitesi (tat, koku, dolgunluk ve genel beğeni değerleri) üzerine

olumsuz etki yaptığı, bunun yanında malik, fumarik ve kuinik asidin ise olumlu etkisi olduğu görülmektedir.

6) Duyusal analiz sonuçlarında grupların genel ortalamaları incelendiğinde pastörizasyon öncesi ve sonrası beğenilirlik sıralamasında farklılık görülmekte ve pastörizasyonun grupların organik asit değerleri üzerinde yaptığı değişim oranlarının farklılığından kaynaklanmaktadır.

7) Kimyasal ve duyusal analiz sonuçları bir bütün olarak incelendiğinde, *Oenococcus oeni* ve *Lactobacillus rhamnosus* türlerinin elma cideri üretiminde kullanılabilir uygun starter kültürler oldukları, *Leuconostoc mesenteroides* türünün uygun olmadığı belirlenmiştir.

Ülkemizdeki yıllık elma üretimi ile elma cideri ve şarabına işlenen miktarı kıyaslandığında aradaki uçurum açıkça görülmektedir. Özellikle hasadın fazla olduğu yıllarda, pazarlama sorunlarının aşılması, meyve suyu veya konsantresinin yanında elma cideri üretiminde de kullanılması hem çiftçi hem de üretici açısından büyük bir kazanç sağlayacaktır. Düşük alkol oranı ve hafif içimi ile, dünyanın birçok ülkesinde sevilerek tüketilen elma cideri, ülkemizde küçük ölçekte üretilip, sınırlı sayıda insan tarafından tanınıyor olsa da, gelecekte ülkemiz ekonomisine katkı sağlayacak bir gıda sanayisi dalına dönüşebilecek potansiyele sahiptir. Bu çalışmanın gerek araştırmacılar, gerekse üreticiler için gelecekte yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ABRODO, P.A. and I.M. CABRALES., J.J.M. ALONSO., D. BLANCO-GOMIS. 2005. Fatty acid composition of cider obtained either by traditional or controlled fermentation. *Food Chemistry*. 92:183–187.
- ACKERMANN, J., M. FISCHER, R. AMADO. 1992. Changes in sugars, acids and amino acids during ripening and storage of apples. *J. Agric. Chem.* 40:1131-1134.
- ADAMS, M.R. 1988. Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures. *Int. J. Food Sci. Technol.* 23:287–292.
- AKMAN, A. 1985. Kükürt Dioksidin Şaraptaki Rolü ve Önemi. *Gıda Dergisi*, 10(3): 185-189.
- AKTAN, N. 1973. Şarabın Bileşimini Meydana Getiren Unsurların Kaliteye Etkisi ve Türk Şaraplarının Durumu, E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 189-201.
- AKTAN, N. ve H. KALKAN. 2000. Şarap Teknolojisi. Kavaklıdere Eğitim Yayınları, Ankara. No:4. 604 s.
- AMERINE, M.A., E.B. ROESSLER. 1976. *Wines: Their Sensory Evolution*. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 230 p.
- ANONİM 2006. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2006-33.html> Erişim Tarihi: 09.06.2010. Konu: Türk Gıda Kodeksi Bira Tebliği (2006/33).
- ANONİM 2009. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> Erişim Tarihi: 05.04.2010. Konu: Dünya Elma Üretim Verileri.
- CABAROĞLU, T. ve A. CANBAŞ. 1993. Şarapçılıkta Kükürt Dioksit Kullanımı ve Önemi. *Gıda Dergisi*, 18(2) 139-144.
- CABRANES, C. and J.J. MANGAS, 1997. Selection and biochemical characterisation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Kloeckera apiculata* strains isolated from spanish cider. *Journal Institute of Brewing*, 103:165-169.
- CAMPO, G., J.I. SANTOS, I. BERREGI, A. MUNTADE. 2005. Differentiation of Basque cider apple juices from different cultivars by means of chemometric techniques. *Food Control*, 16:551–557.
- CAMPO, G., I. BERREGI, J.I. SANTOS, M. DUENAS, A. IRASTORZA. 2008. Development of alcoholic and malolactic fermentations in highly acidic and phenolic apple musts. *Bioresource Technology*, 99: 2857–2863.
- CANAS, P.M.I., E.G. ROMERO, S.G. ALONSO, M.L.L.P. HERREROS. 2008. Changes in the aromatic composition of Tempranillo wines during

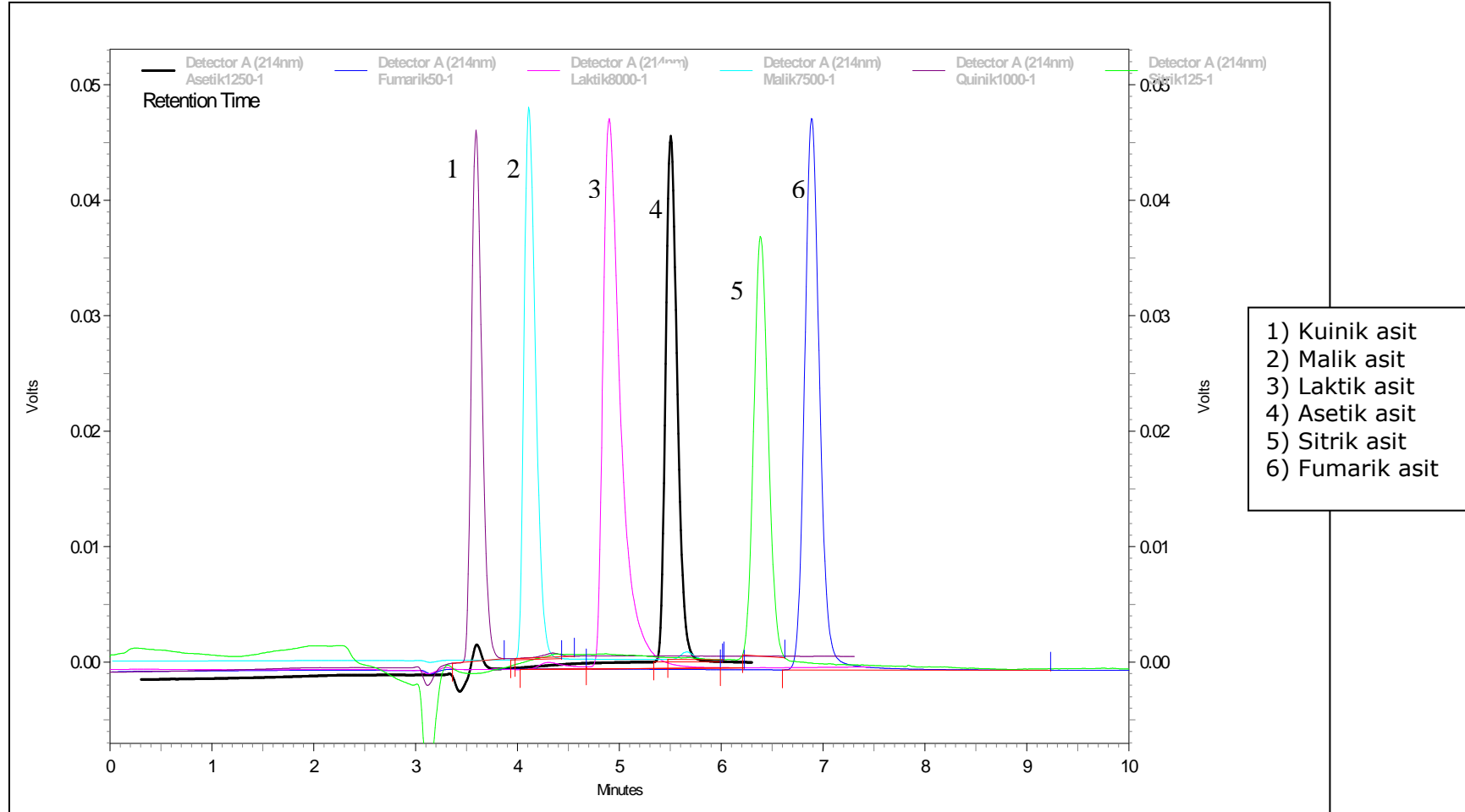
- spontaneous malolactic fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 724–730.
- CANBAŞ, A., T. CABAROĞLU, T. ESKİÜÇTEPE. 2000. *Starking ve Golden Delicious* Çeşitlerinden Düşük, Normal ve Yüksek Alkollü Elma Şarabı Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15(2) 71-78.
- CANBAŞ, A. 2005. Şarap Teknolojisi Ders Notları, (Yayınlanmamış), Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Balcalı-Adana, 165 s.
- CASTELLARI, M., A. VERSAI, U. SPINABELLI, S. GALASSI, A. AMATI. 2000. An improved HPLC metod for analyzis of organic acids, carbonhydrates and alcohols in grape musts and wines. *Journal of Liquid Chromatography&Related Technologies*. 23: 2047-2056.
- CEMEROĞLU, B., J. ACAR. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği*. Ankara. Yayın No: 6, s. 29-30.
- CEMEROĞLU, B., F. KARADENİZ. 2001. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 2.Cilt Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* No:25, Ankara.
- COPPOLA, E.D., M.S. STARR. 1986. Liquid chromatographic determination of major organic acids in apple juice and cranberry juice coctail. *Collaborative Study. J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 69(4), 594-598.
- CORDONNIER, S.M. and J.F. DELWICHE. 2008. An Alternative Method For Assessing Liking: Positional Relative Rating Versus The 9-Point Hedonic Scale. *Journal of Sensory Studies* 23 : 284–292.
- DARTIGUENAVE, C., P. JEANDET, A. MAUJEAN. 2000. Study of contribution of major organic acids of wine to the buffering capacity of wine in model solution. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51, 352-356.
- DAVIS, C.R., D. WIBIWO, G.H. FLEET, T.H. LEE. 1988. Properties of wine lactic acid bacteria: Their potential enological significance.*Am. J. Enol. Vitic.*, 39:290–301.
- ESKİÜÇTEPE, T. 1992. *Starking ve Golden Delicious* Elma Çeşitlerinin Şaraplık Değerleri Üzerine Bir Araştırma. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Adana. 37 s.
- FİDAN, I., R.E. ANLI. 2000. Özel Şaraplar. *Kavaklıdere Kültür Yayınları*. No:3, Ankara. 206 s.
- GOMIS, D.B., M.J.M. GUTİERREZ, M.D.G. ALVAREZ, A.S. MEDEL. 1987. High Performance Lİquid Chromatographic Determination of Major Organic Acids in Apple Juices and Ciders. *Chromatographia*, Vol 24.

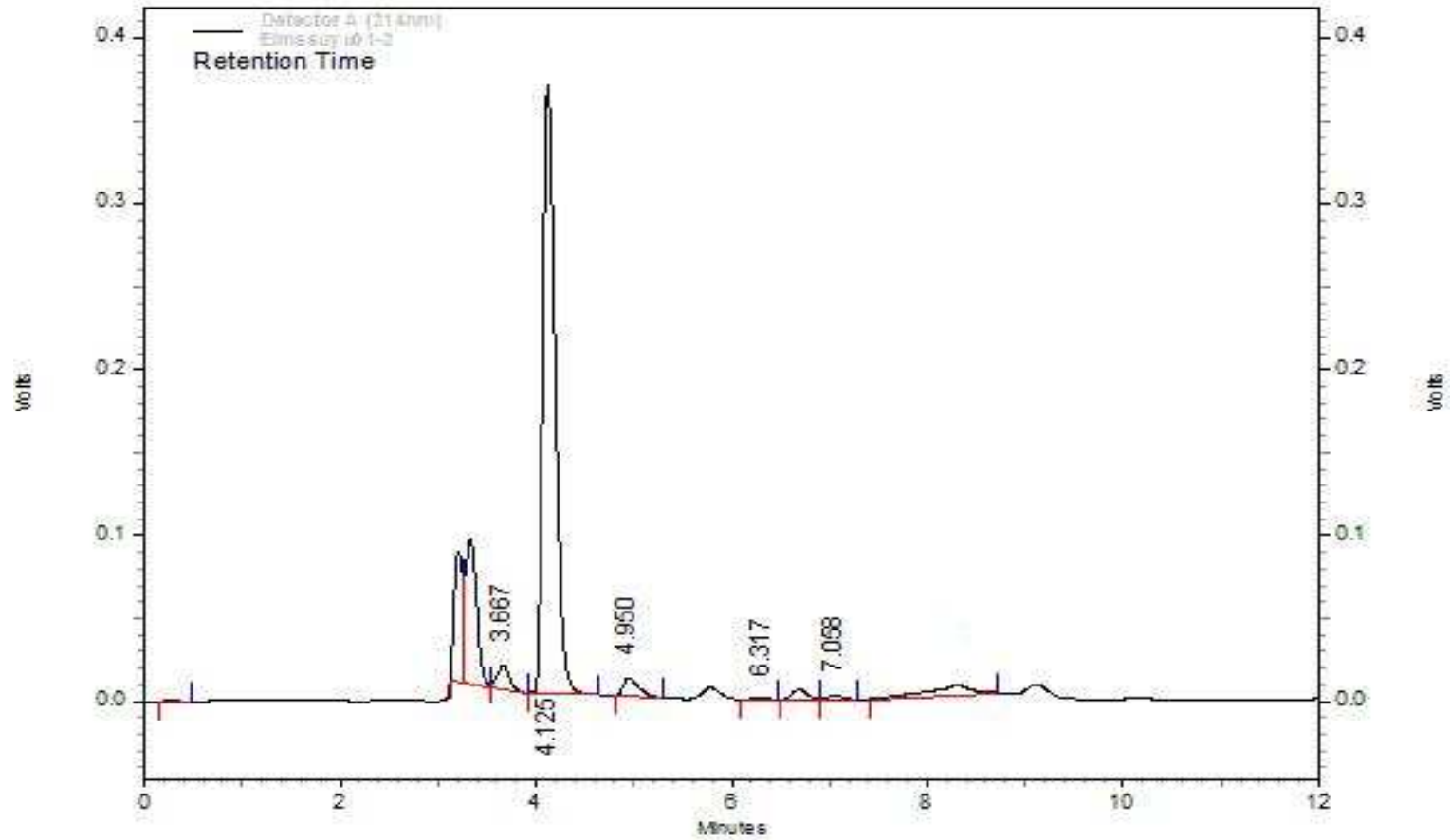
- GÜÇER, Y. 2008. Farklı Elma Çeşitlerinin Şaraplık Kalitesinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmış), Van. 44 s.
- GÜVEN, S. 1981. Bazı Meyvelerden Şarap Üretimi Üzerine Araştırmalar. Gıda Dergisi. Cilt 06. Sayı:4.
- GÜVEN, S. 1994. Bazı Meyvelerden Çeşitli Tipte Şarap Üretimi Üzerine Araştırmalar. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, TAGEM-GY-04-E-2 No:21. 22s.
- HENICK-KLING, T. 1993. Malolactic fermentation. "in Wine microbiology and biotechnology, G. H. Fleet (Ed.)", Harward AcademicPublisher. Chur, Switzerland. pp. 289–326.
- HERRERO M., I. CUESTA, L.A. GARCIA, M. DIAZ. 1999. Changes in Organic Acids During Malolactic Fermentation at Different Temperatures in Yeast-Fermented Apple Juice. Journal of The Institute of Brewing, pp.191-195 Volume 105 No.3.
- HERRERO M., A. LACA, I. CUESTA, L.A. GARCIA, M. DIAZ. 2001. Controlled malolactic fermentation in cider using *Oenococcus oeni* immobilized in alginate beads and comparison with free cell fermentation. Enzyme and Microbial Technology 28:35–41.
- HERRERO M., E. NORİEGA, I. CUESTA, L.A. GARCIA, M. DIAZ. 2005. Influence of a malolactic starter on the quality of the cider produced on an industrial scale. Eur Food Res Technol. 221:168–174.
- İNCİ, S. 2003. Kabarcıklı Elma Şarabı Üretiminde Saf Maya Kullanımının Kalite Üzerine Etkisi, Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Yayınlanmamış), Adana. 56 s.
- JARVIS B., M.J. FORSTER, W.P. KINSELLA. 1995. Factors affecting the development of cider flavour. J. Appl. Bacteriol. 79, 5s-18s (Symposium Supplement)
- KILIÇ, O. ve A. EKİNCİ. 1986. Bira Teknolojisi Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No.19.
- KILIÇ, O. ve M.E. ÇOPUR. 1988. Elma suyu durultma tortusu ile elma suyu konsantratından üretilen elma şaraplarının kalite kriterleri. Doğa Dergisi, 12:2.
- KOURKOUTAS Y., A. BEKATOROU, I.M. BANAT, R. MARCHANT, A.A. KOUTİNAS. 2004. Immobilization technologies and support materials suitable in alcohol beverages production: a review, Food Microbiol, 21: 377-397.

- KUNKEE R.E. 1997. A heady concoction of alcoholic and malolactic fermentations. *Nature Biotechnol* 15: 224–225.
- LEA, A.G.H. 1995. *Fermented Beverage Production*. Blacky Academic & Professional, England. 428 p.
- LUND B.M., S.M. GEORGE, J.G. FRANKLİN. 1987. Inhibition of type A and type B (proteolytic) *Clostridium botulinum* by sorbic acid. *Appl Environ Microbiol* 53: 935–941.
- MADRERA, R.R., A.P. LOBO, J.M.M. ALONSO. 2010. Effect of cider maturation on the chemical and sensory characteristics of fresh cider spirits. *Food Research International*, 43, 70-78.
- MATO, I., S. SUAREZ-LUQUE, J.F. HUÍDOBRO. 2005. A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. *Food Research International*, 38, 1175-1188.
- MORVAI, M. and I. MORNAL-PERL. 1991. Simultaneous Gas-Liquid Chromatographic Determination of Sugars and Organic Acids as Trimethylsilyl Derivates in Vegetables and Strawberries. *Journal of Chromatography*, 552, 337-344.
- NIELSEN, J.C., M. RICHELIÉU. 1999. Control of flavor development in wine during and after malolactic fermentation by *Oenococcus oeni*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65, 740-745.
- OUGH, C.S., M.A. AMERINE. 1988. *Methods for analysis of musts and wines*. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York. 341 p.
- ÖZKAYA, H. 1988. *Analitik Gıda Kontrolü*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No:1086, Ankara. s.43-46.
- PEREZ-RUIZ, T., C. MARTINEZ-LOZANO, V. TOMAS, J. MARTIN. 2004. High performance liquid chromatographic separation and quantification of citric, lactic, malic, oxalic and tartaric acids using a post-column photochemical reaction and chemiluminescence detection. *Journal of Chromatography A*, 1026:57–64.
- PEYNAUD, E. 1999. *Enología practica. Conocimiento y elaboracion del vino* (3rd ed.) Mundi Prensa, Madrid, Espana. pp. 1175-1188.
- REUSS, R.M., J.E. STRATON, D.A.SMITH, P.E. READ, S.L. CUPPETT and A.M. PAKHURST. 2010. Malolactic fermentation as a technique for the deacidification of hard apple cider. *Journal of Food Science*. Vol 75, Nr. 1.
- RIBEIRO, B., J. RANGEL, P. VALENTAO, P.B. ANDRADE, J.A. PEREIRA, H. BOLKE, R.M. SEABRA. 2007. Organic acids in two Portuguese chestnut (*Castanea satvia* Miller) varieties. *Food Chemistry*. 100:504–508.

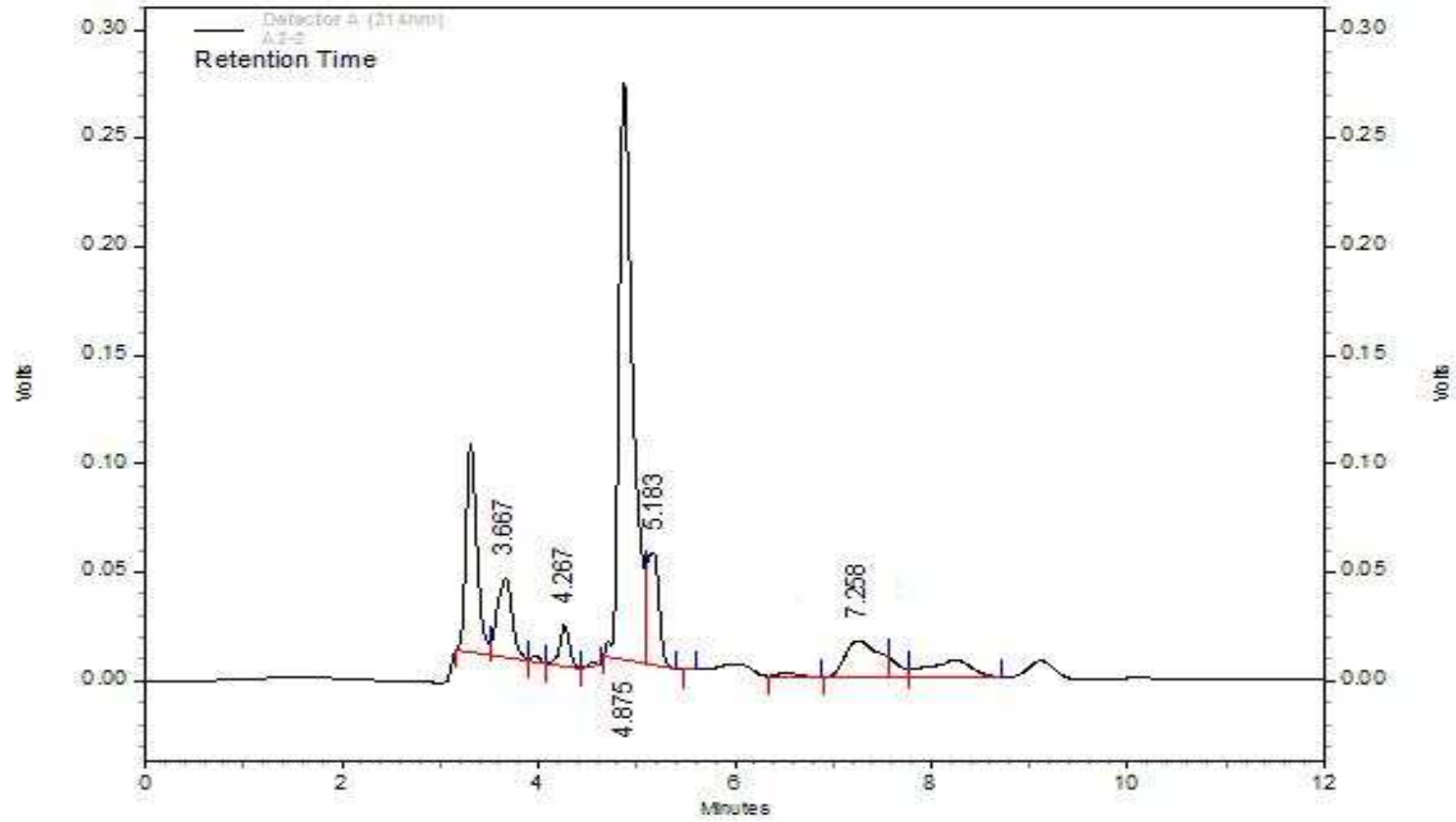
- RIBEREAU-GAYON P., B. DONECHE, A. LONVAULD. 2000a. Handbook of Enology, The Microbiology of Wine and Vinifications. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. 454 p.
- RIBEREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A., DUBOURDIEEU. 2000b. Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments, John Wiley and Sons Ltd., 403 s.
- RIBEREAU-GAYON, P., A. MAUJEAN, D. DUBOURDIEU. 2006. The Handbook of Enology Vol.2. Johns and Wiley, New York. 406 p.
- ROSAS-NEXTICAPA, M., O. ANGULO, M. O'MAHONY. 2005. How Well Does The 9-Point Hedonic Scale Predict Purchase Frequency? Journal of Sensory Studies. 20: 313–331.
- ROSS, A. F. 1959. Dinitrophenol method for reducing sugar potato processing. (Ed: W.F. Talburt). The AVI Publishing Com. Inc., Wesport, Connecticut. p.469-470.
- SAKARLI, M.L. 2009. Tokaloğlu Kayısının Elde Edilen Şaraplarda Aroma Maddeleri Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Yayınlanmış), Adana. 82 s.
- SHUI, G., L.P. LEONG. 2002. Separation and Determination of Organic Acids and Phenolic Compounds in Fruit Juices and Drinks by High-Performance Liquid Chromatography. National University of Singapore. Journal of Chromatography A, S3-06, Science Drive 4, Singapore.
- SOYLU A., Ü. ERTÜRK, C. MERT, Ö. ÖZTÜRK. 2003. MM 106 Anacı Üzerine Aşılı Elma Çeşitlerinin Görükle Koşullarındaki Verim ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi-II. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg. 17(2): 57-65.
- TORIJA M.J., G. BELTRAN, M. NOVO, M. POBLET, N. ROZES, A. MAS, J.M. GUILLAMON. 2003. Effect of organic acids and nitrogen source on alcoholic fermentation: study of their buvering capacity. J Agric Food Chem. 51:916–922.
- WHITING, G.C. 1976. Organic acid metabolism of yeasts during fermentation of alcoholic beverages-a review. J Inst Brew 82:84–92.
- WILLS, R.B.H., Y. EL-GHETANY. 1986. Composition of Australian Foods, 30 apples and pears. Food Technology in Australia. 38 (2), 77-83.
- VALLES, B.S., R.P. BEDRINANA, N.F. TASCAN, A.G. GARCIA, R.R. MADRERA. 2005. Analytical differentiation of cider inoculated with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) isolated from Asturian (Spain) apple juice. LWT 38 :455–461.

- VALLES, B.S., R.P. BEDRINANA, N.F. TASCAN, A.Q. SİMON, R.R. MADRERA. 2007. Yeast species associated with the spontaneous fermentation of cider. *Food Microbiology* 24 : 25–31.
- YAVAŞ, İ., I. FİDAN, S. AĞAOĞLU, Y. FİDAN. 1991. Ankara Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Şaraplık Değerleri Üzerinde Araştırmalar. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı*. 38, 177-189.
- YILMAZ, C. 2005. Narda Derim Öncesi Meyve Çatlamaşının Anatomisi ve Fizyolojisi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (Yayınlanmış), Adana. 250 s.
- ZATOU, A., Z. LOUKOU, O. KARAVA. 2004. Method development for the determination of seven organic acids in wines by reversed-phase high performance liquid chromatography. *Chromatographia*, 60, 39-44.
- ZHANG, H., F. ZHOU, B. Jİ, R.M.J. NOUT, Q. FANG, Z. YANG. 2008. Determination of Organic Acids Evolution During Apple Cider Fermentation Using An Improved HPLC Analysis Method. *Eur. Food Res. Technol.* DOI 10.1007/S00217-008-0835-9.

EKLER**Ek-1:** Organik asit standartlarının kromatogramları

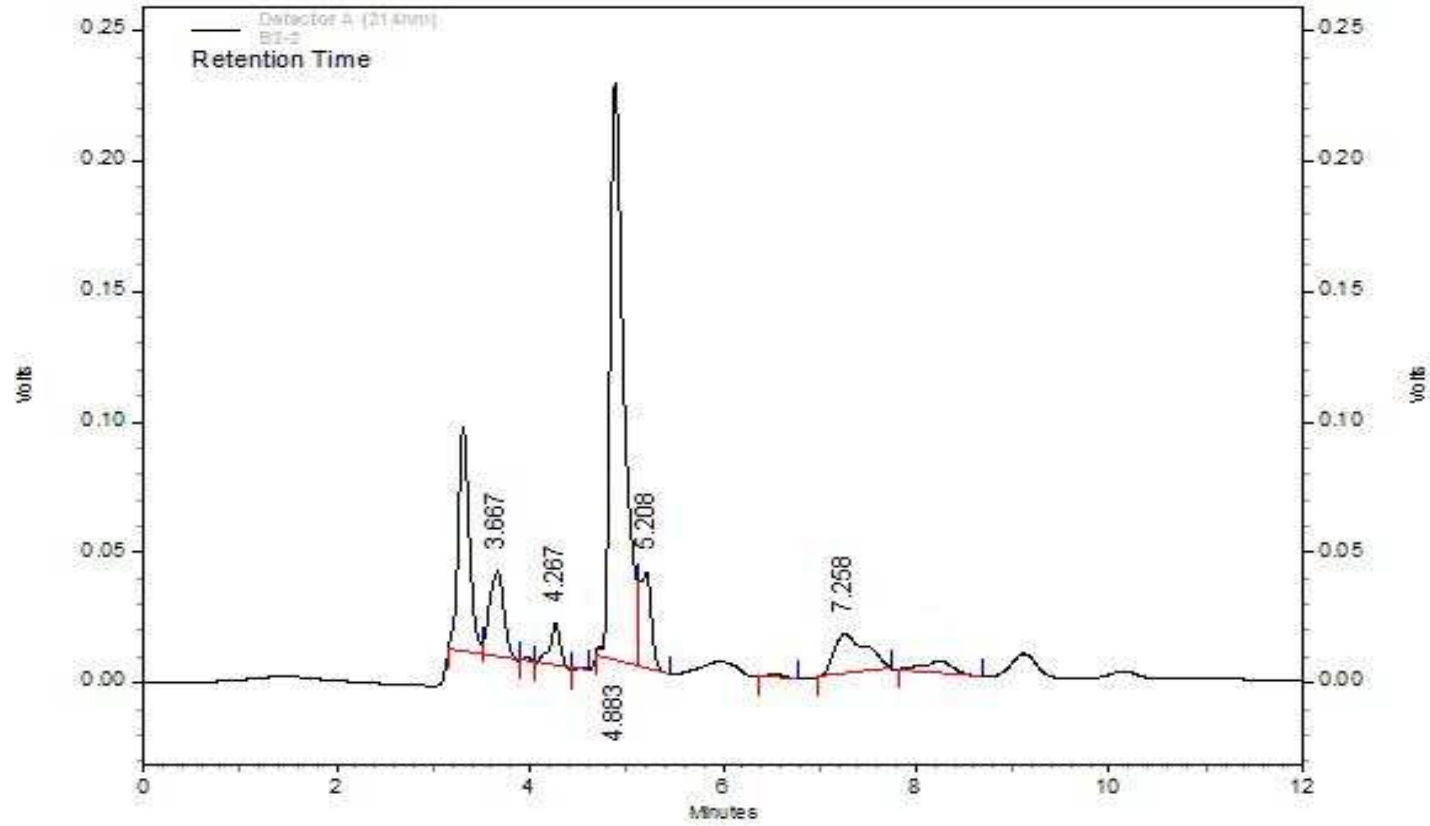
Ek-2 : Elma suyunun kromatogramı

RT: 3.667:Kuiniik asit, 4.125: Malik asit, 4.950:Laktik asit, 6.317:Sitrik asit, 7.058:Fumarik asit

Ek-3 : *Oenococcus oeni* inoküle edilen gruptan bir kromatogram örneği

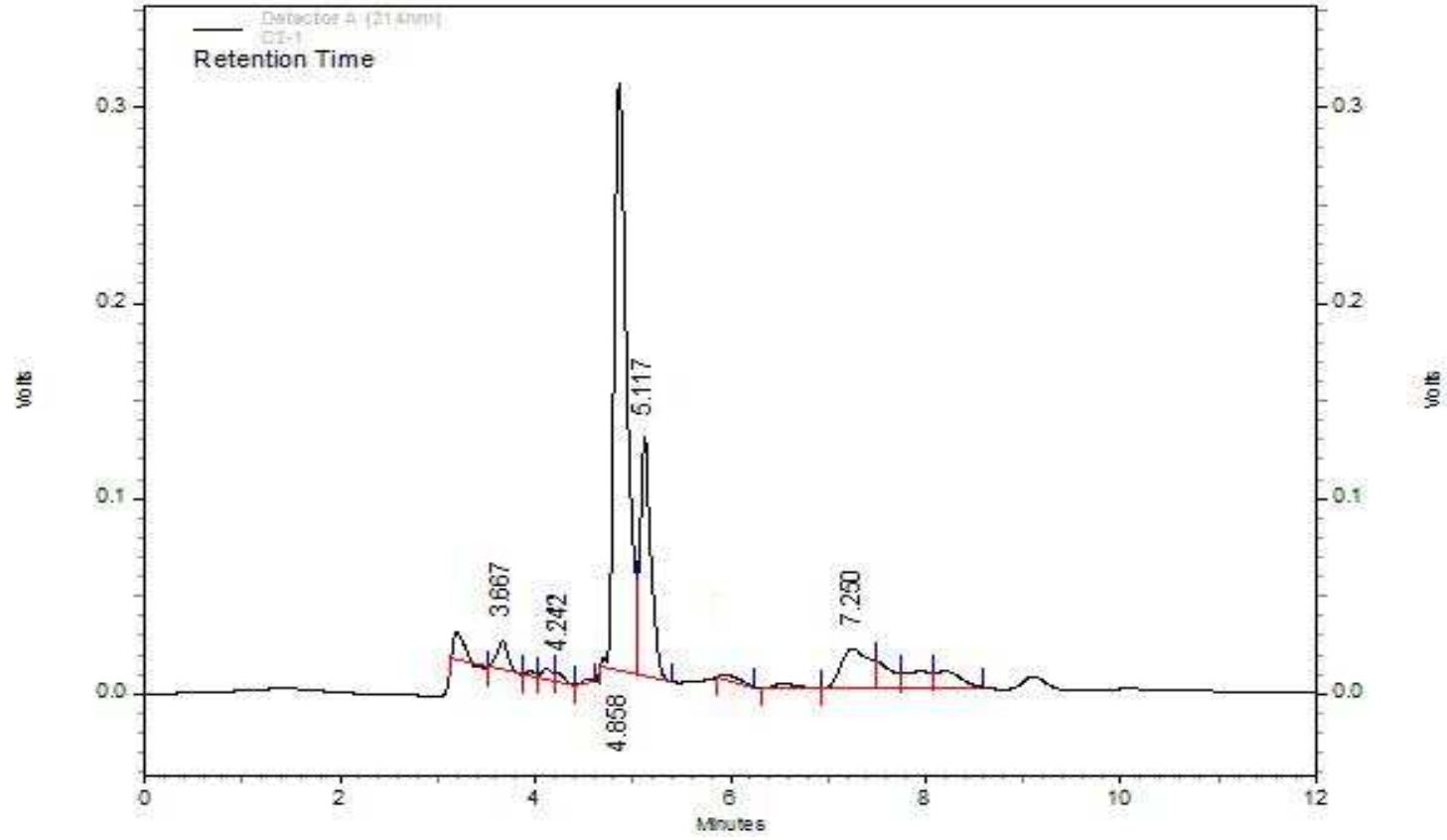
RT: 3.667:Kuinik asit, 4.267: Malik asit, 4.875:Laktik asit, 5.183:Asetik asit, 7.258:Fumarik asit

Ek-4 : *Lactobacillus rhamnosus* inoküle edilen gruptan bir kromatogram örneği

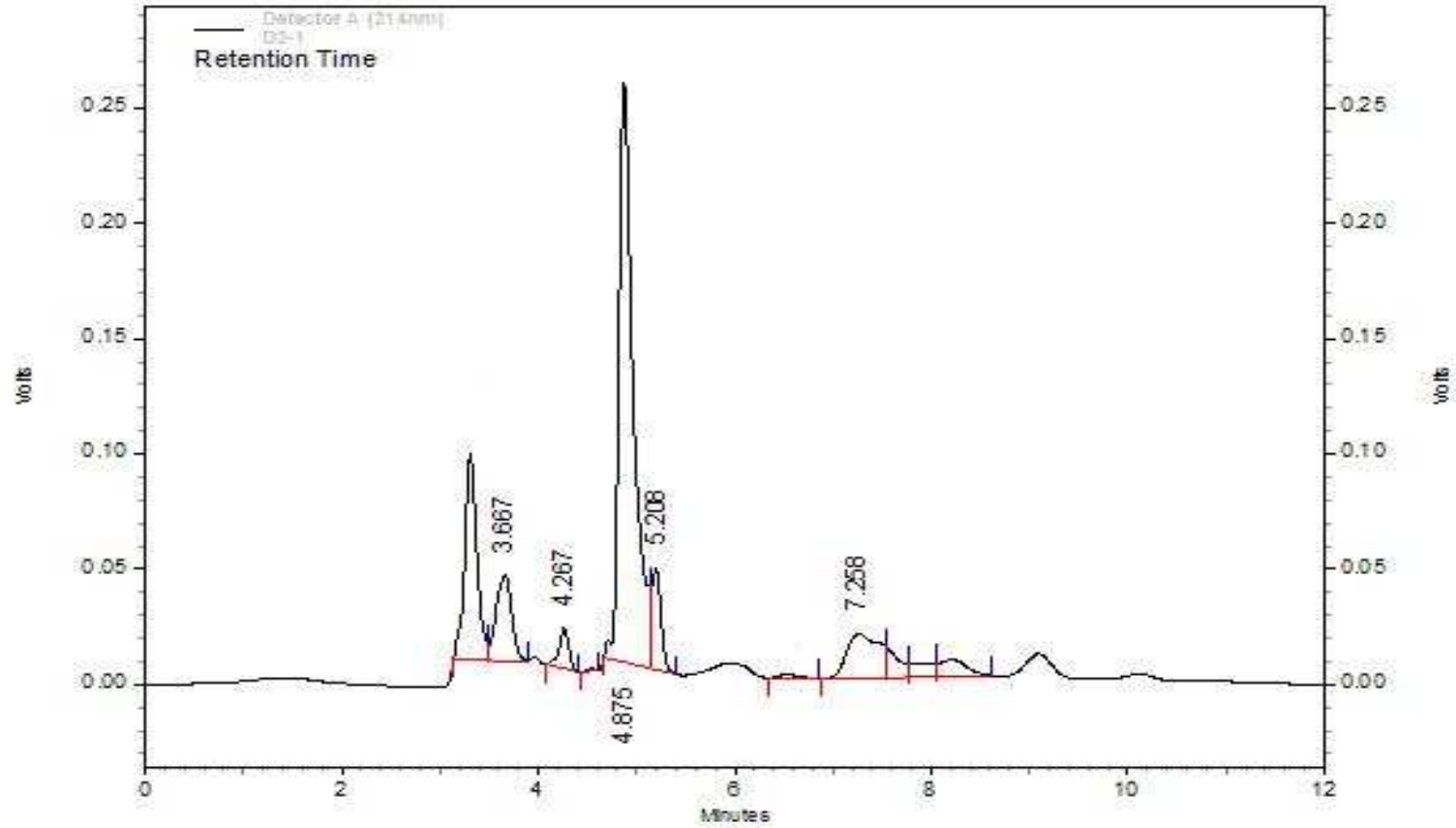


RT: 3.667:Kuink asit, 4.267: Malik asit, 4.883:Laktik asit, 5.208:Asetik asit, 7.258:Fumarik asit

Ek-5 : *Leuconostoc mesenteroides* inoküle edilen gruptan bir kromatogram örneği



RT: 3.667:Kuiniik asit, 4.242: Malik asit, 4.858:Laktik asit, 5.117:Asetik asit, 7.250:Fumarik asit

Ek-6 : Kontrol grubundan bir kromatogram örneği

RT: Asit / 3.667:Kuinik asit / 4.267: Malik asit / 4.875:Laktik asit / 5.208:Asetik asit / 7.258:Fumarik asit

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Yalova'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Yalova'da tamamlayarak 2002 yılında Yalova Lisesi'ni bitirdi. 2006 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2007 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A.B.D.'de yüksek lisans eğitimine başladı. 2007 yılından beri, özel bir firmada üretim sorumlusu olarak çalışmaya devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Araştırma konumun seçiminden, son aşamaya gelinceye kadar çok değerli bilgi ve yardımlarından daima yararlandığım tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ'e, değerli hocalarım Doç. Dr. Duygu GÖÇMEN ve Yrd. Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a, tezimin her aşamasında yardımlarıyla yanımda olan sevgili arkadaşlarım İsmail TOSUN, Yenişehir İbrahim Orhan M.Y.O. Gıda Teknolojisi Programı'ndan Öğr. Gör. Ayşe Neslihan DÜNDAR, Emine AYDIN, Aysun ÖZTÜRK, Namık Kemal Üniv. Gıda Müh. Bölümü'nden Araş. Gör. Gülnaz ÇELİKYURT ve Duygu KORUCU'ya ve son olarak, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan aileme, en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bursa, Temmuz 2010

Adnan ÇALIŞKAN