

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**KIRMIZI ŞARAP ÜRETİMİNDE MİKROOKSİJENASYON UYGULAMALARI**

**Özge ALGAN CAVULDAK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2013**

**Her hakkı saklıdır**

## ÖZET

Doktora Tezi

### KIRMIZI ŞARAP ÜRETİMİNDE MİKROOKSİJENASYON UYGULAMALARI

Özge ALGAN CAVULDAK

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. R. Ertan ANLI

Çalışmada, 2010 ve 2011 yıllarında ülkemiz bağlarından hasat edilen Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz üzümlerinden üretilen şaraplara uygulanan mikooksijenasyon işleminin şarapların fenolik yapısı, antioksidan özellikleri ve duyuşal özellikleri üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlar mikooksijenasyon uygulamasının özellikle Boğazkere ve Shiraz gibi fenol içeriği yüksek üzüm çeşitlerinde gerek fenolik yapı, gerekse duyuşal özellikler açısından önemli gelişmeler sağladığını göstermiştir. Mikooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarında toplam fenol düzeyindeki maksimum azalma sırasıyla %19.17, %23.53, %31.94 oranında olmuştur. Toplam antosiyanin miktarındaki maksimum azalma Shiraz, Öküzgözü ve Boğazkere çeşitlerinde sırasıyla %14.28, %28.07, %30.60 düzeyinde saptanmıştır. Mikooksijenasyon uygulanan Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antioksidan kapasite değerlerinde kontrol şaraplarına göre azalma görölmüştür. Toplam antioksidan kapasite değeri; santrifüj ve aktarma sonunda Boğazkere MOX şarabında maksimum %82.75 (DPPH), 24.22 mM (ABTS); Öküzgözü MOX şarabında maksimum %81.80 (DPPH), 22.63 mM (ABTS); Shiraz MOX şarabında ise maksimum %61.47 (DPPH), 16.90 mM (ABTS) olarak belirlenmiştir. Ayrıca, çalışma mikooksijenasyon uygulamasının şaraplarda SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengini kontrol örneklerine göre artırdığını ve bu artışın Öküzgözü'nde maksimum %65.00, Boğazkere'de %57.14, Shiraz'da ise %56.15 oranında olduğunu göstermiştir. Belirlenen parametrelerde saptanan değışimler istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05). Şaraplar duyuşal açıdan değeriendirildiğinde ise, mikooksijenasyon uygulanan Boğazkere ve Shiraz şarapları, Öküzgözü şaraplarına göre daha yüksek puan almıştır. Genel olarak; özellikle yüksek fenol ve antosiyanin içeren Boğazkere ve Shiraz gibi çeşitlerde mikooksijenasyon uygulamalarının daha başarılı sonuç verdiği saptanmıştır. Öküzgözü'nde ise mikooksijenasyon uygulaması ile klasik uygulama arasında çok belirgin farklılıklar bulunamamıştır.

**Temmuz 2013, 202 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kırmızı şarap, mikooksijenasyon, fenolik bileşikler, üzüm çeşidi

## ABSTRACT

Ph. D. Thesis

### MICROOXYGENATION TREATMENT IN RED WINE PRODUCTION

Özge ALGAN CAVULDAK

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. R. Ertan ANLI

In this study, the effect of microoxygenation technique on phenolic composition, antioxidant properties and sensory characteristics which applied to red wines produced from Boğazkere, Öküzgözü and Shiraz grapes harvested from Turkey vineyards in 2010 and 2011 years were investigated.

According to the results, it was shown that the microoxygenation treatment provides enhancement on both phenolic composition and sensory characteristics on the grape varieties that have highest phenolic content such as Boğazkere and Shiraz. The maximum decrease in total phenolic content in Boğazkere, Öküzgözü and Shiraz wines was respectively 19.17%, 23.53% and 31.94% as a result of microoxygenation technique. The maximum decrease in total anthocyanin content in Shiraz, Öküzgözü and Boğazkere wines was determined respectively 14.28%, 28.07% and 30.60%. The decrease was determined in total antioxidant capacity level of microoxygenated Boğazkere, Öküzgözü and Shiraz wines regarding to control wines. At the end of the centrifuge and racking process, maximum total antioxidant capacity level of microoxygenated Boğazkere, Öküzgözü and Shiraz wines was obtained respectively 82.75% (DPPH), 24.22 mM (ABTS); 81.80% (DPPH), 22.63 mM (ABTS); 61.47% (DPPH), 16.90 mM (ABTS). In addition, the parameter of the color due to pigment resistant to SO<sub>2</sub> bleaching in microoxygenated wines was significantly increased regarding to control wines. The increase was determined 65.00% in Öküzgözü, 57.14% in Boğazkere, 56.15% in Shiraz varieties. The variation in parameters was obtained statistically significant ( $p < 0.05$ ). In terms of sensory properties of wines, high scores were obtained in microoxygenated Boğazkere and Shiraz wines regarding to microoxygenated Öküzgözü wines. Finally, successful results were observed with microoxygenation treatment especially in Boğazkere and Shiraz wines which have high phenol and anthocyanin content. It was determined that there is no significant difference between conventional production and microoxygenation treatment in Öküzgözü wines.

**July 2013, 202 pages**

**Key Words:** Red wine, microoxygenation, phenolic compounds, grape variety

## TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam süresince bilimsel katkıları ile beni yönlendiren, eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. R. Ertan ANLI'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), tezin yürütülmesi sırasında yapmış oldukları katkılardan dolayı Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Nevzat ARTIK (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Sayın Prof. Dr. Hami ALPAS'a (Ortadoğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve tez jürisinde yer alarak tezimi değerlendiren Sayın Prof. Dr. Ender S.POYRAZOĞLU (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Sayın Doç. Dr. Hatice KALKAN YILDIRIM'a (Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım. Tez çalışması boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, bir abla ve dost olarak yakın ilgi gördüğüm Uzman Kimyager Nilüfer VURAL'a (Ankara Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı) teşekkürü bir borç bilirim. Şarap üretimi, örneklenmesi ve örneklerin temininde yardımlarını esirgemeyen Doluca A.Ş.'ye, Doluca A.Ş. Yönetim Kurulu Üyesi ve Şarap Yapımcısı Sayın Aysun PİRDEL'e ve Doluca A.Ş. Üretim Müdürü Sayın Gülcan BOZ'a; sonuçların istatistiksel olarak yorumlanmasında yardımını aldığım Sayın Prof. Dr. Ensar BAŞPINAR ve Araş. Gör. Rabia ALBAYRAK'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi) teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, araştırmam ve eğitimim süresince her zaman destekleriyle bana güç veren annem, babam, kardeşim ve sevgili eşime, ilgilerini esirgemeyen tüm dostlarıma en içten teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Özge ALGAN CAVULDAK  
Ankara, Temmuz 2013

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	3
2.1 Şarapta Oksijenin Önemi .....	3
2.2 Şarapta Fenolik Bileşiklerin Önemi .....	4
2.3 Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması.....	5
2.3.1 Fenolik asitler .....	5
2.3.2 Flavanoidler .....	6
2.3.2.1 Antosiyanidinler .....	6
2.3.2.2 Flavon'lar ve flavonol'lar .....	8
2.3.2.3 Flavanonlar .....	9
2.3.2.4 Kateşinler ve löykoantosiyanidinler .....	10
2.3.2.5 Proantosiyanidinler .....	10
2.4 Fenolik Bileşiklerin Rol Aldığı Reaksiyonlar .....	12
2.4.1 Kimyasal ve enzimatik oksidasyon reaksiyonları .....	12
2.4.2 Antosiyaninler ve tanenler arasında doğrudan gerçekleşen reaksiyonlar .....	14
2.4.3 Asetaldehit varlığında antosiyaninler ve tanenler arasında gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonları .....	16
2.4.4 Piranoantosiyaninlerin oluşumunu sağlayan siklokatalizma reaksiyonları.....	18
2.5 Mikrooksijenasyon Uygulamasının Şarap Kalitesi Üzerine Etkisi .....	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
3.1 Materyal .....	35
3.2 Yöntem .....	35
3.2.1 Şarap üretimi ve mikrooksijenasyon uygulaması .....	35
3.2.2 Şarap analizleri .....	36
3.2.2.1 pH tayini.....	36
3.2.2.2 Yoğunluk tayini .....	36
3.2.2.3 Alkol tayini.....	37
3.2.2.4 Toplam asit tayini.....	37
3.2.2.5 Uçucu asit tayini .....	37
3.2.2.6 SO <sub>2</sub> tayini .....	37
3.2.2.7 Renk yoğunluğu analizi .....	37
3.2.2.8 Renk bileşimi analizi .....	37
3.2.2.9 Renk tonu ve renk parlaklığı analizi .....	38
3.2.2.10 SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi tayini (CDR <sub>SO2</sub> ) .....	38
3.2.2.11 Toplam fenolik bileşik tayini.....	38
3.2.2.12 Toplam antosiyanin tayini.....	39
3.2.2.13 Bazı fenolik bileşiklerin dağılımı .....	39
3.2.2.13.1 Standartların hazırlanması .....	39
3.2.2.13.2 Örneklerin hazırlanması .....	40

3.2.2.14 Malvidin 3-glikozit dağılımı .....	42
3.2.2.14.1 Standardın hazırlanması .....	42
3.2.2.14.2 Örneklerin hazırlanması .....	42
3.2.2.15 Toplam antioksidan kapasite tayini .....	43
3.2.2.15.1 DPPH yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini .....	43
3.2.2.15.2 ABTS yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini .....	44
3.2.2.16 Duyusal analiz .....	44
3.2.2.17 İstatistiksel analiz .....	44
4. BULGULAR .....	46
4.1 Şarapların Genel Kimyasal Analizleri .....	46
4.2 Toplam Fenolik Madde Tayini .....	52
4.3 Toplam Antosiyanin Tayini.....	59
4.4 Renk Yoğunluğu Tayini.....	65
4.5 Renk Bileşimi Tayini.....	72
4.6 Renk Tonu ve Renk Parlaklığı Tayini.....	87
4.7 SO <sub>2</sub> Ağarmasına Dayanıklı Pigment Rengi Tayini (CDR <sub>SO2</sub> ).....	98
4.8 Bazı Fenolik Bileşiklerin Dağılımının Tayini .....	104
4.9 Malvidin 3-Glikozit Tayini .....	132
4.10 Toplam Antioksidan Kapasite Tayini .....	143
4.10.1 DPPH yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini .....	144
4.10.2 ABTS yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini .....	150
4.11 Duyusal Analiz.....	161
5. SONUÇ.....	178
KAYNAKLAR .....	180
EKLER.....	188
Ek 1 Gallik asit standart eğrisi .....	189
Ek 2 Ferulik asit standart eğrisi .....	190
Ek 3 Epikateşin standart eğrisi.....	191
Ek 4 p-Kumarik asit standart eğrisi.....	192
Ek 5 Kuarsetin standart eğrisi .....	193
Ek 6 T-Hidroksisinamik asit standart eğrisi .....	194
Ek 7 Vanilik asit standart eğrisi .....	195
Ek 8 Kafeik asit standart eğrisi .....	196
Ek 9 Kateşin standart eğrisi .....	197
Ek 10 Malvidin 3-glikozit standart eğrisi .....	198
Ek 11 Toplam fenolik madde tayininde kullanılan gallik asit standart eğrisi .....	199
Ek 12 Antioksidan kapasite tayininde (ABTS) kullanılan eğriler .....	200
ÖZGEÇMİŞ.....	201

## KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

A	Absorbans
ABTS	2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit
AF	Alkol fermantasyonu
CDR <sub>SO2</sub>	SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi
CH <sub>3</sub> COONa	Sodyum asetat
Cl	Renk yoğunluğu
D	Dilüsyon faktörü
DAD	Diyod array dedektör
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
GAE	Gallik asit eşdeğeri
H	Hidrojen
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
KCl	Potasyum klorür
MLF	Malolaktik fermantasyon
MOX	Mikrooksijenasyon
MW	Moleküler ağırlık
nm	Nanometre
NTU	Nephelometrik (bulanıklılık) türbidite birimi
O <sub>2</sub>	Oksijen
-OCH <sub>3</sub>	Metil
-OH	Hidroksil
OIV	Uluslararası Bağ ve Şarap Örgütü
SF	Seyreltme faktörü
SO <sub>2</sub>	Sülfür dioksit
TEAC	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
ε	Molar absorpsiyon katsayısı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	Fenolik asitlerin kimyasal yapısı.....	5
Şekil 2.2	Flavonoidlerin genel yapısı .....	6
Şekil 2.3	Antosiyanidinlerin genel yapısı.....	7
Şekil 2.4	Şarapta bulunan antosiyanin formları .....	8
Şekil 2.5	Flavon ve Flavonol'lerin genel yapıları .....	9
Şekil 2.6	Flavanon genel yapısı.....	9
Şekil 2.7	Flavan-3-ol'lerin genel yapıları.....	10
Şekil 2.8	Proantosiyanidinlerin genel yapısı .....	12
Şekil 2.9	Enzimatik ve kimyasal oksidasyon reaksiyonları .....	13
Şekil 2.10	Antosiyanin-tanen (A-T) reaksiyonları .....	15
Şekil 2.11	Tanen-antosiyanin (T-A) reaksiyonları .....	16
Şekil 2.12	Asetaldehit varlığında dolaylı gerçekleşen flavanol-antosiyanin kondenzasyon reaksiyonu .....	18
Şekil 2.13	Piranoantosiyanin-vinilfenol bileşiklerinin kimyasal yapısı.....	21
Şekil 4.1	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam fenol düzeyindeki değişim .....	57
Şekil 4.2	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antosiyanin düzeyindeki değişim .....	63
Şekil 4.3	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk yoğunluğu değerlerindeki değişim .....	70
Şekil 4.4	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının A <sub>420</sub> değerindeki değişim .....	82
Şekil 4.5	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının A <sub>520</sub> değerindeki değişim .....	82
Şekil 4.6	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının A <sub>620</sub> değerindeki değişim .....	83
Şekil 4.7	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk tonu değerindeki değişim .....	96
Şekil 4.8	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk parlaklığı değerindeki değişim .....	96
Şekil 4.9	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi değerindeki değişim .....	103
Şekil 4.10	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2010) ...	114
Şekil 4.11	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2010) ...	114
Şekil 4.12	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2011) ...	115
Şekil 4.13	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2011) ..	115
Şekil 4.14	Bazı fenolik standartlarının 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları .....	119
Şekil 4.15	2010 yılı MOX Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	120



Şekil 4.16	2010 yılı kontrol Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	121
Şekil 4.17	2010 yılı MOX Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	122
Şekil 4.18	2010 yılı kontrol Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	123
Şekil 4.19	2010 yılı MOX Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	124
Şekil 4.20	2010 yılı kontrol Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	125
Şekil 4.21	2011 yılı MOX Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	126
Şekil 4.22	2011 yılı kontrol Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	127
Şekil 4.23	2011 yılı MOX Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	128
Şekil 4.24	2011 yılı kontrol Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	129
Şekil 4.25	2011 yılı MOX Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	130
Şekil 4.26	2011 yılı kontrol Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları.....	131
Şekil 4.27	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının malvidin-3-glikozit miktarındaki değişim (mg/L) .....	136
Şekil 4.28	Malvidin 3-glikozit standartının HPLC kromatogramı.....	141
Şekil 4.29	2010 yılı a. MOX, b. Kontrol Boğazkere şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları .....	141
Şekil 4.30	2010 yılı a. MOX, b. Kontrol Öküzgözü şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları .....	141
Şekil 4.31	2010 yılı a. MOX, b. Kontrol Shiraz şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları .....	142
Şekil 4.32	2011 yılı a. MOX, b. Kontrol Boğazkere şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları .....	142
Şekil 4.33	2011 yılı a. MOX, b. Kontrol Öküzgözü şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları .....	143
Şekil 4.34	2011 yılı a. MOX, b. Kontrol Shiraz şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları .....	143
Şekil 4.35	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antioksidan kapasite (DPPH %) değerindeki değişim .....	149
Şekil 4.36	Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antioksidan kapasite (ABTS, mM) değerindeki değişim .....	155
Şekil 4.37	Boğazkere şaraplarının lezzet profilleri (2010-2011) .....	165
Şekil 4.38	Öküzgözü şaraplarının lezzet profilleri (2010-2011) .....	168
Şekil 4.39	Shiraz şaraplarının lezzet profilleri (2010-2011) .....	171

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Fenolik bileşik standartlarına ait alıkonma zamanı, maksimum absorbans, kalibrasyon aralığı, $R^2$ , LOD ve LOQ değerleri.....	40
Çizelge 3.2	Fenolik bileşikler için HPLC gradient sistem çözücü akış konsantrasyonu.....	41
Çizelge 3.3	Malvidin 3-glikozit standardına ait alıkonma zamanı, maksimum absorbans, kalibrasyon aralığı, $R^2$ , LOD ve LOQ değerleri.....	42
Çizelge 3.4	Malvidin 3-glikozit için HPLC gradient sistem çözücü akış konsantrasyonu.....	43
Çizelge 4.1	Boğazkere şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2010).....	46
Çizelge 4.2	Boğazkere şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2011).....	47
Çizelge 4.3	Öküzgözü şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2010).....	47
Çizelge 4.4	Öküzgözü şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2011).....	48
Çizelge 4.5	Shiraz şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2010).....	48
Çizelge 4.6	Shiraz şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2011).....	49
Çizelge 4.7	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2010).....	53
Çizelge 4.8	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2011).....	53
Çizelge 4.9	Öküzgözü şaraplarının çeşitli proses aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2010).....	54
Çizelge 4.10	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2011).....	55
Çizelge 4.11	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2010).....	56
Çizelge 4.12	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2011).....	56
Çizelge 4.13	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2010).....	59
Çizelge 4.14	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2011).....	60
Çizelge 4.15	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2010).....	61
Çizelge 4.16	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2011).....	61
Çizelge 4.17	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2010).....	62
Çizelge 4.18	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2011).....	63
Çizelge 4.19	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2010).....	65
Çizelge 4.20	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2011).....	66
Çizelge 4.21	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2010).....	67

Çizelge 4.22	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2011).....	67
Çizelge 4.23	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2010).....	69
Çizelge 4.24	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2011).....	69
Çizelge 4.25	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2010).....	74
Çizelge 4.26	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2011).....	75
Çizelge 4.27	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2010).....	77
Çizelge 4.28	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2011).....	78
Çizelge 4.29	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2010).....	80
Çizelge 4.30	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2011).....	81
Çizelge 4.31	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2010) .....	88
Çizelge 4.32	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2011) .....	89
Çizelge 4.33	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2010) .....	91
Çizelge 4.34	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2011) .....	92
Çizelge 4.35	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2010) .....	94
Çizelge 4.36	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2011) .....	95
Çizelge 4.37	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR <sub>SO2</sub> ) analiz sonuçları (2010) .....	98
Çizelge 4.38	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR <sub>SO2</sub> ) analiz sonuçları (2011) .....	99
Çizelge 4.39	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR <sub>SO2</sub> ) analiz sonuçları (2010) .....	100
Çizelge 4.40	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR <sub>SO2</sub> ) analiz sonuçları (2011) .....	101
Çizelge 4.41	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR <sub>SO2</sub> ) analiz sonuçları (2010) .....	102
Çizelge 4.42	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO <sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR <sub>SO2</sub> ) analiz sonuçları (2011) .....	102
Çizelge 4.43	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2010) .....	108
Çizelge 4.44	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2011) .....	109
Çizelge 4.45	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2010) .....	110

Çizelge 4.46	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2011) .....	111
Çizelge 4.47	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2010) .....	112
Çizelge 4.48	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2011) .....	113
Çizelge 4.49	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2010) .....	132
Çizelge 4.50	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2011) .....	133
Çizelge 4.51	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2010) .....	133
Çizelge 4.52	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2011) .....	134
Çizelge 4.53	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2010) .....	135
Çizelge 4.54	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2011) .....	135
Çizelge 4.55	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2010).....	145
Çizelge 4.56	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2011).....	145
Çizelge 4.57	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2010).....	147
Çizelge 4.58	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2011).....	147
Çizelge 4.59	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2010) .....	148
Çizelge 4.60	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2011) .....	149
Çizelge 4.61	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2010).....	150
Çizelge 4.62	Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2011).....	151
Çizelge 4.63	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2010).....	152
Çizelge 4.64	Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2011).....	152
Çizelge 4.65	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2010) .....	153
Çizelge 4.66	Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2011) .....	154
Çizelge 4.67	Boğazkere şaraplarının 20 puan sistemine göre duyu analizi değerlendirilmesi (2010).....	162
Çizelge 4.68	Boğazkere şaraplarının 20 puan sistemine göre duyu analizi değerlendirilmesi (2011).....	162
Çizelge 4.69	Boğazkere şaraplarının tanımlayıcı duyu analizi değerlendirilmesi (2010) .....	163

Çizelge 4.70	Boğazkere şaraplarının tanımlayıcı duyuşal analiz değerlendirmesi (2011) .....	163
Çizelge 4.71	Öküzgözü şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuşal analiz değerlendirmesi (2010).....	166
Çizelge 4.72	Öküzgözü şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuşal analiz değerlendirmesi (2011).....	166
Çizelge 4.73	Öküzgözü şaraplarının tanımlayıcı duyuşal analiz değerlendirmesi (2010) .....	167
Çizelge 4.74	Öküzgözü şaraplarının tanımlayıcı duyuşal analiz değerlendirmesi (2011) .....	167
Çizelge 4.75	Şiraz şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuşal analiz değerlendirmesi (2010).....	169
Çizelge 4.76	Şiraz şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuşal analiz değerlendirmesi (2011).....	169
Çizelge 4.77	Şiraz şaraplarının tanımlayıcı duyuşal analiz değerlendirmesi (2010). .....	170
Çizelge 4.78	Şiraz şaraplarının tanımlayıcı duyuşal analiz değerlendirmesi (2011). .....	170

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, dünya çapında gittikçe artan sayıda insan kaliteli şarap tüketimi ile ilgilenmekte ve bu insanların şarap hakkındaki bilgileri ile beklentileri gün geçtikçe artmaktadır. Tüketicilerin taleplerini karşılayabilmek için, bağcılık ve şarap biliminde önemli gelişmeler gerçekleşmektedir (Gonzalez-Sanjose vd. 2008). Son yıllarda, tüketici taleplerine uyan yüksek kaliteli ve düşük fiyatlı şaraplar elde etmek amacıyla yaygın olarak uygulanan tekniklerden birisi de mikooksijenasyondur. Mikooksijenasyon (MOX), 1990'lı yılların başında Fransa'da Patrick Ducournau ve Michael Moutounet tarafından geliştirilmiş ve dünya çapında popülerite kazanmıştır (Ortega-Heras vd. 2008). Mikooksijenasyon tekniği; şaraba üretimin farklı aşamalarında kontrollü ve düşük miktarda oksijenin sürekli olarak verilmesini öngörmektedir. Bu teknik ile şarabın duyuşsal özelliklerini geliştirmek ve özellikle bazı şaraplarda görülen istenmeyen vejetal aromayı, redüktif (indirgenmiş) tatları, burukluğu azaltmak, renk stabilitesi ve renk yoğunluğunu geliştirmek ve oksidatif stabiliteyi arttırmak amaçlanmaktadır (Parish vd. 2000). Uygulamanın en kritik noktası ise; oksidasyona neden olmadan, şarapta bulunan fenolik bileşenlerin düşük miktarda oksijen tüketmelerini sağlamaktır.

Oksijen, bir yandan fenolik ve uçucu bileşiklerin oksidasyonuna neden olurken, diğeryandan ölçülü düzeyde olduğunda şarabın duyuşsal karakteristiklerini (renk, burukluk, aroma) geliştirmektedir (Kovacevic-Ganic vd. 2008). Dolayısıyla, oksijen şarabın içeriğini ve kalitesini olumlu ya da olumsuz etkileyebilmektedir (Du-Toit vd. 2006, Parish vd. 2000). Bu durum, başlıca fenolik bileşiklerin yer aldığı oksidasyon, kondenzasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarında oksijenin önemli bir rolü olmasından kaynaklanmaktadır (Perez-Magarino vd. 2007). Geleneksel olarak şarabın meşe fıçıda olgunlaşması sırasında gelişen bu reaksiyonların süresini azaltmak amacıyla üreticiler ve araştırmacılar süreci azaltmaya yönelik yeni arayışlara girmişlerdir (Jones vd. 2004). Bu amaçla, yeni ve devrimsel bir fikir olarak düşünölen mikooksijenasyon tekniğı kullanılmaya başlanmıştır (McCord 2003). Bu teknikle, meşe fıçıda yıllanma sürecinde kontrollü zor olan oksijen düzeyinin kontrollü sağlanmaktadır. Dolayısıyla bu işleme

fiçılarda gerçekleştirilen yıllandırma prosesinin hızlandırılması ile çok daha kısa sürede kaliteli şarap üretimi sağlanmaktadır (Rivero-Perez vd. 2008).

Günümüzde mikrooksijenasyon uygulamasının şarap kalitesi üzerine olan etkisi konusundaki araştırmalar dünya çapında önem kazanmıştır. Ülkemizde ise kaliteli şarap üretimi yapan özel sektörümüzde, mikrooksijenasyon uygulamaları son beş yıldır belli düzeyde yer bulmuştur. Ancak, henüz konuya ilişkin ülkemiz bağlarında yetişen yerel ve uluslararası çeşitler üzerine yapılmış bilimsel çalışmalar bulunmamaktadır. Dolayısıyla, özel sektörün kendi içinde yaptığı kısıtlı uygulamalar henüz akademik çalışmalarla desteklenmemiştir. Bu nedenle, çalışmada ülkemizde yetişen ve kaliteli şaraplık özellikleri ile bilinen yerel ve uluslararası çeşitlerden üretilen şaraplara mikrooksijenasyon tekniği uygulanarak fenolik bileşen, aroma ve renk gibi duyuşal kalite parametreleri üzerinde tekniğin farklı uygulamalarının etkisi araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Şarapta Oksijenin Önemi

Şarap üretiminde ve özellikle yıllanma süresince gerçekleşen sayısız mikrobiyolojik ve biyokimyasal olayda yer alan oksijenin önemi uzun zamandır bilinmektedir. Oksijen sadece üretim prosesini kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda şarap kalitesini belirleyen renk, aroma ve burukluk gibi bazı duyuşsal özellikleri de etkilemektedir (Parish vd. 2000, Rivero-Perez vd. 2008). Şarap yapımında dolun, aktarma, karıştırma gibi çeşitli prosesler sırasında havada bulunan oksijen şarap ile dolaylı olarak temas etmektedir (Perez-Magarino vd. 2007, Vidal ve Aagaard 2008). Geleneksel yöntemle şarabın meşe fıçıda olgunlaştırılmasının, meşenin gözeneklerinden oksijenin girmesiyle; şarabın renk stabilizasyonu, vejetal karakterin azalması ve redüktif tadın kaybolması gibi olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Ancak geleneksel olgunlaştırma prosesinde şaraba oksijen girişı kontrol edilememektedir (Devatine vd. 2007). Bu nedenle, şarap oksijen ilişkisi iyi kurulması gereken bir denklemdir, kontrolsüz olduğu taktirde şarap bileşimi üzerine olumsuz etki de yapabilir (Flecknoe-Brown 2006). Diğer yandan, oksijen fermantasyon sürecinde maya hücrelerinin sağlıklı ve canlı gelişimi için önemlidir. Maya, steroller ve doymamış yağ asitleri gibi lipitlerin sentezi için oksijene gereksinim duyar, dolayısıyla fermantasyon sırasında oksijen kontrollü şekilde verilirse mayanın performansı artar (Salmon 2006). Olgunlaştırma sırasında, polifenolik bileşiklerin polimerizasyonunda da oksijen temel bir rol oynamaktadır. Polimerizasyon ile SO<sub>2</sub>' e bağlı renk ağarmasına dayanıklı ve daha stabil, kararlı antosiyanin formları oluşur. Ayrıca, aromatik profili geliştirmek için uygulanan havalı aktarmaların, bitkisel (vejetatif) tadı büyük ölçüde ortadan kaldırdığı ve istenmeyen redüktif ve sülfürlü tatların uzaklaşmasına yardımcı olduğu bilinmektedir. Bunun yanında, yüksek düzeyde oksijen teması ile şarapta esmerleşme, aroma maddelerinde kayıp, aşırı buruk tat ve renk yoğunluğunda azalma oluşmakta (Paul 2002), aerobik mikroorganizmaların gelişimi gibi zararlar doğabilmektedir (Devatine vd. 2007).

Geleneksel yıllandırma sırasında gerçekleşen reaksiyonlar, şarap rengini stabilize eden yeni pigmentler ve polimerik bileşiklerin oluşumunu sağlamaktadır (Perez-Magarino



vd. 2007). Bu süreçte başlıca antosiyaninler ve flavan-3-oller arasında doğrudan veya asetaldehit bağlı antosiyanin-flavan-3-ol bileşikleri ve diğer fenolik ve fenolik olmayan bileşikler ile piranoantosiyaninler ve hidroksifenil piranoantosiyaninler gibi ürünlerin oluşumunu sağlayan polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları gerçekleşmektedir (Cejudo-Bastante vd. 2011a). Piranoantosiyaninler ve etil bağlı bileşiklerin oluşumu gibi asetaldehit içeren reaksiyonlar oksijen varlığı ile desteklenmektedir (Atanasova vd. 2002). Çünkü, oksijen etanolün asetaldehite oksidasyonunu katalize eder ve oluşan asetaldehit, fenoller arasında ve/veya fenoller-antosiyaninler arasında köprü görevi görür (Perez-Magarino vd. 2007).

## **2.2 Şarapta Fenolik Bileşiklerin Önemi**

Kırmızı şarabın kalitesi büyük ölçüde üzümünden gelen ve şarap yapımı sırasında oluşan fenolik bileşiklere bağlıdır (Cheynier vd. 1998). Fenolik bileşikler şarapta en önemli kalite parametrelerinden biri olup, şarabın renk, burukluk, acılık ve aroma gibi duyuşal özellikleri üzerine katkıda bulunurlar. Ayrıca, son yıllarda fenolik bileşenlerin antikarsinojenik, antiaterojenik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve antioksidan kapasitesi geniş kapsamlı biyokimyasal ve farmakolojik çalışmalarla doğrulanmıştır (Parish vd. 2000, Brossaud vd. 2001, Monagas vd. 2005).

Fenol veya polifenol terimi bir veya daha fazla -OH halkasına bağlı benzen halkasına verilen isimdir. Polifenoller karbon iskeletine dayanarak, flavanoidler ve fenolik asitler (flavanoid olmayanlar) şeklinde iki grupta sınıflandırılırlar. Üzümün etli kısmında daha çok fenolik asitler bulunurken, flavonoid bileşikler yoğunlukla kabuk, çekirdek ve sapta yer alırlar. Üzümlerin fenolik kompozisyonu üzerinde çeşit başta olmak üzere toprak, coğrafi koşullar, iklim ve hava, bağına yönelik yetiştirme yöntemleri ve diğer tarımsal uygulamalar gibi pek çok faktör etkilidir. Diğer yandan, şarap üretim teknikleri de fenolik yapı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Şarap üretimi sırasında uygulanan maserasyon süresi, fermantasyon sırasında üzüm kabuğı ve çekirdeğı ile temas, presleme, olgunlaştırma, durultma, şişede yillandırma gibi pek çok faktör şarapların fenolik kompozisyonunu etkiler (Monagas vd. 2005).

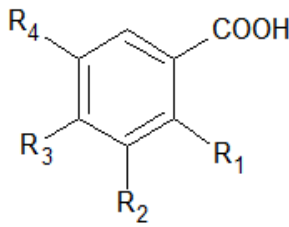
## 2.3 Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması

Gıdalardaki fenolik bileşikler fenolik asitler ve flavonoidler olarak başlıca iki grup altında sınıflandırılırlar.

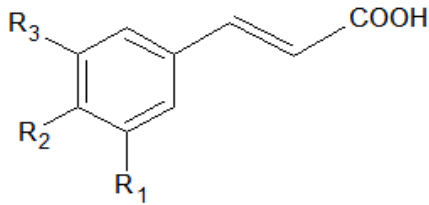
### 2.3.1 Fenolik asitler

Hidroksisinasamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Hidroksisinasamik asitler, C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> fenilpropan, hidroksibenzoik asitler ise C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> fenilmetan yapısındadır. Fenolik asitlerin büyük kısmı bitkilerde organik asitler veya şekerler ile esterleşmiş halde bulunurlar (Saldamlı 2007). Şarapta bulunan hidroksibenzoik asitler; gallik asit, vanilik asit, şirincik asit, p-hidroksibenzoik asit, protokateşuik asit ve gentisik asittir. Hidroksibenzoik asitler arasında ise; p-kumarik, ferulik, kafeik, sinapik asitler yaygındır (Monagas vd. 2005).

Fenolik asitlerin kimyasal yapısı şekil 2.1’de verilmiştir.



Benzoik Asit	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
<i>p</i> -Hidroksibenzoik	H	H	OH	H
Protokateşuik	H	OH	OH	H
Vanilik	H	OCH <sub>3</sub>	OH	H
Gallik	H	OH	OH	OH
Şirincik	H	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>
Salisilik	OH	H	H	H
Gentisik	OH	H	H	OH

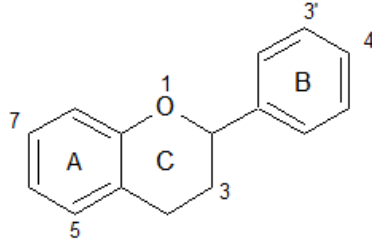


Hidroksisinasamik Asit	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
<i>p</i> -Kumarik	H	OH	H
Kafeik	OH	OH	H
Ferulik	OCH <sub>3</sub>	OH	H
Sinapik	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>

Şekil 2.1 Fenolik asitlerin kimyasal yapısı (Monagas vd. 2005)

### 2.3.2 Flavonoidler

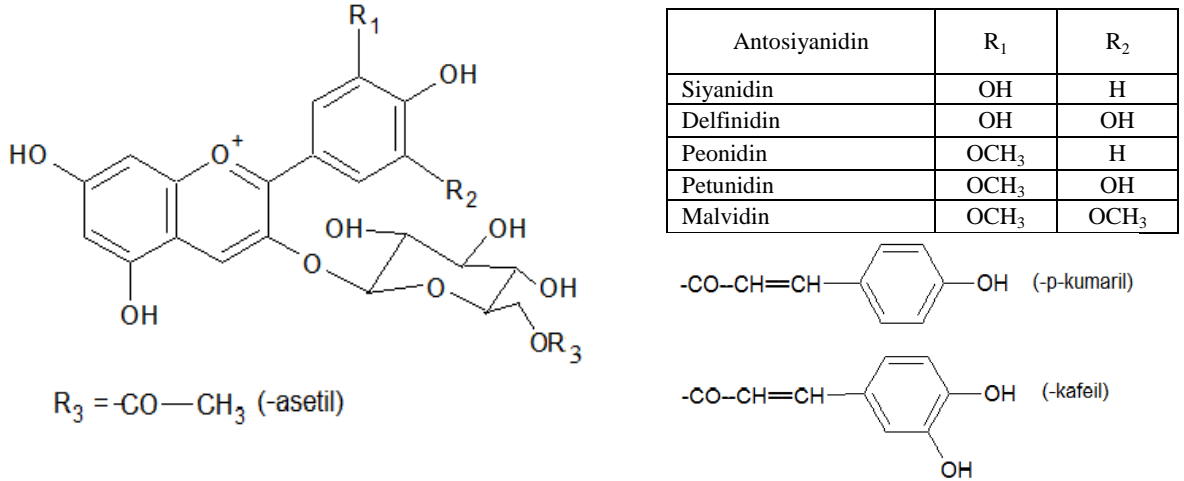
Gıdalarda en yaygın bulunan polifenoller olan flavonoidler, C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> difenilpropan yapısındadır ve fenil grupları arasındaki üçlü karbon köprüsü oksijenle halka oluştururlar. Değişik gruplar arasındaki farklar; OH gruplarının sayısından, doymamışlık derecesinden ve üçlü C segmentinin oksidasyonundan kaynaklanır (Spanos ve Wrolstad 1992, Karadeniz ve Ekşi 2001). Flavonoidler; antosiyanidinler, flavon'lar ve flavonol'lar, flavanon'lar, kateşinler ve löykoantosiyanidinler, proantosiyanidinler olmak üzere genellikle beş alt gruba ayrılır ve bu grupların kimyasal yapılarındaki farklılık esas olarak ortadaki pıran halkasından kaynaklanır (Cemeroğlu 2009). Flavonoidlerin genel yapısı şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Flavonoidlerin genel yapısı (Waterhouse 2002)

#### 2.3.2.1 Antosiyanidinler

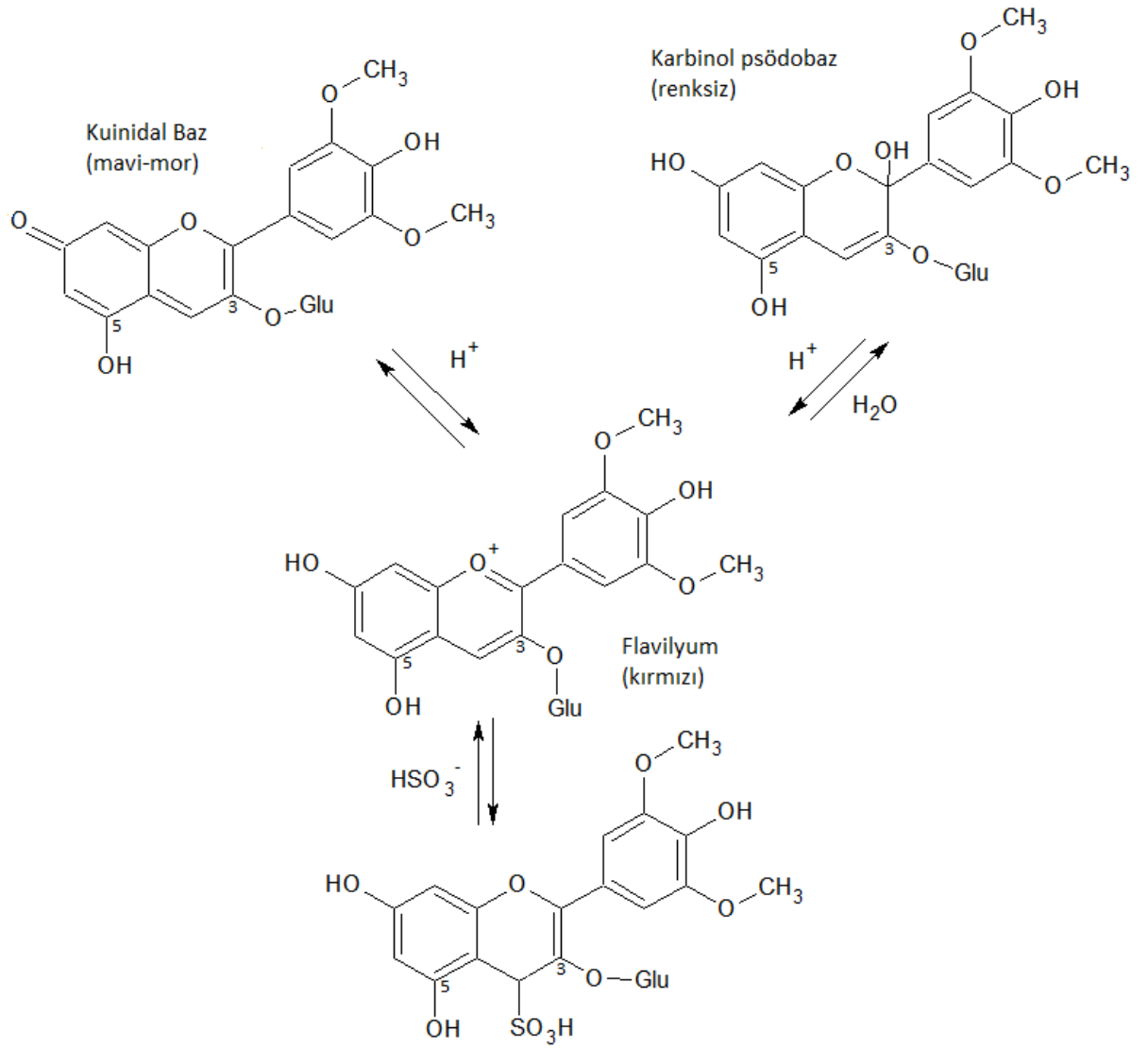
Antosiyanidinler, doğal olarak genellikle antosiyanin adı verilen glikozit formunda bulunurlar. Meyve ve sebzelerin kırmızıdan mora kadar değişen tipik renkleri bu glikozitlerden kaynaklanır. Antosiyanidinlerin yapısında flavan halkası flavilyum katyonu durumundadır (Saldamlı 2007). Yaklaşık 20 civarında antosiyanidin bilinmektedir. 20 civarındaki antosiyanidinden 6 tanesi, meyve ve sebzelerle, bunların ürünlerinde yaygın olarak bulunur. Bu yaygın 6 antosiyanidin birbirlerinden farkı, sadece 3' ve 5' pozisyonuna bağlı grupların farklı olmasından kaynaklanır (Cemeroğlu 2009). Antosiyanidin yapıları şekil 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.3 Antosiyanidinlerin genel yapısı (Monagas vd. 2005)

Antosiyaninler bir aglikon (antosiyanidin), şeker ve bazen fenolik ve organik asitlerden oluşur. Şeker molekülü (glukoz, ramnoz, galaktoz, arabinoz) genellikle 3. pozisyonundaki karbon atomunda yer alır. Bu yapıda üçüncü bir komponent olarak yer alabilen p-kumarik, ferulik, kafeik, sinapik asit gibi bileşikler de 3. pozisyonundaki şeker molekülüne açillenerek bağlanır. Açillenmiş antosiyaninlerin, açillenmemiş olanlara göre daha stabil olduğu saptanmıştır (Cemeroğlu 2009, Nizamlioğlu ve Nas 2010).

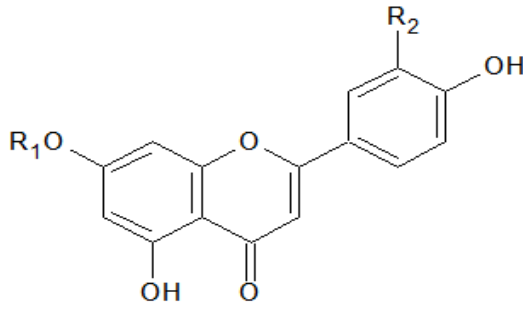
Bir çözeltideki antosiyaninler 4 farklı formda bulunur. Bunlar; flavilyum katyonu formu (kırmızı), kuinidal anhidrobaz formu (mavi), karbinol psödo-baz formu (renksiz) ve çalkon (renksiz) formudur (Brouillard 1982, Monagas vd. 2005). Kırmızı şarapta (pH yaklaşık 3.5) antosiyanin dengesine pH etkisi düşünüldüğünde, serbest antosiyaninlerin yaklaşık % 12.2'si kırmızı flavilyum formunda olup, denge renksiz karbinol psödo-baz formuna (% 45.2) doğru yer değiştirerek, çalkon formuna (%27.6) ve az bir kısmı da mavi kuinidal baz formuna (% 15.0) döner (Glories 1984). Şarap rengini; pH dışında, pigment yapısı ve konsantrasyonu, sıcaklık, kopigmentler, metal iyonları, enzimler, oksijen, askorbik asit, şekerler ve oksidasyon ürünleri, SO<sub>2</sub> gibi faktörler de etkiler (Mazza and Miniati, 1993). Şarap yapımı süresince, antosiyaninler şaraptaki renk değişimlerinden sorumlu olan oksidasyon, hidroliz ve kondenzasyon reaksiyonlarında yer alır (Monagas vd. 2005).



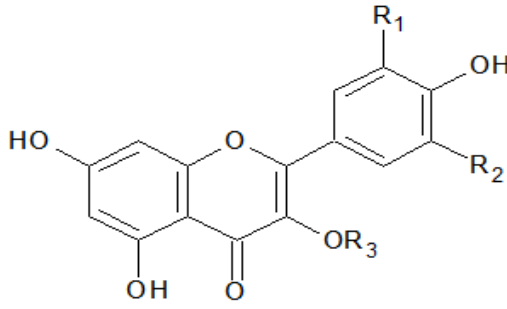
Şekil 2.4 Şarapta bulunan antosiyanin formları (Waterhouse 2002)

### 2.3.2.2 Flavon'lar ve flavonol'lar

Her iki bileşik arasındaki fark, orta halkanın 3. pozisyonundaki karbon atomuna bağlı grubun farklı olmasından kaynaklanır. Flavon'larda buraya (H) atomu, flavonol'lerde ise (OH) grubu bağlanmıştır (Cemeroğlu 2009). Flavonoller, antosiyanidinler gibi şekerlerle glikozit halinde bağlanmış olarak bulunur. En önemli flavonoller; kuarsetin, mirisitein, kamferol'dür. Flavon ve flavonol'lerin genel yapıları şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Flavon	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Apigenin	H	H
Apigenin-7- <i>O</i> -glikozit	glk	H
Luteolin	H	OH
Luteolin-7- <i>O</i> -glikozit	glk	OH
glk= glikoz		

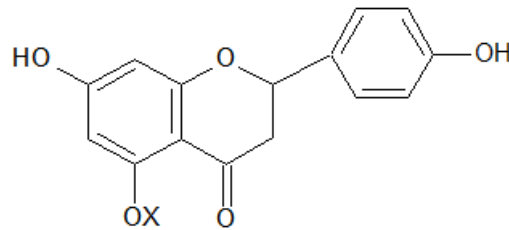


Flavonol	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Kamferol	H	H	H
Kamferol-3- <i>O</i> -glikozit	H	H	glk
Kamferol-3- <i>O</i> -galaktozit	H	H	gal
Kamferol-3- <i>O</i> -glukuronit	H	H	gluk
Kuersetin	OH	H	H
Kuersetin -3- <i>O</i> -glikozit	OH	H	glk
Kuersetin-3- <i>O</i> -glukuronit	OH	H	gluk
Mirisitin	OH	OH	H
Mirisitin-3- <i>O</i> -glikozit	OH	OH	glk
Mirisitin-3- <i>O</i> -glukuronit	OH	OH	gluk
Isoramnetin	OCH <sub>3</sub>	H	H
Isoramnetin-3- <i>O</i> -glikozit	OCH <sub>3</sub>	H	glk
gal= galaktoz; glk= glikoz; gluk= glukuronit asit			

Şekil 2.5 Flavon ve Flavonol'lerin genel yapıları (Monagas vd. 2005)

### 2.3.2.3 Flavanonlar

Flavan halkası C<sub>4</sub> pozisyonundan okside olmuş durumdadır. Glikozitleri özellikle turunçgillerde bulunur. Naringin, hesperidin, naringenin bu sınıfa girmektedir.

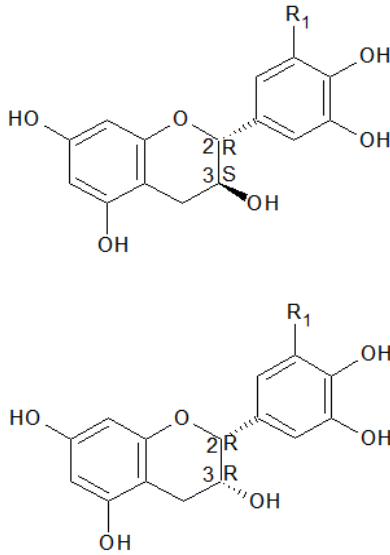


X: Şeker

Şekil 2.6 Flavanon genel yapısı (Cemeroğlu 2009)

### 2.3.2.4 Kateşinler ve löykoantosiyanidinler

Kateşinler, renksiz bileşikler olup gıdalarda en yaygın bulunan flavonoidlerdir. C<sub>3</sub> atomunda bir -OH grubu içerdiklerinden flavan-3-ol olarak isimlendirilirler. (+)-Kateşin, (-)-epikateşin, (+)-gallokateşin, (-)-epigallokateşin olmak üzere dört izomeri bulunmaktadır. Löykoantosiyaninler ise hem C<sub>3</sub> hem C<sub>4</sub> atomunda -OH grubu içerdiklerinden flavan-3,4-diol ismini almaktadırlar (Saldamlı 2007, Cemeroğlu 2009). Flavan-3-ol'lerin şarap teknolojisi açısından önemi, hem kimyasal hem de enzimatik olarak oksijen ile kolayca reaksiyona girmeleri ve proantosiyanidinleri oluşturmalarıdır (Saldamlı 2007).



Flavan-3-ol	R <sub>1</sub>	C-2	C-3
(+)-Kateşin	H	<i>R</i>	<i>S</i>
(+)-Gallokateşin	OH	<i>R</i>	<i>S</i>
(-)-Epikateşin	H	<i>R</i>	<i>R</i>
(-)-Epigallokateşin	OH	<i>R</i>	<i>R</i>

Şekil 2.7 Flavan-3-ol'lerin genel yapıları (Monagas vd. 2005)

### 2.3.2.5 Proantosiyanidinler

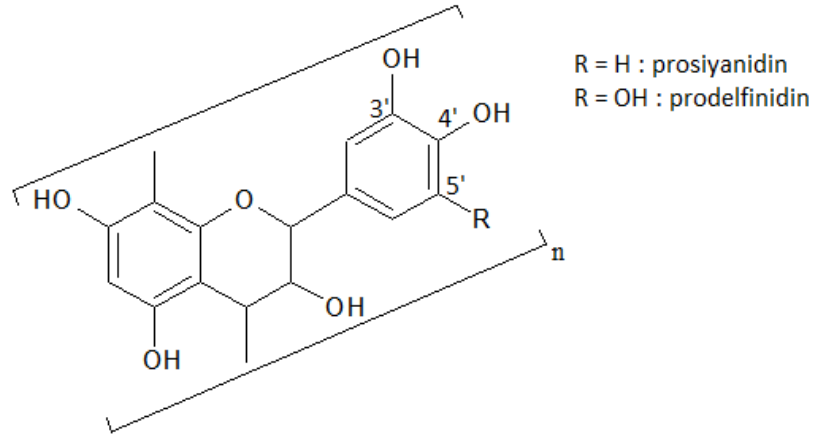
Kateşinlerden veya löykoantosiyanidinlerden oluşan polimerik yapılara proantosiyanidinler denir. Üzümde bulunan proantosiyanidinler; (+)-kateşin ve (-)-epikateşin kondenzasyonu ile oluşuyorsa prosiyanidin, (+)-gallokateşin ve (-)-epigallokateşin kondenzasyonu ile oluşuyorsa prodelfinidin adını almaktadır. Bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunan proantosiyanidinler; (-)-epikateşin ve (+)-kateşin kombinasyonlarından oluşan dimerlerdir (Monagas vd. 2005).

Kırmızı şarapta bulunan fenolik bileşiklerin çoğu flavan-3-ol'lerin kondenzasyonu sonucunda proantosiyandinler adı verilen oligomer bileşikler ile kondense tanenler adı verilen polimerik bileşiklerden oluşmaktadır. Kondenzasyon, flavan-3-ol moleküllerinin C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub> ve C<sub>4</sub>-C<sub>6</sub> pozisyonlarında kovalent bağ ile bağlanması ile gerçekleşir (Waterhouse 2002). Proantosiyandinlerin molekül ağırlıkları 7000 Dalton'a (yaklaşık 20 flavan-3-ol ünitesi) kadar ulaşabilmektedir. Proantosiyandinler, birçok meyvenin kendine özgü tadının oluşmasında önemli rol oynamaktadır (Vidal vd. 2003). Bu bileşiklerin sağladığı acı veya burukluktan hangisinin ağır basacağı, proantosiyandin molekül ağırlığına bağlıdır. Polimerizasyon derecesine bağlı olarak burukluğun arttığı saptanmıştır. Proantosiyandinler veya kondanse tanenler olarak isimlendirilen polimerik flavan-3-ol'ler, başlıca kırmızı şarabın burukluğundan sorumlu iken, monomerler ise şarabın acılığını önemli derecede etkilemektedirler (Gawel 1998). Fenolik bileşikler stabil olmadıklarından yani gerek oksidasyon ve gerekse polimerizasyon ile çeşitli değişikliklere uğradıklarından, tat üzerindeki etkileri uygulanan proseslere göre değişebilmektedir (Haslam 1980, Cemeroğlu 2009). Ayrıca kısa zincir uzunluğundaki moleküller renksiz olduğu halde polimerizasyon dereceleri yükseldikçe renkleri sarıdan kahverengine dönüşmektedir. Ancak asit ortamda ısıtıldıklarında antosiyandinlere dönüşerek tipik kırmızı, mor renk alırlar (Saldamlı 2007).

Prosiyanidinlerin diğer bir özelliği de tanen etkisidir. Tanen etkisi, prosiyanidinlerin proteinlerle reaksiyonunu yani onları çöktürmesini ifade eder. Burukluk algılaması da, ağızdaki proteinlerle fenolik bileşiklerin o-difenol grupları arasında dönüşsüz olarak oluşan hidrojen köprüsünden kaynaklanır (Bate-Smith 1973). Bu yolla ağızda oluşan burukluk duygusu uzun süre devam eder, giderilmesi zordur ve bu sırada diğer tatların alınması engellenir. Eğer bir gıda ağızda burukluk duygusu oluşturuyorsa, onda bulunan en önemli fenolik bileşiklerin prosiyanidinler olduğu sonucuna varılabilir. Fenolik bileşiklerin sadece bir kısmı farklı düzeylerde acı ve buruktur. Fenolik asitlerin burukluğa katkısı yoktur veya çok azdır. Bir fenolik maddenin buruk ve acı olması, bulunduğu gıdaya o tadı vermeye yetmez, miktarının da yeterli olması gerekir (Cemeroğlu 2009).



Fenolik bileşikler enzimatik ve enzimatik olmayan mekanizmalarla kolaylıkla okside olabilen maddelerse de oksidasyona eğilimleri farklıdır. Kateşin, proantosiyanidin ve antosiyaninler gibi komşu (vicinal) difenol grubu içerenler, oksidasyona en eğilimli olanlardır. Eğer komşu difenol niteliğindelerse, sinamik ve benzoik asit türevleri de oksidasyona uğrayabilmektedirler (Cemeroğlu 2009).



Şekil 2.8 Proantosiyanidinlerin genel yapısı (Cheynier vd. 1998)

## 2.4 Fenolik Bileşiklerin Rol Aldığı Reaksiyonlar

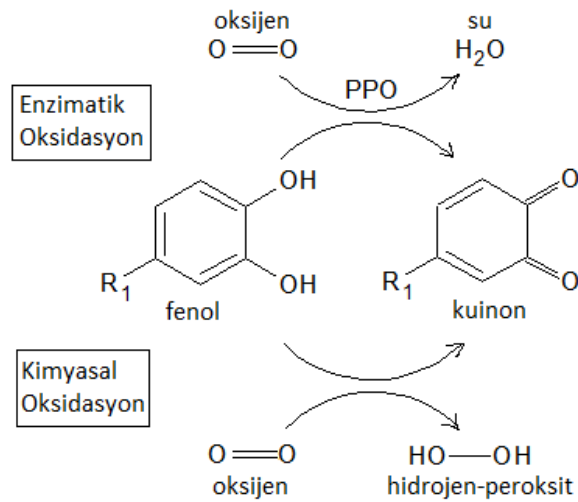
Şarap yapımı ve özellikle yıllandırılması sırasında fenolik bileşiklerin yer aldığı pek çok reaksiyon gerçekleşir. Bunlar arasında; enzimatik ve kimyasal oksidasyon reaksiyonları, antosiyaninler ve tanenler arasında gerçekleşen doğrudan kondenzasyon reaksiyonları, antosiyaninler ve tanenler arasında asetaldehit varlığında gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonları ve piranoantosiyaninlerin oluşumunu sağlayan siklokattılma reaksiyonları sayılabilir (Monagas vd. 2005, Blauw 2009).

### 2.4.1 Kimyasal ve enzimatik oksidasyon reaksiyonları

Oksidasyon reaksiyonu için başlıca substratlar şarapta bulunan fenolik bileşiklerdir. Fenoller, enzimatik ve kimyasal oksidasyon reaksiyonları ile kuinonlara dönüşürler. Üzümden gelen polifenoloksidaz (PPO) ve lakkaz gibi oksidaz enzimleri ile enzimatik oksidasyon gerçekleşir. Enzimatik esmerleşme olarak da bilinen bu reaksiyon, özellikle beyaz şarap yapımında önemli olup, üzümün preslenmesi ile reaksiyon başlamaktadır.

Enzimatik oksidasyon için başlıca fenolik substratlar; hidroksisünamik asitler, kafratik ve kutarik asit gibi hidroksisünamik asit esterleridir. Şırada ilk esmerleşme reaksiyonu, PPO için ana substrat olan kafratik asit ve kutarik asitin enzimatik oksidasyonu ile o-kuinonlarına dönüşmesidir.

Kimyasal oksidasyon ise daha yavaş gerçekleşir. Ancak, şarap yıllandırılmasında önemli rol oynar. Meşe fıçıda yıllandırma sırasında gerçekleşen ana değişimler fıçının gözeneklerinden gerçekleşen düşük oksijen difüzyonuna bağlı olup, bu şekilde yavaş oksidasyon reaksiyonları gerçekleşmektedir. Mikrooksijenasyon tekniğinin amacı da benzer şekilde oksijenin şarapla temasını sağlayarak istenen sınırlı düzeyde, kontrollü oksidasyon reaksiyonlarının gerçekleşmesini sağlamaktır. Yıllandırma sırasında gerçekleşen kimyasal oksidasyonun başlıca fenolik substratları antosiyaninler ve tanenlerdir. Bu bileşikler semi-kuinonlar ve kuinonlara dönüşümün gerçekleştiği bağlı reaksiyonlar ile okside olurlar. Bu dönüşüm, güçlü bir oksidan olan hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) oluşumu ve etanolün asetaldehite oksidasyonun gerçekleştiği arka arkaya iki aşamadan oluşmaktadır. Reaksiyonda oluşan asetaldehit, antosiyaninler ve tanenlerin bağlanmasında merkezi rol üstlenmektedir. Asetaldehit ayrıca antosiyaninlerle doğrudan reaksiyona girerek piranoantosiyaninlerin oluşmasını sağlar. Kuinon oksidasyon ürünleri ayrıca doğrudan polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonlarına da katılırlar (Monagas vd. 2005, Blauw 2009).

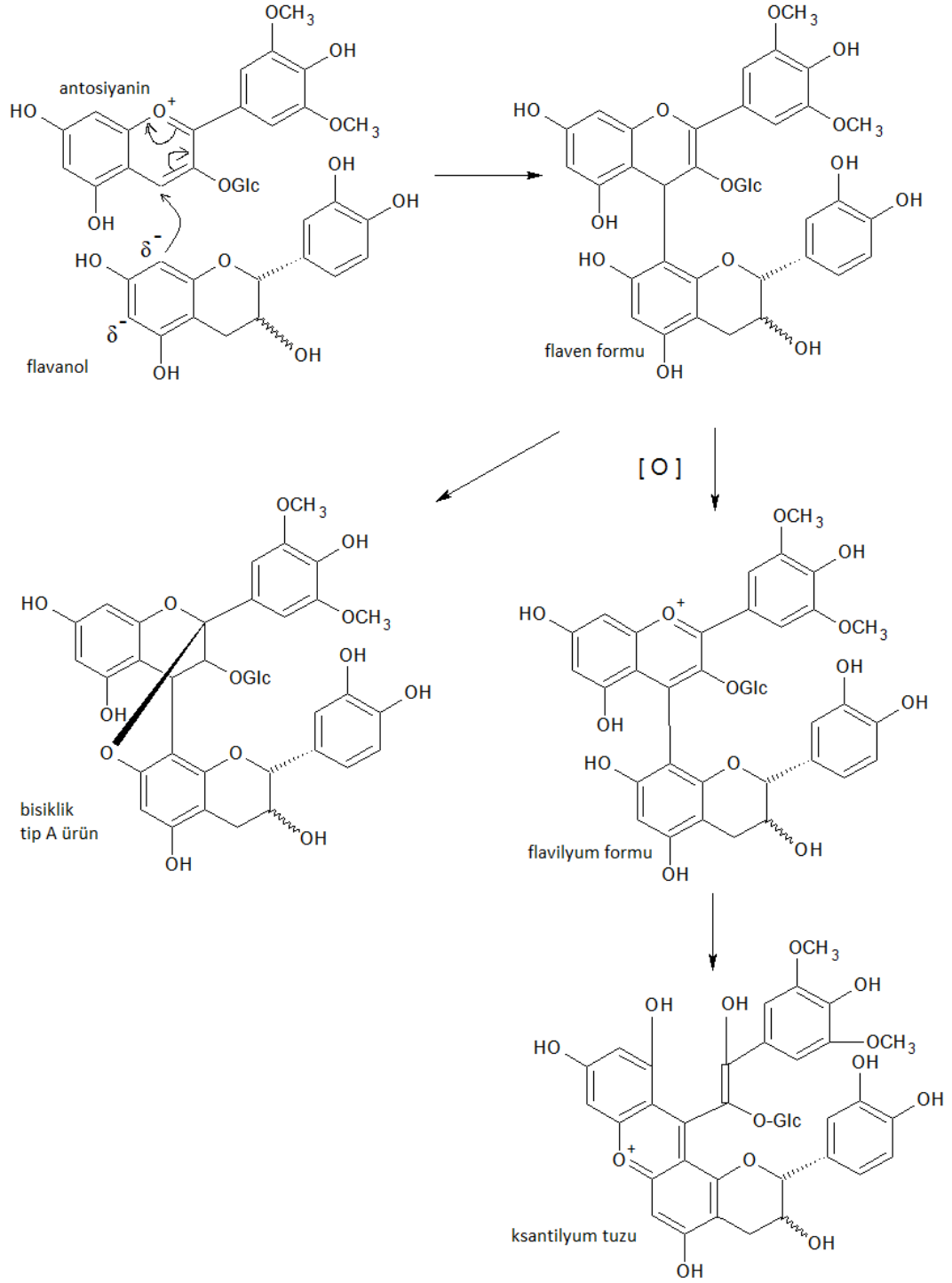


Şekil 2.9 Enzimatik ve kimyasal oksidasyon reaksiyonları (Blauw 2009)

#### 2.4.2 Antosiyaninler ve tanenler arasında doğrudan gerçekleşen reaksiyonlar

Antosiyaninler ve tanenler birbirleriyle doğrudan reaksiyona girerek polimerik pigmentleri oluştururlar. Polimerik pigmentler de pH'a bağlı olarak farklı moleküler formlar oluştururlar. Bununla beraber, şarap pH'sında polimerik pigmentlerin çoğu kırmızı renktedir ve SO<sub>2</sub> ağarmasına karşı daha dayanıklıdır. Doğrudan antosiyanin-tanen kondenzasyon ürünlerinin oluşumu için iki mekanizma bulunmaktadır (Blauw 2009):

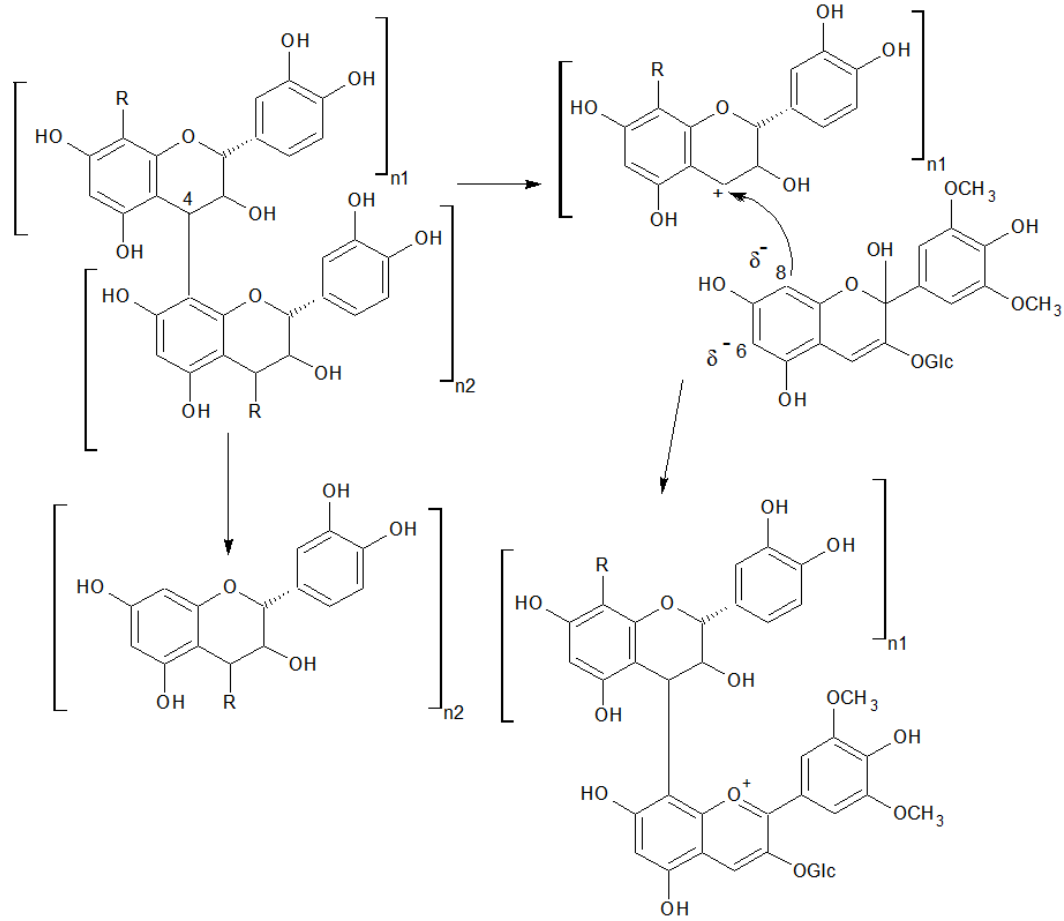
**a) Doğrudan antosiyanin-tanen (A-T) reaksiyonu:** Reaksiyonun mekanizması (+)-kateşin, (-)-epikateşin, oligomerik prosiyanidin gibi bir flavanol'ün C<sub>8</sub> veya C<sub>6</sub> pozisyonundaki flavilyum katyon formunda bulunan antosiyaninin C<sub>4</sub> pozisyonuna nükleofilik atağı ile gerçekleşir. Oluşan ürün renksiz bir flavan olup kırmızı flavilyum formuna okside olabilmektedir (Monagas vd. 2005).



Şekil 2.10 Antosiyenin-tanen (A-T) reaksiyonları (Salas vd. 2003)

**b) Doğrudan tanen-antosiyenin (T-A) reaksiyonu:** Bu mekanizmada, karbinol antosiyenin formu ile reaksiyona giren aktif bir tanen molekülü bulunur. Tanen molekülü uyarıcı olup, renksiz karbinol ürününü hidratlaştırarak kırmızı pigment

polimerinin oluşumunu sağlar. Ancak, bu tip doğrudan kondenzasyon reaksiyonları çok yavaş gerçekleşir (Monagas vd. 2005, Blauw 2009).



Şekil 2.11 Tanen-antosiyenin (T-A) reaksiyonları (Salas vd. 2003)

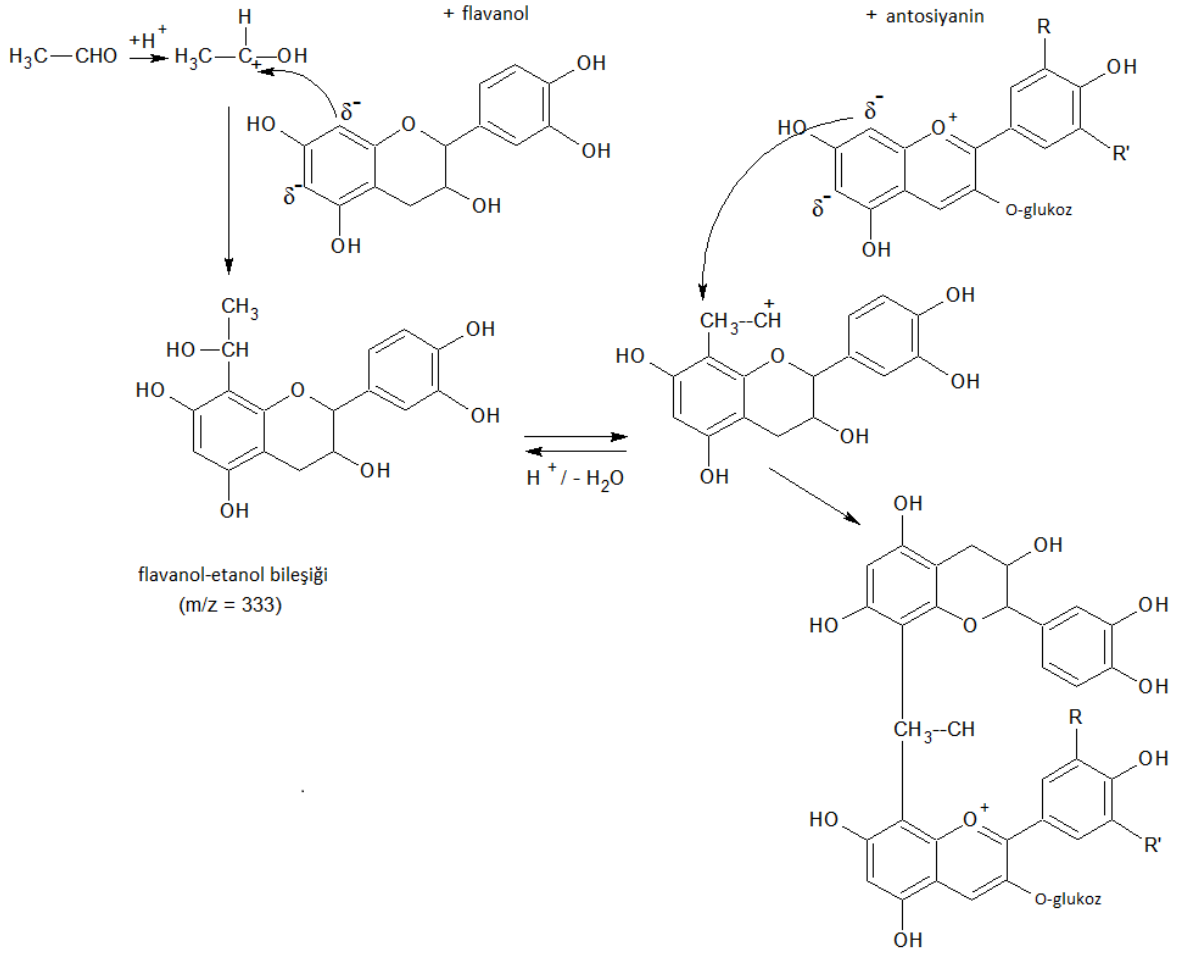
### 2.4.3 Asetaldehit varlığında antosiyeninler ve tanenler arasında gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonları

Antosiyeninler ve tanenler arasında asetaldehit veya diğer küçük moleküller varlığında dolaylı yoldan reaksiyonlar da gerçekleşebilir. Alkol fermantasyonunun bir ürünü olan asetaldehit ayrıca fenollerin varlığında etanolün oksidasyonu ile oluşan önemli bir üründür. Dolayısıyla bu bileşik oksidatif koşullarda antosiyenin-tanen kondenzasyonu için önemlidir. Karbokatyon formundaki asetaldehit, C<sub>6</sub> veya C<sub>8</sub> pozisyonunda tanen ile reaksiyona girer. Bir su molekülünü kaybı ile oluşan tanen-asetaldehit kondenzasyon ürünü antosiyenin molekülünün C<sub>8</sub> pozisyonuna etki ederek yeni bir karbokatyon

oluşumunu sağlar (Blauw 2009). Oluşan son ürün ile mor renkli kuinidal baz formunun oluşumu sağlanır. Bu reaksiyon ile antosiyanin ve flavanol bileşikleri etil köprüsü (CH-CH<sub>3</sub>) ile bağlanırlar. Şarapta bulunan asetaldehit alkol fermantasyonu sırasında maya metabolizması sonucunda veya fenolik bileşiklerin varlığında etanolün oksidasyonu sonucunda oluşur. Asetaldehit aracılığıyla meydana gelen dolaylı kondenzasyon reaksiyonları, doğrudan kondenzasyon reaksiyonlarından çok daha hızlı gerçekleştiğinden polimerik pigmentlerin üretiminde önemlidir. Oluşan son ürünlerin renk yoğunluğu ve stabilitesi de daha yüksektir (Es-Safi vd. 1999).

Bu kimyasal mekanizmanın işleyişi üzerine yapılan bilimsel çalışmalarda malvidin-3-glikozit ve çeşitli prosiyanidinler için doğrulanmış ve siyanidin, delfinidin, peonidin, petunudin glikozitlerinin etil-(epi)-kateşin dimer bileşikleri şarapta saptanmıştır (Alcalde-Eon vd. 2004, Monagas vd. 2005). Ayrıca, model çözeltilerde tanımlanan (+)-kateşin-etil bağlı dimerler, etil bağlı (epi)kateşin dimerleri ve trimerleri, (epi)kateşin-etil-malvidin-3-glikozit kırmızı şaraplarda bu kondenzasyon reaksiyonlarının varlığını kanıtlamıştır. Oluşan malvidin 3-glikozit-etil-kateşin pigmentleri kırmızı-mor renkli bileşikler olup serbest antosiyaninlere kıyasla pH etkisine ve SO<sub>2</sub> ağarmasına çok daha dayanıklıdır (Escribano-Bailon vd. 2001, Atanasova vd. 2002). Ancak, bu bileşikler, etil köprünün kırılmasına bağlı olarak sulu çözeltilerde çok kararlı değildirler ve asetaldehit varlığında yapısal olarak büyümeye eğilim gösterirler. Bu durum, bu bileşiklerin reaktivitesi ile de uyumludur. Çünkü, çok hızlı oluştukları gibi hızlıca parçalanarak etil-flavanol birimlerine dönüşürler ve tekrar antosiyaninler veya dimerlerle reaksiyona girererek daha büyük kondenzasyon ürünleri ve polimerler oluştururlar (Alcalde-Eon vd. 2006).

Reaksiyonun meşe fiçıda yıllandırma süresince gerçekleştiği saptandığından, aynı durumun mikrooksijenasyon tekniğinde de görülebileceği ileri sürülmüş ve şaraba uygulanan mikrooksijenasyon süresince etil bağlı flavanol-antosiyanin bileşiklerinin oluşumu saptanmıştır (Atanasova vd. 2002, Cano-Lopez vd. 2006, Perez-Magarino vd. 2007). Dolayısıyla, bu reaksiyon şarap teknolojisinde MOX uygulaması ile olumlu sonuçların eldesinde kritik öneme sahiptir.



Şekil 2.12 Asetaldehit varlığında dolaylı gerçekleşen flavanol-antosiyantin kondenzasyon reaksiyonu (Cheynier vd. 1998)

#### 2.4.4 Piranoantosiyantinlerin oluşumunu sağlayan siklokatılma reaksiyonları

Piranoantosiyantinlerin oluşumu antosiyantinler ve pirüvik asit, 4-vinilfenol, vinilflavanol, asetaldehit gibi moleküllerle C<sub>4</sub>/C<sub>5</sub> siklokatılma reaksiyonları ile gerçekleşir. Bu reaksiyonlar düşük miktarda oksijen varlığı veya etanolün oksidasyonu ile oluşan asetaldehit ile desteklenmektedir. Bu şekilde oksijen veya reaktif türlerinin A tip vitisinlerin oluşumunda, asetaldehitin ise etil bağlı antosiyantin ve tanen bileşikleri, B-tip vitisinler, vinil-flavanoller ve vinil-piranoantosiyantinler'in oluşumunda rol aldığı belirtilmiştir (Cano-Lopez vd. 2010).

Bu reaksiyonlar şarabın rengini ve renk stabilitesini etkileyebileceği gibi, tanenlerin yapısına bağlı olarak duyuşal özelliklerini de etkilemektedir. Bu reaksiyonların önemi, son ürünlerin yapısına olduğu kadar, başlangıç şarap kompozisyonuna, maya metabolitlerinin varlığına ve oksijen temasına bağlı olmasıdır. Dolayısıyla, kontrollü oksijen ilavesi yani mikrooksijenasyon tekniğinin, fenolik bileşiklerin oksijen içeren reaksiyonlara yönlmesi ile daha renkli ve daha az buruk ürünlerin oluşması şeklinde şarap kalitesini geliştirdiği belirtilmiştir. Piranoantosiyeninler ve etil bağılı bileşiklerin oluşumu gibi sadece asetaldehit içeren reaksiyonların oksijen varlığında desteklendiği bilinmektedir. Asetaldehit, maya metabolizması veya fenolik bileşiklerin varlığında etanol oksidasyonuna bağılı olarak oluşabilen doğıal bir bileşiktir (Atanasova vd. 2002).

Fermantasyon sırasında mayanın oluşturduğu vinilfenoller, pirüvik asit, asetaldehit antosiyeninlerle reaksiyona girerek, sırasıyla fenilpiranoantosiyeninler, karboksipiranoantosiyeninler ve piranoantosiyeninleri oluşturmaktadır (Cheynier 2006).

Reaksiyonda dördüncü piran halkasının oluşması ile piranoantosiyenin ismini alan bu bileşikler şarap üretimi sırasında oluşan bileşiklerdir (Morata vd. 2007, Lesica ve Kosmerl 2009). Asetaldehit, etil bağılı bileşiklerin oluşum reaksiyonları dışında vitisin B ve diğıer piranoantosiyeninler gibi yeni pigmentlerin oluşumunda görev almaktadır (Mateus vd. 2002). Geleneksel şarap yıllandırması ile kıyaslandığında, mikrooksijenasyon uygulaması ile asetaldehit oluşmakta ve vitisin B' nin oluşumunu sağılayan siklokatalma reaksiyonlarının daha hızlı gerçekleşmesi sağılanmaktadır. Malvidin-3-glikozit'in asetaldehit ile oluşturduğu ürünler ise vitisin B adını almış ve ilk kez Port şaraplarında tanımlanmıştır (Bakker ve Timberlake 1997).

Fermantasyon sırasında maya metabolizmasının ürünlerinden biri olan pirüvik asitin malvidin-3-glikozit ile oluşturduğu bileşiğe ise vitisin A adı verilmiş ve ilk kez fortifiye kırmızı şaraplarda saptanmıştır (Bakker ve Timberlake 1997). Vitisin A, malvidin-3-glikozit veya etil bağılı bileşikler ile kıyaslandığında daha kararlı bileşik olup oksidasyona da dirençlidir (Morata vd. 2003). Vitisin A ve ilişkili bileşiklerin oluşumu, serbest monoglikozitler ve pirüvik asitin varlığına bağılıdır. Ayrıca O<sub>2</sub> veya reaktif O<sub>2</sub> türleri de siklokatalma reaksiyonlarının içerdiği oksidasyon basamağından dolayı



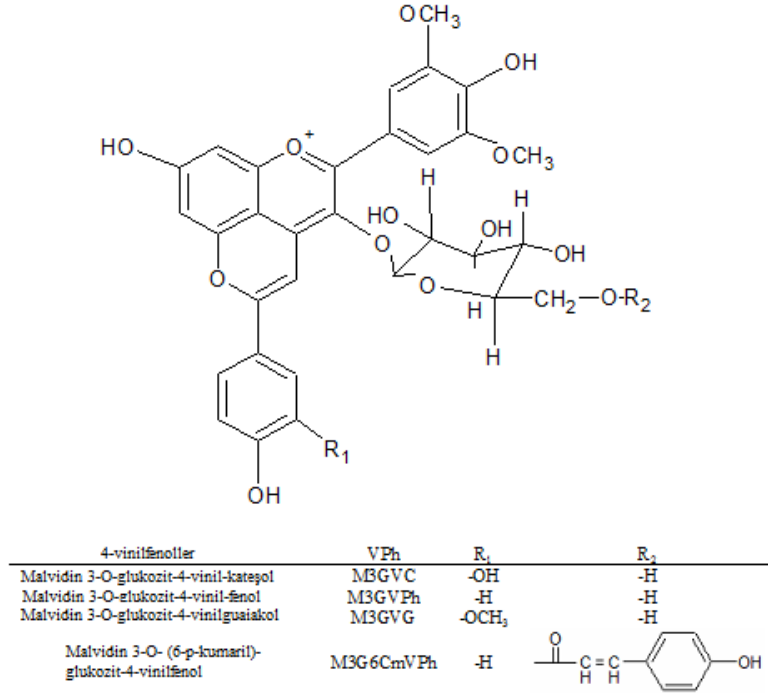
gereklidir. Dolayısıyla, MOX tekniği, oksijen sağlayarak vitisin tip bileşiklerin oluşumunu artırmaktadır. Ayrıca, ahşaptan geçen ellajitanenler gibi bazı şarap bileşikleri oksijeni reaktif oksijen türlerine çevirebilir ve A tip vitisinlerin oluşumunu destekleyebilir (Cejudo-Bastante vd. 2011b).

Antosiyaninlerin vinil türevleri ile reaksiyonu sonucu oluşan antosiyaninlerin diğer bir grubu ise hidroksifenil-piranoantosiyaninlerdir. Şarap örneklerinde malvidin-3-glikozit-4-vinilfenol, Pinotin A (malvidin-3-glikozit-4-vinilkateşol) ve malvidin-3-glikozit-4-vinilguaiakol bileşikleri saptanmıştır. Şarapta vinil türevlerinin oluşumu fenolik asitlerin maya enzimleri ile dekarboksilasyonuna bağlıdır (Monagas vd. 2003). Bununla beraber, Pinotin A enzimatik dekarboksilasyona ihtiyaç duymadan, kafeik asit ve malvidin-3-glikozit'in doğrudan bağlanması ile de oluşabilmektedir (Schwartz ve Winterhalter 2004, Cano-Lopez vd. 2008).

4-vinilfenol ve 4-vinil guaiakol şaraptaki istenmeyen aromalarla ilişkili uçucu fenollerdir. Maya meyabolizması sırasında p-kumarik asit ve ferulik asitin dekarboksilasyonu ile oluşmaktadırlar (Chantonnet vd. 1993). Antosiyanin-vinilfenol bileşiği, 4-vinilfenol molekülünün antosiyaninin C<sub>4</sub> ve C<sub>5</sub> pozisyonunda etil bağı ile siklokatalizasyon reaksiyonu ile oluşur. Şarap pH'ında oluşan antosiyanin-vinilfenol bileşikleri SO<sub>2</sub> ağarmasına karşı çok daha dayanıklıdır. Bu durum, kırmızı şarabın yıllandırılması süresince kırmızı rengin esmer kahve rene dönüşümüne neden olan değişimleri kısmen açıklayabilmektedir. Bu pigmentlerin oluşumu ayrıca kırmızı şaraptaki uçucu fenollerin miktarını da azaltmaktadır. Vinilfenol türevleri gibi antosiyanin-vinilflavanol bileşikleri de kırmızı-turuncu renk gösterir ve etil bağlı pigmentlere kıyasla pH değişimlerine ve SO<sub>2</sub> ağarmasına karşı daha dayanıklıdır (Vivar-Quintana vd. 2002).

Yıllanmış Port şaraplarında yapılan bir çalışmada, vinil köprüsü ile bağlı piranoantosiyanin-flavanol pigmentleri elde edilmiştir. Mavi renkli bu pigmentlerin, antosiyanin-pirüvik asit bileşikleri ve vinilflavanol türevlerinin reaksiyonu ile oluştuğu saptanmıştır. Port şaraplarında saptanan mavi renkli daha kompleks piranoantosiyaninler olan flavanilpiranoantosiyaninler ise vinilflavanoller ve

antosiyeninlerin reaksiyonu ile oluşmaktadır (Mateus vd. 2003). Asetaldehit dışında flavanoid bileşiklerle reaksiyona giren bileşikler arasında furfural, hidroksimetilfurfural, şiringaldehit, glikosiklik asit, gliseraldehit ve dihidroksibenzaldehit sayılmaktadır (Schmidtke vd. 2011).



Şekil 2.13 Piranoantosiyenin-vinilfenol bileşiklerinin kimyasal yapısı (Morata vd. 2007)

## 2.5 Mikrooksijenasyon Uygulamasının Şarap Kalitesi Üzerine Etkisi

Meşe fiçıda olgunlaştırma günümüzde kaliteli şarap üretiminde sıklıkla uygulanmaktadır. Mikrooksijenasyon uygulaması aslında, bazı fenol bileşenlerin yapısını olumlu etkileyerek şarabın meşe fiçi olmaksızın tankta da kontrollü gelişimini sağlayan alternatif bir yöntemdir (Parish vd. 2000, Rayne vd. 2011 ). Bu süreçte meşe fiçının gözeneklerinden düşük miktarda oksijenin şaraba teması sonucunda şarabın renk, tat, aroma gibi duyuşal özelliklerinde gelişme sağlanmaktadır. Bununla beraber, şarabın meşe fiçıda yıllandırılması pahalı, zahmetli ve uzun zaman alan bir uygulamayken, mikrooksijenasyon uygulaması bu sürece kontrol katmaktadır. Meşe fiçının kullanım süresinin uzamasıyla, bazı durumlarda *Brettanomyces* gibi istenmeyen mikroorganizmaların ürettikleri etilfenol bileşiklerinin şarapta hastane/ahır kokusuna

neden olması ile duyusal olarak şarabı olumsuz etkilemesi (Suarez vd. 2007) ve fıçı eskidikçe ahşabın gözenekleri şarap tortuları ile tıkanığından oksijen geçişinin azalması gibi olumsuzluklar söz konusudur (Gomez-Plaza ve Cano-Lopez 2011).

Mikrooksijenasyon uygulamasında saf oksijen paslanmaz çelik tankın tabanına yakın yerleştirilen mikron gözenekli seramik dağıtıcı vasıtasıyla küçük baloncuklar şeklinde şarap içine verilir (Parish vd. 2000). Bu uygulamada şaraba verilen O<sub>2</sub>'nin akış hızı tankın üst kısmında toplanmasını önlemek amacıyla şarap tarafından tüketilebilecek O<sub>2</sub> miktarından daha yavaş oranda olmalıdır. Bu yöntem, geleneksel şarap üretiminde uygulanan aktarma, karıştırma gibi prosesler sırasında şarabın aldığı kontrolsüz oksijene karşı da bir alternatiftir. Zira, klasik uygulamadaki kontrolsüz O<sub>2</sub>, şarapta; yüksek burukluk, fenol oksidasyonu, istenmeyen mikrobiyal aktivite gibi olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Dolayısıyla şarap üretiminde oksijenasyon oranı ve ilave edilen toplam O<sub>2</sub> miktarı çok önemlidir ve şaraptaki serbest SO<sub>2</sub> miktarına, antosiyanin-tanen konsantrasyonlarına ve şarabın O<sub>2</sub>'ni tüketme yeteneğine bağlı olarak kontrollü olmak zorundadır. Bu durumda mikrooksijenasyonun temel amacı; şarap okside olmadan fenolik bileşenlerin oksijeni tüketmesi ve böylelikle şarabın duyusal özelliklerinde gelişme sağlanmasıdır. Bu durumda şaraba verilecek oksijen düzeyi, her bir çeşitten üretilen şarap için farklı olup genellikle şarabın fenolik kompozisyonuna bağlıdır. Ayrıca, aynı çeşit bile olsa uygulanan proses yöntemi de fenolik kompozisyonu etkilediğinden mikrooksijenasyon düzeyini etkiler. Genellikle, uygulamada pratik olarak profesyonel tadımcılar tarafından tadım yapılarak karar verilmektedir. Ancak, bu durumda verilecek oksijen miktarının mutlaka bilimsel verilerle desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca, uygulamanın her bir çeşit şarap için hangi aşamalarda hangi düzeyde yapılacağı da geniş bir araştırma konusudur.

Mikrooksijenasyon uygulaması bazı durumlarda meşe fıçı kullanımına alternatif bir yöntem olmayıp, tamamlayıcı bir yöntem olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bazı buruk ve bitkisel karakter gösteren şaraplar, bu olumsuz özelliklerini meşe fıçıda uzun süren yıllandırma sonrasında bile sürdürmektedirler. Böyle durumlarda, meşede yıllandırma öncesi MOX uygulanması, bu olumsuz özelliklerin azaltılmasına yardımcı olacaktır (Del-Carmen Llaudy vd. 2006). Ayrıca, mikrooksijenasyon ile kontrollü oksidasyon,

kondenzasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarına bağılı olarak şarapta renk stabilitesi ve yoğunluğunun artışı, tanenlerin yumuşatılması da fıçı olgunlaştırması sırasında ve sonrasında yapılan uygulamalarla desteklenebilmektedir (Parish vd. 2000, Perez-Magarino vd. 2007).

Mikrooksijenasyon tekniğı yukarıda da açıklandığı gibi, fermantasyondan şişelemeye kadar şarap yapımının herhangi bir aşamasında uygulanabilmektedir. Literatür verileri incelendiğinde, mikrooksijenasyon tekniğinin alkol fermantasyonunun sonunda, malolaktik fermantasyonun başlangıcında, malolaktik fermantasyon sonunda, meşe fıçıda yıllandırma öncesinde, olgunlaştırma ve yıllandırma süresince uygulanabildiğı görülmektedir. Ancak, yaygın uygulama, alkol fermantasyonu sonunda ve MLF öncesinde yapılmaktadır ve bu tip uygulamalarda şarap kalitesinin özellikle renk stabilizasyonu ve damak tadı açısından geliştiğı birçok araştırmacı tarafından saptanmıştır (Atanasova vd. 2002, Perez-Magarino vd. 2007, Kovacevic-Ganic vd. 2008, Hernandez-Orte vd. 2009, Rayne vd. 2011). Bu uygulamada monomerik antosiyaninlerin kararsız yapıda olmaları, şarapta gerçekleşen reaksiyonlar açısından önemlidir. Malolaktik fermantasyon ve kükürtlemeden sonra reaksiyonlar yavaşlamakta ve ilave edilen SO<sub>2</sub>, asetaldehiti ve oksijeni bağlamaktadır (Paul 2002). Diğer yandan malolaktik fermantasyon sürecinde *Lactobacillus* ve *Oenococcus* bakterilerinin asetaldehiti metabolize etmeleri nedeniyle bu aşamada mikrooksijenasyon uygulaması anlamını yitirebilir (Osborne vd. 2000).

Mikrooksijenasyon süresince bazı parametreler dikkatle izlenmelidir. Bunlar arasında şarap içinde çözülmüş O<sub>2</sub> miktarı başta gelmektedir. İşlem süresince şarabın başlıca fenolik kompozisyonuna bağılı olarak belirlenen O<sub>2</sub> miktarı sabit olmalı, çözülmüş O<sub>2</sub> miktarında artış olmamalıdır. Ayrıca oksijenin şaraba hızlı verilmesinin oksidasyon ve esmerleşmeye neden olmasından dolayı akış hızı doğru belirlenmelidir. Diğer yandan, şarabın serbest SO<sub>2</sub> içeriğı de izlenmesi gereken diğer önemli parametredir. Bu süreçte serbest SO<sub>2</sub> miktarında önemli derecede azalma olmamalıdır. Mikrooksijenasyon uygulamasında ideal sıcaklık 14-17°C'dir. Sıcaklık yükseldikçe oksijen çözünlüğünde azalma, düştükçe oksijenin tank yüzeyinde toplanması ve istenen kimyasal reaksiyonların bazılarının çok yavaş gerçekleşmesi gibi olumsuzluklar oluşabilmektedir.

Genellikle, başarılı bir MOX uygulaması için şarapların 200 NTU ideal olarak 100 NTU'nun altında bulanıklık içermesi tercih edilmektedir (Paul 2002). Mikrooksijenasyon süresince asetaldehit düzeyinin izlenmesi, uygulamanın bitiş zamanını belirlemek açısından pratik bir yöntemdir (Carlton vd. 2007).

Son yıllarda, şarap üretiminde mikrooksijenasyon uygulanması ile şarapta beklenen sonuçları araştıran bazı çalışmalar mevcuttur. Ancak, büyük çaplı deneysel düzenekler kurulması gereğinden dolayı henüz yeterli sayıda çalışma elde edilememiştir. Bu düzeneklerin kurulmasında en basit olarak O<sub>2</sub> baloncuklarının şarapta düzgün şekilde dağılımını sağlamak için yüksekliği 2.2 m olan tanklara gereksinim vardır (Parish vd. 2000). Yapılan çalışmaların çoğunda MOX tekniğinin şarabın fenolik kompozisyonu ve rengi üzerine etkisi incelenmektedir. Diğer bir kısım çalışmada ise MOX ile şarapların aromatik ve uçucu bileşik kompozisyonundaki, antioksidan kapasitesindeki, mikrobiyal içeriğindeki değişiklikler, çözülmüş O<sub>2</sub> konsantrasyonunun takibi ve meşe fiçıda yıllandırmanın yerine kullanılıp kullanılmayacağı incelenmiştir.

Kovacevic-Ganic vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, Plavac Mali şarabının fenolik kompozisyonu ve rengi üzerine MLF öncesi uygulanan MOX tekniğinin etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, MOX uygulamasının şarapların antosiyanin kompozisyonunu değiştirdiğini, MOX uygulanmış şarapta monomerik antosiyaninlerin miktarı azalırken, polimerik antosiyaninlerin miktarının arttığını göstermiştir. MOX uygulanan ve kontrol şarapları arasında renk özelliklerinde de farklılıklar gözlenmiştir.

Araştırmada; Mencia, Tinta de Toro, Tinta del Pais, Tempranillo üzümlerinden elde edilen dört çeşit kırmızı şarap kullanılmış ve şarapların bir kısmına MLF öncesi MOX uygulanırken, diğer kısmı ise MOX uygulanmadan şaraplar paslanmaz çelik tanklarda bekletilmiştir. Bu uygulamanın, şarapların renk stabilizasyonu ve fenolik kompozisyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Mikrooksijenasyon uygulamasının şarapların fenolik içeriğini biraz düşürdüğü ancak renk tonu değerlerinde belirgin bir artış göstermeden renk stabilizasyonu sağladığı saptanmıştır. Bundan dolayı, yavaş ve kontrollü şekilde düşük miktarda O<sub>2</sub> ilavesinin, kırmızı şaraplarda MLF sonrası gerçekleşen renk düşüşünü kısmen önleyebildiği sonucuna varılmıştır (Perez-Magarino vd. 2007).

Rayne vd. (2011) araştırmalarında birkaç ay meşe fiçıda yıllandırılan Merlot ve Cabernet Sauvignon şaraplarına MOX uygulamışlar ve şarapların 6 aylık süre boyunca renk özelliklerindeki değişimi izlemişlerdir. Kontrol şaraplarına kıyasla MOX uygulanmış şaraplarda renk yoğunluğunda artış (sırasıyla %35 ve %7), SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı türevlere bağlı yüksek renk (%40 ve %45) ve yüksek şarap yaşı (%10 ve %35) saptanmıştır. Merlot şaraplarında sarı tonda azalma (%3), Cabernet Sauvignon şaraplarında ise hem sarı (%3) hem mavi tonda (%6) artış saptanmıştır.

Olgunlařma aşaması süresince kırmızı şaraba O<sub>2</sub> ilavesinin yapıldığı bir çalışmada, toplam fenolik bileşiklerin azaldığı, kırmızı polimerik pigmentlerin artışı ile şarap renginin stabil hale geldiği saptanmıştır. Her 30 günde bir O<sub>2</sub> ilavesi, kırmızı şarap rengini önemli düzeyde artırmış, böylece O<sub>2</sub>'nin yıllandırma süresince kırmızı şarapları geliştirdiği doğrulanmıştır. Bu olumlu etkiye rağmen, aşırı O<sub>2</sub>'nin şarabın antioksidan içeriği üzerine etkili olduğu bilinen bazı monomer ve oligomerik fenolik bileşiklerin miktarını önemli düzeyde dūřürerek şarap kalitesi üzerine zararlı sonuçları olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla, kırmızı şarabın olgunlaştırılması süresince O<sub>2</sub> özünürlüęünün dikkatlice takibi önemlidir (Castellari vd. 2000).

Meşe fiçıda yıllandırma öncesi uygulanan mikrooksijenasyon tekniğinin buruk kırmızı şarapların fenolik kompozisyonu, burukluğu ve rengi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, şaraplarda kırmızı renk yoğunluğunda hafif azalma, birleşik, serbest antosiyaninler ve etil bağlı antosiyanin-flavanol pigmentlerinde önemli oranda artış saptanmıştır. Meşede yıllandırma öncesi MOX uygulaması, toplam proantosiyanidin konsantrasyonunu etkilememiş, ancak ortalama proantosiyanidin polimerizasyonunun derecesinde hafif bir artış ve buruklukta ciddi oranda azalma sağlamıştır. Bu şaraplarda ayrıca ahşap aromasının etkisi açıkça görülmüştür (Del-Carmen Llaudy vd. 2006).

Meře fiçıda yıllandırma öncesi uygulanan mikrooksijenasyon süresince, şarapların fenolik kompozisyonu özellikle de antosiyaninler, renk, burukluk ve tanenlerdeki gelişimi üzerine yapılan başka bir çalışmada ise yıllandırma sırasında şarap gelişiminin fiı tipine bağlı olduğu dūřünülererek, şaraplar farklı tipte meře fiçıda yıllandırılmıştır. Tempranillo şaraplarının bir kısmına MLF öncesi mikrooksijenasyon uygulanmış, diğer

kısmı ise kontrol olarak belirlenmiş ve 12 ay boyunca Amerikan, Fransız ve İspanyol meşelerde yıllandırılmış ve bu süreçte şarap gelişimi izlenmiştir. İki ardışık yılın örnekleri üzerinde yapılan çalışmanın sonuçları, tüm şarapların benzer şekilde geliştiğini, dolayısıyla MOX uygulamasının yıllandırmanın tipik özellikleri üzerine etkili olmadığını göstermiştir. Mikrooksijenasyon uygulanmış olsun olmasın şaraplarda meşe tipine bağlı olarak hafif değişimler tespit edilmiş, ortaya çıkan bu değişimlerin her bir meşe tipindeki yapı, gözenek, yoğunluk, kompozisyon gibi farklılıklarla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (Sanchez-Iglesias vd. 2009).

Gonzalez-del-Pozo vd. (2010) çalışmasında, Cabernet Sauvignon şarabına MLF öncesi (15 mg O<sub>2</sub>/L-3 hafta) ve MLF sonrası (6 mg O<sub>2</sub>/L-3 ay) oksijenasyon uygulanmış ve daha sonra şaraplar meşede ve/veya şışede 20 ay yıllandırılmıştır. Böylece, MLF öncesi ve MLF sonrası uygulanan mikrooksijenasyon tekniğinin, Cabernet Sauvignon şaraplarının renk özellikleri ve antosiyanin kompozisyonu üzerine kısa ve uzun süreli etkisi saptanmıştır. Şarapların çözünmüş O<sub>2</sub> konsantrasyonu, asetaldehit içeriği, antosiyanin kompozisyonu ve kromatik özellikleri ile ilgili çeşitli parametreler 113 hafta boyunca izlenmiştir. Uygulanan O<sub>2</sub>, antosiyaninlerin parçalanma ve dönüşüm reaksiyonlarının kinetiğini önemli oranda artırmış ve şaraplarda SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı daha yoğun renk elde edilmiştir. Bu olumlu sonuçlar, uzun süreli uygulamalarda da elde edilmiş ve MOX uygulaması ve kontrol şarapları arasındaki farklılıklar yıllandırmanın 20. ayından sonra sabit kalmıştır.

Cencibel kırmızı şaraplarında yapılan bir çalışmada ise 5 ay depolamanın sonunda ve MLF öncesinde uygulanan mikrooksijenasyon tekniğinin etkileri değerlendirilmiş özellikle, şarapların renk özellikleri, kırmızı şarap rengine ilişkin fenolik bileşikler, uçucu kompozisyon ve duyu özellikleri incelenmiş; malvidin-3-glikozit-etil-flavan-3-ol bileşikleri ve piranoantosiyaninlerin (B tip vitisinler) konsantrasyonunda saptanan artışın kırmızı şarabın renk stabilizasyonu ile yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. Mikrooksijenasyon ve depolama tekniklerinin birlikte kullanımı ile kırmızı şarapların renk stabilitesi, aroma ve duyu kalitesinin geliştiği; MOX uygulanmış şaraplarda, baharat ve meyankökü özelliklerinin arttığı, erik, frenküzümü gibi yeni aromaların

ortaya çıktığı ve bitkisel aromada önemli ölçüde azalma olduğu saptanmıştır (Cejudo-Bastante vd. 2011a).

Başka bir çalışmada, Cabernet Sauvignon ve Tannat üzümlerinden oluşan kırmızı şaraba alkol fermantasyonu sonunda 5 ml/L dozunda O<sub>2</sub> verilmesinin, şarabın rengi ve fenolik kompozisyonu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, kontrol ve oksijen uygulanmış şaraplar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, piranoantosiyenin, etil bağlı bileşikler ve türemiş pigmentlerin konsantrasyonunda depolama süresi ve oksidasyonla birlikte önemli derecede artışa bağlı olarak renk özelliklerinde değişiklikler saptanmıştır. Şarapların kütle spektrometrik analizleri asetaldehit içeren reaksiyonların işaretleri olan bileşiklerin oluşumunu göstermiştir. Şaraplarda iki tip reaksiyon gerçekleştiği saptanmıştır. İlki, aldehit kondenzasyon reaksiyonları, ikincisi ise asetaldehit aracılığıyla antosiyeninler ve flavanoller arasında gerçekleşen siklokatalma reaksiyonları ile tanen-piranoantosiyeninlerin oluşma reaksiyonlarıdır. Bu reaksiyonlarla oluşan trimerik yapıların şaraptaki varlığı, proantosiyeninlerin flavanol monomerleri gibi aynı yoldan asetaldehit ile reaksiyona girdiğini doğrulamaktadır (Atanasova vd. 2002).

Çalışmada, ardarda 2 yılın hasatından elde edilen tek çeşit genç kırmızı şarapların duyusal özellikleri üzerine mikrooksijenasyon uygulamasının etkileri değerlendirilmiş ve 4 farklı üzüm çeşidinden kısmi endüstriyel ölçekte şarap üretilmiştir. Mikrooksijenasyon, alkol fermantasyonu ile MLF arasında her bir çeşit şarabın özelliklerine göre miktarı ayarlanarak uygulanmıştır. Tekniğin etkilerini değerlendirmek amacıyla tanımlayıcı duyusal analizler gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar, şarap çeşidinden bağımsız olarak MOX'un şarap rengini stabilize ettiğini, mavi veya mor tonların yanısıra renk yoğunluğunda artış sağladığını, bitkisel, vejetal, redüktif veya sülfid tatları azalttığını ancak meyvemsi tadı artırdığını, burukluk üzerine yapısal etkisi olduğunu göstermiştir. Oksijen yoğunluğunun etkisi çeşit ve yıl faktörlerine bağlı olmak üzere şaraplar arasında değişmektedir (Gonzalez-Sanjose vd. 2008).

Çeşitli ticari Güney Afrika kırmızı şaraplarının kompozisyonu ve kalitesi üzerine MLF sonrası uygulanan mikrooksijenasyonun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bazı



şaraplarda mikooksijenasyon uygulaması polimerik pigmentlerin oluşumuna bağlı olarak renkte gerçekleşen değişim ile renk yoğunluğunda artışa sebep olmuştur. Bu artış, ayrıca SO<sub>2</sub>'nin ağarma etkisine daha dayanıklı kırmızı renk oluşumuna neden olmuştur. Mikooksijenasyon uygulanan eski kırmızı şaraplarda toplam kırmızı pigmentlerin en yüksek çıkmasına rağmen MOX'un eski şaraplara kıyasla genç şarapların renk yoğunluğunu artırmada daha etkili olduğu görülmüştür. Mikooksijenize edilmiş ve fiçıda olgunlaştırılmış şaraplarda düşük kateşin ve prosiyanidin B1 konsantrasyonu ayrıca ilişkili olarak polimerik pigment ve polimerik fenollerde artış görülmüştür. Tadım panelistleri, MOX uygulanan genç kırmızı şarapları tercih etmiştir. Yıllanmış bir kırmızı şarapta uzamış MOX uygulaması *Brettanomyces* sayısında artışla paralel olarak çiftlik/ilaç kokularında artış görülmüş ve şarap geçkin yapı almıştır. Mikooksijenasyonun, genç kırmızı şarapların kalitesini artırmak amacıyla kullanılabilmesi ancak bu alanda daha detaylı çalışmaların gerektiği vurgulanmıştır (Du-Toit vd. 2006).

Cano-Lopez vd. (2010) çalışmasında, meşe fiçıda yıllandırmanın şarap rengi üzerine etkisinin mikooksijenasyon tekniği ile elde edilip edilemeyeceği araştırılmış, Monastrell kırmızı şarabına 3 ay boyunca MOX uygulanmış, diğer kısım şaraba ise 3 veya 6 ay boyunca meşe fiçıda olgunlaştırma uygulanmıştır. Belirlenen süre sonunda, MOX uygulanmış ve meşede olgunlaştırılmış şaraplar şişelenmiş ve 6 ay sonra analiz edilmişler, ayrıca şarapların renk özellikleri tüm süre zarfı boyunca paslanmaz çelik tanklarda saklanan kontrol şarapları ile kıyaslanmıştır. 3 ay süre zarfında MOX uygulanmış şaraplarda kontrol şaraplarına kıyasla düşük miktarda monomerik antosiyaninler ve yüksek konsantrasyonda vitisin bağlı pigmentler saptanmıştır. Meşe fiçıda olgunlaştırılmış şaraplarda MOX uygulanmış şaraplara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, MOX şarapları ve meşede olgunlaştırılmış şaraplarda, kontrol şaraplarına kıyasla yüksek renk yoğunluğu saptanmıştır. Bununla beraber, MOX uygulanmış ve meşede olgunlaştırılmış şaraplar arasında da şişede 6 ay sonunda farklılık belirmiş ve meşede olgunlaştırılmış şaraplarda daha stabil renk saptanmıştır. Bu durumun ellajitanenler ve ahşap kökenli aldehitler gibi meşeden ekstrakte edilen bileşiklerin olumlu etkisine bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Cano-Lopez vd. (2006) çalışmasında Monastrell şaraplarında düşük ve yüksek doz olmak üzere malolaktik fermantasyon öncesinde ve sonrasında uygulanan O<sub>2</sub> ile şarapların antosiyanin profili ve renk özellikleri incelenmiştir. Monastrell şaraplarına uygulanan ticari çapta mikrooksijenasyonun, yüksek düzeyde piranoantosiyaninler ve etil bağlı bileşiklerin oluşum reaksiyonlarını teşvik ettiği görülmüştür. Bu durum, ayrıca renk yoğunluğunda artış ile sonuçlanırken, yüksek dozda O<sub>2</sub> uygulanan şaraplarda en yüksek renk yoğunluğu saptanmıştır. Mikrooksijenasyon uygulanmış şaraplarda gelişen rengin, fiçıda yıllandırma ve şişeleme sonrası devamlılığının takibi açısından şarapların izlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Başka bir araştırmada, 2005 yılına ait üç farklı fenolik kompozisyona sahip Monastrell şaraplarına uygulanan mikrooksijenasyon tekniği ile şarapta yeni pigmentlerin oluşumu ve renk özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında farklı fenolik yapıdaki şarapların mikrooksijenasyondan farklı şekillerde etkilendiği görülmüştür. Genel olarak, başlangıç fenol içeriği yüksek olan şarapların MOX tekniğinden olumlu etkilenecek yeni oluşan antosiyanin türevli pigmentleri yüksek oranda içerdiği saptanmıştır. Bu yeni oluşan bileşikler şarap renk yoğunluğunu da önemli oranda artırmıştır. Düşük fenol içeriğine sahip şaraplar MOX'dan az oranda etkilenmiş ve tanen polimerizasyon derecesindeki değişim aşırı oksijenasyon riskini akla getirmiştir (Cano-Lopez vd. 2008).

Mikrooksijenasyon tekniğinin kullanıldığı başka bir çalışmada, Mencia ve Tinta de Toro şaraplarına alkol fermantasyonu sonunda malolaktik fermantasyon başlamadan önce MOX uygulanması ile şarapların uçucu bileşik kompozisyonlarındaki değişim iki yıl boyunca izlenmiştir. Mikrooksijenasyon tamamlandığında, şaraplar 12 ay boyunca Amerikan meşe fiçılarda yıllandırılmış ve aroma gelişimi değerlendirilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, MOX tekniğinin şaraplarda üzüm çeşidi ve alkol fermantasyonundan kaynaklanan uçucu bileşik kompozisyonunda önemli bir değişikliğe neden olmadığı, ancak meşeden ekstrakte edilen bazı uçucu bileşiklerin miktarında azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca şarapta analiz edilen bazı uçucu bileşiklerin miktarında üzüm çeşidi ve yılın etkisi olduğu görülmüştür. Bu durumun üzüm çeşitlerinin fenolik

kompozisyonlarındaki farklılıkla ilişkili olduğu ve O<sub>2</sub> dozunun şarapların başlangıç fenol içeriğine bağlı olarak belirlenmesi gerektiği önerilmiştir (Ortega-Heras vd. 2008).

De Beer vd. (2008) çalışmasında, Pinotage şaraplarına mikrooksijenasyon uygulamasının şarapların fenolik kompozisyonu, renk ve duyu kalitesi üzerine etkisi yanında antioksidan kapasitesindeki değişim de araştırılmıştır. Oksijenasyon, 2.5 ve 5.0 mg O<sub>2</sub>/L/ay şeklinde iki farklı dozda 0,2,4,6 ay süresince kesikli olarak uygulanmıştır. 2 ay süresince düşük dozda (2.5 mg O<sub>2</sub>/L/ay) O<sub>2</sub> uygulaması ile Pinotage şarabının renk ve duyu kalitesi üzerinde olumlu etkisi gözlenirken, yüksek O<sub>2</sub> dozu (5.0 mg O<sub>2</sub>/L/ay) ve uzun süre (6 ay) şarapların duyu kalitesi üzerinde önemli derecede zararlı olmuştur. Tüm doz-süre uygulamaların sonucunda şaraplarda gallik asit konsantrasyonunda artışa rağmen toplam antioksidan kapasitede azalma saptanmıştır.

Antioksidan profil üzerine yapılan başka bir çalışmada ise, malolaktik fermantasyon öncesinde kontrollü O<sub>2</sub> ilavesinin İspanyol kırmızı şarap çeşitlerinin (Tinta de Toro, Mencia, Tempranillo, Tinta del Pais) antioksidan kapasitesine etkisi incelenmiştir. Toplam antioksidan kapasite, serbest radikal süpürme aktivitesi ve oksidatif stres biyogöstergeleri saptanmıştır. Şarapların antioksidan kapasitesinin ve serbest radikal süpürme aktivitesinin mikrooksijenasyondan etkilenmediği saptanmıştır. Bununla beraber, düşük miktarda O<sub>2</sub> ilavesinin DNA hasarının korunmasında artışa, lipid peroksidasyon engelleme kapasitesinde azalmaya neden olduğu görülmüştür. Çeşitler açısından bakıldığında Tinta del Pais şarabının MOX tekniğinden en yüksek derecede etkilendiği gözlenmiştir (Rivero-Perez vd. 2008).

Geleneksel yöntemle meşe fıçıda şarap yıllandırma tekniğinin yüksek maliyet ve uzun süre uygulanması gibi dezavantajları nedeniyle birkaç yıldır meşe talaşı kullanımı gibi alternatif teknikler ile meşe fıçıda yıllandırılan şaraplara benzer duyu özellikler elde edilebilmektedir. Fıçıya alternatif olarak meşe talaşı, paslanmaz çelik tanklarda fermente edilen ve yıllandırılan şarapların özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılmıştır. Meşe talaşı, şaraba ahşap aroması verebilir. Meşe talaşından şaraba geçen aromatik bileşikler meşenin çeşidine, elde edildiği coğrafi bölgeye, yakma derecesine, talaş büyüklüğüne, talaş miktarına ve temas süresine bağlıdır. Şarap aromatik profili

düşünüldüğünde, meşe laktonları, vanilin ve bazı uçucu fenolikler, ahşaptan geçen başlıca bileşiklerdir. Ancak yine de fıçıda yıllandırma sırasında fıçının gözeneklerinden sağlanan düşük miktarda oksijenin fenolik bileşiklerin polimerizasyon reaksiyonlarını ve ahşap aroma bileşiklerinin gelişimini desteklemesi nedeniyle şaraba kattığı olumlu özellikler yakalanamamıştır. Bundan dolayı, kontrollü oksijen sağlayan MOX tekniğinin geliştirilmesi ile MOX ekipmanlarının paslanmaz çelik tanklarda yakılmış meşe talaşları ile kullanımı ile meşe fıçıda yıllandırma sonucunda elde edilen kompleks yapılı şarapların eldesinin mümkün olacağı düşünülmüştür (McCord 2003, Arfelli vd. 2011).

Mikrooksijenasyon ve meşe talaşı uygulaması son yıllarda sıklıkla çalışılmaktadır. Merlot şaraplarında MOX ve onu izleyen meşe talaşı uygulamasının fenolik maddeler, renk, uçucu kompozisyon ve duyuşal özellikler üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kırmızı pigmentlerin polimerizasyon derecesinde artış, kırmızı renk bileşenlerinde ve kopigmentasyon derecesinde azalma saptanmıştır. Monomerik antosiyaninler ve antosiyanin türevli pigmentlerin konsantrasyonları (hidroksifenil-piranoantosiyaninler ve antosiyanin-etil-flavan-3-ol bileşikleri) önemli oranda azalmıştır. Duyusal analiz sonuçlarında ise, MOX uygulaması, kırmızı meyveler ve baharat aromaları için yüksek puan sağlarken, fındık-ceviz ve tatlı meyve aromalarının oluşmasına neden olmuştur. Uygulanan teknik, tipik meşe talaşı (vanilya ve ahşap) aromalarının miktarını azaltmıştır (Cejudo-Bastante vd. 2011c).

Petit verdot kırmızı şarapları üzerine MLF öncesi uygulanan mikrooksijenasyon ve meşe talaşı uygulamasının etkisinin incelendiği çalışmada ise şarapta renk, fenolik bileşikler, uçucu bileşikler, duyuşal özellikler araştırılmıştır. Mikrooksijenasyon uygulaması, piranoantosiyaninler ve antosiyanin-etil-flavan-3-ol bileşikleri gibi renk ilişkili fenolik bileşiklerin yüksek miktarda oluşması ile kırmızı şarap renginin stabilizasyonunu geliştirmiş, meşe talaşı ilavesiyle kırmızı şarabın aroma kalitesi öjenol ve 4-vinil-guaiakol artışı ile artmıştır. MOX ile erik/frenküzümü ve baharat aromaları artmış, kontrol şaraplarında olmayan tütün ve fındık aromaları saptanmıştır. Bununla birlikte, tipik meşe talaşı aromaları (vanilya ve ahşap) MOX'lu şaraplarda daha düşük oranda saptanmıştır (Cejudo-Bastante vd. 2011b).

McCord (2003) çalışmasında, Cabernet Sauvignon şaraplarının yıllandırılması sırasında yakılmış meşe ürünlerinin tek başına veya mikooksijenasyon ile birlikte uygulandığında şarabın fenolik ve aromatik kompozisyonu üzerine etkisini araştırmış, mikooksijenasyon ve yakılmış meşe talaşlarının şekilleri arasında etkileşim saptanmıştır. Ayrıca, yakılmış meşe ilavesi, mikooksijenasyon uygulaması veya her ikisinin birlikte kullanımı ile monomerik antosiyaninlerde azalma, polimerik antosiyaninlerde artış saptanmış, iki parametrenin birbiri ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Perez-Magarino vd. (2009) çalışmasında, İspanyol kırmızı şarap çeşitlerinde (Mencia ve Tinta del Pais) dört farklı tipte meşe talaşı uygulaması ile malolaktik fermantasyon öncesinde düşük miktarda ve kontrollü O<sub>2</sub> ilavesinin birlikte uygulanması sonucunda kırmızı şarabın rengi ve fenolik kompozisyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında, üzüm çeşidi ve mikooksijenasyon tekniğinin kullanılan talaş tiplerine nazaran şarap fenolik kompozisyonu ve rengi üzerinde oldukça etkili olduğu ve talaş tipleri arasındaki farklılığın kırmızı şarapların renk özelliklerini geliştirmedeği saptanmıştır.

Shiraz şaraplarında yapılan bir çalışmada, 3 yılın bağ bozumundan elde edilen örneklerde MLF sonrasında uygulanan mikooksijenasyon ve meşe talaşı ile maserasyon tekniğinin birlikte kullanımı ile şarap kompozisyonu üzerine etkisi incelenmiş ve yıl faktörünün şarabın fenolik kompozisyonu üzerine etkisi en yüksek düzeyde bulunmuştur (Rudnitskaya vd. 2009).

Şarap gelişimini kontrol altında tutmak amacıyla, çözünmüş oksijen miktarı ve şarap kalite parametreleri izlenmelidir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada, kırmızı şaraplarda alternatif hızlandırılmış yıllandırma süresince çözünmüş oksijenin değişimi incelenmiştir. Şarap örnekleri paslanmaz çelik tanklarda ahşap parçaları ve düşük dozda mikooksijenasyon uygulaması ile işlem görmüştür. Hafif, orta ve yüksek düzeyde yakma işlemi uygulanmış Fransız meşesi kullanılmıştır. Fıçıda geleneksel yıllandırma prosesine alternatif olarak, kontrollü oksijen yani mikooksijenasyon uygulaması meşe talaşları ile birlikte kullanılmıştır (Nevares vd. 2009).

Tao vd. (2007) çalışmasında, Merlot şaraplarına depolama süresince mikrooksijenasyon (10 ml/L/ay -16 hafta) ve dört farklı konsantrasyonda (0, 50, 100, 200 mg/L) SO<sub>2</sub> uygulanmış ve O<sub>2</sub>'nin şarap polifenollerini ile etkileşiminde SO<sub>2</sub>'nin ılımlı etkisi olduğunu göstermiştir. Mikrooksijenasyon uygulanan kırmızı şaraba ilave edilen SO<sub>2</sub> düzeyi, polimerik pigment formundaki şarap rengini stabilize ederek ve şarap burukluğunu etkileyen tanen yapısını değiştirerek şarabın polifenol gelişimini etkilemektedir.

Sangiovese şarabında yıllandırma sonunda ve şişedede saklama süresince meşe talaşı, maya tortusu ve MOX tekniğinin tek veya kombine kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, bu tekniklerin şarabın fenolik kompozisyonu ve rengi üzerine etkisi incelenmiştir. Meşe talaşı kullanımının şarabın fenolik kompozisyonu üzerinde önemsiz değişimlere neden olduğu; MOX ve meşe talaşının birlikte kullanımı ile yıllandırma sonucunda şarap renginde artış; maya tortusu, meşe talaşı ve MOX'un kombine kullanımı ile diğer uygulamalara kıyasla kırmızı polimerik pigmentlerde artış ile şarap renginde artış saptanmıştır. Şişede saklama süresince farklı tekniklerin birlikte kullanımı ile de kırmızı-mavi polimerik pigmentlerin oluşumuna bağlı olarak daha stabil şarap rengi elde edilmiştir (Sartini vd. 2007).

Arfelli vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada; meşe talaşı, maya tortusu ve MOX kullanımının, şarap yıllandırma ve şişede saklama aşamalarındaki katkısının değerlendirilerek şarap aromatik kompozisyonu ve duyuşal profili üzerine etkisi araştırılmıştır. Kırmızı Sangiovese şarap örnekleri; meşe talaşı, maya tortusu ve MOX gibi üç farklı tekniğin tek başına veya kombine olarak kullanılması ile 3 ay boyunca yıllandırılmış ve sonrasında şarapların şişedeki gelişimleri 5 ay boyunca izlenmiştir. Seçilen uçucu bileşikler üzerindeki ana etkinin yıllandırmanın sonunda talaş ilavesine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan talaşlar, meşeden gelen vanilya ve yanık tat gibi aromatik bileşikler artırmıştır. Şişedeki şarap gelişimi sayılan yıllandırma tekniklerinden önemli oranda etkilenmiştir. Mikrooksijenasyonun talaş ve maya tortusu ile birlikte kullanımı burukluğu azaltmış, dengeyi ve vanilya algısını artırmıştır.

Canas vd. (2009) çalışmasında, Lourinha şarap brendilerinde ahşap fıçılarda geleneksel yıllandırma prosesine kıyasla paslanmaz çelik tankta ahşap parçaları ile yıllandırma, paslanmaz çelik tankta ahşap parçaları ve mikooksijenasyon (4.5 mg/L) ile yıllandırma gibi alternatif yıllandırma teknikleri kıyaslanmıştır. Toplam fenol içeriği, renk yoğunluğu ve duysal özellikler üzerine etkisi incelendiğinde, sonuçların yıllandırma tekniğine önemli derecede bağlı olduğu saptanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Çalışmada Doluca A.Ş.'ye ait farklı bağ bölgelerinden gelen, 2010 ve 2011 döneminde hasat edilen Elazığ bağlarından Öküzgözü, Denizli bağlarından Boğazkere ve Shiraz üzümleri kullanılmıştır. Hasat; 2010 yılı için Eylül ayında Öküzgözü için 115 ökselede, Boğazkere için 112 ökselede, Shiraz için 119 ökselede; 2011 yılı için Ekim ayında Öküzgözü için 96 ökselede, Boğazkere için 101 ökselede, Shiraz için 110 ökselede gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen üzümler 25 kg kapasiteli plastik kasalarla şaraba işlenmek üzere Doluca A.Ş. şarap üretim tesislerine taşınmıştır. Her bir çeşit için ortalama 30.000 kg üzüm şaraba işlenmiş ve üretilen şaraplara 20.000-30.000 L kapasiteli paslanmaz çelik fermantasyon kontrollü tanklarda mikrooksijenasyon uygulanmıştır. Şarap üretiminde starter kültür olarak 20 g /hL düzeyinde *Saccharomyces cerevisiae* (kuru aktif maya; Zymaflore RX60, Laffort; Zymaflore F83, Laffort; Lalvin ICV D 254, Lallemand) kullanılmış, fermantasyon sıcaklığı 20-23 °C arasında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2 Yöntem

##### 3.2.1 Şarap üretimi ve mikrooksijenasyon uygulaması

Üzümlerin şaraba işlenmesi Doluca A.Ş. Tekirdağ üretim tesislerinde belirli dönemlerde örnek alınarak gerçekleştirilmiştir. Alkol fermantasyonu tamamlandığında ve malolaktik fermantasyon başlamadan önce şarap homojen olarak iki adet paslanmaz çelik tanka alınmıştır. Bu tanklardan ilkinde mikrooksijenasyon uygulaması yapılırken, diğer tank ise kontrol tankı olarak kullanılmıştır. Mikrooksijenasyon tankı, şarap içerisinde oksijen dağılımını tam olarak gerçekleştirecek şekilde ve büyüklükte seçilmiştir. Mikrooksijenasyon ekipmanının (Oenodev, Fransa) seramik difüzeri tankın tabanından 0.25 m yükseklikte olacak şekilde yerleştirilmiş ve mikrooksijenasyon uygulanmıştır. Mikrooksijenasyon işlemi süresince; sıcaklık, bulanıklık, SO<sub>2</sub> gibi bazı



parametreler izlenmiştir. Uygun O<sub>2</sub> miktarı, şarabın buruk ve bitkisel tadına bağlı olarak tadımcı tarafından belirlenmiştir.

2010 yılında mikrooksijenasyon uygulanan şaraba ilave edilen toplam O<sub>2</sub> miktarı; Öküzgözü şarabı için 8 günde 9.7 ml O<sub>2</sub>/L; Boğazkere şarabı için 14 günde 10.7 ml O<sub>2</sub>/L; Shiraz şarabı için 7 günde 13.2 ml O<sub>2</sub>/L'dir.

2011 yılında mikrooksijenasyon uygulanan şaraba ilave edilen toplam O<sub>2</sub> miktarı; Öküzgözü şarabı için 4 günde 2.4 ml O<sub>2</sub>/L; Boğazkere şarabı için 6 günde 3.9 ml O<sub>2</sub>/L; Shiraz şarabı için 8 günde 11.1 ml O<sub>2</sub>/L'dir.

Mikrooksijenasyon uygulaması tamamlandığında malolaktik fermantasyon gerçekleştirilmiş, MLF tamamlandıktan sonra şarap aktarılmış, kükürlenmiş ve santrifüj edilmiştir. Mikrooksijenasyon uygulanan ve kontrol tanklarında üretilen şaraplarda; Alkol fermantasyonu sonu, MLF öncesi, MLF sonu, SO<sub>2</sub> sonu, Santrifüj ve aktarma sonu aşamalarında örnekler alınmış, kimyasal analizleri yapılmış örnekler -24 °C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### **3.2.2 Şarap analizleri**

#### **3.2.2.1 pH tayini**

Şarapların pH'sı Cyberscan marka pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Ough ve Amerine 1988).

#### **3.2.2.2 Yoğunluk tayini**

Yoğunluk 20 °C'de piknometre ile tayin edilmiştir (Ough ve Amerine 1988).

### **3.2.2.3 Alkol tayini**

Alkol miktarı damıtılarak elde edilen alkollü sıvıda piknometre ile belirlenmiş, hacim (% h/h) alkol olarak ifade edilmiştir (Ough ve Amerine 1988).

### **3.2.2.4 Toplam asit tayini**

10 ml şarap örneği pH 8.2 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre edilerek belirlenmiştir. Sonuçlar tartarik asit cinsinden g/L olarak verilmiştir (Ough ve Amerine 1988, Anonymous 1990).

### **3.2.2.5 Uçucu asit tayini**

Buharlı damıtma yöntemi uygulanmış, sonuçlar g/L olarak verilmiştir (Ough ve Amerine 1988).

### **3.2.2.6 SO<sub>2</sub> tayini**

Serbest ve toplam SO<sub>2</sub> tayinlerinde 25 ml şarap örneği, N/64'lük iyot çözeltisi ile titre edilmiştir (Aktan ve Kalkan 2000).

### **3.2.2.7 Renk yoğunluğu analizi**

Şarap örneklerinde renk spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Örneklerde seyreltim gerçekleştirildikten sonra 420, 520, 620 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Renk yoğunluğu,  $OY_{420}+OY_{520}+OY_{620}$  olarak ifade edilmiştir (Glories 1984).

### **3.2.2.8 Renk bileşimi analizi**

Şarap örneklerinde renk spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Örneklerde seyreltim gerçekleştirildikten sonra 420, 520, 620 nm dalga boyunda absorbans değerleri

okunmuştur.  $A_{420}$ ,  $A_{520}$ ,  $A_{620}$  ile sırasıyla sarı, kırmızı ve mavi rengin % miktarları saptanmıştır (Riberau-Gayon vd. 2000).

$$A_{420} = A_{420} / Cl \times 100$$

$$A_{520} = A_{520} / Cl \times 100$$

$$A_{620} = A_{620} / Cl \times 100$$

### **3.2.2.9 Renk tonu ve renk parlaklığı analizi**

Şarap örneklerinde renk spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Örneklerde seyreltim gerçekleştirildikten sonra 420, 520 ve 620 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuş ve aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır

$$\text{Renk tonu} = OY_{420}/OY_{520} \text{ (Glories 1984).}$$

$$\text{Renk Parlaklığı} = (1 - [(A_{420} + A_{620}) / (2 \times A_{520})]) \times 100 \text{ (Riberau-Gayon vd. 2000).}$$

### **3.2.2.10 SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi tayini (CDR<sub>SO2</sub>)**

Şarap örneklerinde SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi tayini spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. 2 ml şarap örneği üzerine, %10'luk potasyum metabisülfid çözeltisinden 160 µL eklenmiş ve 1cm ışık yoluna sahip küvet kullanılarak 520 nm'de absorbans okunmuştur (Levengood ve Boulton 2004).

### **3.2.2.11 Toplam fenolik bileşik tayini**

Şarap örneklerinin içermiş olduğu toplam fenolik bileşik miktarları Folin-Ciocalteu yöntemi ile spektrofotometrik olarak gallik asit eşdeğeri üzerinden (mg GAE/L) tayin edilmiştir (Singleton ve Rossi 1965).

### 3.2.2.12 Toplam antosiyanin tayini

Şarap örneklerinin içermiş olduğu toplam antosiyanin miktarları spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir (Guisti ve Wrolstad 2003). Şarap örnekleri potasyum klorür (KCl) tampon çözeltisi (pH=1.0) ve sodyum asetat ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) tampon çözeltisi (pH=4.5) ile seyreltilmiş, 30 dk. bekletildikten sonra spektrofotometrede absorbans değerleri okunmuştur. Her bir üzüm çeşidi için öncelikle maksimum absorbans değerleri saptanmıştır. Öküzgözü için 521 nm, Boğazkere için 522 nm, Shiraz için 519 nm olarak belirlenmiş ve absorbans okumaları ilgili dalga boylarında gerçekleştirilmiştir. Toplam antosiyanin miktarı, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

Toplam monomerik antosiyaninler (mg/L) =  $[(A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 1000)] / (\epsilon \times 1)$

$$A = (A_{\text{max}} - A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{\text{max}} - A_{700})_{\text{pH } 4.5}$$

$\epsilon$ , malvidin 3-glikozit'in molar absorptivitesi (28000), MW malvidin 3-glikozit molekül ağırlığı (493.5), ve D dilüsyon faktörü (100).

### 3.2.2.13 Bazı fenolik bileşiklerin dağılımı

Şaraplarda flavan-3-ol'lerden (+)-kateşin, (-)-epikateşin; fenolik asitlerden gallik asit, vanilik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, trans-hidroksisinamik asit ve flavonollerden kuarsetin kantitatif olarak HPLC ile belirlenmiştir. HPLC analizlerinde metot modifiye edilerek uygulanmıştır (Özkan ve Göktürk Baydar 2006).

#### 3.2.2.13.1 Standartların hazırlanması

(+)-Kateşin, (-)-epikateşin, gallik asit, vanilik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, trans-hidroksisinamik asit ve kuarsetin standartları "Sigma-Aldrich" firmasından sağlanmıştır. Her bir standart için beş farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanıp kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Standart kalibrasyon eğrilerinden saptanan denklemler kullanılarak fenolik bileşiklerin miktarları saptanmıştır.

Fenolik bileşik standartlarına ait alıkonma zamanı, maksimum absorbans, kalibrasyon aralığı,  $R^2$ , LOD ve LOQ değerleri çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Fenolik bileşik standartlarına ait alıkonma zamanı, maksimum absorbans, kalibrasyon aralığı,  $R^2$ , LOD ve LOQ değerleri

<b>Fenolik Bileşik Standartları</b>	<b>Alıkonma Zamanı (dakika)</b>	<b>Maksimum ABS (nm)</b>	<b>Kalibrasyon Aralığı</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>LOD (ug/ml)</b>	<b>LOQ (ug/ml)</b>
Gallik asit	9.45	280	0.1-100ppm	0.9981	0.385	1.155
(+)-Kateşin	22.35	280	0.1-100ppm	0.9981	0.312	0.936
Vanilik asit	28.44	280	0.01-10 ppm	0.9993	0.4455	1.3365
Kafeik Asit	30.05	320	0.1-100 ppm	0.9987	0.1575	0.4725
(-)-Epikateşin	32.38	280	1-100 ppm	0.9988	0.2835	0.8505
p-Kumarik asit	39.96	320	0.1-10 ppm	0.9998	0.1498	0.4494
Ferulik asit	42.56	320	0.01-10 ppm	0.9999	0.1785	0.5355
Trans-2-Hidroksisinamik asit	47.36	280	0.01-10 ppm	1.00	0.1398	0.4194
Kuersetin	61.53	360	0.01-10 ppm	0.9999	0.2152	0.6456

### 3.2.2.13.2 Örneklerin hazırlanması

Analizde kullanılan şarap örneklerinden 100 mL alınıp 0,45  $\mu$ m’lik (Millex-HV) membran filtreden süzölmüştür. Filtratlardan 50  $\mu$ L otosampler ile alınıp HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

### HPLC koşulları

Ekipman: Shimadzu

Degazör: DGU-20 A5 Prominence (gradient valf)

Pompa: 1C-20 AT Prominence

Kontrol Ünitesi: CBM-20A Prominence

Dedektör: SPD-M10AVP DAD

Otomatik Örnek Enjeksiyon Ünitesi: SIL-10AXL

Kolon Fırını: CTO-10A

Kolon: Intersil ODS-3 Ters Faz (5 µm-25x4.6 mm)

Çözücü A: Metanol

Çözücü B: %2 Asetik asit

HPLC saflığında su Merck (Almanya), Metanol G Chromasolv Sigma-Aldrich (Almanya), Asetik asit (%100) Sigma-Aldrich (Almanya)' den temin edilmiştir.

Çizelge 3.2 Fenolik bileşikler için HPLC gradient sistem çözücü akış konsantrasyonu

Süre (dk.)	A Çözelti % (h/h)	B Çözelti % (h/h)
0	0	100
3	5	95
18	20	80
25	20	80
30	25	75
35	30	70
40	40	60
55	50	50
65	60	40
67	0	100
68	0	100

### 3.2.2.14 Malvidin 3-glikozit dağılımı

Şaraplarda malvidin 3-glikozit kalitatif ve kantitatif olarak HPLC ile belirlenmiştir. HPLC analizlerinde OIV'in şaraplarda antosiyanin bileşikleri için uyguladığı metot modifiye edilerek kullanılmıştır (Anonymous 2003).

#### 3.2.2.14.1 Standardın hazırlanması

Malvidin 3-glikozit standardı Extrasynthese (Fransa) firmasından temin edilmiştir. Standart için beş farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanıp kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur.

Antosiyanin standardına ait alıkonma zamanı, maksimum absorbans, kalibrasyon aralığı,  $R^2$ , LOD ve LOQ değerleri çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Malvidin 3-glikozit standardına ait alıkonma zamanı, maksimum absorbans, kalibrasyon aralığı,  $R^2$ , LOD ve LOQ değerleri

Antosiyanin Standartı	Alıkonma Zamanı (dakika)	Maksimum ABS (nm)	Kalibrasyon Aralığı	$R^2$	LOD (ug/ml)	LOQ (ug/ml)
Malvidin 3-glikozit	20.13	520	10-500 ppm	0.9994	0.375	1.125

#### 3.2.2.14.2 Örneklerin hazırlanması

Analizde kullanılan şarap örneklerinden 100 mL alınıp 0,45  $\mu\text{m}$ 'lik (Millex-HV) membran filtreden süzölmüş, filtrattan 20  $\mu\text{L}$  alınıp HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

### HPLC koşulları

Ekipman: Shimadzu

Degazör: DGU-20 A5 Prominence (gradient valf)

Pompa: 1C-20 AT Prominence

Kontrol Ünitesi: CBM-20A Prominence

Dedektör: SPD-M10AVP DAD

Otomatik Örnek Enjeksiyon Ünitesi: SIL-10AXL

Kolon Fırını: CTO-10A

Kolon: Intersil ODS-3 Ters Faz (5 µm-250x4.6 mm)

Çözücü A: Su/Formik Asit/Asetonitril (87:10:3)

Çözücü B: Su/Formik Asit/Asetonitril (40:10:50)

HPLC saflığında su Merck (Almanya), formik asit Sigma-Aldrich (Almanya), asetonitril (%100) Sigma-Aldrich (Almanya)'den temin edilmiştir.

Çizelge 3.4 Malvidin 3-glikozit için HPLC gradient sistem çözücü akış konsantrasyonu

Süre(dk)	A Çözelti % (h/h)	B Çözelti % (h/h)
0	94	6
15	70	30
30	50	50
35	40	60
41	94	6

### **3.2.2.15 Toplam antioksidan kapasite tayini**

#### **3.2.2.15.1 DPPH yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini**

Şarap örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. 1/10 oranında metanol ile seyreltilmiş 100 µl şarap örneği 2.9 ml DPPH çözeltisi ile karıştırılmış ve 30 dk. beklendikten sonra spektrofotometrede 517



nm'de absorbans değeri ölçülmüştür. % inhibisyon sonuçları aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Nixdorf ve Hermosin-Gutierrez 2010).

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abs_{DPPH} - Abs_{\text{şarap}}) / Abs_{DPPH}] * 100$$

### **3.2.2.15.2 ABTS yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini**

Şarap örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi ABTS yöntemi ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. 1/50 oranında PBS ile seyreltilmiş şarap örneğinden farklı hacimlerde (10µl, 20µl, 30µl) alınarak 1 ml ABTS çözeltisi üzerine ilave edilmiş ve 0. ve 6 dk.da 714 nm' de absorbans değerleri ölçülmüştür (Re vd. 1999). Antioksidan kapasite miktarı troloks ile elde edilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak Trolox eşdeğeri cinsinden (TEAC) ifade edilmiştir.

### **3.2.2.16 Duyusal analiz**

Şarapların duyusal analizi 20 puan sistemine göre, 7 kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler şarapları başlıca dört kritere göre 20 tam puan üzerinden belirtilen sınırlar içinde değerlendirmişlerdir (Yavuzeser 1988, Anlı 2011). 20 puan sistemine ek olarak tanımlayıcı duyusal analiz uygulanmıştır. 7 kişilik panelist grubu, her bir şarap için 13 duyusal özellik değerlendirmiştir. Renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, sarı ton gibi renk özellikleri yanında burukluk, acılık, vejetal tat, redüktif tat, meyvemsi tat, okside tat, asidite, gövde gibi tat ve koku özellikleri ayrıca genel izlenim olmak üzere toplam 13 özellik için 1-7 arasında puanlama yapılmıştır. Değerlendirmede kullanılan notlandırma sisteminde; 1 puan çok kötü, 2 puan kötü, 3 puan sıradan, 4 puan uygun, 5 puan iyi, 6 puan çok iyi, 7 puan mükemmel anlamını taşımaktadır (Gonzalez-Sanjose vd. 2008).

### **3.2.2.17 İstatistiksel analiz**

2010 ve 2011 yılında üzerinde durulan analiz sonuçları bakımından elde edilen gözlemler tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği (Repeated Measures ANOVA) ile

değerlendirilmiştir. Çalışmada Çeşit faktörünün 1,2,3 olmak üzere üç seviyesi, uygulama faktörünün 1,2 olmak üzere iki seviyesi ve aşama faktörünün de 1,2,3,4,5 olmak üzere 5 seviyesi mevcuttur. Tekrarlanan ölçümler aşama faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir. Farklı grupların belirlenmesinde DUNCAN testi kullanılmıştır ( $p<0.05$ ). İstatistiksel analizler Statistica 7 paket programı ile yapılmıştır (Sheskin 2000).

Duyusal analizler bakımından elde edilen veriler 2010 ve 2011 yılında ayrı ayrı, her bir uygulamada çeşitler karşılaştırılırken Kruskal Wallis testi ile, her bir çeşitte uygulamalar karşılaştırılırken ise Mann Whitney testi ile analiz edilmiştir. Hesaplamalarda Minitab 15 paket programı kullanılmıştır (Sheskin 2000).

20 puan sisteminde bahsedilen Toplam özelliği bakımından elde edilen veriler 2010 ve 2011 yılı için ayrı ayrı faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. Denemede çeşit faktörünün 1,2,3 olmak üzere 3 seviyesi ve uygulama faktörünün de 1,2 olmak üzere 2 seviyesi bulunmaktadır. Farklı grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır ( $p<0.05$ ). Hesaplamalar Statistica 7 paket programında yapılmıştır (Sheskin 2000).

## 4. BULGULAR

### 4.1 Şarapların Genel Kimyasal Analizleri

Çizelge 4.1 ve 4.2’de 2010 ve 2011 yılları için Boğazkere şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları, çizelge 4.3 ve 4.4’de Öküzgözü şaraplarının 2010 ve 2011 yılları için genel kimyasal analiz sonuçları, çizelge 4.5 ve 4.6’da Shiraz şaraplarının 2010 ve 2011 yılları genel kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.1 Boğazkere şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU ŞARAP	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
pH	3.60±0.005	3.73±0.015	3.74±0.015
TOPLAM ASİT(g/L)***	8.00±0.050	5.10±0.150	5.10±0.020
ALKOL (%h/h)	14.10±0.000	14.11±0.000	14.10±0.000
UÇUCU ASİT(g/L)****	0.26±0.010	0.40±0.000	0.44±0.009
SERBEST SO <sub>2</sub> (mg/L)	<10.00	66.00±0.015	64.00±0.001
TOPLAM SO <sub>2</sub> (mg/L)	12.00±0.001	73.00±0.000	78.00±0.000
YOĞUNLUK(20/20°C)	0.9940±0.000	0.9942±0.000	0.9940±0.000

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Tartarik asit cinsinden \*\*\*\*Asetik asit cinsinden

Çizelge 4.2 Boğazkere şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU ŞARAP	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
pH	3.37±0.006	3.32±0.010	3.32±0.010
TOPLAM ASİT(g/L)***	7.50±0.010	6.00±0.000	6.00±0.000
ALKOL (%h/h)	12.70±0.000	12.70±0.000	12.70±0.000
UÇUCU ASİT(g/L)****	0.16±0.005	0.30±0.006	0.30±0.010
SERBEST SO <sub>2</sub> (mg/L)	<10.00	40.00±0.005	44.00±0.020
TOPLAM SO <sub>2</sub> (mg/L)	3.00±0.000	50.00±0.010	55.00±0.000
YOĞUNLUK(20/20°C)	0.9930±0.002	0.9927±0.001	0.9928±0.000

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap  
 \*\*\* Tartarik asit cinsinden \*\*\*\*Asetik asit cinsinden

Çizelge 4.3 Öküzgözü şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	ALKOL FERM. SONU ŞARAP	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
pH	3.51±0.020	3.52±0.026	3.53±0.025
TOPLAM ASİT(g/L)***	7.30±0.023	5.43±0.072	5.70±0.062
ALKOL (%h/h)	14.37±0.000	14.20±0.000	14.37±0.000
UÇUCU ASİT(g/L)****	0.25±0.002	0.49±0.005	0.45±0.003
SERBEST SO <sub>2</sub> (mg/L)	<10.00	46.00±0.000	44.00±0.000
TOPLAM SO <sub>2</sub> (mg/L)	21.00±0.005	81.00±0.010	78.00±0.025
YOĞUNLUK(20/20°C)	0.9944±0.000	0.9943±0.000	0.9945±0.000

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap  
 \*\*\* Tartarik asit cinsinden \*\*\*\*Asetik asit cinsinden

Çizelge 4.4 Öküzgözü şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	ALKOL FERM. SONU ŞARAP	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
pH	3.33±0.011	3.28±0.010	3.38±0.006
TOPLAM ASİT(g/L)***	7.53±0.046	5.94±0.017	6.42±0.060
ALKOL (%h/h)	12.10±0.000	12.10±0.000	12.10±0.000
UÇUCU ASİT(g/L)****	0.16±0.002	0.30±0.011	0.27±0.006
SERBEST SO <sub>2</sub> (mg/L)	<10.00	45.00±0.010	38.00±0.001
TOPLAM SO <sub>2</sub> (mg/L)	3.00±0.000	74.00±0.010	64.00±0.001
YOĞUNLUK(20/20°C)	0.9922±0.001	0.9920±0.000	0.9922±0.001

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap  
\*\*\* Tartarik asit cinsinden \*\*\*\*Asetik asit cinsinden

Çizelge 4.5 Shiraz şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU ŞARAP	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
pH	3.67±0.025	3.74±0.020	3.74±0.036
TOPLAM ASİT(g/L)***	7.80±0.030	5.55±0.036	5.61±0.113
ALKOL (%h/h)	14.96±0.000	14.90±0.000	14.96±0.000
UÇUCU ASİT(g/L)****	0.22±0.004	0.45±0.009	0.39±0.003
SERBEST SO <sub>2</sub> (mg/L)	<10.00	56.00±0.000	55.00±0.010
TOPLAM SO <sub>2</sub> (mg/L)	23.00±0.010	91.00±0.010	80.00±0.000
YOĞUNLUK(20/20°C)	0.9947±0.002	0.9947±0.000	0.9947±0.000

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap  
\*\*\* Tartarik asit cinsinden \*\*\*\*Asetik asit cinsinden

Çizelge 4.6 Shiraz şaraplarının genel kimyasal analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU ŞARAP	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
pH	3.46±0.010	3.53±0.011	3.48±0.011
TOPLAM ASİT(g/L)***	8.75±0.025	7.21±0.020	6.58±0.025
ALKOL (%h/h)	13.74±0.020	13.76±0.078	13.62±0.061
UÇUCU ASİT(g/L)****	0.21±0.004	0.32±0.003	0.37±0.006
SERBEST SO <sub>2</sub> (mg/L)	<10.00	41.00±0.000	47.00±0.000
TOPLAM SO <sub>2</sub> (mg/L)	8.00±0.000	65.00±0.010	74.00±0.010
YOĞUNLUK(20/20°C)	0.9942±0.000	0.9937±0.001	0.9940±0.000

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Tartarik asit cinsinden \*\*\*\*Asetik asit cinsinden

Mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Çünkü, şarabın temel özelliklerini yansıtan bu analiz sonuçlarındaki değişimin takibiyle üretimde kullanılan oksijen miktarının kontrollü kullanılıp kullanılmadığı belirlenmektedir. Dolayısıyla aşırı veya yanlış miktarda ve sürede oksijen kullanımı ile şarapta meydana gelebilecek istenmeyen sonuçların önüne geçilmesi sağlanmaktadır.

Şarapta ölçülen parametreler arasında yer alan uçucu asitlik değeri, mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda izlenmesi gereken en önemli parametrelerin başında gelmektedir. Aşırı oksijen kullanımına bağlı olarak şarapta uçucu asit yükselebilir. Uçucu asitlikte görülebilecek artış, asetik asit bakterileri ve *Brettanomyces* gibi istenmeyen mikroorganizmaların olası gelişimi hakkında da bilgi vermektedir. Uçucu asitlik ölçümü gibi şarapta serbest ve toplam SO<sub>2</sub> ölçümü de şarap florasının kontrol altında tutulmasında etkili olması dolayısıyla önemlidir. Mikrooksijenasyonun SO<sub>2</sub> düzeyi üzerinde veya SO<sub>2</sub> düzeyinin mikrooksijenasyon üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu düşünülmemektedir. Ancak eğer çözünmüş oksijen miktarında artış olursa serbest SO<sub>2</sub>

düzeıyü düşmeıktedir. Sonuç olarak, mikrooksijenasyon uygulamasında SO<sub>2</sub> ve uçucu asitlik düzeıyinin izlenmesi önemlidir (Perez-Magarino vd. 2007).

Literatürde mikrooksijenasyon uygulanan şarapların genel analiz sonuçlarının incelendiği çalışmalar mevcuttur. Castellari vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada; şarapların etanol, toplam SO<sub>2</sub> ve pH değerleri ölçülmüş, mikrooksijenasyon uygulanan şarapların kontrol şarapları ile kıyaslandığında, mikrooksijenasyondan önemli derecede etkilenmediği gözlenmiştir.

Başka bir çalışmada; mikrooksijenasyonun pH ve toplam asitlik üzerindeki etkisi çok düşük bulunurken, şarapların uçucu asitlik düzeıyinin artmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, mikrooksijenasyon ile şarapların serbest ve toplam SO<sub>2</sub> düzeıyinde kısmi bir azalma saptanmıştır (Cano-Lopez vd. 2008).

Sanchez-Iglesias vd. (2009) alışmasında, MOX ve kontrol şaraplarında yapılan pH, toplam asitlik, serbest ve toplam SO<sub>2</sub>, alkol, uçucu asitlik gibi genel analiz sonuçlarının MOX ve kontrol şarapları için benzer olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler, mikrooksijenasyonun doğru uygulanması halinde bu parametrelerde değişikliğe neden olmadığını göstermiştir.

Mikrooksijenasyon uygulanmış Petit Verdot şaraplarında yapılan bir çalışmada; pH, uçucu asitlik, alkol, serbest ve toplam SO<sub>2</sub> değerleri incelenmiş; kontrol şaraplarının pH'sı 3.99, alkol değeri 12.8 düzeyindeyken MOX şaraplarının pH'sı 3.90, alkol değeri ise 12.6 saptanmıştır. Uçucu asitlik sonuçları ise MOX şarapları (0.42 g/L) ve kontrol şarapları (0.47 g/L) için 1.2 g/L sınırının altında bulunmuştur. Ayrıca, kontrol ve MOX şarapları için sırasıyla serbest SO<sub>2</sub> değerleri 32 ve 30 mg/L, toplam SO<sub>2</sub> değerleri ise 38 ve 35 mg/L saptanmıştır (Cejudo-Bastante vd. 2011b).

Benzer bir çalışmada da Merlot şaraplarında pH, alkol, uçucu asitlik, serbest ve toplam SO<sub>2</sub> değerleri analiz edilmiştir. şarapların alkol değerleri incelendiğinde, alkol fermantasyonunun doğru geliştiği, kontrol ve MOX şarapları için alkol değerinin 14.5 ve 14.3 olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, kontrol ve MOX şarapları için sırasıyla pH

değerleri 3.75 ve 3.65; serbest SO<sub>2</sub> değerleri 10 ve 13 ppm, toplam SO<sub>2</sub> değerleri ise 15 ve 17 ppm saptanmıştır. Bununla beraber, kontrol şaraplarında uçucu asitlik değeri (0.41 g/L) MOX' lu şaraplara (0.31 g/L) nazaran daha yüksek saptanmış ancak her iki değerinde sınırın (1.2 g/L) altında tespit edilmiştir (Cejudo-Bastante vd. 2011c).

Cano-Lopez vd. (2006) çalışmasında, kontrol şaraplarında MOX uygulanmış şaraplara kıyasla PH' da artış ve toplam asitlikte azalma gözlenmiştir. Bununla birlikte, MOX'lu şaraplarda uçucu asitlikte veya asetaldehit oluşumunda artış gözlenmemiştir

Çalışmamızda incelenen Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının pH, toplam asit, alkol, uçucu asit, SO<sub>2</sub>, yoğunluk gibi genel analiz sonuçları değerlendirildiğinde, mikooksijenasyon uygulamasının şarapların genel özelliklerini etkilemediği, analiz sonuçlarının kontrol ve MOX şarapları için benzer olduğu görülmektedir.

2010 yılı verileri incelendiğinde; Boğazkere MOX ve kontrol şarabının pH değeri sırasıyla 3.73 ve 3.74, toplam asit değeri 5.10 ve 5.10 g/L, alkol değeri 14.11 ve 14.10 %, uçucu asitlik 0.40 ve 0.44 g/L, serbest SO<sub>2</sub> 66 ve 64 mg/L, toplam SO<sub>2</sub> 73.00 ve 78.00 mg/L, yoğunluk 0.9942 ve 0.9940 değerinde, 2011 yılı sonuçları ise; pH değeri sırasıyla 3.32 ve 3.32, toplam asit değeri 6.00 ve 6.00 g/L, alkol değeri 12.70 ve 12.70 %, uçucu asitlik 0.30 ve 0.30 g/L, serbest SO<sub>2</sub> 40.00 ve 44.00 mg/L, toplam SO<sub>2</sub> 50.00 ve 55.00 mg/L, yoğunluk 0.9927 ve 0.9928 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1-4.2).

2010 yılı Öküzgözü MOX ve kontrol şarabının verileri incelendiğinde; pH değeri sırasıyla 3.52 ve 3.53, toplam asit değeri 5.43 ve 5.70 g/L, alkol değeri 14.20 ve 14.37 %, uçucu asitlik 0.49 ve 0.45 g/L, serbest SO<sub>2</sub> 46.00 ve 44.00 mg/L, toplam SO<sub>2</sub> 81.00 ve 78.00 mg/L, yoğunluk 0.9943 ve 0.9945 değerinde, 2011 yılı sonuçları ise; pH değeri sırasıyla 3.28 ve 3.38, toplam asit değeri 5.94 ve 6.42 g/L, alkol değeri 12.10 ve 12.10 %, uçucu asitlik 0.30 ve 0.27 g/L, serbest SO<sub>2</sub> 45.00 ve 38.00 mg/L, toplam SO<sub>2</sub> 74.00 ve 64.00 mg/L, yoğunluk 0.9920 ve 0.9922 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3-4.4).

2010 yılı Shiraz MOX ve kontrol şarabının verileri incelendiğinde; pH değeri sırasıyla 3.74 ve 3.74, toplam asit değeri 5.55 ve 5.61 g/L, alkol değeri 14.90 ve 14.96 %, uçucu



asitlik 0.45 ve 0.39 g/L, serbest SO<sub>2</sub> 56.00 ve 55.00 mg/L, toplam SO<sub>2</sub> 91.00 ve 80.00, yoğunluk 0.9947 ve 0.9947, 2011 yılı sonuçları ise; pH değeri sırasıyla 3.53 ve 3.48, toplam asit değeri 7.21 ve 6.58 g/L, alkol değeri 13.76 ve 13.62 %, uçucu asitlik 0.32 ve 0.37 g/L, serbest SO<sub>2</sub> 41.00 ve 47.00 mg/L, toplam SO<sub>2</sub> 65.00 ve 74.00 mg/L, yoğunluk 0.9937 ve 0.9940 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5-4.6).

Görüldüğü üzere çoğu parametre sonuçları her iki grup şarapta da benzer düzeyde saptanmış, dolayısıyla genel analiz sonuçlarının mikrooksijenasyondan etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Uçucu asitlik sonuçları da ideal değerlerde saptanmış olup, sirkeleşme sınırının (1.2 g/L) altında tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, tüm şarap çeşitlerinde belirlenen oksijen doz ve süresinin şarapların genel kalitesi üzerine olumsuz etkisi olmadığını ve mikrooksijenasyon uygulamasının kontrollü gerçekleştirildiğini göstermektedir.

#### **4.2 Toplam Fenolik Madde Tayini**

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam fenolik madde değişimi üzerine etkisi çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	3460.91±13.887AaA	%0.00	3460.91±13.887AaA	%0.00
MLF Öncesi	3430.61±3.030AaA	%0.87	3379.09±13.887BbA	%2.36
MLF Sonu	3048.79±12.121BbA	%11.90	3351.82±9.091BaA	%3.15
SO <sub>2</sub> Sonu	2848.79±13.209CbA	%17.68	3248.79±18.433CaA	%6.12
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	2797.27±5.249DbA	%19.17	3070.00±9.091DaA	%11.29

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.8 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	3300.30±16.035AaB	%0.00	3300.30±16.035AaB	%0.00
MLF Öncesi	3251.82±13.887AaB	%1.47	3282.12±10.926AaB	%0.55
MLF Sonu	3224.54±10.497ABaB	%2.29	3191.21±3.030BaB	%3.30
SO <sub>2</sub> Sonu	3170.00±10.497BCaB	%3.95	3188.18±15.746BaB	%3.40
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	3109.39±10.926CaB	%5.78	3136.67±13.209BaB	%4.96

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Toplam fenolik madde açısından Boğazkere şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 3460.91 mg/L olan değer santrifüj ve aktarma sonunda 2797.27 mg/L'ye; kontrol şaraplarında ise 3460.91 mg/L'den 3070.00 mg/L'ye düşmüştür. Buna göre, toplam fenol içeriğindeki azalma MOX şarabında %19.17, kontrol şarabında %11.29 düzeyindedir (Çizelge 4.7). 2011 yılında ise, toplam fenol miktarındaki % azalma; MOX şarabında %5.78, kontrol şarabında %4.96 düzeyindedir (Çizelge 4.8). Bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.7-4.8).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam fenolik madde değişimi üzerine etkisi çizelge 4.9 ve 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
<b>Alkol Fermantasyonu Sonu</b>	3360.91±5.249AaB	%0.00	3360.91±5.249AaB	%0.00
<b>MLF Öncesi</b>	3024.55±10.497BbB	%10.00	3188.18±10.497BaB	%5.14
<b>MLF Sonu</b>	2760.91±5.249DbB	%17.85	3106.36±9.091CaB	%7.57
<b>SO<sub>2</sub> Sonu</b>	2797.27±5.249CbB	%16.77	3079.09±13.887CaB	%8.38
<b>Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)</b>	2570.00±5.249EbB	%23.53	3033.64±9.091DaB	%9.74

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.10 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	2679.09±20.995AaC	%0.00	2679.09±20.995AaC	%0.00
MLF Öncesi	2582.12±44.639BaC	%3.62	2615.45±15.746ABaC	%2.37
MLF Sonu	2563.94±21.212BbC	%4.30	2657.88±13.209AaC	%0.79
SO <sub>2</sub> Sonu	2476.06±29.845CbC	%7.58	2539.70±16.035BCaC	%5.20
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	2385.15±38.688DbC	%10.97	2491.21±21.852CaC	%7.01

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Öküzgözü şaraplarında 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 3360.91 mg/L olan toplam fenol değerinin santrifüj ve aktarma sonunda 2570.00 mg/L'ye; kontrol şarabında ise 3360.91 mg/L'den 3033.64 mg/L 'ye düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında toplam fenol içeriğindeki azalmanın % 23.53, kontrol şarabında %9.74 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.9). 2011 yılı örneklerinde ise toplam fenol miktarındaki % azalma; MOX şarabında %10.97, kontrol şarabında %7.01 düzeyindedir (Çizelge 4.10). Bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.9-4.10).

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam fenolik madde değişimi üzerine etkisi çizelge 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
<b>Alkol Fermantasyonu Sonu</b>	2333.64±9.091AaC	%0.00	2333.64±9.091AaC	%0.00
<b>MLF Öncesi</b>	1906.36±10.497BbC	%18.30	1933.64±9.091BaC	%17.14
<b>MLF Sonu</b>	1724.55±5.249CbC	%26.10	1821.52±8.017CaC	%21.94
<b>SO<sub>2</sub> Sonu</b>	1688.18±13.887DbC	%27.65	1779.09±5.249DaC	%23.76
<b>Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)</b>	1588.18±9.091EbC	%31.94	1733.64±5.249EaC	%25.71

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

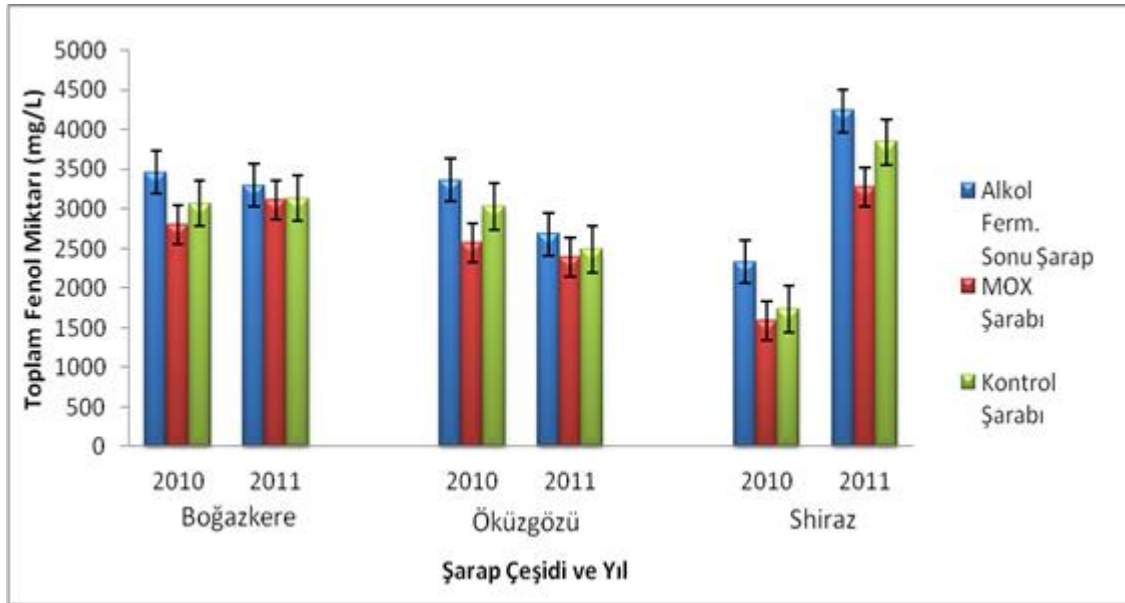
Çizelge 4.12 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam fenolik madde analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
<b>Alkol Fermantasyonu Sonu</b>	4236.67±34.150AaA	%0.00	4236.67±34.150ABaA	%0.00
<b>MLF Öncesi</b>	4185.15±32.070AbA	%1.22	4270.00±15.746AaA	%0.78
<b>MLF Sonu</b>	4057.88±44.639BbA	%4.22	4185.15±18.433BaA	%1.22
<b>SO<sub>2</sub> Sonu</b>	3766.97±21.212CbA	%11.09	3970.00±27.773CaA	%6.29
<b>Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)</b>	3282.12±34.947DbA	%22.53	3845.76±10.926DaA	%9.23

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Shiraz şarapları toplam fenolik madde açısından değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılı için alkol fermantasyonu sonunda 2333.64 mg/L olan toplam fenol değerinin santrifüj ve aktarma sonunda 1588.18 mg/L'ye; kontrol şarabında ise, 2333.64 mg/L'den 1733.64 mg/L 'ye düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında toplam fenol içeriğindeki azalmanın % 31.94, kontrol şarabında ise % 25.71 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.11). 2011 yılı örneklerinde ise, toplam fenol miktarındaki % azalma; MOX şarabında %22.53, kontrol şarabında ise %9.23 düzeyindedir (Çizelge 4.12). Bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.11-4.12).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam fenol içeriğindeki değişim şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam fenol düzeyindeki değişim

Şaraplardaki toplam fenol düzeyindeki değişim genel olarak değerlendirildiğinde, her iki yıl için MOX uygulanan şaraplarda kontrol şaraplarına kıyasla daha fazla azalma görülmektedir. Her iki uygulama için, 2011 yılında Shiraz şaraplarının Boğazkere ve Öküzgözü şaraplarına göre daha yüksek düzeyde, 2010 yılında ise daha düşük düzeyde toplam fenol içerdiği saptanmıştır. Toplam fenol düzeyindeki azalma proses aşamaları

bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek azalmanın santrifüj ve aktarma işlemi sonunda, en az azalmanın ise MLF öncesinde olduğu belirlenmiştir. Buna karşın tüm örnekler için MOX şaraplarının fenol düzeyindeki azalma kontrol örneklerine göre daha fazla olmuştur. Ayrıca farklı proses aşamalarındaki azalış her iki uygulama için de benzer şekilde kademeler arasında uyumlu görülmüştür. Daha açık bir ifadeyle, her bir eşdeğer proses aşamasındaki azalış % olarak yakın düzeydedir (Çizelge 4.7-4.12, Şekil 4.1). Konuya ilişkin literatür verileri incelendiğinde, çalışmamızda elde edilen sonuçların literatür verileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Nitekim, toplam fenol miktarı alkol fermentasyonu sonunda üzümlerin kabuk, çekirdek ve etli kısımlarından ekstrakte edilen yüksek miktarda fenolik bileşiklere bağlı olarak en yüksek düzeyde saptanmıştır (Villano vd. 2006, Ginjom vd. 2010). Bir diğer çalışmada ise; üç yıllık süreçte, dört farklı çeşit kırmızı şaraba alkol fermentasyonu sonunda malolaktik fermentasyon öncesinde şarap çeşitlerinin fenolik içeriklerine bağlı olarak farklı miktarda kontrollü O<sub>2</sub> uygulamasının şarapların toplam fenol içeriklerindeki etkisi incelenmiş ve MOX uygulanan şaraplarda kontrol şaraplarına kıyasla toplam fenol miktarında hafif bir azalma saptanmıştır (Perez-Magarino vd. 2007)

2006 yılında yapılan bir çalışmada ise Plavac mali şarabında malolaktik fermentasyon öncesi mikrooksijenasyon (40.1 ml O<sub>2</sub>/39 gün) uygulanan şarapların toplam fenol içerikleri (3200 mg/L GAE), kontrol şaraplarına (3240 mg/L GAE) kıyasla daha düşük değerlerde saptanmıştır (Kovacevic-Ganic vd. 2008).

Castellari vd. (2000) çalışmasında ise, Sangiovese şaraplarında olgunlaşma süresince farklı miktarda kontrollü O<sub>2</sub> uygulanmıştır. Mikrooksijenasyon tekniğinin uygulandığı şaraplarda (1540 ve 1488 mg/L) O<sub>2</sub> uygulanmayanlara (1621 mg/L) kıyasla toplam fenolik bileşiminde kademeli bir azalma saptanırken, kontrol şaraplarında bu değer sabit kalmıştır.

### 4.3 Toplam Antosiyanin Tayini

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antosiyanin değişimi üzerine etkisi çizelge 4.13 ve 4.14’de verilmiştir.

Boğazkere şarapları toplam antosiyanin miktarı açısından değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda saptanan 480.58 mg/L değeri, santrifüj ve aktarma sonunda 436.51 mg/L’ye; kontrol şarabında ise 480.58 mg/L ‘den 445.33 mg/L’ye düşmüştür. Buna göre, MOX şarabında toplam antosiyanin içeriğindeki azalmanın % 9.17, kontrol şarabında % 7.33 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13). 2011 yılı örneklerinde ise toplam antosiyanin miktarındaki % azalma; MOX şarabında % 14.28, kontrol şarabında % 12.65 düzeyindedir (Çizelge 4.14). Bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.13-4.14).

Çizelge 4.13 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM ANTOSİYANİN (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	480.58±4.112AaA	%0.00	480.58±4.112AaA	%0.00
MLF Öncesi	452.96±2.692BbA	%5.75	468.83±1.018BaA	%2.44
MLF Sonu	447.09±3.109BCaA	%6.97	453.73±3.029CaA	%5.59
SO <sub>2</sub> Sonu	440.04±5.020DaA	%8.43	449.44±4.663CaA	%6.48
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	436.51±3.852DaA	% 9.17	445.33±1.175CaA	% 7.33

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır ( $p<0.05$ ).



Çizelge 4.14 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM ANTOSİYANİN (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	431.81±2.692AaB	%0.00	431.81±2.692AaB	%0.00
MLF Öncesi	412.43±1.763BbB	%4.49	428.29±4.070AaB	%0.82
MLF Sonu	397.74±4.237CaB	%7.89	391.28±3.669BaB	%9.39
SO <sub>2</sub> Sonu	386.58±4.113CaB	%10.47	385.99±4.070BCaB	%10.61
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	370.13±5.385DaB	%14.28	377.18±4.663CaB	%12.65

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antosiyanin değişimi üzerine etkisi çizelge 4.15 ve 4.16'da verilmiştir.

Öküzgözü şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 430.05 mg/L olan toplam antosiyanin değerinin santrifüj ve aktarma sonunda 298.45 mg/L'ye; kontrol şarabında 430.05 mg/L' den 347.80 mg/L' ye düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında toplam antosiyanin içeriğindeki azalmanın % 30.60, kontrol şarabında ise %19.12 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.15). 2011 yılı örneklerinde ise; toplam antosiyanin miktarındaki % azalma, MOX şarabında %12.80, kontrol şarabında %5.70 düzeyindedir (Çizelge 4.16). Bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.15-4.16).

Çizelge 4.15 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	TOPLAM ANTOSİYANİN (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	430.05±1.762AaB	%0.00	430.05±1.762AaB	%0.00
MLF Öncesi	380.70±2.035BaB	%11.47	382.46±3.525BaB	%11.07
MLF Sonu	360.73±4.237CaB	%16.12	369.54±5.604CaB	%14.07
SO <sub>2</sub> Sonu	343.10±4.113DaB	%20.22	354.79±1.567DaC	%17.50
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	298.45±0.587EbC	%30.60	347.80±2.561DaB	%19.12

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.16 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	TOPLAM ANTOSİYANİN (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	322.71±2.596AaC	%0.00	322.71±2.596AaC	%0.00
MLF Öncesi	310.20±4.663BaC	%3.88	318.43±3.574ABaC	%1.33
MLF Sonu	304.33±1.554BCbC	%5.70	320.19±4.589AaC	%0.78
SO <sub>2</sub> Sonu	296.69±2.118CaC	%8.06	307.26±2.118BCaC	%4.79
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	281.41±4.589DbC	%12.80	304.33±1.554CaC	%5.70

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antosiyanin değişimi üzerine etkisi çizelge 4.17 ve 4.18’de verilmiştir.

Shiraz şarapları toplam antosiyanin miktarı açısından değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 367.78 mg/L saptanan değer santrifüj ve aktarma sonunda 340.75 mg/L’ye; kontrol şarabında 367.78 mg/L’ den 343.51 mg/L’ye düşmüştür. Buna göre, MOX şarabında toplam antosiyanin içeriğindeki azalmanın % 7.35, kontrol şarabında %6.60 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17). 2011 yılı örneklerinde ise, toplam antosiyanin miktarındaki % azalma; MOX şarabında %28.07, kontrol şarabında ise %6.15 düzeyindedir (Çizelge 4.18). Bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.17-4.18).

Çizelge 4.17 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM ANTOSİYANİN (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
<b>Alkol Fermantasyonu Sonu</b>	367.78±5.222AaC	%0.00	367.78±5.222AaC	%0.00
<b>MLF Öncesi</b>	352.50±7.338BbC	%4.15	364.84±2.692AaC	%0.80
<b>MLF Sonu</b>	326.06±2.035DbC	%11.34	350.27±1.581BaC	%4.76
<b>SO<sub>2</sub> Sonu</b>	350.28±3.559BCbB	%4.76	366.84±1.891AaB	%0.25
<b>Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)</b>	340.75±2.118CaB	%7.35	343.51±3.798BaB	%6.60

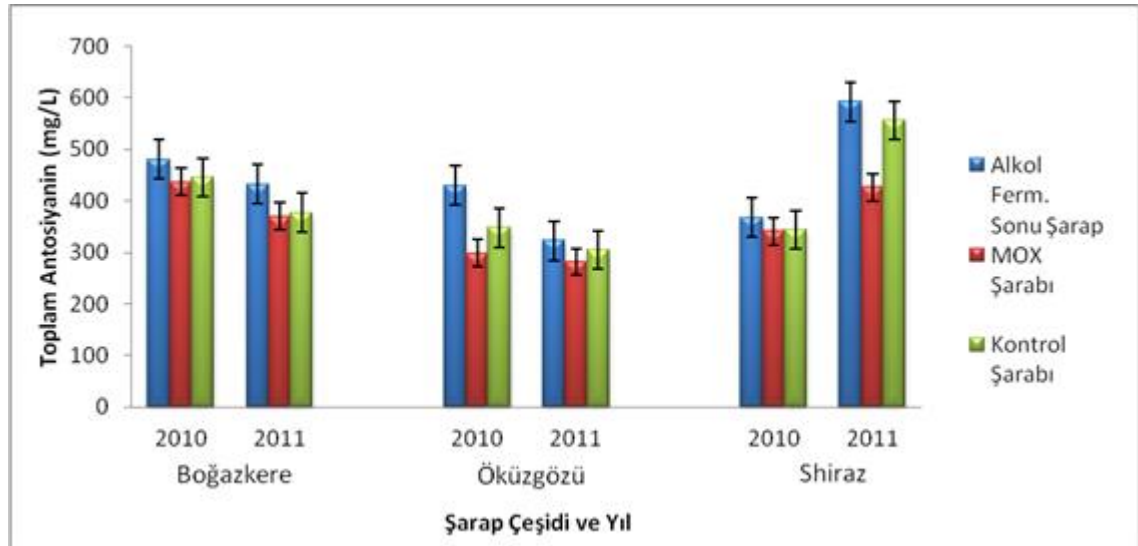
\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.18 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antosiyanin analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM ANTOSİYANİN (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	592.20±4.663AaA	%0.00	592.20±4.663AaA	%0.00
MLF Öncesi	588.09±4.589AaA	%0.69	591.03±1.554AaA	%0.20
MLF Sonu	582.80±4.237AaA	%1.59	588.68±4.663AaA	%0.59
SO <sub>2</sub> Sonu	536.98±3.852BbA	%9.32	570.46±2.561BaA	%3.67
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	425.94±4.237CbA	%28.07	555.78±4.809CaA	%6.15

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antosiyanin içeriğindeki değişim şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antosiyanin düzeyindeki değişim

Şaraplardaki toplam antosiyanin düzeyindeki değişim genel olarak incelendiğinde; oksijen uygulanan tüm çeşitlerde toplam antosiyanin miktarında azalma görölmektedir. Kontrollü O<sub>2</sub> ilavesinin; malolaktik fermantasyon, kükürtleme, santrifüj ve aktarma prosesleri süresince toplam antosiyanin miktarında azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Bu azalmanın MOX şarabında daha belirgin olduğu, dolayısıyla mikrooksijenasyon tekniğinin şarapların üretim sürecinde toplam antosiyanin içeriği üzerinde daha etkili olduğu görölmektedir. Nitekim, 2011 yılı için Shiraz şarabında kontrol örneğinde azalma %6.15 düzeyindeyken MOX örneğinde %28.07 düzeyindedir. Benzer şekilde 2011 yılında Boğazkere için bu değerler sırasıyla %12.65, %14.28; Öküzgözü için %5.70, %12.80'dir. Tüm şaraplarda görölen bu azalma monomerik antosiyaninlerin kondenzasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarında yer almaları ile açıklanabilir.

Çalışmada elde edilen bulgular literatür verileriyle de uyum göstermektedir. Benzer şekilde, MOX uygulamasının şarapların toplam antosiyanin miktarı üzerindeki kısa ve uzun süredeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, mikrooksijenasyon uygulanan şarapların toplam antosiyanin ve serbest antosiyanin içeriklerinde kontrol şaraplarına kıyasla düşüş belirlenmiştir. Bu durum antosiyaninlerin parçalanma ve dönüşüm kinetiklerinde önemli oranda artışla açıklanmıştır (Gonzalez-del-Pozo vd. 2010).

Bir diğer çalışmada da, mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda kontrol şaraplarına kıyasla toplam antosiyanin düzeyinde daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumun monomerik antosiyaninlerin kondenzasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarında yer almasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Serbest antosiyaninler açısından da aynı durum söz konusudur. MOX uygulanmış şaraplarda monomerik antosiyanin konsantrasyonu daha düşük, polimerik antosiyanin miktarı ise daha yüksek saptanmıştır. Bu durum, oksijen ilavesinin serbest antosiyaninler ve flavanoller arasında gerçekteşen reaksiyonları etkinleştirdiğini göstermiştir (Perez-Magarino vd. 2007).

Kovacevic-Ganic vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, şarapların toplam antosiyanin içeriğinin O<sub>2</sub> uygulanmış şaraplarda (249 mg/L) kontrol şaraplarından (257 mg/L) daha düşük olduğu, buna karşılık polimerik antosiyanin düzeyinin MOX'lu şaraplarda (55 mg/L), kontrol şaraplarından (46 mg/L) daha yüksek olduğu olduğu

görülmüştür. Bu sonuçlar, MOX uygulamasının polimerizasyon reaksiyonları üzerindeki olumlu etkisini daha belirgin hale getirmiştir.

Başka bir çalışmada ise analiz edilen tüm şaraplarda genel olarak toplam polifenol miktarı değişmezken, toplam antosiyaninlerde kademeli bir azalma görülmüştür. Kontrol şaraplarına karşın MOX uygulanmış şaraplarda toplam antosiyanin içeriğinde önemli derecede düşük konsantrasyon saptanmıştır. Yıllanma ile kontrol ve MOX'lu şarapların arasındaki fark kademeli olarak azalmış, bu durum şarabın oksidatif koşullar altında yıllandırılması ile MOX tekniğinin etkisinin azaldığını göstermiştir (Sanchez-Iglesias vd. 2009).

#### 4.4 Renk Yoğunluğu Tayini

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının renk yoğunluğu değişimi üzerine etkisi çizelge 4.19 ve 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	RENK YOĞUNLUĞU			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	0.97±0.0015BaC	%0.00	0.97±0.0015BaC	%0.00
MLF Öncesi	0.85±0.037CbC	%12.37	0.92±0.006BaB	%5.15
MLF Sonu	1.14±0.016AaB	%17.52	1.06±0.007AbB	%9.28
SO <sub>2</sub> Sonu	0.73±0.010DaB	%24.74	0.68±0.009CbB	%29.90
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.70±0.015DaB	%27.83	0.67±0.029CbB	%30.93

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.20 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	RENK YOĞUNLUĞU			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	0.99±0.009AaC	%0.00	0.99±0.009BaC	%0.00
MLF Öncesi	0.88±0.0032BbB	%11.11	1.44±0.059AaC	%45.45
MLF Sonu	1.00±0.021AaB	%1.01	0.94±0.018BaB	%5.05
SO <sub>2</sub> Sonu	0.75±0.007CaB	%24.24	0.68±0.003CbB	%31.31
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.74±0.012CaB	%25.25	0.68±0.008CaB	%31.31

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Boğazkere MOX şarabı ve kontrol şarabı için 2010 yılında renk yoğunluğu değerleri farklı üretim aşamalarında sırasıyla 0.70-1.14, 0.67-1.06 aralığında; 2011 yılında ise sırasıyla 0.74-1.00, 0.68-1.44 aralığında saptanmıştır. MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 0.97 olan renk yoğunluğu değerinin santrifüj ve aktarma sonunda 0.70'e; kontrol şarabında 0.97'den 0.67 'ye düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında renk yoğunluğundaki azalmanın % 27.83, kontrol şarabında % 30.93 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.19). 2011 yılı örneklerinde ise, renk yoğunluğu değerindeki % azalma; MOX şarabında %25.25, kontrol şarabında ise % 31.31 düzeyindedir (Çizelge 4.20). Her iki yıl için, santrifüj ve aktarma sonu aşamasında kontrol şarabına kıyasla MOX şarabında daha yüksek renk yoğunluğu değeri görülmüştür. Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.19-4.20).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının renk yoğunluğu değişimi üzerine etkisi çizelge 4.21 ve 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	RENK YOĞUNLUĞU			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	1.25±0.039AaB	%0.00	1.25±0.039BaB	%0.00
MLF Öncesi	1.04±0.037BbB	%16.80	1.33±0.002AaC	%6.40
MLF Sonu	1.17±0.007AbA	%6.40	1.22±0.012BaA	%2.40
SO <sub>2</sub> Sonu	1.08±0.007BaA	%13.60	1.00±0.007CbC	%20.00
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	1.01±0.009BaA	%19.20	0.93±0.023CbA	%25.60

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.22 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	RENK YOĞUNLUĞU			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	1.45±0.003AaB	%0.00	1.45±0.003AaB	%0.00
MLF Öncesi	0.82±0.008CaB	%43.45	0.80±0.026BaC	%44.82
MLF Sonu	1.00±0.021BaB	%31.03	0.83±0.026 BbC	%42.76
SO <sub>2</sub> Sonu	0.64±0.008DaC	%55.86	0.67±0.006CaB	%53.79
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.63±0.008DaC	%56.55	0.61±0.005DaC	%57.93

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).



Öküzgözü şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabı ve kontrol şarabı için 2010 yılında renk yoğunluğu değerleri farklı üretim aşamalarında sırasıyla 1.01-1.25, 0.93-1.33; 2011 yılında ise sırasıyla 0.63-1.45, 0.61-1.45 aralığında saptanmıştır. MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 1.25 olan renk yoğunluğu değerinin santrifüj ve aktarma sonunda 1.01'e; kontrol şarabında ise 1.25'den 0.93'e düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında renk yoğunluğundaki azalmanın % 19.20, kontrol şarabında ise % 25.60 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.21). 2011 yılı örneklerinde ise renk yoğunluğu değerindeki % azalma; MOX şarabında %56.55, kontrol şarabında % 57.93 düzeyindedir (Çizelge 4.22). Her iki yıl için de santrifüj ve aktarma sonu aşamasında kontrol şarabına kıyasla MOX şarabında daha yüksek renk yoğunluğu değeri görülmüştür. Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.21-4.22).

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının renk yoğunluğu değişimi üzerine etkisi çizelge 4.23 ve 4.24'de verilmiştir.

Shiraz MOX şarabı ve kontrol şarabı için 2010 yılında renk yoğunluğu değerleri farklı üretim aşamalarında sırasıyla 0.62-1.51, 0.65-1.51; 2011 yılında ise sırasıyla 1.02-1.55, 0.84-1.55 aralığında saptanmıştır. MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 1.51 olan renk yoğunluğu değeri santrifüj ve aktarma sonunda 0.69 değerine; kontrol şarabında 1.51'den 0.65'e düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında renk yoğunluğundaki azalmanın % 54.30, kontrol şarabında ise % 56.95 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.23). 2011 yılı örneklerinde ise, renk yoğunluğu değerindeki % azalma; MOX şarabında %34.19, kontrol şarabında ise % 43.22 düzeyindedir (Çizelge 4.24). Her iki yıl için de santrifüj ve aktarma sonu aşamasında kontrol şarabına kıyasla MOX şarabında daha yüksek renk yoğunluğu değeri görülmüştür. Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.23-4.24).

Çizelge 4.23 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	RENK YOĞUNLUĞU			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	1.51±0.015AaA	%0.00	1.51±0.015AaA	%0.00
MLF Öncesi	1.41±0.035BaA	%6.62	1.25±0.071BbA	%17.22
MLF Sonu	0.93±0.003CaC	%38.41	0.87±0.023CbC	%42.38
SO <sub>2</sub> Sonu	0.62±0.005DbC	%58.94	0.87±0.021CaA	%42.38
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.69±0.007DaB	%54.30	0.65±0.014DbB	%56.95

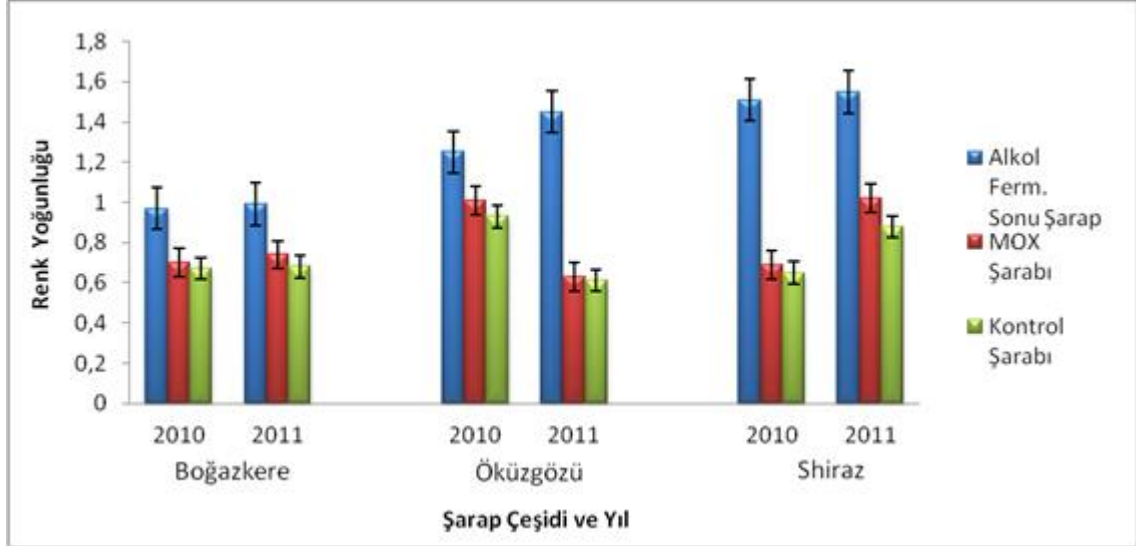
\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.24 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk yoğunluğu sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	RENK YOĞUNLUĞU			
	MOX ŞARABI*	% Değişim***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim***
Alkol Fermantasyonu Sonu	1.55±0.026AaA	%0.00	1.55±0.026AaA	%0.00
MLF Öncesi	1.42±0.006BaA	%8.39	1.14±0.024CbB	%26.45
MLF Sonu	1.15±0.030CbA	%25.80	1.28±0.032BaA	%17.42
SO <sub>2</sub> Sonu	1.04±0.004DaA	%32.90	0.84±0.003DbA	%45.80
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	1.02±0.010DaA	%34.19	0.88±0.006DbA	%43.22

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk yoğunluğundaki değişim şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk yoğunluğu değerlerindeki değişim

Kırmızı şarabın rengini veren antosiyaninler monoglikozit formunda kararsız renk maddeleri iken, fermantasyon ve yıllanma süresince flavanoller başta olmak üzere diğer fenolik bileşikler ile reaksiyona girerek daha kararlı renk bileşikleri oluştururlar. Bu kimyasal reaksiyonlar arasında oksijen varlığında asetaldehit oluşumu ile desteklenen reaksiyonların ayrı bir önemi vardır. Kontrollü oksijen uygulaması ile bu reaksiyonların gerçekleşmesi sonucunda oluşan antosiyanin-etilflavan-3-oller, antosiyanin-etil-B-tip-prosiyanidinler, B-tip vitisinler, hidroksifenil-piranoantosiyaninler gibi polimerik pigmentler monomerik antosiyaninlerden çok daha kararlı olup, kırmızı şarabın renk stabilizasyonuna ve yoğunluğuna katkı sağlarlar (Kovacevic-Ganic vd. 2008, Cejudo-Bastante vd. 2011b). Şarapların renk yoğunluğu değerleri ile polimerik fenollerin/antosiyaninlerin %'indeki artış doğrudan ilişkilidir (Castellari vd. 2000, Perez-Magarino vd. 2007).

Şaraba uygulanan mikrooksijenasyon sonucunda renk yoğunluğunda görülen değişim ile ilgili çok sayıda literatür verisi mevcuttur. Bunlar arasında, Cano-Lopez vd. (2006) Monastrell şaraplarında, Kovacevic-Ganic vd. (2008) Plavac mali şaraplarında,

Sanchez-Iglesias vd. (2009) Tempranillo şaraplarında, Nevares vd. (2009) Tinto del Pais şaraplarında, Cejudo-Bastante vd. (2011a) Cencibel şaraplarında yaptıkları çalışmalarda mikrooksijenasyon uygulaması ile daha yüksek renk yoğunluğu saptamışlardır.

Cano-Lopez vd. (2008) çalışmasında, renk yoğunluğunda artış tüm şaraplarda saptanmış ancak bu artışın MOX'lu şaraplarda daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Malolaktik fermantasyon sırasında pH'daki artış ve laktik asit bakterilerinin pigmentli bileşikleri parçalamasına bağlı olarak renk yoğunluğunda azalma gözlenmiş ancak MLF sonrasında tekrar artış görülmüştür.

Cano-Lopez vd. (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada, MOX tekniği ile elde edilen şarapların renk özelliklerinin meşe fiçıda yıllandırılan şarapların renk özellikleri ile kıyaslanması sonucunda, meşe fiçıda yıllandırılan kontrol şarabının, MOX uygulanmış ve şişede yıllandırılan şaraba benzer renk özellikleri gösterdiği gözlenmiştir. Bu durum, oksidatif koşullar altında daha renkli pigmentlerin oluşumunu göstermektedir.

Mikrooksijenasyon tekniğinin meşe talaşı ilavesi ile birlikte uygulandığı başka bir çalışmada Petit Verdot şaraplarında mikrooksijenasyon uygulamasıyla görülen monomerik antosiyanin konsantrasyonunda azalmaya ve daha kararlı pigmentlerin oluşumuna bağlı olarak renk yoğunluğundaki artışın meşe talaşı ilavesi sonrasında da devam ettiği saptanmıştır (Cejudo-Bastante vd. 2011b). Benzer bir çalışmada ise mikrooksijenasyon tekniği, meşe talaşı ve maya tortusu ile birlikte kullanılmıştır. Mikrooksijenasyon ile elde edilen stabil şarap renginin, her üç tekniğin beraber kullanımı ile kırmızı-mavi polimerik pigmentlerin oluşumuna bağlı olarak daha yoğun olduğu belirtilmiştir (Sartini vd. 2007).

Şaraplarda genel olarak saptanan bulguların aksine, Del-Carmen Llaudy vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, hem MOX hem kontrol şaraplarında düşük renk yoğunluğu saptanmıştır. Ayrıca, MOX şaraplarında birleşik antosiyaninlerin

konsantrasyonu kontrol şaraplarına nazaran oldukça yüksek saptanırken, serbest antosiyanin konsantrasyonu da yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarımızı değerlendirdiğimizde, mikrooksijenasyon uygulanan Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk yoğunluğu değerleri kontrol şaraplarına göre yüksek saptanmıştır. 2010 yılı verileri incelendiğinde, santrifüj ve aktarma sonunda Boğazkere MOX şarabında 0.70 olan renk yoğunluğu değeri, kontrol şarabında 0.67; Öküzgözü MOX ve kontrol şarabında sırasıyla 1.01 ve 0.93, Shiraz MOX ve kontrol şarabında sırasıyla 0.69 ve 0.65 değerinde saptanmıştır. 2011 yılı verileri değerlendirildiğinde ise, Boğazkere MOX şarabı ve kontrol şarabı için renk yoğunluğu değeri sırasıyla 0.74 ve 0.68; Öküzgözü şarapları için sırasıyla 0.63 ve 0.61, Shiraz şarapları için sırasıyla 1.02 ve 0.88 değerindedir (Çizelge 4.19-4.24). Görüldüğü üzere mikrooksijenasyon uygulanan tüm şarap çeşitlerinde elde edilen sonuçlar, yukarıda bahsedilen literatür verileriyle büyük ölçüde uyumludur.

#### **4.5 Renk Bileşimi Tayini**

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının renk bileşimi ( $A_{420}$ ,  $A_{520}$ ,  $A_{620}$ ) üzerine etkisi çizelge 4.25 ve 4.26'da verilmiştir.

Renk bileşimi açısından Boğazkere şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %32.86 olan  $A_{420}$  değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %33.00'e, kontrol şarabında % 34.80'e yükselmiştir. Buna göre, MOX şarabında sarı renk bileşimindeki artışın % 0.43, kontrol şarabında ise % 5.90 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.25). Benzer şekilde 2011 yılı örneklerinde, sarı renk bileşimindeki % artış; MOX şarabında %4.64, kontrol şarabında ise % 8.74 düzeyindedir (Çizelge 4.26). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.25-4.26).

Kırmızı rengi yansıtan  $A_{520}$  değeri açısından değerlendirme yapıldığında; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda saptanan %57.66 değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %53.19, kontrol şarabında ise % 55.05 olarak belirlenmiştir. Buna

göre, MOX şarabında kırmızı renk bileşimindeki azalmanın % 7.75, kontrol şarabında ise % 4.53 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.25). 2011 yılı örneklerinde ise, kırmızı renk bileşimindeki % azalma; MOX şarabında %5.92, kontrol şarabında % 7.02 düzeyindedir (Çizelge 4.26). Bu azalma istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.25-4.26).

Aynı çeşide ait MOX ve kontrol şarabı  $A_{%620}$  değeri açısından değerlendirildiğinde, MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %9.48, santrifüj ve aktarma sonunda %13.82, kontrol şarabında % 10.15 değeri belirlenmiştir. Buna göre, MOX şarabında mavi renk bileşimindeki artışın % 45.78, kontrol şarabında ise % 7.07 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.25). 2011 yılı örneklerinde ise mavi renk bileşimindeki % artış; MOX şarabında %30.43, kontrol şarabında ise % 24.84 düzeyindedir (Çizelge 4.26). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.25-4.26).

Çizelge 4.2.5 Boğazkere Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2010)

Boğazkere (Denizli)	MOX ŞARABI*					KONTROL ŞARABI**						
	A %420	%Değişim ***	A %520	%Değişim ***	A %620	%Değişim ***	A %420	%Değişim ***	A %520	%Değişim ***	A %620	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	32.86±0.100CaC	%0.00	57.66±0.333AaB	%0.00	9.48±0.246DaB	%0.00	32.86±0.100CaC	%0.00	57.66±0.333AaB	%0.00	9.48±0.246CaB	%0.00
MLF Öncesi	32.44±0.099DbB	%1.29	54.78±0.266BbB	%4.99	12.78±0.194CaC	%34.81	31.49±0.045DbB	%4.17	57.23±0.164AaA	%0.74	11.27±0.171BbB	%18.88
MLF Sonu	33.20±0.112BaC	%1.03	49.55±0.143DbB	%14.06	17.26±0.255AaA	%82.07	33.84±0.106BaC	%2.98	52.77±0.286DaB	%8.48	13.40±0.373AaA	%41.35
SO <sub>2</sub> Sonu	33.53±0.055BaC	%2.04	53.19±0.200CbB	%7.75	13.28±0.253BCaA	%40.08	34.18±0.157BaC	%4.02	54.12±0.073CaB	%6.14	11.69±0.227BbC	%23.31
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	33.00±0.192AaC	%0.43	53.19±0.144CbB	%7.75	13.82±0.232BaA	%45.78	34.80±0.139AaC	%5.90	55.05±0.148BaB	%4.53	10.15±0.253CbB	%7.07

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermentasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.26 Boğazkere Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2011)

Boğazkere (Denizli)	MOX ŞARABI*					KONTROL ŞARABI**						
	A %420	%Değişim ***	A %520	%Değişim ***	A %620	%Değişim ***	A %420	%Değişim ***	A %520	%Değişim ***	A %620	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	28.25±0.110CaB	%0.00	63.70±0.200AaA	%0.00	8.05±0.176DaB	%0.00	28.25±0.110CaB	%0.00	63.70±0.200AaA	%0.00	8.05±0.176CaB	%0.00
MLF Öncesi	27.27±0.372DbC	%3.47	60.88±0.630BaA	%4.43	11.32±0.272AaA	%40.62	29.77±0.387BaB	%5.38	58.18±1.487DbB	%8.66	9.12±0.088BbA	%13.29
MLF Sonu	29.39±0.132BaB	%4.03	60.46±0.214BbA	%5.09	10.15±0.121CaB	%26.09	29.57±0.260BaC	%4.67	62.34±0.092BaA	%2.13	8.09±0.175CbB	%0.50
SO <sub>2</sub> Sonu	30.76±0.030BaB	%8.88	58.24±0.285CbA	%8.57	10.99±0.267ABaA	%36.52	30.72±0.074AaB	%8.74	60.12±0.149CaA	%5.62	9.17±0.223BbB	%13.91
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	29.56±0.078AbC	%4.64	59.93±0.155BaA	%5.92	10.50±0.128BCaA	%30.43	30.72±0.121AaC	%8.74	59.23±0.233CDaA	%7.02	10.05±0.268AaA	%24.84

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermentasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).



Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikooksijenasyon uygulamasının renk bileşimi ( $A_{\%420}$ ,  $A_{\%520}$ ,  $A_{\%620}$ ) değişimi üzerine etkisi çizelge 4.27 ve 4.28'de verilmiştir.

Öküzgözü şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %30.53 olan  $A_{\%420}$  değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %33.71, kontrol şarabında ise % 32.93 değerinde belirlenmiştir. Buna göre, MOX şarabında sarı renk bileşimindeki % artışın % 10.41, kontrol şarabında % 7.86 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27). 2011 yılı örneklerinde ise, sarı renk bileşimindeki % artış; MOX şarabında %1.74, kontrol şarabında ise % 3.17 düzeyindedir (Çizelge 4.28). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.27-4.28).

$A_{\%520}$  değeri açısından şaraplar değerlendirildiğinde, MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %59.87, santrifüj ve aktarma sonunda %55.23, kontrol şarabında ise % 56.67 değerinde belirlenmiştir. Buna göre, MOX şarabında kırmızı renk bileşimindeki azalmanın % 7.75, kontrol şarabında % 5.34 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27). 2011 yılı örneklerinde ise, kırmızı renk bileşimindeki % azalma; MOX şarabında %0.08, kontrol şarabında ise % 0.19 düzeyindedir (Çizelge 4.28). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.27-4.28).

Aynı çeşitte MOX şarabı ve kontrol şarabı  $A_{\%620}$  değeri açısından değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %9.60 değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %11.06 değerinde, kontrol şarabında ise % 10.40 değerinde belirlenmiştir. Buna göre, MOX şarabında mavi renk bileşimindeki artışın % 15.21, kontrol şarabında ise % 8.33 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27). 2011 yılı örneklerinde ise mavi renk bileşimindeki % artış; MOX şarabında %7.28, kontrol şarabında ise %1.95 düzeyindedir (Çizelge 4.26). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.27-4.28).

Çizelge 4.27 Öküzgözü Elazığ şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2010)

Öküzgözü (Elazığ)	MOX ŞARABI*					KONTROL ŞARABI**						
	A%420	%Değişim ****	A%520	%Değişim ****	A%620	%Değişim ****	A%420	%Değişim ****	A%520	%Değişim ****	A%620	%Değişim ****
Alkol Ferm. Sonu	30.53±0.300DaA	%0.00	59.87±0.081AaA	%0.00	9.60±0.247DaB	%0.00	30.53±0.300CaA	%0.00	59.87±0.081AaA	%0.00	9.60±0.247CaB	%0.00
MLF Öncesi	31.03±0.133CbA	%1.64	58.59±0.307BaA	%2.14	10.38±0.273CDbA	%8.12	31.77±0.186BaB	%4.06	55.48±0.274CbB	%7.33	12.76±0.353AaA	%32.92
MLF Sonu	32.20±0.083BaA	%5.47	56.35±0.056CaC	%5.88	11.45±0.036BbC	%19.27	32.63±0.174AaA	%6.78	55.28±0.306CbC	%7.67	12.09±0.310AaB	%25.94
SO <sub>2</sub> Sonu	33.33±0.126AaA	%9.17	53.75±0.357EbA	%10.22	12.92±0.319AaA	%34.58	32.80±0.135AbA	%7.43	56.47±0.068BaA	%5.68	10.73±0.182BbA	%11.77
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dindendirme Tankı)	33.71±0.037AaB	%10.41	55.23±0.206DbA	%7.75	11.06±0.182BaC	%15.21	32.93±0.145AbA	%7.86	56.67±0.074BaA	%5.34	10.40±0.185BCbA	%8.33

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermentasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.28 Öküzgözü Elazığ şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2011)

Öküzgözü (Elazığ)	MOX ŞARABI*					KONTROL ŞARABI**						
	A%420	%Değişim ***	A%520	%Değişim ***	A%620	%Değişim ***	A%420	%Değişim ***	A%520	%Değişim ***	A%620	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	32.82±0.323BaA	%0.00	58.41±0.145BaC	%0.00	7.69±0.078CDaB	%0.00	32.82±0.323BaA	%0.00	58.41±0.145BaC	%0.00	7.69±0.078BaB	%0.00
MLF Öncesi	31.59±0.102CaA	%3.75	60.92±0.204AaA	%4.30	7.49±0.103DaC	%2.60	31.47±0.583CaA	%4.11	61.38±0.618AaA	%11.69	7.03±0.127CaB	%8.58
MLF Sonu	34.51±0.811AaA	%5.15	54.80±1.025DbC	%6.18	9.78±0.249BaB	%27.18	31.19±0.158CbB	%4.96	60.13±0.117AaB	%2.94	8.68±0.174AbA	%12.87
SO <sub>2</sub> Sonu	32.69±0.140BbA	%0.39	56.68±0.155CaB	%2.96	10.63±0.183AaA	%38.23	33.86±0.192AaA	%3.17	57.24±0.154BaB	%2.00	8.90±0.187AbB	%15.73
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dindendirme Tankı)	33.39±0.081BaA	%1.74	58.36±0.129BaB	%0.08	8.25±0.210CaB	%7.28	33.86±0.092AaA	%3.17	58.30±0.119BaA	%0.19	7.84±0.210BaC	%1.95

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermentasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının renk bileşimi ( $A_{\%420}$ ,  $A_{\%520}$ ,  $A_{\%620}$ ) değişimi üzerine etkisi çizelge 4.29 ve 4.30'da verilmiştir.

Shiraz şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %33.90 olan  $A_{\%420}$  değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %35.82, kontrol şaraplarında ise % 36.41 değerinde belirlenmiştir. Buna göre, MOX şarabında sarı renk bileşimindeki % artışın % 5.66, kontrol şarabında % 7.40 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.29). 2011 yılı örneklerinde ise, sarı renk bileşimindeki % artış; MOX şarabında %10.92, kontrol şarabında ise % 10.30 düzeyindedir (Çizelge 4.30). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.29-4.30).

$A_{\%520}$  değeri açısından Shiraz şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %46.92 değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %51.83, kontrol şarabında % 52.66 değerinde belirlenmiştir. Buna göre, MOX şarabında kırmızı renk bileşimindeki artışın % 10.46, kontrol şarabında % 12.23 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.29). 2011 yılı örneklerinde ise, kırmızı renk bileşiminde azalma gözlenmiş, bu azalmanın MOX şarabında %4.70, kontrol şarabında % 1.93 düzeyinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.30). Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.29-4.30).

$A_{\%620}$  değeri açısından ise; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda %19.26 değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %12.34, kontrol şarabında % 10.93 değerinde belirlenmiştir. Buna göre, MOX şarabında mavi renk bileşimindeki azalmanın % 35.93, kontrol şarabında % 43.25 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.29). 2011 yılı örneklerinde ise, mavi renk bileşimindeki % azalış; MOX şarabında %1.66, kontrol şarabında % 16.91 düzeyindedir (Çizelge 4.30). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.29-4.30).

Çizelge 4.29 Shiraz Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2010)

Shiraz (Denizli)	MOX ŞARABI*					KONTROL ŞARABI**						
	A%420	%Değişim ***	A%520	%Değişim ***	A%620	%Değişim ***	A%420	%Değişim ***	A%520	%Değişim ***	A%620	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	33.90±0.253CaB	%0.00	46.92±0.383DaC	%0.00	19.26±0.536AaA	%0.00	33.90±0.253DaB	%0.00	46.92±0.383DaC	%0.00	19.26±0.536AaA	%0.00
MLF Öncesi	34.77±0.201BaB	%2.57	49.05±0.254CbC	%4.54	16.18±0.454BaB	%15.99	34.76±0.109CaA	%2.53	51.88±0.341CaC	%10.57	13.36±0.302BbA	%30.63
MLF Sonu	34.00±0.182CaB	%0.29	51.54±0.152BbA	%9.85	14.46±0.216CaB	%24.92	34.39±0.137CDaB	%1.44	53.59±0.100AaA	%14.21	12.02±0.186CbB	%37.59
SO <sub>2</sub> Sonu	35.60±0.061AaB	%5.01	53.11±0.166AaB	%13.19	11.29±0.110EbbB	%41.38	35.48±0.195BaB	%4.66	52.05±0.112BCbC	%10.93	12.46±0.098BCaB	%35.31
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	35.82±0.136AbA	%5.66	51.83±0.168BbC	%10.46	12.34±0.286DaB	%35.93	36.41±0.075AaB	%7.40	52.66±0.220BaC	%12.23	10.93±0.284DbA	%43.25

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.30 Shiraz Denizli şarabının çeşitli üretim aşamalarında renk bileşimi sonuçları (2011)

Shiraz (Denizli)	MOX ŞARABI*					KONTROL ŞARABI**						
	A %420	%Değişim ***	A %520	%Değişim ***	A %620	%Değişim ***	A %420	%Değişim ***	A %520	%Değişim ***	A %620	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	29.03±0.433CaB	%0.00	60.15±0.261AaB	%0.00	10.82±0.237AaA	%0.00	29.03±0.433CaB	%0.00	60.15±0.261ABaB	%0.00	10.82±0.237AaA	%0.00
MLF Öncesi	29.87±0.088BCaB	%2.89	60.19±0.309AaA	%0.07	9.93±0.236BaB	%8.22	29.89±0.446CaB	%2.96	60.68±0.457AaA	%0.88	9.44±0.219BaA	%12.75
MLF Sonu	30.24±0.187BbB	%4.17	58.89±0.235ABaB	%2.10	10.87±0.202AaA	%0.46	32.92±0.176AaA	%13.40	58.66±0.092CaC	%2.48	8.42±0.211CbAB	%22.18
SO <sub>2</sub> Sonu	31.85±0.140AbAB	%9.71	57.72±0.151BCaAB	%4.04	10.43±0.169ABaA	%3.70	33.17±0.232AaA	%14.26	55.86±0.046DbC	%7.13	10.97±0.188AaA	%1.39
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	32.20±0.119AaB	%10.92	57.32±0.128CbB	%4.70	10.64±0.047AaA	%1.66	32.02±0.033BaB	%10.30	58.99±0.193BCaA	%1.93	8.99±0.212BCbB	%16.91

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

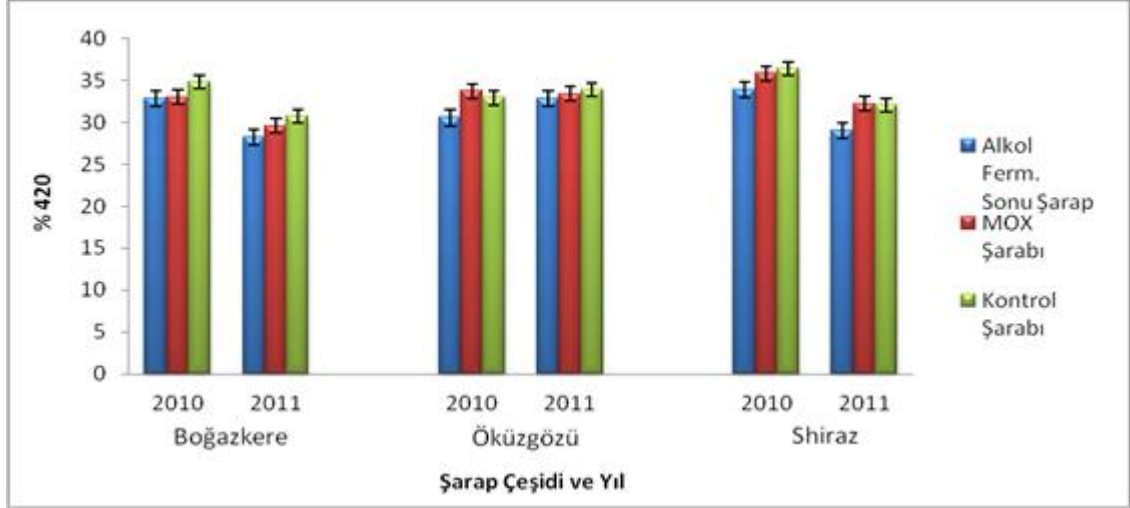
\*\*\* Alkol fermentasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

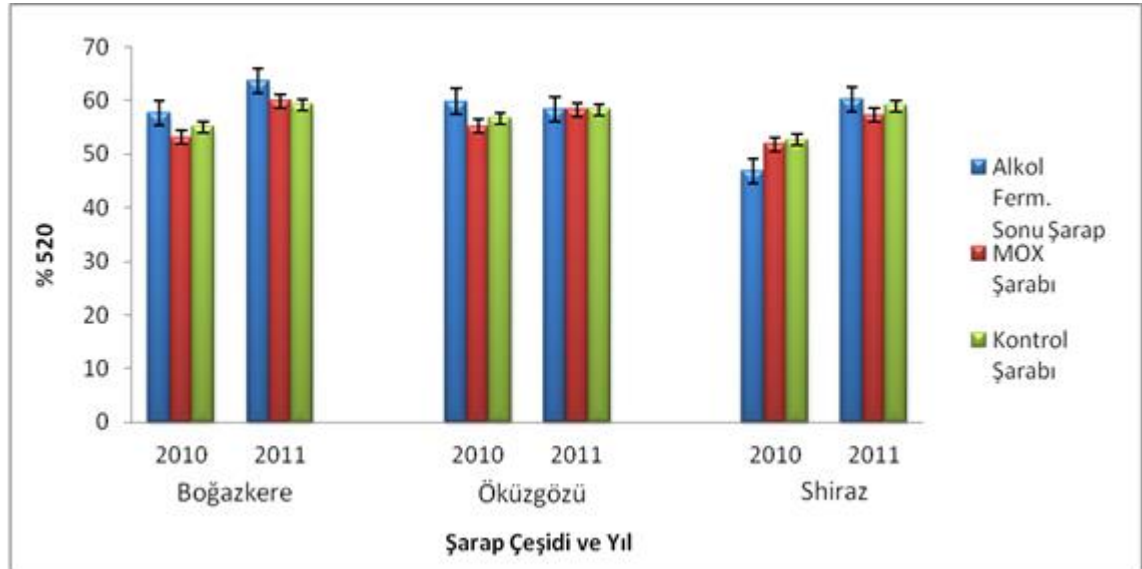
(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

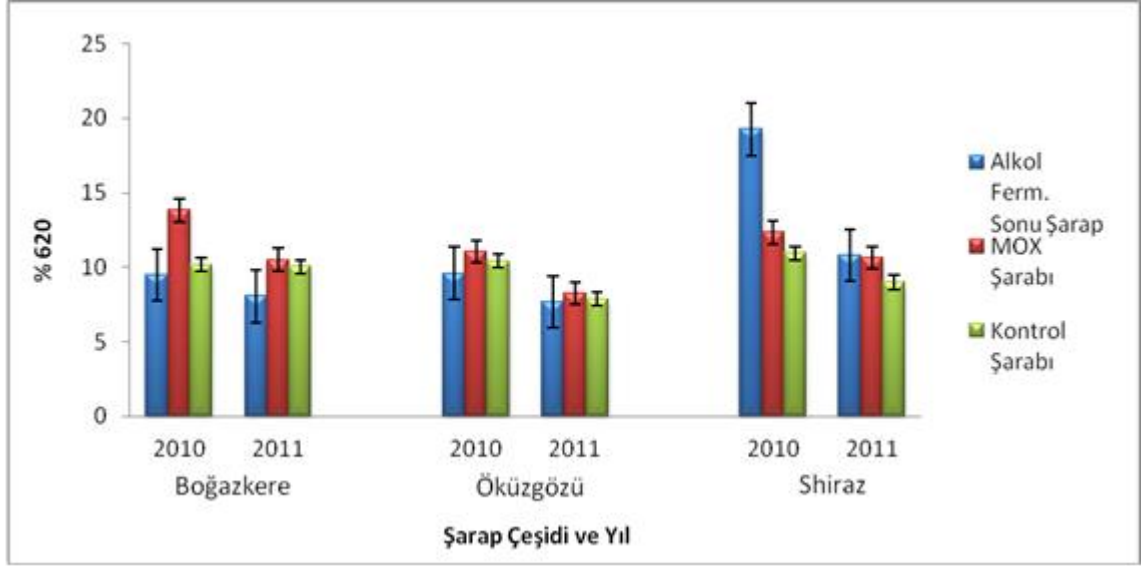
Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarında renk bileşimi ( $A_{420}$ ,  $A_{520}$ ,  $A_{620}$ ) değerlerindeki değişim şekil 4.4-4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.4 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının  $A_{420}$  değerindeki değişim



Şekil 4.5 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının  $A_{520}$  değerindeki değişim



Şekil 4.6 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının  $A_{\%620}$  değerindeki değişim

Mikrooksijenasyon ile şarapta gerçekleşen oksidatif reaksiyonlar vasıtasıyla şarabın sarı, kırmızı, mavi renk bileşimi üzerine etkili bileşikler oluşmaktadır. Şarap rengini etkileyen bu bileşikler arasında; antosiyaninler ve flavanollerin birleşmesi ile 516-526 nm'de maksimum absorbans gösteren kırmızı renge sahip pigmentler (Fulcrand vd. 1996, Remy vd. 2000), etil bağı ile antosiyanin-tanen bileşiklerinin oluşumunda asetaldehit içeren reaksiyonlar sonucunda oluşan 528-540 nm arasında maksimum absorbansa sahip şarap rengini maviye dönüştüren pigmentler (Saucier vd. 1997), antosiyaninler ve vinilfenoller, asetaldehit, pirüvik asit gibi diğer bileşikler arasındaki reaksiyon ile 480-510 nm'de maksimum absorbansa sahip olup şarap rengini sarı/turuncu renge çeviren pigmentler sayılabilir (Fulcrand vd. 1996, Romero and Bakker vd. 2000). Tüm reaksiyonların ortak özelliği, şarap rengini kararlı hale getiren, kısmen  $SO_2$  ağarmasına direnç gösteren ve şarap pH'sında daha iyi renk stabilitesi sağlayan yüksek molekül ağırlığına sahip bileşiklerin oluşmasıdır (Wildenradt ve Singleton 1974, Rayne vd. 2011).

Mikrooksijenasyon uygulamasının şaraptaki renk bileşenlerine etkisini araştıran çeşitli çalışmalarda, bu tekniğin şarabın sarı, kırmızı ve mavi renk bileşenlerine katkısının oldukça farklı olduğu gözlenmiştir. Cano-Lopez vd. (2008)'in çalışmasında;



mikrooksijenasyon uygulanmış şaraplarda etil bağılı bileşiklerin oluşumuna bağılı olarak şarabın mavi renk %'sinde, piranoantosiyeninlerin oluşumuna bağılı olarak şarabın kırmızı renk %'sinde artış olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada; Monastrell şaraplarına mikrooksijenasyon sonunda meşe fıçıda yılanma uygulanmış ve mavi renkte artış saptanmıştır. Bu durum, O<sub>2</sub>'nin çözünmesi ve ellajitanenlerin varlığı ile kırmızı-mavi polimerik bileşiklerin oluşumunun desteklenmesi ile açıklanmıştır (Cano-Lopez vd. 2007).

Perez-Magarino vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise; kontrol şarabına kıyasla mikrooksijenasyon uygulanan şarapta kırmızı renk %'si düşük saptanmış, bu durumun MOX uygulanan şaraptaki monomer antosiyeninlerdeki kayıp ile paralel olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, MOX uygulaması ile polimerik bileşikler ve yeni pigmentlerin oluşumu sonucunda mavi-mor renkte artış sağlanmıştır.

Diğer bir çalışmada ise; yüksek dozda oksijenasyon uygulanan şaraplarda sarı ve kırmızı renk bileşiminde artış saptanmıştır. Düşük dozda O<sub>2</sub> uygulanan şaraplarda ise kısmi bir kırmızı renk stabilizasyonu belirlenmiş, ancak sürecin sonunda MOX şaraplarının renginin kontrol şaraplarının rengine çok benzer olduğu gözlenmiştir (Castellari vd. 2000).

Del-Carmen Llaudy vd. (2006) çalışmasında; şaraplarda sarı, kırmızı ve mavi renk bileşim değerleri önemli derecede düşük saptanmıştır. Meşe fıçıda yılanma öncesinde uygulanan mikrooksijenasyon ile kırmızı renkte azalma, sarı renkte ise artış görülmüştür. Benzer bir sonuç da Cencibel şaraplarında elde edilmiş, şaraplara uygulanan mikrooksijenasyon ile turuncu renkte artış saptanmıştır (Cejudo-Bastante vd. 2011a).

Rayne vd. (2011) çalışmasında, mikrooksijenasyon uygulanmış Merlot şaraplarında sarı renk bileşiminde yaklaşık %3 azalma görülürken, mavi renk bileşiminde ise fark görülmemiştir. Buna karşın, mikrooksijenasyon uygulanmış Cabernet Sauvignon şaraplarında kontrol şaraplarına kıyasla daha yüksek sarı (%3) ve mavi renk (%7) görülürken, kırmızı renkte (%3) azalma gözlenmiştir.

Mikrooksijenasyon ve meşe talaşının birlikte kullanıldığı alternatif bir yıllanma uygulamasının araştırıldığı bir çalışmada; yüksek derecede yakılmış talaşlar kullanıldığında, şaraplarda kırmızı ve mavi renkte artış; hafif derecede yakılmış meşe talaşı kullanıldığında kırmızı renkte azalma ve sarı-kahve renkte artış saptanmıştır (Nevares vd. 2009). Benzer bir çalışmada, mikrooksijenasyon uygulaması sonrasında meşe talaşı ilavesi uygulanan Merlot şaraplarında sarı renk (b\*) ve kırmızı renk (a\*) bileşiminde azalma saptanmıştır. Sarı renkte görülen azalmanın, sarıdan mavi tonlara geçişi ifade ettiği belirtilmiştir (Cejudo-Bastante vd. 2011c).

Tao vd. (2007) tarafından SO<sub>2</sub> ilavesinin şarap rengi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, kırmızı renkte istikrarlı bir düşme gerçekleşmiştir. Başlangıçta 200 mg/L SO<sub>2</sub> uygulanan şaraplar, kırmızı şarap renginin yaklaşık yarısını kaybetmiştir. Renkteki kayıp, şaraptaki SO<sub>2</sub> düzeyine oldukça bağlı olup SO<sub>2</sub> konsantrasyonu çalışmanın sonuna doğru azaldıkça kırmızı renk bileşimi artmıştır.

Çalışmamızda incelenen şarap örneklerinin renk bileşimi sonuçları değerlendirildiğinde, yukarıda bahsedilen literatür verilerine benzer şekilde çok çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Boğazkere şaraplarında aktarma ve santrifüj sonu renk bileşimi değerleri değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında sarı renk bileşimi %33.00 düzeyindeyken kontrol şarabında %34.80 değerinde; 2011 yılında ise sırasıyla %29.56 ve %30.72 değerindedir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde MOX şarabının sarı renk bileşiminde kontrol şarabına kıyasla daha düşük değerler saptanmıştır. Kırmızı renk açısından Boğazkere MOX şarabında 2010 yılında %53.19, kontrol şarabında %55.05; 2011 yılında ise sırasıyla %59.93 ve %59.23 değeri belirlenmiştir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde 2010 yılında MOX şarabında kırmızı renkte kontrol şarabına kıyasla daha düşük değer, 2011 yılında ise daha yüksek değer saptanmıştır. Mavi renk bileşimi açısından 2010 yılında Boğazkere MOX ve kontrol şarabı sırasıyla %13.82 ve %10.15 değerinde; 2011 yılında ise %10.50 ve %10.05 değerinde saptanmıştır. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde MOX şarabında mavi renkte kontrol şarabına kıyasla daha yüksek değerler saptanmıştır (Şekil 4.4-4.6, Çizelge 4.25-4.26). Bu durumda MOX uygulamasının Boğazkere çeşidinde mavi tonu geliştirdiği,

sarı tonu azalttığı, 2010 yılında kırmızı tonu azaltırken 2011 yılında geliştirdiği sonucuna varılabilir.

Öküzgözü şaraplarında aktarma ve santrifüj sonu renk bileşimi değerleri incelendiğinde; MOX şarabında 2010 yılında sarı renk bileşimi %33.71 düzeyindeyken kontrol şarabında %32.93 değerinde; 2011 yılında ise sırasıyla %33.39 ve %33.86 değerindedir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde; 2010 yılında MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla sarı renkte daha yüksek değer, 2011 yılında ise daha düşük değer görülmektedir. Kırmızı renk bileşimi açısından MOX şarabında 2010 yılında saptanan %55.23 değeri kontrol şarabında %56.67; 2011 yılında ise sırasıyla %58.36 ve %58.30 değerindedir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde; 2010 yılında MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla kırmızı renkte daha düşük değer, 2011 yılında ise daha yüksek değer görülmektedir. Mavi renk bileşimi açısından MOX şarabında 2010 yılında saptanan %11.06 değeri kontrol şarabında %10.40; 2011 yılında ise sırasıyla %8.25 ve %7.84 değerindedir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde; MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla mavi renkte daha yüksek değerler saptanmıştır (Şekil 4.4-4.6, Çizelge 4.27-4.28). Bu durumda MOX uygulamasının Öküzgözü çeşidinde her iki yılda mavi tonu geliştirdiği, 2010 yılında sarı tonu geliştirirken, kırmızı tonu azalttığı, 2011 yılında ise sarı tonu azaltırken, kırmızı tonu geliştirdiği sonucuna varılabilir.

Shiraz şaraplarında aktarma ve santrifüj sonu renk bileşimi değerleri incelendiğinde; MOX şarabında 2010 yılında sarı renk bileşimi %35.82 düzeyindeyken kontrol şarabında %36.41 değerinde; 2011 yılında ise, MOX şarabında %32.20, kontrol şarabında %32.02 değerindedir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde; 2010 yılında MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla daha düşük değer, 2011 yılında ise daha yüksek değer görülmektedir. Kırmızı renk bileşimi açısından MOX şarabında 2010 yılında saptanan %51.83 değeri, kontrol şarabında %52.66; 2011 yılında ise sırasıyla %57.32 ve %58.99 değerindedir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde; MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla daha düşük değer görülmektedir. Mavi renk bileşimi açısından ise, MOX şarabında 2010 yılında saptanan %12.34 değeri, kontrol şarabında %10.93; 2011 yılında ise sırasıyla %10.64 ve %8.99 değerindedir. Her iki yıl verileri değerlendirildiğinde; MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla mavi renkte daha yüksek

değerler saptanmıştır (Şekil 4.4-4.6, Çizelge 4.29-4.30). Bu durumda MOX uygulamasının Shiraz çeşidinde her iki yılda mavi tonu geliştirdiği, kırmızı tonu azalttığı, sarı tonu ise 2010 yılında azaltırken, 2011 yılında geliştirdiği sonucuna varılabilir.

Şaraplarda vurgulanması gereken en önemli nokta, mikrooksijenasyon uygulanan tüm çeşitlerde mavi renk bileşiminde artış saptanmasıdır. Literatür verileriyle de uyumlu olarak, mavi renkli pigmentlerde ve bunlara bağlı olarak renk yoğunluğunda da artış görülmüştür.

#### **4.6 Renk Tonu ve Renk Parlaklığı Tayini**

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının renk tonu ve renk parlaklığı üzerine etkisi çizelge 4.31 ve 4.32’de verilmiştir.

Renk tonu açısından Boğazkere şarapları değerlendirildiğinde; 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 0.57 olan değerın santrifüj ve aktarma sonunda 0.62 değerine, kontrol şarabında ise 0.57’den 0.63 değerine yükseldiği görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında renk tonu değerindeki artışın % 8.77, kontrol şarabında % 10.53 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.31). 2011 yılı örneklerinde ise renk tonu değerindeki % artış; MOX şarabında %11.36, kontrol şarabında % 18.18 düzeyindedir (Çizelge 4.32). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.31-4.32).

Renk parlaklığı açısından Boğazkere şarapları değerlendirildiğinde; 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 63.27 olan değerın santrifüj ve aktarma sonunda 55.99 değerine, kontrol şarabında ise 63.27’den 59.18 değerine düştüğü görülmektedir. MOX şarabında renk parlaklığı değerindeki azalışın % 11.51, kontrol şarabında % 6.46 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.31). 2011 yılı örneklerinde ise renk parlaklığı değerindeki % azalış; MOX şarabında %6.91, kontrol şarabında % 8.28 düzeyindedir (Çizelge 4.32). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.31-4.32).

Çizelge 4.31 Boğazkere Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2010)

Boğazkere (Denizli)	RENK TONU				RENK PARLAKLIĞI (%dA)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	0.57±0.005DaC	%0.00	0.57±0.005BaC	%0.00	63.27±0.504AaB	%0.00	63.27±0.504AaB	%0.00
MLF Öncesi	0.59±0.004CaC	%3.51	0.55±0.002CbC	%3.51	58.72±0.444BbB	%7.19	62.64±0.251AaA	%0.99
MLF Sonu	0.67±0.000AaA	%17.51	0.64±0.002Aba	%12.28	49.08±0.292DbB	%22.43	55.24±0.511DaB	%12.69
SO <sub>2</sub> Sonu	0.63±0.001BaA	%10.53	0.63±0.002AaC	%10.53	56.00±0.353CbB	%11.49	57.62±0.124CaB	%8.93
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tanksı)	0.62±0.004Bba	%8.77	0.63±0.002AaC	%10.53	55.99±0.256CbB	%11.51	59.18±0.243BaB	%6.46

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.32 Boğazkere Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2011)

Boğazkere (Denizli)	RENK TONU			RENK PARLAKLIĞI (%da)				
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	0.44±0.003CaC	%0.00	0.44±0.003DaC	%0.00	71.51±0.247AaA	%0.00	71.51±0.247AaA	%0.00
MLF Öncesi	0.44±0.001CbC	%0.00	0.54±0.013AaA	%22.72	67.85±0.859BaA	%5.12	63.72±1.795DbB	%10.89
MLF Sonu	0.49±0.004BaC	%11.36	0.47±0.005CaC	%6.82	67.30±0.292BbA	%5.89	69.80±0.118BaA	%2.39
SO <sub>2</sub> Sonu	0.53±0.003AaC	%20.45	0.51±0.000BbB	%15.91	64.15±0.419CbA	%10.29	66.83±0.206CaA	%6.54
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.49±0.002BaB	%11.36	0.52±0.003BbC	%18.18	66.57±0.216BaA	%6.91	65.59±0.333CDaA	%8.28

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikooksijenasyon uygulamasının renk tonu ve renk parlaklığı üzerine etkisi çizelge 4.33 ve 4.34'de verilmiştir.

Öküzgözü MOX şarabı ve kontrol şarabı için 2010 yılında renk tonu değerleri alkol fermantasyonu sonunda 0.51, santrifüj ve aktarma sonunda sırasıyla 0.61 ve 0.58 değerinde saptanmıştır. Dolayısıyla her iki uygulama ile elde edilen şarapların renk tonu değerinde artış saptanmıştır. Bu artışın MOX şarabı için % 19.60, kontrol şarabında ise %13.72 değerinde olduğu görülmüştür. 2011 yılı içinse; alkol fermantasyonu sonunda 0.58 olan renk tonu değeri, santrifüj ve aktarma sonunda sırasıyla 0.57 ve 0.58 değerinde saptanmıştır. MOX şarabında %1.72 oranında azalış saptanırken, kontrol şarabında değişim gözlenmemiştir (Çizelge 4.33-4.34).

Renk parlaklığı açısından MOX şarabı ve kontrol şarabı karşılaştırıldığında, 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 66.49 olan değer santrifüj ve aktarma sonunda 59.47 değerine, kontrol şarabında ise, 66.49'dan 61.77 değerine düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında renk parlaklığı değerindeki azalış % 10.56, kontrol şarabında % 7.10'dur (Çizelge 4.33). 2011 yılı örneklerinde ise, MOX şarabında 64.40'dan 64.33'e, kontrol şarabında ise 64.40'dan 64.24'e düştüğü, her iki grup şarapta da görülen azalmanın (sırasıyla %0.11 ve %0.25) çok düşük oranda olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.34). Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.33-4.34).

Çizelge 4.33 Öküzgözü Elazığ şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2010)

Öküzgözü (Elazığ)	RENK TONU				RENK PARLAKLIĞI (%dA)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim ***	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	0.51±0.006DaA	%0.00	0.51±0.006CaA	%0.00	66.49±0.113AaA	%0.00	66.49±0.113AaA	%0.00
MLF Öncesi	0.53±0.004CbA	%3.92	0.57±0.004BaB	%11.76	64.66±0.448BaA	%2.75	59.87±0.443CbB	%9.96
MLF Sonu	0.57±0.002BbC	%11.76	0.59±0.005AaB	%15.69	61.27±0.089CaC	%7.85	59.55±0.498CbC	%10.44
SO <sub>2</sub> Sonu	0.62±0.006AaA	%21.57	0.58±0.002ABbA	%13.72	56.96±0.619EbA	%14.33	61.45±0.107BaA	%7.58
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.61±0.003AaA	%19.60	0.58±0.002ABbA	%13.72	59.47±0.339DbA	%10.56	61.77±0.115BaA	%7.10

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\*: Alkol fermentasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).



Çizelge 4.34 Öküzgözü Elazığ şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2011)

Öküzgözü (Elazığ)	RENK TONU			RENK PARLAKLIĞI (%dA)				
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	0.58±0.004AaA	%0.00	0.58±0.004AaA	%0.00	64.40±0.212BaC	%0.00	64.40±0.212BaC	%0.00
MLF Öncesi	0.52±0.003CaA	%10.34	0.50±0.003CbB	%13.79	67.92±0.275AaA	%5.46	68.52±0.829AaA	%6.40
MLF Sonu	0.54±0.008BaA	%6.90	0.52±0.003BbB	%10.34	61.11±1.711CbC	%5.11	66.84±0.162AaB	%3.79
SO <sub>2</sub> Sonu	0.58±0.003AbA	%0.00	0.59±0.004AaA	%1.72	60.87±0.594CaB	%5.48	62.64±0.236BaB	%2.73
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.57 ±0.000AaA	%1.72	0.58±0.000AaA	%0.00	64.33±0.189BaB	%0.11	64.24±0.175BaA	%0.25

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\*: Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Renk tonu ve renk parlaklığı üzerine Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikooksijenasyon uygulamasının etkisi çizelge 4.35 ve 4.36'da verilmiştir.

Renk tonu açısından Shiraz şarapları değerlendirildiğinde; 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 0.72 olan değer santrifüj ve aktarma sonunda 0.69 değerine, kontrol şarabında da 0.72'den 0.69 değerine düştüğü görülmektedir. MOX şarabında görülen değişim ile kontrol şaraplarında görülen değişim aynı oranda olup % 4.17 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.35). 2011 yılında ise, MOX şarabında bu değer 0.48'den 0.56'ya, kontrol şarabında ise 0.48'den 0.54'e yükseldiği görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında görülen artış % 16.67, kontrol şarabında % 12.50'dir (Çizelge 4.36). Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.35-4.36).

Renk parlaklığı açısından Shiraz şarapları değerlendirildiğinde; 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 43.34 olan değer santrifüj ve aktarma sonunda 53.54 değerine, kontrol şarabında ise 43.34'den 55.04 değerine yükseldiği görülmektedir. Renk parlaklığı değerindeki % artış; MOX uygulanan şarapta % 23.53, kontrol şarabında % 27.00'dir (Çizelge 4.35). 2011 yılında ise, MOX şarabında 66.87 değerinden 62.77'ye, kontrol şarabında 65.23 değerine düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında görülen azalış % 6.13, kontrol şarabında ise % 2.45'dir (Çizelge 4.36). Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.35-4.36).

Çizelge 4.35 Shiraz Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2010)

Shiraz (Denizli)	RENK TONU				RENK PARLAKLIĞI (%dA)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	0.72±0.003AaB	%0.00	0.72±0.003AaB	%0.00	43.34±0.811DaC	%0.00	43.34±0.811DaC	%0.00
MLF Öncesi	0.71±0.001BaB	%1.39	0.67±0.006CbA	%6.94	48.06±0.531CbC	%10.89	53.61±0.632CaC	%23.70
MLF Sonu	0.66±0.004DaB	%8.33	0.64±0.003DbA	%11.11	52.98±0.286BbA	%22.24	56.70±0.173AaA	%30.83
SO <sub>2</sub> Sonu	0.67±0.003DbB	%6.94	0.68±0.005BaB	%5.55	55.85±0.293AaB	%28.86	53.95±0.207BCbC	%24.48
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.69±0.002CaB	%4.17	0.69±0.002BaB	%4.17	53.54±0.314BbC	%23.53	55.04±0.398BaC	%27.00

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

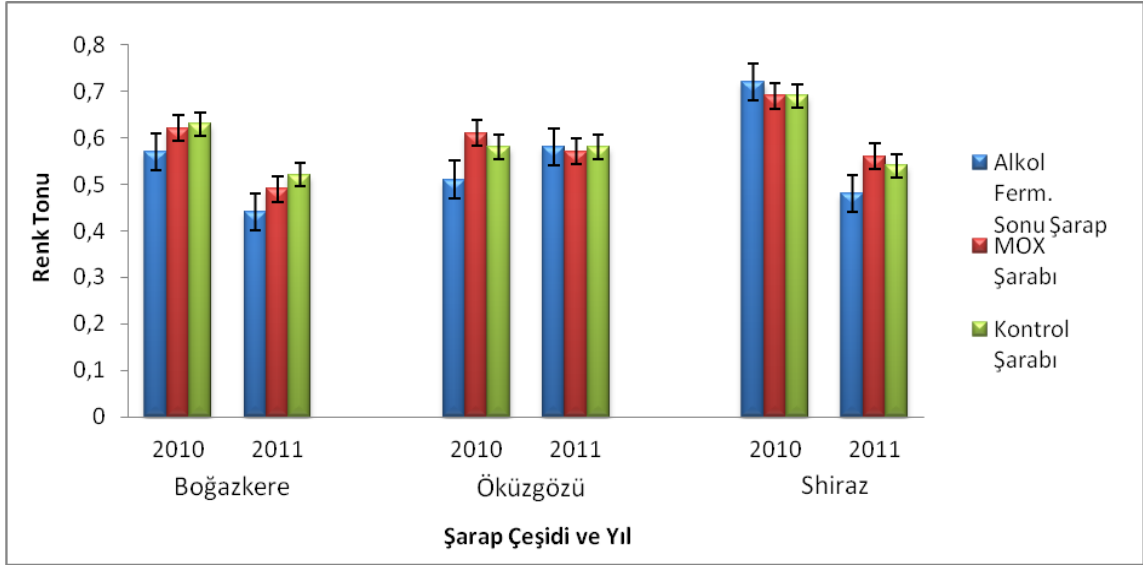
Çizelge 4.36 Shiraz Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında renk tonu ve renk parlaklığı sonuçları (2011)

Shiraz (Denizli)	RENK TONU			RENK PARLAKLIĞI (%aA)				
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Ferm. Sonu	0.48±0.009CaB	%0.00	0.48±0.009DaB	%0.00	66.87±0.360AaB	%0.00	66.87±0.360ABaB	%0.00
MLF Öncesi	0.50±0.004CaB	%4.17	0.48±0.004DbC	%0.00	66.93±0.429AaA	%0.09	67.59±0.618AaA	%1.08
MLF Sonu	0.51±0.005BbB	%6.25	0.56±0.003BaA	%16.67	65.10±0.339ABaB	%2.65	64.76±0.133CaC	%3.15
SO <sub>2</sub> Sonu	0.55±0.003AbB	%14.58	0.59±0.005AaA	%22.92	63.37±0.226BCaA	%5.23	60.49±0.074DbC	%9.54
Santrifij ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	0.56±0.003AaA	%16.67	0.54±0.002CbB	%12.50	62.77±0.194CbB	%6.13	65.23±0.279BCaA	%2.45

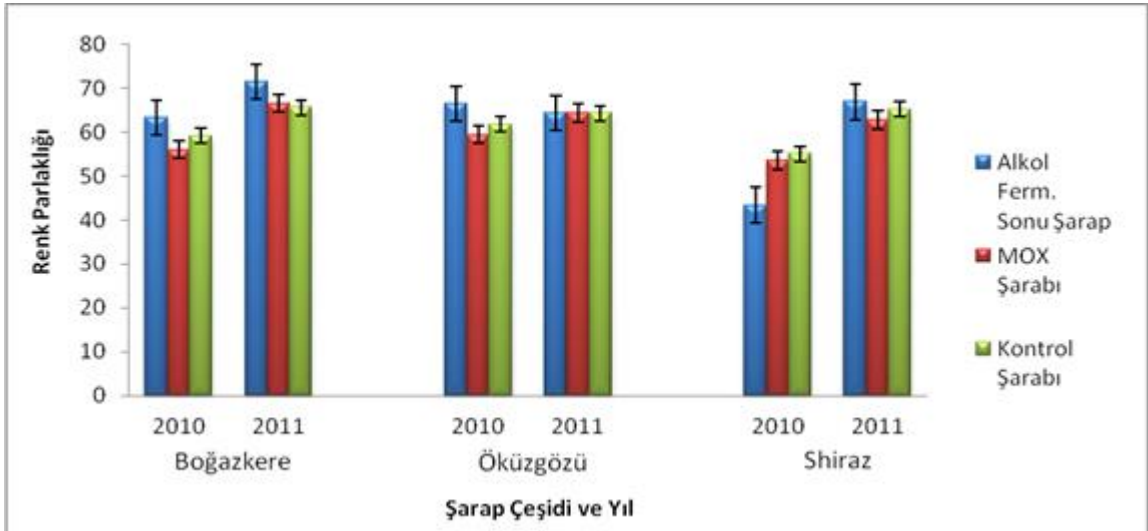
\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk tonu ve renk parlaklığı değerlerindeki değişim sırasıyla şekil 4.7 ve 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk tonu değerindeki değişim



Şekil 4.8 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının renk parlaklığı değerindeki değişim

Çeşitli uluslararası çalışmalarda mikrooksijenasyon uygulaması ile şarapların renk tonu ve renk parlaklığındaki değişim izlenmiştir. Bu çalışmalar arasında; mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda renk tonunda azalmanın saptandığı çalışmaların sayısı yüksektir (Cano-Lopez vd. 2006, Sartini vd. 2007, Kovacevic- Ganic vd. 2008, Cejudo-Bastante vd. 2011c). Bu durum, mikrooksijenasyon süresince renk tonunu düşüren bazı etil bağlı bileşikler ve kondenzasyon ürünlerinin oluşması ile kırmızı ve mor renkte polimerik pigmentlerin varlığı ile açıklanabilmektedir (Cano-Lopez vd. 2006).

Renk tonunda değişimin incelendiği çalışmaların diğer bir kısmında mikrooksijenasyon ile şarapların renk tonunda artış gözlenirken (Del-Carmen Llaudy vd. 2006, Rayne vd. 2011), şarapların renk tonunda farklılığın saptanmadığı sonuçlar da mevcuttur (Castellari vd. 2000, Perez-Magarino vd. 2007, Sanchez-Iglesias vd. 2009, Rayne vd. 2011). Renk tonu değeri, şarapta olası bir oksidasyon göstergesi olarak kabul edilebildiği için, mikrooksijenasyon uygulaması ile elde edilen şarapların tonunda belirgin bir farklılık saptanmaması, bu şaraplarda dikkate değer bir kahverengileşme olmadığını göstermektedir (Cano-Lopez vd. 2008).

Mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda renk parlaklığı üzerine yapılan araştırmaların bir kısmında, şarapların renk parlaklığının azaldığı saptanırken (Cano-Lopez vd. 2006, Rayne vd. 2011), parlaklıkta artışın görüldüğü çalışma da mevcuttur (Del-Carmen Llaudy vd. 2006).

Her üç çeşit için de renk tonu ve renk parlaklığı değerlendirildiğinde; Boğazkere çeşidinde her iki yıl için renk tonu açısından MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla daha düşük değer saptanmıştır. Renk parlaklığı açısından, MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla 2010 yılı için daha düşük değer, 2011 yılı için daha yüksek değer saptanmıştır. Öküzgözü çeşidinde renk tonu açısından 2010 yılı için MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla daha yüksek değer, 2011 yılı içinse daha düşük değer saptanmıştır. Renk parlaklığı açısından ise, 2010 yılı için MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla daha düşük değer, 2011 yılı içinse daha yüksek değer saptanmıştır. Shiraz çeşidinde ise renk tonu açısından 2010 yılı için MOX şarabı ve kontrol şarabı için aynı değer saptanmış olup, farklılık görülmemiştir. 2011 yılı içinse MOX şarabında

kontrol şarabına kıyasla daha yüksek değer saptanmıştır. Renk parlaklığı açısından, her iki yılda da MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla daha düşük değer saptanmıştır (Şekil 4.7-4.8, Çizelge 4.31-4.36).

#### 4.7 SO<sub>2</sub> Ağarmasına Dayanıklı Pigment Rengi Tayini (CDR<sub>SO2</sub>)

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikooksijenasyon uygulamasının SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi üzerine etkisi çizelge 4.37 ve 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR<sub>SO2</sub>) analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	SO <sub>2</sub> AĞARMASINA DAYANIKLI PİGMENT RENGİ (CDR <sub>SO2</sub> )			
	MOX ŞARABI*	% Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	2.52±0.015EaA	%0.00	2.52±0.015DaA	%0.00
MLF Öncesi	2.73±0.012DaA	%8.33	2.48±0.017DbA	%1.59
MLF Sonu	3.25±0.040CaA	%28.96	2.97±0.034CbA	%17.86
SO <sub>2</sub> Sonu	3.72±0.021BaA	%47.62	3.22±0.029BbA	%27.78
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	3.96±0.026AaA	%57.14	3.57±0.024AbA	%41.67

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.38 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR<sub>SO2</sub>) analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE(DENİZLİ)	SO <sub>2</sub> AĞARMASINA DAYANIKLI PİGMENT RENGİ (CDR <sub>SO2</sub> )			
	MOX ŞARABI*	% Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	2.51±0.020EaB	%0.00	2.51±0.020DaB	%0.00
MLF Öncesi	2.91±0.045DaA	%15.94	2.64±0.044CbB	%5.18
MLF Sonu	3.31±0.044CaA	%31.87	3.04±0.049BbB	%21.11
SO <sub>2</sub> Sonu	3.53±0.046BaA	%40.64	3.09±0.053BbB	%23.11
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	3.79±0.037AaB	%50.10	3.39±0.041AbB	%35.06

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi açısından Boğazkere şarapları değerlendirildiğinde; 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 2.52 olan değer proses aşamaları sonunda 3.96 değerine, kontrol şarabında ise 3.57'ye yükseldiği görülmüştür. Aşamalar arasındaki değişime bakıldığında, MLF öncesi % 8.33, MLF sonu %28.96, SO<sub>2</sub> sonu %47.62, santrifüj ve aktarma sonu %57.14 oranında artış saptanmıştır (Çizelge 4.37). 2011 yılında ise; MOX şarabında alkol fermantasyonu sonu 2.51 olan SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi değeri; MLF öncesi %15.94, MLF sonu %31.87, SO<sub>2</sub> sonu %40.64, santrifüj ve aktarma sonu %50.10 oranında artarak 3.79 değerine yükselmiştir (Çizelge 4.8). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.37-4.38).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrokoksijenasyon uygulamasının SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi üzerine etkisi çizelge 4.39 ve 4.40'da verilmiştir.



Öküzgözü şarapları değerlendirildiğinde; 2010 yılı örneklerinde MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 2.47 olan değer alkol ve santrifüj sonunda 3.66'ya, kontrol şarabında 3.35'e yükselmiştir. Bu artış; MLF öncesinde %12.55, MLF sonunda %28.74, SO<sub>2</sub> sonunda %38.05, santrifüj ve aktarma sonunda %48.18 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.39). 2011 yılı örneklerinde ise, SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyindeki % artış; santrifüj ve aktarma sonrası aşamada MOX şarabında %65.00, kontrol şaraplarında ise % 50.00 düzeyindedir (Çizelge 4.40). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.39-4.40).

Çizelge 4.39 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR<sub>SO2</sub>) analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	SO <sub>2</sub> AĞARMASINA DAYANIKLI PİGMENT RENGİ (CDR <sub>SO2</sub> )			
	MOX ŞARABI*	% Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim ***
<b>Alkol Fermantasyonu Sonu</b>	2.47±0.032EaA	%0.00	2.47±0.032DaA	%0.00
<b>MLF Öncesi</b>	2.78±0.035DaA	%12.55	2.64±0.040CaA	%6.88
<b>MLF Sonu</b>	3.18±0.038CaA	%28.74	3.07±0.032BaA	%24.29
<b>SO<sub>2</sub> Sonu</b>	3.41±0.050BaB	%38.05	3.15±0.047BbA	%27.53
<b>Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)</b>	3.66±0.044AaB	%48.18	3.35±0.035AbB	%35.63

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.40 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR<sub>SO2</sub>) analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	SO <sub>2</sub> AĞARMASINA DAYANIKLI PİGMENT RENGİ (CDR <sub>SO2</sub> )			
	MOX ŞARABI*	% Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	2.00±0.025EaC	%0.00	2.00±0.025CaC	%0.00
MLF Öncesi	2.30±0.049DaB	%15.00	2.08±0.047CbC	%4.00
MLF Sonu	2.59±0.041CaB	%29.50	2.32±0.044BbC	%16.00
SO <sub>2</sub> Sonu	3.10±0.051BaB	%55.00	2.93±0.033AbC	%46.50
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	3.30±0.028AaC	%65.00	3.00±0.044AbC	%50.00

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi üzerine etkisi çizelge 4.41 ve 4.42’de verilmiştir.

Shiraz şaraplarında 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 1.87 olan değer; MLF öncesi, MLF sonu, SO<sub>2</sub> sonu ve santrifüj ve aktarma sonu aşamalarında sırasıyla % 13.90, %36.90, %51.33 ve %56.15 oranında artarak 2.92 değerine yükseldiği; kontrol şarabında % 4.28, %19.79, %37.43 ve %45.99 oranında artarak 2.73 değerine yükseldiği görülmektedir (Çizelge 4.41). 2011 yılında ise, SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyindeki % artış; santrifüj ve aktarma sonunda MOX şarabında %46.86, kontrol şarabında ise % 44.65 düzeyindedir (Çizelge 4.42). Görüldüğü üzere her üç şarap çeşidinde her iki yıl sonuçları için de mikrooksijenasyon uygulaması ile elde edilen şarabın kontrol şarabı ile kıyaslandığında SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyinde belirgin bir artış saptanmıştır Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.41-4.42).

Çizelge 4.41 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR<sub>SO2</sub>) analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	SO <sub>2</sub> AĞARMASINA DAYANIKLI PİGMENT RENGİ (CDR <sub>SO2</sub> )			
	MOX ŞARABI*	% Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	1.87±0.052EaB	%0.00	1.87±0.052EaB	%0.00
MLF Öncesi	2.13±0.038DaB	%13.90	1.95±0.026DaB	%4.28
MLF Sonu	2.56±0.024CaB	%36.90	2.24±0.044CbB	%19.79
SO <sub>2</sub> Sonu	2.83±0.031BaC	%51.33	2.57±0.045BbB	%37.43
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	2.92±0.044AaC	%56.15	2.73±0.046AaC	%45.99

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

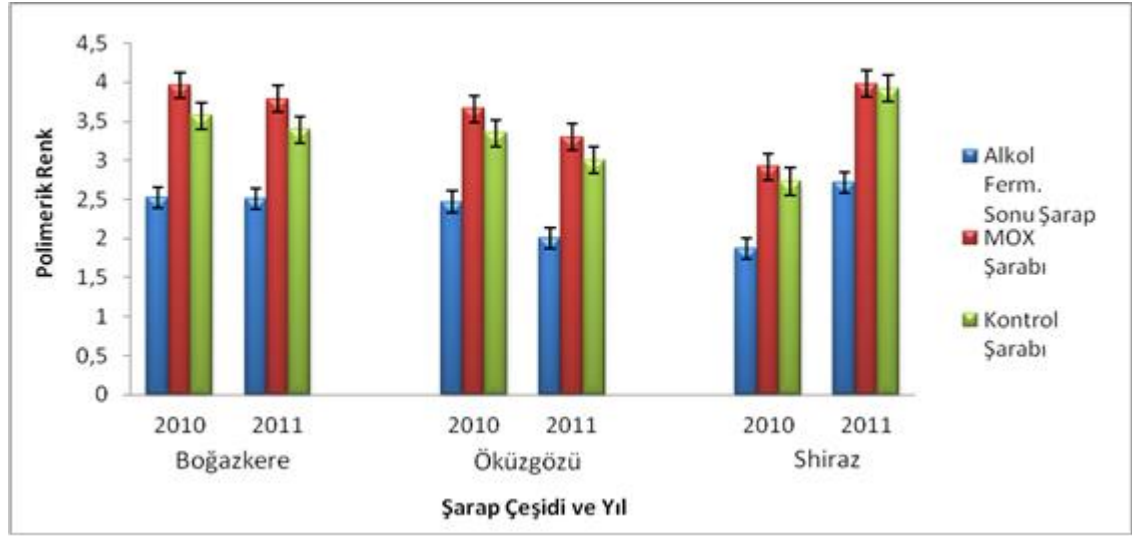
Çizelge 4.42 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR<sub>SO2</sub>) analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	SO <sub>2</sub> AĞARMASINA DAYANIKLI PİGMENT RENGİ (CDR <sub>SO2</sub> )			
	MOX ŞARABI*	% Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	% Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	2.71±0.015EaA	%0.00	2.71±0.015EaA	%0.00
MLF Öncesi	2.82±0.017DaA	%4.06	2.94±0.038DaA	%8.49
MLF Sonu	3.30±0.033CbA	%21.77	3.56±0.041CaA	%31.36
SO <sub>2</sub> Sonu	3.62±0.033BbA	%33.58	3.78±0.032BaA	%39.48
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	3.98±0.009AaA	%46.86	3.92±0.042AaA	%44.65

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır ( $p < 0.05$ ).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigment rengi değerindeki değişim şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigment rengi değerindeki değişim

Kırmızı şarapta  $CDR_{SO_2}$  değerinde görülen artış,  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigmentlerin varlığındaki artış ile açıklanmaktadır. Özellikle  $SO_2$  ve pH değişimlerine karşı daha dayanıklı olan piranoantosiyeninler ve etil bağlı bileşiklerin şaraptaki  $CDR_{SO_2}$  değerini yükselttiği bilinmektedir (Atanasova vd. 2002, Cano-Lopez vd. 2008).  $CDR_{SO_2}$  değerinin mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda yüksek saptanması da beklenen bir sonuç olup, kontrollü oksijen varlığında oluşan polimerik bileşikler ile doğrudan ilişkilidir.

Literatür verileri incelendiğinde, tüm çalışmalarda mikrooksijenasyon uygulaması ile şarapların  $CDR_{SO_2}$  değerinin arttığı saptanmıştır. Araştırma sonuçlarında mikrooksijenasyon uygulanan şarapların kontrol şaraplarına kıyasla daha yüksek konsantrasyonda  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı bileşikler içerdiği ayrıca daha stabil ve yüksek renk yoğunluğuna sahip olduğu saptanmıştır (Castellari vd. 2000, Cano-Lopez vd. 2007, Cano-Lopez vd. 2008, Gonzalez-del-Pozo vd. 2010). Örneğin, Gonzalez-del-

Pozo vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada,  $CDR_{SO_2}$  düzeyi MOX'lu şaraplarda %107, kontrol şaraplarında ise %80 artmıştır.

Çalışmamızda ise incelenen tüm şarap çeşitlerinde her iki yılın sonuçları değerlendirildiğinde; başlangıç aşamasındaki  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyinin devam eden proses aşamaları süresince arttığı görülmektedir. Boğazkere şaraplarında 2010 yılı için mikooksijenasyon uygulanan şaraplarda  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyindeki artışın %57.14, kontrol şaraplarında ise %41.67 olduğu görülmektedir. 2011 yılı verilerinde ise bu artış sırasıyla %50.10 ve %35.06 şeklinde gerçekleşmiştir. Öküzgözü şaraplarında 2010 yılı için MOX şarabında  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyindeki artış %48.18, kontrol şarabında ise %35.63'tür. 2011 yılında ise bu artış sırasıyla %65.00 ve %50.00 şeklinde gerçekleşmiştir. Shiraz MOX şarabında ise, 2010 yılında görülen  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyindeki artış %56.15, kontrol şarabında ise %45.99 düzeyindeyken, 2011 yılında ise sırasıyla %46.86 ve %44.65'dir. Görüldüğü üzere,  $SO_2$  ağarmasına dayanıklı pigment rengi düzeyinde görülen bu artış, MOX şarabında kontrol şarabına nazaran çok daha belirgindir (Şekil 4.9, Çizelge 4.37-4.42).

#### **4.8 Bazı Fenolik Bileşiklerin Dağılımının Tayini**

Şaraplarda flavan-3-ol'lerden (+)-kateşin, (-)-epikateşin; fenolik asitlerden gallik asit, vanilik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, trans-hidroksisinamik asit ve flavonollerden kuarsetin analiz edilmiştir.

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikooksijenasyon uygulamasının fenolik bileşenlerin dağılımı üzerine etkisi çizelge 4.43 ve 4.44'de; Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikooksijenasyon uygulamasının fenolik bileşenlerin dağılımı üzerine etkisi çizelge 4.45 ve 4.46'de; Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikooksijenasyon uygulamasının fenolik bileşenlerin dağılımı üzerine etkisi çizelge 4.47 ve 4.48'de verilmiştir.

Şarapların içerdiği fenolik bileşiklerin miktarı 2010 ve 2011 yılı sonuçları için değerlendirildiğinde; her üç şarap çeşitinde de kateşin, epikateşin ve gallik asit miktarının diğerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Boğazkere şaraplarında 2010 yılı için alkol fermantasyonu sonunda kateşin miktarı MOX şarabı için 42.38 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda 20.33 mg/L'ye; kontrol şarabı içinse 42.38 mg/L'den 30.85 mg/L'ye düşmüştür. MOX şarabındaki kateşin miktarındaki azalışın % 52.02, kontrol şarabında ise % 27.20 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.43). 2011 yılı örneklerinde ise, kateşin miktarındaki % azalış, MOX şarabında % 43.70, kontrol şarabında ise % 40.14 düzeyindedir (Çizelge 4.44). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.43-4.44).

Öküzgözü şaraplarında 2010 yılı için MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda kateşin miktarı 47.45 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda 18.17 mg/L'ye; kontrol şarabında ise 47.45 mg/L'den 35.81 mg/L'ye düşmüştür. Buna göre, MOX şarabında kateşin miktarında görülen azalış % 61.70 düzeyindeyken, kontrol şarabında % 24.53 saptanmıştır (Çizelge 4.45). 2011 yılı örneklerinde ise, kateşin miktarındaki % azalış, MOX şarabında % 68.86, kontrol şarabında ise % 66.57 düzeyindedir (Çizelge 4.46). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.45-4.46).

Shiraz şaraplarında kateşin içeriğindeki değişim, Boğazkere ve Öküzgözü şaraplarına benzer gerçekleşmiştir. 2010 yılı verileri için, alkol fermentasyonu sonunda belirlenen kateşin miktarı 23.26 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda MOX şarabında 14.38 mg/L, kontrol şarabında ise 20.27 mg/L düzeyindedir. Kateşin miktarında görülen azalış MOX şarabında % 38.17, kontrol şarabında %12.85 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.47). 2011 yılı örneklerinde ise, saptanan % azalış; MOX uygulanan şaraplarda %54.20 kontrol şaraplarında ise %43.73 düzeyindedir (Çizelge 4.48). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.47-4.48).

Boğazkere şaraplarında epikateşin düzeyi MOX şarabında 2010 yılı için alkol fermantasyonu sonunda 22.26 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda 19.42

mg/L'ye; kontrol şarabında ise 19.55 mg/L'ye düşmüştür. MOX uygulanan şarapta epikateşin miktarındaki azalışın % 12.76, kontrol şarabında ise % 12.17 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.43). 2011 yılı örneklerinde ise, epikateşin miktarındaki % azalış, MOX şarabında % 54.63, kontrol şarabında ise % 46.90 düzeyindedir (Çizelge 4.44). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.43-4.44).

Epikateşin miktarı Öküzgözü şaraplarında da saptanmış, 2010 yılında MOX şarabında alkol fermentasyonu sonunda epikateşin miktarı 23.23 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda 13.25 mg/L'ye; kontrol şarabında ise 14.49 mg/L'ye düşmüştür. Buna göre, MOX şarabında epikateşin miktarında görülen azalış %42.96 düzeyindeyken, kontrol şarabında %37.62 saptanmıştır (Çizelge 4.45). 2011 yılı örneklerinde ise, epikateşin miktarındaki % değişim, MOX şarabında % 0.03 azalış, kontrol şarabında % 37.55 artış şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.46). Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.45-4.46).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Shiraz şaraplarında epikateşindeki değişim; 2010 yılında, alkol fermentasyonu sonunda 21.66 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda MOX şarabında 20.29 mg/L, kontrol şarabında ise 20.11 mg/L düzeyindedir. Epikateşin miktarında görülen azalış MOX şarabında % 6.32, kontrol şarabında % 7.15 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.47). 2011 yılı örneklerinde saptanan değişim ise, MOX şarabında % 33.00, kontrol şarabında ise % 63.43'tür. Santrifüj ve aktarma sonunda elde edilen epikateşin miktarı mikrooksijenasyon uygulamasıyla 20.19 mg/L, kontrol şarabında 24.81 mg/L saptanmıştır. (Çizelge 4.48). Değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.47-4.48).

Şaraplarda yüksek miktarda bulunan fenollerden biri de gallik asittir. Boğazkere şarapları gallik asit açısından değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermentasyonu sonunda gallik asit miktarı 8.84 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda 10.45 mg/L'ye; kontrol şarabında ise 11.47 mg/L'ye yükselmiştir. Buna göre, MOX şarabında gallik asit miktarındaki artışın % 18.21, kontrol şarabında ise %29.75 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.43). 2011 yılı örneklerinde ise gallik asit miktarındaki % artış; MOX şarabında %70.61, kontrol şarabında ise %104.88

düzeyindedir (Çizelge 4.44). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.43-4.44).

Öküzgözü şaraplarında gallik asit miktarı 2010 yılı için alkol fermantasyonu sonunda MOX şarabında 37.33 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda 36.73 mg/L'ye düşmüş, kontrol şarabında ise 39.80 mg/L'ye yükselmiştir. Buna göre, MOX uygulanan şarapta gallik asit miktarında % 1.60 değerinde azalış, kontrol şarabında ise %6.62 değerinde artış olduğu görülmektedir (Çizelge 4.45). 2011 yılı örneklerinde ise gallik asit miktarındaki % değişim; MOX uygulanan şarapta %14.17, kontrol şarabında ise %35.72 artış düzeyindedir (Çizelge 4.46). Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.45-4.46).

Shiraz şaraplarının gallik asit miktarındaki değişim, 2010 yılı verileri için alkol fermentasyonu sonunda 12.94 mg/L düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda MOX şarabında 10.22 mg/L, kontrol şarabında ise 14.23 mg/L düzeyindedir. Gallik asit miktarında görülen değişim MOX şarabında % 21.02 azalış, kontrol şarabında % 9.97 artış olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.47). 2011 yılı örneklerinde saptanan % değişim ise; MOX şarabında %13.90, kontrol şarabında ise %6.07 artış düzeyindedir (Çizelge 4.48). Değişimler istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.47-4.48).



Çizelge 4.43 Boğazkere Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU		MLF ÖNCESİ		MLF SONU		SO <sub>2</sub> SONU		SANTRİFÜJ VE AKTARMA SONU (DİNLENDİRME TANKI)	
	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
Gallik asit % Değişim***	8.84±0.068CaB	8.84±0.068CaB	10.73±0.147BaB	9.01±0.128CbB	17.65±0.372AaB	10.25±0.103BbB	10.43±0.171BaB	10.20±0.252BaB	10.45±0.255BaB %18.21	11.47±0.060AaB %29.75
(+)- Katesin % Değişim***	42.38±0.976AaB	42.38±0.976AaB	39.57±0.280BaA	36.64±0.346BbA	38.83±0.311BaA	32.25±0.794CbB	25.27±0.153CbB	28.27±0.734DaB	20.33±0.545DbA %52.02	30.85±0.847CaB %27.20
Vanilik asit % Değişim***	3.02±0.013BaB	3.02±0.013ABaB	3.29±0.062AaA	3.15±0.063AaA	3.36±0.056AaB	2.68±0.019CbB	2.55±0.073CaB	2.01±0.029DbB	1.52±0.064DbB %49.67	2.87±0.129BaA %4.97
Kafeik asit % Değişim***	29.86±0.646AaB	29.86±0.646CaB	31.11±0.351AbA	34.06±0.845AaA	30.65±0.577 AbA	33.70±0.865ABaA	27.24±0.247BbA	32.24±0.818BaA	25.22±0.820CbB %15.54	28.36±0.761CaA %5.02
(-)-Epikateşin % Değişim***	22.26±0.520AaA	22.26±0.520AaA	21.40±0.215AaA	23.39±0.653AaA	20.72±0.566ABbAB	23.46±0.671AaA	18.72±0.513CaA	19.09±0.427BaB	19.42±0.511BCaA %12.76	19.55±0.167BaA %12.17
p-Kumarik asit % Değişim***	2.21±0.057BaB	2.21±0.057AaB	3.75±0.094AaAB	2.49±0.070AbB	2.12±0.019BaC	1.74±0.089BaC	2.21±0.062BaA	0.68±0.010CbC	0.52±0.008CaB %76.47	0.87±0.009CaB %60.63
Ferulik asit % Değişim***	0.61±0.014	0.61±0.014	0.26±0.008	1.44±0.061	0.13±0.005	1.26±0.054	0.39±0.019	1.00±0.026	0.52±0.010 %14.75	0.65±0.016 %6.56
t-Hidroksi-sinamik asit % Değişim***	1.58±0.007AaB	1.58±0.007BaB	1.40±0.035BaC	1.42±0.030CaB	1.33±0.026 BCbC	1.84±0.032AaB	1.28±0.011 CbB	1.62±0.026BaB	1.23±0.020CbB %22.15	1.39±0.016CaC %12.02
Kuarsetin % Değişim***	0.54±0.012BaA	0.54±0.012BaA	0.63±0.005AaA	0.56±0.010BbA	0.64±0.016AaB	0.62±0.017AaB	0.42±0.009DbA	0.64±0.014AaA	0.45±0.007CaA %16.67	0.46±0.002CaA %14.81

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.44 Boğazkere Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU		MLF ÖNCESİ		MLF SONU		SO <sub>2</sub> SONU		SANTİRİFÜJ VE AKTARMA SONU (DİNLENDİRME TANKI)	
	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
Gallik asit % Değişim***	12.08±0.192EaC	12.08±0.192CaC	15.58±0.217DbC	18.56±0.302BaC	18.57±0.228CbC	25.70±0.274AaB	24.09±0.239AaB	24.33±0.388AaC	20.61±0.407BbC	24.75±0.460AaC
(+)- Katesin % Değişim***	59.69±0.802Aaa	59.69±0.802Aaa	46.80±1.142Bba	57.41±0.771BaB	45.01±0.241Bba	50.50±1.059CaA	39.41±0.842CbA	41.50±0.702DaA	33.60±0.729DbA	35.73±0.785Eaa
Vanilik asit % Değişim***	3.85±0.080EaA	3.85±0.080EaA	5.01±0.043BaA	5.05±0.021CaA	4.03±0.111DbA	5.18±0.026BaA	5.32±0.042AaA	5.45±0.063AaA	4.52±0.065CaA	4.48±0.081DaA
Kafeik asit % Değişim***	1.44±0.016DaC	1.44±0.016CaC	1.34±0.025DbC	1.56±0.012CaC	3.81±0.046AaA	0.94±0.001DbC	3.16±0.038CbB	3.53±0.022BaC	3.39±0.041BbC	4.79±0.066AaA
(-)-Epikateşin % Değişim***	48.65±1.287Aaa	48.65±1.287Aaa	40.75±0.239BaA	36.68±0.980Bba	36.63±0.777CaA	24.34±0.374CDbbB	32.32±0.137DaB	23.23±0.541DbC	22.07±0.480EbB	25.83±0.280CaB
p-Kumarik asit % Değişim***	3.84±0.091BaA	3.84±0.091BaA	5.59±0.082Aaa	4.25±0.105AbA	3.22±0.072CaA	2.34±0.058CbA	1.71±0.029DaA	1.34±0.034DbA	0.49±0.012EbA	1.10±0.029EaA
Ferulik asit % Değişim***	Nd	Nd	Nd	0.09±0.005	0.07±0.005	0.10±0.004	0.04±0.001	0.06±0.004	0.01±0.000	0.03±0.004
t-Hidroksi-sinamik asit % Değişim***	1.30±0.018AaC	1.30±0.018AaC	0.98±0.024CaC	1.06±0.010BaC	1.11±0.009BaB	1.15±0.005BaC	0.79±0.022DaC	0.87±0.013CaA	0.65±0.010EaB	0.75±0.010DaC
Kuarsetin % Değişim***	2.15±0.034DaB	2.15±0.034DaB	2.63±0.004CaB	2.39±0.049CbB	3.17±0.018BaA	3.15±0.048BaA	3.35±0.057AbA	3.62±0.032AaA	1.11±0.023EbB	1.94±0.026EaA

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermentasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.45 Öküzgözü Elazığ şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	ALKOL FERM. SONU		MLF ÖNCESİ		MLF SONU		SO <sub>2</sub> SONU		SANTRİFÜJ VE AKTARMA SONU (DİNLENDİRME TANKI)	
	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
Gallik asit % Değişim***	37.33±0.332BaC	37.33±0.332DaC	36.04±0.522CbC	38.36±0.321DaC	41.27±0.472AaC	42.08±0.822BaC	42.20±1.089AbC	62.88±0.613AaC	36.73±0.283BCbA %1.60	39.80±0.176CaC %6.62
(+)- Katesin % Değişim***	47.45±0.702AaA	47.45±0.702AaA	29.52±0.560BbB	37.08±0.679BaA	28.54±0.536BbB	36.92±0.108BaA	30.01±0.818BbA	34.22±0.410CaA	18.17±0.271CbB %61.70	35.81±0.835BCaA %24.53
Vanilik asit % Değişim***	3.16±0.040CaB	3.16±0.040DaB	2.88±0.061DbB	4.28±0.038CaB	4.76±0.109AaA	4.56±0.081BaC	4.12±0.061BbA	5.56±0.165AaC	2.85±0.073DaC %9.81	3.00±0.059DaA %5.06
Kafeik asit % Değişim***	36.43±0.897AaA	36.43±0.897AaA	26.55±0.052CaB	19.60±0.123DbB	25.32±0.668CDaB	26.20±1.038CaB	23.85±0.435DaB	25.46±0.618CaB	30.21±0.605BaA %17.07	30.49±0.406BaB %16.30
(-)-Epikatesin % Değişim***	23.23±0.627AaA	23.23±0.627AaA	20.43±0.385BaA	20.74±0.490BaB	19.33±0.513BaB	20.24±0.533BaB	13.11±0.360CbB	16.56±0.301CaC	13.25±0.366CaB %42.96	14.49±0.397DaB %37.62
p-Kumarik asit % Değişim***	3.34±0.433AaA	3.34±0.433AaA	3.28±0.085AaB	2.52±0.063BbB	2.70±0.032BaB	2.71±0.050BaB	1.51±0.035CaB	1.75±0.004CaB	1.33±0.012CaA %60.18	1.67±0.043CaA %50.00
Ferulik asit % Değişim***	0.90±0.036	0.90±0.036	Nd	0.18±0.007	0.20±0.006	Nd	0.28±0.011	0.21±0.008	0.64±0.013 %28.87	0.89±0.048 %1.11
t-Hidroksi- sinamik asit % Değişim***	2.00±0.047AaA	2.00±0.047AaA	1.70±0.044BbB	1.86±0.028BaA	1.63±0.048BaB	1.67±0.034CaC	1.62±0.029BaA	1.64±0.044CaB	1.20±0.020CbB %40.00	1.52±0.025DaB %24.00
Kuarsetin % Değişim***	0.55±0.006BaA	0.55±0.006BaA	0.53±0.011BaB	0.50±0.009CbB	0.73±0.007AaA	0.71±0.014AbA	0.27±0.005DbB	0.32±0.006EaB	0.35±0.006CbB %36.36	0.37±0.004DaB %18.00

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.46 Öküzgözü Elazığ şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	ALKOL FERM. SONU		MLF ÖNCESİ		MLF SONU		SO <sub>2</sub> SONU		SANTRİFÜJ VE AKTARMA SONU (DİNLENDİRME TANKI)	
	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
Gallik asit % Değişim***	32.45±0.742CaA	32.45±0.742DaA	32.62±0.309CbA	37.06±0.163CaA	40.95±0.575AbA	45.37±0.959AaA	38.27±0.709BbA	43.31±0.229BaA	37.05±0.238BbA %14.17	44.04±0.822ABa A %35.72
(+)- Katesin % Değişim***	53.57±0.724AaB	53.57±0.724AaB	36.37±0.928BbB	43.34±1.081BaB	30.26±0.677CbB	33.70±0.617CaB	21.60±0.430DbB	27.42±0.450DaB	16.68±0.038EaB %68.86	17.91±0.253EaB %66.57
Vanilik asit % Değişim***	0.95±0.021BaC	0.95±0.021CaC	1.13±0.023AaC	1.14±0.022BaC	1.23±0.005AbC	1.43±0.028AaC	1.26±0.024AaC	1.10±0.017BbC	0.86±0.014BbC %9.47	1.17±0.022BaC %23.16
Kafeik asit % Değişim***	2.51±0.064CaB	2.51±0.064EaB	3.18±0.132BbB	4.76±0.092CaA	2.45±0.067CbB	5.61±0.124AaA	3.27±0.051BbB	5.05±0.049BaB	3.68±0.101AaB %46.61	3.67±0.054DaC %46.21
(-)-Epikatesin % Değişim***	29.40±1.625CaB	29.40±1.625DaB	30.03±0.313CaB	30.93±0.779DaB	32.53±0.717BbB	59.91±1.517AaA	39.43±0.668Aba	46.26±0.142BaA	29.39±0.793CbA %40.03	40.44±0.617CaA %37.55
p-Kumarik asit % Değişim***	1.39±0.014AaB	1.39±0.014AaB	1.33±0.011AaB	1.24±0.002BaB	1.13±0.008BaB	1.19±0.012BaB	0.91±0.022CaB	1.03±0.013CaB	0.58±0.013DaA %58.27	0.74±0.018DaB %46.76
Ferulik asit % Değişim***	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
t-Hidroksi- sinamik asit % Değişim***	4.02±0.069AaA	4.02±0.069AaA	3.48±0.062BbA	3.83±0.045BaA	3.12±0.044CbA	3.70±0.030CaB	2.94±0.044DbA	3.26±0.007DaA	1.62±0.044EbA %59.70	2.10±0.054EaB %47.76
Kuarsetin % Değişim***	0.22±0.003EaC	0.22±0.003EaC	0.31±0.002DaC	0.41±0.004DaC	0.67±0.012BaC	0.77±0.009BaC	0.41±0.010CaC	0.50±0.011CaC	0.78±0.003AbC %254.54	1.13±0.014AaC %413.63

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve K kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.47 Shiraz Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU		MLF ÖNCESİ		MLF SONU			SO <sub>2</sub> SONU			SANTRİFÜJ VE AKTARMA SONU (DİNLENDİRME TANKI)	
	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	KONTROL/ ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL/ ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	
Gallik asit % Değişim***	12.94±0.028CaA	12.94±0.028BaA	12.51±0.339CaA	12.93±0.182BaA	30.57±0.812AaA	14.33±0.166AbA	13.93±0.164ABaA	15.24±0.284BaA	10.22±0.045DbB	14.23±0.272AaA	%9.97	
(+)- Katesin % Değişim***	23.26±0.500BaC	23.26±0.500AaC	27.58±0.728AaC	21.49±0.324ABbB	19.25±0.463CbC	22.75±0.537AaC	18.85±0.439CaC	16.68±0.344DbC	14.38±0.241EbC	20.27±0.097BCaC	%12.85	
Vanilik asit % Değişim***	3.53±0.046AaA	3.53±0.046AaA	2.75±0.068BbB	3.35±0.022ABaA	2.57±0.048BCbC	3.45±0.091ABaA	3.26±0.033BaA	2.41±0.054CbB	2.55±0.071CaA	2.72±0.059CaA	%22.94	
Kafeik asit % Değişim***	8.58±0.128ABaC	8.58±0.128BaC	9.31±0.114AaC	8.24±0.046BaC	6.60±0.179CbC	13.85±0.199AaC	8.69±0.121BaC	7.80±0.223ABCaC	7.09±0.069BCaC	8.45±0.154BaC	%1.51	
(-)-Epikatesin % Değişim***	21.66±0.448ABaA	21.66±0.448ABaA	20.65±0.551ABaA	21.09±0.597ABaB	21.97±0.406AaA	22.46±0.626AaA	22.14±0.609AaA	20.36±0.347BaA	20.29±0.578BaA	20.11±0.278BaA	%7.15	
p-Kumarik asit % Değişim***	3.27±0.053BaA	3.27±0.053CaA	4.03±0.216AbA	5.03±0.017AaA	3.50±0.100BaA	4.63±0.097BaA	3.28±0.074CaA	2.27±0.035CbA	1.24±0.028DbA	2.12±0.036DaA	%35.17	
Ferulik asit % Değişim***	Nd	Nd	0.10±0.004	0.13±0.003	0.10±0.004	0.22±0.006	0.18±0.005	0.18±0.007	Nd	Nd	Nd	
t-Hidroksi- sinamik asit % Değişim***	1.97±0.022AaA	1.97±0.022BaA	1.88±0.047AaA	1.91±0.020BCaA	1.96±0.023AbA	2.37±0.062AaA	1.88±0.019BCaA	1.72±0.046BbA	1.62±0.035BbA	1.82±0.009CaA	%76.14	
Kuarsetin % Değişim***	0.37±0.006AaB	0.37±0.006AaB	0.37±0.002AaC	0.37±0.001AaC	0.27±0.005BbC	0.31±0.004BaC	0.25±0.003CaC	0.22±0.005CbC	0.29±0.007BbC	0.31±0.005BaC	%16.21	

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.48 Shiraz Denizli şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında fenolik bileşik analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	ALKOL FERM. SONU		MLF ÖNCESİ		MLF SONU		SO <sub>2</sub> SONU		SANTRİFÜJ VE AKTARMA SONU (DİNLENDİRME TANKI)	
	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**	MOX ŞARABI*	KONTROL ŞARABI**
Gallik asit % Değişim***	28.33±0.088BaB	28.33±0.088CaB	29.19±0.361BaB	30.06±0.533BaB	20.81±0.415DbB	23.64±0.258DaC	24.05±0.042CbB	32.93±0.575AaB	32.27±0.659AaB %13.90	30.05±1.378BbB %6.07
(+)- Katesin % Değişim***	27.51±0.105AaC	27.51±0.105AaC	21.93±0.092BbC	25.80±0.355AaC	18.33±0.453CbC	23.80±0.517BaC	15.58±0.768DbC	20.13±0.037CaC	12.60±0.102EbC %54.20	15.48±0.115DaC %43.73
Vanilik asit % Değişim***	2.01±0.034BaB	2.01±0.034AaB	2.14±0.006AaB	1.64±0.009CbB	1.43±0.027DbB	1.87±0.013BaB	1.62±0.013CbB	1.86±0.024BaB	1.73±0.044CaB %13.93	1.80±0.037BaB %10.45
Kafeik asit % Değişim***	3.99±0.107DaA	3.99±0.107DaA	5.44±0.021AaA	4.22±0.057CbB	3.74±0.068EaA	3.01±0.026EbB	4.56±0.016BbA	5.58±0.057AaA	4.35±0.020CbA %9.02	4.55±0.062BaB % 14.03
(-)-Epikatesin % Değişim***	15.18±0.113CaC	15.18±0.113CaC	10.26±0.230DbC	24.82±0.122BaC	20.92±0.076AbC	23.85±0.122BaB	17.65±0.469BbC	35.36±0.643AaB	20.19±0.460AbB %33.00	24.81±0.221BaB %63.43
p-Kumarik asit % Değişim***	1.05±0.020AaC	1.05±0.020AaC	0.89±0.008BaC	0.97±0.008AaC	0.82±0.022BaC	0.95±0.006AaC	0.50±0.012CaC	0.67±0.007BaC	0.18±0.001DbB %82.85	0.44±0.010CaC %58.09
Ferulik asit % Değişim***	0.13±0.002	0.13±0.002	0.11±0.003	0.12±0.001	0.09±0.002	0.10±0.005	0.05±0.002	0.07±0.002	0.04±0.001 %69.23	0.05±0.002 %61.54
t-Hidroksi- sinamik asit % Değişim***	3.65±0.045AaB	3.65±0.045BaB	2.84±0.005CbB	3.30±0.044DaB	3.05±0.067BbA	3.95±0.076AaA	2.14±0.056DbB	3.42±0.019CaB	1.67±0.032EbA %54.25	3.01±0.072EaA %17.53
Kuarsetin % Değişim***	4.17±0.049AaA	4.17±0.049AaA	4.12±0.053AaA	3.26±0.026BbA	2.94±0.063BaB	2.30±0.001CbB	2.67±0.043CaB	2.03±0.040DbB	1.40±0.006DbA %66.42	1.76±0.019EaB %57.79

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap

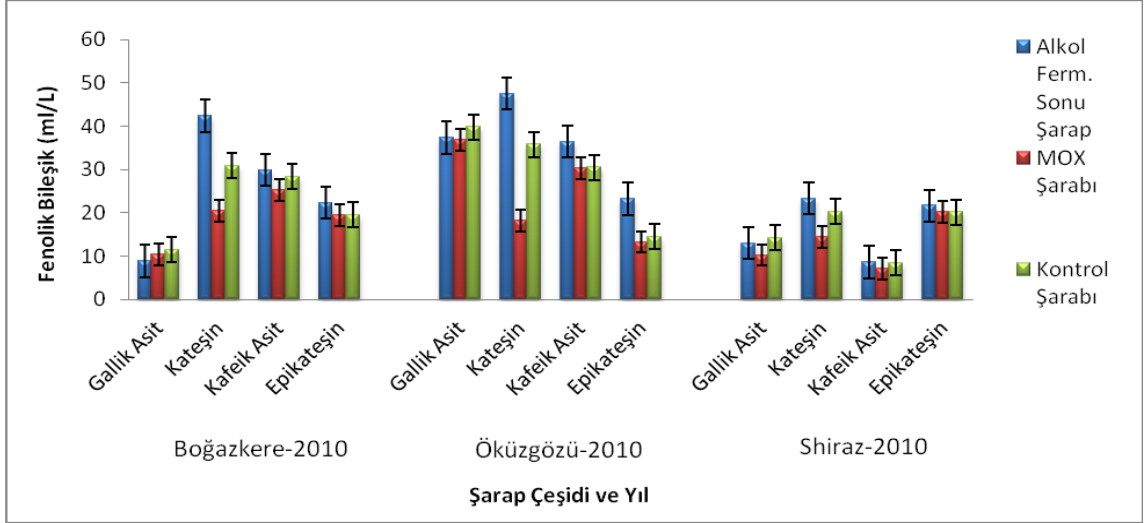
\*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim

(Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler,

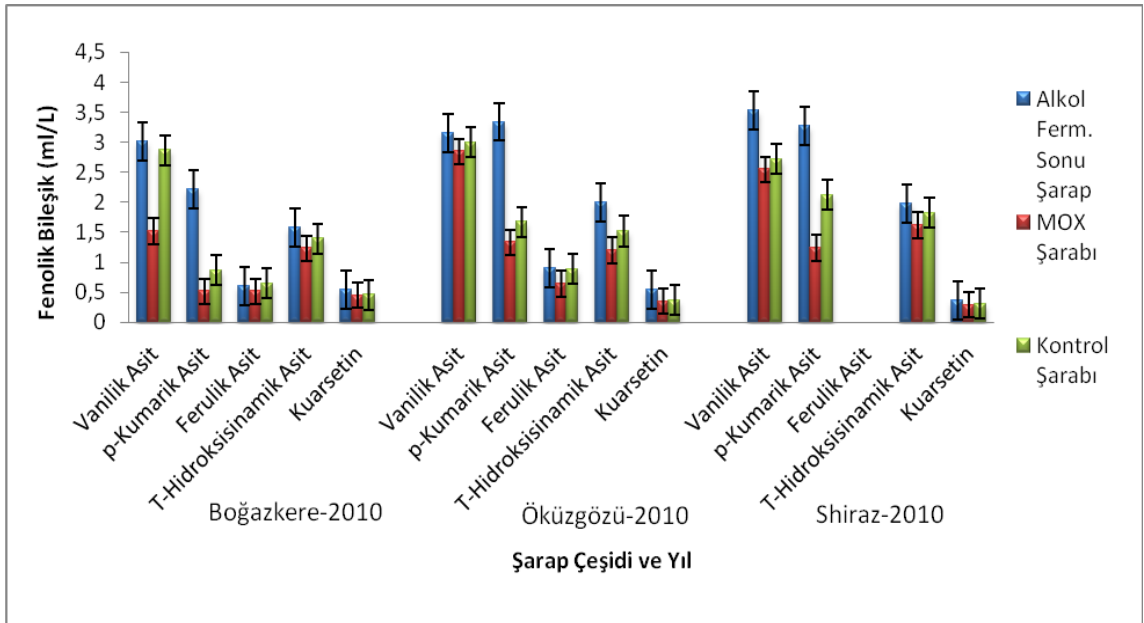
(Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler,

(Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

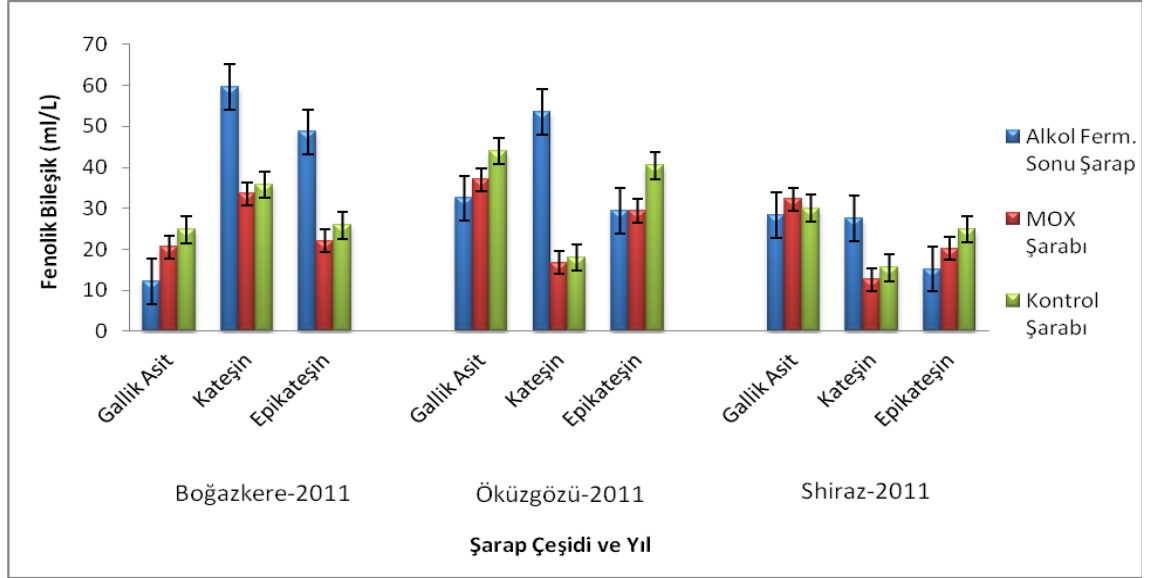
Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarındaki bazı fenolik bileşenlerin değişimi sırasıyla şekil 4.10-4.13’de gösterilmiştir.



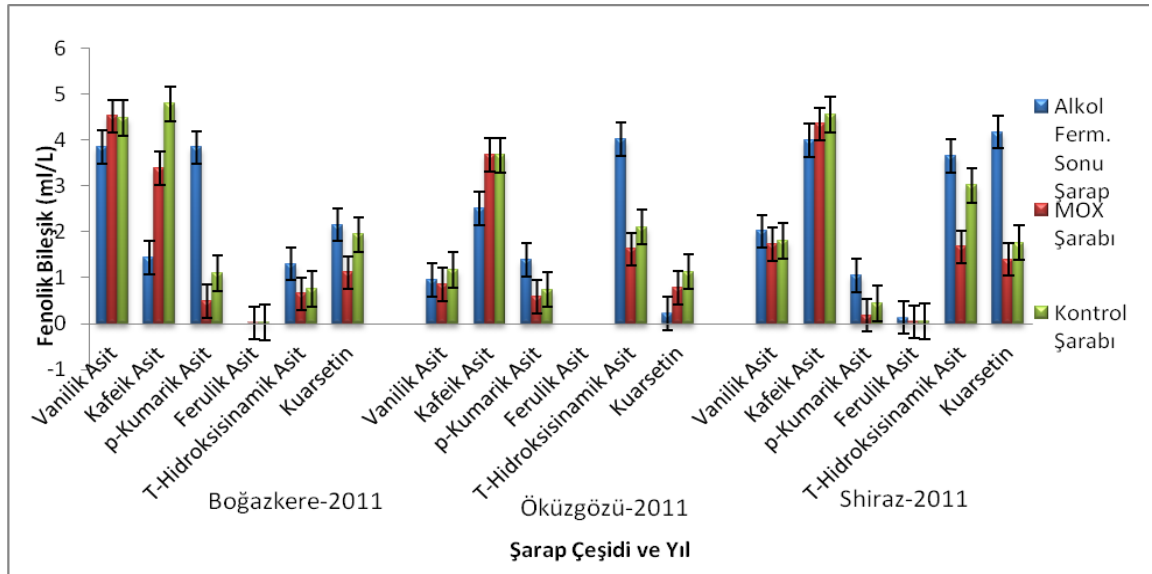
Şekil 4.10 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2010)



Şekil 4.11 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2010)



Şekil 4.12 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2011)



Şekil 4.13 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının bazı fenolik bileşik miktarındaki değişim (mg/L) (2011)

Mikrooksijenasyon uygulanan kırmızı şarapların fenolik kompozisyonun araştırıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur. Petit verdot şarabında yapılan bir çalışmada MLF öncesi uygulanan mikrooksijenasyonun (+)-kateshin ve (-)-epikateshin gibi flavan-3-ollerde, ayrıca mirisetin-3-glikozit, izoramnetin-3-glikozit, şiringetin-3-glikozit ve şiringetin



gibi serbest flavonollerde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Cejudo-Bastante vd. 2011b).

Castellari vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, mikrooksijenasyon ile gallik asit, kafeik asit, ferulik asit, (+) kateşin, (-) epikateşin, trans-resveratrol konsantrasyonunda belirgin bir düşme saptanırken, kaftarik ve koutarik asit içeriklerinin değişmediği belirtilmiştir. Kuarsetin'in ise oksijenasyondan etkilendiği ve diğer bileşiklere nazaran oksijen ile en yüksek reaktiviteyi gösterdiği belirlenmiştir Sartini vd. (2007) çalışmasında da incelenen bileşikler arasında; (+)-kateşin, (-)-epikateşin, kaftarik asit üzerine mikrooksijenasyonun stabilizasyon etkisi gösterdiği belirtilmiştir. Kuersetin ise kontrol şarabında yüksek miktarda saptanırken, oksijen ile yüksek reaktivitesine bağlı olarak MOX'lu şaraplarda düşük miktarda saptanmıştır (Sartini vd. 2007).

Bir diğer çalışmada ise; flavonoidler, flavonoid olmayan bileşikler ve kateşin gibi fenolik bileşiklerin miktarı, hem mikrooksijenasyon uygulanan hem de kontrol şaraplarında hafif oranda artmış, ancak son aşamada mikrooksijenasyon uygulanan şarabın kontrol şarabına kıyasla daha düşük oranda fenolik kompozisyon içerdiği görülmüştür. Bununla beraber, mikrooksijenasyon uygulanan şarapların kontrol şaraplarına kıyasla yüksek miktarda polimerik fenol içerdiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, MOX tekniğinin polimerizasyon reaksiyonları üzerindeki etkisini bir kez daha göstermiştir (Kovacevic-Ganic vd. 2008).

Cejudo-Bastante vd. (2011a) çalışmasında, kontrol ve mikrooksijenasyon uygulanan Cencibel şarapları arasında flavan-3-oller ve hidroksisinnamik asit türevlerinin konsantrasyonlarında önemli düzeyde farklılık saptanmış, toplam flavan-3-ol konsantrasyonunun MLF sonunda MOX'lu şaraplarda önemli derecede azaldığı görülmüştür.

Cencibel şaraplarında yapılan bir diğer çalışmada, mikrooksijenasyon uygulanan örneklerde fenolik asitler açısından değerlendirme yapıldığında, zamanla hidroksisinnamik asitlerin tartarik esterlerinin hidrolizi gerçekleşmiş ve buna paralel olarak kafeik, p-kumarik ve ferulik asitlerin konsantrasyonlarında artış görülmüştür. Bu

durum, hidroksisinnamik asitlerin pek çok reaksiyonda yer alması, örneğin monomerik antosiyaninlerle hidroksifenil-piranoantosiyaninleri oluşturması ile açıklanmıştır. Flavan-3-oller incelendiğinde ise, Cencibel şarabında ana flavan-3-ol bileşiği olan (+)-kateşin konsantrasyonu zamanla artarken, (-)-epikateşin ve gallik asit konsantrasyonlarında değişim olmaması (-)-epikateşin gallatın hidroliz reaksiyonunun gerçekleşmemesine bağlanmıştır. Daha sonra oksijen miktarında artış olmasıyla, epikateşin miktarında azalma görülmüştür. Bir diğer önemli fenol grubu olan flavonollerden mirisetin-3-glikozit, kuersetin-3-glukuronit ve kuersetin-3-glikozit konsantrasyonu hem kontrol hem de MOX'lu şaraplarda zamanla azalmış, dolayısıyla mikrooksijenasyonun flavanol bileşiklerin üzerine etkisi çok düşük saptanmıştır. Ancak, kamferol, kuersetin ve izoramnetin gibi aglikonlarda önemli farklılık saptanmıştır. Mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda daha hızlı ve yüksek derecede glikozidik flavanollerin hidrolizi gerçekleşirken, kontrol şaraplarında daha yavaş ve daha uzun sürede hidroliz gözlenmiştir. Bu durum, mikrooksijenasyon ile bazı serbest fenollerin konsantrasyonundaki artışı açıklamaktadır (Cejudo-Bastante vd. 2012).

Çoğu araştırmanın aksine, Perez-Magarino vd. (2007) çalışmasında, Toro şaraplarında her iki yıl sonuçlarında da, mikrooksijenasyon uygulaması ile flavanoller ve tartarik esterlerin konsantrasyonlarında artış saptanmıştır. Yüksek konsantrasyonda tartarik esterlerin varlığı şaşırtıcı bir sonuç olmuştur, çünkü bu bileşikler oksidasyona çok hassas olup, MOX'lu şaraplarda konsantrasyonlarında azalma görülmesi beklenmektedir.

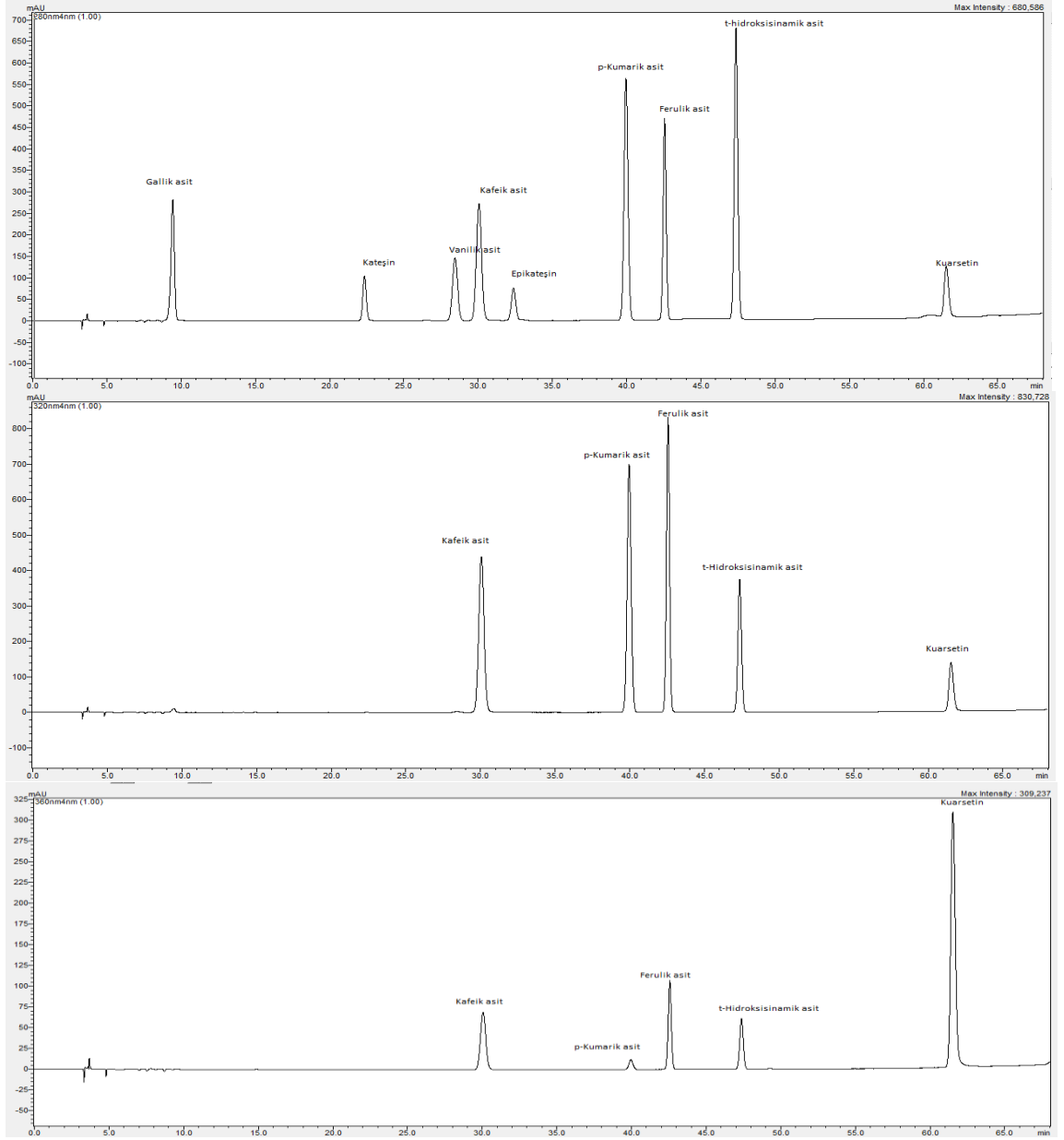
Çalışmamızda MOX ve kontrol şaraplarında çeşitli fenolik asitlerin miktarı incelenmiş ve 2010-2011 yılı için şaraplarda başlıca gallik asit yüksek miktarda saptanmıştır. Gallik asit düzeyindeki değişim alkol fermantasyonu sonunda belirlenen değere kıyasla, tüm şarap çeşitlerinde üretim prosesi süresince genel bir artış şeklinde gözlenmiştir. Bu artış, şarap üretimi süresince oluşan gallat esterlerinin hidrolizi sonucunda ortaya çıkan gallik asit artışı ile ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte çalışmamızın esas amacı olan MOX şarabı ve kontrol şarabı arasındaki fark incelendiğinde, gallik asit miktarının santrifüj ve aktarma sonunda mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda kontrol şaraplarına göre düşük olduğu saptanmıştır. Mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda

saptanan düşük miktar, oksijen varlığında gallik asitin diğer fenolik bileşenlerle girdiği reaksiyonlar sonucunda konsantrasyonunda görülen azalma şeklinde açıklanabilir. Gallik asit dışında incelenen fenolik asitlerin değişimi de genel olarak benzer olup, konsantrasyonları MOX'lu şaraplarda daha düşük düzeyde saptanmıştır.

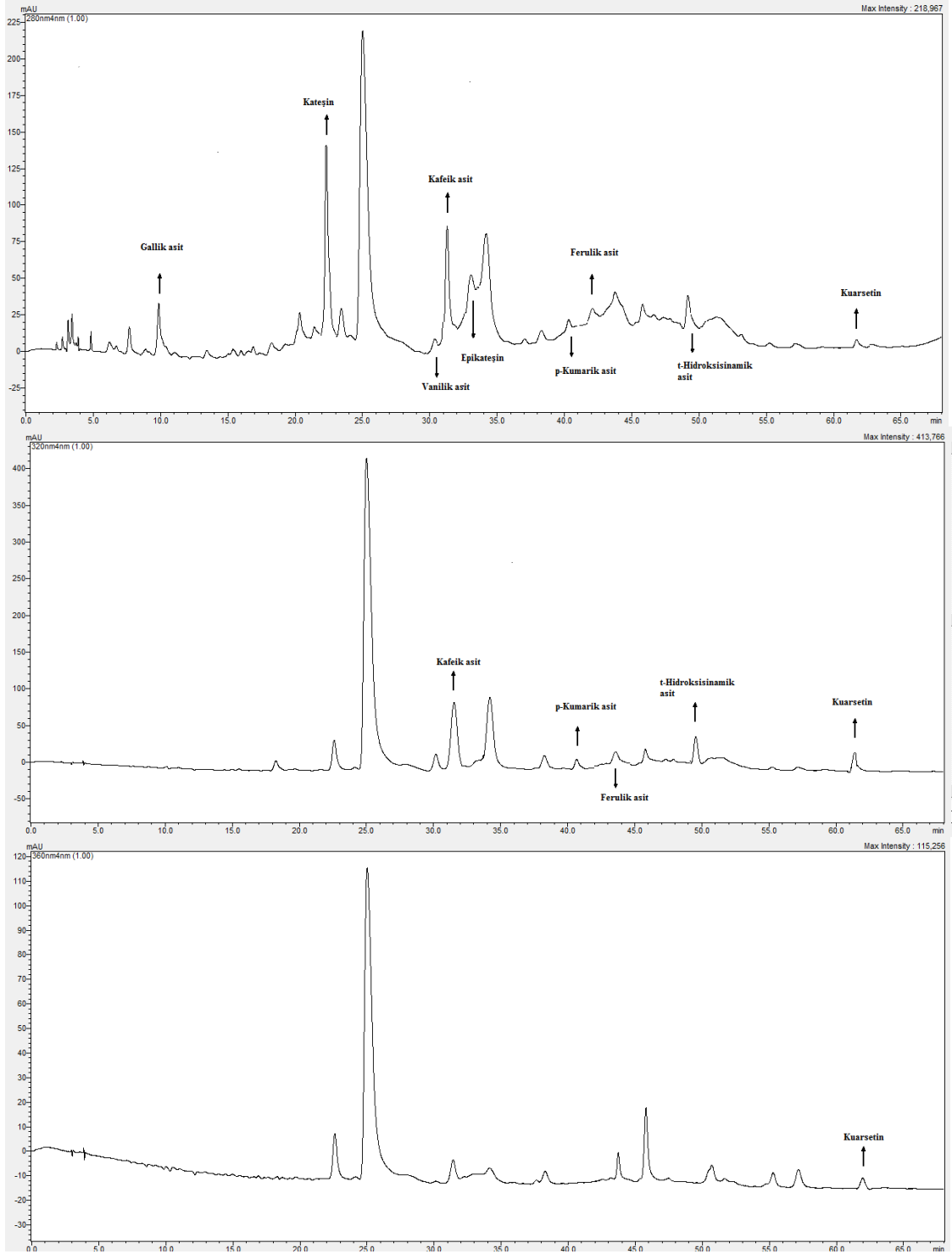
Flavan-3-oller olarak isimlendirilen kateşin ve epikateşin miktarı da mikooksijenasyon uygulanan ve kontrol şaraplarında saptanmıştır. Santrifüj ve aktarma sonunda epikateşin miktarı 2010 yılı MOX ve kontrol Shiraz şarabında benzer miktarda saptanırken, diğer şarap çeşitlerinde 2010 ve 2011 yılı için MOX uygulanan şaraplarda daha düşük miktarda saptanmıştır. Kateşin miktarı ise, tüm şarap çeşitlerinde her iki yıl için de mikooksijenasyon uygulanan örneklerde kontrol örneklerine kıyasla düşük miktarda saptanmıştır. Bu durum, literatür verileriyle de uyumludur, çünkü çok sayıda yayında kontrollü oksijen uygulaması ile flavan-3-ol konsantrasyonunda azalma gerçekleştiği belirtilmiştir (Castellari vd. 2000, Cejudo-Bastante vd. 2011b).

Şaraplarda flavonol bileşiği olarak incelenen kuarsetin miktarı ise 2010 ve 2011 yılı için Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarında mikooksijenasyon uygulanan örneklerde kontrol örneklerine kıyasla daha düşük miktarda saptanmıştır. Kuarsetinin oksijene karşı daha reaktif olduğu ve mikooksijenasyondan etkilendiği literatürde de belirtilmiştir (Castellari vd. 2000, Sartini vd. 2007).

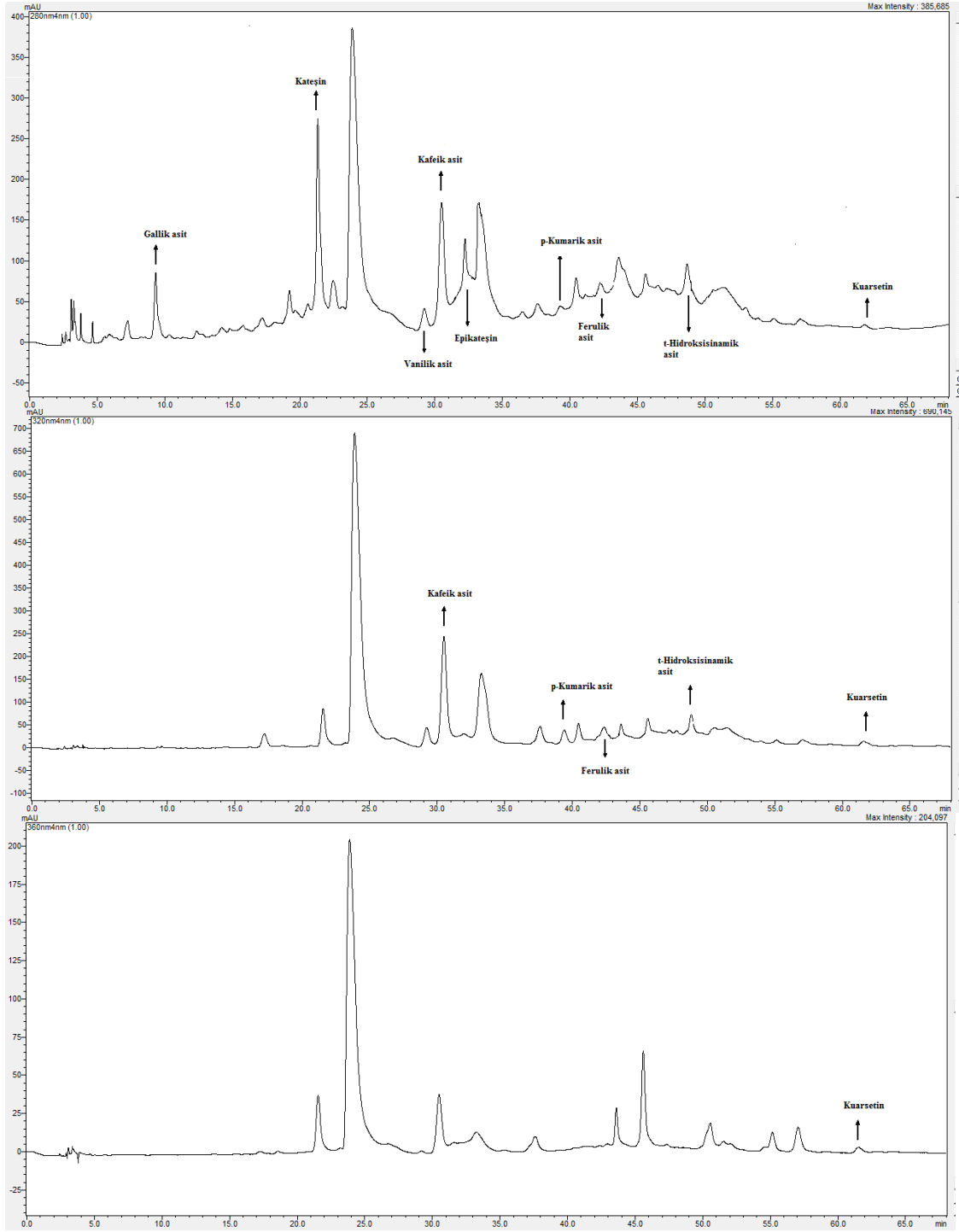
Çalışmamızda kullanılan bazı fenolik standartlarının 280,320,360 nm'de HPLC kromatogramları şekil 4.14'de; 2010 yılı MOX ve kontrol Boğazkere şarabının 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları sırasıyla şekil 4.15-4.16'da; MOX ve kontrol Öküzgözü şarabının 280,320,360 nm'deki HPLC kromatogramları sırasıyla şekil 4.17-4.18'de; MOX ve kontrol Shiraz şarabının 280,320,360 nm'deki HPLC kromatogramları sırasıyla şekil 4.19-4.20'de verilmiştir. 2011 yılı MOX ve kontrol Boğazkere şarabının 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları sırasıyla şekil 4.21-4.22'de; MOX ve kontrol Öküzgözü şarabının 280,320,360 nm'deki HPLC kromatogramları sırasıyla şekil 4.23-4.24'de; MOX ve kontrol Shiraz şarabının 280,320,360 nm'deki HPLC kromatogramları sırasıyla şekil 4.25-4.26'da verilmiştir.



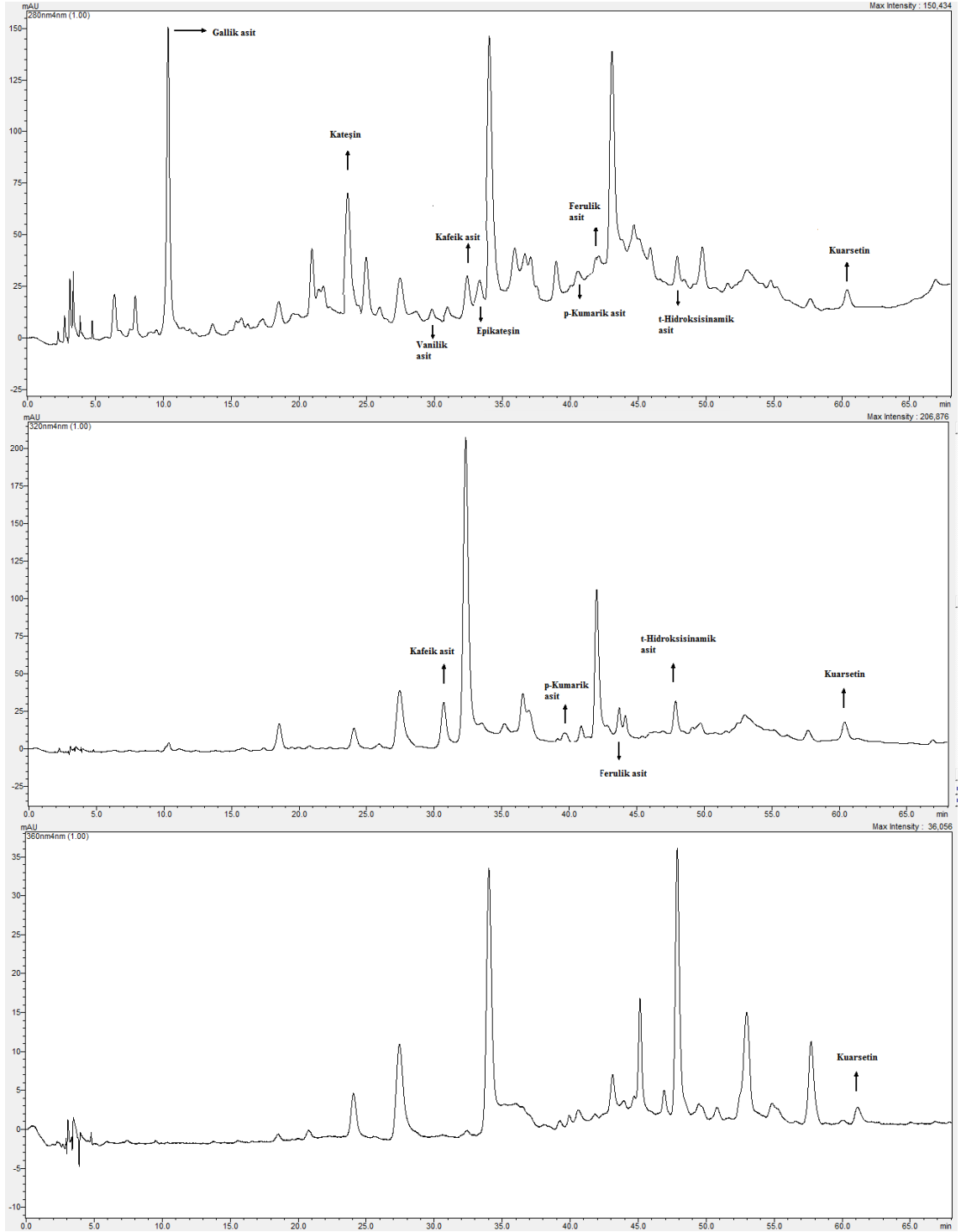
Şekil 4.14 Bazı fenolik standartlarının 280,320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları



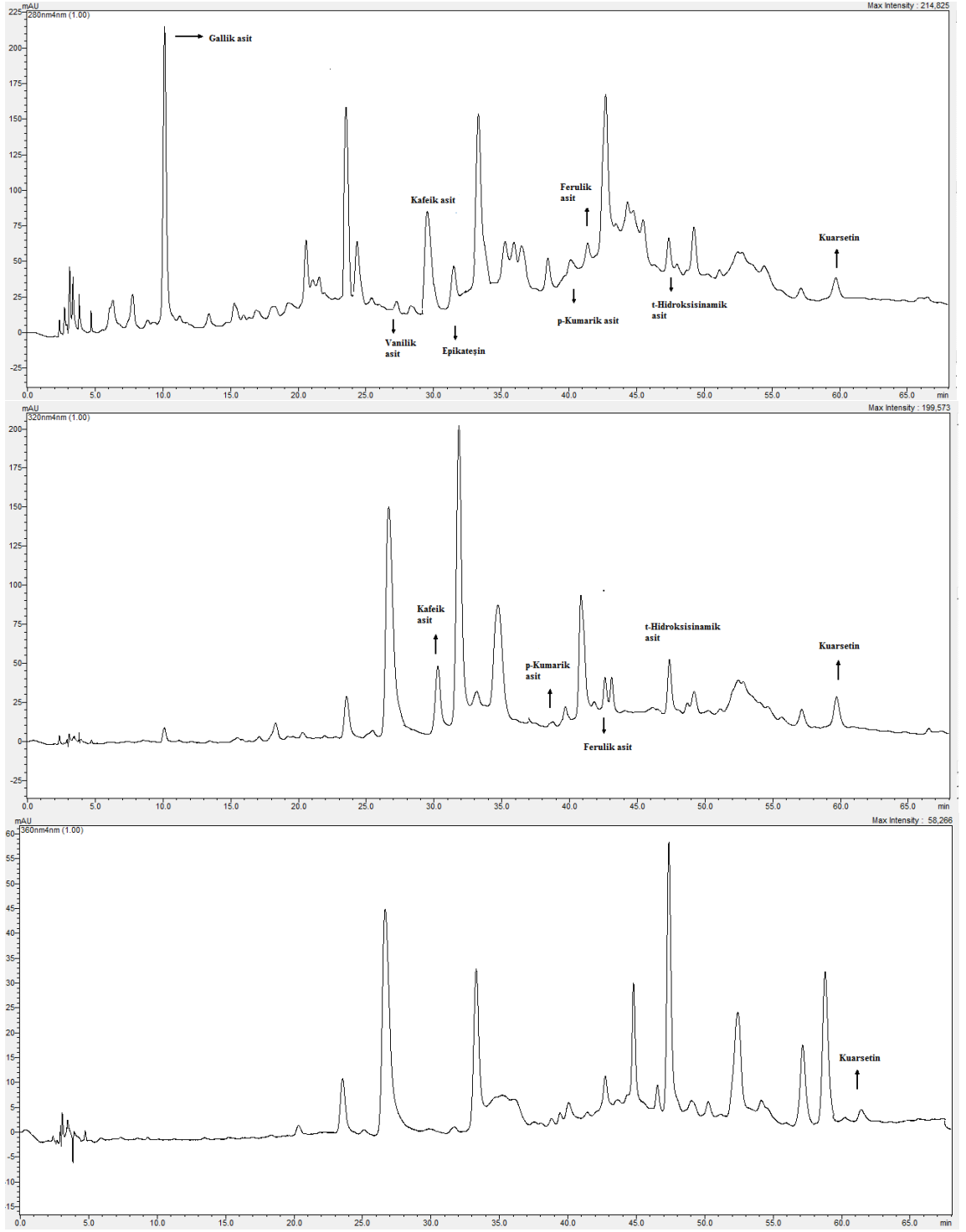
Şekil 4.15 2010 yılı MOX Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları



Şekil 4.16 2010 yılı kontrol Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları

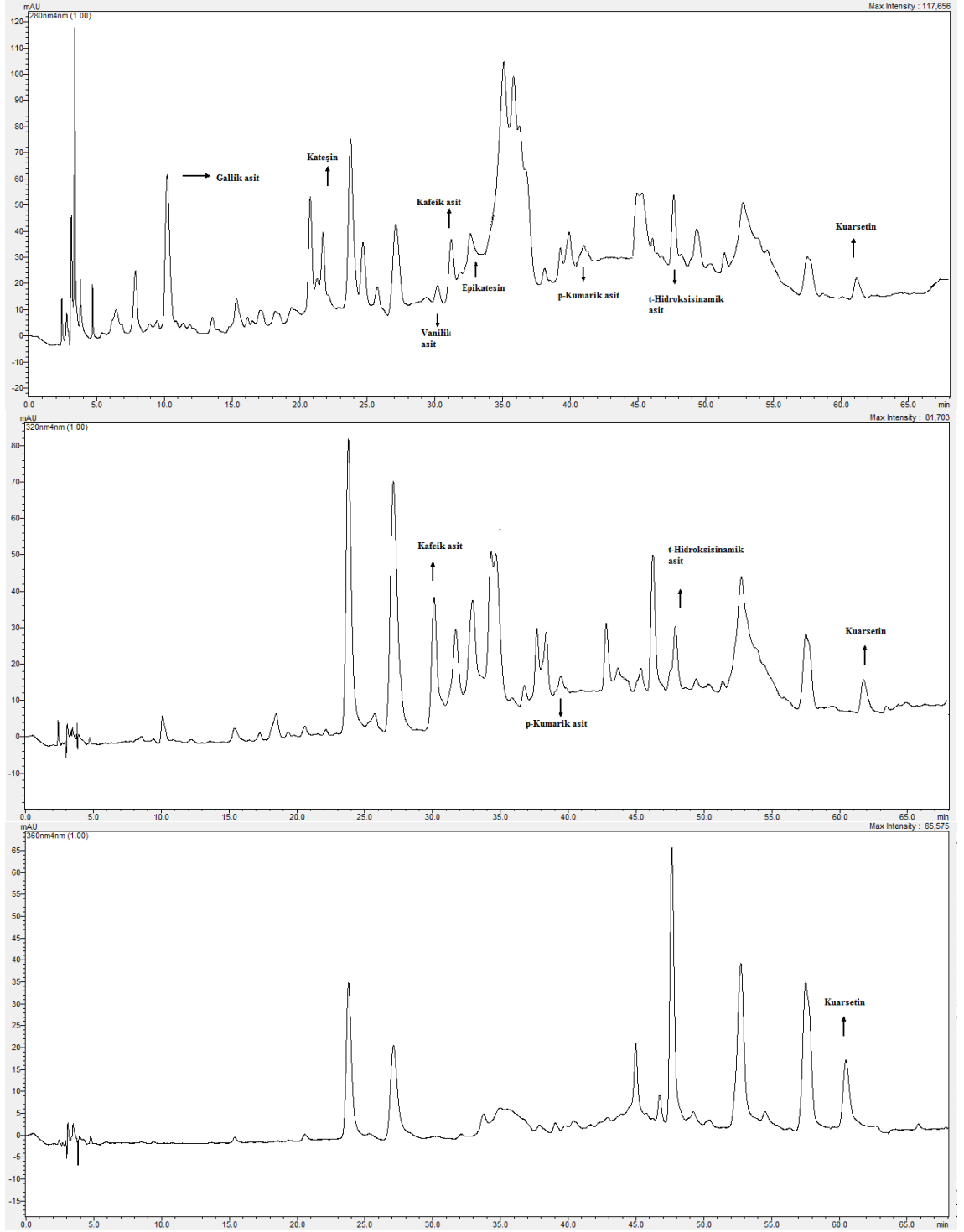


Şekil 4.17 2010 yılı MOX Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları

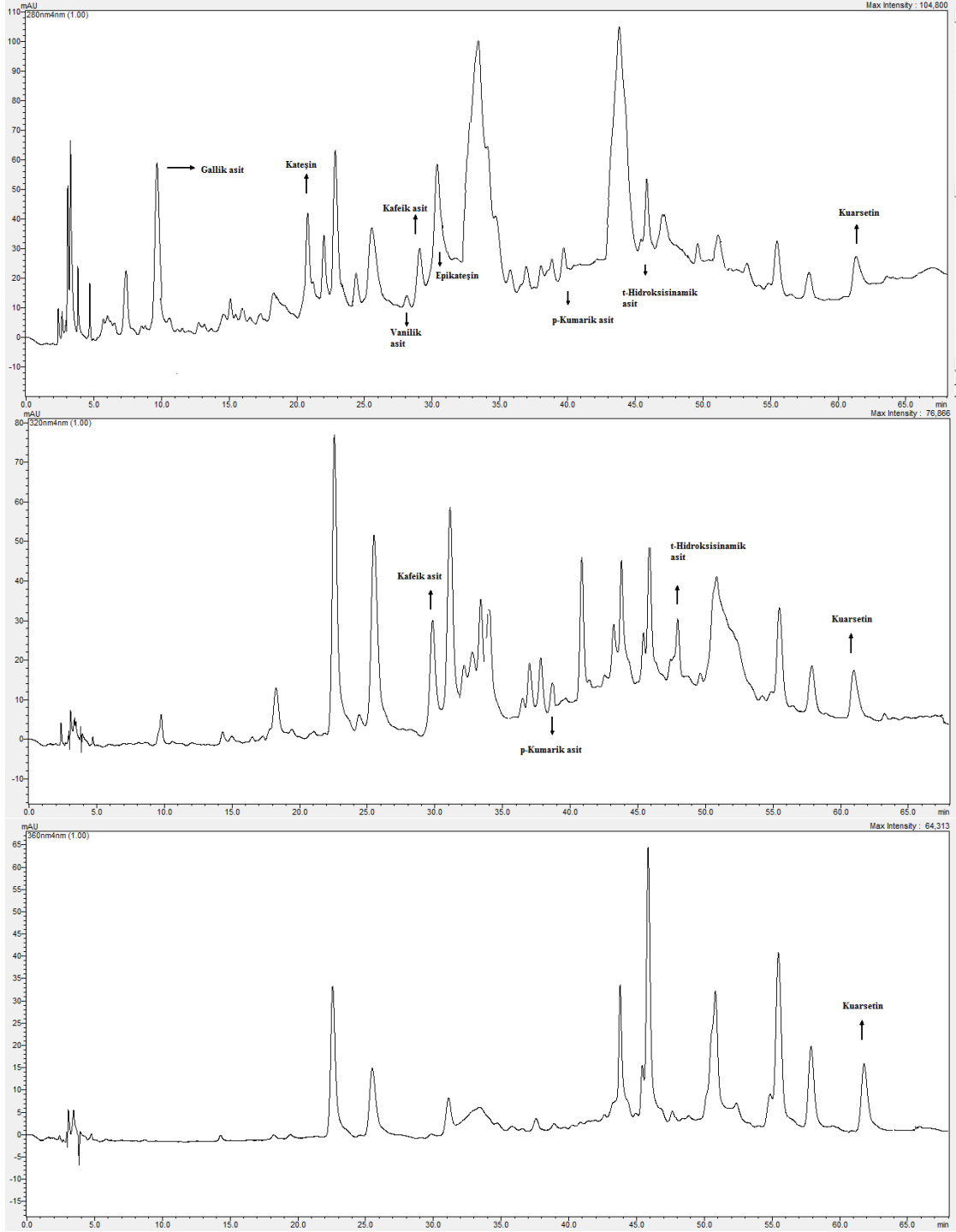


Şekil 4.18 2010 yılı kontrol Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları

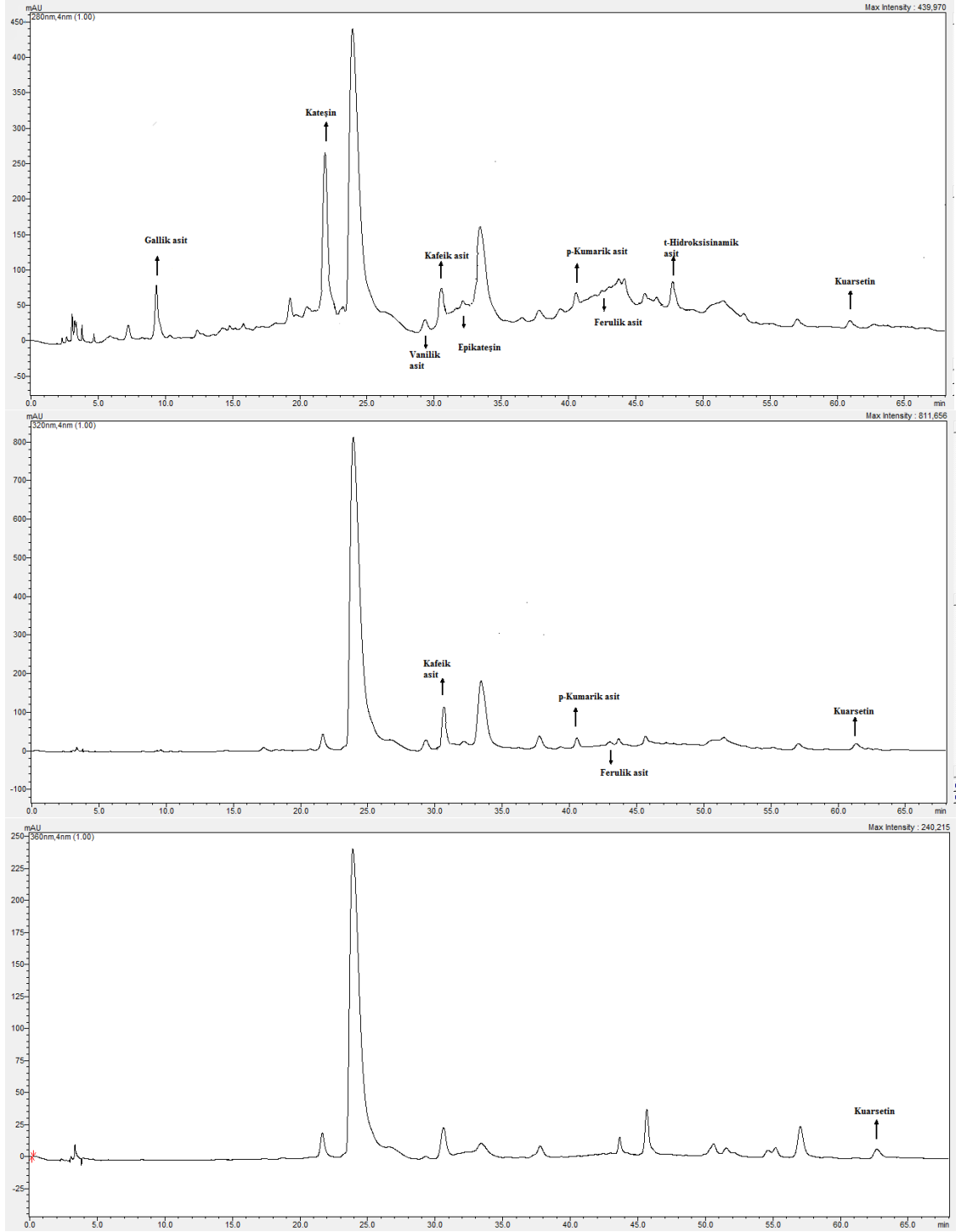




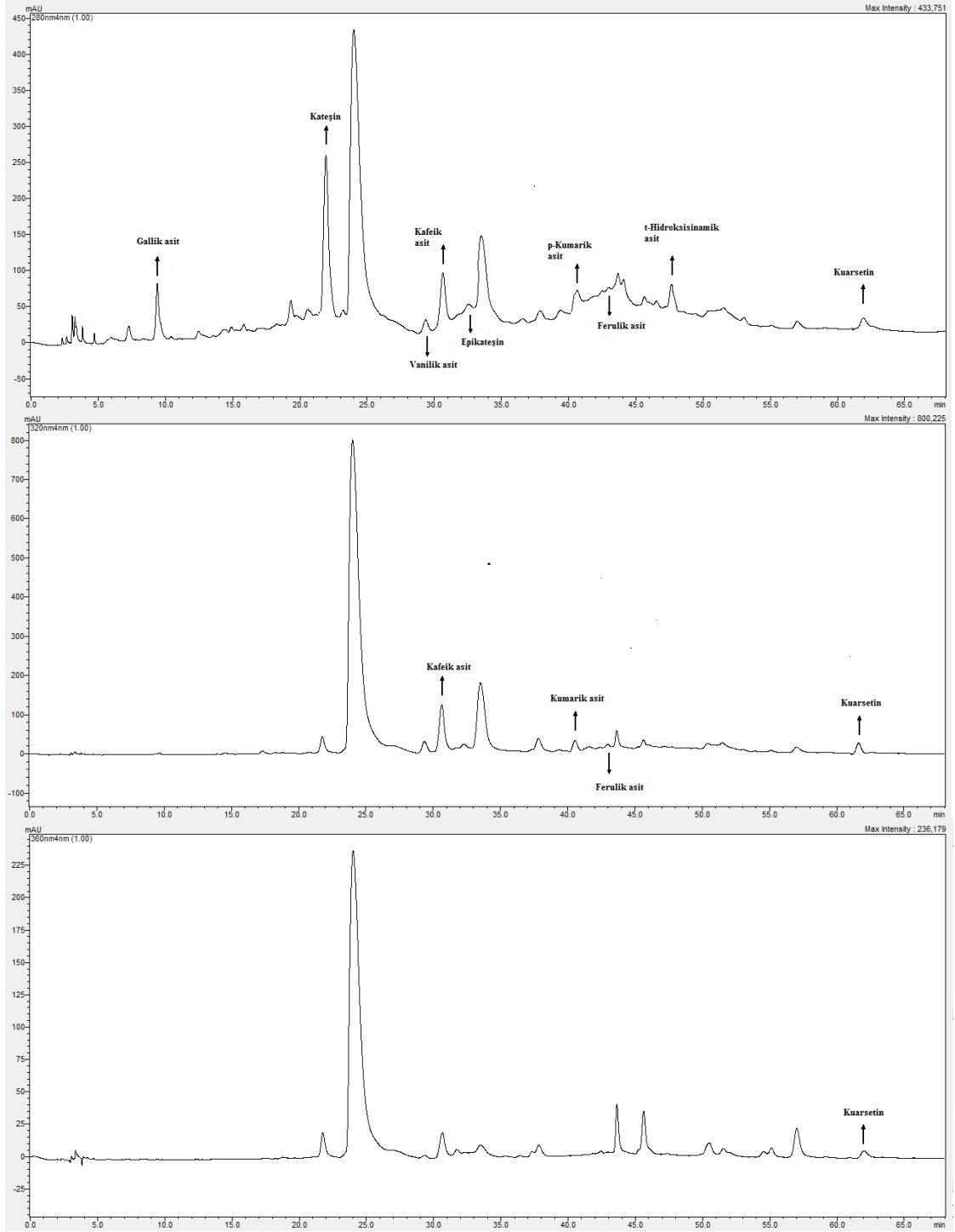
Şekil 4.19 2010 yılı MOX Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm’deki HPLC kromatogramları



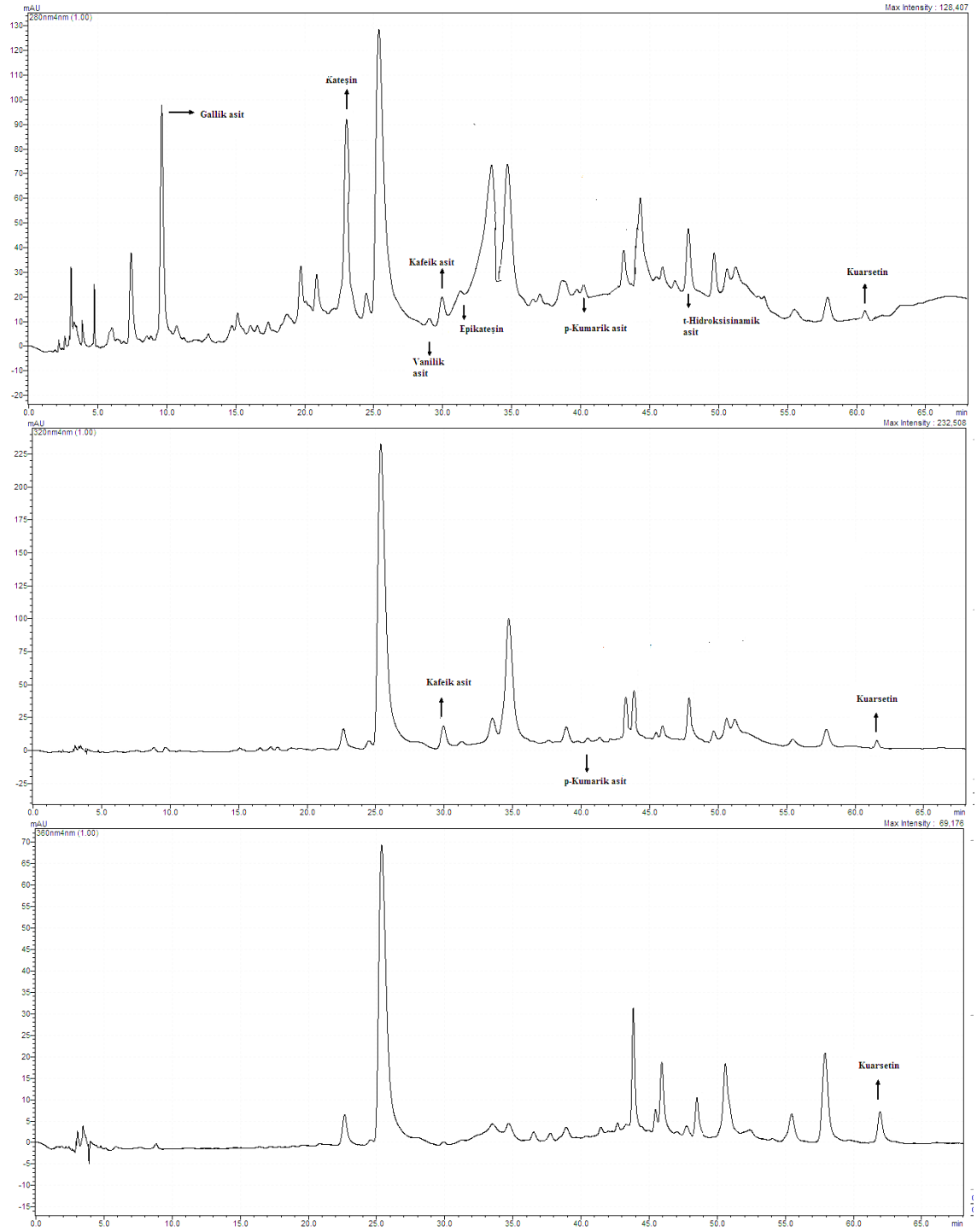
Şekil 4.20 2010 yılı kontrol Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları



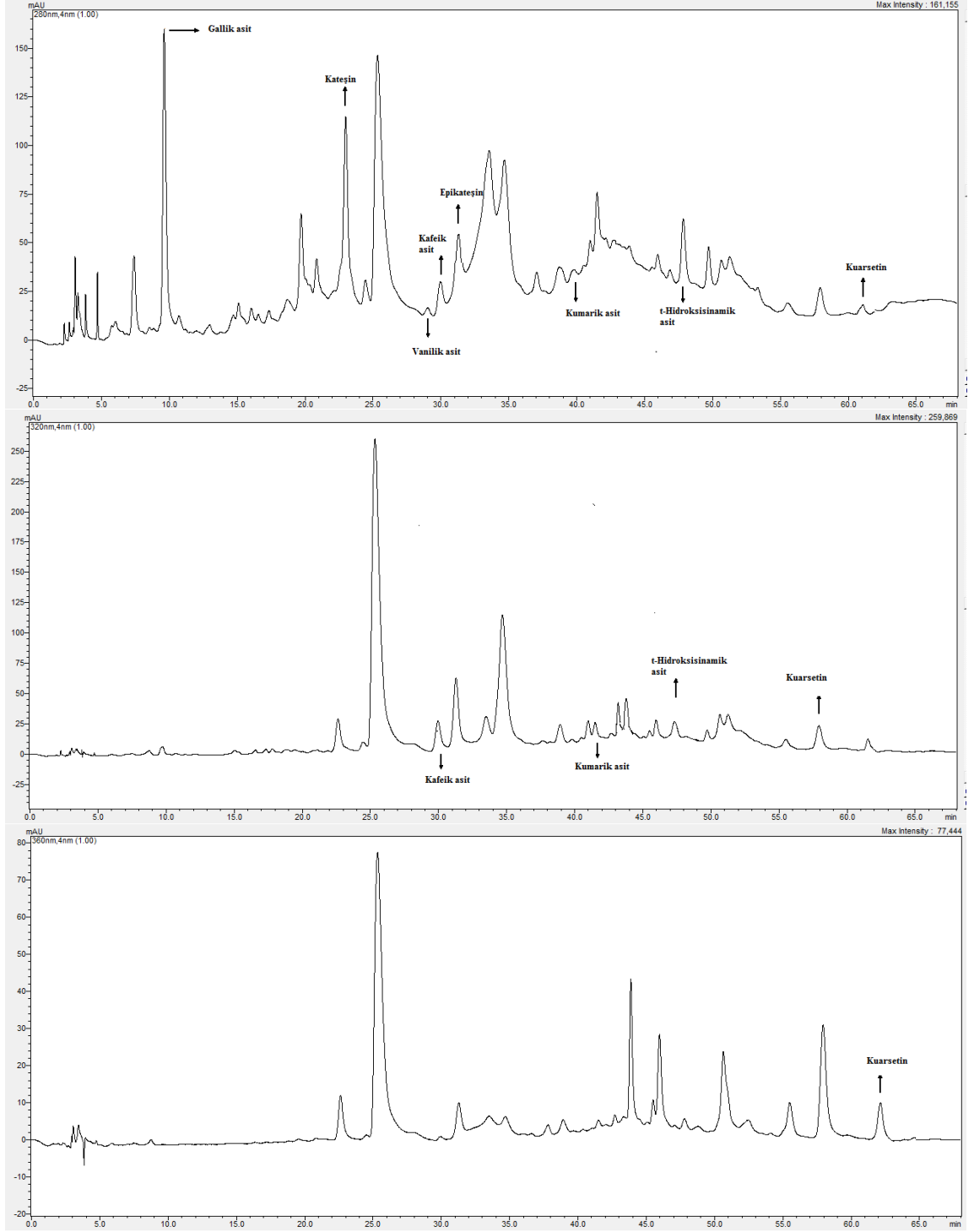
Şekil 4.21 2011 yılı MOX Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları



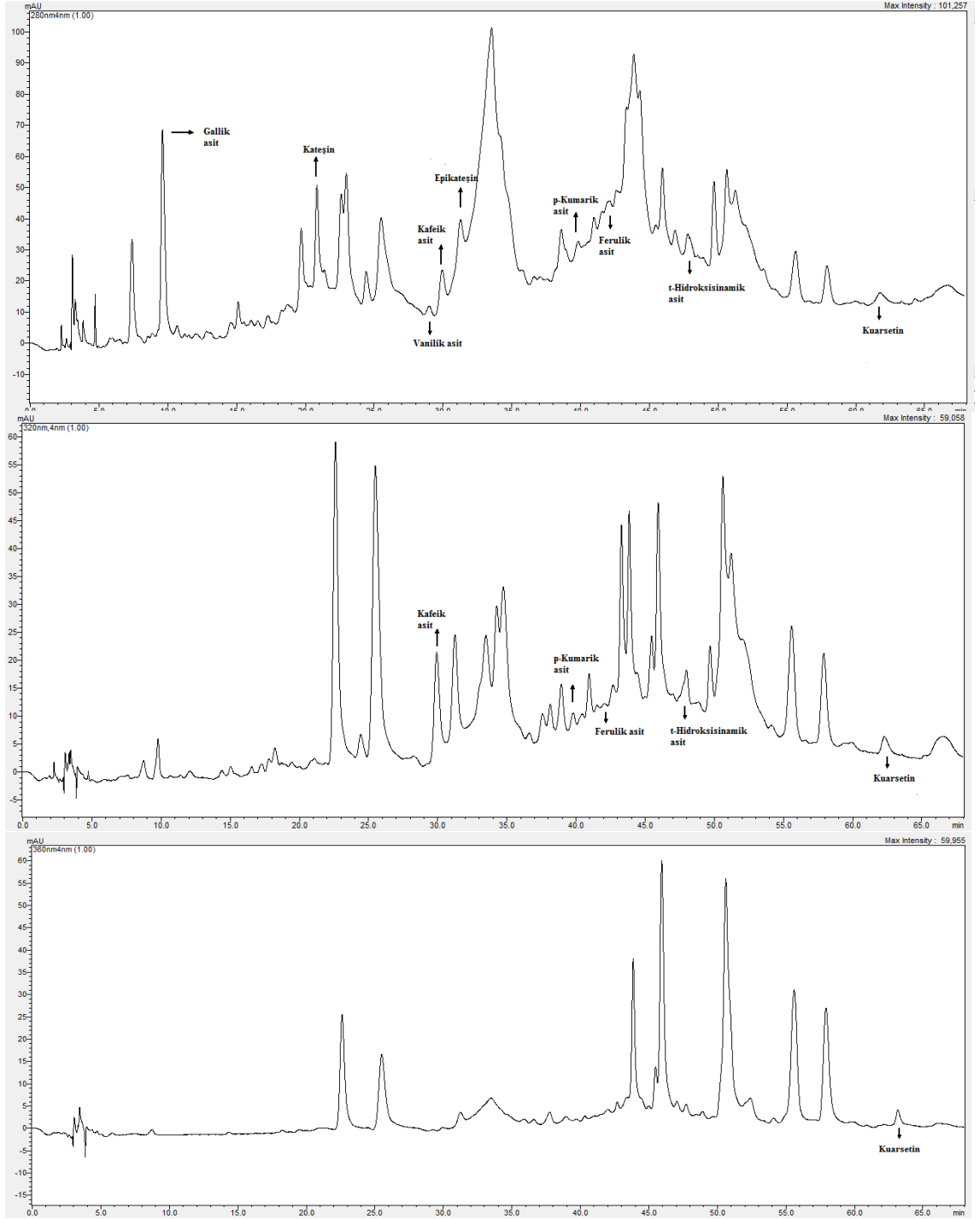
Şekil 4.22 2011 yılı kontrol Boğazkere şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları



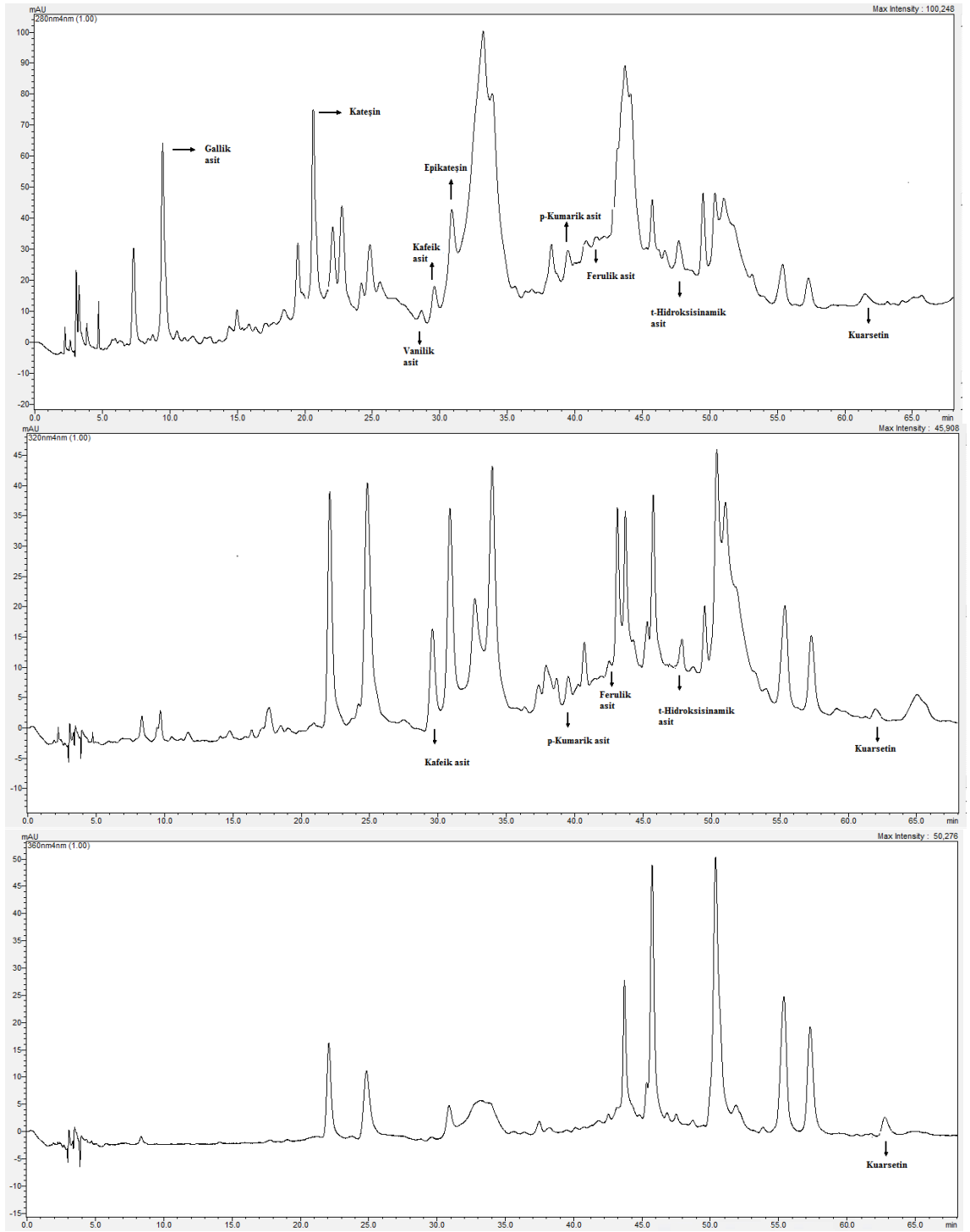
Şekil 4.23 2011 yılı MOX Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm’deki HPLC kromatogramları



Şekil 4.24 2011 yılı kontrol Öküzgözü şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları



Şekil 4.25 2011 yılı MOX Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm’deki HPLC kromatogramları



Şekil 4.26 2011 yılı kontrol Shiraz şarabının santrifüj ve aktarma sonunda 280, 320 ve 360 nm'deki HPLC kromatogramları



#### 4.9 Malvidin 3-Glikozit Tayini

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının malvidin 3-glikozit üzerine etkisi çizelge 4.49 ve 4.50’de verilmiştir.

Boğazkere şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 281.99 mg/L olan malvidin-3-glikozit değerinin santrifüj ve aktarma sonunda 239.09 mg/L’ye; kontrol şarabında ise 281.99 mg/L’den 260.11 mg/L’ye düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında malvidin-3-glikozit içeriğindeki azalış % 15.21, kontrol şarabında ise % 7.76’dır (Çizelge 4.49). 2011 yılı örneklerinde ise, malvidin-3-glikozit miktarındaki % azalış; MOX uygulanan şaraplarda %9.47, kontrol şaraplarında ise % 8.24 düzeyindedir (Çizelge 4.50). Görüldüğü üzere, malvidin-3-glikozit düzeyinde görülen bu azalış, MOX şarabında kontrol şarabına kıyasla çok daha belirgindir. Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.49-4.50).

Çizelge 4.49 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	MALVİDİN 3-GLİKOZİT (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	281.99±4.730AaA	%0.00	281.99±4.730AaA	%0.00
MLF Öncesi	272.93±7.164ABaA	%3.21	274.38±2.963ABaA	%2.70
MLF Sonu	271.73±3.167ABaA	%3.64	270.08±7.711ABaA	%4.22
SO <sub>2</sub> Sonu	259.30±3.357BaA	%8.05	266.74±2.265ABaA	%5.41
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	239.09±5.584CbA	%15.21	260.11±3.254BaA	%7.76

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.50 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	MALVİDİN 3-GLİKOZİT (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	247.02±3.713AaB	%0.00	247.02±3.713AaB	%0.00
MLF Öncesi	241.16±6.353ABaB	%2.37	244.75±0.498ABaB	%0.92
MLF Sonu	237.00±6.326ABaB	%4.05	238.85±6.568ABaB	%3.31
SO <sub>2</sub> Sonu	225.11±5.115BaB	%8.87	230.90±2.889ABaB	%6.52
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	223.62±4.646BaB	% 9.47	226.66±4.358BaB	% 8.24

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının malvidin 3-glikozit üzerine etkisi çizelge 4.51 ve 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.51 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	MALVİDİN 3-GLİKOZİT (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	241.11±6.316AaB	%0.00	241.11±6.316AaB	%0.00
MLF Öncesi	238.23±4.310AaB	% 1.19	209.66±5.868BbB	% 13.04
MLF Sonu	170.12±4.887BbB	%29.44	193.29±0.907CaB	% 19.83
SO <sub>2</sub> Sonu	163.14±4.542BbB	%32.34	188.00±0.399CaB	%22.03
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	164.44±4.113BbB	% 31.80	201.40±5.206BCaB	% 16.47

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.52 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ (ELAZIĞ)	MALVİDİN 3-GLİKOZİT (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
<b>Alkol Fermantasyonu Sonu</b>	192.93±5.027AaC	%0.00	192.93±5.027AaC	%0.00
<b>MLF Öncesi</b>	192.17±5.253AaC	%0.39	190.93±1.827AaC	%1.03
<b>MLF Sonu</b>	178.70±3.526ABaC	%7.37	164.30±3.864BaC	%14.84
<b>SO<sub>2</sub> Sonu</b>	168.18±4.761BaC	%12.83	155.50±3.251BCaC	%19.40
<b>Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)</b>	168.57±1.666BaC	%12.62	141.61±3.519CbC	%26.60

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Öküzgözü şaraplarında malvidin 3-glikozit değeri; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 241.11 mg/L düzeyindeyken santrifüj ve aktarma sonunda 164.44 mg/L'ye; kontrol şarabında ise 241.11 mg/L'den 201.40 mg/L 'ye düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında malvidin-3-glikozit içeriğindeki azalışın % 31.80, kontrol şarabında % 16.47 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.51). 2011 yılı örneklerinde ise, malvidin-3-glikozit miktarındaki % azalış; MOX şarabında % 12.62, kontrol şarabında ise % 26.60 düzeyindedir (Çizelge 4.52). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.51-4.52).

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının malvidin 3-glikozit üzerine etkisi çizelge 4.53 ve 4.54'de verilmiştir.

Çizelge 4.53 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	MALVİDİN 3-GLİKOZİT (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	210.15±4.445AaC	%0.00	210.15±4.445AaC	%0.00
MLF Öncesi	200.11±5.693AaC	%4.78	212.77±4.408AaB	%1.25
MLF Sonu	183.22±5.105BaB	%12.81	189.25±4.753BaB	%9.95
SO <sub>2</sub> Sonu	174.28±2.946BaB	%17.07	176.36±4.224BCaB	%16.08
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	176.08±3.541BaB	%16.21	172.18±1.674CaC	%18.07

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

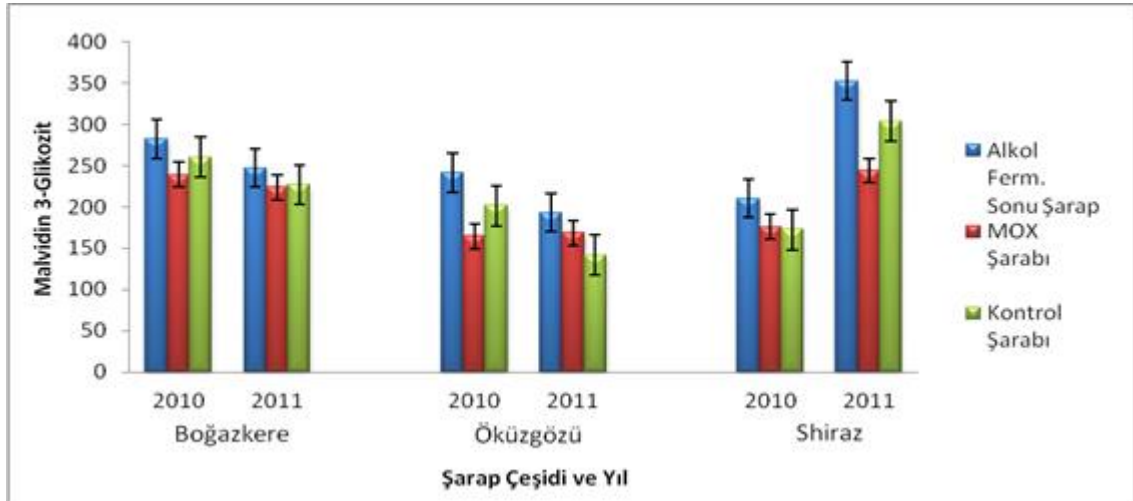
Çizelge 4.54 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında malvidin 3-glikozit analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	MALVİDİN 3-GLİKOZİT (mg/L)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	352.39±9.927AaA	%0.00	352.39±9.927AaA	%0.00
MLF Öncesi	352.80±9.083AaA	%0.12	351.37±7.034AaA	%0.29
MLF Sonu	347.43±7.931AaA	%1.41	352.41±6.254AaA	%0.00
SO <sub>2</sub> Sonu	315.72±2.538BbA	%10.40	336.73±7.418AaA	%4.44
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	243.92±6.710CbA	%30.78	303.91±6.027BaA	%13.76

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Malvidin 3-glikozit değişimi açısından Shiraz şarapları değerlendirildiğinde; MOX şarabında 2010 yılında alkol fermantasyonu sonunda 210.15 mg/L olan değerin santrifüj ve aktarma sonunda 176.08 mg/L'ye; kontrol şarabında ise 210.15 mg/L'den 172.18 mg/L 'ye düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında malvidin-3-glikozit içeriğindeki azalışın % 16.21, kontrol şarabında ise % 18.07 olduğu görülmektedir (izelge 4.53). 2011 yılı örneklerinde ise, malvidin-3-glikozit miktarındaki % azalış; MOX şarabında % 30.78, kontrol şarabında % 13.76 düzeyindedir (izelge 4.54). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (izelge 4.53-4.54).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarındaki malvidin 3-glikozit değerindeki değişim Şekil 4.27'de gösterilmiştir.



Şekil 4.27 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının malvidin-3-glikozit miktarındaki değişim (mg/L)

Mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda malvidin 3-glikozit başta olmak üzere monomerik antosiyaninlerde meydana gelen değişim çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Çalışmaların çoğunda elde edilen sonuç, mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda oksijenasyon ile desteklenen polimerik türevlerin oluşmasına bağlı olarak serbest antosiyanin düzeyindeki belirgin azalmadır (Castellari vd. 2000, Atanasova vd. 2002, Cano-Lopez vd. 2006, Cano-Lopez vd. 2007, Sanchez-Iglesias vd. 2009). şarapta hakim olan malvidin, petunidin, delfinidin, peonidin ve siyanidin monoglikozitlerinin diğer flavonoidlerle reaksiyona girerek polimerik antosiyaninleri oluşturması ile bu

bileşiklerin miktarı zamanla azalmış, en fazla azalış ise MOX uygulanan şaraplarda saptanmıştır (Cano-Lopez vd. 2008). Kovacevic-Ganic vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, malvidin-3-O-glikozit konsantrasyonu, başlangıç şarabında 138.16 mg/L saptanırken, MOX' lu şarapta 119.82 mg/L, kontrol şarabında ise 125.13 mg/L bulunmuştur. Perez-Magarino vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuş ve mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda SO<sub>2</sub> ve pH değişimlerine karşı kararlı antosiyanin-pürivik asit bileşiklerinin miktarı yüksek saptanmıştır.

Cencibel şaraplarında yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar saptanmıştır Mikrooksijenasyona bağlı olarak monomerik antosiyaninlerde görülen önemli derecede azalma ile beraber flavan-3-ol konsantrasyonundaki azalma, oksijen ilavesinin serbest antosiyaninler ve flavan-3-ol'ler arasında gerçekleşen reaksiyonları aktive ettiğini göstermektedir (Cejudo-Bastante vd. 2011a, Cejudo-Bastante vd. 2012). Malvidin-3-glikozit bileşiğinden türeyen vitisin B başlıca piranoantosiyanin olarak saptanmış ve bu bileşik MOX'lu şarapta önemli düzeyde artmıştır. Pirüvik asit ve antosiyaninler (malvidin-3-glikozit) arasındaki reaksiyonla oluşan A tip vitisinlerin mikrooksijenasyonlu şaraplarda gelişimi de vitisin B'ye benzemektedir. Bu bileşiklere ek olarak antosiyaninler ve hidrokisinamik asitler arasındaki reaksiyon hidrokisifenil-piranoantosiyaninlerin oluşumunu sağlamaktadır. Antosiyaninlerin kafeik asit ile reaksiyonundan oluşan malvidin 3-glikozit-4-vinil-kateşol (Pinotin A) ve p-kumarik asit ile reaksiyonundan oluşan malvidin 3-glikozit-4-vinil-fenol bileşikleri elde edilen MOX şaraplarında son aşamada kontrol şaraplarına kıyasla önemli ölçüde yüksek saptanmıştır. Bu süreçte, malvidin, delfinidin, peonidin 3-glikozitlerin konsantrasyonunda azalma görülmüştür. Monomerik antosiyaninler ve flavan-3-ol'ler arasındaki reaksiyonlar sonucunda oluşan yüksek molekül ağırlığına sahip oligomerik ve polimerik pigmentlerin varlığı bu şekilde kanıtlanmıştır (Cejudo-Bastante vd. 2012).

Mikrooksijenasyon tekniğinin alternatif yöntemlerle birlikte kullanıldığı çalışmalarda da antosiyaninlerin gelişimi izlenmiştir. Cano-Lopez vd. (2010) çalışmasında; 3 ay süresince mikrooksijenasyon ile meşe fiçıda veya paslanmaz çelik tankta yllandırılan şarapların antosiyanin içerikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen MOX uygulanan

şarapların içeriği meşe fiçıda yıllandırılan şarapların içeriğine oldukça yakın saptanırken, kontrol şaraplarının içeriğinin ise tamamen farklı olduğu görülmüştür. Tankta 3 ay boyunca yıllandırılan kontrol şaraplarında delfinidin, siyanidin, peonidin, petunidin ve malvidin monoglikozitlerinin konsantrasyonu oldukça az oranda değişirken, mikrooksijenasyon ve meşede yıllandırma ile bu bileşiklerin konsantrasyonları azalmıştır. Buna karşın, şarap örneklerinde saptanan petunidin 3-glikozit pirüvat, malvidin 3-glikozit pirüvat (vitisin A), malvidin 3-asetilglikozit pirüvat (asetilVit A), malvidin 3-kumarilglikozit pirüvat (KumarilVit A) gibi antosiyanin-pirüvik asit türevleri olarak nitelenen karboksipiranoantosiyaninler, özellikle MOX uygulanan ve meşede yıllandırılan şaraplarda artmıştır.

Mikrooksijenasyon ve meşe talaşı tekniğinin beraber kullanıldığı başka bir çalışmada; Cabernet Sauvignon şaraplarının yıllandırılması sırasında polimerik fenol düzeyinin mikrooksijenasyon ve ayrıca meşe talaşı ilavesi ile arttığı saptanmıştır. Polimerik fenollerdeki bu artış, monomerik prosiyanidinlerdeki azalış ile ilişkili bulunmuştur. Bu durum, hem oksijen hem de yakılmış meşenin tanen polimerlerinin oluşumunu teşvik ettiğini göstermektedir. Şaraplarda malvidin 3-glikozit düzeyi, yakılmış meşe ve oksijen varlığında, tek başına yakılmış meşe veya oksijen kullanımına nazaran daha çok azalmıştır. Bu durum, antosiyaninlerin yakılmış meşe talaşı ve oksijen varlığında oligomerik ve polimerik prosiyanidinlere daha etkili bağlandığı şeklinde yorumlanmıştır (McCord 2003).

Sartini vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada; meşe talaşı, maya tortusu ve mikrooksijenasyon tekniğinin birlikte kullanımı araştırılmış ve mikrooksijenasyon uygulaması ile şarapların monomerik antosiyaninlerinin miktarının, kontrol şaraplarına veya meşe talaşı ile işlem gören şaraplara kıyasla önemli ölçüde düşük olduğu belirtilmiştir. Mikrooksijenasyon, bu bileşiklerin konsantrasyonunu meşe talaşı ilavesinden daha çok etkilemiş, dolayısıyla oksijenin pigmentler üzerindeki stabilize edici etkisinin meşe talaşlarının adsorbsiyon etkisinden daha önemli olduğu belirtilmiştir.

Diğer bir çalışmada, Petit-verdot şarabında malolaktik fermantasyon sonu mikrooksijenasyon uygulaması ve devamında meşe talaşı ilavesi ile monomerik antosiyaninlerde düşük konsantrasyon, buna karşın polimerizasyon derecesinde artış saptanmıştır. Monomerik antosiyanin içeriğindeki azalış farklı şekillerde açıklanmıştır. Bir yandan meşe talaşı ilavesinin monomerik antosiyaninler gibi bazı fenolik bileşiklerin adsorbsiyonuna neden olabildiği, diğer yandan meşe talaşının antosiyanin-tanen kondenzasyonlarını destekleyen asetaldehit gibi bazı aldehytleri serbest bırakabildiği belirtilmiştir. Ayrıca, ahşaptan geçen ellajitanenler de kondenzasyon reaksiyonlarında yer almaktadır. Dolayısıyla, bu reaksiyonlar, monomerik antosiyaninlerin azalmasına neden olmaktadır. (Cejudo-Bastante vd. 2011b). Bunun aksine, Merlot şaraplarında oksijen ilavesi, MOX'lu şaraplarda tüm antosiyanin-etil-flavan-3-oller ve B tip vitisinlerdeki beklenen artışı sağlamış ancak antosiyanin türevli pigmentlerin konsantrasyonu, MOX' lu şaraplarda talaş uygulaması sonrasında azalmıştır. Bu durum, Merlot şaraplarında bazı bilinmeyen faktörlerin mikrooksijenasyon ile oluşan antosiyanin-etil-flavan-3-ol bileşiklerinin degradasyonunu hızlandırması şeklinde açıklanmıştır. Talaş tekniği, mikrooksijenasyon ile yüksek miktarda oluşan hidroksifenil-piranoantosiyaninler, vitisin A bileşiklerinde azalmaya neden olmuştur (Cejudo-Bastante vd. 2011c).

Düşük düzeyde SO<sub>2</sub> uygulanan MOX şaraplarının monomerik antosiyanin konsantrasyonunda büyük bir azalış saptanmıştır. 100-200 mg/L SO<sub>2</sub> uygulanan şişedeki şaraplarda malvidin 3-glikozit konsantrasyonu 27-29 mg/L, 200 mg/L SO<sub>2</sub> içeren MOX'lu şaraplarda 23 mg/L, 50 mg/L SO<sub>2</sub> içeren şişelenmiş şaraplarda 25 mg/L, hiç SO<sub>2</sub> içermeyen şaraplarda ise 14 mg/L belirlenmiştir. Buna karşın, 0, 50, ve 100 mg/L başlangıç SO<sub>2</sub> içeren MOX'lu şaraplarda, çalışmanın sonunda neredeyse hiç malvidin 3-glikozit veya diğer monomerik antosiyaninlerden saptanmamıştır. Ayrıca, flavan-3-ol'lerden kateşin ve epikateşin düşük SO<sub>2</sub> içeren MOX şaraplarında aşırı derecede azalmıştır (Tao vd. 2007).

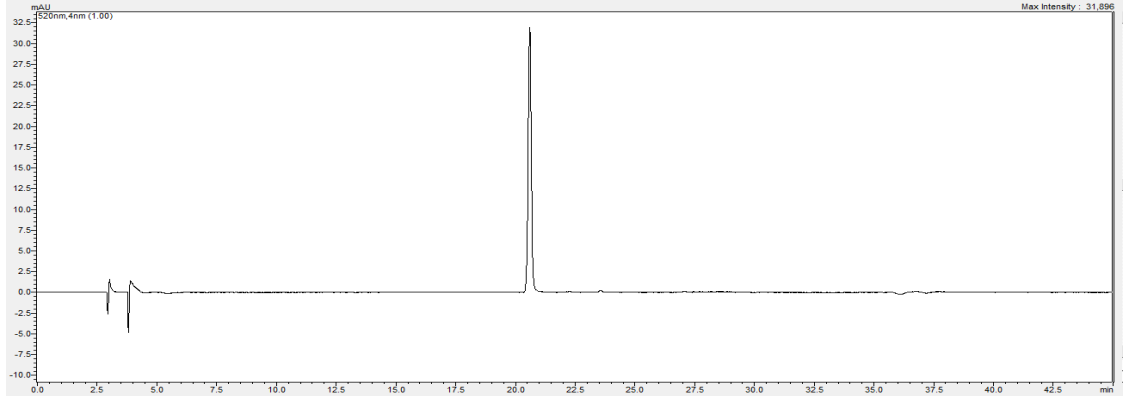
Del-Carmen Llaudy vd. (2006) çalışmasında ise; çalışmaların çoğunda saptanan monomerik antosiyaninlerde azalmanın aksine, mikrooksijenasyon tekniği meşe fiçıda yıllandırma öncesinde uygulandığında şaraplarda etil bağlı antosiyanin-flavanol



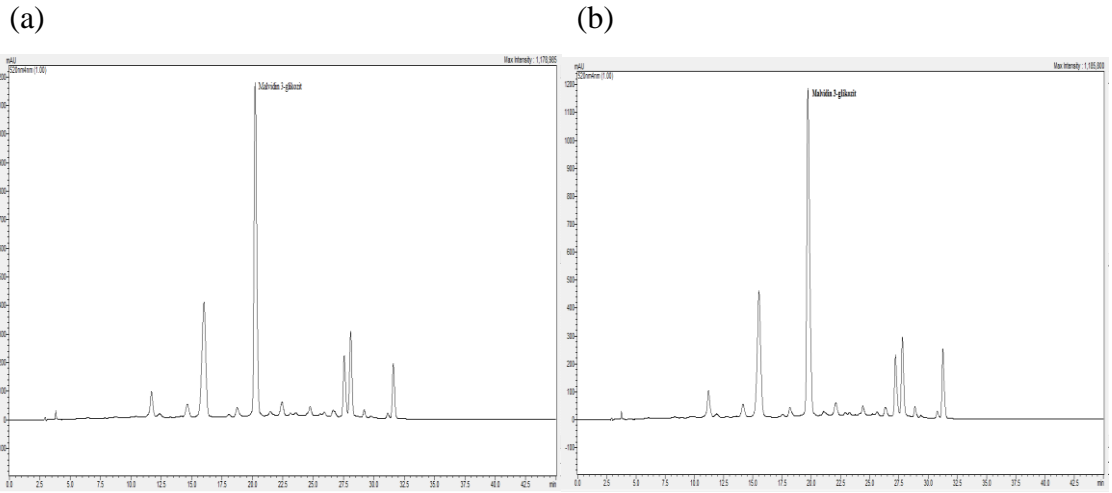
pigmentleri yanında serbest antosiyaninlerin miktarında da önemli derecede artış görülmüştür. Beklenmedik bir şekilde, MOX şarabında kontrol şarabına göre daha yüksek serbest antosiyanin konsantrasyonu saptanmıştır. Mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda yüksek serbest antosiyanin konsantrasyonuna açıklama olarak antosiyanin-etil-flavanol bileşiklerinin kararsız yapıda olması ve antosiyaninler ve flavanoller arasındaki etil bağı ayrılması ile serbest antosiyaninlerin açığa çıkması gösterilmiştir. Meşe fiçıda yıllandırmanın ilk 3 ayında, mikrooksijenasyon uygulaması ve dolayısıyla asetaldehit oluşmasıyla MOX'lu şaraplarda bu bileşiklerin oluşumu kontrol şaraplarına göre daha yüksek iken devam eden aşamalarda, etil bağlı oligomerlerin degradasyonu yla serbest antosiyaninlerin açığa çıkması mümkün olmuştur (Escribano-Bailon vd 2001).

Çalışma sonuçlarımız incelendiğinde ise, proses aşamaları süresince malvidin 3-glikozit düzeyinde azalış saptanmıştır. Bu azalış genel olarak mikrooksijenasyon ile elde edilen şaraplarda daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. 2010 yılında Boğazkere MOX şarabında azalma % 15.21 düzeyindeyken, kontrol örneğinde %7.76; 2011 yılında ise bu değerler sırasıyla % 9.47 ve % 8.24 düzeyindedir. Öküzgözü şarapları için, 2010 yılı sonuçları sırasıyla % 31.80 ve % 16.47; 2011 yılında sırasıyla % 12.62 ve % 26.60' dır. Shiraz şarapları için, 2010 yılı sonuçları sırasıyla % 16.21 ve % 18.07; 2011 yılında sırasıyla % 30.78 ve % 13.76'dır (Çizelge 4.49-4.54). Genel olarak malvidin 3-glikozit düzeyinde azalma gözlenmiştir. Tüm şaraplarda görülen bu azalış monomerik antosiyaninlerin kondenzasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarında yer almaları ile açıklanabilir.

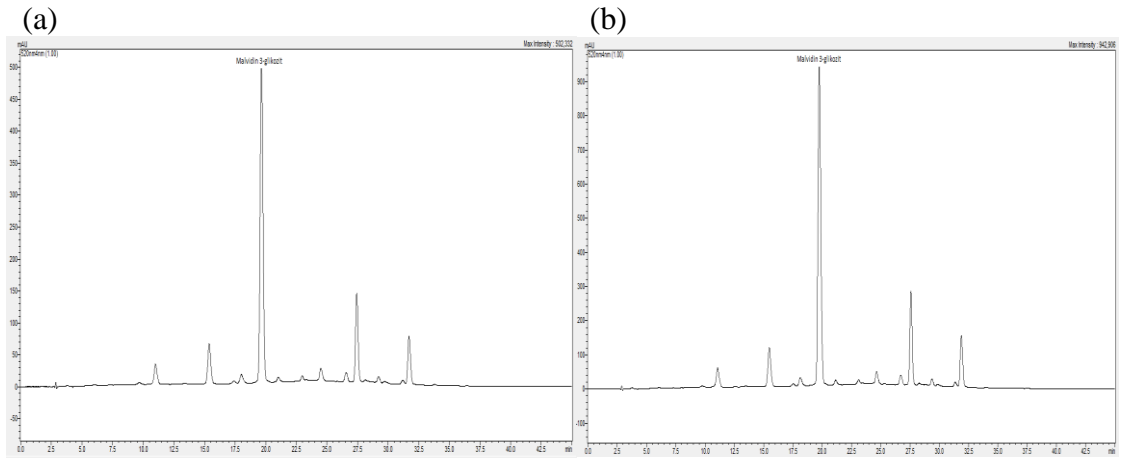
Malvidin 3-glikozit standartının HPLC kromatogramı şekil 4.28'de verilmiştir. 2010 yılında Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının 520 nm'deki HPLC kromatogramları sırasıyla şekil 4.29-4.31'de verilmiştir. 2011 yılında Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının 520 nm'deki HPLC kromatogramları şekil 4.32-4.34'de verilmiştir.



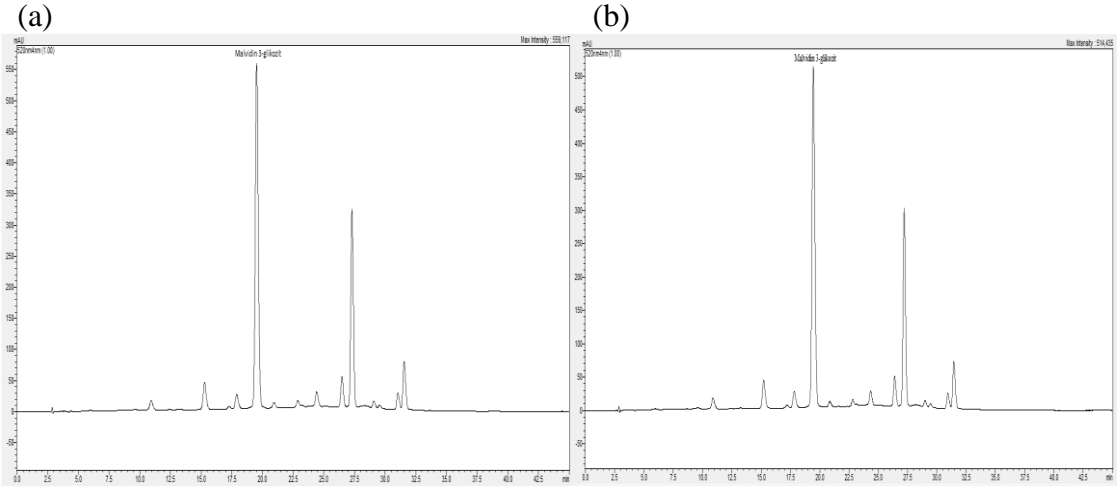
Şekil 4.28 Malvidin 3-glikozit standartının HPLC kromatogramı



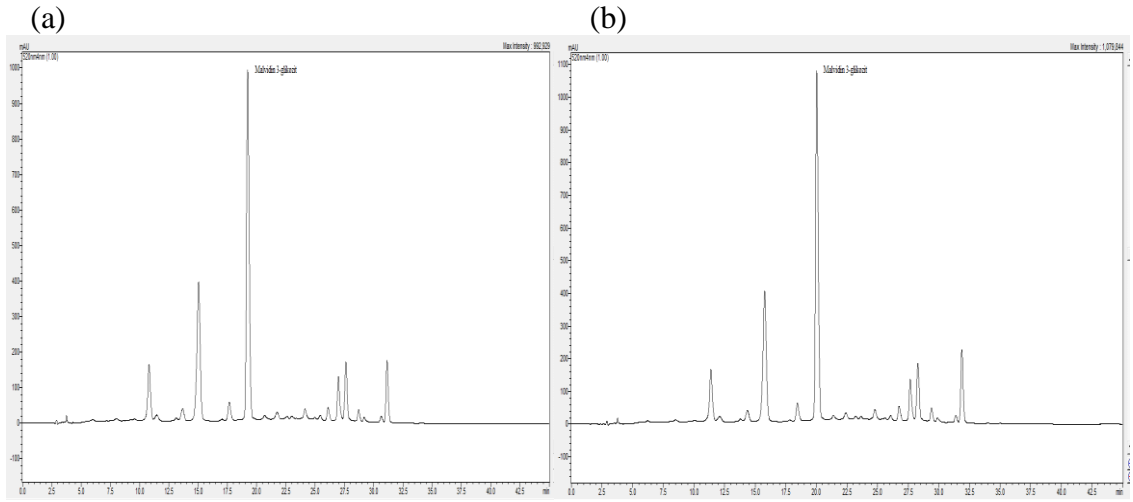
Şekil 4.29 2010 yılı a. MOX, b. Kontrol Boğazkere şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları



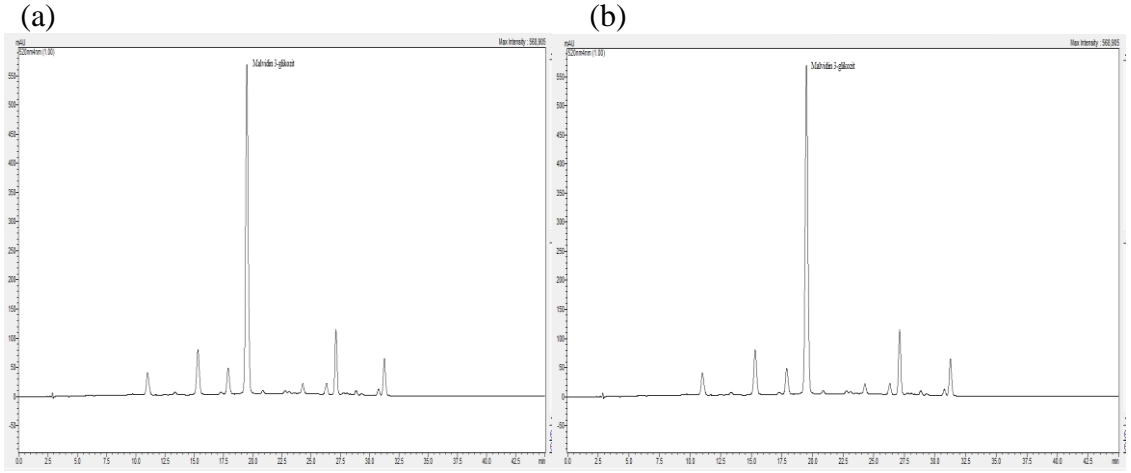
Şekil 4.30 2010 yılı a. MOX, b. Kontrol Öküzgözü şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları



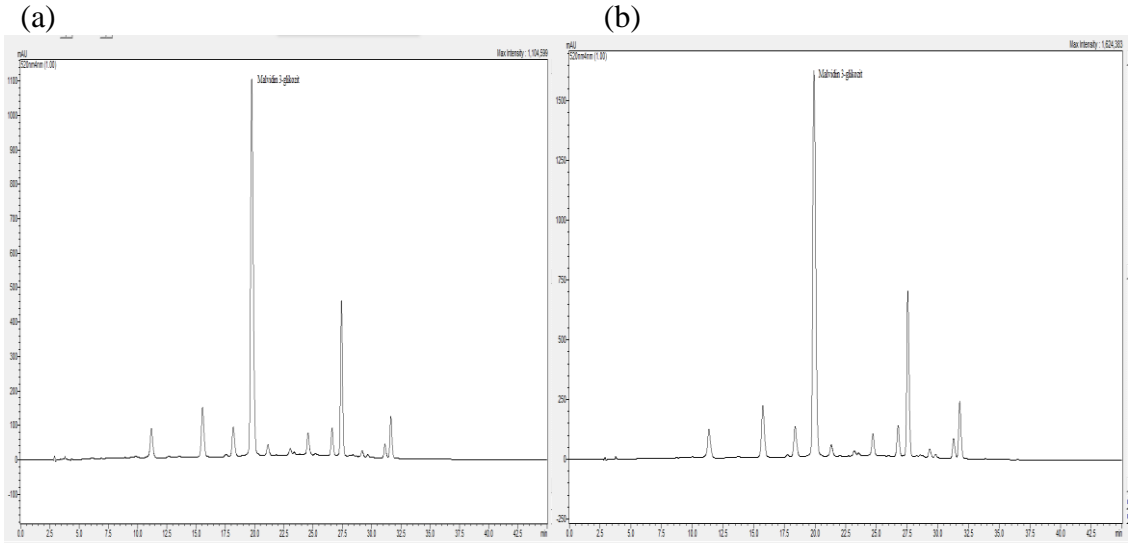
Şekil 4.31 2010 yılı a. MOX, b. Kontrol Shiraz şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları



Şekil 4.32 2011 yılı a. MOX, b. Kontrol Boğazkere şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları



Şekil 4.33 2011 yılı a. MOX, b. Kontrol Öküzgözü şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları



Şekil 4.34 2011 yılı a. MOX, b. Kontrol Shiraz şaraplarının santrifüj ve aktarma sonunda 520 nm'deki HPLC kromatogramları

#### 4.10 Toplam Antioksidan Kapasite Tayini

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, ölçülü ve düzenli kırmızı şarap tüketiminin koroner kalp hastalıkları riskini azalttığı ve bu olumlu sonucun şarapta bulunan polifenolik bileşiklerin antioksidan özelliklerine bağlı olduğu saptanmıştır (Radovanovic vd. 2009). Şarapta bulunan polifenollerin konsantrasyonu, şarapların antioksidan kapasitesine ve fizyolojik etkilerine işaret etmektedir. Bu yararlı etki, fenolik bileşiklerin serbest

radikalleri temizlemesi ile doğrudan ilişkilidir. Fransa'da koroner kalp hastalıklarından ölümlerin düşük sayıda görülmesine açıklama olarak kırmızı şarapta bulunan fenolik antioksidan bileşikler öne sürülmüştür. "Fransız Paradoksu" olarak da kabul edilen bu durum, Fransa'da yüksek yağ içerikli beslenmeye rağmen düzenli şarap tüketimine bağlı olarak diğer gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında koroner kalp hastalıklarından kaynaklanan ölümlerin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Woraratphoka vd. 2007).

Şarapların antioksidan kapasitesi üzerine yapılan uluslararası çalışmalar yaygın olup, çok sayıda yöntem bu amaçla geliştirilmiştir. Antioksidan kapasiteyi değerlendirmek için kullanılan analitik yöntemler farklı sonuçlar verebildiğinden, MOX ve kontrol şaraplarının antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde, kırmızı şarapların analizinde kullanımının uygunluğu çeşitli çalışmalarla saptanmış olan ve sıklıkla kullanılan iki yöntem (ABTS ve DPPH yöntemi) literatürde ön plana çıkmıştır. Ayrıca, gıdaların antioksidan kapasitesinin saptanmasında en az iki yöntem kullanılması önerilmektedir (Villano vd. 2006, Tenore vd. 2011).

Şaraplarda antioksidan kapasite ile ilgili yapılmış çalışmalarda kullanılan farklı analitik yöntemler arasında ABTS yöntemi (Minussi vd. 2003, Fernandez-Pachon vd. 2004, Villano vd. 2004, Villano vd. 2006, Kondrashov vd. 2009, Seruga vd. 2011) ve DPPH yöntemi (Fernandez-Pachon vd. 2004, Villano vd. 2006, Woraratphoka vd. 2007, Roussis vd. 2008, Radovanovic vd. 2009, Granato vd. 2010, Seruga vd. 2011, Porgalı ve Büyüktuncel 2012) yaygın şekilde tercih edilmektedir.

#### **4.10.1 DPPH yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini**

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antioksidan kapasite (DPPH) değişimi üzerine etkisi çizelge 4.55 ve 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.55 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIÖKSİDAN KAPASİTE - DPPH ( % inhibisyon )			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	85.41±0.974AaA	%0.00	85.41±0.974AaA	%0.00
MLF Öncesi	84.17±0.791ABaA	%1.45	84.94±0.901AaB	%0.55
MLF Sonu	82.64±0.618BCaA	%3.24	83.56±0.706ABaA	%2.17
SO <sub>2</sub> Sonu	79.82±0.988DbB	%6.54	83.76±0.491ABaA	%1.93
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	81.45±0.453CDaA	%4.64	81.70±0.583BaA	%4.34

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.56 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIÖKSİDAN KAPASİTE - DPPH ( % inhibisyon )			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	87.59±0.322AaA	%0.00	87.59±0.322AaA	%0.00
MLF Öncesi	87.12±0.458ABaA	%0.54	85.95±0.566BaA	%1.87
MLF Sonu	85.87±0.283BCaA	%1.96	84.60±0.432BCaA	%3.41
SO <sub>2</sub> Sonu	84.52±0.322CaA	%3.50	83.96±0.802CaA	%4.14
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	82.75±0.203DbA	%5.52	84.55±0.132BCaA	%3.47

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Boğazkere şaraplarında toplam antioksidan kapasite değerindeki değişim değerlendirildiğinde; MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda %85.41 olan değer, santrifüj ve aktarma sonunda %81.45'e, kontrol şarabında ise %85.41'den %81.70'e düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında toplam antioksidan kapasite miktarındaki azalışın % 4.64, kontrol şarabında ise % 4.34 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.55). 2011 yılı verileri incelendiğinde ise, MOX şarabında %5.52, kontrol şarabında ise % 3.47 düzeyinde azalış saptanmıştır (Çizelge 4.56). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.55-4.56).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antioksidan kapasite (DPPH) değişimi üzerine etkisi çizelge 4.57 ve 4.58'de verilmiştir.

Öküzgözü şaraplarında 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda %86.45 olan toplam antioksidan kapasite değeri, santrifüj ve aktarma sonunda %81.80'e, kontrol şarabında ise %86.45'den %81.02'ye düşmüştür. Buna göre, MOX şarabında görülen % azalış % 5.38, kontrol şarabında % 6.28'dir (Çizelge 4.57). 2011 yılı verileri incelendiğinde ise, toplam antioksidan kapasite miktarındaki % azalış; MOX şarabında %18.75, kontrol şarabında ise % 13.55 düzeyindedir (Çizelge 4.58). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.57-4.58).

Çizelge 4.57 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ(ELAZIĞ)	TOPLAM ANTIÖKSİDAN KAPASİTE - DPPH (% inhibisyon )			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	86.45±1.071AaA	%0.00	86.45±1.071BaA	%0.00
MLF Öncesi	85.76±0.360ABbA	%0.80	88.90±1.151AaA	%2.83
MLF Sonu	83.70±0.432BCaA	%3.18	85.39 ±0.431BaA	%1.22
SO <sub>2</sub> Sonu	83.48±0.368BCaA	%3.43	82.15±0.470CaA	%4.97
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	81.80 ±0.301CaA	%5.38	81.02 ±0.430CaA	%6.28

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.58 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ(ELAZIĞ)	TOPLAM ANTIÖKSİDAN KAPASİTE - DPPH (% inhibisyon)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	70.20±0.363AaC	%0.00	70.20±0.363AaC	%0.00
MLF Öncesi	62.99±0.954BbC	%10.27	66.32±0.359BaC	%5.53
MLF Sonu	63.92±0.259BbC	%8.94	65.87±0.408BaC	%6.17
SO <sub>2</sub> Sonu	60.11±0.161CbC	%14.37	63.53±0.604CaC	%9.50
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	57.04±0.213DbC	%18.75	60.69±0.622DaC	%13.55

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).



Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antioksidan kapasite değişimi (DPPH) üzerine etkisi çizelge 4.59 ve 4.60'da verilmiştir.

Toplam antioksidan kapasite değerinin Shiraz şaraplarında 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda %61.61 düzeyindeyken, santrifüj ve aktarma sonunda %54.15'e, kontrol şarabında ise % 61.61'den % 56.65'e düştüğü görülmektedir. Buna göre, MOX şarabında toplam antioksidan kapasite değerindeki azalış % 12.10, kontrol şarabında ise %8.05'dir (Çizelge 4.59). 2011 yılı verileri incelendiğinde ise; MOX şarabında %17.64, kontrol şarabında ise % 13.33 azalış saptanmıştır (Çizelge 4.60). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.59-4.60).

Çizelge 4.59 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIÖKSİDAN KAPASİTE - DPPH (% inhibisyon )			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	61.61±0.310AaB	%0.00	61.61±0.310AaB	%0.00
MLF Öncesi	60.27 ±0.478AaB	%2.17	61.95±0.741AaC	%0.55
MLF Sonu	56.68 ±0.680BbB	%8.00	60.32±0.911ABaB	%2.09
SO <sub>2</sub> Sonu	57.99±0.700BaC	%5.87	58.43±0.770BCaB	%5.16
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	54.15±0.618CbB	%12.10	56.65±0.694CaB	%8.05

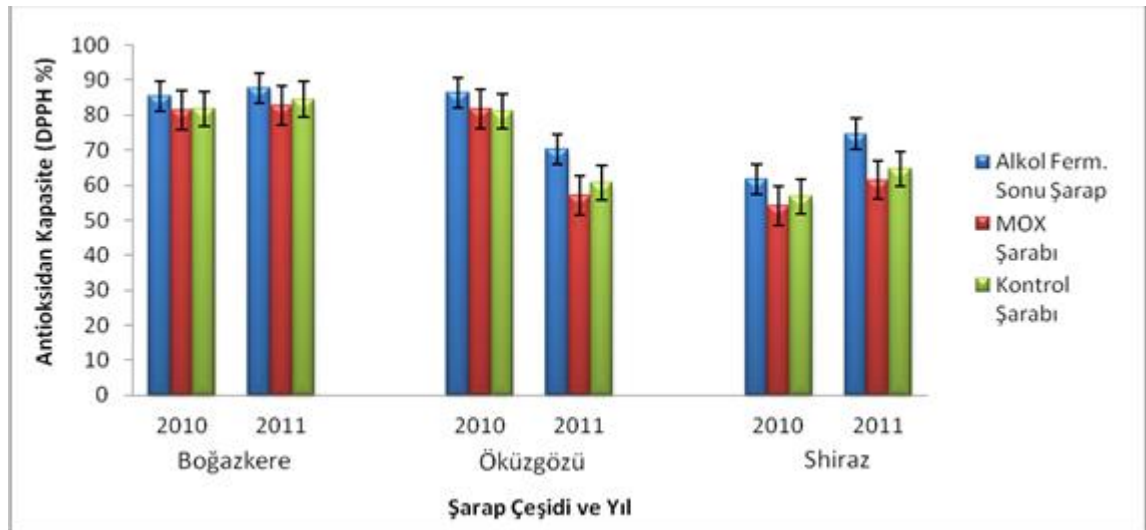
\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.60 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (DPPH) analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIÖKSİDAN KAPASİTE - DPPH (% inhibisyon)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	74.64±0.503AaB	%0.00	74.64±0.503AaB	%0.00
MLF Öncesi	72.76±0.440BaB	%2.52	73.04±0.453BaB	%2.14
MLF Sonu	68.85±0.335CbB	%7.76	74.17±0.131ABaB	%0.62
SO <sub>2</sub> Sonu	65.28±0.571DbB	%12.54	68.69±0.557CaB	%7.97
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	61.47±0.347EbB	%17.64	64.69±0.261DaB	%13.33

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarında DPPH yöntemi ile saptanan toplam antioksidan kapasite değerindeki değişim şekil 4.35’de gösterilmiştir.



Şekil 4.35 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antioksidan kapasite (DPPH %) değerindeki değişim

Şarap örneklerinin toplam antioksidan kapasite sonuçları değerlendirildiğinde, mikrooksijenasyon uygulanan Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antioksidan kapasite miktarının kontrol şaraplarına kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Tüm şaraplar için 2010 ve 2011 yılı analiz sonuçları incelendiğinde, toplam antioksidan kapasite miktarındaki % değişimin, MOX uygulanan şaraplarda kontrol şaraplarına kıyasla daha yüksek olduğu, bu durumun şarapların toplam fenol ve toplam antosiyanin miktarındaki değişim ile paralel olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.35).

#### 4.10.2 ABTS yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini

Boğazkere şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antioksidan kapasite (ABTS) değişimi üzerine etkisi çizelge 4.61 ve 4.62'de verilmiştir.

Çizelge 4.61 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2010)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIOKSİDAN KAPASİTE - ABTS (mM)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	33.93±0.521AaA	%0.00	33.93±0.521AaA	%0.00
MLF Öncesi	29.10±0.499BbA	%14.23	33.69±0.351AaA	%0.70
MLF Sonu	27.43±0.442CbA	%19.15	32.64±0.482AaA	%3.80
SO <sub>2</sub> Sonu	25.52±0.361DbA	%24.79	29.32±0.518BaA	%13.59
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	24.22±0.537DbA	%28.61	27.06±0.442CaA	%20.25

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.62 Boğazkere şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2011)

BOĞAZKERE (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIOKSİDAN KAPASİTE - ABTS (mM)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	29.61±0.324AaA	%0.00	29.61±0.324AaA	%0.00
MLF Öncesi	26.89±0.441BaA	%9.19	27.08±0.415BaA	%8.54
MLF Sonu	24.08±0.442CaA	%18.68	25.29±0.406CaA	%14.59
SO <sub>2</sub> Sonu	23.05±0.282CbA	%22.15	25.02±0.406CaA	%15.50
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	21.07±0.200DbA	%28.84	24.15±0.402CaA	%18.44

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Boğazkere çeşidinden kontrollü ve düşük miktarda oksijen ilavesiyle elde edilen şarabın ABTS yöntemi ile belirlenmiş toplam antioksidan kapasite miktarı alkol fermantasyonu sonunda 33.93 mM düzeyindeyken santrifüj ve aktarma sonunda 24.22 mM'a, oksijen uygulanmamış şarapta ise 33.93 mM'dan 27.06 mM'a düşmüştür. Mikrooksijenasyon uygulanan şarapta toplam antioksidan kapasite değerindeki azalış % 28.61, kontrol şarabında ise % 20.25'dir (Çizelge 4.61). 2011 yılı sonuçlarında ise toplam antioksidan kapasite değerinde benzer bir değişim söz konusu olup, alkol fermantasyonu sonunda 29.61 mM olan değer, oksijen uygulaması ile santrifüj ve aktarma sonunda 21.07 mM değerine düşmüştür. Oksijen uygulanan şarapta toplam antioksidan kapasite değerindeki azalışın % 28.84, kontrol şarabında ise % 18.44 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.62). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.61-4.62).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antioksidan kapasite (ABTS) değişimi üzerine etkisi çizelge 4.63 ve 4.64'de verilmiştir.

Çizelge 4.63 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2010)

ÖKÜZGÖZÜ(ELAZIĞ)	TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTE –ABTS (mM)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	29.55±0.699AaB	%0.00	29.55±0.699AaB	%0.00
MLF Öncesi	28.93±0.276ABaA	%2.10	28.90±0.138ABaB	%2.20
MLF Sonu	27.82±0.223BaA	%5.85	28.15±0.322BCaB	%4.74
SO <sub>2</sub> Sonu	24.66±0.545CbA	%16.55	27.06±0.565CaB	%8.43
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	22.63±0.376DaB	%23.42	22.12±0.536DaB	%25.14

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.64 Öküzgözü şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2011)

ÖKÜZGÖZÜ(ELAZIĞ)	TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTE –ABTS (mM)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	26.82±0.368AaB	%0.00	26.82±0.368AaB	%0.00
MLF Öncesi	21.95±0.381BbB	%18.16	25.86±0.451AaA	%3.58
MLF Sonu	22.22±0.492BbB	%17.15	24.25±0.264BaA	%9.58
SO <sub>2</sub> Sonu	19.91±0.251CbB	%25.76	22.29±0.142CaB	%16.89
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	17.47±0.380DbB	%34.86	19.24±0.325DaB	%28.26

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Öküzgözü şaraplarında 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 29.55 mM olan toplam antioksidan kapasite değeri, 22.63 mM'a, kontrol şarabında ise 29.55 mM'dan 22.12 mM'a düşmüştür (Çizelge 4.63). 2011 yılı örneklerinde ise alkol fermantasyonu sonu 26.82 mM olan toplam antioksidan kapasite değeri, santrifüj ve aktarma sonunda MOX şarabında 17.47 mM'a, kontrol şarabında ise 19.24 mM'a düşmüştür (Çizelge 4.64). Bu azalış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.63-4.64).

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılları için mikrooksijenasyon uygulamasının toplam antioksidan kapasite (ABTS) değişimi üzerine etkisi çizelge 4.65 ve 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.65 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2010)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIÖKSİDAN KAPASİTE - ABTS (mM)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	21.48±0.253AaC	%0.00	21.48±0.253AaC	%0.00
MLF Öncesi	19.95±0.316BaB	%7.12	19.09±0.265BaC	%11.13
MLF Sonu	18.39±0.070CaB	%14.38	18.44±0.312BCaC	%14.15
SO <sub>2</sub> Sonu	17.18±0.352CDaB	%20.02	17.55±0.251CDaC	%18.30
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	16.89±0.562DaC	%21.37	16.90±0.239DaC	%21.32

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır ( $p<0.05$ ).

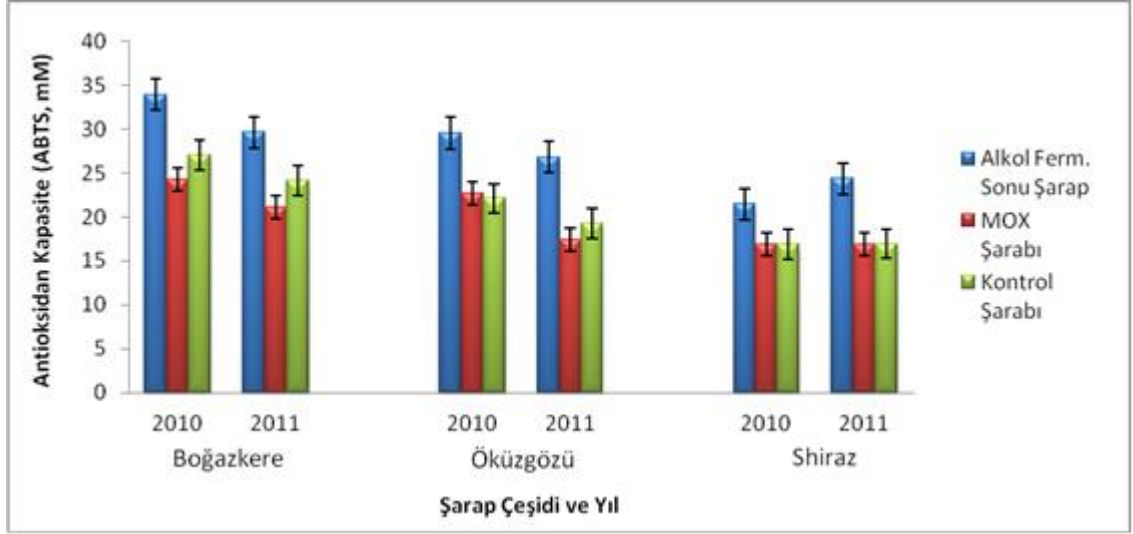
Çizelge 4.66 Shiraz şaraplarının çeşitli üretim aşamalarında toplam antioksidan kapasite (ABTS) analiz sonuçları (2011)

SHIRAZ (DENİZLİ)	TOPLAM ANTIOKSİDAN KAPASİTE - ABTS (mM)			
	MOX ŞARABI*	%Değişim ***	KONTROL ŞARABI**	%Değişim ***
Alkol Fermantasyonu Sonu	24.34±0.488AaC	%0.00	24.34±0.488ABaC	%0.00
MLF Öncesi	22.07±0.222BaB	%9.33	23.32±0.333BaB	%4.19
MLF Sonu	23.34±0.400AbAB	%4.11	24.86±0.398AaA	%2.14
SO <sub>2</sub> Sonu	21.00±0.386BaB	%13.72	22.17±0.395CaB	%8.92
Santrifüj ve Aktarma Sonu (Dinlendirme Tankı)	16.90±0.239CaB	%30.57	16.93 ±0.250DaC	%30.44

\* Oksijen uygulanmış şarap \*\* Oksijen uygulanmamış şarap \*\*\* Alkol fermantasyonu sonu elde edilen başlangıç şarabına kıyasla MOX ve Kontrol şarabında görülen yüzde (%) değişim (Çeşit x Uygulama) kombinasyonlarında aşamaların karşılaştırılmasında büyük harfler, (Çeşit x Aşama) kombinasyonlarında uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler, (Uygulama x Aşama) kombinasyonlarında çeşitlerin karşılaştırılmasında italik kalın büyük harfler kullanılmıştır (p<0.05).

Shiraz şaraplarında 2010 yılında MOX şarabında alkol fermantasyonu sonunda 21.48 mM olan değer, santrifüj ve aktarma sonunda 16.89 mM'a, kontrol şarabında ise 16.90 mM'a düşmüştür. MOX şarabında toplam antioksidan kapasite değerindeki % azalış; % 21.37, kontrol şarabında ise % 21.32'dir (Çizelge 4.65). 2011 yılı şaraplarında ise, santrifüj ve aktarma sonunda MOX şarabında 16.90 mM toplam antioksidan kapasite değeri ile üretim sürecinde %30.57 oranında, kontrol şarabında ise 16.93 mM değeri ile %30.44 oranında azalış saptanmıştır (Çizelge 4.66). Belirlenen değişimler istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.65-4.66).

Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarında ABTS yöntemi ile saptanan toplam antioksidan kapasite (ABTS) değerindeki değişim şekil 4.36'da gösterilmiştir.



Şekil 4.36 Mikrooksijenasyon uygulaması ile Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının toplam antioksidan kapasite (ABTS, mM) değerindeki değişim

2010 ve 2011 analiz sonuçları değerlendirildiğinde, toplam antioksidan kapasite değerindeki değişimin MOX uygulanan şaraplarda kontrol şaraplarına kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu durumun şarapların toplam fenol ve toplam antosiyanin miktarındaki değişim ile ilişkili olduğu görülmüştür. Şarapların antioksidan özellikleri büyük ölçüde sahip oldukları fenolik kompozisyona bağlıdır. Üretimin belli aşamalarında şarapların fenol içeriklerindeki azalmaya bağlı olarak, antioksidan kapasitelerinde de hem DPPH hem de ABTS yöntemi kullanılarak bulunan sonuçlarda azalma saptanmıştır. Her iki yöntemin de sonuçlar bakımından birbiriyle uyumlu olduğu görülmüştür.

Kırmızı şarapların toplam antioksidan kapasitesinin şarapların fenolik içeriği ile ilişkili olduğu pek çok çalışmada belirlenmiştir. Bu çalışmalarda incelenen şaraplarda toplam antioksidan kapasite ve toplam fenolik içerik arasında yüksek korelasyon saptanmıştır (Fernandez-Pachon vd. 2004, Villano vd. 2006, Kondrashov vd. 2009, Radovanovic vd. 2009, Seruga vd. 2011). Antioksidan kapasite ve toplam antosiyanin miktarı arasındaki ilişkiye bakıldığında ise, DPPH ve ABTS yöntemleri ile saptanan antioksidan kapasite sonuçlarının toplam antosiyanin içeriği ile de orantılı olduğu görülmüştür. Antosiyaninlerin en aktif fenolikler arasında sayıldığı çalışmalar mevcuttur (Fernandez-Pachon vd. 2004, Roussis vd. 2008, Ginjom vd. 2010). Çalışmamızda da incelenen



şarap örneklerinin toplam antioksidan kapasite değerinin değişimi ile toplam fenol ve toplam antosiyanin değerlerindeki değişim arasında korelasyon saptanmıştır (Şekil 4.1-4.2,4.35-4.36).

Beyaz şarapların kırmızı şaraplara kıyasla oldukça düşük (ortalama 10 kat) antioksidan kapasite göstermesinin nedeni olarak da beyaz şaraplarda antosiyaninlerin bulunmayışı gösterilmektedir (Roussis vd. 2008). Ayrıca, antosiyaninlerin kanser hücrelerinin çoğalmasını azalttığı ve tümör oluşumunu inhibe ettiği dolayısıyla kanser oluşumunun önlenmesinde ve yaşam süresinin uzatılmasında önemli fonksiyonları olduğu saptanmıştır (Radovanovic vd. 2009).

Literatürde çok sayıda çalışmada, kırmızı şarapların antioksidan kapasitesi ve şarabın fenolik kompozisyonu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Veriler değerlendirildiğinde; incelenen kırmızı şaraplarda antioksidan kapasite değerleri; 70.9-95.6% (Radovanovic vd. 2009), 33.27–75.90 % (Granato vd. 2010), 47.93–66.70% (Granato vd. 2011), 32.3-85.5 % (Porgalı ve Büyüktuncel 2012), ortalama 5.01 mM (Villano vd. 2004), ortalama 22.09 mM (Rivero-Perez vd. 2007), 7.5–16.6 mmol TE/L (Kondrashov vd. 2009), 7.9-24.2 mmol TE/L (Seruga vd. 2011) olarak saptanmıştır. Çalışmamızda incelenen Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz kontrol şaraplarının santrifüj ve aktarma sonu aşamada saptanan antioksidan kapasite değerleri incelendiğinde; 2010 ve 2011 yılı için Boğazkere kontrol şaraplarının toplam antioksidan kapasite değeri DPPH ve ABTS yöntemlerine göre sırasıyla; 81.70% ve 84.55% (DPPH), 27.06 mM ve 24.15 mM (ABTS); 2010 ve 2011 yılı için Öküzgözü kontrol şaraplarının değeri sırasıyla; 81.02% ve 60.69% (DPPH), 22.12 ve 19.24 mM (ABTS); 2010 ve 2011 yılı için Shiraz kontrol şaraplarının değeri sırasıyla; 56.65% ve 64.69% (DPPH), 16.90mM ve 16.93 mM (ABTS) saptanmıştır. Elde edilen sonuçların literatür verileriyle uyumlu olduğu görülmektedir (Çizelge 4.55-4.66).

Kaynak verilerinde elde edilen antioksidan kapasite değerlerinin şarapların fenolik kompozisyonu ile ilişkisi araştırılmış ve çalışmaların çoğunda, kırmızı şarapların antioksidan kapasite değerleri ile toplam fenol miktarı arasında yüksek korelasyon saptanmıştır (Minussi vd. 2003, Villano vd. 2004, Kondrashov vd. 2009, Radovanovic

vd. 2009, Granato vd. 2011, Seruga vd. 2011, Tenore vd. 2011, Porgalı ve Büyüktuncel 2012). Ancak çoğu çalışmanın aksine, Rivero-Perez vd. (2007) şarapların toplam antioksidan kapasitesi ile toplam fenol içeriği arasında pozitif korelasyon belirlememiştir. Bu durum, fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesinin konsantrasyonlarından çok yapı veya konformasyonlarına bağlı olduğu (Rice-Evans vd. 1996), dolayısıyla şaraplarda bulunan fenolik bileşiklerin çeşidinin, toplam miktarlarından çok daha önemli olduğu şeklinde açıklanmıştır. Çalışmamız sonuçlarında ise, Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının antioksidan kapasite değerlerinin toplam fenolik madde değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür (Çizelge 4.55-4.66, Çizelge 4.7-4.12).

Çalışmaların bir kısmında, kırmızı şarapların antioksidan kapasite sonuçlarının toplam fenol miktarı dışında toplam antosiyaninlerle de ilişkisi incelenmiş ve yine yüksek korelasyon saptanmıştır (Tenore vd. 2011, Radovanovic vd. 2009, Roussis vd. 2008). Çalışmamız sonuçlarında da Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şaraplarının antioksidan kapasite değerlerinin toplam antosiyanin değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür (Çizelge 4.55-4.66, Çizelge 4.13-4.18). Genel olarak, şaraplarda toplam antosiyanin ve toplam fenol içerikleri yüksek değerlerde saptandığından, incelenen şarapların yüksek polifenol içeriğine sahip potansiyel antioksidan olarak değerlendirilebileceği belirtilebilir.

Şarapların antioksidan kapasitesi üzerine etkili fenolik bileşikler arasında serbest fenoller ve monomerik antosiyaninlerin etkisi de değerlendirilmiştir. Şarapların antioksidan kapasitesinden sorumlu ana bileşiklerin antosiyaninler dışındaki flavonoidler olduğu (Granato vd. 2010), bu grup içinde flavanollerin en aktif fenolik bileşikler olduğu (Roussis vd. 2008), ayrıca flavonol içeriğinin de antioksidan kapasite ile doğrusal korelasyon gösterdiği belirtilmiştir (Tenore vd. 2011).

Ayrıca, şarapların toplam antioksidan kapasitesiyle serbest fenoller arasında özellikle kuersetin, rutin, mirisitein, gallik asit, kateşin, ferulik asit ve kamferol'ün yüksek korelasyon gösterdiği; trans-resveratrol, p-kumarik asit, epikateşin, kafeik asit, vanilik asit ve flavonoid olmayan fenoliklerle ilişkisinin ise önemsiz olduğu belirtilmiştir

(Granato vd. 2011). Minussi vd. (2003) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, kırmızı şaraplarda özellikle gallik asit (54.8-58.3 mg/L), (+)-kateşin (13.8-15.2 mg/L), (-)-epikateşin (10.7-13.7 mg/L) yüksek konsantrasyonda saptanarak şarapların toplam antioksidan potansiyeline olan katkıları gösterilmiştir. Porgalı ve Büyüktuncel (2012) ise, serbest fenolikler arasında sırasıyla gallik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin, p-kumarik asiti yüksek konsantrasyonda saptamıştır. Seruga vd. (2011) çalışmasında, şaraplardaki başlıca polifenollerin gallik asit ve (+)-kateşin olduğunu belirtmişlerdir. Gallik asitin kırmızı şaraplarda bulunan başlıca polifenol iken beyaz şaraplarda bulunmadığı, kırmızı şarapların sağlık üzerine potansiyel etkilerinin beyaz şaraplara nazaran daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Woraratphoka vd. 2007). Çalışmamızda incelenen şarapların fenolik dağılımı değerlendirildiğinde; kateşin, epikateşin, gallik asit konsantrasyonlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.43-4.48). Dolayısıyla sonuçlarımız yukarıda bahsedilen literatür verilerinin büyük çoğunluğu ile uyum göstermektedir.

Kırmızı şarapların fenolik kompozisyonu ve antioksidan kapasitesi üzüm çeşidi, çevresel faktörler, maserasyon sıcaklığı ve süresi, enzim kullanımı, meşe fiçıda yıllandırma gibi şarap yapım teknikleri başta olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Villano vd. 2004, Alen-Ruiz vd. 2009). Literatürde şarapların üretim prosesi sürecince fenolik dağılım ve antioksidan kapasitesindeki değişimin incelendiği birçok çalışma mevcuttur.

Burns vd. (2001) yaptığı çalışmada, 4 çeşit şarapta fermantasyonun ilk 7-9 gününde fenolik kompozisyondaki ve antioksidan kapasitedeki değişimi araştırmış ve şarapların toplam fenol, flavonol, flavan-3-ol, antosiyanin, gallik asit, hidroksisinnamatlar, stilben konsantrasyonlarında genel olarak 0. günden 7. güne kadar artış, daha sonra hafif bir azalma veya kısmen sabit durum saptamıştır.

Ginjom vd. (2010), Avustralya kırmızı şaraplarında; ezme, alkol fermantasyonu, malolaktik fermantasyon, meşe fiçıda yıllandırma, 3 ay şişede saklama gibi şarap yapımının belirli aşamalarında antioksidan kapasite ve fenolik kompozisyondaki değişimi izlemişlerdir. Şarap yapımının başlangıcında saptanan düşük antioksidan

kapasite değerinin alkol fermantasyonu ve malolaktik fermantasyon sırasında arttığı, meşe fıçıda ve şişede saklama süresince sabit kaldığı veya hafif oranda azaldığı saptanmıştır. Toplam antioksidan kapasite değerlerinin şarapların toplam fenol ve tanen miktarları ile korelasyon içerdiği belirtilmiştir.

Proses sürecinin izlendiği bir başka çalışmada; presleme, maserasyon, berraklaştırma, filtrasyon gibi çeşitli önolojik uygulamaların şarapların antioksidan kapasiteleri üzerine etkisi incelenmiştir. Maserasyon süresinin kırmızı şarapların antioksidan potansiyeli üzerine olumlu etkisinin olduğu, berraklaştırma uygulamasının şarapların fenolik kompozisyonu veya antioksidan kapasitesini önemli oranda etkilemediği ayrıca şarapların antioksidan kapasite değerleri ile toplam fenol konsantrasyonları arasında yüksek korelasyon olduğu saptanmıştır (Villano vd. 2006).

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda, şarapların üretiminde mikrooksijenasyon uygulamasının antioksidan kapasite üzerine etkisi araştırılmıştır. Mikrooksijenasyon uygulaması ile şarapların toplam antioksidan kapasitesinde en düşük düzeyde hatta hiç kayıp olmaması tercih edilmektedir.

Rivero-Perez vd. (2008) alışmasında, İspanyol kırmızı şarap çeşitlerinde malolaktik fermantasyon öncesinde mikrooksijenasyon uygulaması ile olgun şarapların antioksidan kapasitesinin ve serbest radikal süpürme kapasitesinin mikrooksijenasyondan etkilenmediği saptanmıştır. Ancak, DNA-hasarı engelleme kapasitesinde artış, lipit peroksidasyonu engelleme kapasitesinde azalış görölmüştür. Ayrıca, genç kırmızı şarapların antioksidan profili üzerine mikrooksijenasyonun etkisinin üzüm çeşidine bağlı olduğu belirtilmiştir.

De Beer vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, mikrooksijenasyon tekniği ile şarapların toplam antioksidan kapasitesindeki değişim izlenmiştir. Bu şaraplarda monomerik antosiyaninler, toplam flavanoller, kuersetin gibi bazı flavonoller, fenolik asitler, kateşin konsantrasyonu azalmış, polimerik antosiyaninler ve gallik asit konsantrasyonu ise artmıştır. Flavan-3 ol'ler, flavonoller ve antosiyaninler gibi monomerik fenoliklerde görölen azalma toplam antioksidan kapasitedeki azalmayı desteklemiştir. Ancak tüm şaraplarda gallik asit konsantrasyonunda artışa rağmen,

toplam antioksidan kapasitede azalma görülmüştür. Bu durum, mikrooksijenasyon ile flavonoid gallat esterlerinin hidrolizine bağlı olarak gallik asit miktarında artış şeklinde açıklanabilir. Ayrıca şarapta bulunan henüz tanımlanmamış bazı antioksidan bileşiklerdeki azalmanın da toplam antioksidan kapasitedeki azalmaya neden olabileceği belirtilmiştir. Dolayısıyla, mikrooksijenasyon ile antosiyanin türevli pigmentler oluşsa da toplam antioksidan kapasiteye katkılarının, monomerik fenolikler veya tanımlanmamış antioksidan bileşikler kadar olmadığı belirtilmiştir. Ertesi yıl üretilen şaraplarda ise mikrooksijenasyon uygulamasının şarapların fenolik kompozisyonu üzerine çok az etkisi olduğu ve toplam antioksidan kapasiteyi etkilemediği saptanmıştır.

Bir diğer çalışmada, Sangiovese şaraplarına uygulanan farklı oksijen dozlarının, 6 aylık depolama sürecinde şarapların antioksidan potansiyeli üzerine etkisi incelendiğinde, toplam fenol miktarında azalma yanında şarapların antioksidan kapasitesi üzerinde önemli rolü olan (+)-kateşin, (-)-epikateşin, kafeik asit ve antosiyaninler gibi monomerik fenolik bileşiklerde de önemli kayıp saptanmıştır. Sayılan bioaktif fenoller üzerine mikrooksijenasyonun olumsuz etkisini önlemek için oksijen miktarının kontrolünün önemi belirtilmiştir (Castellari vd. 2000).

Genel olarak değerlendirildiğinde, şarapların toplam antioksidan kapasite değerine en çok etki eden fenolik bileşikler; antosiyaninler, flavanoller ve flavonoller olarak belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesi kimyasal yapılarına bağlıdır. Fenolik bileşikler -OH gruplarından -H veya elektron verirler. Mikrooksijenasyon ile fenolik bileşiklerde oluşan yapısal değişimlerin, şarabın antioksidan kapasitesini etkileyebileceği belirtilmiştir. Bu durum, şarapta gerçekleşen oksijen çözünürlüğünün, kondenzasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarını geliştirerek, fenolik bileşiklerin antioksidan özelliğini etkilemesi şeklinde gerçekleşebilir. Tanen-antosiyan (T-A) ve tanen-antosiyan-tanen (T-A-T) gibi kondenzasyon ürünlerinin monomerik yapılarına nazaran şarabın antioksidan kapasitesine katkılarının daha düşük olduğu, dolayısıyla polimerik bileşiklerin molekül ağırlıklarının artması ile antioksidan kapasitelerinin azaldığını gösteren araştırma sonuçları da mevcuttur (Baldi vd. 1997). Ancak, antosiyaninler ve prosiyanidinler arasında gerçekleşen doğrudan reaksiyonlar ile asetaldehit varlığında gerçekleşen reaksiyonların fenolik bileşiklerin -OH gruplarının

sayısını etkilemediği (Roginsky vd. 2006), dolayısıyla bu reaksiyonların antioksidan kapasite üzerinde her zaman önemli bir değişim oluşturmadığı da saptanmıştır. Bundan dolayı, mikrooksijenasyonun şarapların antioksidan kapasitesi üzerine etkisinin yapılacak ileri çalışmalarla araştırılması gerekmektedir.

Çalışmamız verileri değerlendirildiğinde, mikrooksijenasyon uygulanan şarap örneklerinin antioksidan kapasite değerinde elde edilen sonuçlar, kontrol şarapları ile kıyaslandığında aynı düzeyde veya az miktarda düşük saptanmıştır. 2010 yılı için santrifüj ve aktarma sonunda Boğazkere MOX şarabında 81.45% olan DPPH değeri, kontrol şarabında 81.70% düzeyindeyken ABTS yöntemi ile elde edilen sonuçlar sırasıyla 24.22 mM ve 27.06 mM saptanmıştır. Öküzgözü MOX şarabında 81.80 % olan DPPH değeri, kontrol şarabında 81.02% düzeyindeyken; ABTS yöntemi ile elde edilen sonuçlar sırasıyla 22.63 mM ve 22.12 mM'dır. Shiraz MOX şarabında ise; 54.15 % olan DPPH değeri, kontrol şarabında 56.65% iken; ABTS yöntemi ile elde edilen sonuçlar sırasıyla 16.89 ve 16.90 mM değerindedir. 2011 yılı verileri değerlendirildiğinde; Boğazkere MOX ve kontrol şarabında DPPH sonuçları sırasıyla 82.75% ve 84.55% düzeyindeyken ABTS sonuçları sırasıyla 21.07 ve 24.15 mM saptanmıştır. Öküzgözü MOX şarabında 57.04% olan DPPH değeri, kontrol şarabında 60.69%; ABTS yöntemi ile elde edilen sonuçlar ise 17.47 mM ve 19.24 mM saptanmıştır. Shiraz MOX şarabında 61.47% olan DPPH değeri, kontrol şarabında 64.69% düzeyindeyken ABTS yöntemi ile elde edilen sonuçlar sırasıyla 16.90 mM ve 16.93 mM saptanmıştır. Bulduğumuz sonuçlar literatür verilerinin büyük bir kısmı ile de uyumlu olup şarapların toplam fenol, toplam antosiyanin, serbest fenolik bileşikler ve malvidin 3-glikozit sonuçları ile de paralellik göstermektedir.

#### **4.11 Duyusal Analiz**

Boğazkere şaraplarının 2010 ve 2011 yılları örneklerinin 20 puan sistemine göre duyusal analiz sonuçları çizelge 4.67 ve 4.68'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.67 Boğazkere şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuşal analiz değerlendirmesi (2010)

Boğazkere/Denizli	Renk (0-2 puan)	Berraklık (0-2 puan)	Koku (0-4 puan)	Tat ve Genel İzenim (0-12puan)	Toplam (20 puan)
MOX şarabı*	2.00±0.000A	2.00±0.000	3.88±0.059Aa	7.42±0.185Aa	15.31±0.176Aa
Kontrol şarabı**	1.75±0.078	2.00±0.000	2.71±0.101Bb	6.28±0.149b	12.75±0.193Cb

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap  
Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.  
Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.68 Boğazkere şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuşal analiz değerlendirmesi (2011)

Boğazkere/Denizli	Renk (0-2 puan)	Berraklık (0-2 puan)	Koku (0-4 puan)	Tat ve Genel İzenim (0-12puan)	Toplam (20 puan)
MOX şarabı*	2.00±0.000A	2.00±0.000	3.28±0.149a	7.14±0.180Aa	14.42±0.170Aa
Kontrol şarabı**	1.95±0.042	2.00±0.000	2.71±0.149b	6.42±0.170ABb	13.10±0.156ABb

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap  
Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.  
Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Duyuşal açıdan 2010 ve 2011 yılı Boğazkere şarapları değerlendirildiğinde; mikooksijenasyon uygulanan şarapların renk, koku, tat ve genel izlenim açısından daha yüksek puan aldıkları belirlenmiş, berraklık açısından ise belirgin bir fark saptanamamıştır. Ayrıca, her iki yılın MOX örneklerinin toplam puanının kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.67-4.68).

Boğazkere şaraplarında 20 puan sistemine ek olarak uygulanan tanımlayıcı duyuşal analiz sonuçları Çizelge 4.69 ve 4.70' de verilmiştir.

**Çizelge 4.69 Boğazkere şarabının Tanımlayıcı duyuşsal analiz değerlendirmesi (2010)**

Tanımlayıcı duyuşsal özellik/Boğazkere	Renk yoğunluğu (1-7puan)	Mavi-mor ton (1-7puan)	Kırmızı ton (1-7puan)	Sarı ton (1-7puan)	Burukluk (1-7puan)	Acılık (1-7puan)	Okside tat (1-7puan)	Vejetal tat (1-7puan)	Redüktif tat (1-7puan)	Meyvemsi tat (1-7puan)	Gövde (1-7puan)	Asidite (1-7puan)	Genel izlenim (1-7puan)
<b>MOX şarabı*</b>	6.78±0.101Aa	6.71±0.149Aa	6.64±0.143A	1.00 ±0.00	5.57±0.170b	5.42±0.170Ab	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	6.21±0.184Aa	6.14±0.143A	5.92±0.170Aa	6.42±0.426Aa
<b>Kontrol şarabı**</b>	5.78±0.149b	5.71±0.149Ab	6.21±0.149A	1.00 ±0.00	6.28±0.149Aa	6.42±0.170Aa	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	5.42±0.130Ab	5.64±0.180	5.28±0.149ABb	5.14±0.231Bb

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap

Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

**Çizelge 4.70 Boğazkere şarabının Tanımlayıcı duyuşsal analiz değerlendirmesi (2011)**

Tanımlayıcı duyuşsal özellik/Boğazkere	Renk yoğunluğu (1-7puan)	Mavi-mor ton (1-7puan)	Kırmızı ton (1-7puan)	Sarı ton (1-7puan)	Burukluk (1-7puan)	Acılık (1-7puan)	Okside tat (1-7puan)	Vejetal tat (1-7puan)	Redüktif tat (1-7puan)	Meyvemsi tat (1-7puan)	Gövde (1-7puan)	Asidite (1-7puan)	Genel izlenim (1-7puan)
<b>MOX şarabı*</b>	6.85±0.143Aa	6.85±0.092Aa	6.00 ±0.000A	1.00 ±0.00	5.78±0.149Ab	5.78±0.101Ab	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	6.07±0.170Aa	6.14±0.143Aa	6.07±0.130A	6.00±0.000A
<b>Kontrol şarabı**</b>	5.85±0.143Ab	5.85±0.092Ab	6.00±0.189A	1.00 ±0.00	6.50±0.189Aa	6.78±0.101Aa	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	5.28±0.149Ab	5.57±0.170ABb	5.64±0.143A	5.35±0.231A

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap

Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

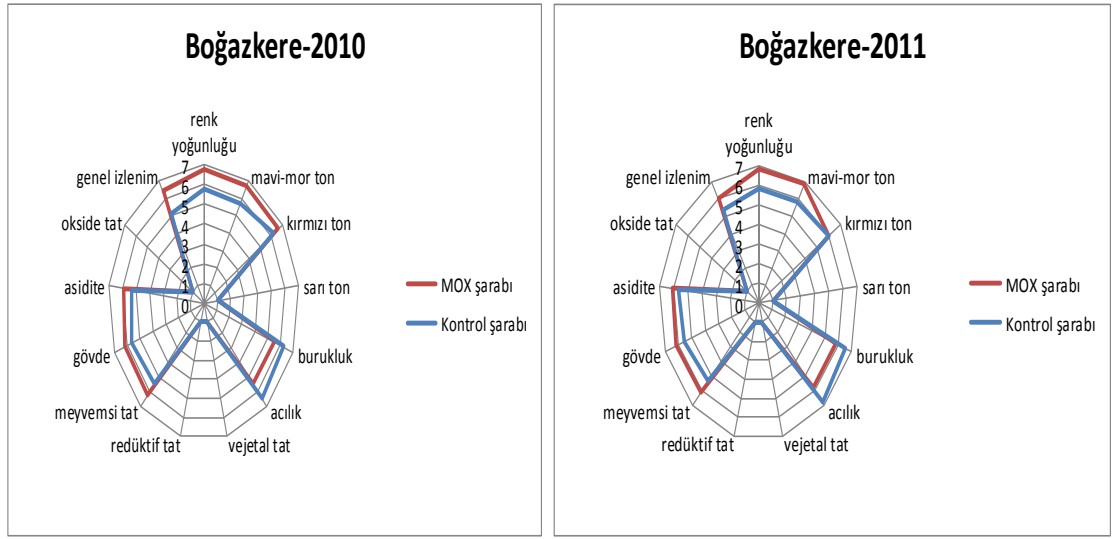


Boğazkere çeşidinde tanımlayıcı duyuşal analiz sonuçları değeriendirildiğinde, 2010 yılı MOX şaraplarının kontrol şaraplarına kıyasla renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, meyvemsi tat, gövde, asidite, genel izlenim açısından daha yüksek puan; burukluk ve acılık açısından daha düşük puan aldığı belirlenmiştir. Buna karşın, her iki grup şarap örneklerinde okside tat, vejetal tat, redüktif tat ve sarı ton saptanmamıştır (Çizelge 4.69).

2011 yılı Boğazkere şarapları için de benzer sonuçlar elde edilmiş; genel izlenim, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, meyvemsi tat, gövde, asidite açısından yüksek puan alan MOX şaraplarında kontrol şarapları ile kıyaslandığında daha düşük burukluk ve acılık saptanmıştır. Ayrıca, şarapların hiçbirinde oksidatif, redüktif, vejetal tat ve sarı ton belirtilmemiştir (Çizelge 4.70).

2010 yılında Boğazkere şaraplarında MOX ve kontrol uygulamalarının kıyaslanmasında koku, tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, asidite, genel izlenim özelliklerinde istatistiksel olarak fark bulunmuş ( $p<0.05$ ); kırmızı ton ve gövde özelliklerinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Renk ve berraklık özelliğinde ise değışim görülmemiştir. 2011 yılında Boğazkere şaraplarında MOX ve kontrol uygulamalarının kıyaslanmasında ise; koku, tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, gövde özelliklerinde istatistiksel olarak fark bulunmuş ( $p<0.05$ ); asidite özelliğinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Renk, berraklık, kırmızı ton, genel izlenim özelliğinde ise değışim görülmemiştir.

Boğazkere şaraplarının lezzet profilleri şekil 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.37 Boğazkere şaraplarının lezzet profilleri (2010-2011)

Mikrooksijenasyon tekniğinin temel amaçlarından biri olan şaraptaki fazla burukluk ve acılıkta azalma, tekniğin uygulandığı Boğazkere şaraplarında her iki yıl için de belirgin olarak gözlenmektedir. Ayrıca, mavi-mor ve kırmızı tonlardaki artışa bağlı olarak renk yoğunluğunda görülen artış mikrooksijenasyon uygulaması ile hedeflenen amaçlardan biridir. İstenen bu durum MOX şaraplarının aldığı yüksek puanlarla gösterilmektedir. Her iki grup şarap örneklerinde okside, vejetal, redüktif tatlar ile sarı tonun aldığı düşük puanlara bakıldığında şarap üretiminin kontrollü gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.37).

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılları örneklerinin 20 puan sistemine göre duyusal analiz sonuçları çizelge 4.71 ve 4.72’de verilmiştir. 2010 ve 2011 yılı Öküzgözü şaraplarında renk, koku, tat ve genel izlenim ile toplam puan açısından en yüksek puanı kontrol şarapları alırken, bunu MOX şarapları takip etmiştir. Berraklık açısından ise her iki yıl için de MOX ve kontrol şarapları eşit puan almıştır.

Çizelge 4.71 Öküzgözü şaraplarının 20 puan sistemine göre duyu analizi (2010)

Öküzgözü /Elazığ	Renk (0-2 puan)	Berraklık (0-2 puan)	Koku (0-4 puan)	Tat ve Genel İzlenim (0-12puan)	Toplam (20 puan)
MOX şarabı*	1.79±0.084A	2.00±0.000	2.85±0.180B	5.50±0.189Bb	12.15±0.208Cb
Kontrol şarabı**	1.81±0.085	2.00±0.000	3.35±0.143A	6.35±0.143a	13.52±0.169Ba

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.72 Öküzgözü şaraplarının 20 puan sistemine göre duyu analizi (2011)

Öküzgözü /Elazığ	Renk (0-2 puan)	Berraklık (0-2 puan)	Koku (0-4 puan)	Tat ve Genel İzlenim (0-12puan)	Toplam (20 puan)
MOX şarabı*	1.85±0.075Aa	1.92±0.071a	3.00±0.189a	5.14±0.180Ba	11.92±0.146Bb
Kontrol şarabı**	1.88±0.070a	1.92±0.071a	3.21±0.149a	5.71±0.184Ba	12.74±0.141Ba

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Öküzgözü şaraplarında 2010 ve 2011 yılı için tanımlayıcı duyu analizi sonuçları ise Çizelge 4.73 ve 4.74'de verilmiştir. 2010 yılı kontrol şarapları; renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, meyvensi tat, gövde, genel izlenim açısından yüksek puan; burukluk, acılık ve asidite açısından daha düşük puan almıştır. MOX ve kontrol şaraplarında okside, vejetal, redüktif tat ve sarı ton belirtilmemiştir. 2011 yılı için de benzer sonuçlar elde edilmiş; kırmızı ton, meyvensi tat, gövde, genel izlenim açısından yüksek puan alan kontrol şaraplarında mikrooksijenasyon uygulanan şaraplara kıyasla daha düşük burukluk ve acılık saptanmıştır. Ancak, MOX şaraplarında mavi-mor ton ve renk yoğunluğu değerleri yüksek puan almıştır. Mikrooksijenasyon ile şaraplarda sarı ton ve oksidatif, redüktif, vejetal tat değerlerinin aldığı düşük puan incelendiğinde, aşırı oksidasyon riskinin görülmediği ve şaraplara verilen oksijen doz ve süresinin uygun seçildiği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.73 Öküzgözü/Elazığ şarabının Tanımlayıcı duyu analiz değerlendirmesi (2010)

Tanımlayıcı duyu analiz özellikleri/Öküzgözü	Renk yoğunluğu (1-7 puan)	Mavi-mor ton (1-7 puan)	Kırmızı ton (1-7 puan)	Sarı ton (1-7 puan)	Burukluk (1-7 puan)	Acılık (1-7 puan)	Okside tat (1-7 puan)	Vejetal tat (1-7 puan)	Redüktif tat (1-7 puan)	Meyvemsi tat (1-7 puan)	Gövde (1-7 puan)	Asidite (1-7 puan)	Genel izlenim (1-7 puan)
<b>MOX şarabı*</b>	4.78±0.101Bb	4.50±0.109B	4.78±0.184B	1.00 ±0.00	5.14±0.143	4.50±0.154B	1.00±0.000	1.00±0.000	1.00±0.000	4.35 ±0.092B	4.71±0.149Bb	5.00±0.000B	5.00±0.273B
<b>Kontrol şarabı**</b>	5.42±0.130a	4.57±0.130B	5.28 ±0.149B	1.00 ±0.00	4.92 ±0.170B	4.42±0.130B	1.00 ±0.000	1.00 ±0.000	1.00 ±0.000	4.50±0.154B	5.42±0.07a	4.78±0.149B	5.35±0.358AB

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap

Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır. Çeşitlerin Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.74 Öküzgözü/Elazığ şarabının Tanımlayıcı duyu analiz değerlendirmesi (2011)

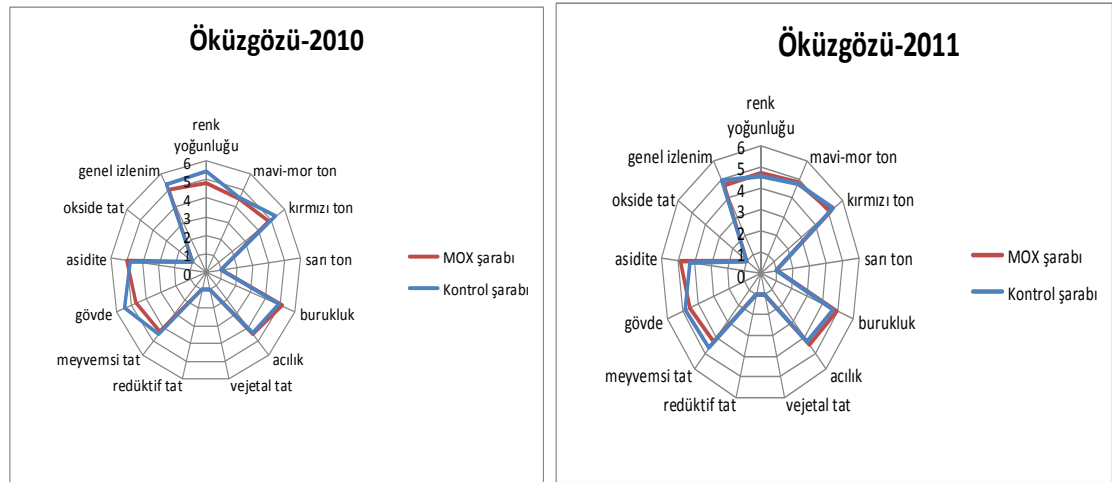
Tanımlayıcı duyu analiz özellikleri/Öküzgözü	Renk yoğunluğu (1-7 puan)	Mavi-mor ton (1-7 puan)	Kırmızı ton (1-7 puan)	Sarı ton (1-7 puan)	Burukluk (1-7 puan)	Acılık (1-7 puan)	Okside tat (1-7 puan)	Vejetal tat (1-7 puan)	Redüktif tat (1-7 puan)	Meyvemsi tat (1-7 puan)	Gövde (1-7 puan)	Asidite (1-7 puan)	Genel izlenim (1-7 puan)
<b>MOX şarabı*</b>	4.71±0.149B	4.85±0.143B	5.14±0.180B	1.00 ±0.000	4.92±0.071B	4.50±0.109B	1.00 ±0.000	1.00 ±0.000	1.00 ±0.000	4.28 ±0.149B	4.50±0.109Bb	4.85±0.143Ba	4.64±0.358B
<b>Kontrol şarabı**</b>	4.57±0.170B	4.78±0.184B	5.35 ±0.143A	1.00 ±0.000	4.71 ±0.101B	4.28±0.149B	1.00 ±0.000	1.00 ±0.000	1.00 ±0.000	4.64±0.143B	4.85±0.143Ba	4.28±0.101Bb	4.92±0.327A

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap

Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır. Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

2010 yılında Öküzgözü şaraplarında MOX ve kontrol uygulamalarının kıyaslanmasında tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, gövde özelliklerinde istatistiksel olarak fark bulunmuş ( $p<0.05$ ); renk, koku, mavi-mor ton, kırmızı ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, genel izlenim özelliklerinde istatistiki anlamda fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Asidite ve berraklık özelliğinde ise değişim görülmemiştir. 2011 yılında Öküzgözü şaraplarında MOX ve kontrol uygulamalarının kıyaslanmasında ise; gövde ve asidite özelliklerinde istatistiki anlamda fark bulunmuş ( $p<0.05$ ); renk, berraklık, koku, tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, genel izlenim özelliklerinde istatistiki anlamda fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Öküzgözü şaraplarının lezzet profilleri şekil 4.38’de gösterilmiştir.



Şekil 4.38 Öküzgözü şaraplarının lezzet profilleri (2010-2011)

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılı örneklerinin 20 puan sistemine göre duyu analizi sonuçları Çizelge 4.75 ve 4.76’da verilmiştir. 2010 yılı Shiraz şaraplarında oksijen uygulanan örneklerin renk, berraklık, tat ve genel izlenim, toplam açısından yüksek puan aldığı, koku açısından ise daha düşük puan aldığı görülmüştür. 2011 yılı oksijen uygulanan örneklerde ise incelenen tüm özellikler açısından kontrol şaraplarına kıyasla yüksek puan saptanmıştır.

Çizelge 4.75 Shiraz/Denizli şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuusal analiz değerlendirmesi (2010)

Shiraz /Denizli	Renk (0-2 puan)	Berraklık (0-2 puan)	Koku (0-4 puan)	Tat ve Genel İzlenim (0-12puan)	Toplam (20 puan)
MOX şarabı*	2.00±0.000A	2.00±0.000	3.42±0.130AB	7.14±0.143Aa	14.57±0.130Ba
Kontrol şarabı**	1.94±0.036	1.97±0.028	3.50±0.154A	6.21±0.149b	13.62±0.185Ab

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.76 Shiraz/Denizli şaraplarının 20 puan sistemine göre duyuusal analiz değerlendirmesi (2011)

Shiraz /Denizli	Renk (0-2 puan)	Berraklık (0-2 puan)	Koku (0-4 puan)	Tat ve Genel İzlenim (0-12puan)	Toplam (20 puan)
MOX şarabı*	2.00±0.000A	1.97±0.028	3.42±0.130	7.14±0.180A	14.54±0.136Aa
Kontrol şarabı**	1.90±0.072	1.92±0.071	3.07±0.202	6.57±0.170A	13.47±0.089Ab

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.  
 Çeşitlerin karşılaştırılmasında Ave Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Shiraz şaraplarında 2010 ve 2011 yılı tanımlayıcı duyuusal analiz sonuçları ise Çizelge 4.77 ve 4.78' de verilmiştir. 2010 yılı MOX şarapları; mavi-mor ton, burukluk, asidite, genel izlenim açısından yüksek puan; kırmızı ton, acılık, meyvemsi tat, gövde açısından daha düşük puan almıştır. Renk yoğunluğu değeri her iki grup şarapta da aynı puanı almıştır. Okside, vejetal, redüktif tat ve sarı ton MOX ve kontrol şaraplarında belirtilmemiştir. 2011 yılında ise mikrokoksijenasyon uygulaması ile daha yüksek renk yoğunluğu, mavi-mor ton, meyvemsi tat, asidite ve genel izlenim puanına sahip şarap elde edilmiştir. Bu şaraplarda kırmızı ton, burukluk, acılık, gövde özelliklerinin puanlarının düşük olduğu görülmektedir. Boğazkere ve Öküzgözü şaraplarında da belirtildiği gibi Shiraz şaraplarında sarı ton, okside, redüktif, vejetal tat saptanmamıştır.

Çizelge 4.77 Shiraz şarabının Tanımlayıcı duyuusal analiz değerlendirmesi (2010)

Tanımlayıcı duyuusal özellik/ Shiraz	Renk yoğunluğu (1-7puan)	Mavi-mor ton (1-7puan)	Kırmızı ton (1-7puan)	Sarı ton (1-7puan)	Burukluk (1-7puan)	Acılık (1-7puan)	Okside tat (1-7puan)	Vejetal tat (1-7puan)	Redüktif tat (1-7puan)	Meyvemsi tat (1-7puan)	Gövde (1-7puan)	Asidite (1-7puan)	Genel izlenim (1-7puan)
<b>MOX şarabı*</b>	5.85±0.092AB	5.71±0.101AB	5.57±0.170AB	1.00 ±0.00	5.50 ±0.154	5.14±0.092ABb	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	5.71±0.149A	5.78±0.101A	5.92±0.130A	6.42±0.426A
<b>Kontrol şarabı**</b>	5.85±0.143	5.50±0.154A	6.00 ±0.154AB	1.00 ±0.00	5.42±0.170AB	5.78±0.149ABa	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	5.78±0.149A	5.85±0.143	5.78±0.149A	5.78±0.373A

\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap

Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

Çeşitlerin karşılaştırılmasında A ve Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.78 Shiraz şarabının Tanımlayıcı duyuusal analiz değerlendirmesi (2011)

Tanımlayıcı duyuusal özellik/ Shiraz	Renk yoğunluğu (1-7puan)	Mavi-mor ton (1-7puan)	Kırmızı ton (1-7puan)	Sarı ton (1-7puan)	Burukluk (1-7puan)	Acılık (1-7puan)	Okside tat (1-7puan)	Vejetal tat (1-7puan)	Redüktif tat (1-7puan)	Meyvemsi tat (1-7puan)	Gövde (1-7puan)	Asidite (1-7puan)	Genel izlenim (1-7puan)
<b>MOX şarabı*</b>	6.28±0.101ABa	6.14±0.092ABa	5.57±0.170AB	1.00 ±0.000	5.14 ±0.092ABb	4.71±0.184Bb	1.00±0.000	1.00±0.000	1.00±0.000	5.92±0.071Aa	5.57±0.130AB	6.00±0.109Aa	6.35±0.451Aa
<b>Kontrol şarabı**</b>	5.57±0.170Ab	5.21±0.149ABb	5.71±0.184A	1.00 ±0.000	6.14±0.092Aa	5.28±0.101ABa	1.00±0.000	1.00±0.000	1.00±0.000	5.07±0.071ABb	5.85±0.143A	5.21±0.149Ab	5.35±0.358Ab

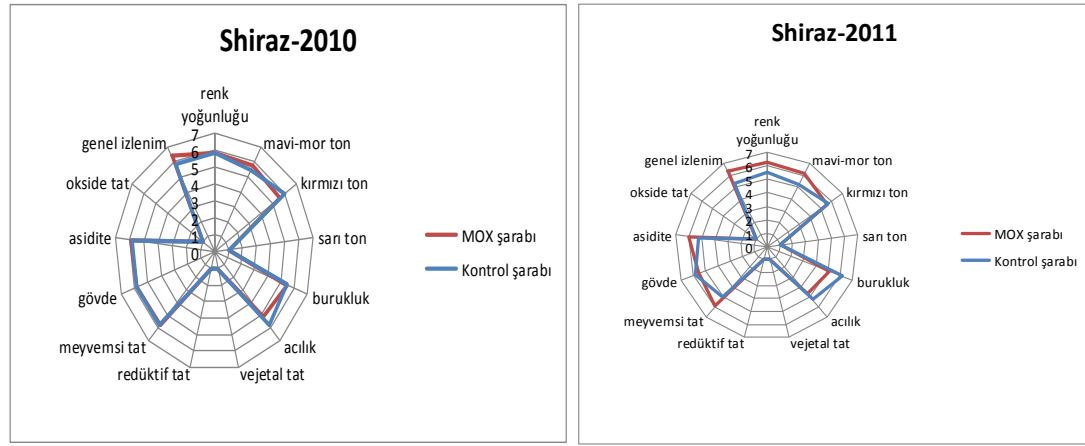
\*Oksijen uygulanmış şarap \*\*Oksijen uygulanmamış şarap

Çeşitlerin karşılaştırılmasında büyük harfler, uygulamaların karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

Çeşitlerin karşılaştırılmasında A ve Rank ortalamaları karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

2010 yılında Shiraz şaraplarında MOX ve kontrol uygulamalarının kıyaslanmasında tat ve genel izlenim ile acılık özelliklerinde istatistiki anlamda fark bulunmuş ( $p<0.05$ ); koku, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, burukluk, meyvemsi tat, gövde, asidite ve genel izlenim özelliklerinde fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Renk ve berraklık özelliğinde ise değişim görülmemiştir. 2011 yılında Shiraz şaraplarında MOX ve kontrol uygulamalarının kıyaslanmasında renk yoğunluğu, mavi-mor ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, asidite, genel izlenim özelliklerinde istatistiki anlamda fark bulunmuş ( $p<0.05$ ); berraklık, koku, tat ve genel izlenim, kırmızı ton, gövde özelliklerinde fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Renk özelliğinde ise değişim görülmemiştir.

Shiraz şaraplarının lezzet profilleri şekil 4.39’da gösterilmiştir.



Şekil 4.39 Shiraz şaraplarının lezzet profilleri (2010-2011)

2010 ve 2011 yılı Shiraz şaraplarının lezzet profili incelendiğinde mikrooksijenasyon uygulaması ile şarapta istenen değişimlerin gerçekleştiği görülmektedir. Kontrol şarapları ile kıyaslandığında, mikrooksijenasyon ile özellikle mavi mor ton ve renk yoğunluğu artan, burukluk ve acılığı azalan şarapların elde edildiği saptanmıştır. Tekniğin kullanımı ile ortaya çıkan olumlu gelişmelerin 2011 yılı Shiraz şaraplarında daha belirgin olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.39). Daha önce de açıklandığı üzere, benzer sonuçlar mikrooksijenasyon uygulanan Boğazkere şaraplarında da her iki yıl için belirlenmiştir. Dolayısıyla, mikrooksijenasyon uygulamasının özellikle Boğazkere ve



Shiraz şaraplarının duyu kalitesi üzerine daha etkili olduğu ve olumlu sonuçların alındığı söylenebilir.

Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şarap çeşitlerinin karşılaştırılmasında sarı, yeşil, redüktif ve okside özelliklerde değişim görülmemiştir.

2010 yılında kontrol şaraplarında Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şarap çeşitlerinin karşılaştırılmasında; renk, berraklık, tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, gövde özellikleri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Buna karşın, koku, mavi-mor ton, kırmızı ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, asidite, genel izlenim özellikleri açısından fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 2011 yılında mikrooksijenasyon uygulanmayan kontrol şaraplarında Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şarap çeşitlerinin karşılaştırılmasında; renk, berraklık, koku özellikleri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, gövde, asidite, genel izlenim özellikleri açısından istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

2010 yılında mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şarap çeşitlerinin karşılaştırılmasında; burukluk özelliği açısından fark bulunmazken ( $p>0.05$ ); renk, koku, tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, acılık, meyvemsi tat, gövde, asidite, genel izlenim özellikleri açısından istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Berraklık özelliğinde değişim görülmemiştir. 2011 yılında mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz şarap çeşitlerinin karşılaştırılmasında berraklık ve koku özelliği açısından istatistiksel olarak fark bulunmazken ( $p>0.05$ ); renk, tat ve genel izlenim, renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, burukluk, acılık, meyvemsi tat, gövde, asidite, genel izlenim özellikleri açısından istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Şarapta duyu özellikleri arasında en önemli parametrelerden biri olan burukluk algısında mikrooksijenasyon uygulaması ile hedeflenen azalmanın açıklaması olarak potansiyel acı bir bileşik olan kuersetin aglikon ve tanenlerin yapıtaşı olan epikateşin konsantrasyonundaki azalma belirtilmiştir (McCord 2003). Benzer bir çalışmada ise,

epikateşin gibi flavanol monomerlerin polimerik proantosiyanidinlerin bozulması ile oluşan ürünler ile reaksiyona girdiğini göstermiştir. Bu durum proantosiyanidin polimerlerinin ortalama büyüklüğünde azalmaya neden olmakta ve polimer büyüklüğünün değişmesi ile algılanan burukluk değişebilmektedir (Vidal vd. 2002).

Du-Toit vd. (2006) yaptıkları çalışmada, farklı dozda mikrooksijenasyon uygulanan şaraplarda aroma profilini üçgen test metodu ile duyuşal olarak incelemişler ve elde ettikleri sonuçları meyvemsilik, baharat, vanilya/karamel, meşe/hindistancevizi, hastane/ahır, okside/yıllanmış, acılık ve burukluk kriterlerine göre değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri bulgular, farklı süre ve dozda MOX uygulamalarının farklı karakterler üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Çalışmada, 3 mg O<sub>2</sub>/L/aylık işlem görmüş örnekler, kontrol ve 1.5 mg O<sub>2</sub>/L/aylık örneklerine nazaran panelistlerce tercih edilmiştir. Panelistler, kontrol ve 1.5 mg O<sub>2</sub>/L/aylık şaraplar arasındaki ayrımı ise saptayamamıştır. Buna karşın meşe fiçıda olgunlaştırılan şarapları, meşe özellikleri açısından daha yüksek, meyvemsilik açısından daha düşük puanlamışlardır. Bu durumun, meşe aromalarının meyvemsi karakteri maskeleymesinden kaynaklı olabileceği belirtilmiştir. Ancak, panelistlerce mikrooksijenasyonun 4.ayı sonunda alınan 3 mg O<sub>2</sub>/L/aylık MOX örneği, kontrol örneği, 1.5 mg O<sub>2</sub>/L/aylık MOX örneği ve meşe örneği arasında önemli bir tercih farkı olmamıştır. Bu durum, mikrooksijenasyonun uzun süre uygulanması durumunda, şarabın aşırı gelişmiş yani geçkin olduğunu ve kalitesinde düşme olduğunu göstermiştir. Nikfardjam ve Dykes (2003), MOX'un çok uzun süre uygulanması durumunda, şarabın aşırı buruk olduğunu, bu durumun proantosiyanidinlerin polimerizasyon derecesinde aşırı artış ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Proantosiyanidin molekülünün büyüklüğünün burukluk ile ilişkili olduğu, polimerizasyon derecesindeki (mDP) artışın, burukluktaki artış ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Vidal vd. 2003).

Diğer bir çalışmada, mikrooksijenasyon uygulanan ve kontrol Cabernet Sauvignon şarabının üçlü test ile duyuşal kıyaslanmasında 10 tadımcıdan 7'si iki şarap arasında fark olduğunu saptamıştır. Sonuçlar istatistiki olarak önemli bulunmuş ve meşe fiçıda yıllanma öncesi mikrooksijenasyon uygulaması ile farklı bir şarap üretildiği doğrulanmıştır. MOX ve kontrol şarabının tanımlayıcı duyuşal analiz sonuçlarına göre;

MOX şarabında yüksek düzeyde kızarmış, baharat ve kahve aromaları saptanmıştır. Diğer duyuşal özelliklerde ise fark bulunmamıştır. Burukluk açısından değerlendirildiğinde ise MOX şarabı kontrol şarabından %35 daha az buruk saptanmıştır. MOX şarabında ortalama polimerizasyon derecesi (mDP), kontrol şarabına göre önemli derecede yüksek bulunmuş, bu durum mikrooksijenasyonun proantosiyanidinlerin polimerizasyonunu teşvik ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Bununla birlikte, MOX şarapları yüksek mDP içermesine rağmen daha az buruk saptanmıştır. Bu çelişkinin nedeni, şarap burukluğunu etkileyen başka pekçok faktörün var olması şeklinde yorumlanmıştır. Meşe fıçıda yıllandırma sürecinde ise, proantosiyanidinler ve antosiyaninlerin birleşmesinin burukluktaki azalmanın nedeni olabileceği şeklinde yorumlar mevcuttur (Remy vd. 2000, Brossaud vd. 2001). Dolayısıyla MOX tekniğı çok buruk şaraplarda meşe yıllandırması öncesinde kullanılabilir. MOX şaraplarının kontrol şaraplarına kıyasla yüksek konsantrasyonda kateşin-etil-malvidin ve birleşmiş antosiyanin içerdiği görülmüştür, bu durum MOX şaraplarının düşük burukluğunu kısmen açıklamaktadır. Meşe fıçıda yıllandırma öncesi MOX uygulaması, ham üzümlerden yapılan şaraplar gibi çok buruk şaraplarda özellikle tavsiye edilmektedir (Del-Carmen Llaudy vd. 2006).

Ardarda iki yıl süresince Tinta de Toro şaraplarında yapılan bir çalışmada, şarapların bir kısmına mikrooksijenasyon uygulanmış diğer kısmı ise kontrol olarak belirlenmiş ve elde edilen her iki grup şaraba dört farklı meşe fıçıda 12 ay süresince yıllandırma uygulanmıştır. Duyusal analizde şaraplar; renk yoğunluğu, mavi-mor ton, kırmızı ton, turuncu ton, burukluk, yeşil tanenler, sert tanenler, yumuşak tanenler, kuru tanenler açısından değerlendirilmiştir. Tadımcılar, her iki yıl için de şaraplar arasında önemli fark saptamamış, sadece farklı meşe kullanımına bağılı olarak sert tanenlerdeki değişimi belirlemişlerdir. Kontrol ve MOX şaraplarında tanen içeriğindeki farklılık yıllandırma ile azalmış hatta sonuçta kaybolmuştur. Mikrooksijenasyon ile elde edilen renk yoğunluğu ve mor tonlar ise yıllandırmanın 1. yılına kadar sürmüştür. Ayrıca, MOX ve kontrol şarapları arasında ya da farklı tipte meşe fıçılarda yıllandırılan şaraplar arasında yıllandırmanın 6.ayından sonra duyuşal olarak renk ve burukluk açısından farkları saptamak zorlaşmıştır. Yıllandırmanın 12. ayından sonraysa farklılıklar tamamen ortadan kalkmıştır. Dolayısıyla mikrooksijenasyonun renk ve burukluk üzerine olumlu

etkisinin yıllandırmanın 6. ayından sonra maskelendiği veya kaybolduğu görülmüştür (Sanchez-Iglesias vd. 2009).

Arfelli vd. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Sangiovese şaraplarına 3 ay boyunca uygulanan mikrooksijenasyon, meşe talaşı ve maya tortusu tekniklerinin ayrı ayrı veya birlikte kullanılması ile yıllandırılan şaraplarda 5. ayın sonunda yapılan duyu analizde; vanilya, yanık/kızarmış, meyvemsi, baharat, acılık, burukluk, gövde ve denge olmak üzere 8 özellik belirlenmiştir. Tüm tekniklerin birlikte kullanıldığı şaraplarda yüksek vanilya ve yanık/kızarmış aroması saptanırken, mikrooksijenasyon ve maya tortusunun beraber kullanımının şaraptaki acılığı ve burukluğu azalttığı belirlenmiştir. Bu durumun, mayalarca serbest bırakılan polisakkaritler ve tanenler arasındaki etkileşim sonucu tanenlerin proteinlere karşı reaktivitesinin azalması ile sağlandığı belirtilmiştir. Meşe talaşı ve mikrooksijenasyonun birlikte uygulandığı şaraplar sadece meşe talaşı ile işlem gören şaraplara kıyasla tercih edilmiştir. Ayrıca, mikrooksijenasyon, meşe talaşı ve maya tortusu tekniğinin birlikte kullanımı ile elde edilen şarabın duyu özelliklerinin geliştiği ve bu şekilde en ideal şarabın elde edildiği belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada, mikrooksijenasyon Tempranillo ve Cabernet Sauvignon şaraplarına alkol fermantasyonu tamamlandığında uygulanmıştır. Bu şaraplarda malolaktik fermantasyonun meşe fıçıda veya paslanmaz çelik tankta gerçekleştirilmesi ile meşe fıçıda yıllandırma süresi gibi faktörler araştırılmıştır. Yapılan duyu analizde, mikrooksijenasyon uygulamasının şarap aromasını etkilediği, ancak bu etkinin başlıca üzüm çeşidine bağlı olduğu saptanmıştır. Bir diğer deyişle, Cabernet Sauvignon şarabının aroması Tempranillo şaraplarına kıyasla daha fazla etkilenmiştir. Ahşaptan şaraba geçen bileşiklerin konsantrasyonu ise, meşe fıçıda MLF uygulanan şaraplarda paslanmaz çelikte MLF uygulanan şaraplara nazaran daha yüksek saptanmıştır. Meşe fıçıda fermente edilen şarapların daha tatlı, ahşap ve kızarmış aromalara sahip olduğu ve daha düşük alkol ve redüktif tat içerdiği belirtilmiştir (Hernandez-Orte vd. 2009).

Ortega-Heras vd. (2008), mikrooksijenasyon tekniğinin iki yıl üst üste Tinta de Toro ve Mencía çeşidinden üretilen şaraplarda uçucu kompozisyon üzerindeki etkisini

araştırmıştır. Alkol fermantasyonu sonunda uygulanan mikrooksijenasyon işlemi tamamlandığında, şaraplar 12 ay boyunca Amerikan meşe fiçilerde yıllandırılmıştır. Mikrooksijenasyon uygulamasının bazı uçucu bileşikler üzerindeki etkisinin şarap çeşidine ve yıla bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Bu durumun üzüm çeşitleri arasındaki fenolik kompozisyon farklılığına bağlı olduğu, dolayısıyla kullanılacak O<sub>2</sub> dozunun şarapların başlangıç fenolik kompozisyonuna göre belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, mikrooksijenasyon ile şaraplarda cis-whiskey lakton ve öjenol gibi furfural bileşiklerinin ekstraksiyonunun azaldığı, vanilya ve guaiakol ekstraksiyonunun arttığı saptanmıştır. Bu sonucun, mikrooksijenasyon uygulaması ile ahşap aromalarının meyve ve üzüm çeşidine özgü aromalarla birleşmesine bağlı olduğu belirtilmiştir.

Cejudo Bastante vd. (2011b) tarafından yapılan çalışmada, Petit Verdot kırmızı şaraplarında MLF öncesi mikrooksijenasyon ve meşe talaşı uygulamasının etkisi değerlendirilmiş ve kırmızı şarap aromasını tanımlamak için kırmızı meyveler, erik/frenk üzümü, yeşil tat, baharat, asitlik, tütün, vanilya, ahşap, acılık, fındık, gövde, burukluk, genel kalite olmak üzere 13 özellik seçilmiştir. Mikrooksijenasyon tekniği ile şaraplarda kırmızı meyve aroması, erik/frenküzümü özelliklerinde artış, yeşil/bitkisel tatta önemli oranda azalış belirlenmiştir. Örneklerdeki baharat aroması ise MLF sonrası MOX tekniğinden olumlu etkilenmiş, ancak meşe talaşı uygulamasından sonra bu etki görülmemiştir. Kontrol şaraplarının aksine, MOX uygulanan tüm şaraplarda fındık ve tütün aromaları gelişmiştir. Oksijen ilavesinin hemen ardından şarapların burukluk ve acılığı azalmış ancak MLF veya talaş uygulaması sonrasında önemli fark bulunamamıştır. Sonuç olarak, malolaktik fermantasyon öncesi elde edilen MOX şaraplarının genel kalitesi kontrol şaraplarına kıyasla olumlu değerlendirilmiştir.

Cejudo Bastante vd. (2011a) çalışmasında, Cencibel kırmızı şaraplarında MLF öncesi uygulanan mikrooksijenasyon ile depolamanın 5. ayı sonundaki etkisi araştırılmıştır. Cencibel şaraplarının kırmızı meyve aromaları MOX' lu şaraplarda önemli derecede düşük saptanırken, meyankökü ve baharat aromaları önemli derecede yüksek çıkmıştır. Ayrıca erik/frenküzümü aromaları saptanmıştır. Kontrol şaraplarının aksine, depolama periyodunun sonunda MOX'lu kırmızı şaraplarda tüm koku özelliklerinin puanları

artmıştır. Diğer yandan, kontrol şaraplarının aksine bitkisel tat, asitlik ve acılık gibi bazı özellikler depolama periyodunun sonucunda MOX'lu kırmızı şaraplarda oldukça azalmış, kompleks yapı ve genel kalite gelişmiştir.

Cencibel kırmızı şaraplarında yapılan diğer bir çalışmada ise, MOX'lu şaraplarda kırmızı meyve ve baharat aroması kontrol şaraplarına kıyasla daha yüksek, meyankökü aroması ise daha düşük puan almıştır. Bitkisel tat, acılık, asitlik, burukluk özelliklerinde oksijen ilavesinin sonucunda önemli derecede azalma saptanmıştır. Malolaktik fermantasyon sonrası kırmızı şaraplara MOX uygulamasının, renk stabilizasyonu sağlaması, sayısız uçucu bileşiğin konsantrasyonunu artırması ve duyuşal kalitede gelişme sağlaması gibi avantajları gözlenmiştir (Cejudo Bastante vd. 2012).

De Beer vd. (2008) çalışmasında, şaraplar şişelemeden sonra renk uygunluğu, kiraz/erik yoğunluğu, burukluk, dolgunluk, genel kalite açısından değerlendirilmiştir. MOX şaraplarında kiraz/erik yoğunluğu oksijenasyonla önemli derecede azalmıştır. Mikrooksijenasyon süresince bu şarapların burukluk puanlarında önemli değişiklik olmamıştır. Dolgunluk puanı ise MOX uygulanan şaraplarda kontrol şaraplarına kıyasla yüksek saptanmıştır. Ancak, genel kalite puanları oksijenasyondan etkilenmemiştir. İdeal oksijenasyon dozu ve süresi oldukça önemli olup, şarabın duyuşal kalitesini etkilemektedir. Oksijenasyon süresince çözünmüş oksijen, serbest SO<sub>2</sub> gibi kriterler yanında duyuşal özelliklerin izlenmesi, istenen amaca ulaşmak ve aşırı oksidasyonu önlemek açısından şarttır (Lemaire 2003).

## 5. SONUÇ

Çalışmada elde edilen bulgular; Boğazkere, Öküzgözü ve Shiraz çeşitlerinden üretilen şarapların fenolik yapısı ve duyuşal özellikleri üzerinde mikrooksijenasyon tekniğinin etkili olduğunu göstermiştir. Bu uygulamanın endüstriyel boyutta yapılması ayrıca uygulanabilirliği açısından avantaj sağlamaktadır. Fenolik yapı bakımından şaraplar değerlendirildiğinde, MOX uygulanan şarapların toplam fenol düzeyinin kontrol şaraplarına göre azaldığı, bu azalışın özellikle Shiraz şaraplarında daha belirgin olduğu saptanmıştır. Bu değerler büyük ölçüde literatür verileriyle de uyum göstermiştir. Diğer yandan, şarapların fenolik profiline bakıldığında, bu azalış serbest fenolik bileşenlerde görülen değişim ile uyumlu bulunmuştur. Kontrollü oksijen uygulamasının tüm şaraplarda her iki yılda da serbest fenolik bileşen miktarını düşürdüğü, dolayısıyla toplam fenol değerlerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum, serbest fenollerin kendi aralarında veya serbest antosiyaninlerle oluşturdukları oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonları ile açıklanabilir.

Şaraplardaki toplam antosiyanin düzeyi ise; oksijen uygulanmış tüm çeşitlerde toplam fenol içeriğine benzer olarak azalmıştır. Bu azalış kontrol şaraplarında MOX şaraplarına göre daha düşük görülmüştür. Ayrıca, mikrooksijenasyon uygulamasının üretim prosesinin her aşamasında kontrol şarabına göre, toplam antosiyanin miktarında daha fazla azalma oluşturduğu saptanmıştır. Araştırmada incelenen malvidin 3-glikozitteki azalış da bu verilerle paralellik oluşturmaktadır.

Antosiyanin düzeyindeki azalış, malvidin 3-glikozit başta olmak üzere monomerik antosiyaninlerin diğer antosiyaninler ya da diğer fenolik bileşenlerle reaksiyona girerek piranoantosiyaninler, etil bağı antosiyanin-tanen bileşikleri, vitisinler, pinotin A vb. polimerik pigmentler oluşturması ile açıklanabilir. Ayrıca, mikrooksijenasyona bağı olarak monomerik antosiyaninlerde ve beraberinde de kateşin, epikateşin gibi flavan-3-ol konsantrasyonunda da azalma belirlenmiştir. Bu azalış, oksijen varlığında serbest antosiyaninler ile flavan-3-ol'ler arasında gerçekleşen reaksiyonlarla açıklanabilir. Benzer durum, fenolik asitler ve kuarsetin miktarındaki azalma için de geçerlidir. Mikrooksijenasyon sonucunda oluşan antosiyanin türevli yeni pigmentler pH

değişimine ve bisülfite ağarmasına daha dayanıklı olup, çalışmada tüm çeşitler için MOX uygulamasına bağlı olarak SO<sub>2</sub> ağarmasına dayanıklı pigment rengi (CDR<sub>SO2</sub>) düzeyindeki artış bu durumu doğrulamaktadır.

Şarapların toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde DPPH ve ABTS yöntemi kullanılmıştır. Her iki yöntem de birbiriyle uyumlu sonuçlar vermiştir. Buna göre, tüm şaraplarda antioksidan kapasite değeri literatür verileriyle de uyumlu olarak, toplam fenol, toplam antosiyanin, malvidin 3-glikozit ve serbest fenol bileşeni değerleri ile paralel olarak azalmıştır.

Şarapların duyu analizi sonuçları değerlendirildiğinde, mikooksijenasyon uygulaması özellikle Boğazkere ve Shiraz şaraplarında duyu açıdan önemli gelişme sağlamış, sırasıyla Boğazkere şarabı 15.30/20, Shiraz şarabı 14.57/20 gibi yüksek puanlar almıştır. Ayrıca, renk yoğunluğu, berraklık, acılık, meyvensilik vb. yan kriterlerle de mikooksijenasyon uygulamasının belirtilen çeşitler için kontrol şaraplarına göre başarılı olduğu saptanmıştır.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, mikooksijenasyonun özellikle yüksek fenol kompozisyonu içeren Boğazkere ve Shiraz çeşitlerinde daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür. Shiraz, birçok uluslararası çalışmada görüldüğü gibi mikooksijenasyon için uygun bir çeşit olup, çalışmamız da duyu açıdan bu durumu doğrulamıştır. Yerel çeşitlerden Boğazkere'nin de benzer şekilde mikooksijenasyon için uygun bir çeşit olduğu ve MOX uygulamasının bu çeşit şarabında da duyu açıdan başarılı sonuç verdiği saptanmıştır. Diğer yerel çeşit Öküzgözü'nde ise mikooksijenasyon uygulaması ile çok belirgin farklılık görülmemiştir. Ayrıca, mikooksijenasyonun, çeşide, üretilen şarap tipine, üretim prosesine göre şarabın duyu ve kimyasal kalitesi açısından farklılıklar gösterdiği hükmüne varılabilir.



## KAYNAKLAR

- Aktan, N ve Kalkan, H. 2000. Şarap Teknolojisi. Kavaklıdere Eğitim Yayınları, No:4, Ankara, 614s.
- Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailon, M. T., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, C. 2006. Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturity and ageing. A comprehensive study. *Analytica Chimica Acta*, 563, 238-254.
- Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailon, M.T., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J.C. 2004. Separation of pyranoanthocyanins from red wine by column chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 513, 305–318.
- Alen-Ruiz, F., Garcia-Falcon, M.S., Perez-Lamela, M.C., Martinez-Carballo, E., Simal-Gandara, J. 2009. Influence of major polyphenols on antioxidant activity in Mencia and Brancellao red wines. *Food Chemistry*, 113 (1), 53-60.
- Anlı, R.E. 2011. Şarap Tadımı, İnkilap Yayınları. 213 s.
- Anonymous. 1990. Recueil des Methodes Internationales D'analyse des Vind et des Mouts, Office International de la Vigne et du Vin, Paris, (368)s.
- Anonymous. 2003. Resolution Oeno 22/2003 HPLC-Determination Of Nine Major Anthocyanins In Red and Rose Wine.
- Arfelli, G., Sartini, E., Corzani, C. and Fabiani, A. 2011. Chips, lees, and micro-oxygenation: Influence on some flavors and sensory profile of a bottled red Sangiovese wine. *European Food Research and Technology*, 233, 1-10.
- Atanasova, V., Fulcrand, H., Cheynier, V. and Moutounet, M. 2002. Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making. *Analytica Chimica Acta*, 458, 15-27.
- Atanasova V., Fulcrand, H., Le Guerneve, C., Cheynier, V., and Moutounet, M. 2002. Structure of a new dimeric acetaldehyde malvidin 3-glucoside condensation product. *Tetrahedron Lett.*, 43, 6151–6153.
- Bakker, J. and Timberlake, C. F. 1997. Isolation, identification, and characterization of new colour-stable anthocyanins occurring in some red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 35-43.
- Baldi, A., Romani, A., Mulinacci, N., Vincieri, F. and Ghiselli, A. 1997. The relative antioxidant potencies of some polyphenols in grapes and wines. In R. T. Watkins, *Wine: nutritional and therapeutic benefit*, pp. 167-179, Washington (DC): ACS Symposium Series 661.
- Bate-Smith, E. C. 1973. *Phytochemistry*, 12, 907.
- Blauw, D. A. 2009. Micro-oxygenation in contemporary winemaking. Thesis, Cape Wine Academy, Stellenbosch, South Africa.
- Brossaud, F., Cheynier, V., Noble, A. C. 2001. Bitterness and astringency of grape and wine polyphenols. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 7, 33-39.
- Brouillard, R. 1982. Chemical structure of anthocyanins. In: *Anthocyanins as Food Colors*. pp. 1–38. Markakis, P., ed., Academic Press, New York.
- Burns, J., Gardner, P.T., Matthews, D., Duthie, G.G., Lean, M.E.J. and Crozier, A. 2001. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5797-5808.
- Canas, S., Caldeira, I., and Belchior, A. P. 2009. Comparison of alternative systems for the ageing of wine brandies. Oxygenation and wood shape effect. *Ciencia e Tecnica Vitivinicola*, 24, 33-40.

- Cano-Lopez, M., Lopez-Roca, J. M., Pardo-Minguez, F. and Gomez Plaza, E. 2010. Oak barrel maturation vs. micro-oxygenation: Effect on the formation of anthocyanin-derived pigments and wine colour. *Food Chemistry*, 119, 191-195.
- Cano-Lopez, M., Pardo-Minguez, F., Lopez-Roca, J. M. and Gomez-Plaza, E. 2006. Effect of microoxygenation on anthocyanin and derived pigment content and chromatic characteristics of redwines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 325-331.
- Cano-Lopez, M., Pardo-Minguez, F., Lopez-Roca, J. M. and Gomez-Plaza, E. 2007. Chromatic characteristics and anthocyanin profile of a micro-oxygenated red wine after oak or bottle maturation. *European Food Research and Technology*, 225, 127-132.
- Cano-Lopez, M., Pardo-Minguez, F., Schmauch, G., Saucier, C., Teissedre, P. L., Lopez-Roca, J. M. and Gomez-Plaza, E. 2008. Effect of microoxygenation on colour and anthocyanin-related compounds of wines with different phenolic contents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 5932-5941.
- Carlton, W. K., Gump, B., Fugelsang, K. and Hasson, A. S. 2007. Monitoring acetaldehyde concentrations during micro-oxygenation of red wine by headspace solid-phase microextraction with on-fiber derivatization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 562-5625.
- Castellari, M., Matricardi, L., Arfelli, G., Galassi, S., and Amati, A. 2000. Level of single bioactive phenolics in red wine as a function of the oxygen supplied during storage. *Food Chemistry*, 69, 61-67.
- Cejudo-Bastante, M. J., Perez-Coello, M. S. and Hermosin-Gutierrez, I. 2011a. Effect of wine micro-oxygenation treatment and storage period on colour-related phenolics, volatile composition and sensory characteristics. *Food Science and Technology*, 44, 866-874.
- Cejudo-Bastante, M. J., Hermosin-Gutierrez, I. and Perez-Coello, M. S. 2011b. Micro-oxygenation and oak chip treatments of red wines: Effects on colour-related phenolics, volatile composition and sensory characteristics. Part I: Petit verdot wines. *Food Chemistry*, 124, 727-737.
- Cejudo-Bastante, M. J., Hermosin-Gutierrez, I., and Perez-Coello, M. S. 2011c. Micro-oxygenation and oak chip treatments of red wines: Effects on colour-related phenolics, volatile composition and sensory characteristics. Part II: Merlot wines. *Food Chemistry*, 124, 738-748.
- Cejudo-Bastante, M. J., Hermosin-Gutierrez, I. and Perez-Coello, M. S. 2012. Improvement of Cencibel red wines by oxygen addition after malolactic fermentation: Study on colour-related phenolics, volatile composition, and sensory characteristics *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 5962-5973.
- Cemeroğlu, B. 2009. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:38, 76-107, Ankara.
- Chantonnet, P., Dubourdiou, D., Boidron, J.N. and Lavigne, V. 1993. Synthesis of volatile phenols by *Saccharomyces cerevisiae* in wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62, 191-202.
- Cheyrier, V. 2006. Flavonoids in wine. In: *Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications*, 263-318. Andersen, Ø. M. and Markham, K. R., Eds., CRC Press, Boca Raton, FL.

- Cheyrier, V., Fulcrand, H., Brossaud, F., Asselin, C. and Moutounet, M. 1998. Phenolic composition as related to red wine flavor, in *Wine Flavor* (Waterhouse, A. and Ebeler, S., Eds), pp. 124–141, American Chemical Society Symposium Series 174, American Chemical Society, New York.
- De Beer, D., Joubert, E., Marais, J. and Manley, M. 2008. Effect of oxygenation during maturation on phenolic composition, total antioxidant capacity, colour and sensory quality of Pinotage wine. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 29, 13-25.
- Del-Carmen Llaudy, M. C., Canals, R., Gonzalez-Manzano, S., Canals, J. M., Santos-Buelga, C. and Zamora, F. 2006. Influence of microoxygenation treatment before oak aging on phenolic compounds composition, astringency and colour of red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4246-4252.
- Devatine, A., Chiciuc I., Poupot, C. and Mietton-Peuchot, M. 2007. Micro-oxygenation of wine in presence of dissolved carbon dioxide. *Chemical Engineering Science*, 62, 4579-4588.
- Du-Toit, W.J., Marais, J., Pretorius, I.S., du Toit, M. 2006. Oxygen in must and wine: A review. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 27, 76-94.
- Du-Toit, W. J., Lisjak, K., Marais, J., and du Toit, M. 2006. The effect of micro-oxygenation on the phenolic composition, quality and aerobic wine-spoilage microorganisms of different South African red wines. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 27, 57-67.
- Escribano-Bailon, T., Alvarez-Garcia, M., Rivas-Gonzalo, J.C., Heredia, F.J. and Santos-Buelga, C. 2001. Color and stability of pigments derived from the acetaldehyde-mediated condensation between malvidin 3-O-glucoside and (+)-catechin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1213-1217.
- Es-Safi, N-E. Fulcrand, H., Cheyrier, V. and Moutounet M. 1999. Studies on the acetaldehyde-induced condensation of (-)-epicatechin and malvidin 3-O-glucoside in a model solution system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 2096-2102.
- Fernandez-Pachon, M.S., Villano, D., Garcia-Parilla, M.C. and Troncoso, A.M. 2004. Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Analytica Chimica Acta*, 513, 113-118.
- Flecknoe-Brown, A. 2006. Diffusive methods of oxygenating wine: Simpler, better, lower-cost barrel replacement. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, 511, 64-69.
- Fulcrand, H., Cameira dos Santos, P., Sarni Manchado, P., Cheyrier, V. and Favre Bonvin, J. 1996. Structure of new anthocyanin-derived wine pigments. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*, 7, 735-739.
- Gawel, R. 1998. Red wine astringency: A review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4, 74-95.
- Ginjom, I.R., Darcy, B.R., Caffin, N.A. and Gidley, M.J. 2010. Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Major Australian Red Wines throughout the Winemaking Process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 10133-10142.
- Glories, Y. 1984. La couleur des vins rouges 2e partie: mesure, origine et interprétation. *Conns. Vigne. Vin.*, 18, 253.

- Gomez-Plaza, E., and Cano-Lopez, M. 2011. A review on microoxygenation of red wines: Claims, benefits and the underlying chemistry. *Food Chemistry*, 125, 1131-1140.
- Gonzalez-del-Pozo, A., Arozarena, I., Noriega, M., Navarro, M., and Casp, A. 2010. Short and long-term effects of micro-oxygenation treatments on the colour and phenolic composition of a Cabernet Sauvignon wine aged in barrels and/or bottles. *European Food Research and Technology*, 231, 589-601.
- Gonzalez-SanJose, M. L., Ortega-Heras, M. and Perez-Magarino, S. 2008. Microoxygenation treatment and sensory properties of young red wines *Food Science and Technology International*, 14, 123.
- Granato, D., Katayama, F.C.U. and Castro, I.A. 2010. Assessing the association between phenolic compounds and the antioxidant activity of Brazilian red wines using chemometrics. *LWT- Food Science and Technology*, 43, 1542-1549.
- Granato, D., Katayama, F.C.U. and de Castro, I.A. 2011. Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. *Food Chemistry*, 129, 366-373.
- Guisti, M. and Wrolstad, R. 2003. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad, R.E, Editor. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: John and Wiley, Inc. P F1.2.1-F1.2.13
- Haslam, E. 1980. In vino veritas: oligomeric procyanidins and the ageing of red wines. *Phytochemistry*, 19, 2577-2582.
- Hernandez-Orte, P., Lapena, A. C., Escudero, A., Astrain, J., Baron, C., Pardo, I., Polo, L., Ferrer, S., Cacho, J. and Ferreria, V. 2009. Effect of micro-oxygenation on the evaluation of aromatic compounds in wines: Malolactic fermentation and ageing in wood. *Food Science and Technology*, 42, 391-401.
- Jones, P. R., Kwiatkowski, M. J., Skouroumounis, G. K., Francis, I. L., Lattey, K. A., Waters, E. J., Pretorius, I. S. and Hoj, P. B. 2004. Exposure of red wine to oxygen post-fermentation. If you can't avoid it, why not control it? *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 19, 17-24.
- Karadeniz, F. ve Ekşi, A. 2001. Elma suyunda fenolik madde dağılımı üzerine araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3), 135-141.
- Kondrashov, A., Sevcik, R., Benakova, H., Kostirova, M., Stipek, S. 2009. The key role of grape variety for antioxidant capacity of red wines. *e- SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 4, e41-e46.
- Kovacevic-Ganic, K., Gracin, L., Jelcic, S. and Sicenica, A. 2008. Influence of microoxygenation treatment on the phenolic composition of the Plavac mali wine *Proceedings of 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia*. 943-947.
- Lemaire, T. 2003. Micro-oxygenation: fundamentals and facilities. Workshop at the 27th Viticulture and Enology Congress, Somerset West, South Africa.
- Lesica, M., Kosmerl, T. 2009. Microoxygenation of red wines *Acta Agriculturae Slovenica*, 93, 327-336.
- Levengood, J. and Boulton, R. 2004. The variation in the color due to copigmentation in young cabernet sauvignon wines. In: Waterhouse, A. L.; Kennedy, J.A. (Ed.). *Red Wine Color*. Washington: American Chemical Society, 35-52.

- Mateus N., Silva A. M. S., Santos-Buelga C., Rivas-Gonzalo J. and de Freitas V. 2002. Identification of anthocyanin–flavanol pigments in red wines by NMR and mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2110-2116.
- Mateus, N., Silva, A. M. S., Rivas-Gonzalo, J. C., Santos-Buelga, C. and de Freitas, V. 2003. A new class of blue anthocyanin derived pigments isolated from red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1919-1923.
- Mazza, G. and Miniati, E. 1993. *Anthocyanins in Fruits, Vegetables. and Grains*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- McCord, J. 2003. Application of toasted oak and micro-oxygenation to ageing of Cabernet sauvignon wines. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, 474, 43–53.
- Minussi, R.C., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G.M. and Duran, N. 2003. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*, 82, 409-416.
- Monagas, M., Bartolome, B., and Gomez-Cordoves, C. 2005. Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, 85-118.
- Monagas, M., Nunez, V.; Bartolome, B., Gomez-Cordobes, C. 2003. Anthocyanin-derived pigments in Graciano, Tempranillo, and Cabernet Sauvignon wines produced in Spain. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54, 163-169.
- Morata A., Calderon F., Gonzalez M. C., Gomez-Cordovés M. C. and Suarez J. A. 2007. Formation of the highly stable pyranoanthocyanins (vitisins A and B) in red wines by the addition of pyruvic acid and acetaldehyde. *Food Chemistry*, 100, 1144-1152.
- Morata, A., Gomez-Cordoves, C., Colomo, B. and Suarez, J. A. 2003. Pyruvic acid and acetaldehyde production by different strains of *Saccharomyces cerevisiae*: Relationship with Vitisin A and B formation in red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7402-7409.
- Nevares, I., Del Alamo, M., Carcel, L. M., Crespo, R., Martin, C., and Gallego, L. 2009. Measure the dissolved oxygen consumed by red wines in aging tanks. *Food and Bioprocess Technology*, 2, 328-336.
- Nikfardjam, M. ve Dykes, S. 2003. Micro-oxygenation research at Lincoln University, Part 3: Polyphenolic analysis of Cabernet Sauvignon wine under the application of micro-oxygenation. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, 468, 41-44.
- Nixdorf, S.L. and Hermosin-Gutierrez, I. 2010. Brazillian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel, Phenolic composition and antioxidant capacity. *Analytica Chimica Acta*, 659, 208-215.
- Nizamlioğlu, N.M. ve Nas, S. 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5(1), 20-35.
- Ortega-Heras, M. O., Rivero-Perez, M. D., Perez-Magarino, S., Gonzalez-Huerta, C. and Gonzalez-SanJose, M. L. 2008. Changes in the volatile composition of red wines during aging in oak barrels due to microoxygenation treatment applied before malolactic fermentation. *European Food Research and Technology*, 226, 1485–1493.
- Osborne, J. P., Mira de Orduna, R., Pilone, G. J., and Liu, S. Q. 2000. Acetaldehyde metabolism by wine lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 191, 51-55.

- Ough, C. S. and Amerine, M.A. 1988. *Methods for analysis of must and wines*. John Wiley And Sons. New York.
- Özkan, G. ve Göktürk Baydar, N. 2006. A Direct RP-HPLC Determination of Phenolic Compounds in Turkish Red Wines. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 229-234.
- Parish, M., Wollan, D. and Paul, R. 2000. Micro-oxygenation – a review. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, 438, 47–50.
- Paul, R. 2002. Micro-oxygenation – where now? in *Use of Gases in Winemaking*. Proceedings ASVO Seminar, Australian Society of Viticulture and Oenology, Adelaide, 18-22.
- Perez-Magarino, S., Iglesias, M. S., Heras, M. O., Huerta, C. G. And Sanjose, M. L. G. 2007. Colour stabilization of red wines by microoxygenation treatment before malolactic fermentation. *Food Chemistry*, 101, 881–893.
- Perez-Magarino, S., Ortage-Heras, M., Cano-Mozo, E. and Gonzalez-Sanjose, M. L. 2009. The influence of oak wood chips, microoxygenation treatment and grape variety on colour and anthocyanin and phenolic composition of red wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 204-211.
- Porgalı, E. ve Büyüktünel, E. 2012. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of native red wines by high performance liquid chromatography and spectrophotometric methods. *Food Research International* 45, 145-154.
- Radovanovic, A., Radovanovic, B., Jovancicevic, B. 2009. Free radical scavenging and antibacterial activities of southern Serbian red wines. *Food Chemistry*, 117, 326-331.
- Rayne, S., Sheppard, S., Di Bello, T. and Eggers, N. J. 2011. Chromatic characteristics and optically derived compositional descriptors of micro-oxygenated wines from *Vitis vinifera* cv. Merlot and Cabernet sauvignon. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 254-265.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26, 1231-1237.
- Remy, S., Fulcrand, H., Labarde, B., Cheynier, V. and Moutounet, M. 2000. First confirmation in red wine of products resulting from direct anthocyanin–tannin reactions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80,745-751.
- Riberau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. And Dubourdieu, D. 2000. *Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Vine and Stabilization And Treatments*. John Wiley and Sons Ltd., England.
- Rice-Evans, C.A. and Miller, N.J. 1996. Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food. *Biochemical Society Transactions*, 24, 790-795.
- Rivero-Perez, M. D., Gonzalez-Sanjose, M. L., Muniz, P. and Perez- Magarino, S. 2008. Antioxidant profile of red-single variety wines microoxygenated before malolactic fermentation. *Food Chemistry*, 111, 1004–1011.
- Rivero-Perez, M.D., Muniz, P., Gonzalez-Sanjose, M.L. 2007. Antioxidant profile of red wines evaluated by total antioxidant capacity, scavenger activity, and biomarkers of oxidative stress methodologies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (14), 5476-5483.

- Roginsky, V., de Beer, D., Harbertson, J.F., Kilmartin, P.A., Barsukova, T. and Adams, D.O. 2006. The antioxidant activity of Californian red wines does not correlate with wine age. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 834-840.
- Romero, C. and Bakker, J. 2000. Anthocyanin and colour evolution during maturation of four port wines: Effect of pyruvic acid addition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 252-260.
- Roussis, I.G., Lambropoulos, I., Tzimas, P., Gkoulioti, A., Marinos, V. 2008. Antioxidant activities of some Greek wines and wine phenolic extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 614-621.
- Rudnitskaya, A., Schmidtke, L. M., Delgadillo, I., Legin, A. and Scollary, G. 2009. Study of the influence of micro-oxygenation and oak chip maceration on wine composition using an electronic tongue and chemical analysis. *Analytica Chimica Acta*, 642, 235-245.
- Salas, E., Fulcrand, H., Meudec, E. and Cheynier, V. 2003. Reactions of anthocyanins and tannins in model solutions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7951-7961.
- Saldamlı, İ. 2007. *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 463-492, Ankara.
- Salmon, J. M. 2006. Interactions between yeast, oxygen and polyphenols during alcoholic fermentations: Practical implications. *LWT- Food Science and Technology*, 39, 959-965.
- Sanchez-Iglesias, M., Gonzalez-Sanjose, M. L., Perez-Magarino, S., Ortega-Heras, M. and Gonzalez-Huerta, C. 2009. Effect of microoxygenation and wood type on the phenolic composition and colour of an aged red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 11498-11509.
- Sartini, E., Arfelli, G., Fabiani, A. and Piva, A. 2007. Influence of chips, lees and micro-oxygenation during aging on the phenolic composition of a red Sangiovese wine. *Food Chemistry*, 104, 1599-1604.
- Saucier, C., Little, D. and Glories, Y. 1997. First evidence of acetaldehyde-flavanol condensation products in red wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48, 370-373.
- Schmidtke, L. M., Clark, A. C., Scollary, G. R. 2011. Microoxygenation of red wine: Techniques, applications, and outcomes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51, 115-131.
- Schwartz, M. and Winterhalter, P. 2004. Novel aged anthocyanins from Pinotage wines: Isolation, characterization, and pathway of formation. In *Red Wine Color. Revealing the Mysteries*. ACS Symposium Series 886; Waterhouse, A., Kennedy, J. A., Eds.; American Chemical Society: Washington, DC, 179-197.
- Seruga, M., Novak, I. and Jakobek, L. 2011. Determination of polyphenols content and antioxidant activity of some red wines by differential pulse voltammetry, HPLC and spectrophotometric methods. *Food Chemistry*, 124, 1208-1216.
- Sheskin, D. 2000. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Chapman and Hall/CRC Pres. 1002 p.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphor-molybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Spanos, G.A. and Wrolstad, R.E. 1992. Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (9), 1478-1487.

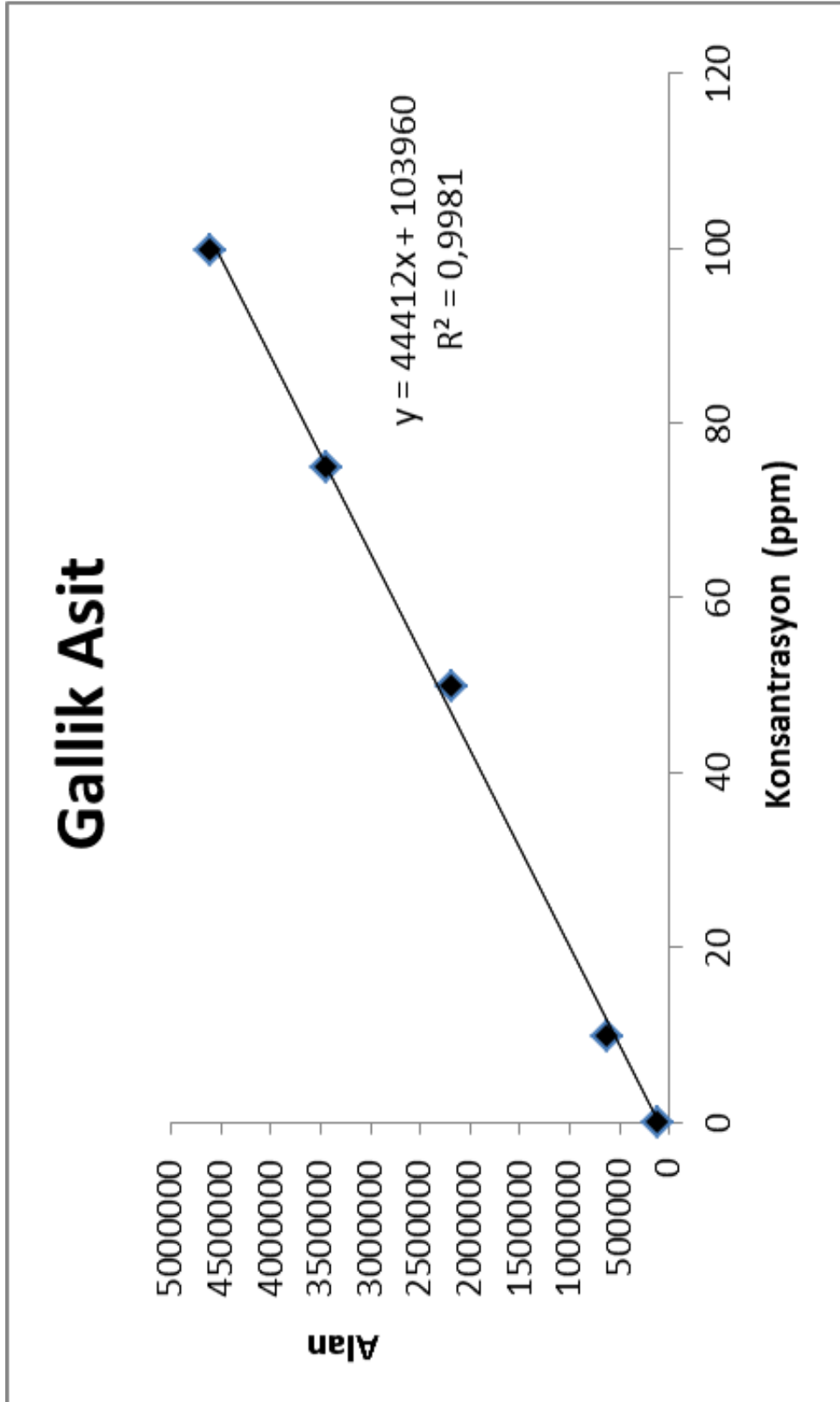
- Suarez, R., Suarez-Lepe, J. A., Morata, A. and Calderón, F. 2007. The production of ethylphenols in wine by yeasts of the genera *Brettanomyces* and *Dekkera*: A review. *Food Chemistry*, 102, 10–21.
- Tao, J., Dykes, S. I., and Kilmartin, P. A. 2007. Effect of SO<sub>2</sub> concentration on polyphenol development during red wine micro-oxygenation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 6104-6109.
- Tenore, G.C., Troisi, J., Di Fiore, R., Manfra, M., Novellino, E. 2011. Nutraceutical value and toxigological profile of selected red wines from Morocco. *Food Chemistry* 129, 792-798.
- Vidal, S., and Aagaard, O. 2008. Oxygen management during vinification and storage of Shiraz wine. *Wine Industry Journal*, 23(5), 56–63. <http://www.winebiz.com.au>.
- Vidal, S., Cartalade, D., Souquet, J.M., Fulcrand, H. and Cheynier, V. 2002. Changes in proanthocyanidin chain length in winelike model solutions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(8), 2261-2266.
- Vidal, S., Francis, L., Guyot, S., Marnet, N., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V. and Waters, E. J. 2003. The mouth-feel properties of grape and apple proanthocyanidins in a wine-like medium. *Journal of the Science and Food Agriculture*, 83, 564-573.
- Villano, D., Fernandez-Pachon, A.M., Troncoso, M.C. and Garcilla-Parrilla, M.C. 2006. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. *Food Chemistry*, 95, 394-404.
- Villano, D., Fernandez-Pachon, M.S., Troncoso, A.M. and Garcia-Parilla, M.C. 2004. The Antioxidant activity of wines determined by the ABTS method: influence of sample dilution and time. *Talanta*, 64, 501-509.
- Vivar-Quintana, A. M., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2002. Anthocyanin-derived pigments and colour of red wines. *Analytica Chimica Acta*, 458, 147-155.
- Waterhouse, A. L. 2002. Wine Phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 957, 21-36.
- Wildenradt, H. L. and Singleton, V. L. 1974. The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. *American Journal of Enology and Viticulture*, 25, 119-126.
- Woraratphoka, J. Intarapichet, K. and Indrapichate, K. 2007. Phenolic compounds and antioxidative properties of selected wines from the northeast of Thailand. *Food Chemistry*, 104, 1485-1490.
- Yavuzeser, A. 1988. Alkollü İçkilerin Genel Tanımı ve Duyusal Değerlendirme Yöntemleri, Tekel Enstitüsü Yayınları.



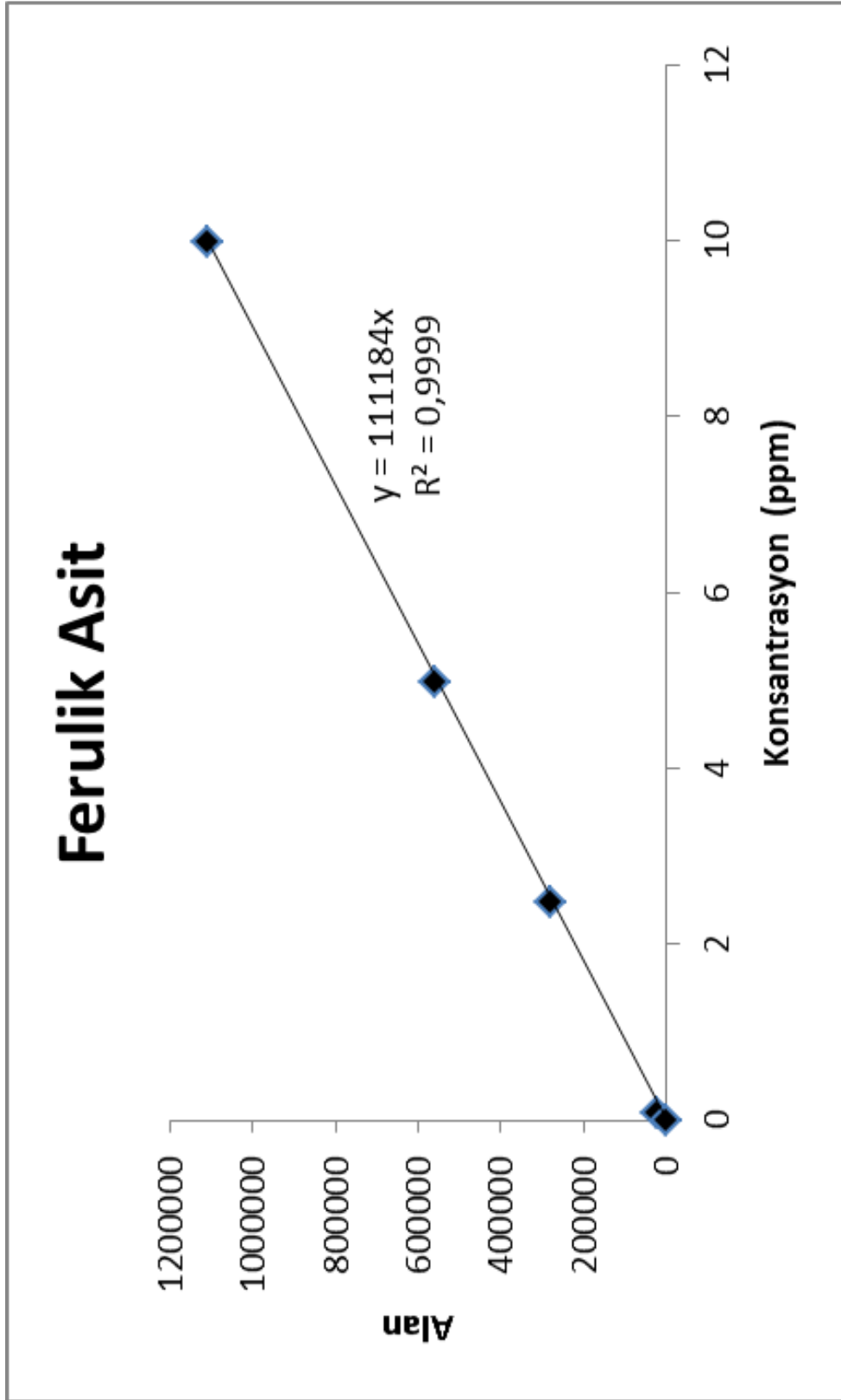
## **EKLER**

- Ek 1** Gallik asit standart eğrisi
- Ek 2** Ferulik asit standart eğrisi
- Ek 3** Epikateşin standart eğrisi
- Ek 4** p-Kumarik asit standart eğrisi
- Ek 5** Kuarsetin standart eğrisi
- Ek 6** Trans-2-Hidroksisinamik asit standart eğrisi
- Ek 7** Vanilik asit standart eğrisi
- Ek 8** Kafeik asit standart eğrisi
- Ek 9** Kateşin standart eğrisi
- Ek 10** Malvidin 3-glikozit standart eğrisi
- Ek 11** Toplam fenolik madde tayininde kullanılan gallik asit standart eğrisi
- Ek 12** Antioksidan kapasite tayininde (ABTS) kullanılan eğriler

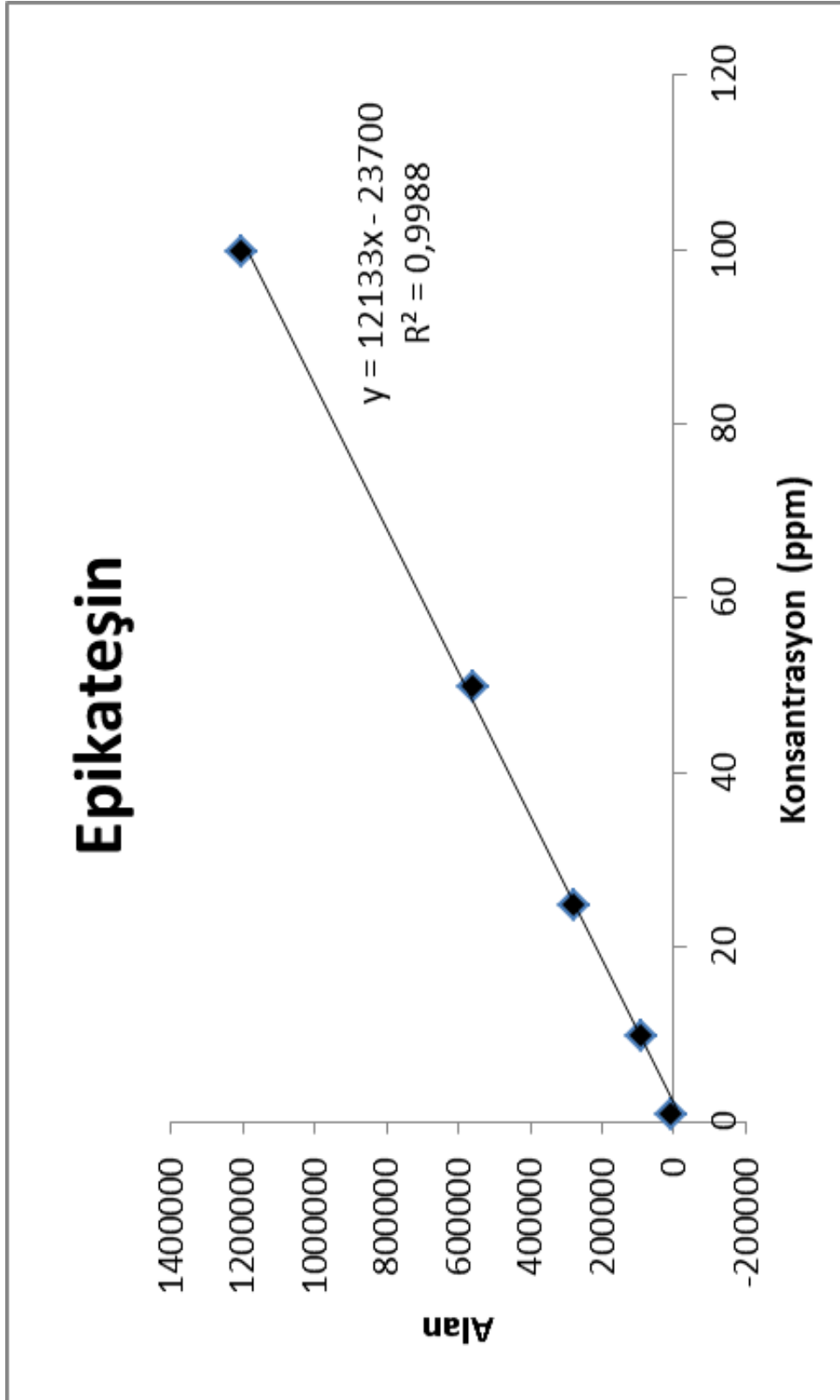
EK 1 Gallik asit standart eğrisi



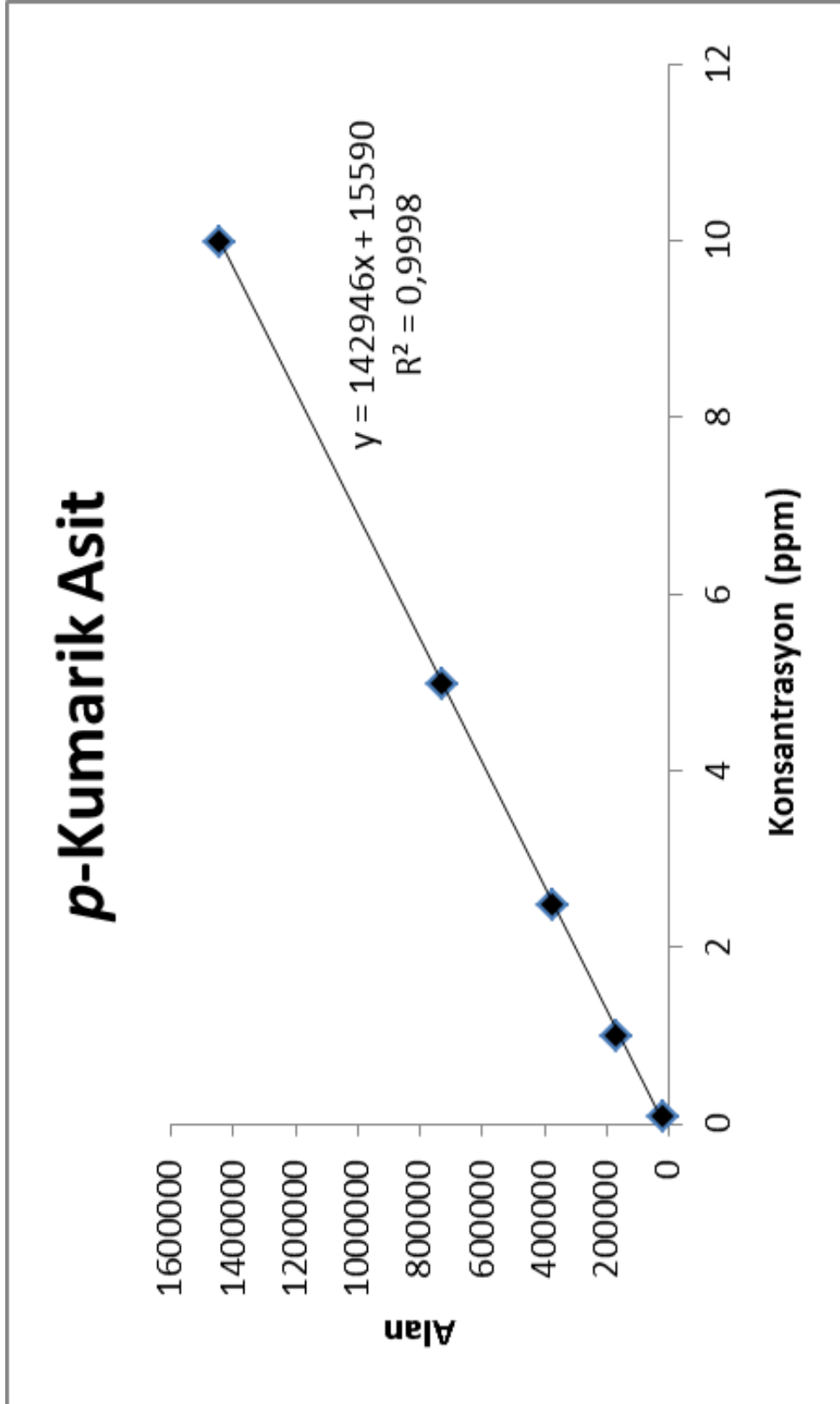
EK 2 Ferulik asit standart eğrisi



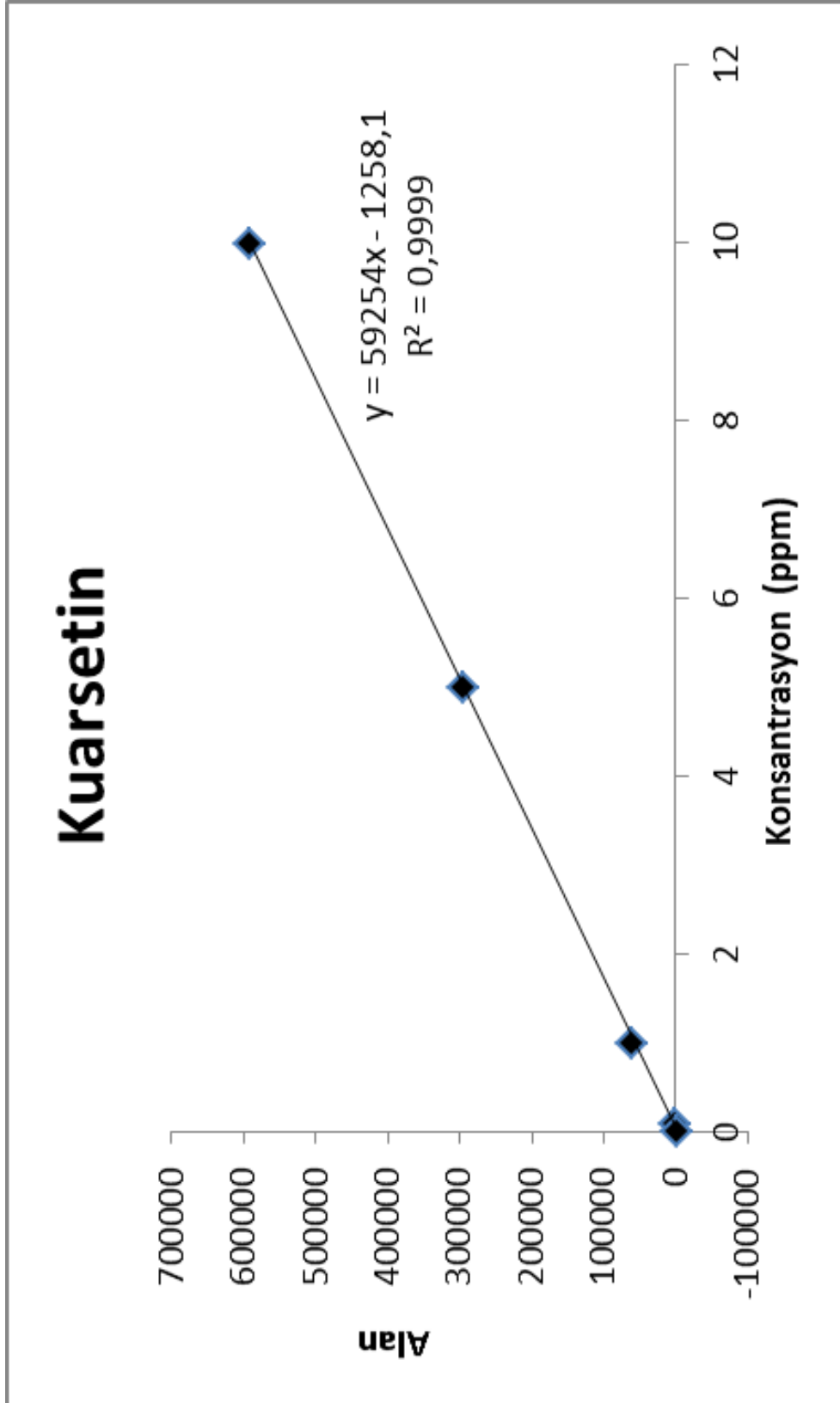
EK 3 Epikateşin standart eğrisi



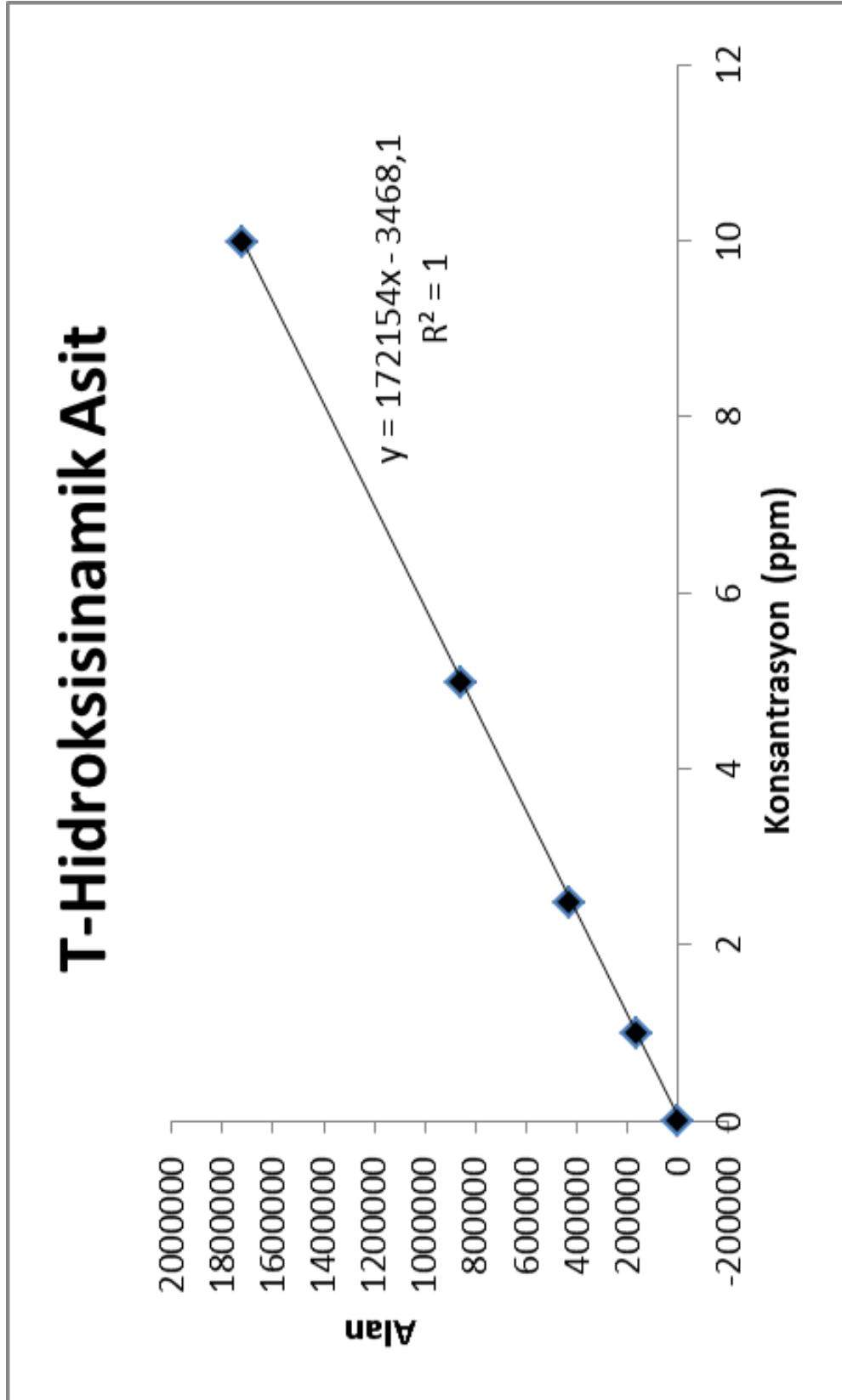
EK 4 p-Kumarik asit standart eğrisi



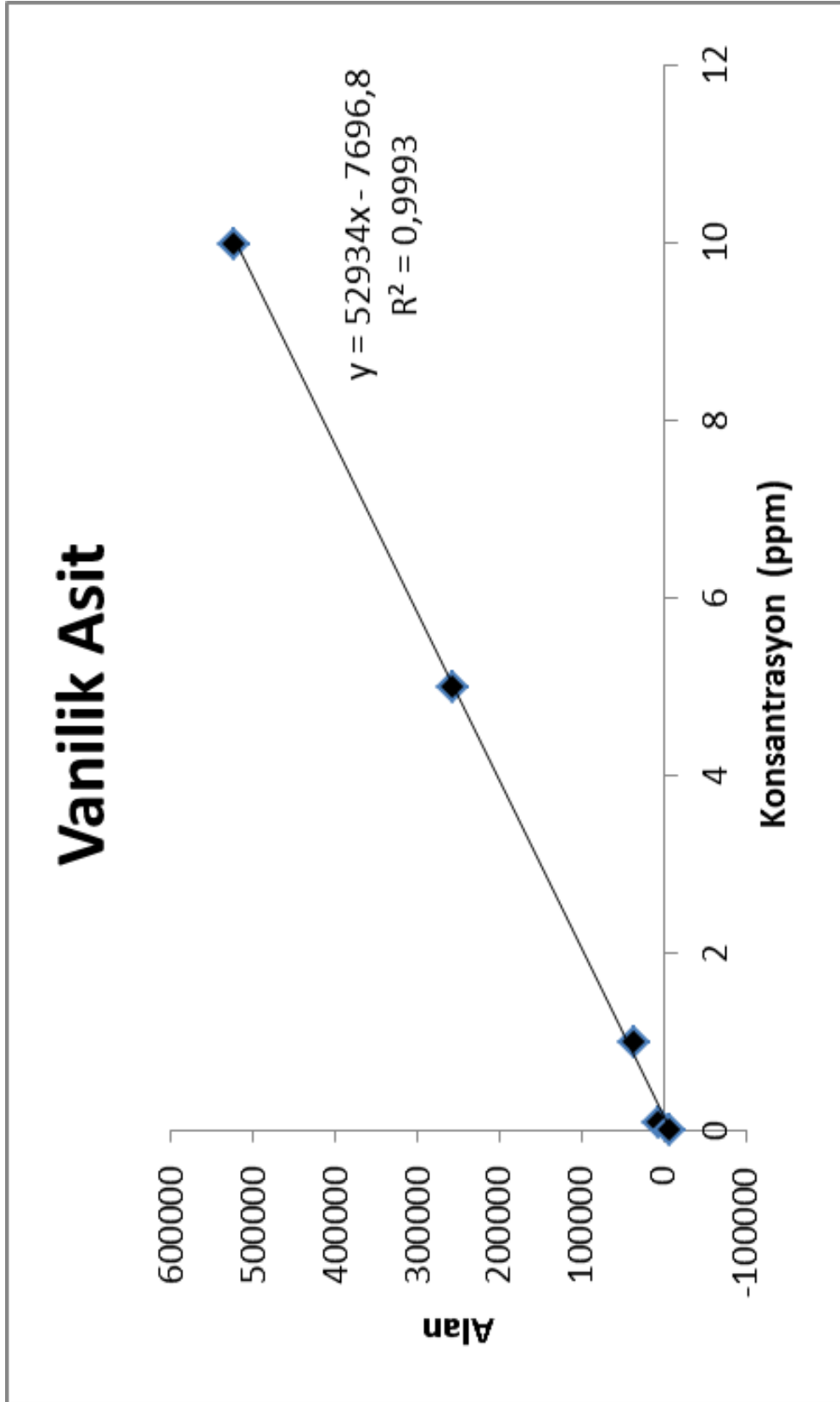
EK 5 Kuarsetin standart eğrisi



EK 6 Trans-hidroksisinamik asit standart eğrisi

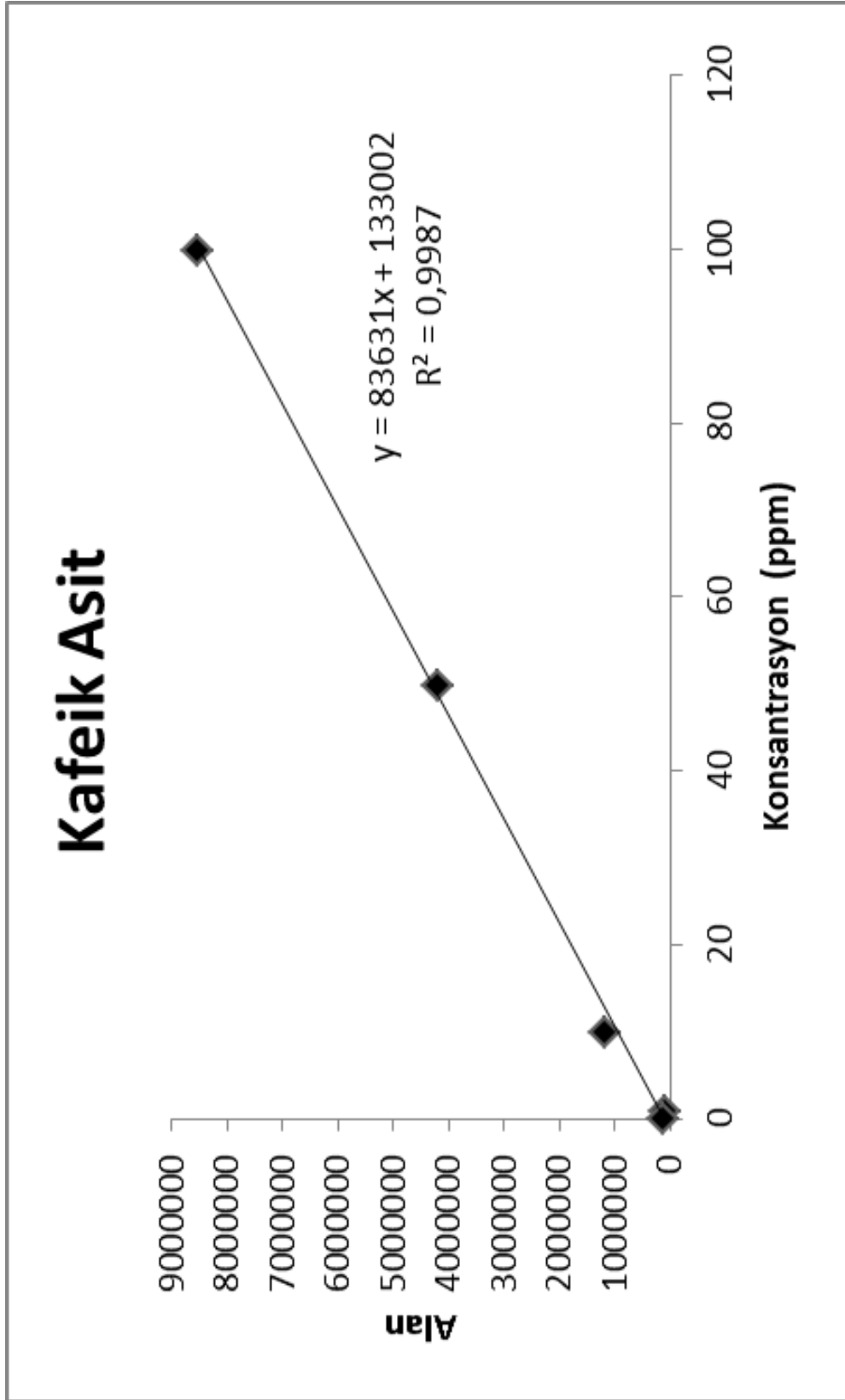


EK 7 Vanilik asit standart eğrisi

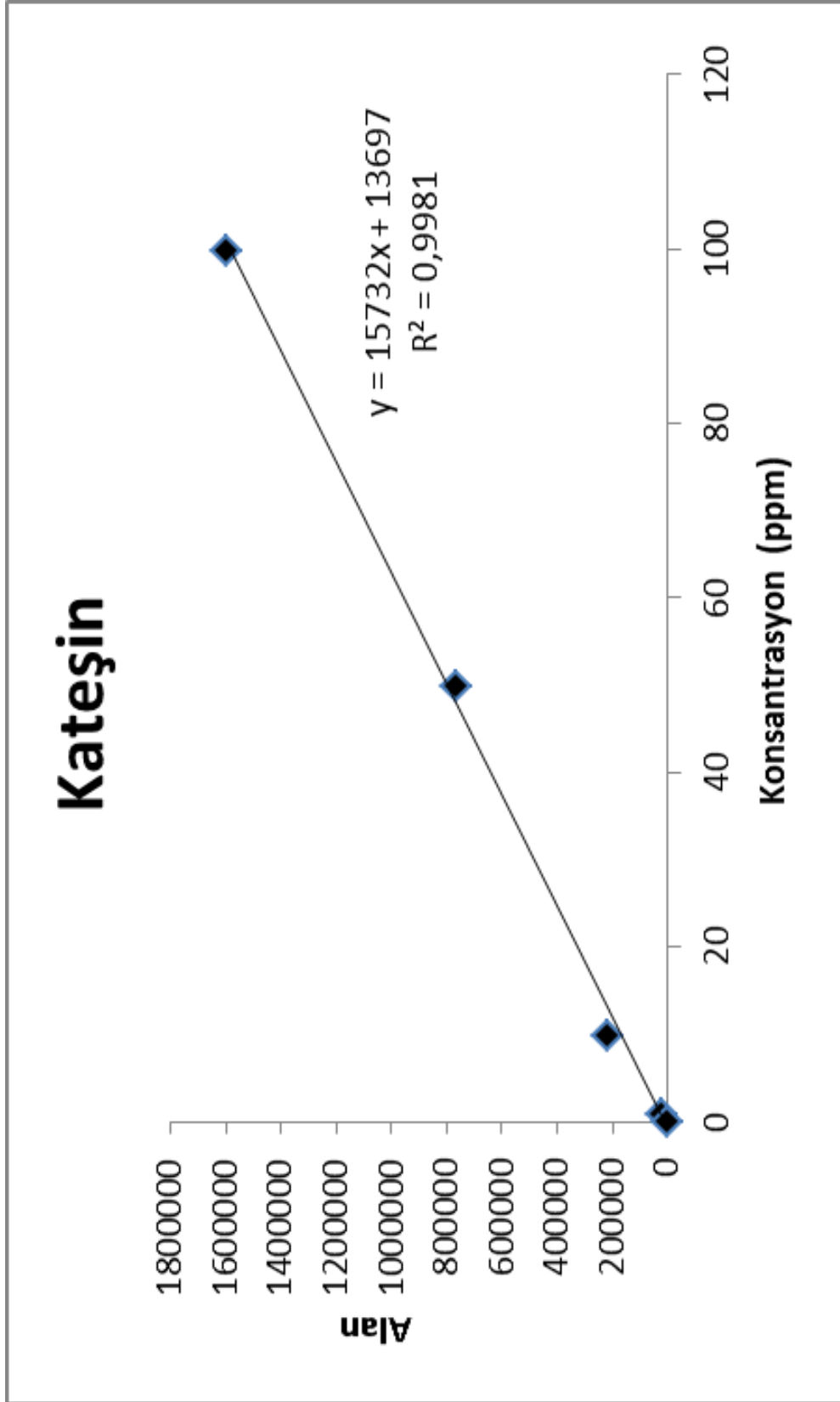




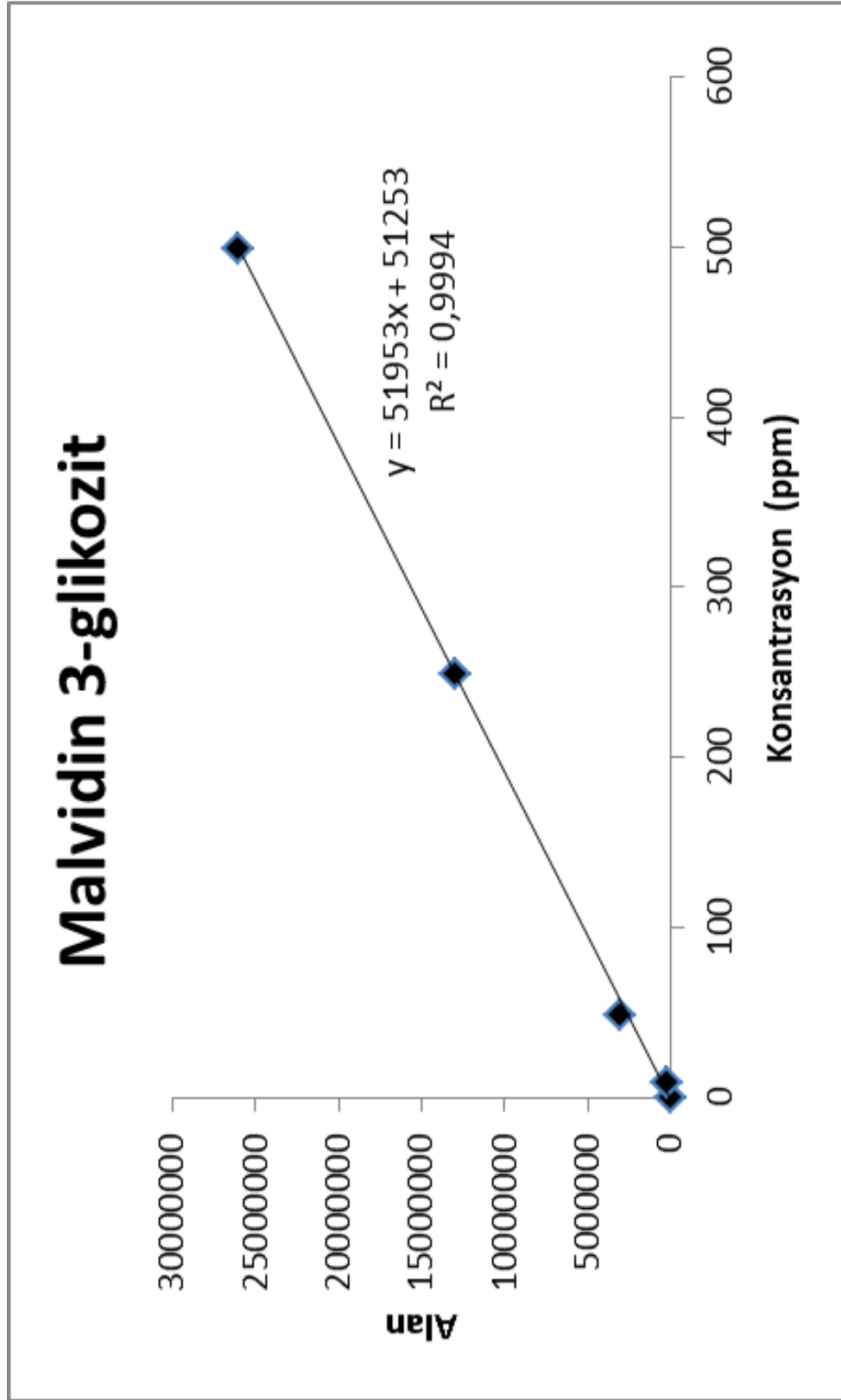
EK 8 Kafeik asit standart eğrisi



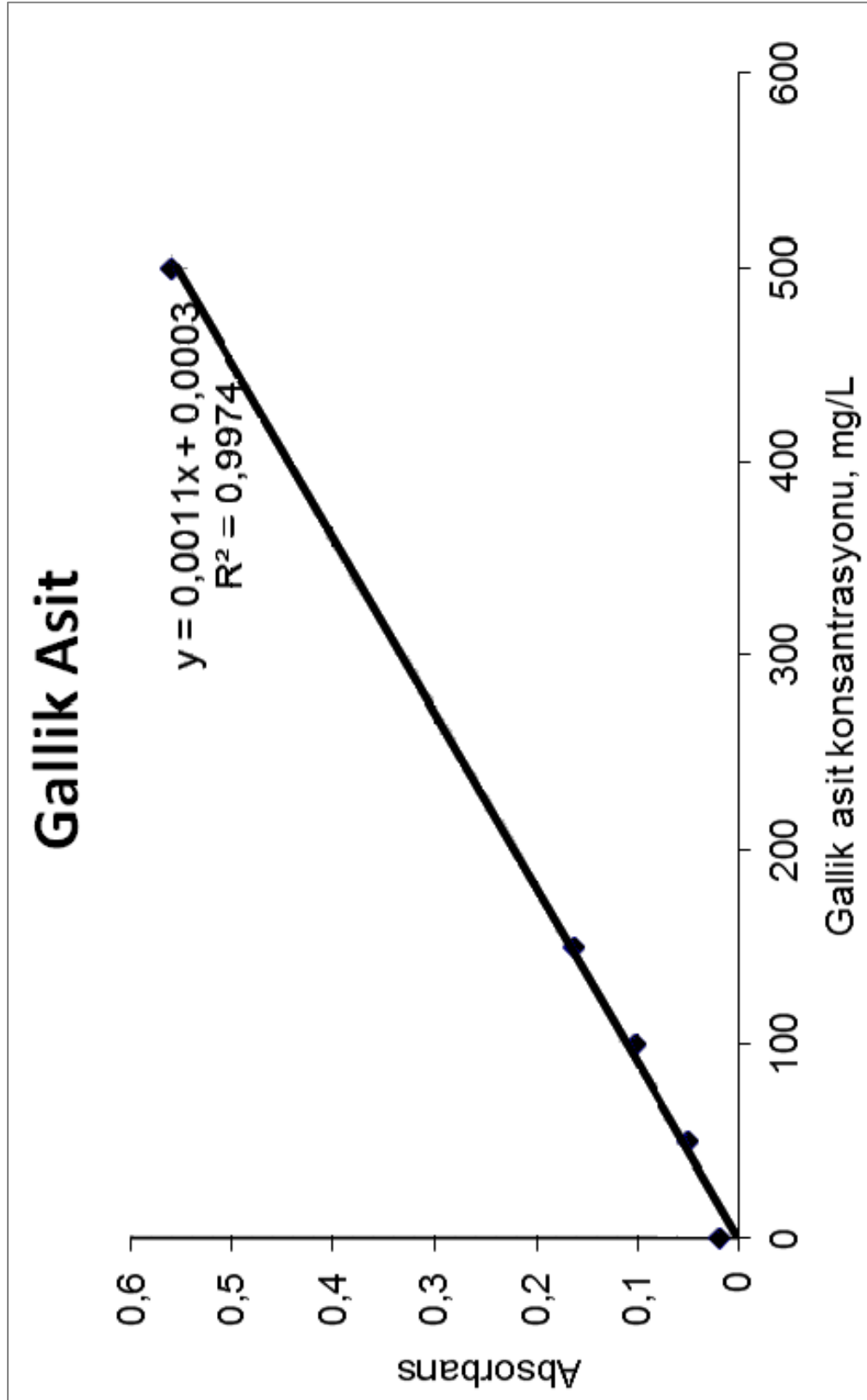
EK 9 Kateşin standart eğrisi



EK 10 Malvidin 3-glikozit standart eğrisi

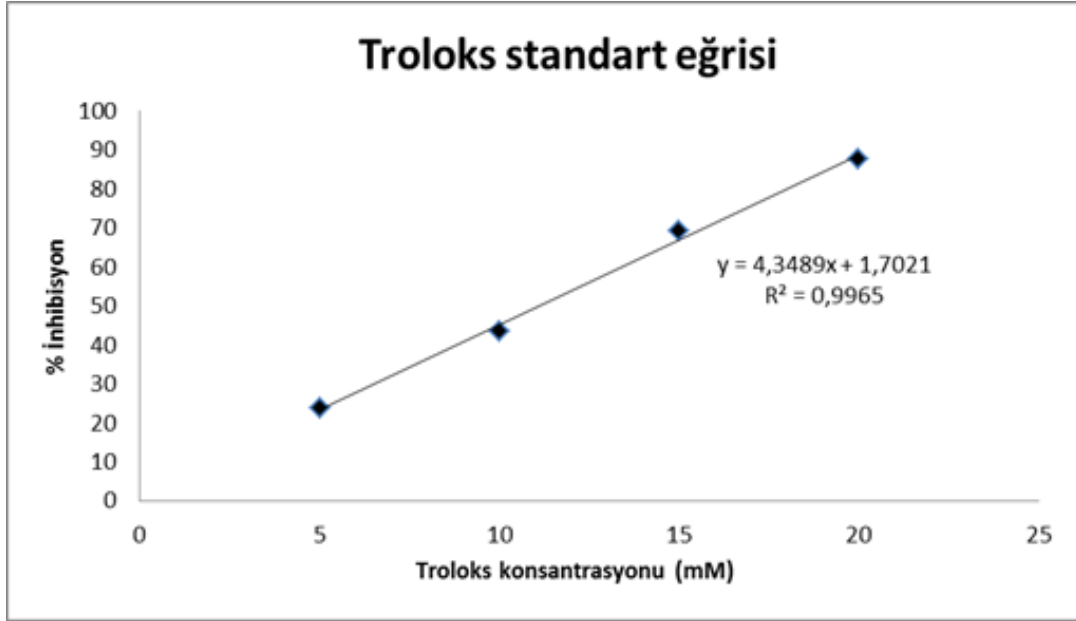


EK 11 Toplam fenolik madde tayininde kullanılan gallik asit standart eğrisi

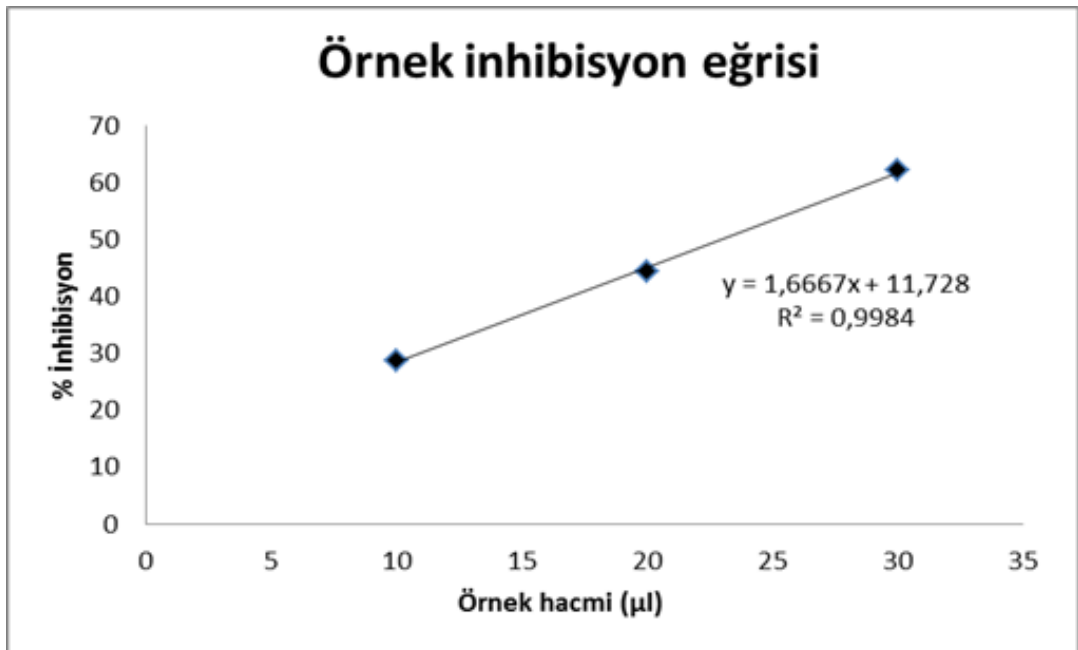


## EK 12 Antioksidan kapasite tayininde (ABTS) kullanılan eğriler

a) Troloks standart eğrisi



b) Öküzgözü Elazığ şarap örneğine ait tipik bir inhibisyon eğrisi



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özge ALGAN CAVULDAK  
Doğum Yeri : Zonguldak  
Doğum Tarihi : 19.09.1979  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Mehmet Çelikel Süper Lisesi (1997)  
Lisans : Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü (2002)  
Yüksek Lisans : İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı (2008)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma MYO Gıda İşleme Bölümü (2004-....)

### Yayımları (SCI ve diğer)

**Algan Cavuldak, Ö.**, Aksu, H. 2011. Pastörize Sıvı Yumurtaların Mikrobiyolojik Özellikleri. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, Kongre kitabı, p. 195, 24-26 Kasım, Ankara (Poster sunum)

**Algan Cavuldak, Ö.**, Levent, H. 2012. Geleneksel Menengiç Kahvesi. 3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Bildiri kitabı, p. 637, 10-12 Mayıs, Konya (Poster sunum)

Levent, H., **Algan Cavuldak, Ö.** 2012. Geleneksel Kenger Kahvesi ve Sakızı. 3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. Bildiri kitabı. p. 726, 10-12 Mayıs, Konya (Poster sunum)

- Algan Cavuldak, Ö.,** Anlı, E., Vural, N. 2012. Influence of Microoxygenation Treatment on Colour and Phenolic Compounds of Red Single Wines. 35th World Congress of Vine and Wine. p.119, 18-22 June, İzmir, Turkey (Sözlü Sunum)
- Anlı, R.E., **Cavuldak, Ö.A.** 2012. A review of microoxygenation application in wine. Journal of the Institute of Brewing. 118, 368-385
- Levent, H., Bilgiçli, N., **Algan Cavuldak, Ö.,** Ertaş, N. 2013. Effect of rose hip on physical and sensory properties of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product. 1.Ulusal Probiyotik Prebiyotik ve Fonksiyonel Gidalar Kongresi. Bildiri kitabı. p.33 11-13 Nisan, Side-Antalya (Poster sunum)
- Algan Cavuldak, Ö.,** Anlı, R.E.; Vural, N. 2013. Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Some Red Wines from Turkey. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, 3(3): 40-47.
- Algan Cavuldak, Ö.,** Anlı, E., Vural, N. 2013 Determination of Total Phenolic Content and Antioxidant Potential of Some Red Wines. 36th World Congress of Vine and Wine. p. 289-290, 2-7 June, Bucharest, Romania (Poster Sunum)