

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**RAKILARDA ANETOL VE ÖZELLİKLE METANOL OLMAK ÜZERE  
UÇUCU BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ**

**İclal KOCA**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Her hakkı saklıdır**

**ANKARA  
2007**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### RAKILARDA ANETOL VE ÖZELLİKLE METANOL OLMAK ÜZERE UÇUCU BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ

İclal KOCA

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK

Bu çalışmada, rakıya karakteristik tat ve kokusunu veren anason yağının etken maddesi olan anetol miktarını ve başta metanol olmak üzere diğer uçucu bileşenlerin miktarlarını belirleyerek, ülkemizde üretilen rakıların Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'ne uygunluğunun saptanması amaçlanmıştır. Araştırmada, Türkiye'de 4 farklı firmanın ürettiği on bir rakı markasının (Yeni Rakı, Tekirdağ, Altınbaş, Kulüp, Burgaz, Efe rakı, Efe Yaş Üzüm, Sarı Zeybek, Çilingir, Fasıl, Mercan) etil alkol, metil alkol, trans-anetol başta olmak üzere diğer uçucu bileşikleri (asetaldehit, etil asetat, metil asetat, metil alkol, 1-propanol, iso-bütanol, 1-bütanol, iso-amil alkol, n-amilalkol, trans-anetol) gaz kromatografisi-alev iyonlaşma dedektörü kullanılarak belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre; Türk rakılarının etil alkol miktarları, % hacim olarak, 42.5 ile 48.7 arasında, metil alkol miktarları 26.112 -70.080 g/hL mA arasında, trans-anetol miktarları 1028-1554 mg/L arasında, toplam ester miktarları 6.154 g/hL mA-18.089 g/hL mA arasında, toplam yüksek alkol miktarları 89.17 g/hl mA-151.32 g/hL mA arasında ve toplam uçucu madde miktarları 102.3-170.6 g/hL mA arasında belirlenmiştir. Rakı örneklerinin etil alkol, metil alkol, trans anetol ve diğer uçucu bileşikler bakımından Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'ne uygun olduğu ortaya koyulmuş olup; bu, üretici firmaların üretimlerinde gerekli titizliği göstermeleri açısından sevindirici bir durum olarak değerlendirilmiştir. Diğer taraftan, bazı örneklerin aynı marka altında üretilmelerine rağmen toplam uçucu madde miktarları bakımından farklılık gösterdikleri, bu açıdan üretimde standardizasyona gidilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**2007, 70 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Rakı, anetol, metanol, uçucu bileşenler

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **DETERMINATION OF ANETHOL AND OTHER VOLATILE COMPONENTS (ESPECIALLY METHANOL) IN RAKI**

İclal KOCA

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

Supervisor: Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK

The aim of this study is the determination of the suitability of rakis produced in Turkey to Communique on Alcoholic Spirit Drinks of Turkish Food Codex by determining the amounts of anethol, which is active substance of anason oil giving the characteristic flavour and odour of raki, and the other volatile substances, especially methanol. In this research, amounts of ethyl alcohol, methyl alcohol, trans-anethol and the other volatile substances (acetaldehyde, ethyl acetate, methyl acetate, n-propanol, iso-butanol, n-butanol, iso-amyl alcohol and n-amyl alcohol) of eleven brands (Yeni Rakı, Tekirdağ, Altınbaş, Kulüp, Burgaz, Efe Rakı, Efe Yaş Üzüm, Sarı Zeybek, Çilingir, Fasil, and Mercan) from 4 different companies were determined by using GC-FID.

The amounts of ethyl alcohol, methyl alcohol, trans-anethol, total ester, total high alcohol, and total volatile substances of analysed Turkish raki samples are between 42.5-48.7 (%v/v), 26.112-70.080 g/hL mA, 1028-1554 mg/L, 6.154-18.089 g/hL mA, 89.17-151.32 g/hL mA and 102.3-170.6 g/hL mA, respectively. It was revealed that raki samples are suitable Communique on Alcoholic Spirit of Turkish Food Codex from the point of view of ethyl alcohol, methyl alcohol, trans-anethol and the other volatile substances. This has been evaluated as a satisfactory situation that the raki producing companies took necessary precautions in the production. However, some samples of the same brands had different amounts of total volatile substances, therefore it was concluded that standardization in the production has to be provided.

**2007, 70 pages**

**Key Words :** Raki, anethole, methanol, volatile compounds

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince, her aşamada bana yardımcı olan ve yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Filiz Özçelik'e, gaz kromatografik analizlerin gerçekleştirilmesi aşamasında laboratuvarlarının kullanımlarına izin veren Burgaz Alkollü İçkiler San. Tic. A.Ş Yönetim Kurulu Başkanı Doç. Dr. Sinan Katnaş'a, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan sayın Tuğba Atak'a, istatistiksel değerlendirme aşamasındaki değerli yardımlarından dolayı Prof. Dr. Zahide Kocabaş'a, çalışmam boyunca hep yanımda olan Araş. Gör. Özgür Burhan Timur'a ve Gıda Yüksek Müh. Ayşe Avcı'ya, her zaman aldığım kararlarda maddi ve manevi destek sağlayarak beni tez çalışmamda da yalnız bırakmayan canım annem, babam ve ablama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İclal KOCA

Ankara, Şubat 2007

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1 Rakı Üretimi.....	4
2.2 Rakıda Bulunan Uçucu Bileşenlerin Genel Özellikleri.....	8
2.2.1 Fermantasyonda oluşan uçucu bileşenler.....	9
2.2.1.1 Etil alkol.....	9
2.2.1.2 Metil alkol.....	12
2.2.1.3 Yüksek alkoller.....	13
2.2.1.4 Esterler.....	18
2.2.1.5 Aldehitler.....	20
2.2.2 Anasonla damıtma sırasında oluşan uçucu bileşenler.....	20
2.3 Rakı Ve Benzeri İçkilerde Bulunan Uçucu Bileşenler Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1 Materyal.....	28
3.1.1 Rakı örnekleri.....	28
3.1.2 Uçucu bileşik standartları.....	29
3.1.3 Analizlerde kullanılan araç ve gereçler.....	29
3.2 Yöntem.....	30
3.2.1 Etil alkol analizi.....	30
3.2.2 Metanol ve diğer uçucu bileşiklerin analizi.....	30
3.2.2.1 Gaz kromatografisi koşulları.....	30
3.2.2.2 Alıkonma zamanlarının belirlenmesi.....	31
3.2.2.3 Standartların hazırlanması.....	31
3.2.2.4 Örneklerin hazırlanması.....	32
3.2.4 İstatistiksel değerlendirme.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	33
4.1 Rakıların Etil Alkol Miktarları.....	33
4.2 Rakıların Uçucu Bileşik Miktarları.....	34
4.2.1 Asetaldehit.....	34
4.2.2 Esterler.....	36
4.2.3 Metanol.....	38
4.2.4 n-propanol.....	40
4.2.5 n-bütanol.....	41
4.2.6 İzoamilalkol.....	43
4.2.7 İzobütanol.....	44
4.2.8 Trans-anetol.....	45
4.3 Rakıların Toplam Uçucu Bileşikleri.....	47
4.3.1 Toplam yüksek alkol.....	47
4.3.2 Toplam uçucu madde.....	48

4.3.3 Toplam ester miktarı.....	50
5. SONUÇ.....	51
KAYNAKLAR.....	53
EKLER.....	57
EK 1 Standartların uçucu bileşik kromatogramı.....	58
EK 2 Rakı 1'in uçucu bileşik kromatogramı.....	59
EK 3 Rakı 2'nin uçucu bileşik kromatogramı.....	60
EK 4 Rakı 3'ün uçucu bileşik kromatogramı.....	61
EK 5 Rakı 4'ün uçucu bileşik kromatogramı.....	62
EK 6 Rakı 5'in uçucu bileşik kromatogramı.....	63
EK 7 Rakı 6'nın uçucu bileşik kromatogramı.....	64
EK 8 Rakı 7'nin uçucu bileşik kromatogramı.....	65
EK 9 Rakı 8'nin uçucu bileşik kromatogramı.....	66
EK 10 Rakı 9'un uçucu bileşik kromatogramı.....	67
EK 11 Rakı 10'nun uçucu bileşik kromatogramı.....	68
EK 12 Rakı 11'in uçucu bileşik kromatogramı.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	70

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Rakı üretim aşamaları .....	7
Şekil 2.2 Fermantasyonla etil alkol üretimi.....	9
Şekil 2.3 Etil alkolün biyokimyasal oluşumu.....	11
Şekil 2.4 Maya fermantasyonunda yüksek alkollerin oluşumu.....	14
Şekil 2.5 Ehrlich yolu ile yüksek alkol oluşumu.....	14
Şekil 2.6 Valin aminoasidinden izobütanolun oluşum mekanizması.....	15
Şekil 2.7 Ehrlich mekanizmasıyla bazı yüksek alkollerin oluşumu.....	15
Şekil 2.8 Kimyasal yolla etil asetat oluşumu.....	18
Şekil 2.9 Alkollerden ve AsilCoA'dan esterlerin oluşumu.....	19
Şekil 2.10 Asetil Coa ve ve etanolden etil asetat oluşumu.....	19
Şekil 4.1 Rakı örneklerinin asetaldehit miktarları.....	35
Şekil 4.2 Rakı örneklerinin etil asetat miktarları.....	37
Şekil 4.3 Rakı örneklerinin metil asetat miktarları.....	38
Şekil 4.4 Rakı örneklerinin metanol miktarları.....	40
Şekil 4.5 Rakı örneklerinin 1-propanol miktarları.....	41
Şekil 4.6 Rakı örneklerinin n-bütanol miktarları.....	42
Şekil 4.7 Rakı örneklerinin izoamilalkol miktarları.....	43
Şekil 4.8 Rakı örneklerinin izobütanol miktarları.....	45
Şekil 4.9 Rakı örneklerinin trans-anetol miktarları.....	46
Şekil 4.10 Rakı örneklerinin toplam yüksek alkol miktarları.....	48
Şekil 4.11 Rakı örneklerinin toplam uçucu madde miktarı.....	49
Şekil 4.12 Rakı örneklerinin toplam ester miktarı.....	50

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Türkiye’de distile alkollü içkiler sektöründeki önemli kuruluşlar.....	8
Çizelge 2.2 Rakıda bulunan uçucu bileşiklerin toksisite değerleri.....	10
Çizelge 3.1 Kullanılan rakı örnekleri.....	28
Çizelge 3.2 Standartların bazı özellikleri.....	29
Çizelge 3.3 Uçucu bileşik standartlarının alıkonma zamanları.....	31
Çizelge 3.4 Standartların hazırlanmasında kullanılan standart miktarları.....	32
Çizelge 3.5 Standartların teorik konsantrasyonları.....	32
Çizelge 4.1 Rakı örneklerinin alkol ve yoğunluk değerleri.....	33
Çizelge 4.2 Rakı örneklerinin minimum, maksimum ve ortalama uçucu bileşik miktarları.....	34
Çizelge 4.3 Rakı örneklerinin uçucu madde miktarları.....	47

## 1. GİRİŞ

İnsanlığın ilk evrelerinde fermantasyon olaylarının rastlantılara bağılı olarak keşfinden sonra, özellikle şekerli sıvıların fermantasyonla tümenden değişik bir özellik kazanması, insanları bu olaydan yararlanma çabalarına itmiştir. Önceleri yaşamın sonsuz yapılmasında alkol fermantasyonuna uğramış sıvıların uçucu özellikteki ögesinden yararlanma yoluna gidilmiş ve bu çabaların sonucu olarak damıtma işlemi keşfedilerek geliştirilmiştir. İşte damıtmanın geliştirilip güncel uğraş durumuna getirilmesinden sonra elde olunan alkollü sıvı da keyif verici bir madde olarak kullanılmaya başlanmış, kentsel nüfusun hızla artması ve teknolojik gelişmeler sonucunda değişik damıtık alkollü içkilerin üretimi giderek artan ticari bir önem kazanmıştır (Şahin ve Özçelik 1982).

Türkiye’de üretimi yapılan damıtık alkollü içkilerin başında rakı gelmektedir. Rakı, ana hammadde olarak kuru üzüm kullanılarak yapılan ve aromasını anasondan damıtma esnasında alan geleneksel bir Türk içkisidir. Kendisine özgü içimi ve geleneksel mezelerimizle donatılmış çilingir sofrasıyla, Türkiye denilince ilk akla gelen imgelerden biridir.

Rakı sözcüğünün nereden geldiği hakkında birçok farklı görüşler bulunmaktadır. Bu görüşlerden biri rakı kelimesinin iri, uzun taneli ve kalın kabuklu “Razaki” üzümünden geldiğidir. Bir diğeri ise ilk defa Irak’ta üretilip buradan komşu ülkelere yayılmış ve bu nedenle “Iraki” (Irak kökenli) kelimesinden gelmiş olabileceğidir. Bugün Irak’ta, özellikle Türkmenlerin yoğun olarak bulunduğu Kerkük bölgesinde, kuru üzümde elde edilerek anasonla aromatize edilen, değişik bileşimdeki damıtık alkollü içkiye "AraK" denilmektedir. Diğeri taraftan Afrika, Asya, Amerika ve Okyanusya’da da yapılan (çeşitli) damıtık içkilere de arak adı verilmektedir. Arak eski Türkçede "daha ince," "en ince" anlamına da gelmektedir (<http://www.hürriyetim.com>, 2005).

Rakının ilk kez nerede, kimler tarafından üretildiği hakkında bugün elimizde kesin ve inandırıcı bilgiler olmasa da, ilk kez Osmanlı toprakları içinde üretildiğini neredeyse bütün dünya ülkeleri kabul etmektedir. Araştırmalara göre Anadolu topraklarında

üretilen ve Türk Rakısı olarak bilinen içki en az 300 yıllık bir geçmişe sahiptir (<http://www.turkyasam.com>, 2006).

Tekel Yönetimi Türk ulusu ile bütünleşmiş olan damıtık alkollü içki üretimimizin öncüsü rakı için, 25 Aralık 1997 tarih ve 555 sayılı ‘Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname’ye dayanarak, ‘Menşe İşareti’ tescili için başvuruda bulunmuştur. Yasal işlemler 1998 yılı sonunda tamamlanarak, Türk rakısının ‘Menşe İşareti’ tescili 1999 yılının ilk günlerinde Resmi Gazetede yayınlanmış ve coğrafi işaret siciline kaydedilmiştir. Avrupa Birliği bu kararı tanımış ve böylece içki alanında ilk olarak ‘Menşe Adı’ ilk kez rakıya verilmiştir (Fidan ve Anlı 2002).

Ülkemizdeki toplam damıtık alkollü içki tüketiminin yaklaşık %85’ini karşılayan “rakı”nın, gerek üzüm ve anason girdileri nedeniyle ülkenin tarım ekonomisindeki rolü, gerekse ülkemizin dünya pazarına özgün ve geleneksel ürün olarak sunabildiği nadir ticari değerlerden biri olması nedeniyle, “geleneksel üretim tekniği”nin korunması 4250 Sayılı Kanun ile sağlanmıştır.

2001 yılında özelleştirme programına alınan ve bu amaçla 2003 yılında yeniden yapılandırılan Tekel, beş iş ünitesine ayrılmıştır. Bu dönemde Alkollü İçkiler Sanayii Müessesesi de, tüm hak ve yükümlülükleriyle birlikte, Alkollü İçkiler Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi’ne dönüştürülmüştür. Söz konusu şirketin 27 Şubat 2004 tarihli devir sözleşmesi ile özelleştirilmesinin ardından da alkollü içkilerde devlet tekeli dönemi sona ermiştir (<http://www.mey.com>, 2006).

2003 yılındaki alkollü içki sektöründe yapılan bu özelleşme ile rekabet ortamı gelişmiş ve yeni üretici firmalar pazara dâhil olmuştur. Bu durumun alkollü içki sektöründe bir devrim olarak algılanmasının yanı sıra sektöre katılan firmaların çeşitliliği göz önünde bulundurularak, üretilen rakı tiplerinin kalitelerine ve Gıda Kodeksine uygunluğuna dikkat edilmelidir.

Ülkemizdeki rakı üretimi TEKEL bünyesinde iken 4 marka altında yapılmaktaydı. Bunlar Türk Gıda Kodeksi Alkollü İçkiler Tebliğinin izin verdiği şekilde, sadece üzüm

suması kullanılan ve alkol derecesi %50 olan “Altınbaş” ve “Kulüp”, yine sadece üzüm suması kullanılan ve alkol derecesi %45 olan “Tekirdağ” ve ürünün toplam alkol içeriğinin %35’i kadar tarımsal kökenli alkol kullanılarak üretilen ve %45 alkol içeren “Yeni Rakı”dır. Günümüzde ise tekelin alkollü içkiler bölümünü satın alarak aynı markalarla üretime devam eden “Mey İçki Sanayi Tic. A.Ş.” firmasının yanı sıra 3 yeni firma daha piyasaya girmiştir. Bunlar “ELDA İçecek ve Enerji Hizmetleri A.Ş.”, “Burgaz Alkollü İçkiler San. Tic. A.Ş.” ve “Tariş Tat Alkollü İçkiler San. Tic. A.Ş.”dır ve bu firmalar üretimlerini, genellikle, “Yeni Rakı” tipinde yapmaktadır.

Son zamanlarda rakı, sıklıkla basında, metil alkol zehirlenmeleri ile kötü bir şekilde gündeme gelmiştir. Bunun en büyük nedeni damıtık alkollü içkiler üzerindeki yüksek vergilerdir. Bunun neden olduğu fiyat artışı kar heveslilerini, insan hayatını düşünmeksizin, kaçak içki üreterek kısa yoldan para kazanmaya teşvik etmiştir. Ülkemizde üretilen damıtık alkollü içkilerimizin bileşenleri üzerindeki eleştirilerle birlikte, üretilen içkilerin sağlığa etkisi ve mevzuata uygunluğu konusunda önemli tartışmalar başlamıştır. Diğer taraftan, bu kötü durum son zamanlarda damıtık alkollü içkilerle ilgili yapılan araştırmaların azlığına dikkat çekmelidir. Yakın zamana kadar TEKEL bünyesinde yapılan damıtık alkollü içki üretimlerinin özel sektöre devrinden sonra kalite ve çeşit geliştirme yönünde, AR-GE kapsamında ciddi adımlar atılmakta ve rekabet ortamı içerisinde görsel ve duyuşsal iyileştirmelere gidilmektedir.

Bu çalışmada “Yeni Rakı”, “Altınbaş”, “Kulüp”, “Tekirdağ”, “Burgaz Rakı”, “Efe Rakı”, “Çilingir Rakı” ve “Fasıl Rakı”larında metanol, anetol ve diğer uçucu bileşenlerin miktarları ve birbirlerine oranları saptanarak; elde edilen sonuçların Türk Gıda Kodeksi Alkollü İçkiler Tebliğine ve AB Direktiflerine uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda ürünlerin karakteristik özellikleri, kalite kriterleri ve tüketime uygunluğu ortaya koyulacaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Rakı Üretimi

Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'ne göre Türk rakısı, yalnızca suma veya tarımsal kökenli etil alkolle karıştırılmış sumanın 5.000 litre veya daha küçük hacimli geleneksel bakır imbiklerde anason tohumu (*Pimpinella anisum*) ile ikinci kez damıtılmasıyla Türkiye'de üretilen ve alkol oranı en az %40 olan distile alkollü bir içkidir. Üründeki toplam alkolün en az %65'i sumadır. Hazırlanmasında rafine beyaz şeker kullanılır ve şeker miktarı en fazla 10 g/L'dir (Anonim 2005a).

Rakı üretiminde başlıca kuru üzüm, anason, şeker, şeker pancarı melasından elde edilen etil alkol ve iyi kalitede su kullanılır. Ayrıca, bazı rakı tiplerinde yaş üzüm kullanıldığı bilinmektedir.

İlk olarak işletmeye gelen kuru üzümler parçalanmak üzere değirmenlere taşınır. Değirmenlere üzümün bulaşmaması ve topaklaşmaması için az miktarda su verilir. Parçalama sayesinde mayşeleme sırasında şekerin suya geçişi kolaylaşır. Değirmende kıyılarak parçalanan üzümler "melanjör" adı verilen mayşeleme kazanlarına gönderilir. Kullanılan üzümün ağırlığının 3-4 katı su katılarak kazanın karıştırıcısı çalıştırılır ve şekerin suya geçmesi sağlanır. Aynı zamanda kullanılan suyun sıcaklığı 22-25 °C'ye ayarlanır. 30 dakika sonunda kuru üzümde %50-60 olan şeker miktarı, mayşede %15-17'e düşmüş olur. Mayşe konsantrasyonu balling areometresine göre 15-16 balling derecesinde, bome areometresine göre 8-10 bome derecesinde olmalıdır. Bu durumda, şeker konsantrasyonu %13-15 kadardır. Kuru üzüm mayşesi bu aşamadan sonra fermantasyona ya da maya çoğaltmaya gönderilir (Aktan ve Kalkan 1999).

Maya çoğaltma aşamasında, ilk olarak amaca uygun mayalar yatık agarda geliştirildikten sonra işletmeye getirilir. Laboratuvar koşullarında üzüm şırası içerisinde 5 litreye kadar çoğaltılır. Çoğaltma, işletmeye göre az ya da çok değişmekle birlikte, aşamalı olarak 50, 150, 500 ve 5000 mL pastörize şırada yapılır.

Laboratuvarında 5 litreye çoğaltılan maya işletmede daha yüksek miktarlara çoğaltılır. Her iki çoğaltmada da şıra veya mayşenin besin yönünden zenginleşmesi için 1 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katılır. Mayanın çoğaltılmasında steril çalışma koşullarına uyulması ve sürekli mikroskop kontrolü yapılarak her aşamada elde olunan mayanın saflığının kontrol edilmesi önemlidir.

Fermantasyon aşamasında 450 hL'lik fermantasyon kabına hazırlanan mayşeden 100 hL alınır ve üzerine çoğaltılıp hazırlanan maya ilave edilir. Kuru madde yarıya düşüktüçe 100 hL mayşe ilavesi yapılır ve bu durum kap doluncaya kadar devam eder. Bome derecesi sıfır olunca fermantasyon sona erer. Fermantasyon süresi 50–60 saat, oluşan olgun mayşenin alkol derecesi %8'dir. Fermantasyondan sonra 8–10 saat dinlendirilen mayşe damıtmaya gönderilir. Fermantasyon sürecinde sıcaklık 32 °C'yi aşmamalıdır. Fermantasyona alınan mayşenin şeker konsantrasyonu %13–17 olacak şekilde ayarlanmalıdır. Mayşenin asitlik durumu sık sık kontrol edilmeli, 0.3 g/L' i aşarsa bulaşmadan kuşku duyulmalıdır (Fidan ve Anlı 2002).

Damıtma işlemi buharla ısıtılan ve her biri beşer tonluk olan bakır imbiklerde gerçekleştirilir. Kazanlara önce suma<sup>1</sup> doldurulur. Sonra kullanılacak durumda ise önceki damıtmadan kalan baş ve son ürünler koyulur ve alkol miktarı iyi kalitedeki su ile %45'e söndürülür. Daha sonra su ile daha önceden ıslatılarak ya da ıslatılmadan direk olarak anason ilave edilir. İlave edilen anason miktarı su ile söndürülmüş sumanın toplam hacmi üzerinden %6–10'u kadardır. Anason ilavesinden sonra kazanın kapağı kapatılır ve serpantinlere buhar verilir. Damıtma süresi 40–45 saattir (Kılıç 1990).

Damıtmada oluşan ürünler kendi içinde baş, orta ve son olmak üzere üçe ayrılır. Baş ürün ester, aldehit gibi alkole göre daha düşük derecelerde kaynayan maddeleri içerirken son ürün kaynama dereceleri alkole göre daha yüksek olan fuzel yağları,

---

<sup>1</sup> Türk gıda kodeksinin alkollü içkiler standardına göre üzüm tat ve kokusunu korumak amacıyla, hacmen en fazla %94.5 alkole kadar distile edilmiş, üzüm kökenli distillattır.

furfurol vb. maddeleri kapsar. Baş ürün keskin kokulu, süt gibi beyaz renktedir. Akışı damıtma başlangıcından iki saat sonra başlar. Anasonun patlayıp uçucu eteri yağını vermesi damıtmanın sekizinci saatinde olduğu için baş ürününde anason bulunmaz. Bu ürünün ilk akan %0.55'lik kısmı çok ağır kokulu olduğu için aporak<sup>2</sup>'a karıştırılmaz. Baş üründe alımı bitince musluk çevrilerek orta ürün alınır. Orta ürün oldukça temiz bir ispirotodur ve rakıya işlenen bu kısımdır. Orta ürünün alımına akan ispirotunun kokusu ağırlaşıp, ısı derecesi yükselmeye başlayınca son verilir (Fidan ve şahin 1993).

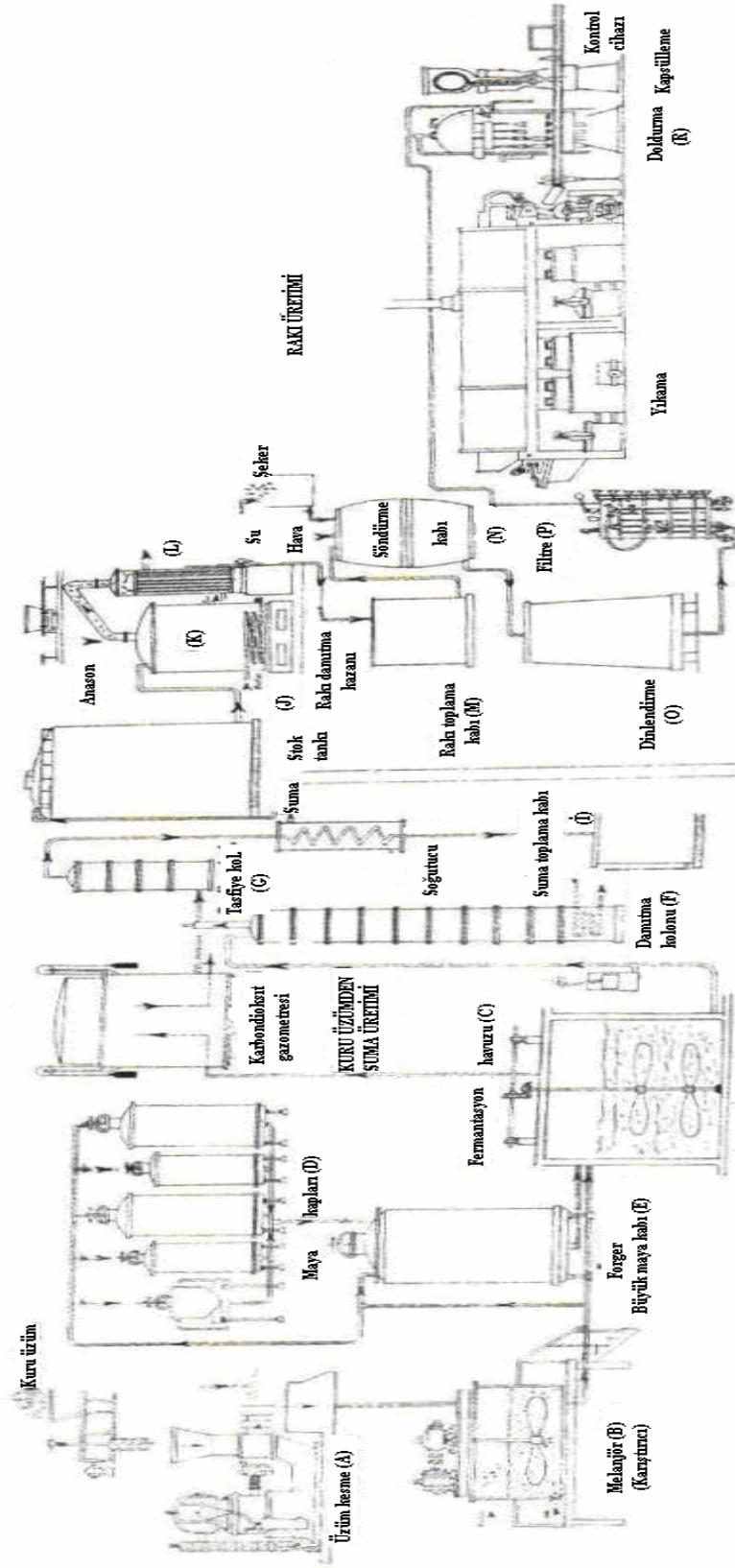
Yeni rakı üretiminde melas ispirotosu da kullanılır. Bunun için damıtma başlamadan önce imbiğe %65 suma yanında, %35'de melas alkolü katılır. Bu karışım önce büyük tanklarda hazırlanır ve böylece standart bir ürün sağlanmış olur (Aktan ve Kalkan 1999).

Damıtmadan sonra orta ürün ölçölüp dinlendirme fiçilerine gönderilir. Orta ürünün alkol derecesi yaklaşık %80 olduğundan, yapılacak rakı çeşidine göre su ile alkol derecesi düşürölür. Bu işleme "söndürme" denir. Söndürme sırasında 50 derecelik rakıların litresine 6 g, 45 dereceliklere ise 4 g şeker katılır. Dinlendirme fiçilerindeki karıştırıcı paletler su ile ispirotunun iyice karışmasını sağlar. İşlem bittikten sonra karıştırma 1–2 saat daha devam eder (Fidan ve şahin 1993).

Rakı eskitilen bir içki değildir. Biraz olsun olgunlaşması, yumuşaması ve anasonla alkolün uyum sağlaması gerektiğinden 20–120 gün arası dinlendirilir. Bu sırada aynı zamanda da havalandırılır. Rakı şişelenmeden önce filtreden geçirilir. Daha sonra şişelenir ve şişenin ağzı metal kapaklarla kapatılır (şekil 2.1) (Kılıç 1990).

---

<sup>2</sup> Baş ve son ürün karışımı.



Şekil 2.1 Rakı üretim aşamaları (Kılıç 1990)

Çizelge 2.1 Türkiye’de rakı üretim sektöründeki önemli kuruluşlar (Anonim 2007)

<b>Kuruluş adı</b>	<b>Üretim yeri</b>	<b>Ürün adı</b>	<b>Kapasite (Litre)</b>
Mey Alkollü İçkiler San.ve Tic. A.Ş.	İstanbul	Rakı	15.795.000
Mey Alkollü İçkiler San.ve Tic. A.Ş.	İzmir	Rakı	8.424.000
Mey Alkollü İçkiler San.ve Tic. A.Ş.	Tekirdağ	Rakı	15.145.000
Mey Alkollü İçkiler San.ve Tic. A.Ş.	Diyarbakır	Rakı/Suma	8.424.000
Mey Alkollü İçkiler San.ve Tic. A.Ş.	Nevşehir	Rakı/Suma	18.427.000
Elda İçecek ve Enerji San. ve Tic. A.Ş.	İzmir	Rakı/Suma	14.742.000
Tariş Tat Alkollü İçkiler San. ve Tic. A.Ş.	Manisa	Rakı/Suma	5.000.000
Burgaz Alkollü İçkiler San. Tic. A.Ş.	Kırklareli	Rakı/Suma	14.000.000
Burgaz Alkollü İçkiler San.Tic.A.Ş.	Kırklareli	Alkol	9.000.000

Ülkemizdeki rakı üretimi devlet bünyesinde iken 4 marka altında yapılmaktaydı. Bunlar Altınbaş, Kulüp, Tekirdağ ve Yeni Rakı’dır. Günümüzde ise tekelin alkollü içkiler bölümünü satın alarak aynı markalarla üretime devam eden Mey firmasının yanı sıra 3 yeni firma daha piyasaya girmiştir (Çizelge 2.1). Bunlar ELDA (Efe, Efe Yaş Üzüm, Çilingir, Sarı Zeybek), BURGAZ (Burgaz, Ata) ve TARIŞ- TAT (Mercan, Fasıl)’tır. Türkiye’de distile alkollü içkilerin üretiminin özel sektöre devrinden sonra hızla bu alanda bir çeşitlenme ve gelişmenin olduğunu görmek mümkündür. Çizelgedeki rakamlara dikkat edilirse, toplam rakı üretimimizin çok önemli bir kısmı Mey İçki Sanayi Tic. A.Ş. tarafından gerçekleştirilmektedir.

## **2.2 Rakıda Bulunan Uçucu Bileşenlerin Genel Özellikleri**

Rakı kalitesini etkileyen başlıca unsurlar rakının yapısında bulunan etanol, metanol, anasondan kaynaklanan eteri yağlar ve etanol ve metanol dışındaki diğer uçucu bileşiklerdir. Bu saydığımız bileşenlerin miktarı ve birbirlerine oranı rakının kendine özgü tat ve aromasını, sağlık açısından güvenilirliğini ortaya koyar. Etanol, metanol ve diğer uçucu bileşenlerin oluşumu ve ürünlerdeki oranları üzerine fermente edilen

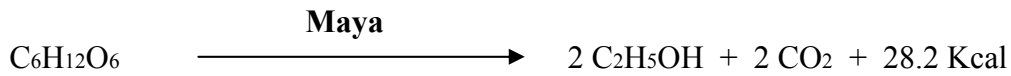
hammadelerin cinsi, niteliği ve üretim şekillerinin yanı sıra fermantasyon koşullarının ve damıtma tekniğinin etkinliği de oldukça etkilidir. Özellikle damıtma esnasında etil alkolle birlikte uçucu bileşenlerin son üründeki miktarı artmaktadır.

Damıtma sonucunda oluşan damıtıkta başlıca su, etil alkol, metil alkol, esterler (etil asetat, metil asetat), aldehitler (asetaldehit, asetal) ve yüksek alkoller (2- bütanol, n-propanol, izobütanol, n-bütanol, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol) bulunmaktadır. Çizelge 2.2’de rakıda bulunan uçucu bileşenlerin toksite değerleri verilmiştir.

## 2.2.1 Fermantasyonda oluşan uçucu bileşikler

### 2.2.1.1 Etil alkol

Genel kimyasal formülü  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  olan etil alkol normal koşullar altında uçucu, yanıcı, berrak ve renksiz bir sıvıdır. Kendine özgü hoş bir kokusu vardır. Etanolün en ilginç özelliği, su ile karıştırıldığında hacim daralması, benzin ile karıştırıldığında hacim genişmesi görülmesidir. Molekül ağırlığı 46.07 g/mol, donma noktası  $-114.1\text{ }^\circ\text{C}$ , normal kaynama noktası  $78.32\text{ }^\circ\text{C}$ , yoğunluğu 0.7893 g/mL’dir. Bileşiminde %52.18 karbon, %34.78 oksijen, %13.04 hidrojen vardır (Fidan ve Şahin 1993, Güvenç 1997). Glikozun mayalarla fermantasyonu, genel olarak Şekil 2.2’de gösterildiği gibi gerçekleşir. 1 mol glikozdan 2 mol etil alkol ve 2 mol karbondioksit oluşur.



Şekil 2.2 Fermantasyonla etil alkol üretimi (Kılıç 1990)

Çizelge 2.2 Rakıda bulunan uçucu bileşiklerin toksisite değerleri  
(<http://www.chemdat.de>, 2005)

BİLEŞİK ADI	TOKSİTİTE DEĞERLERİ
Etil alkol	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) :>800 mg/1/4 s. LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) :> 20000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) :> 6200 mg/kg
Metil alkol	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) : 64000 ppm (V)/4 s. LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) : 5628 mg/kg LDL <sub>0</sub> (Oral, insan) : 143 mg/kg
Asetaldehit	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) :> 24mg/1/4 s. LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) :> 661 mg/kg
Asetal	LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) : 5000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) : 4570 mg/kg
Etil asetat	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) : 1600 mg/1/4 s. LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) :> 18000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) :> 5620 mg/kg
Metil asetat	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) : 16000 mg/1/4 s. LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) : 2000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) : 5000 mg/kg
n-propanol	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) :> 34 mg/1/4 s LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) : 4000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) : 1870 mg/kg LDL <sub>0</sub> (Oral, insan) : 5700 mg/kg
2-bütanol	LD <sub>50</sub> (Dermal, sıçan) :> 2000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) : 6480 mg/kg
İzobütanol	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) :> 24 mg/1/4 s LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) : 2000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) : 2830 mg/kg
n-bütanol	LC <sub>50</sub> (Tenefüs etme, sıçan) :> 18 mg/1/4 s LDL <sub>0</sub> (Tenefüs etme, insan): 2,5 mg/100 mL LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) : 3400 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) : 790 mg/kg
2-metil-1-bütanol	LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) :> 2900 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) :> 4170 mg/kg
3-metil-1-bütanol	LD <sub>50</sub> (Dermal, tavşan) :> 3000 mg/kg LD <sub>50</sub> (Oral, sıçan) :> 5000 mg/kg

- LD<sub>50</sub> : Deneklerin %50' sini öldüren doz.  
LC<sub>50</sub> : Deneklerin %50 'sini öldüren konsantrasyon.  
LDL<sub>0</sub> : Öldürücü kabul edilen en düşük doz.  
LCL<sub>0</sub> : Öldürücü kabul edilen en düşük konsantrasyon.



### 2.2.1.2 Metil alkol

Metil alkol, en basit yapılı, alifatik bir alkoldür. Molekül formülü CH<sub>3</sub>OH'dır. Saf durumda renksiz bir sıvı olan metanolün molekül ağırlığı 32.04 ve özgül ağırlığı 0 °C 'de 0.8142 olup, donma noktası -94 °C, kaynama noktası +64.7 °C'dir. Su, alkol ve eterle her oranda karışır. Endüstride, solvent şeklinde yaygın olarak kullanılmakta ve çok kolay bulunabilmektedir. Diğer alkollere göre, daha ucuzdur (Fidan ve Şahin 1993, <http://www.yayin.adalet.gov.tr>, 2005).

Metanol, pektik maddelerden pektinin parçalanması sonucu oluşan ve fermantasyon ürünlerinde belli oranlarda mutlaka bulunan doğal bir üründür. Pektik maddeler ise farklı derecelerde metil alkol ile esterifiye olmuş, karboksil gruplarına sahip  $\alpha$  1–4 bağlı uzun zincirli poligalaktronik asit olarak bilinirler. Metil alkolün oluşumunda pektin esteraz enzimi etkindir. Bu enzim galaktronik asitin metil esterlerini hidrolize ederek metil alkol açığa çıkmasına neden olur. Dolayısıyla alkol fermantasyonunda metil alkolün oluşumu hem hammaddedeki pektin miktarına hem de pektolitik enzimlerin miktar ve aktivitelerine bağlıdır (Koçak 1993, Fidan ve Anlı 2002).

Pektik maddeler, özellikle meyvelerin kabuk ve çekirdeklerinde yoğunlaşmışlardır. Bu sebeple kırmızı şarap, rakı ve diğer yüksek alkollü içkilerin yapımında kuru üzüm, yaş üzüm ve meyveler cibreleri ile birlikte fermantasyona tabi tutulduklarından; kabuk, çekirdek, sap gibi kısımlarda bulunan çözünebilir pektik maddeler şıraya geçmekte ve daha fazla metil alkol oluşmaktadır (Koçak 1993).

Başka bir açıdan meyve damıtık içkilerinin içerdiği hacmen % 0.3–0.9 oranındaki metanol, meyve damıtık içkisinin gerçek olduğunu göstermektedir. Bu değerlerin altında metanol saptandığında mayşeye ya şeker katılmış ya da başka kaynaklı alkol kullanılmış demektir ( Fidan vd. 1996).

Üretim sırasında oluşan metil alkolün bir kısmı, uygulanan işlemlerle ortamdan uzaklaştırılsa da, genelde, üründe bir miktar kalabilir. Metil alkol yiyecekler, içecekler veya solunum ve temas yoluyla alındığında ölüme ve kalıcı sakatlıklara neden olacak

kadar zehirli olduğundan, içkilerde bulunabileceği maksimum miktarlar, sağlığı korumak amacıyla, mevzuatla belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre, rakıda bulunmasına izin verilen metil alkol miktarı en fazla 150 g/hL mA'dır. Bu miktardan daha yüksek oranlarda metil alkol içeren ürünler insan sağlığı açısından riskli olarak değerlendirilir (<http://www.gmo.com>, 2005). Avrupa Birliği yüksek alkollü içkiler standardına göre ise metanol miktarı şaraptan elde edilen damıtık alkolde 200 g/hL mA'yı, üzüm cibresinden elde edilen damıtık alkolde 1000 g/hL mA'yı geçmemelidir (Anonim 2004).

Metanolün insan sağlığı üzerindeki zehirli etkisi vücutta önce formaldehite, daha sonra da formik asite dönüşmesinden ileri gelir. Öldürücü doz 50-75 g kabul edilmekle birlikte, 11.5 g düzeyinde bile ölüm olayı görülebilir. Kalp ve kas zayıflaması, kramp, titreme nöbeti, görme zayıflıkları ve körlük, görme sinirlerinde iltihaplanmalar metanol zehirlenmesinin temel belirtileridir (Fidan ve Şahin 1993).

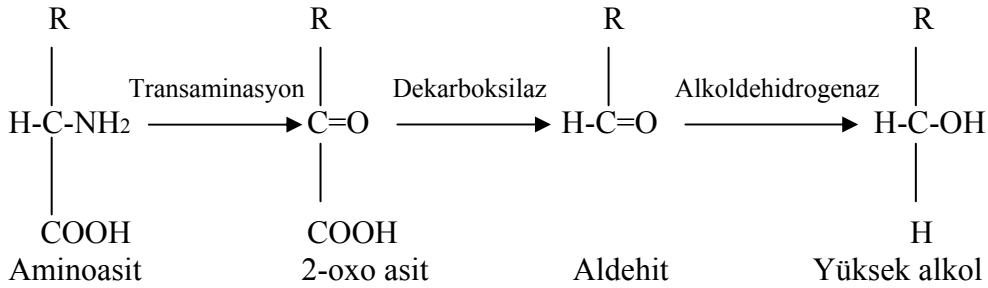
Metanolün bu olumsuzlukları göz önünde tutularak yüksek alkollü damıtık içkilerin üretiminde damıtma işleminin, özellikle ikinci damıtmanın sağlıklı şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Yani baş, orta ve son ürünün bilinçli bir şekilde ayrılması sağlanmalıdır. Aksi takdirde metanol baş üründen orta ürüne geçmekte ve yukarıda belirtilen sakıncalar ortaya çıkmaktadır (Fidan vd. 1996).

### **2.2.1.3 Yüksek alkoller**

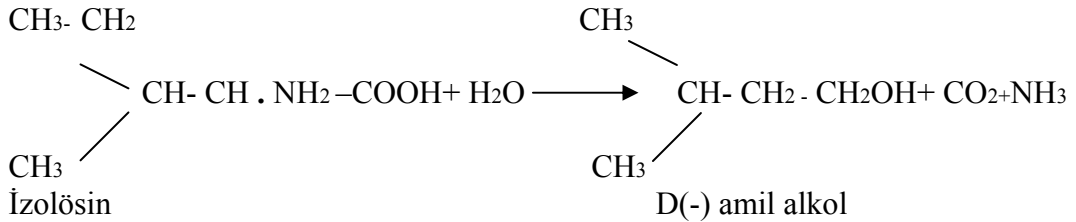
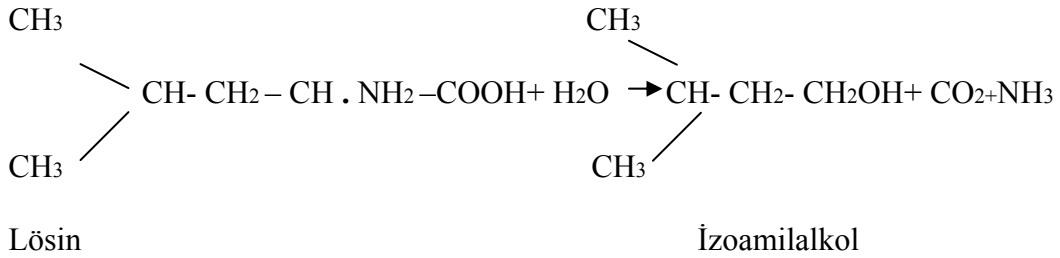
Tüm maya fermantasyonlarında, yüksek kaynama noktasına sahip etanole benzer yüksek molekül ağırlıklı, az miktarda, yüksek alkol oluşur. Bu yüksek alkoller, üretilen miktarlarına göre, sırasıyla; 3-metil bütanol (izoamil alkol), 2-metil bütanol (aktif amil alkol), 2-metil propanol (izobütil alkol) ve 1-propanol (n-propil alkol)'dur (Boulton et al. 1996). Fuzel yağları olarak da adlandırılan yüksek alkoller alkol fermantasyonunun önemli bir yan ürünü olup, alkollü içkilerde aroma üzerinde etkili bir kalite kriteridir.

Yüksek alkoller fermantasyon sırasında, Ehrlich veya karbonhidrat sentezi yolları ile üretilirler. Ehrlich mekanizması ilk olarak 1905 yılında bulunmuştur. Bu mekanizmaya

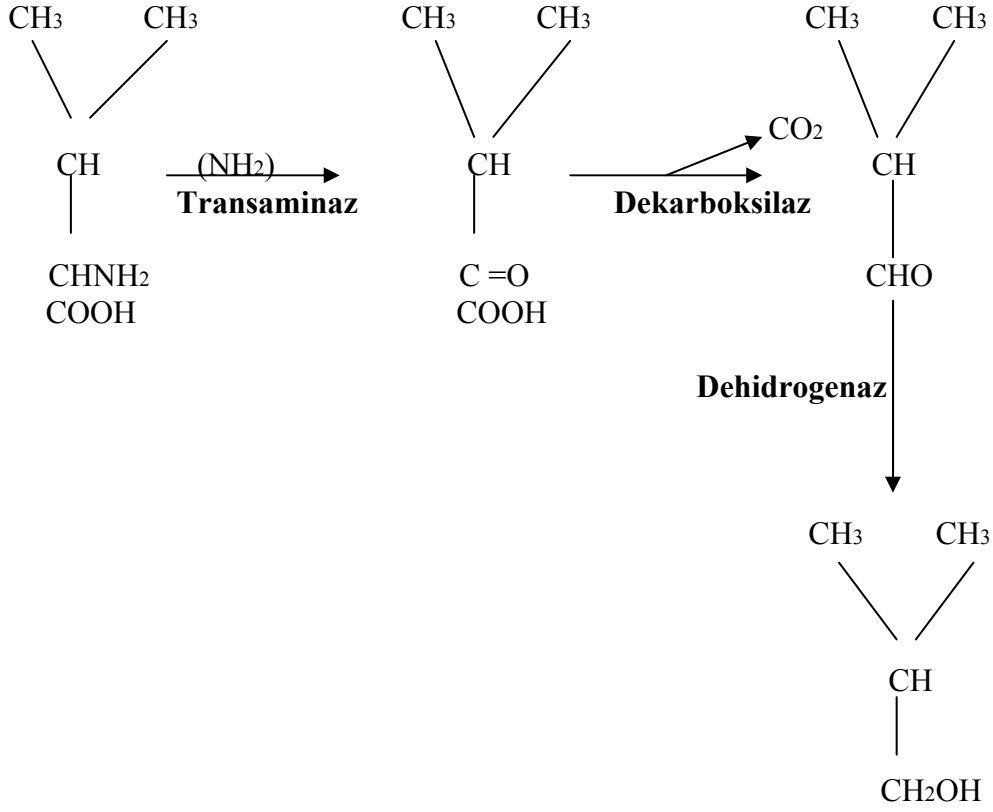
göre hammaddedeki azotlu bileşikler mayalar tarafından amino asitlere, amino asitler ise yine mayalar tarafından yüksek alkollere dönüşür. Bu dönüşümde fermantasyon ortamında bulunan amino asit maya tarafından hücre içine alınır. Hücre içinde amino asidin amino grubu transaminasyona uğrar ve keto asit oluşur, daha sonra keto asit aldehite dönüşmek üzere dekarboksile olur. Oluşan aldehit indirgenir ve yüksek alkol açığa çıkar (Şekil 2.4) (Şekil 2.5) (Şekil 2.6). Ortamda amino asitler tükendiğinde ise yüksek alkoller karbonhidratlardan biyosentez yolu ile oluşur. Yani şeker metabolizmasından, pirüvat yolu ile önce keto asitler ve daha sonra da yüksek alkoller meydana gelir (Şekil 2.7) (Guymon 1970, Karaveli 1975, Zöhre 2002, Erten ve Canbaş 2003).



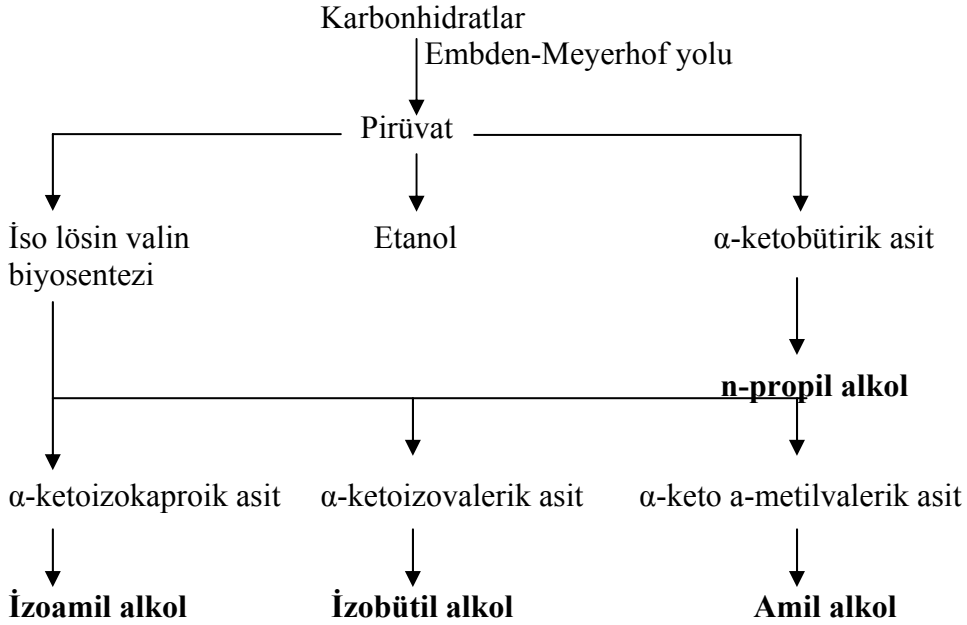
Şekil 2.4 Ehrlich yolu ile yüksek alkol oluşumu (Gözen 2006)



Şekil 2.5 Ehrlich mekanizmasıyla bazı yüksek alkollerin meydana geliş formülleri (Koçak 1993)



Şekil 2.6 Valin amino asidinden izo-bütanolün oluşum mekanizması (Lewis and Young 1995)



Şekil 2.7 Maya fermantasyonunda yüksek alkollerin oluşumu ( Varnam and Sutherland 1994)

Yüksek alkollerin bileşimi en başta hammaddeye bağlıdır. Bileşiminin yanı sıra oluşumunu da etkileyen diğer etkenler maya suşu, fermantasyon sıcaklığı ve aşılama miktarıdır. Alkollü içkilerin, özellikle rakının, üretiminde kuvvetli fermantasyon yapan saf mayaların kullanılması önerilmektedir. Ayrıca mayanın olumsuz yaşam koşulları da yüksek alkollerin oluşumunu arttırır (Karaveli 1975, Fidan ve Şahin 1993).

Yüksek alkoller renksiz veya sarı-kahverengiye kadar renklerde, hoş olmayan öksürtücü ve tırmalayıcı bir kokuya sahiptir. Yüksek alkollerden 2-metil bütanol muz, alkol ve iodoform aroma; 3-metil bütanol tatlımsı ve alkolümsü aroma; n-propanol sıcak ve yakıcı aroma; 2-fenil etanol gül kokusu aroması; hekzanol ham ve keskin kokulu aroma verirler (Fidan ve Şahin 1993, Zöhre 2002).

Montedoro ve Bertuccioli, yüksek alkollerin 300 mg/L' nin üzerindeki miktarlarda kaliteye olumsuz etki yaptıklarını bildirmişlerdir (Cabaroğlu 1995). Ülkemizde ise yayımlanan son "Alkollü İçkiler Tebliği"nde yüksek alkol konsantrasyonu ile ilgili bir miktar belirtilmemesine karşın bundan önceki tebliğde belirtilen miktar 200 g/hL mA' dır (Anonim 2005a). Avrupa Birliği yönergesine – No:1576/89; Official Journal of EEC 1989- göre damıtık alkollü içkilerde toplam yüksek alkol konsantrasyonu 140 g/hL' den düşük olmalıdır (Anonim 2004).

## **İzobütanol**

2-metil-1-propanol, izopropil karbinol, 1-hidroksimetilpropan izobütanol için kullanılan diğer isimlerdir. Kapalı formülü C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH olarak gösterilen izobütanol renksizdir. Su, alkol ve eterde çözünebilmektedir. Molekül ağırlığı 74.12 g/mol, kaynama noktası 108°C, yoğunluğu 0.802 g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. İzobütanol keskin, hoş gitmeyen alkol ve şarap kokusunda olup algılanma eşik değeri 0.036–0.33 mg/100mL'dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006).

### **n-propanol**

Kapalı formülü  $C_3H_7OH$ 'dir. Etil karbinol, 1-propanol, propilik alkol olarak da adlandırılmaktadır. Kaynama noktası  $97.2\text{ }^{\circ}C$  ve yoğunluğu  $0.80\text{ g/cm}^3$ 'tür. Su, alkol ve eterde çözünebilir. Renksiz, uçucu ve yanıcıdır. Akışkan bir sıvı olan n-propanol alkol kokusunda ve karakteristik olgun meyve aromasına sahiptir. Algılanma eşik değeri  $0.57\text{--}4\text{ mg/100mL}$ 'dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006).

### **Aktif amil alkol**

Kapalı formülü  $C_5H_{11}OH$  olan aktif amil alkolün (2-metil-1-bütanol) molekül ağırlığı  $88.15\text{ g/mol}$ , yoğunluğu  $0.82\text{ g/cm}^3$  ve kaynama noktası  $127\text{--}129^{\circ}C$ 'dir. Su, etil alkol ve eterde çözünür. Renksiz, sıvı ve etil alkol kokusundadır (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006).

### **n-bütanol**

Kapalı formülü  $C_4H_9OH$  olan n-bütanol 1-bütanol, bütül alkol, bütan-1-ol olarak da isimlendirilir. Molekül ağırlığı  $74.12\text{ g/mol}$ , kaynama noktası  $117.7\text{ }^{\circ}C$  ve yoğunluğu  $0.808\text{ g/cm}^3$ 'tür. Renksizdir. Amil alkol ve etil alkol kokularında, kuru ve yakıcı tattadır. Algılanma eşik değeri  $0.05\text{--}50\text{ mg/100mL}$ 'dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006).

### **İzoamilalkol**

Fermantasyon amil alkolü, optikçe aktif (-) amil alkol ya da 3-metil-1-bütanol olarak da adlandırılır. Kapalı formülü  $C_5H_{11}OH$  olan izoamilalkol fermantasyonda en fazla oluşan yüksek alkoldür. Fuzel yağların üstün koku bileşenidir. Aktif amil alkol ile yapı bakımından benzerdir ve birbirinden ayırmak güçtür (Türker 1966, Boulton *et al.* 1996).

Molekül ağırlığı  $88.15\text{ g/mol}$ , yoğunluğu  $0.81\text{ g/cm}^3$ , kaynama noktası  $130\text{--}131\text{ }^{\circ}C$ 'dir. Su ve organik çözücülerde çözünür. Fuzel yağı ve karakteristik keskin viski kokusunda

olup tiksindirici bir tada sahiptir. Algılanma eşik değeri 0.025–0.41 mg/100mL'dir (http://www.chemdat.de, 2005, Gözen 2006).

## 2-bütanol

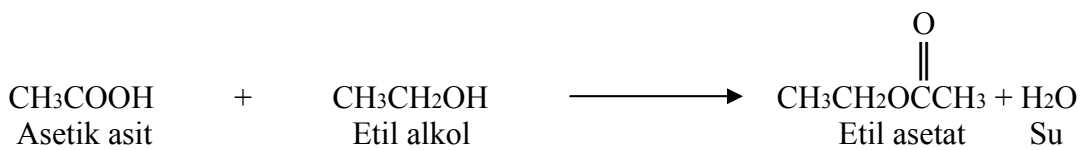
Kapalı formülü C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH olan 2-bütanol, 3-metil–2-bütanol olarak da isimlendirilir. Molekül ağırlığı 74.12 g/mol, kaynama noktası 112 °C ve yoğunluğu 0.815 g/cm<sup>3</sup>'tür. Renksiz, akıcı bir sıvıdır. Meyvemsi, alkol kokusundadır. Su, etil alkol ve eterde çözünür. Algılanma eşik değeri 0.041–0.082 mg/100mL'dir (http://www.chemdat.de, 2005, Gözen 2006).

### 2.2.1.4 Esterler

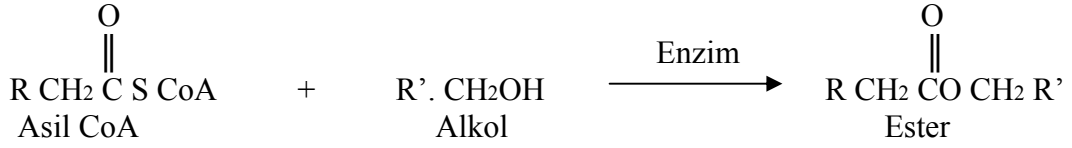
Esterler çiçeksi koku ve hoş bir meyve aromasına katkıda bulunurlar. Dolayısıyla damıtık alkollü içkilerde kalite indikatörüdürler (Soufleros *et al.* 2004).

Alkollü içkilerde *S. cerevisiae* tarafından üretilen esterlerden en önemlileri etil asetat, izoamil asetat (3 metil bütül asetat), izobütül asetat (2 metil propil asetat), hekzil asetat, etil hekzonoat (etil kaprat), etil oktanoat (etil kaprilat), etil dekanıat (etil kaprat) ve 2-fenil etil asetatdır (Erten ve Canbaş 2003).

Esterler kimyasal ve biyokimyasal yolla üretilirler. Kimyasal yol ile üretimde bir alkol ve bir asit arasındaki enzimatik olmayan reaksiyon çok yavaştır (Şekil 2.8). Bu nedenle esterler alkol asetiltransferaz enzimi ile katalizlenen, asetil- CoA ve alkol arasında gerçekleşen, bir hücre içi enzimatik reaksiyonu içeren biyokimyasal yol ile üretilirler (Şekil 2.9) (Zöhre 2002).



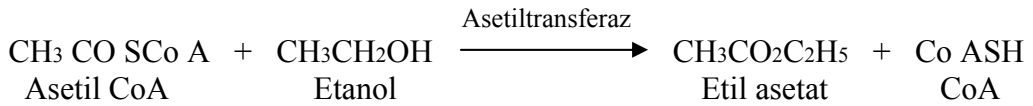
Şekil 2.8 Kimyasal yolla etil asetat oluşumu (Fidan ve Şahin 1993)



Şekil 2.9 Alkollerden ve Asil CoA' dan esterlerin oluşumu (Lewis and Young 1995)

Damıtık alkollü içkilere aroma veren esterlerden en yüksek miktarda bulunan etil asetatır (Şekil 2.10). Asetik asit etil esteri (etil asetat), asetik asit bakterileri aracılığıyla bir bulaşmayı, yani fermantasyona bağlı olmayan bulaşmayı gösterir (Wertman 1976).

Etil asetat C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub> kapalı formülüne sahiptir ve molekül ağırlığı 88.11 g/mol, yoğunluğu 0.898 g/cm<sup>3</sup>, erime noktası -83 °C, kaynama noktası ise 77 °C'dir. Algılanma eşik değeri 0.0005 –0.5 mg/100 ml'dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006).



Şekil 2.10 Asetil Coa ve etanolden etil asetat oluşumu (Varnam and Sutherland 1994)

Etil asetat (150–200 mg/L) gibi yüksek konsantrasyonda aseton ve çözügen kokusunda olup mide bulandırıcıdır. Daha düşük konsantrasyonlarda ise hoş a giden, meyvemsi, ananas benzeri ve çiçeksi aromaya sahiptir. Bu nedenle alkollü içkilerde yüksek konsantrasyonları istenmez (Apostolopoulou *et al.* 2005).

Metil asetat, asetik asit metil esteri olarak da bilinir. C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> kapalı formülüdür. Yoğunluğu 0.93 g/ cm<sup>3</sup>, molekül ağırlığı 74.08 g/mol, erime noktası -98 °C, kaynama noktası ise 57.5 °C'dir. Su, etil alkol ve eterde çözünür. Renksiz, sıvı ve hoş a giden, meyvemsi kokuya ve keskin acı bir lezzete sahiptir. Aroma algılanma eşik değeri 0.15-4.7 mg/100 mL'dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006).

### 2.2.1.5 Aldehitler

Aldehitlerin bir numaralı taşıyıcısı üzümlerdir ve aromadaki etkileri oldukça önemlidir. Ancak yüksek miktarları istenmeyen lezzet ve aromaya neden olduğu için belirli sınırdaki bulunmaları istenmektedir (Varnam and Sutherland 1994). Damıtık alkollü içkilerde dikkate alınan iki temel aldehit asetaldehit ve asetaldir (Gözen 2006).

Asetaldehit fermantasyon sırasında şekerin mayalar tarafından parçalanması sonucunda açığa çıkan başlıca karbonil bileşiğidir. Alkollü içkilerdeki toplam aldehitlerin %90'ını oluşturur (Cabaroğlu 1995).

Asetaldehit alkol fermantasyonu sırasında pirüvattan meydana gelir ve daha sonra alkol dehidrogenaz enzimi ile etil alkole dönüşür (Amerine *et al.* 1980). Fermantasyonun yoğun olduğu aşamada maya fazla miktarda asetaldehit ve diğer aldehitler üretir ve ortama verir. Aldehitler, ayrıca yüksek alkollerin oluşumu sırasında ara ürün olarak da ortaya çıkarlar (Erten ve Canbaş 2003). Ayrıca asetaldehit üretimini, genellikle havalandırma, yüksek sıcaklıklar, yüksek aşılama, hızlı fermantasyon yapan maya türleri artırır (Varnam and Sutherland 1994).

Asetaldehit  $C_2H_4O$  kapalı formülüne sahiptir. Yoğunluğu  $0.78 \text{ g/cm}^3$ , molekül ağırlığı  $44.05 \text{ g/mol}$ , erime noktası  $-123 \text{ }^\circ\text{C}$ , kaynama noktası ise  $20.4 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Su ve etil alkolde çözünür. Algılanma eşik değeri  $0.00007\text{--}20 \text{ mg/100mL}$ 'dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006).

Asetal, aldehit ve alkollerin tepkimeye girmeleriyle oluşan bir maddedir. Renksiz, uçucu ve hoş kokulu bir madde olan asetal içki aromasında önemli bir rol oynar. Bu nedenle, içkilerde bulunması olumlu etkiye sahiptir (Şahin ve Özçelik 1982).

### 2.3 Anasonla Damıtma Sırasında Oluşan Uçucu Bileşikler

Anason, rakının aromatize edilmesinde rol oynayan bir diğer hammaddesidir. Doğu Akdeniz ülkelerinde eski tarihi devirlerin bir kültür bitkisidir. Claus (1961)'den edinilen

bilgilere göre ısıtıcı, solunumu kolaylaştırıcı, ağrıları dindirici ve şişkinlik gidericidir. Zehirli yılan sokmalarına karşı etkindir. 970 yıllarında Ön Asya ve Akdeniz kıyılarında yetiştiği bilinmekte olup, 16. yüzyılda kültüre alınmıştır (Aktan ve Kalkan 1999).

Ülkemizde kültürü yapılan anason *Pimpinella anisum L.* (yeşil anason)' dur ve maydonozgiller familyasındandır. Anason üretimi, Türk tarımında önemli bir yer almakta, özellikle Akdeniz ve Marmara bölgelerinde çiftçinin gelir kaynağı olmaktadır (Aktan ve Kalkan 1999). Türkiye anasonlarının başlıca iki tipi Çeşme ve Tefenni anasonları olup, üretim merkezleri Çeşme, Acıpayam, Tefenni ve Elmalı ilçeleridir (Fidan ve Şahin 1993).

Rakının aromatize edilmesinde esas rol oynayan anason eteri yağı, başlıca iki izomer bileşikten ( $C_{10}H_{12}O$ ) yani, normal sıcaklıkta katı olan anethol (p- methoxypropenyl benzene,  $C_6H_4C_3H_5OCH_3$ ) ve sıvı olan methylchavicol (p- allyanisole, estragol,  $CH_2CHCH_2C_6H_4OCH_3$ ) den oluşur. Diğer komponentler ise; anisketon, anason asidi, anisaldehit, camphen vb. dir (Fidan ve Şahin 1993). Anason eteri yağında bulunan bu bileşiklerden trans- anetol ve estragol buldukları miktarlar nedeniyle rakı kalitesinde etkili bileşiklerdir. Eteri yağda bulunan diğer bileşikler ise rakılarda ya iz miktarlarda bulunur ya da hiç bulunmazlar (Gözen 2006).

Anason eteri yağının %80-90'ını oluşturan anetol, bir fenol eterdir. Erime noktası 21 °C, kaynama noktası 235 °C, özgül ağırlığı 0.983-0.988 g/cm<sup>3</sup> (15 °C'de)'dir. Oda sıcaklığında katı olup, kar beyazı yaprakçık ve pulcuklar yapar. Saf anason kokusunda ve yoğun tatlı bir sıvıdır. Eteri yağdan soğutmayla izole edilebilir. Suda erimez, organik çözücülerde erir. Işık ve hava ile karşılaştığında oksitlenerek anisaldehit ve anason asidini oluşturur (Fidan ve Şahin 1993). Baharatımsı ve karakteristik anason kokusunda olup şekerli bir tattadır (Fidan ve Anlı 2002).

Estragol, anetolün bir izomeridir. Molekül ağırlığı 148.09, özgül ağırlığı 0.965 g/cm<sup>3</sup> (21 °C'de), kaynama noktası 215 °C olup, oda sıcaklığında sıvıdır. Anason kokusundadır, fakat tadında değildir (Fidan ve Şahin 1993).

Rakı yapımında anason tohumları kullanılır. Kullanılan miktar rakı çeşidine, anasonun kalitesine ve katılan aporak oranına göre değişmekte olup, %6–10 arasındadır (Fidan ve Şahin 1993).

#### **2.4 Rakı ve Benzeri İçkilerde Bulunan Uçucu Bileşenler Üzerine Yapılmış Çalışmalar**

Türker (1966), Ankara piyasasından alınan Rakı ve diğer damıtık alkollü içkilerdeki yüksek alkoller ve esterler üzerine gaz kromatografisi ile yaptığı araştırmada; metil alkol miktarını en az cinde ve en çok iyi rakıda olmak üzere 10.9–291.7 g/hL olarak bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca; iyi rakıda yüksek alkollerin miktarının (1260 g/hL) çok fazla olduğunu; esterlerde ise etilasetat, butilasetat ile izoamilasetatın belirlendiğini açıklamıştır. Kimyasal metotla tayin edilen asetaldehidin ise tamamının serbest halde olup; konyakta 38.5–116.6 g/hL, votkada 5.7 g/hL, cinde 9.2 g/hL olduğunu ortaya koymuştur.

Uluöz ve Aktan (1974), Türk damıtık alkollü içkilerini yabancı damıtık alkollü içkilerle karşılaştırmıştır. Yüksek alkol içeriği açısından aralarında büyük farklar olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada; Türk rakılarındaki metanol miktarı 0.067- 0.252 mL/ 100mL mA iken, Ouzo ve Mastika rakılarında metanol miktarı 0.0053–0.050 mL/ 100mL olarak bulunmuştur. Sonuç olarak; rakılar arasında yüksek alkol içeriği açısından büyük farklar olmadığı bildirilmiştir.

Dagher and Ruhayyum (1975), 16 farklı üreticiye ait olan Lübnan Arak örneklerindeki yüksek alkol oranlarını ve metanol miktarlarını incelemişlerdir. Örneklerin; yüksek alkollerden propanol miktarı 21–150 ppm, izobütanol miktarı 135–435 ppm, izoamil alkol miktarı 86–1246 ppm olarak bulunmuştur. Yüksek alkol oranlarının çok değişik olmasının sıcaklık, havalandırma, maya ve damıtma tekniği gibi etmenlerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Örneklerin metanol miktarı ise 6–75 g/hL olarak bulunmuştur ve metanol miktarında pektin ve pektolitik enzimlerin etkili olduğu bildirilmiştir.

Lee *et al.* (1979) tarafından Concord üzüm suları ve şaraplarında metil alkol oluşumu üzerine pektin metil esterazların ilişkisi araştırılmış ve optimum aktivitenin pH 7.5’de olduğu gösterilmiştir. Yapılan çalışmada; Concord Ives üzümleri ile fermantasyon sırasında oluşan metil alkol oranının, *V. vinifera* ve *V. labruscana* üzümleri ile yapılan fermantasyona oranla önemli miktarda fazla olduğu gözlemlenmiş ve bu yüzden denemede Concord üzümleri seçilmiştir.

Şahin ve Özçelik (1982) tarafından yapılan çalışmada; ülkemizdeki fabrikalardan sağlanan 9 suma ve içki ispiertosu ile 11 içki, değişik yönlerden, araştırılmıştır. Elde olunan bulgulara göre rakılardaki genel ve serbest aldehit miktarının, kendi alkol derecelerine göre, sırasıyla, 35.22- 59.36 mg/L ve 19.79- 47.98 mg/L, asetal miktarının ise 30.5- 95.19 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmadaki rakı örneklerinde ester miktarı 44.0- 158.4 mg/L arasında değişirken, asit ve furfurala rastlanmamıştır. Kullanılan yeni rakı örneklerinde anason miktarı en fazla 1416 mg/L, en az 760 mg/L saptanmış olup; gerekli miktardan 24–680 mg/L daha az olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak; rakılardaki anason eksikliği vurgulanmış ve tüketicinin haksızlığa uğramaması için üretimde yeterince anason kullanımının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Pasin (1985) tarafından yapılan çalışmada; Türk rakısı ile benzer yabancı alkollü içkilerin metanol, etil asetat ve yüksek alkol miktarları karşılaştırılmış, Türk rakısının metanol içeriği 0.067- 0.252 mL/100mL mA arasında, diğer yabancı içkilerin metanol içeriği ise 0.0053- 0.050 mL/100mL mA arasında bulunmuştur. Aynı zamanda benzer yabancı içkilerde etil asetat miktarı 1-6 mg/L ve yüksek alkol miktarı 7-13 mg/L arasında bulunurken, Türk rakısının etil asetat miktarı 14-125 mg/L ve yüksek alkol miktarı 266- 500 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Kontaminas (1986) tarafından, Yunanistan’da en çok tüketilen yüksek alkollü içki olan Uzo’nun iki farklı markası kullanılarak, uçucu bileşikler üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Uzo’ya karakteristik aroma ve flavorunu anason tohumunun ana bileşeni olan anetolün verdiği belirtilen çalışmada bileşenler ilk önce freon 11 ile ekstrakte edilmiş, daha sonra GC ile analiz edilmiştir. Sonuçlara göre; birinci örneğin alkol oranı %46 (v/v), estragol içeriği toplam uçucu bileşiklerin %1.06’sı, anetol içeriği ise

%93.18'i olarak belirlenmiştir. Etil asetat ise iz miktarda bulunmuştur. İkinci örneğin alkol oranı %42 (v/v), estragol miktarı toplam uçucu bileşiklerin %1.66'sı, anetol miktarı %95.90'ı ve etil asetat ise iz miktarda bulunmuştur. Bu farklılıkların, hem üretimdeki hem de kullanılan materyallerin miktarlarındaki farklılıktan kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Profumo *et al.* (1988), İtalyan damıtık alkollü içkisi olan 20 “grappa” örneğinde GC ve HPLC ile yaptıkları çalışmada; asetaldehiti 35–145 g/hL mA, metanolü 120–740 g/hL mA, etil asetatı 25–190 g/hL mA, n-propanolü 35–51 g/hL mA, n-bütanolü 25–220 g/hL mA, i-bütanolü 46–101 g/hL mA ve amil alkolü 185–261 g/hL mA aralıklarında belirlemişlerdir.

Koçak (1993) tarafından 28 rakı örneğinde yapılan çalışmada; 22 Türk rakısında metil alkol miktarı 323–665 ppm, n-propanol 55–201 ppm, izobütanol 126–596 ppm, izo amil alkol 11–1071 ppm arasında bulunurken, 6 adet mastika (Bulgaristan) rakısında metil alkol miktarı 11–124 ppm arasında, n-propanol 68 ppm, izobütanol 200 ppm olarak bulunmuş, izoamil alkol hiç bulunamamıştır. Sonuçta tespit edilen metil alkol miktarının öldürücü doz (340 mg/kg-vücut ağırlığı) ve göz için toksik kabul edilen en düşük dozdan (100 mg/kg- vücut ağırlığı) daha düşük olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca; araştırmacının çalışmada kendi yaptığı rakı örneklerinde mayşeye ısıl işlem uygulamasının etkisini belirlemek amacıyla, kaynama noktasına kadar ısıtılan ve ısıl işlem uygulanmayan örnekler incelenmiş ve ısıl işlem uygulaması sonucu metil alkol'de %48'lik bir azalma olduğu gözlenmiştir.

Fidan vd. (1996), 22 tanesi tek el tarafından, 8 tanesi boğma rakı olarak bilinen ve evlerde kaçak üretilen toplam 30 adet rakı örneğinin metanol miktarını belirlemişlerdir. Tek el tarafından üretilen örneklerin metanol miktarını 78.24–117.37 g/hL mA, boğma rakıların metanol miktarını ise 31.99–307.47 g/hL mA olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, Tek el tarafından üretilen rakılar arasında farklılık olmadığını, ancak boğma rakıların hem kendi içinde büyük farklılıklar gösterdiğini hem de tek el rakılarına göre birkaç kat fazla miktarda metanol içerdiğini ortaya koymuşlardır.

Lablaquie *et al.* (2002), genç konyak içkilerinin kalitesinin belirlenmesinde koklama ve olfaktometreye (GC- O) dayanan ve kimyasal analizlerle duyuların birleştirildiği yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. İyi kalitedeki içkiler, ilk kez, bu işten iyi anlayan insanlara tattırılarak seçilmiş ve aromatik profilleri bulunarak karşılaştırılmıştır. Bundan sonra, çok farklı içkiler koklamayla analiz edilmiş ve gaz kromatografi sonuçlarıyla eşleştirilmiştir. Sonuçta, duyu analizi sonuçları ile gaz kromatografisi sonuçlarının birbirleriyle büyük uyum gösterdiği ortaya konulmuştur.

Yaycı vd. (2003), 30.05.2001- 27.10.1992 tarihleri arasında, Türkiye’deki metil alkol zehirlenme vakalarını incelemiştir. Bu periyottaki 271 ölüm vakasının 29’unun kolonya ve rakı tüketimi sonucu ortaya çıktığı belirtilmiştir.

Soufleros *et al.* (2004), geleneksel bir Yunan içkisi olan ve fermente edilmiş dut meyvelerinin damıtılması ile üretilen “Mouro” ile ilgili yaptıkları çalışmada, GC uygulaması ile, “Mouro”nun yağ asidi, ester ve alkol içeriklerini saptamışlardır. Yüksek alkoller, asetaldehit, etilasetat iç standart yöntemine göre, direk enjeksiyon ile analiz edilmiştir. Sonuçta, yüksek konsantrasyonları kaliteyi olumsuz etkileyen başlıca bileşikler; metanol 107- 198 g/hL mA, asetaldehit 21- 79.4 g/hL mA, etil asetat 6.2- 1031.7 g/hL mA ve etil laktat 51.219 g/hL mA bulunmuştur. Ölçülen değerlerin yasal limitlerin altında olduğu ve tüketici sağlığı açısından risk taşımadığı belirtilmiştir.

Wang *et al.* (2004), çalışmalarında, örneklerdeki metanol miktarının megapor kolon (CP-Wax 58 CB, 30m x 0,53mm) kullanılarak gaz kromatografisi ile hızlı ve kolay bir şekilde bulunabileceğini saptamışlardır. Araştırmacılar, metanolün insan sağlığı açısından çok zararlı olmasına rağmen çok ucuz ve piyasada kolay bulunabilir olması nedeniyle kullanıldığını belirtmiştir. Bu çalışmada kullanılan hızlı ve kolay yöntemin devlete bağlı kontrol laboratuvarlarında rutin metanol muayeneleri için ve bira fermantasyon prosesi sırasında metanol içeriğinin tespit edilmesinde çok kullanışlı olduğu vurgulanmıştır.

Cabaroğlu (2005), farklı bölge üzümlerinden üretilen 164 şarap örneğinin kullanıldığı ve kırmızı şaraplarda pektolitik enzim muamelesinin ve maserasyon süresinin metanol

seviyesine etkisini de araştırdığı çalışmasında, Türk şaraplarının metanol seviyelerini belirlemiştir. GC- FID ile analiz edilen örneklerde metanol seviyeleri; beyaz şarapta 30.5- 121.4 mg/L, pembe şarapta 62.5- 84 mg/L ve kırmızı şarapta 61- 207 mg/L değerleri arasında bulunmuştur. Maserasyon süresinin artması ile kırmızı şaraplarda metanol artışı gözlenmiş ve pektolitik enzim muamelelerinin yüksek metanol seviyelerine neden olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak; Türk şaraplarının metanol seviyelerinin OIV (Office of Vine and Wine)' nin maksimum limitlerinin altında olduğu ve tüketicisi sağlığı riski taşımadığı ortaya koyulmuştur.

Cortés *et al.* (2005) tarafından Galician Orujo ikisinde yapılan bir çalışmada 7 tane endüstriyel, 7 tane ev yapımı olmak üzere toplam 14 örnek kullanılmıştır. Gaz kromatografisi kullanılarak örneklerdeki metanol, yüksek alkoller, aldehitler ve esterler gibi önemli bileşiklerin miktarları belirlenmiştir. Her iki içki grubunun uçucu bileşik kompozisyonlarını ve aralarındaki farklılıkları tespit etmeyi amaçlayan bu çalışmada, sonuçlar değerlendirilmiş ve bileşikler arası önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Ancak; proses sırasında veya hammaddenin depolanması esnasında oluşan bileşiklerin miktarı endüstriyel orjinli örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Bu bileşikler arasında metanol, 1-hekzanol, 1-propanol ve etil asetatın bulunduğu ve bunların duyuusal etkilerinin negatif olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan, 2-feniletanol (gln nüansını sağlayan önemli bir aromatik bileşik) ev yapımı örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebinin, distilasyonun son aşamalarında etanol oranının düşük olmasından dolayı 2-feniletanolun aramoya etkisinin belirginleşmesinin olabileceği belirtilmiştir.

Apostolopoulou *et al.* (2005) tarafından, şarap atığından üretilen distile alkollü Yunan içkisi olan “tsipouro” ile yapılan bir çalışmada; ticari olarak üretilen tsipouro ile evde kaçak olarak üretilen tsipouro örnekleri kullanılmıştır. GC analizleriyle asetaldehit, metanol, etil asetat gibi önemli uçucu bileşikler, direkt enjeksiyonla, tespit edilmiştir. Sonuçta; ev yapımı tsipourolarda uçucu bileşiklerin çoğu yüksek konsantrasyonda bulunmuş, özellikle metanol içeriklerinin kabul edilebilir limitlerin çok üzerinde olduğu ortaya konulmuştur.

Gözen (2006), Türkiye’de üretilen farklı markalara ait 36 adet rakı örneğinin uçucu bileşiklerini, gaz kromatografisi-alev iyonlaşma dedektörü kullanarak, tespit etmiştir. Analiz sonuçlarına göre; her bir markaya ait ortalama değerler dikkate alındığında, Türk rakılarının metanol miktarları 37.86-90.21 g/hL mA arasında, toplam aldehit miktarları 2.41-6.58 g/hL mA arasında, toplam ester miktarları 8.94-21.12 g/hL mA arasında, toplam yüksek alkol miktarları 49.03-125.28 g/hL mA arasında, toplam uçucu madde miktarları 67.80-138.67 g/hL mA arasında, trans-anetol miktarları 1165-1454 g/hL mA arasında bulunmuştur.

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Rakı örnekleri

Araştırmada, Türkiye’de 4 farklı firma tarafından 11 marka altında üretilen; Yeni, Kulüp, Tekirdağ, Altınbaş, Fasil, Mercan, Efe, Çilingir, Efe Yaş Üzüm, Sarı Zeybek, Burgaz rakıları örnek olarak kullanılmıştır. Örneklerin bir bölümü üretimlerinin yapıldığı fabrikalardan, bir bölümü ise piyasadan temin edilmiştir.

Fasil, Mercan, Efe, Çilingir, Efe Yaş Üzüm, Sarı Zeybek, Burgaz rakılarından 2’şer adet; Yeni, Altınbaş, Kulüp ve Tekirdağ rakılarından 3’er adet olmak üzere toplam 26 adet örnek analize alınmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Kullanılan rakı örnekleri

Firma adı	Markası	Sayısı
Mey	Kulüp	3
	Altınbaş	3
	Yeni rakı	3
	Tekirdağ	3
Elda	Efe yaş üzüm	2
	Sarı zeybek	2
	Efe rakı	2
	Çilingir	2
Burgaz	Burgaz	2
Tariş-Tat	Fasil	2
	Mercan	2

### 3.1.2 Uçucu bileşik standartları

Analizlerde standart olarak kullanılan asetaldehit, metil asetat, etil asetat, metanol, 1-propanol, izo-bütanol, 1-bütanol, izo-amilalkol, n-amilalkol ve anetol Merck firmasından temin edilmiştir. Kullanılan standartların bazı özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Standartların bazı özellikleri

Standart adı	Safılık (%)	CAS No
Metanol	99.5	67-56-1
Trans-anetol	99	4180-23-8
Asetaldehit	99.5	75-07-0
Etil asetat	99.5	141-78-6
Metil asetat	99	79-20-9
n-propanol	99.5	71-23-8
İzo bütanol	99.5	78-83-1
1-bütanol	99	71-36-3
İzoamilalkol	98	123-51-3
Aktifamilalkol	98	137-32-6

### 3.1.3 Analizlerde kullanılan araç ve gereçler

Uçucu bileşiklerin analizi alev iyonlaşma dedektörlü (FID) “Shimadzu GC 17A” marka gaz kromatografisinde, “HP- INNOWAX” marka (uzunluk: 60m x iç çap: 0,25 mm x film kalınlığı: 0,2 µm ) kolon ile yapılmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Etil alkol analizi

Rakı örneklerinin alkol miktarı, damıtma sonucu elde edilen damıtığın piknometre ile yoğunluğu bulunarak, hazırlanmış özel alkol çizelgelerinde bu yoğunluğa karşılık gelen %hacim (h/h) değeri olarak belirlenmiştir (Türker 1992, Anonim 2005b). Sonuçlar, her bir marka için kullanılan örnek sayılarına göre ortalamaları alınarak verilmiştir.

### 3.2.2 Metanol, trans anetol ve diğer uçucu bileşiklerin analizi

Rakılardaki uçucu bileşikler (etil alkol hariç) gaz kromatografisinde direk enjeksiyon yöntemiyle, uygun bir kolon ve sıcaklık programıyla birbirinden ayrılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, her örnekteki önceden belirlenen etil alkol miktarı dikkate alınarak, 100 litre (hL) mutlak alkolde (mA) gram olarak verilmiştir.

#### 3.2.2.1 Gaz kromatografisi koşulları

Uçucu bileşiklerin belirlenmesinde kullanılan “Shimadzu 17A” model gaz kromatografisinin çalışma koşulları aşağıda verilmiştir:

<b>Enjektör</b>	:	Split mode (1:20)
<b>Dedektör</b>	:	Alev iyonlaşma dedektörü (FID)
<b>Kolon</b>	:	HP- INNOWAX (60mx0,25mmx0,2µm)
<b>Enjeksiyon sıcaklığı</b>	:	200 °C
<b>Dedektör sıcaklığı</b>	:	250 °C
<b>Taşıyıcı gaz</b>	:	Helyum (216 kPa veya 2.00 mL/dak. Akış hızı)
<b>Enjeksiyon miktarı</b>	:	1µL
<b>Sıcaklık programı</b>	:	40°C’ de 10 dakika beklemeden sonra, 40°C ’ den 235 °C’ e kadar her dakikada 10 °C artarak (29.5 dakikaya kadar), 235 °C’ de 5 dakika sabit kalacak şekilde ayarlanmıştır. (Toplam 34.5 dakika)

Her bir örnek için gaz kromatografisine 3 enjeksiyon yapılmıştır.

### 3.2.2.2 Alıkonma zamanının belirlenmesi

Uçucu bileşiklerin alıkonma zamanları, önce uçucu bileşik standartlarının üçer kez enjekte edilmesi, daha sonra da hazırlanan standart karışımının üç kez enjekte edilmesi ile belirlenmiştir. Standartların alıkonma zamanları Çizelge 3.3’de, elde edilen kromatogram ise Ek 1’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Uçucu bileşik standartlarının alıkonma zamanları

Uçucu bileşik standartları	Alıkonma zamanları (Dakika)
Asetaldehit	3.591
Metil asetat	4.696
Etil asetat	5.715
Metanol	5.882
1-propanol	11.628
İso-bütanol	14.133
1-bütanol	15.667
İzo-amil alkol	17.316
n-amil alkol	18.318
Trans-anetol	27.908

### 3.2.2.3 Standartların hazırlanması

Standartlardan, Çizelge 3.4’de belirtilen miktarlarda alınarak %40’lık Merck etil alkol ile 100 mL’e tamamlanmış, buradan 10 mL alınarak tekrar %40’lık etil alkol ile 100 mL’e seyreltilmiştir. Elde edilen teorik konsantrasyonlar Çizelge 3.5’de verilmiştir. Standartlar cihaza direkt olarak üçer kez enjekte edilmiştir.

Çizelge 3.4 Standartlarının hazırlanmasında kullanılan standart miktarları

Standart adı	Standart miktarı (mg)	Standart adı	Standart miktarı (mg)
Asetaldehit	300	1-propanol	250
İso-amil alkol	2000	İso-bütanol	640
Metil asetat	100	1-bütanol	80
Metanol	1000	n-amil alkol	1000
Etil asetat	800	Anetol	500

Çizelge 3.5 Standartların teorik konsantrasyonları

Standart adı	Teorik konsantrasyonu (g/hL)	Standart adı	Teorik konsantrasyonu (g/hL)
Asetaldehit	30	1-propanol	25
İzo-amil alkol	200	İso-bütanol	64
Metil asetat	10	1-bütanol	8
Metanol	100	n-amil alkol	100
Etil asetat	80	Anetol	50

#### 3.2.2.4 Örneklerin hazırlanması

Rakı örnekleri gaz kromatografisine, standartlarının enjeksiyonundan sonra, direkt olarak verilmiştir.

#### 3.2.4 İstatistiksel değerlendirme

Analiz sonuçları istatistiksel olarak Kruskal-Wallis testi kullanılarak değerlendirilmiş, rakı çeşitleri arasındaki farklılığın önemi çoklu karşılaştırma testi ile araştırılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Rakıların Etil Alkol Miktarları

Rakı örneklerinin alkol içerikleri, sırasıyla, rakı 1’de %43.90, rakı 2’de %44.40, rakı 3’de %44.00, rakı 4’de %48.70, rakı 5’de %43.70, rakı 6’da %48.70, rakı 7’de %44.20, rakı 8’de %42.55, rakı 9’da %44.00, rakı 10’da %44.30 ve rakı 11’de %44.75 olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 3-5 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 9 arasındaki fark, rakı 4 ile rakı 6 arasındaki fark, rakı 5 ile rakı 8 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 9-10 arasındaki fark önemsiz bulunurken, diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Şahin ve Özçelik (1982) tarafından yapılan çalışmada, 7 rakı örneğinin genel olarak alkol miktarı bakımından gıda maddeleri tüzüğüne uyduğu, ancak tümünün alkol içeriğinin etikette yazılı olan alkol değerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği’ ne göre rakının alkol içeriği, hacim olarak en az %40 olmalıdır (Anonim 2005a). Bu bakımdan örneklerimizin alkol miktarları tebliğe uygun çıkmıştır. Diğer taraftan, genel olarak alkol analiz sonuçları etikette bildirilen değerlerin altında bulunmuştur.

Çizelge 4.1 Rakı örneklerinin alkol ve yoğunluk değerleri

Rakı örnekleri	Yoğunluk	Alkol (Hacmen)%
Rakı 1	0,9415	43,9
Rakı 2	0,9407	44,4
Rakı 3	0,9413	44,0
Rakı 4	0,9327	48,7
Rakı 5	0,9419	43,7
Rakı 6	0,9327	48,7
Rakı 7	0,9410	44,2
Rakı 8	0,9439	42,6
Rakı 9	0,9413	44,0
Rakı 10	0,9408	44,3
Rakı 11	0,9399	44,8

## 4.2 Rakıların Uçucu Bileşik Miktarları

Çizelge 4.2 Rakı örneklerinin minimum, maksimum ve ortalama uçucu bileşik miktarları

Bileşik adı	Minimum	Maksimum	Ortalama
Asetaldehit	2.198 g/hL mA (rakı 6)	5.918 g/hL mA (rakı 10)	3.949 g/hL mA
Etil asetat	5.688 g/hL mA (rakı 3)	17.769 g/hL mA (rakı 5)	10.420 g/hL mA
Metil asetat	0 g/hL mA (rakı 1, rakı 7, rakı 8, rakı 9, rakı 10)	0.466 g/hL mA (rakı 3)	0.146 g/hL mA
Metanol	26.112 g/hL mA (rakı 2)	70.080 g/hL mA (rakı 5)	51.540 g/hL mA
1-propanol	22.058 g/hL mA (rakı 11)	44.656 g/hL mA (rakı 6)	33.673 g/hL mA
n-bütanol	0.406 g/hL mA (rakı 8)	1.004 g/hL mA (rakı 5)	0.609 g/hL mA
İzoamil alkol	11.889 g/hL mA (rakı 8)	71.437 g/hL mA (rakı 3)	38.751 g/hL mA
İzobütanol	15.561 g/hL mA (rakı 11)	63.824 g/hL mA (rakı 6)	42.399 mg/L
Anetol	1028 mg/L (rakı 10)	1554 mg/L (rakı 6)	1208 mg/L

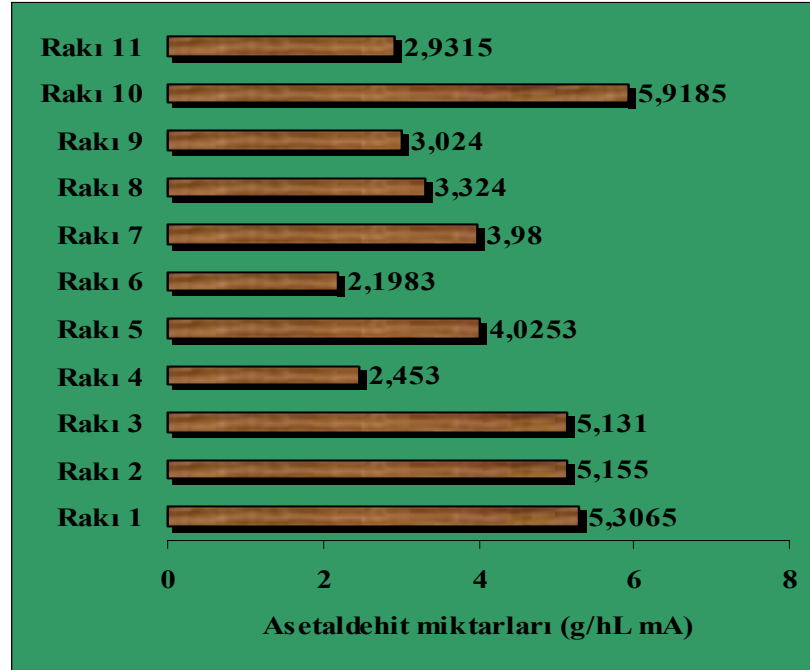
### 4.2.1 Asetaldehit

Asetaldehit, asıl aldehit olarak da bilinen fermantasyonun normal bir yan ürünüdür (Amerine *et al.* 1980). Damıtık alkollü içkilerde yüksek miktarı lezzet ve aromayı olumsuz etkilediği için belirli sınırdan bulunması istenmektedir (Varnam and Sutherland 1994).

Rakı örneklerinin asetaldehit miktarları en düşük 2.198 g/hL ve en yüksek 5.918 g/hL olarak bulunmuştur. Genel ortalama ise 3.949 g/hL mA' dır. Rakı örneklerinin ortalama asetaldehit miktarları rakı 1'de 5.306 g/hL mA, rakı 2'de 5.155 g/hL mA, rakı 3'de 5.131 g/hL mA, rakı 4'de 2.453 g/hL mA, rakı 5'de 4.025 g/hL mA, rakı 6'da 2.198 g/hL mA, rakı 7'de 3.98 g/hL mA, rakı 8'de 3.324 g/hL mA, rakı 9'da 3.024 g/hL mA,

rakı 10'da 5.918 g/hl mA rakı 11'de 2.931 g/hL mA olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 4-5-6-7-8-9-11 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 4-5-6-8-9-11 arasındaki fark, rakı 4 ile rakı 5-7-10 arasındaki fark, rakı 5 ile rakı 6- 9-10-11 arasındaki fark, rakı 6 ile rakı 7-8-9-10 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 10-11 arasındaki fark, rakı 8 ile rakı 10 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 10 arasındaki fark, rakı 10 ile rakı 11 arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Türker (1966), yaptığı çalışmada, rakıların asetaldehit miktarlarını 7.7-27.1 g/hL mA; Uluöz ve Aktan (1974), 0.90-8.10 g/hL mA; Şahin ve Özçelik (1982), 8.58- 13.3 g/hL mA olarak; Gözen (2006), 1.18 g/hL mA- 7.65 g/hL mA arasında, genel ortalamayı da 3.07 g/hL mA olarak bulmuşlardır. Bu çalışmadaki elde edilen bulgular Türker (1966) ile Şahin ve Özçelik (1982)'in bulgularından düşük olup, Uluöz ve Aktan (1974) ile Gözen (2006)'in bulguları ile uyum göstermektedir. Rakı benzeri yabancı damıtık içkilerde ise asetaldehit miktarları daha yüksektir. Örneğin, Soufleros *et al.* (2004), geleneksel bir Yunan içkisi olan "Mouro" da yaptığı çalışmada asetaldehit miktarını ortalama 44.84 g/hL mA olarak bulurken, Cortes *et al.* (2005), bir İspanyol içkisi olan orujonun asetaldehit içeriğini 27.7 g/hL mA olarak bulmuştur.



Şekil 4.1 Rakı örneklerinin asetaldehit miktarları

#### 4.2.2. Esterler

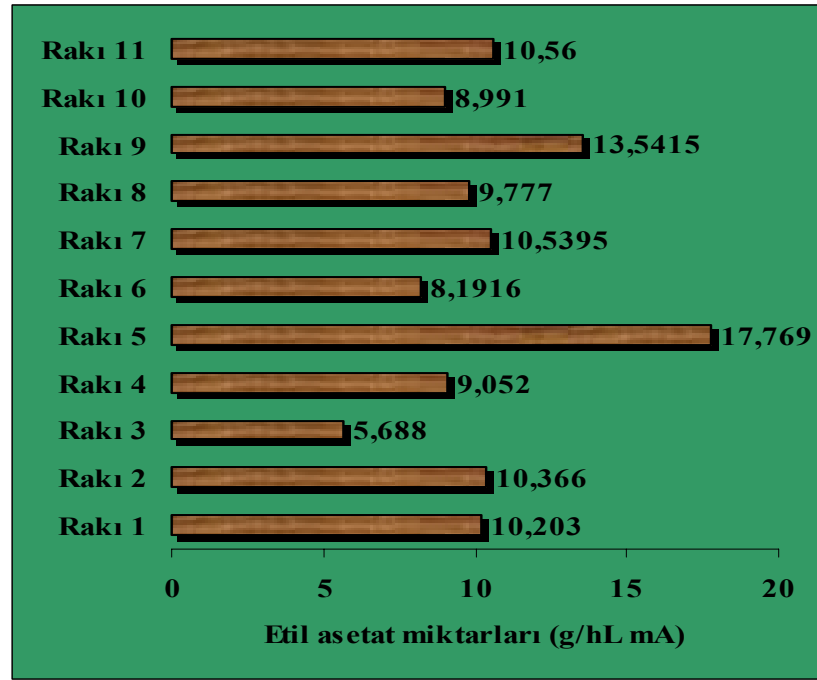
Esterler alkol ve asitlerin tepkimeye girmesi sonucu oluşan, hoş kokulu maddelerdir (Şahin ve Özçelik 1982). Çiçeksi koku ve hoş bir meyve aromasına katkıda bulunurlar. Bu sebeple damıtık alkollü içkilerde kalite indikatörleridir (Soufleros *et al.* 2004).

Damıtık alkollü içkilerde bulunan başlıca ester etil asetatdır. Etil asetat distilatların organoleptik özellikleri üzerinde etkilidir. Düşük konsantrasyonda meyvemsi hoş tat verirler. Ancak; etil asetat varlığındaki artış olası asetik bakteriyel gelişiminin ve uzun süreli hammadde depolanmasının göstergesi olabilir (Apostolopoulou *et al.* 2005). Yapılan çalışmada; rakı örneklerinin etil asetat miktarları 5.688-17.769 g/hL mA arasında, ortalama olarak 10.42 g/hL mA bulunmuştur. Rakı örneklerinin etil asetat miktarları rakı 1’de 10.203 g/hL mA, rakı 2’de 10.366 g/hL mA, rakı 3’de 5.688 g/hL mA, rakı 4’de 9.052 g/hL mA, rakı 5’de 17. 769 g/hL mA, rakı 6’da 8.1916 g/hL mA, rakı 7’de 10.5395 g/hL mA, rakı 8’de 9.777 g/hL mA, rakı 9’da 13.5415 g/hL mA, rakı 10’da 8.991 g/hL mA, rakı 11’de 10.56 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.2). İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 3-5-6-9 arasındaki fark, rakı 2 ile rakı 3-4-5-6-10 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 4-5-7-8-9-10-11 arasındaki fark, rakı 4 ile rakı 5-7-9 arasındaki fark, rakı 5 ile rakı 6-8-10-11 arasındaki fark, rakı 6 ile rakı 7-8-9-11 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 10-11 arasındaki fark, rakı 8 ile rakı 9 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 10-11 arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

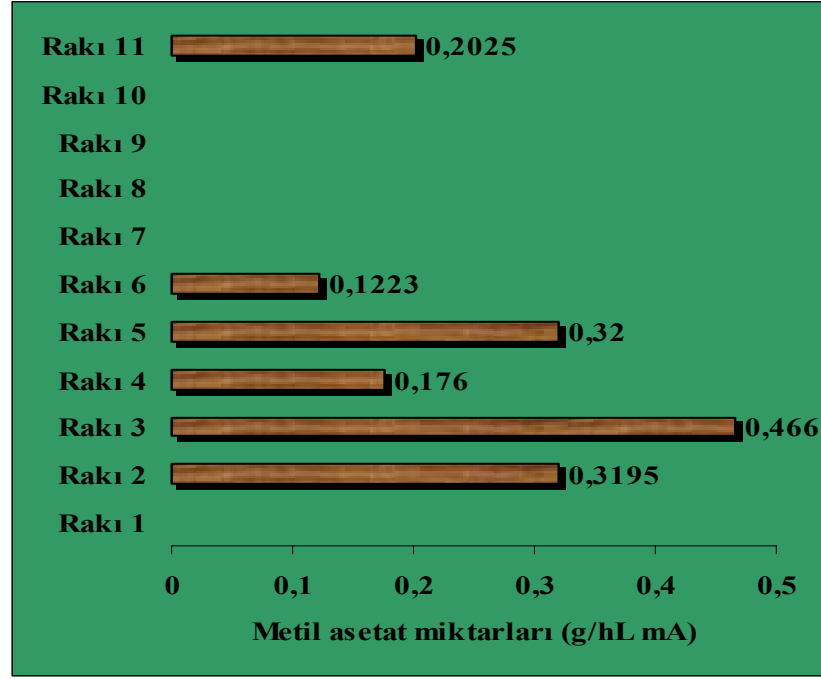
Türker (1966), rakıların etil asetat içeriğinin 8.6–11.4 g/hL arasında değiştiğini bildirirken, Uluöz ve Aktan (1974), yaptıkları çalışmada rakıların etil asetat içeriğini 1.4- 12.5 g/hL olarak bulmuşlardır. Şahin ve Özçelik (1982) ise yaptıkları çalışmada rakıların etil asetat miktarlarını 9.27- 36.6 g/hL mA olarak bulmuşlardır. Gözen’ in (2006) yaptığı çalışmada Türk rakılarının etil asetat miktarları 3.9 g/hL mA ile 26.38 g/hL mA arasında değişmiş ve genel ortalama 11.27 g/hL mA olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar genel olarak literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Metil asetat hoşça giden, meyvemsi kokuya ve keskin acı bir lezzete sahiptir. Aroma algılanma eşik değeri 0.15–4.7 g/hL mA’ dır, 6 g/hL mA’ deki tat karakteri ise otsu,

oldukça hafif, meyvemsi, taze, rom ve viski benzeridir (Gözen 2006). Yapılan çalışmada, rakı örneklerindeki metil asetat miktarları 0-0.466 g/hL mA arasında değişirken, genel ortalama 0.146 g/hL mA olarak bulunmuştur. Rakı örneklerinden rakı 1, rakı 7, rakı 8, rakı 9 ve rakı 10' da metil asetat belirlenememiştir. Diğer rakı örneklerinin metil asetat miktarları rakı 2'de 0.3195 g/hL mA, rakı 3'de 0.466 g/hL mA, rakı 4' de 0.176 g/hL mA, rakı 5' de 0.32 g/hL mA, rakı 6'da 0.1223 g/hL mA ve rakı 11'de 0.2025 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.3). Gözen' in (2006) yaptığı çalışmada, Türk rakılarının metil asetat miktarları 0.25 g/hL mA ile 10.63 g/hL mA arasında değişmiş ve genel ortalama 1.56 g/hL mA olarak bulunmuştur. Cortes *et al.* (2005), orujonun metil asetat içeriğini 0.45- 25.6 g/hL ve genel ortalama 5.55 g/hL olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada belirlenen metil asetat miktarları, diğer çalışmalarda belirlenenlere kıyasla düşüktür.



Şekil 4.2 Rakı örneklerinin etil asetat miktarları



Şekil 4.3 Rakı örneklerinin metil asetat miktarları

#### 4.2.3. Metanol

Metil alkol, özellikle meyvelerin kabuk ve çekirdeklerinde yoğun halde bulunan pektik maddelerden pektinin parçalanması sonucu oluşan ve fermantasyon ürünlerinde belli oranlarda mutlaka bulunan doğal bir üründür (Koçak 1993). Ancak alkollü içkilerde belirli sınırların üzerinde bulunduğu zaman tüketici sağlığı açısından olumsuz etkilere neden olmaktadır. Örneğin; rakı damıtılmasının ikinci aşamasında baş, orta ve son ürün ayrılırken, bilinçsiz damıtma sonucu orta ürüne yüksek miktarda geçen metil alkol, kalp ve kas zayıflaması, kramp, titreme nöbeti, görme zayıflıkları ve körlük, görme sinirlerinde iltihaplanmalara ve hatta ölümle sonuçlanan durumlara neden olabilir. Metil alkol vücutta önce formaldehit, daha sonra formik aside dönüşerek zehirlenmeye neden olur (Fidan ve Anlı 2002).

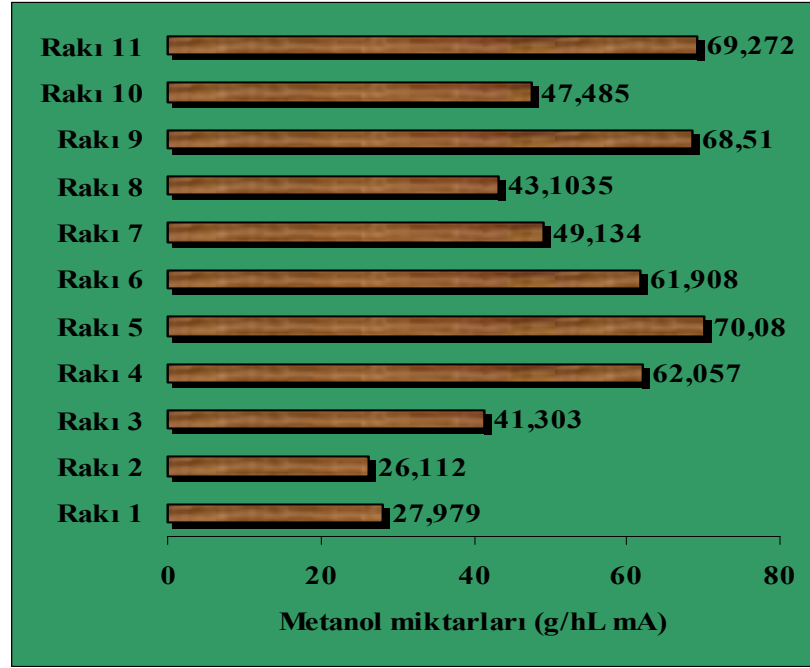
Üretim sırasında oluşan metil alkolün bir kısmı, uygulanan işlemlerle ortamdan uzaklaştırılsa da, genelde, üründe bir miktar kalabilir. Metil alkol yiyecekler, içecekler veya solunum ve temas yoluyla alındığında ölüme ve kalıcı sakatlıklara neden olacak

kadar zehirli olduğundan, içkilerde bulunabileceği maksimum miktarlar sağlığı korumak amacıyla mevzuatla belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre, rakıda bulunmasına izin verilen metil alkol miktarı en fazla 150 g/hL'dir. Bu miktardan daha yüksek oranlarda metil alkol içeren ürünler insan sağlığı açısından riskli olarak değerlendirilir (Anonim 2005a). Avrupa Birliği yüksek alkollü içkiler standardına göre ise metanol miktarı şaraptan elde edilen damıtık alkolde 200 g/hL mA'yı, üzüm cibresinden elde edilen damıtık alkolde 1000 g/hL'yi geçmemelidir (Anonim 2004).

Yapılan çalışmada rakı örneklerinin metanol miktarları 26.112- 70.080 g/hL mA arasında değişirken, ortalama 51.54 g/hL mA olarak elde edilmiştir. Rakı örneklerinin metanol miktarları, sırasıyla, rakı 1'de 27.979 g/hL mA, rakı 2'de 26.112 g/hL mA, rakı 3'de 41.303 g/hL mA, rakı 4'de 62.057 g/hL mA, rakı 5'de 70.080 g/hL mA, rakı 6'da 61.908 g/hL mA, rakı 7'de 49.134 g/hL mA, rakı 8'de 43.103 g/hL mA, rakı 9'da 68.51 g/hL mA, rakı10' da 47.485 g/hL mA, rakı11'de 69.272 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.4). İstatistiksel olarak, rakı 1 ile rakı 2-3-8 arasındaki fark, rakı 2 ile rakı 3 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 8-10 arasındaki fark, rakı 4 ile rakı 6- 9-11 arasındaki fark, rakı 5 ile rakı 9-11 arasındaki fark, rakı 6 ile rakı 7-11 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 8-10 arasındaki fark, rakı 8 ile rakı 10 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 11 arasındaki fark önemsiz bulunurken, diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Türker (1966) ve Uluöz ve Aktan (1974), yaptıkları çalışmalarda, rakılardaki metil alkol oranlarını, sırasıyla, en düşük 104 ppm, en yüksek 1254 ppm ile en düşük 670 ppm ve en yüksek 2520 ppm olarak bulmuşlardır. Şahin ve Özçelik (1982) 7 adet rakı örneğinin metil alkol miktarlarını 60- 120 g/hL mA arasında; Koçak (1993), yaptığı çalışmada, Türk rakılarının metil alkol oranlarını en düşük 323 ppm ile en yüksek 665 ppm ve ortalama 450 ppm olarak bulmuşlardır. Fidan vd. (1996), 22 adet rakı örneğinde yaptıkları çalışmada, metanol miktarlarını 78.24- 117.37 g/hL mA arasında bulmuşlardır. Gözen' in (2006) yaptığı çalışmada, Türk rakılarındaki metanol miktarları 17.14 g/hL mA- 109.92 g/hL mA arasında değişmiş, ortalama olarak 55.68 g/hL mA olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar birbirleriyle kıyaslandığında, zamanla metanol miktarlarının giderek düştüğü görülmektedir. Bu düşüşün en temel nedeni damıtma

cihazlarının modernize edilmesiyle metanolün daha hassas bir şekilde üründen ayrılabilmesidir. Apotolopoulou *et al.* (2005), “tsipouro”ların metanol içeriğini 60.1-131.8 g/hL mA olarak bulmuşlardır.



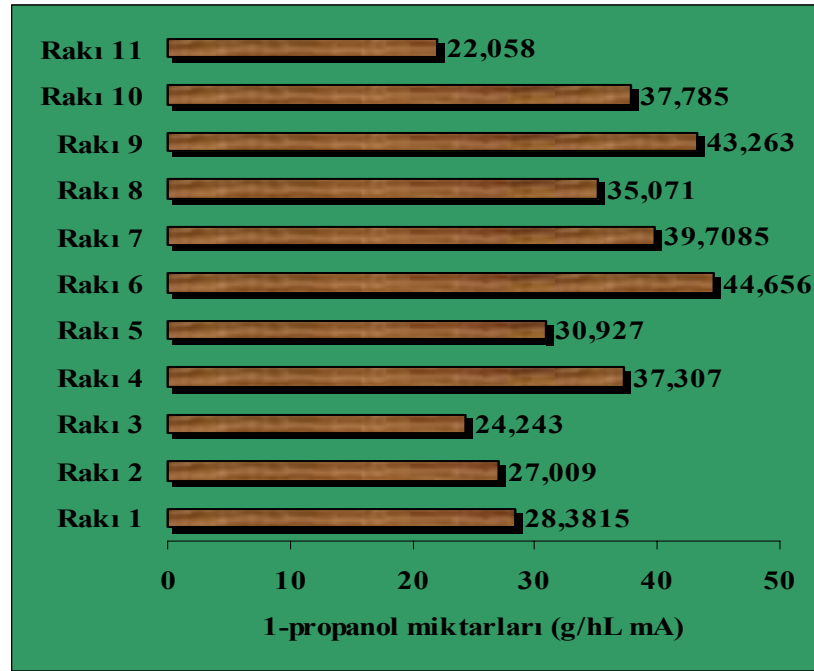
Şekil 4.4 Rakı örneklerinin metanol miktarları

#### 4.2.4 n-propanol

n-propanol su, alkol ve eterde çözünebilen, renksiz, uçucu ve yanıcı bir bileşiktir. Akışkan bir sıvı olan n-propanol alkol kokusunda ve karakteristik olgun meyve aromasına sahiptir. Algılanma eşik değeri 0.57–4 mg/100mL’dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006). Rakı örneklerindeki n-propanol miktarları rakı 1’de 28.3815 g/hL mA, rakı 2’de 27.009 g/hL mA, rakı 3’de 24.243 g/hL mA, rakı 4’de 37.307 g/hL mA, rakı 5’de 30.927 g/hL mA, rakı 6’da 44.656 g/hL mA, rakı 7’de 39.7085 g/hL mA, rakı 8’de 35.071 g/hL mA, rakı 9’da 43.263 g/hL mA, rakı 10’da 37.785 g/hL mA, rakı 11’de 22.058 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.5). Analiz edilen rakı örneklerindeki n-propanol miktarları en düşük 22.058 g/hL mA, en yüksek 44.656 g/hL mA olmak üzere, ortalama 33.673 g/hL mA olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 2, rakı 4 ile rakı 10, rakı 6 ile rakı 9, rakı 7 ile rakı 9

arası fark önemsiz bulunurken, diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Uluöz ve Aktan (1974), çalışmalarında 12 adet rakı örneğinin n- propanol miktarlarının 9.6- 40.3 g/hL mA arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Gözen (2006), yaptığı çalışmada n- propanol değerlerinin 3.51 g/hL mA ile 40.57 g/hL mA arasında değiştiğini bildirmiş ve genel ortalamayı 27.6 g/hL mA olarak bulmuştur. Apostolopoulou *et al.* (2005), “tsipouro”nun n-propanol içeriğinin 14.3-27.4 g/hL mA arasında, Cortes *et al.* (2005), “orujo” daki n- propanol miktarını 6.3–35.3 g/hL mA olarak belirtmişlerdir.



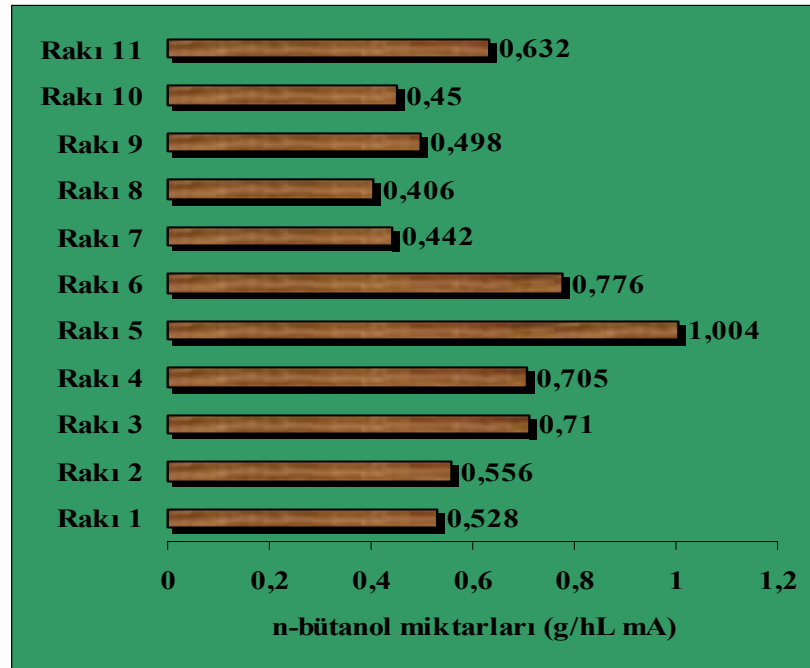
Şekil 4.5 Rakı örneklerinin n-propanol miktarları

#### 4.2.5 n-bütanol

n-bütanol renksiz, amil alkol ve etil alkol kokularında, kuru ve yakıcı tattadır. Algılanma eşik değeri 0.05–50 mg/100mL’dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006). Rakı örneklerinin n-bütanol miktarlarında en düşük değer 0.406 g/hL mA ve en yüksek değer 1.004 g/hL mA ile genel ortalama 0.609 g/hL mA olarak bulunmuştur.

Rakı örneklerinin n-bütanol miktarları, sırasıyla, rakı 1’de 0.528 g/hL mA, rakı 2’de 0.556 g/hL mA, rakı 3’de 0.710 g/hL mA, rakı 4’de 0.705 g/hL mA, rakı 5’de 1.004 g/hL mA, rakı 6’da 0.776 g/hL mA, rakı 7’de 0.442 g/hL mA, rakı 8’de 0.406 g/hL mA, rakı 9’da 0.498 g/hL mA, rakı 10’da 0.450 g/hL mA ve rakı 11’de 0.632 g/hL mA olarak belirlenmiştir (Şekil 4.6). İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 2-9 arasındaki fark, rakı 2 ile rakı 11 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 4 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 8-10 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 10 arasındaki fark önemsiz bulunurken, diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

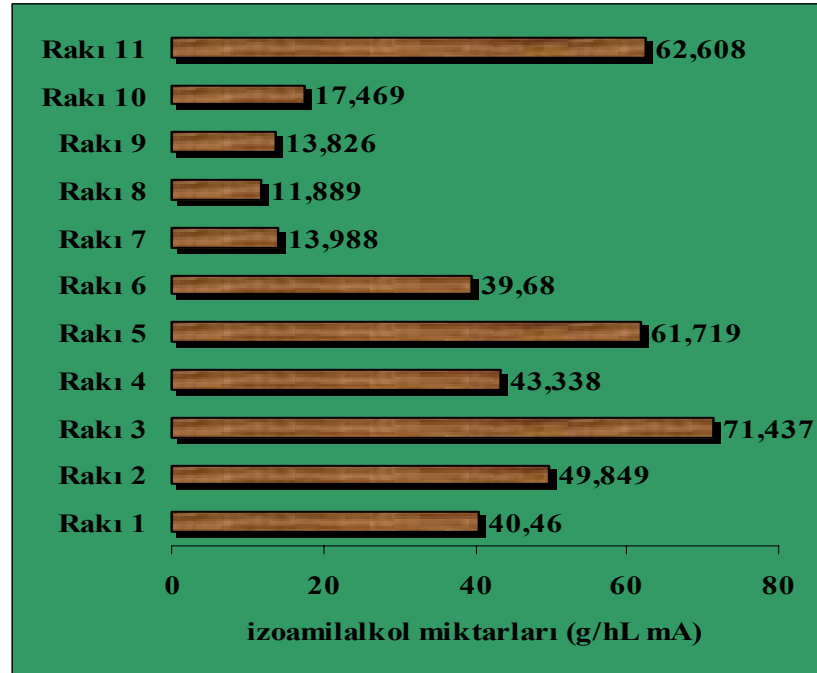
Profumo *et al.* (1988), İtalyan damıtık içkisi olan “grappa”da yaptığı çalışmada n-bütanol miktarını 25–220 g/hL mA olarak belirlemişlerdir. Gözen (2006), yaptığı çalışmada rakıların n-bütanol miktarlarını 0.22–1.18 g/hL mA arasında ve genel ortalamayı da 0.78 g/hL mA olarak bulmuştur. Rakı örneklerinin n-bütanol miktarları bakımından literatür verileri ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 4.6 Rakı örneklerinin n-bütanol miktarları

#### 4.2.6 İzoamilalkol

İzoamilalkol fermantasyonda en fazla oluşan yüksek alkoldür. Fuzel yağlarının üstün koku bileşenidir. Aktif amil alkol ile yapı bakımından benzerdir ve birbirinden ayırmak güçtür (Türker 1966, Boulton *et al.* 1996). Karakteristik keskin viski kokusunda olup, tiksindirici bir tada sahiptir. Algılanma eşik değeri 0.025–0.41 mg/100mL'dir ([http://www.chemdat.de.](http://www.chemdat.de), 2005, Gözen 2006). Rakı örneklerinin izoamilalkol miktarlarının en düşüğü 11.889 g/hL mA ve en yükseği 71.437 g/hL mA olarak bulunmuştur. Genel ortalama ise 38.751 g/hL mA olarak hesaplanmıştır. Rakı örneklerinin izoamilalkol değerleri rakı 1'de 40.460 g/hL mA, rakı 2'de 49.849 g/hL mA, rakı 3'de 71.437 g/hL mA, rakı 4'de 43.338 g/hL mA, rakı 5'de 61.719 g/hL mA, rakı 6'da 39.680 g/hL mA, rakı 7'de 13.988 g/hL mA, rakı 8'de 11.889 g/hL mA, rakı 9'da 13.826 g/hL mA, rakı 10'da 17.469 g/hL mA ve rakı 11'de 62.608 g/hL mA olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7).



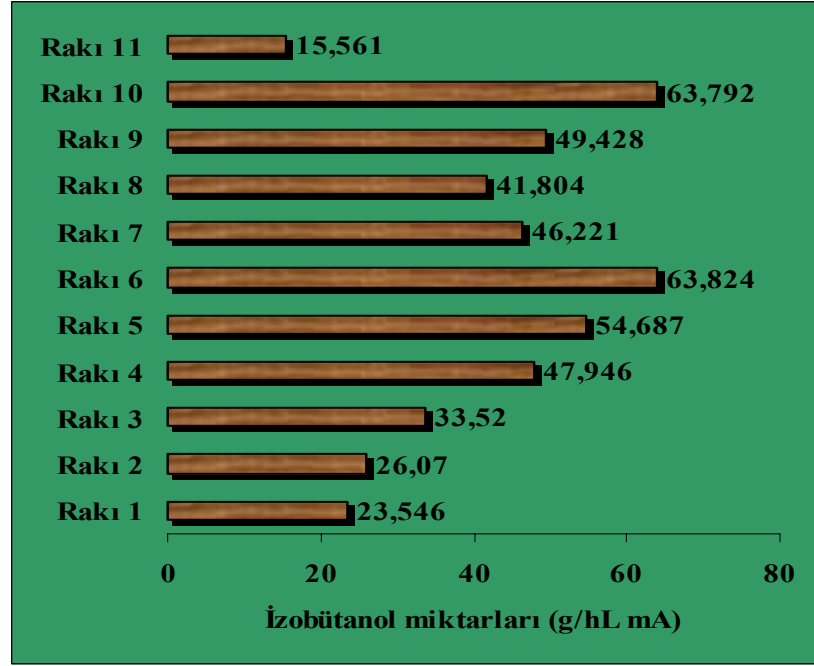
Şekil 4.7 Rakı örneklerinin izoamilalkol miktarları

İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 6 arasındaki fark, rakı 2 ile rakı 4 arasındaki fark, rakı 5 ile rakı 11 arasındaki fark, rakı 6 ile rakı 10 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 8-9-10 arasındaki fark, rakı 8 ile rakı 9 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 10 arasındaki fark önemsiz bulunurken diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Dagher and Ruhayyum (1975), 16 arak örneğinde yaptıkları çalışmada izoamil alkol miktarlarını 0-1246 ppm arasında bulmuşlardır. Koçak (1993) yaptığı çalışmada 28 adet rakı örneğinin izoamilalkol miktarlarını 10 ppm altı ve 1071 ppm arasında bulmuştur. Gözen (2006), yaptığı çalışmada rakıların izoamil alkol miktarlarını 3.0–38.25 g/hL mA arasında, genel ortalamayı da 19.06 g/hL mA olarak bulmuştur. Diğer benzer çalışmalar dikkate alındığında, izoamil alkol sonuçlarının daha yüksek olduğu görülmektedir

#### 4.2.7 İzobütanol

İzobütanol renksizdir ve su, alkol ve eterde çözünebilmektedir. İzobütanol keskin, hoş gitmeyen alkol ve şarap kokusunda olup; algılanma eşik değeri 0.036–0.33 mg/100mL'dir (<http://www.chemdat.de>, 2005, Gözen 2006). Rakı örneklerinin izobütanol miktarları, sırasıyla, rakı 1' de 23.546 g/hL mA, rakı 2' de 26.070 g/hL mA, rakı 3' de 33.520 g/hL mA, rakı 4' de 47.946 g/hL mA, rakı 5' de 54.687 g/hL mA, rakı 6' da 63.824 g/hL mA, rakı 7' de 46.221 g/hL mA, rakı 8' de 41.804 g/hL mA, rakı 9' da 49.428 g/hL mA, rakı 10' da 63.792 g/hL mA ve rakı 11' de 15.561 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.8). Genel ortalama 42.399 g/hL mA, en düşük değer 15.561 g/hL mA ve en yüksek değer 63.824 g/hL mA olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 2-11 arasındaki fark, rakı 4 ile rakı 9 arasındaki fark, rakı 6 ile rakı 10 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 8 arasındaki fark önemsiz bulunurken diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Dagher and Ruhayyum (1975), 16 farklı üreticiye ait arak örneklerinde yaptığı çalışmada, izobütanol miktarını 0- 438 ppm olarak bulmuştur. Koçak (1993) tarafından toplam 28 adet rakı örneğinde yapılan çalışmada, izobütanol miktarları 126-596 ppm olarak bulunmuştur. Gözen (2006), rakıların izobütanol miktarlarını 5.27- 58.67 g/hL mA arasında ve genel ortalamayı 37.88 g/hL mA olarak belirlemiştir. İzobütanol sonuçları literatür verileri ile genel olarak uyum göstermektedir.



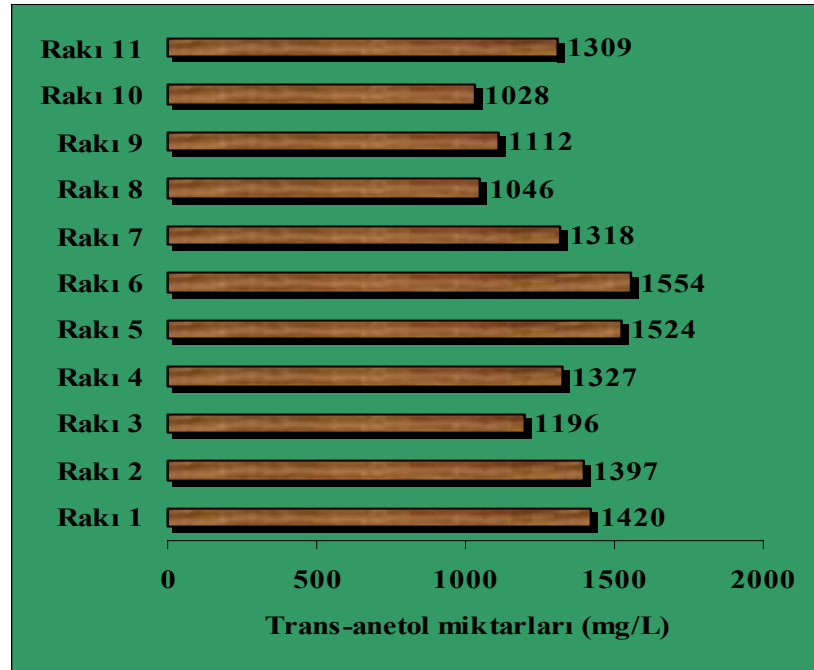
Şekil 4.8 Rakı örneklerinin izobütanol miktarları

#### 4.2.8 Trans anetol

Anetol anason eteri yağının yapısında bulunur ve rakının aromatize edilmesinde temel bileşendir. “Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği”ne göre rakılardaki trans anetol miktarı ürünün litresinde en az 800 mg olmalıdır (Anonim 2005a). Rakı örneklerinin anetol miktarları, sırasıyla, rakı 1’de 1420 mg/L, rakı 2’de 1397 mg/L, rakı 3’de 1196 mg/L, rakı 4’de 1327 mg/L, rakı 5’de 1524 mg/L, rakı 6’da 1554 mg/L, rakı 7’de 1318 mg/L, rakı 8’de 1046 mg/L, rakı 9’da 1112 mg/L, rakı 10’da 1028 mg/L ve rakı 11’de 1309 mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 4.9).

En düşük değer 1028 mg/L ve en yüksek değer 1554 mg/L’dir. Genel ortalama ise 1208 mg/L olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 2 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 9 arasındaki fark, rakı 4 ile rakı 7-11 arasındaki fark, rakı 5 ile rakı 6 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 11 arasındaki fark, rakı 8 ile rakı 9-10 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 10 arasındaki fark önemsiz bulunurken, diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Şahin ve Özçelik (1982), yaptığı çalışmada, yeni rakıların anetol miktarını 760–1416 mg/L arasında, kulüp rakısında 1440 mg/L ve altınbaş rakısında 1328 mg/L olarak belirtmişlerdir. Anason bakımından rakı örneklerinin yetersiz ve işletmeler bakımından da anason miktarlarının büyük değişiklik gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Gözen (2006), yaptığı çalışmada rakıların anetol miktarını 1066–1565 mg/L arasında, genel ortalamayı da 1304 mg/L olarak bulmuştur. Rakıların trans-anetol sonuçları literatür verileri ile uyumlu bulunmuş ve son yıllarda rakıların trans-anetol içeriklerinin biraz daha yükseldiği gözlenmiştir.



Şekil 4.9 Rakı örneklerinin trans-anetol miktarları

Rakılar için Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'nde yer alan trans-anetol miktarına ilişkin değerin yalnızca alt sınırı gösterdiği, bu bakımdan bu değerin daha belirgin hale getirilmesi için bir üst değer belirlenerek trans-anetol miktarı için bir aralık oluşturulmasının gerekliliği gözlenmiştir.

### 4.3 Rakıların Toplam Uçucu Bileşikleri

Rakı örneklerinin toplam uçucu bileşik miktarlarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Rakı örneklerinin uçucu madde miktarları

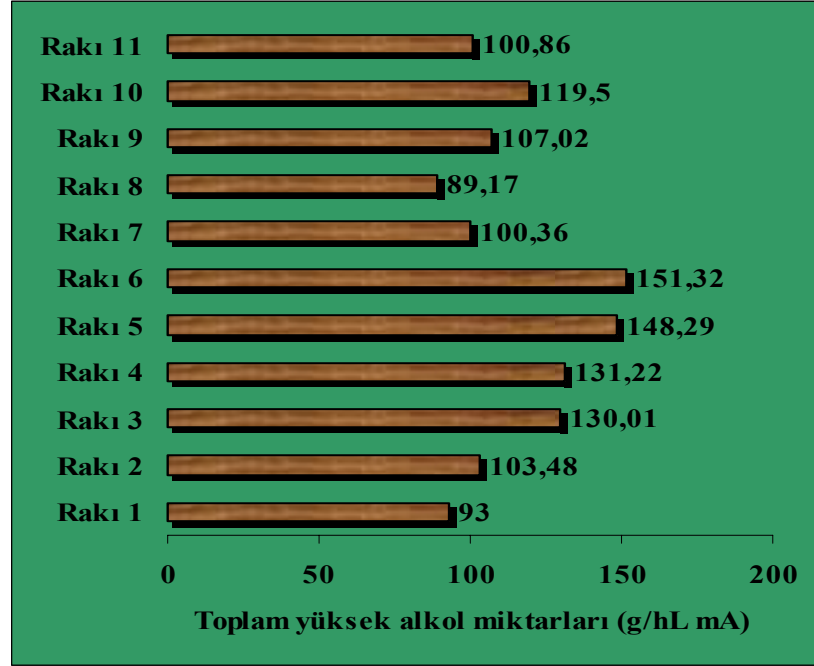
<b>Toplam değerler</b>	<b>Minimum (g/hL mA)</b>	<b>Maksimum (g/hL mA)</b>	<b>Ortalama (g/hL mA)</b>
Toplam yüksek alkol	89.17 (rakı 8)	151.32 (rakı 6)	115.831
Toplam ester miktarı	6.154 (rakı 3)	18.089 (rakı 5)	10.571
Toplam uçucu madde	102.3 (rakı 8)	170.6 (rakı 5)	130.3

#### 4.3.1 Toplam yüksek alkol

Rakıların toplam yüksek alkol miktarları n-propanol, izobütanol, n-bütanol, 2-metil-1-propanol (aktif amil alkol) ve 3-metil-1-bütanol (izoamilalkol) değerleri toplanarak bulunmuştur. Rakı örneklerinin toplam yüksek alkol miktarları rakı 1’ de 92.92 g/hL mA, rakı 2’ de 103.48 g/hL mA, rakı 3’ de 130.01 g/hL mA, rakı 4’ de 131.22 g/hL mA, rakı 5’ de 148.29 g/hL mA, rakı 6’ da 151.32 g/hL mA, rakı 7’ de 100.36 g/hL mA, rakı 8’ de 89.17 g/hL mA, rakı 9’ da 107.02 g/hL mA, rakı 10’ da 119.50 g/hL mA ve rakı 11’ de 100.86 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.10). En düşük değer 89.17 g/hl mA ve en yüksek değer 151.32 g/hL mA’ dır. Genel ortalama ise 115.831 g/hl mA olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 7-8-11 arasındaki fark, rakı 2 ile rakı 7-9-11 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 4 arasındaki fark, rakı 5 ile rakı 6 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 11 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 10 arasındaki fark önemsiz bulunurken; diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

Şahin ve Özçelik (1982), yaptıkları çalışmada, rakıların toplam yüksek alkol miktarlarını 75.45–284.4 g/hL mA olarak belirtmişlerdir. Gözen (2006), 36 adet rakı

örneğinde yaptığı çalışmada toplam yüksek alkol miktarlarını 16.7 g/hL mA ile 138.28 g/hL mA arasında ve genel ortalamayı da 94.65 g/hL mA olarak bulmuştur.



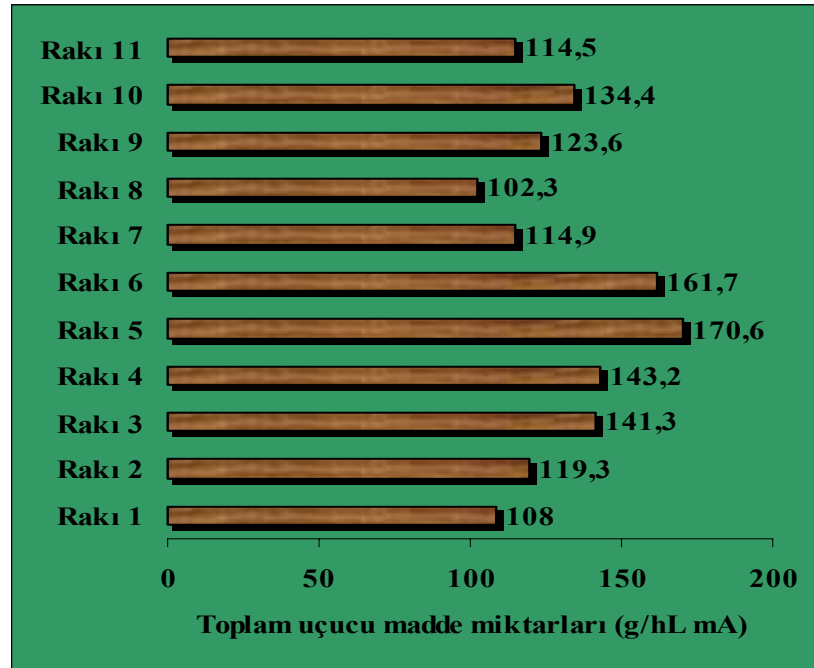
Şekil 4.10 Rakıların toplam yüksek alkol miktarları

Ülkemizde, damıtık alkollü içkilere ilişkin yayımlanan son tebliğde, rakılarda bulunması gerekli toplam yüksek alkol miktarı ile ilgili bir değer verilmemiştir. Ancak, bir önceki “Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği”ne göre, 200 g/hL mA’dan düşük olmalıdır. Avrupa Birliği Yönergesi’ne (Avrupa Birliği Yönergesi-No: 1576/89; Official Journal of EEC 1989) göre, damıtık alkollü içkilerde toplam yüksek alkol konsantrasyonu 140 g/hL mA’ dan düşük olmalıdır (Anonim 2004).

#### 4.3.2 Toplam uçucu madde

Rakıların toplam uçucu madde miktarları etil alkol ve metil alkol hariç, esterlerin, aldehitlerin ve yüksek alkollerin toplanmasıyla hesaplanmıştır. Rakıların toplam uçucu madde miktarları 102.3–170.6 g/hL mA arasında ve genel ortalama 130.3 g/hL mA olarak bulunmuştur. Rakıların toplam uçucu madde miktarları, sırasıyla, rakı 1’de 108.4 g/hL mA, rakı 2’de 119.3 g/hL mA, rakı 3’de 141.3 g/hL mA, rakı 4’de 143.2 g/hL mA,

mA, rakı 5’de 170.6 g/hL mA, rakı 6’da 161.7 g/hL mA, rakı 7’de 114.9 g/hL mA, rakı 8’de 102.3 g/hL mA, rakı 9’da 123.6 g/hL mA, rakı 10’da 134.4 g/hL mA ve rakı 11’de 114.5 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.11). İstatistiksel olarak; rakı 1 ile rakı 8 arasındaki fark, rakı 2 ile rakı 9 arasındaki fark, rakı 3 ile rakı 4 arasındaki fark, rakı 7 ile rakı 11 arasındaki fark, rakı 9 ile rakı 10 arasındaki fark ön emsiz bulunurken; diğer rakı örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). “Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği”ne göre rakının içermesi gereken toplam uçucu madde miktarı 100 g/hL mA veya daha fazla olmalıdır (Anonim 2005a). Gözen (2006), yaptığı çalışmada rakıların toplam uçucu madde miktarlarını 25.96–158.43 g/hL mA arasında ve genel ortalamayı da 113.27 g/hL mA olarak bulmuştur. Rakıların toplam uçucu madde miktarlarının, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, biraz daha yüksek olduğu belirlenmekle birlikte, ilgili tebliğe uygunluğu açısından bu durumun gerekli olduğu vurgulanmalıdır.

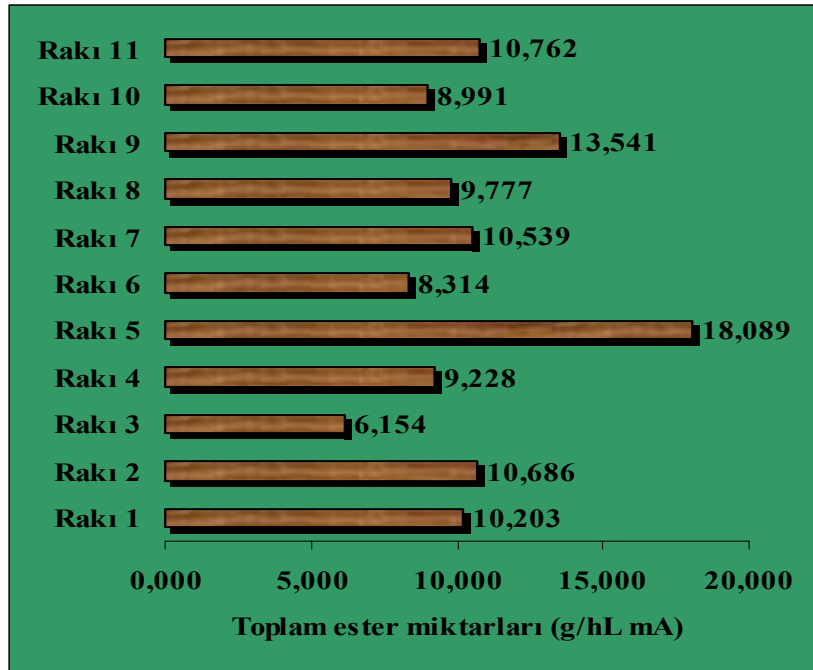


Şekil 4.11 Rakıların toplam uçucu madde miktarları

### 4.3.3 Toplam ester miktarı

Rakıların toplam ester miktarı etil asetat ve metil asetat miktarları toplanarak hesaplanmıştır. Toplam ester miktarı rakının kalitesi açısından önemli bir kriterdir.

Hammaddenin depolanması esnasında ya da fermantasyon aşamasında bakteriyel bulaşı olup olmadığını ortaya koymada önemli bir değerdir. Rakıların toplam ester miktarları rakı 1’de 10.203 g/hl mA, rakı 2’de 10.686 g/hL mA, rakı 3’de 6.154 g/hL mA, rakı 4’de 9.228 g/hL mA, rakı 5’de 18.089 g/hL mA, rakı 6’da 8.314 g/hL mA, rakı 7’de 10.539 g/hL mA, rakı 8’de 9.777 g/hl mA, rakı 9’ da 13.541 g/hL mA, rakı 10’da 8.991 g/hL mA ve rakı 11’de 10.762 g/hL mA olarak bulunmuştur (Şekil 4.12). En düşük değer 6.154 g/hL mA, en yüksek değer 18.089 g/hL mA ve genel ortalama 10.571 g/hL mA olarak hesaplanmıştır. Gözen (2006), yaptığı çalışmada, toplam ester miktarını 4.24-26.93 g/hL mA arasında ve genel ortalama’yı da 12.84 g/hL mA olarak bulmuştur. Rakı örneklerinin toplam ester miktarı literatür verileri ile uyumlu bulunmuştur.



Şekil 4.12 Rakıların toplam ester miktarı

## 5.SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, ülkemizdeki dört farklı firma tarafından on bir farklı marka altında üretilen rakıların etil alkol ve temel uçucu bileşikleri (asetaldehit, etil asetat, metil asetat, metil alkol, 1-propanol, izo-bütanol, 1-bütanol, iso-amil alkol, n-amilalkol, trans-anetol) belirlenerek Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'ne uygunlukları incelenmiştir.

Araştırmada, 11 farklı markaya ait 26 adet rakı örneğinde yapılan analizlerin sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Rakıların alkol miktarları, % hacim olarak, 42.5 ile 48.7 arasında, metil alkol miktarları ise 26.112 -70.080 g/hL mA arasında ve ortalama 51.54 g/ hL mA olduğu belirlenmiştir.

Rakı örneklerinin asetaldehit miktarları 2.1983- 5.9185 g/hL mA arasında ve ortalama 3.9497 g/hL mA, etil asetat miktarları 5.688–17.769 g/hL mA arasında ve ortalama 10.42 g/hL mA, metil asetat miktarları 0-0.466 g/hL mA arasında ve ortalama 0.146 g/hL mA, 1-propanol miktarları 22.058-44.656 g/hL mA arasında ve ortalama 33.673 g/hL mA, n-bütanol miktarları 0.406-1.004 g/hL mA arasında ve ortalama 0.609 g/hL mA, izoamil alkol miktarları 11.889-71.437 g/hL mA arasında ve ortalama 38.751 g/hL mA, izobütanol miktarları 15.561-63.824 g/hL mA arasında ve ortalama 42.399g/hL mA olarak belirlenmiştir.

Anasondan kaynaklanan trans-anetol miktarları 1028–1554 mg/L arasında ve ortalama 1208 mg/L olarak, toplam uçucu madde miktarları 102.3–170.6 g/hL mA arasında ve genel ortalama 130.3 g/hL mA olarak bulunmuştur.

Rakı örneklerinin araştırılan tüm özellikleri yönünden Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'ne uygun oldukları gözlenmiş olup; bu, üretici firmaların üretimlerinde gerekli titizliği göstermeleri açısından sevindirici bir durum olarak değerlendirilmelidir.

Diğer taraftan bazı örneklerin aynı marka altında üretilmelerine rağmen toplam uçucu madde miktarları bakımından farklılık gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bu bakımdan rakı markalarındaki bu gelişmeler yakından takip edilmeli, rakı üreten firmalar piyasaya sundukları ürünleri için araştırma-geliştirme birimlerine ağırlık vermeli ve standardizasyonu sağlamalıdır.

## KAYNAKLAR

- Aktan, N. ve Kalkan, H. 1999. Distile Alkollü İçkiler Teknolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları, 174s., İzmir.
- Amerine, M. A., Berg, H. W., Kunkee, R. E., Ough, C.S., Singleton, V. L. and Webb, A. D. 1980. The Technology of Wine Making , The Avi Publishing Company, 794 s., New York.
- Anonim. 2004. Definition, Description and Presentation of Spirit Drinks. Official Journal of the European Communities, Council Regulation (EEC) No: 1576-89, 25s.
- Anonim. 2005a. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği. Tebliğ no:2005/11, 14s., Ankara.
- Anonim. 2005b. Alkol Tabloları. TAPDK (Tütün Alkol Piyasası Denetleme Kurulu) Yayın No:1, 490s., Ankara.
- Anonim. 2005c. Web Sitesi: <http://www.yayin.adalet.gov.tr>, Erişim Tarihi: 15.12.2005.
- Anonim. 2005d. Web Sitesi: <http://www.gmo.com>, Erişim Tarihi: 15.12.2005.
- Anonim. 2005f. Web Sitesi: <http://www.hurriyetim.com>, Erişim Tarihi: 17.12.2005.
- Anonim. 2006a. Web Sitesi: <http://www.turkyasam.com/showthread?t=200891>, Erişim Tarihi: 14.04.2006.
- Anonim. 2006b. Web Sitesi: <http://www.mey.com>, Erişim Tarihi: 16.04.2006.
- Anonim. 2007. Başbakanlık DPT 9. Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyon Raporu ( Distile Alkollü İçkiler) Çalışmaları (Basımda), Ankara.
- Anonymous. 2005e. <http://www.chemdat.de> Erişim Tarihi: 17.12.2005.
- Apostolopoulou, A. A., Flouros, A. I., Demertzii, P., G. and Akrıda- Demertzi, K. 2005. Differences in Concentration of Principal Volatile Constituent in Traditional Greek Distilates. Food Control, 16, 157–164.
- Boulton, B. R., Vernon, L. S., Linda, Fi. B. and Ralph, E., K. 1996. Principles and Practices of Winemaking, Chapman& Hall, 604 s., London.

- Cabaroğlu, T. 1995. Nevşehir- Ürgüp Yöresinde Yetiştirilen Beyaz Emir Üzümünün ve Bu Üzümünden Elde Edilen Şarapların Aroma Maddeleri Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, 152s., Adana.
- Cabaroğlu, T. 2005. Methanol Contents of Turkish Varietal Wines and Effect of Processing. *Food Control*, 16, 177–181.
- Cortés, S., Gil, M. L. and Fernandez, E. 2005. Volatile Composition of Traditional and Industrial Orujo Spirits. *Food Control*, 16, 383–388.
- Dagher, M. S. and Ruhayyum, I. G. 1975. Fusel Oil and Methanol Content of Lebanese Arak. *Journal of Food Science*, 40, 917–918.
- Erten, H. ve Canbaş, A. 2003. Alkol Fermantasyonu Sırasında Oluşan Aroma Maddeleri. *Gıda*, 28(6), 615–619.
- Fidan, I. ve Şahin, İ. 1993. Alkol ve Alkollü İçkiler Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayınları, Yayın No: 863, (304)s., Ankara.
- Fidan, I., Denli, Y. ve Anlı, E. 1996. Türkiye’de Üretilen Rakılarda Metanol Miktarı Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 21(6), 415- 418.
- Fidan, I. ve Anlı, E. 2002. Yüksek Alkollü İçkiler. Kavaklıdere eğitim Yayınları, No: 6, 258s., Ankara.
- Gözen, O. 2006. Türk Rakılarının Bazı Uçucu Bileşikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 83s., Adana.
- Guymon, J. F. 1970. Composition of California Commercial Brendi Distilates. *Am, j. End. And Vitic*, 21(2), 61-69.
- Güvenç, A. 1997. Etanolün Fermantasyon Çözeltisinden Süperkritik Karbondioksit ile Ekstraksiyonu, Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, 117s., Ankara.
- Hollander, M. and Douglas, A. 1999. nonparametric Statistical Methods. John Wiley&Souns Inc. 779 p., New York.
- Karaveli, M. 1975. Rakı ve Damıtma Teknolojisi. Tekel Genel Müdürlüğü, 136s., İstanbul.
- Kılıç, O. 1990. Alkollü İçkiler Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Yayınları, No:7-023-0199, 236s., Bursa.
- Koçak, S. 1993. Çeşitli Alkollü ve Yüksek Alkollü İçkilerde Metil Alkol ve Yüksek Alkol Düzeylerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 66 s., İzmir.

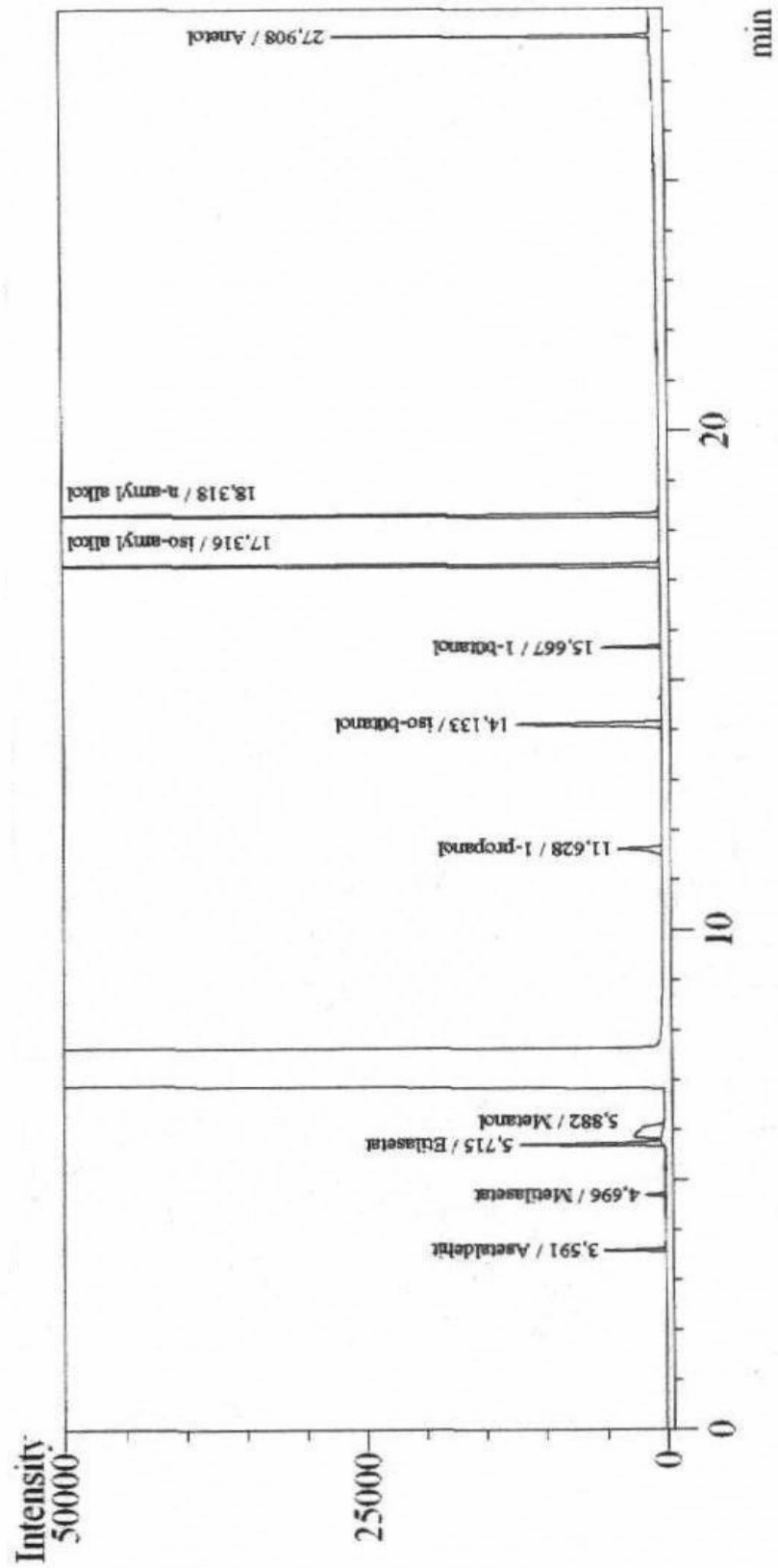
- Kontaminas, M. G. 1986. Volatile Constituents of Grek Ouzo. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 34, 847–849.
- Lablanquie, O., Snackers, G., Contagrel, R. and Ferrari, G. 2001. Characterisation of Young Cognac Spirit Aromatic Quality. *Analitica Chimica Acta*, 458, 191- 196.
- Lee, C. Y., Smith, N. L. and Nelson, R. R. 1979. Relationship Between PME Activity and the Formation of Methanol in Concord Grape Juice and Wine *Food Chemistry*, 4, 143- 148.
- Lewis, J. M. and Young, W. T. 1995. *Brewing*. Chapman&Hall, 398 p., London.
- Pasin, G. 1985. Turkish Alcoholic Beverages. In *Alcoholic Beverages*, Edited by G. G. Birch and M.G. Lindley. Elsevier Applied Science Publishers, 232s. London and New York.
- Profumo, A., Riolo, C., Pesavento, M. and Francoli, A. 1988. Evolution of the Italian Distillate “Grappa” During Aging in Wood: A Gas Chromatographic and High Performance Liquid Chromatography Study. *American Journal and Viticulture*, 39(4), 273- 278.
- Soufleros, E. H., Mygdalia, A. S. and Natskoulis, P. 2004. Characterization and Safety Evaluation of the Traditional Grek Fruit Distilate “Mouro” by Flavor Compounds and Mineral Analysis. *Food Chemistry*, 86, 625- 636.
- Şahin, İ. ve Özçelik, F. 1982. Damıtık Alkollü İçkilerimizin Bileşimi, Özellikle Metanol Miktarı Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 7(3), 121–129.
- Tunail, N. 2005. *Mikrobiyel Metabolizma Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış Ders Notları)*.
- Türker, İ. 1966. Memleketimiz Damıtık Alkollü İçkilerinde ve Bilhassa Rakıda Yüksek Alkoller ve esterler Üzerine Gaz Kromatografisi ile Araştırma. *A.Ü.Z.F. Yayınları*, Yayın No: 275, 42s., Ankara.
- Türker, İ. 1992. *Laboratuvar Tekniği*, A.Ü.Z.F. Yayınları, Yayın No:1237, 380 s., Ankara.
- Uluöz, M. ve Aktan, N. 1974. Türk Damıtık Alkollü İçkilerinde Metanol ve Fuzel Yağlarının Gaz Kromatografisi ile Tayini ve Yabancı Damıtık İçkilerle Mukayesesi. *TÜBİTAK Yayınları*: 224, TOAG Seri no:31, 41s., Ankara.
- Varnam, A., H. and Sutherland, J. P. 1994. *Beverages*, Chapman&Hall, 464p., London.
- Wang, M., Wang, J. and Choong, Y. 2004. A Rapid and Accurate Method for Determination of Methanol in Alcoholic Beverage by Direct Injection Capillary Gas Chromatography. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 187–196.

- Wertman, M. 1976. Lebensmittelrechtliche Beurteilung von Spiritousen auf Grund Ihrer Analysendaten. Institut für Gaerunggewerbe und Biotechnologie zu Berlin. Diplomarbeit, 1125p., Berlin.
- Yaycı, M., Ağrıtmış, H., Turla, A. and Koç, S. 2003. Fatalities Due to Methyl Alcohol Intoxication in Turkey. Forensic Science International, 131, 36- 41.
- Zöhre, D. E. 2002. Şarapçılıkta Etil Alkol Fermantasyonu Üzerine *Saccharomyces spp.* Dışındaki Mayaların Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, 46s., Adana.

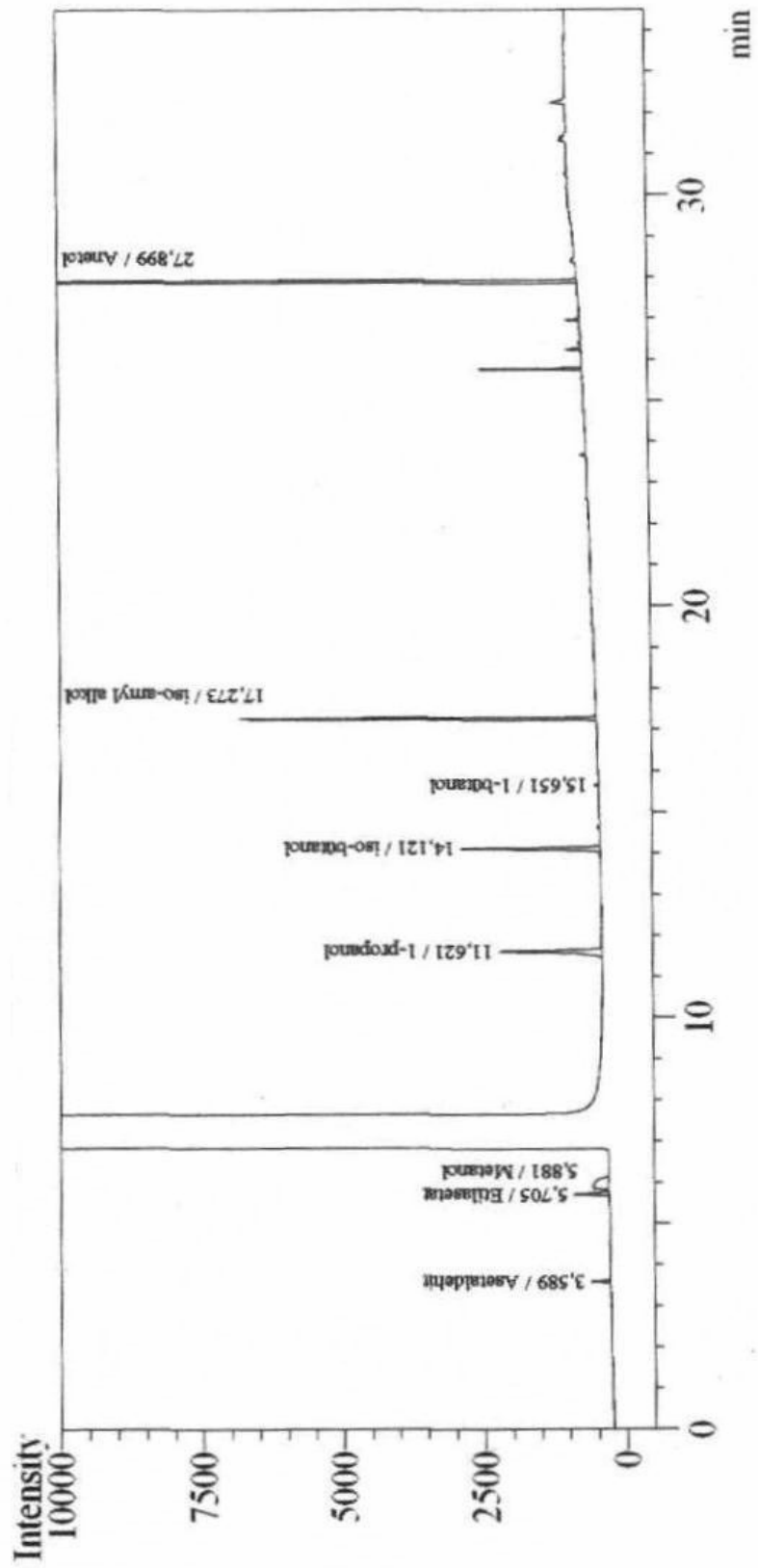
## **EKLER**

- Ek 1 Standartların uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 2 Rakı 1'in uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 3 Rakı 2'nin uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 4 Rakı 3'ün uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 5 Rakı 4'ün uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 6 Rakı 5'in uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 7 Rakı 6'nın uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 8 Rakı 7'nin uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 9 Rakı 8'in uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 10 Rakı 9'un uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 11 Rakı 10'nun uçucu bileşik kromatogramı
- Ek 12 Rakı 11'in uçucu bileşik kromatogramı

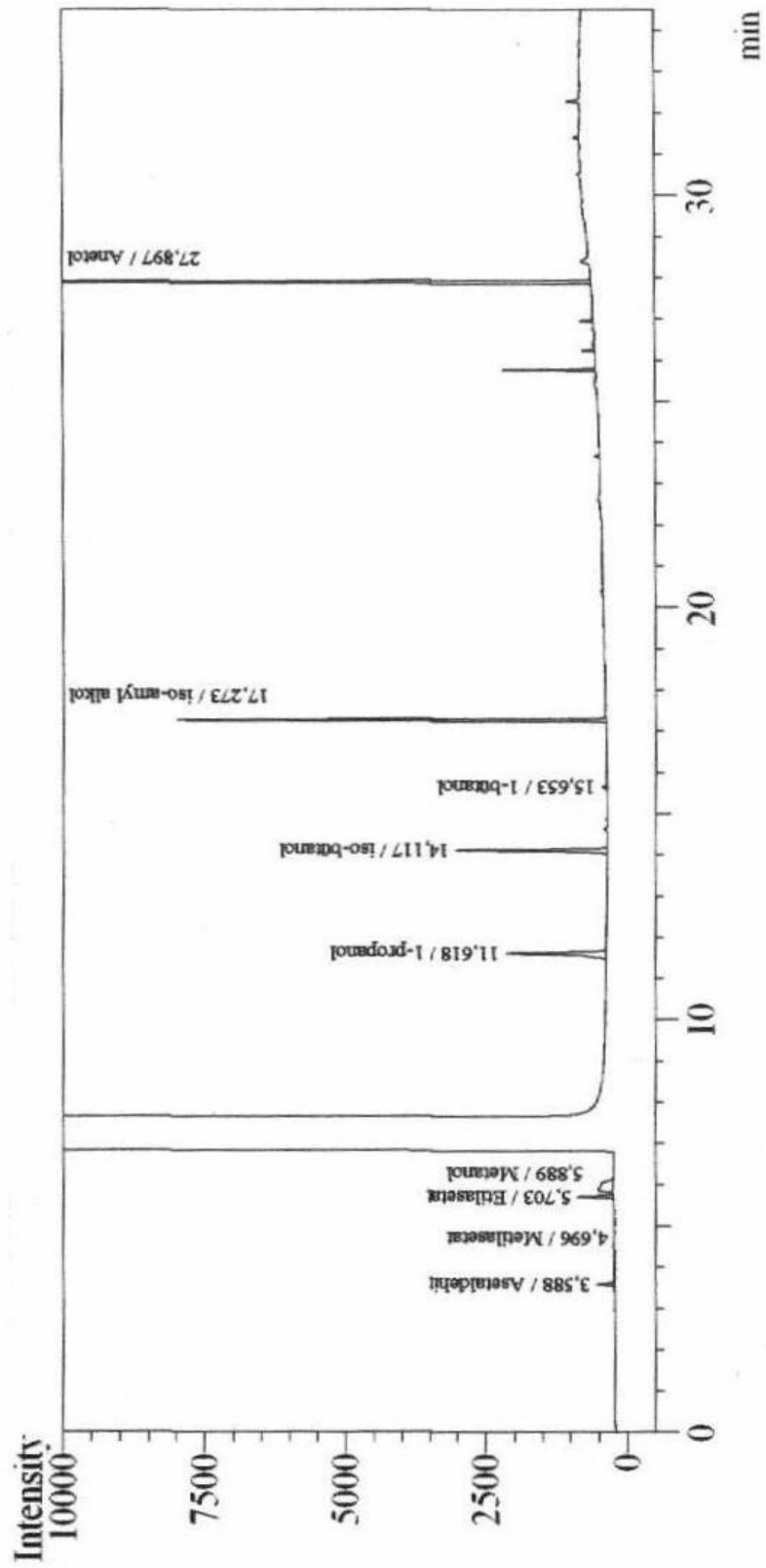
Ek 1 Standartların uçucu bileşik kromatogramı



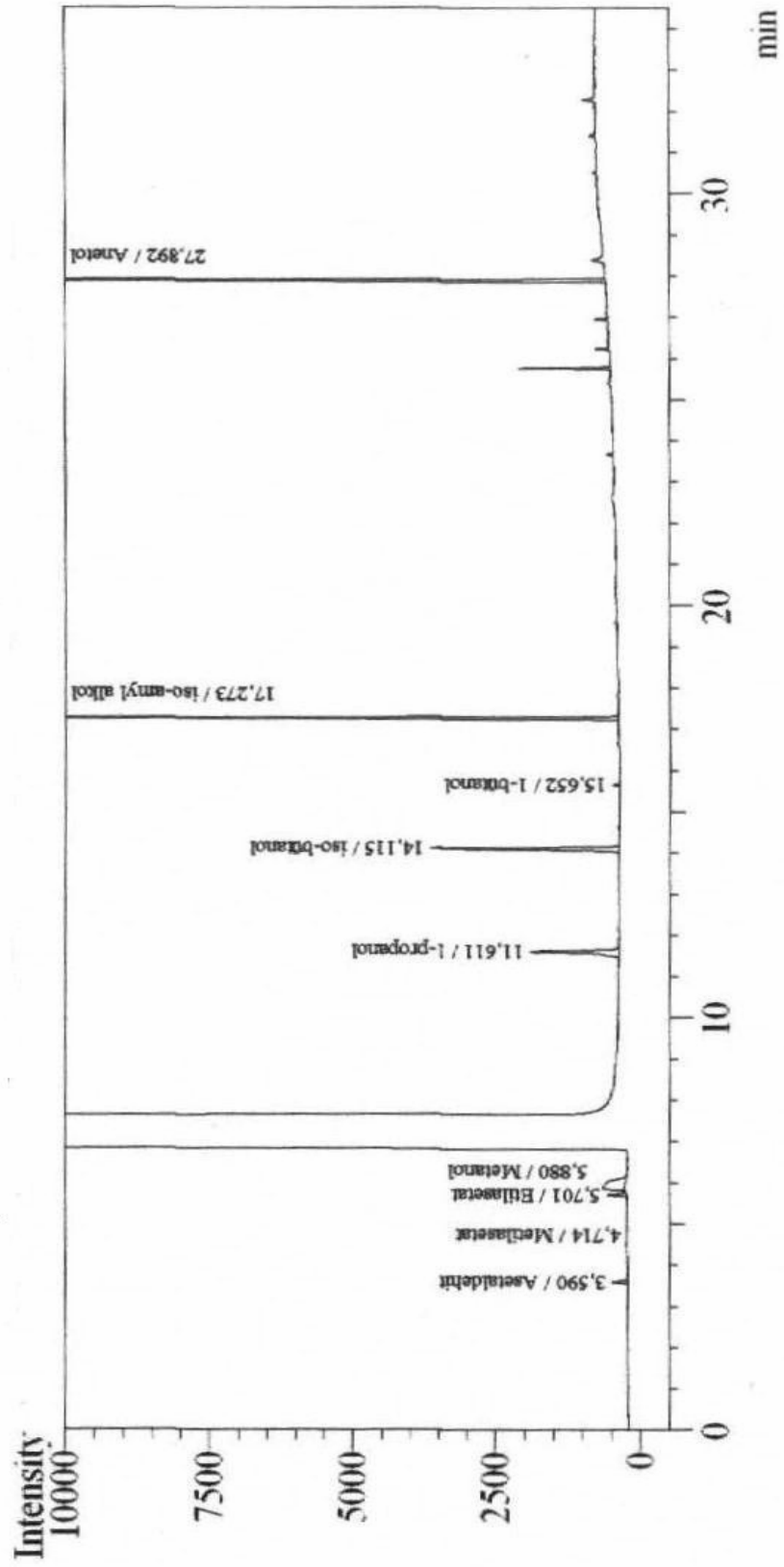
Ek 2 Rakı 1'in uçucu bileşik kromatogramı



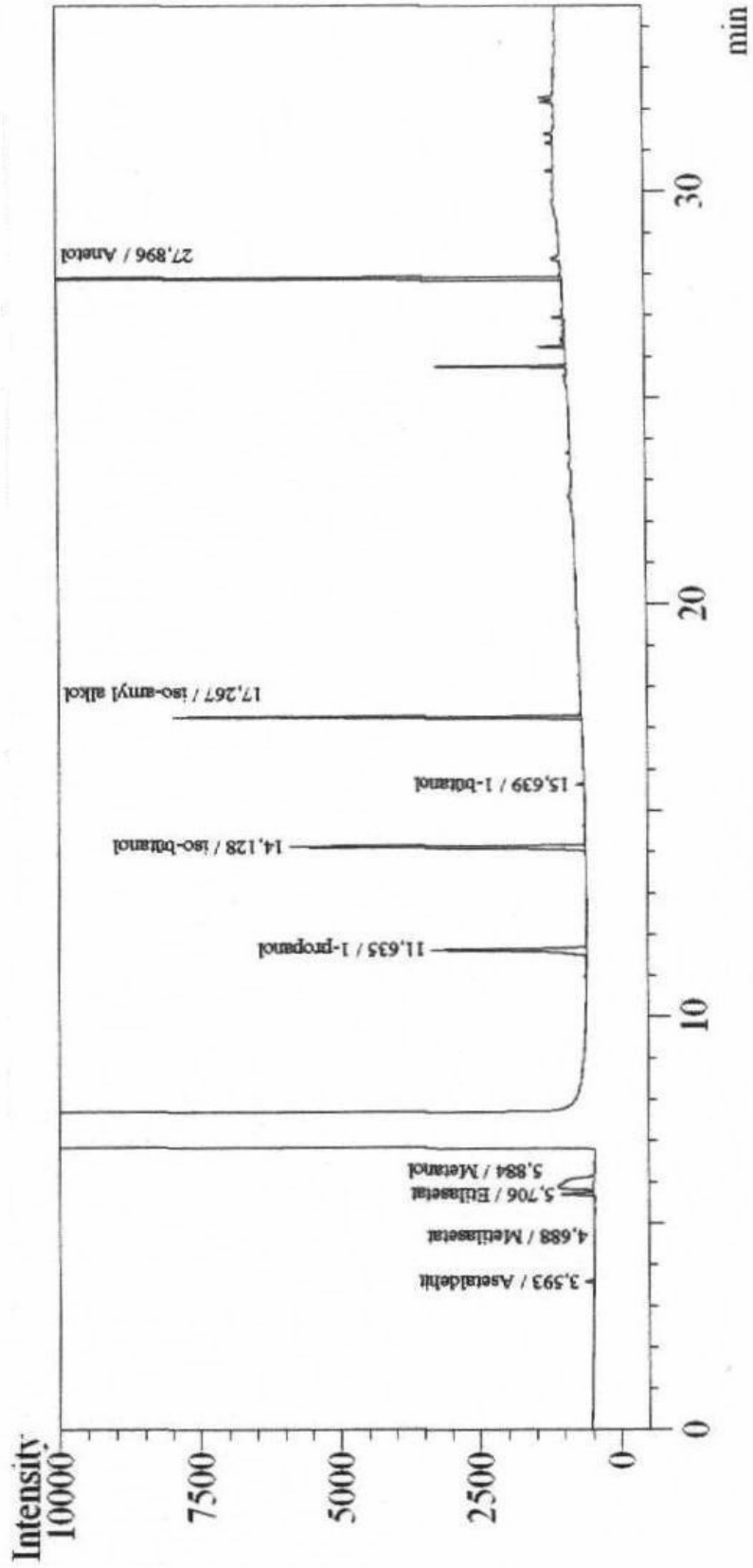
Ek 3 Rakı 2'nin uçucu bileşik kromatogramı



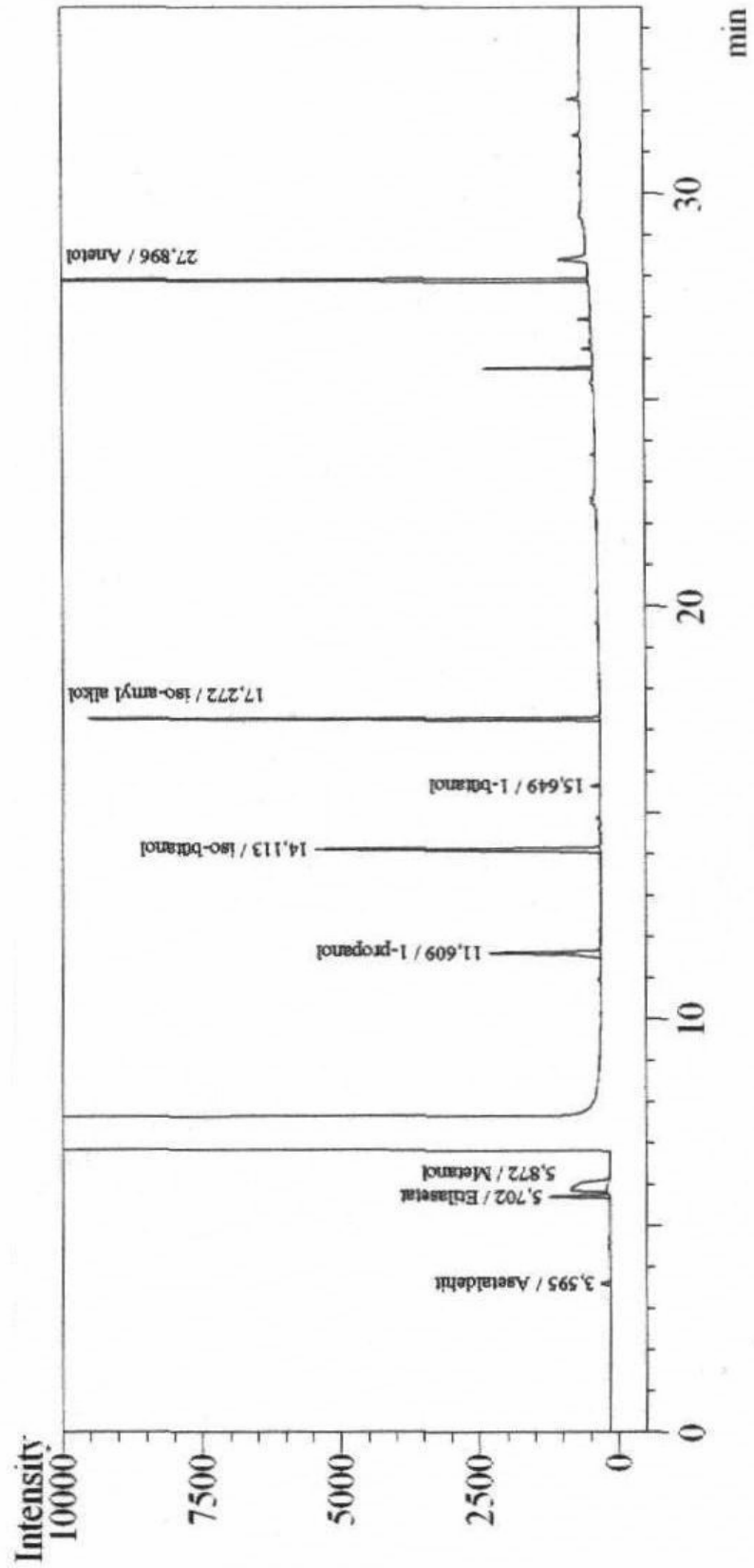
Ek 4 Rakı 3'ün uçucu bileşik kromatogramı



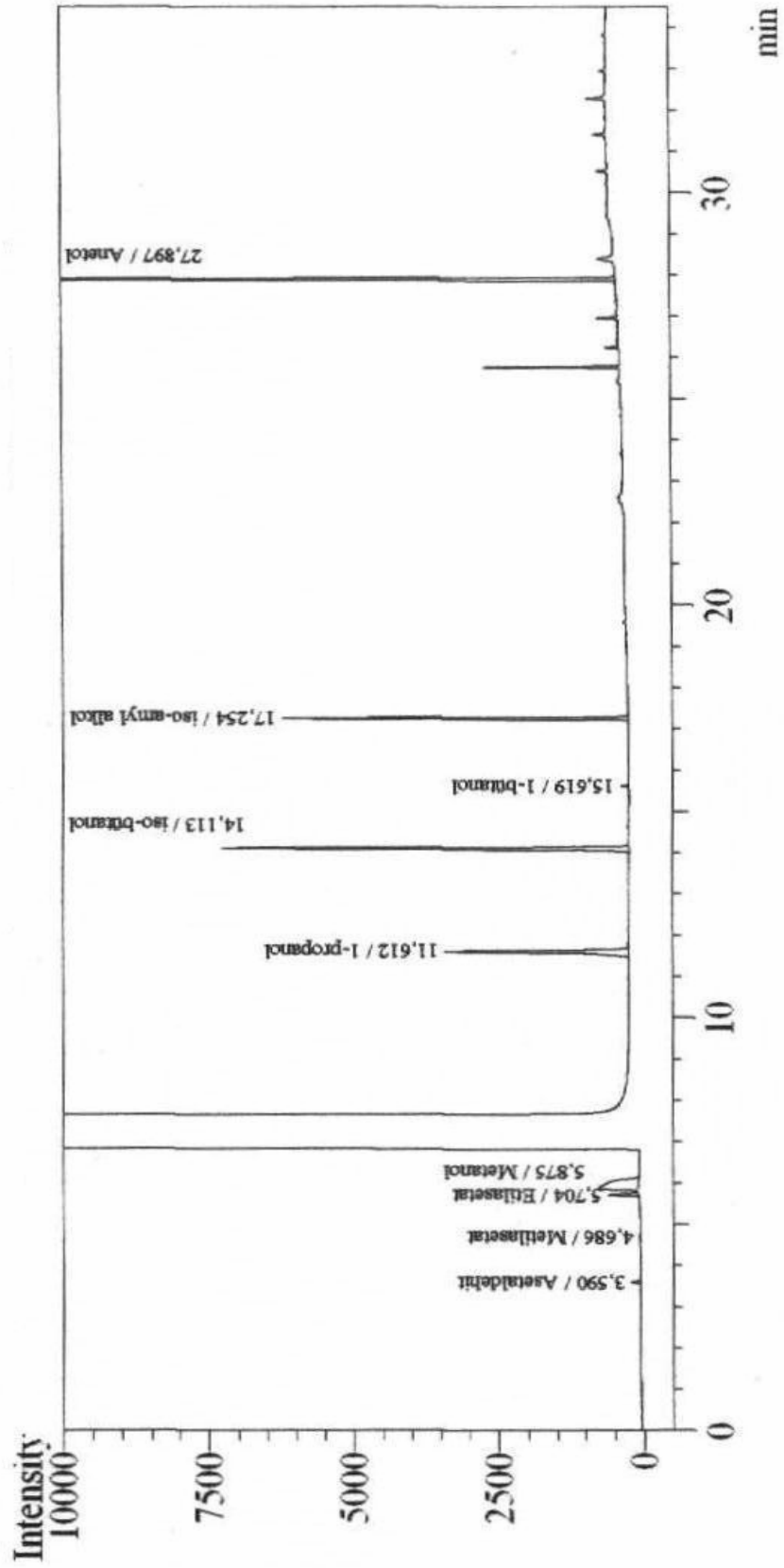
Ek 5 Rakı 4'ün uçucu bileşik kromatogramı



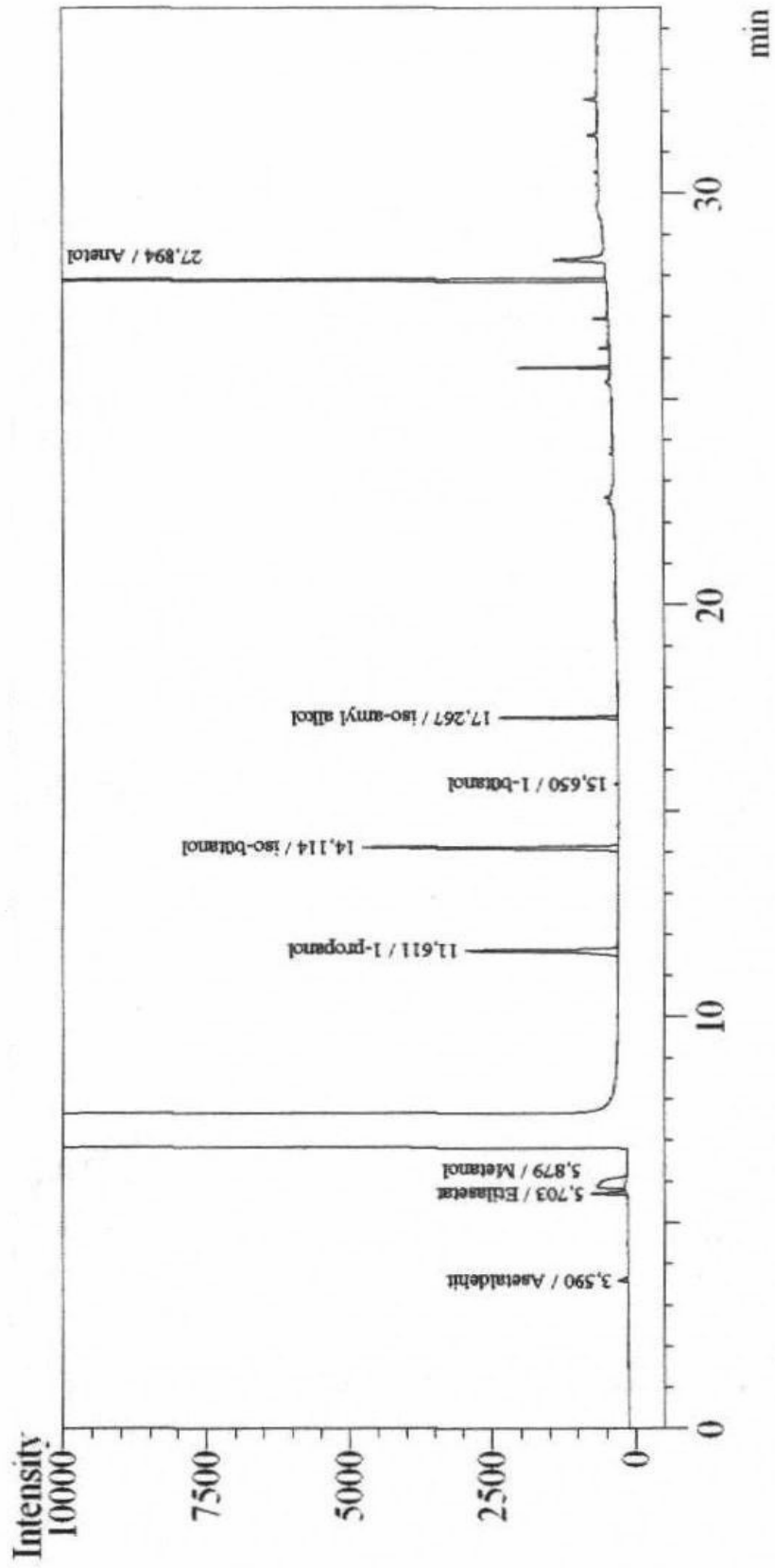
Ek 6 Rakı 5'in uçucu bileşik kromatogramı



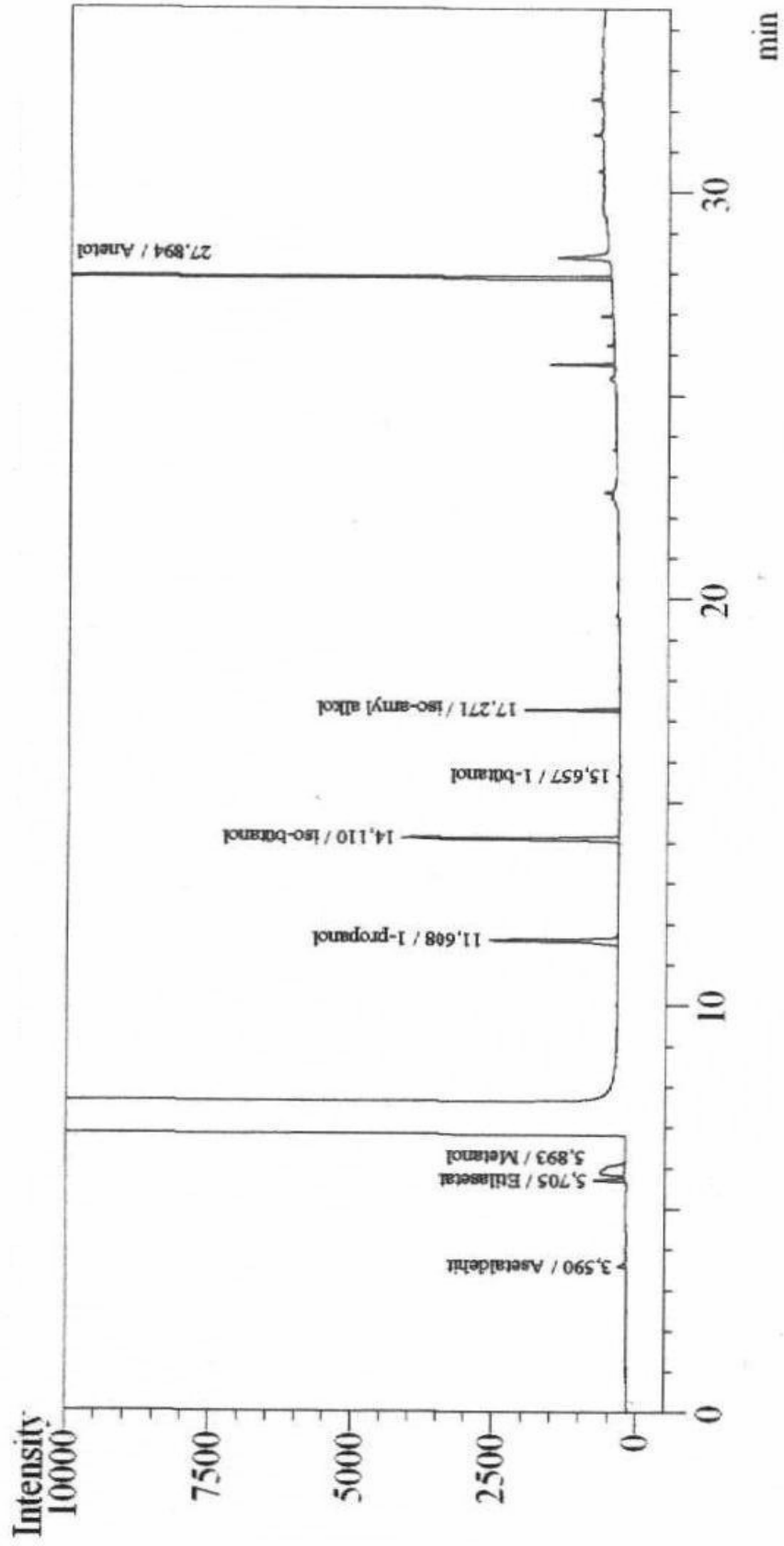
Ek 7 Rakı 6'nın uçucu bileşik kromatogramı



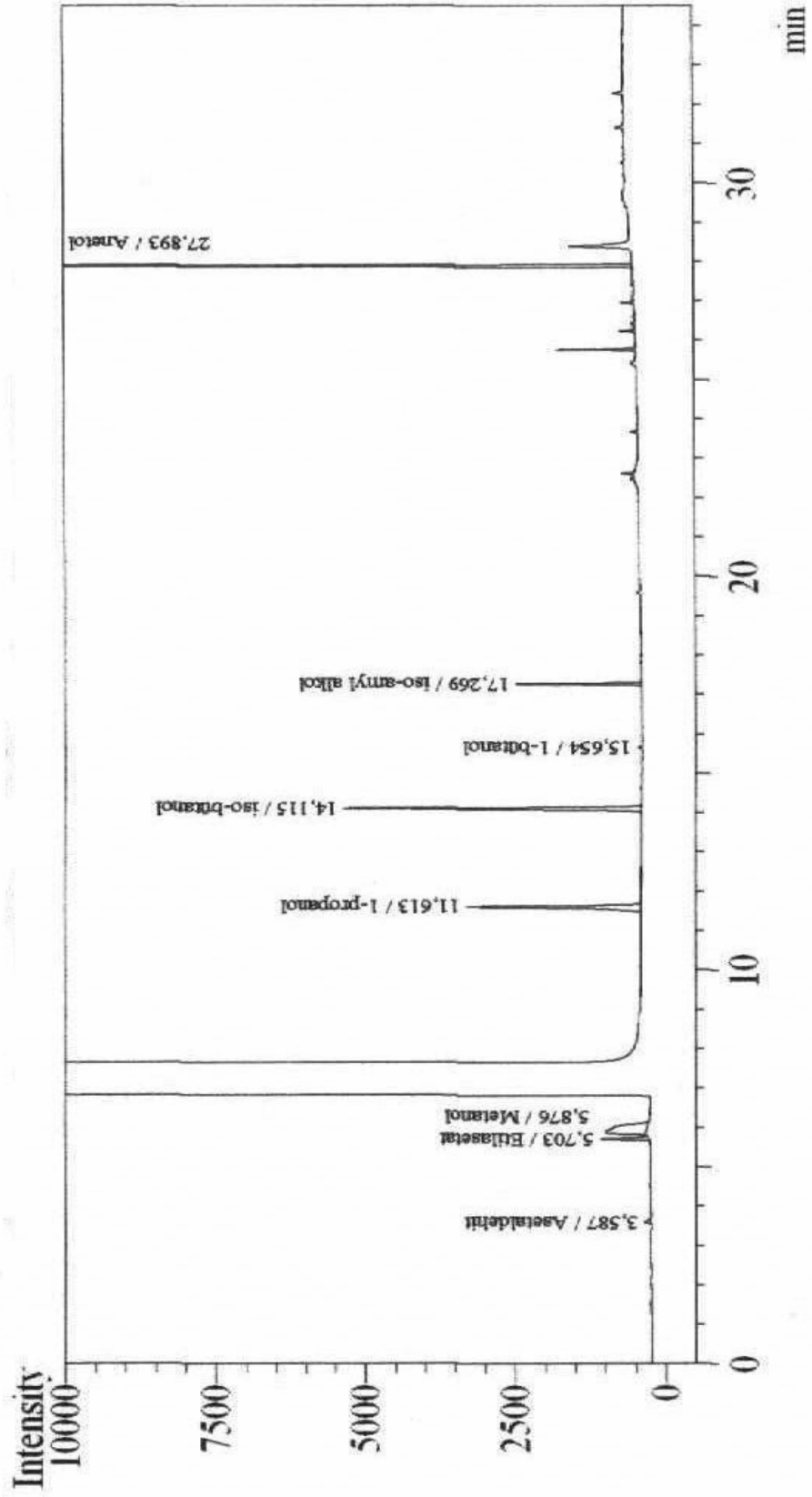
Ek 8 Rakı 7'nin uçucu bileşik kromatogramı



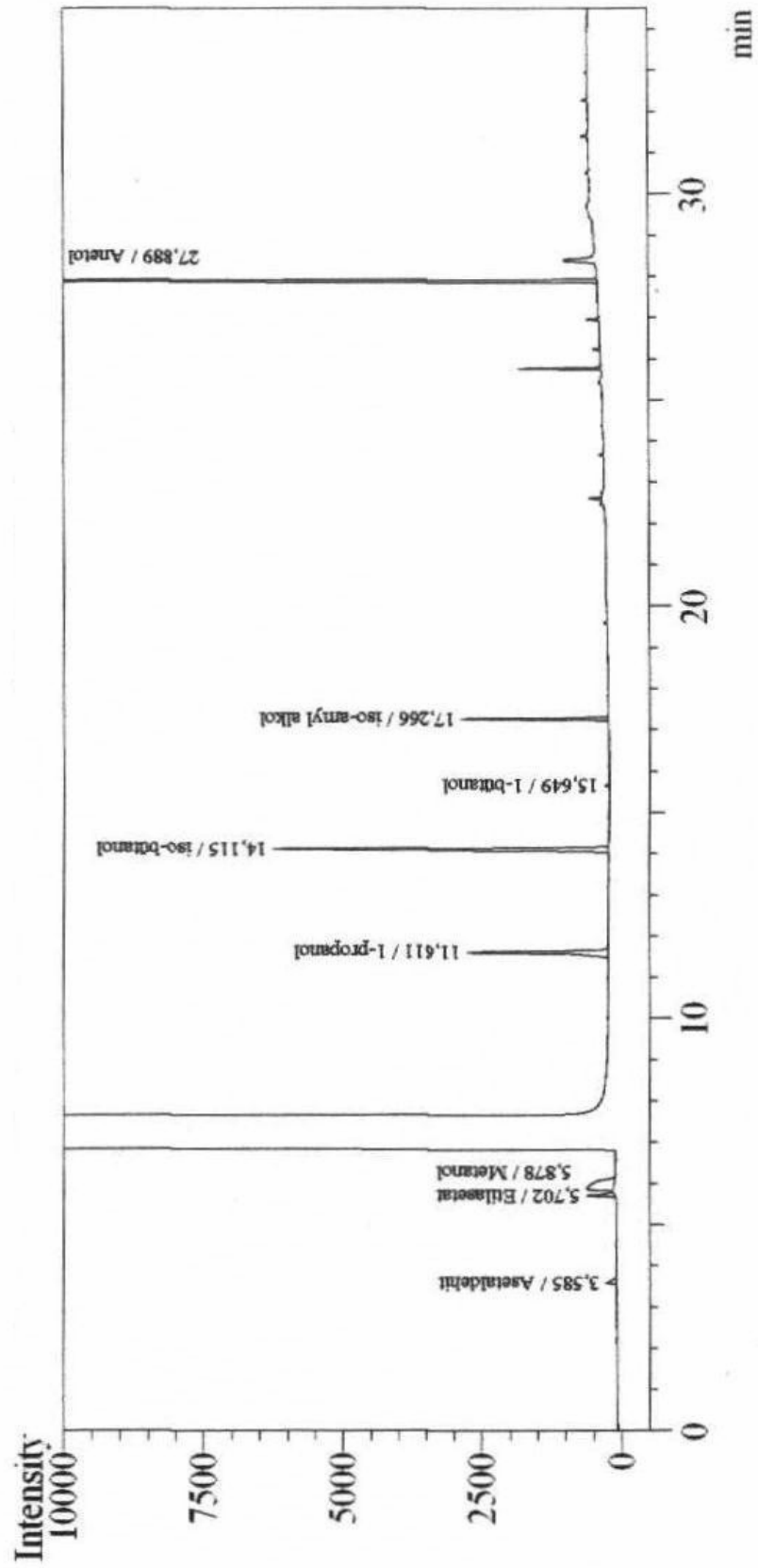
Ek 9 Rakı 8'in uçucu bileşik kromatogramı



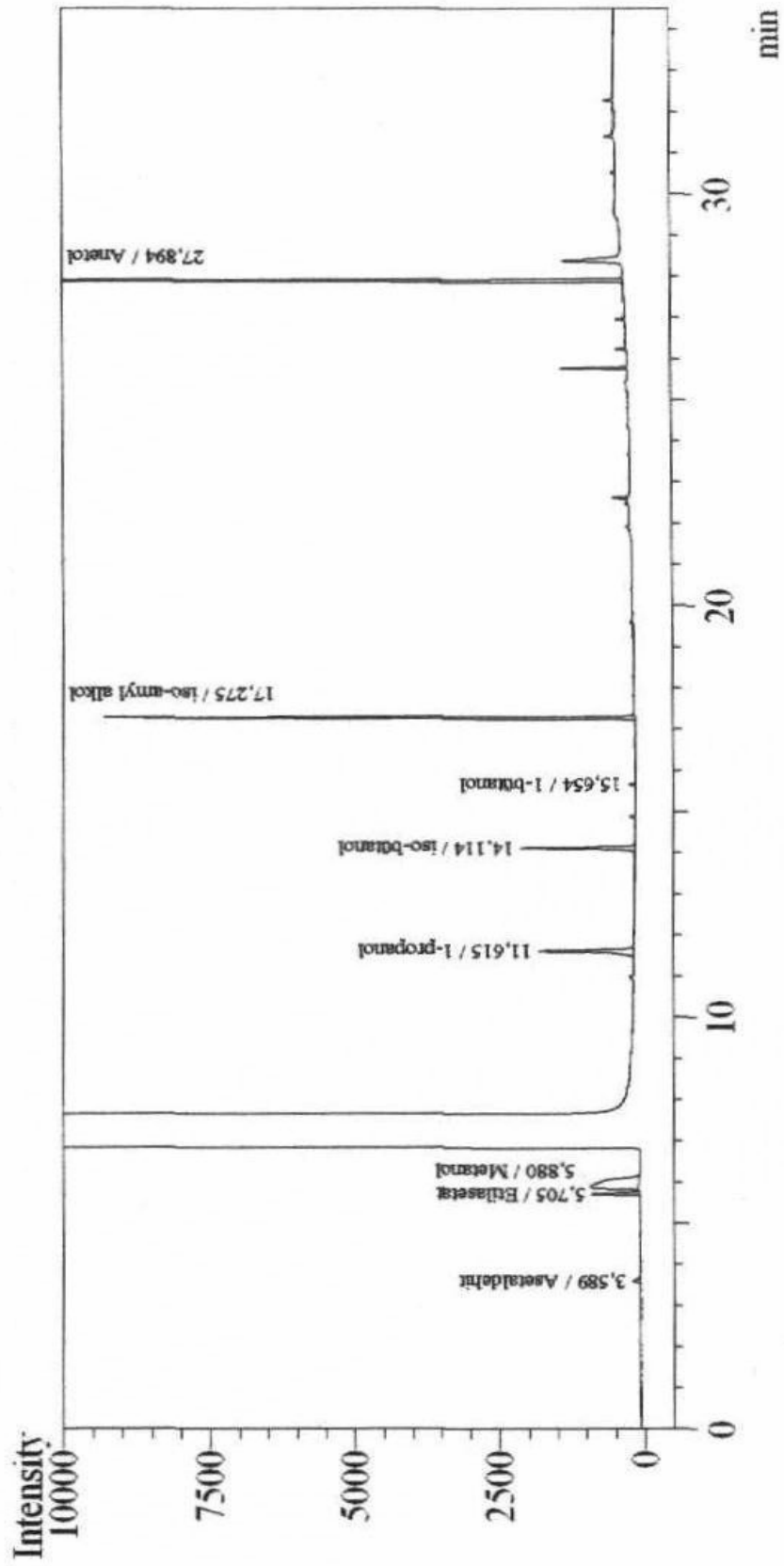
Ek 10 Rakı 9'un uçucu bileşik kromatogramı



Ek 11 Rakı 10'nun uçucu bileşik kromatogram



Ek 12 Rakı 11'in uçucu bileşik kromatogramı



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İclal KOCA

Doğum Yeri : Denizli

Doğum Tarihi: 10.10.1982

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : İzmir Gürçeşme Lisesi (1996-1999)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği  
Bölümü (1999-2004)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği  
Anabilim Dalı ( Eylül 2004- Şubat 2007)