

Proje No: 104O333

**Ekonomik Değeri Yüksek Zeytinlerden Üretilen Türk
Zeytinyağlarının Sınıflandırılması Ve Zeytinyağlarında
Tağşişin Belirlenmesi**

Yrd. Doç. Dr. Figen TOKATLI
Yrd. Doç. Dr. Banu ÖZEN
Yrd. Doç. Dr. Figen KOREL

ARALIK 2007
İZMİR

ÖNSÖZ

Bu rapor 'Ekonomik Değeri Yüksek Zeytinlerden Üretilen Türk Zeytinyağlarının Sınıflandırılması Ve Zeytinyağlarında Tağşişin Belirlenmesi' başlıklı Tübitak-Tovag-104O333 No'lu araştırma projesinin sonuçlarını içermektedir. Çalışma Türkiye'de yetişen zeytinlerden elde edilen sızma yağların bir karakterizasyonunun yapılması amacı ile ve uluslararası literatürde Türk zeytinyağları ile ilgili bu tür çalışmaların eksikliği üzerine önerilmiş, Haziran 2005 tarihinde, telif bedeli hariç 107200 YTL lik bütçe ile başlamış, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümünde desteklenmiş ve yürütölmüş, 6 aylık bir uzatma ile Aralık 2007 de sonlandırılmıştır.

Proje tarafımdan ve iki araştırmacı ile yürütölmüştür. Proje bütçesi ile bir yüksek lisans öğrencisi desteklenmiş, iki yüksek lisans çalışması tamamlanmıştır. Araştırma sonuçları 2006 ve 2007 yıllarında uluslararası konferanslarda poster ve sözlü sunum olarak sunulmuştur.

Zeytinler İzmir Bornova'da bulunan Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nün Bornova ve Kemal Paşa bahçelerinden ve ayrıca Balıkesir Edremit'de bulunan Zeytin Yetiştirme İstasyonu'nun Gömeç'deki bahçelerinden sağlanmıştır.

İzmir ve Edremit bölgelerinden 2005 ve 2006 hasat yıllarında aynı dönemlerde toplanan altı çeşit zeytinden laboratuvar ölçekli bir zeytin değirmeni ile elde edilen zeytinyağları fenolik ve aromatik maddeleri açısından analiz edilmiş, çeşit, coğrafi bölge ve hasat yılı açısından değişiklik gösterip göstermedikleri çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Sonuç olarak hasat yılının ve zeytin çeşidinin sınıflandırmada temel ayraç olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca zeytinyağları yenilebilir başka sıvı yağlarla karıştırılarak tağşişin elektronik-burun ile saptanması üzerine de çalışmalar yapılmıştır. Elektronik burunun zeytinyağındaki tağşiş miktarını, karışımın tipine bağlı olarak, istatistiksel modellerle %78 ve % 90 arasında doğruluk payı ile saptayabildiği bulunmuştur.

İÇİNDEKİLER

Özet	7
Abstract	8
I. Giriş	9
II. Genel Bilgiler	10
III. Gereç ve Yöntem	13
III1. Zeytinlerin toplanması ve yağ eldesi:	13
III2. Serbest asit tayini:	13
III3. Toplam fenolik madde analizi:	13
III4. Peroksit değeri ve oksidatif stabilite analizleri:	14
III5. Duyusal analizler:	14
III6. Renk analizleri:	15
III7. E-burun analizleri:	17
III8. HPLC analizleri:	18
III9. E-burun taşıyıcı analizleri:	19
III10. Olgunluk İndisi:	19
III11. İstatistiksel analizler:	20
IV. Bulgular ve Tartışma	21
IV1. Toplam fenol analizleri	22
IV2. Serbest yağ asitliği	23
IV3. Peroksit değerleri ve oksidatif stabilite:	23
IV4. Renk analizleri:	24
IV5. Duyusal analizler:	25
IV6. E-burun analizleri:	31
IV7. HPLC fenol profilleri:	36
IV8. E-burun taşıyıcı analizleri:	43
V. Sonuçlar	50
Kaynaklar:	54

TABLÖLAR

Tablo 1. Eşlenmiş kıyaslama testi formu	15
Tablo 2. Puanlama Testi Formu	16
Tablo 3. HPLC analizinde kullanılan fenolik maddelerin alıkoyma zamanlarına göre listesi	18
Tablo 4. Olgunluk indisi tanımları	20
Tablo 5. Sızma zeytinyağları ve kısaltmaları	21
Tablo 6. 2006 yılı sızma zeytinyağlarının olgunluk dereceleri	21
Tablo 7. 2005 yılı renk ölçümlerinin ANOVA sonuçları	25
Tablo 8. 2006 yılı renk ölçümlerinin ANOVA sonuçları	25
Tablo 9. 2005 yılı Ayvalık-Bornova ve Ayvalık-Edremit zeytinyağları eşlenmiş kıyaslama testi	26
Tablo 10. 2005 yılı Gemlik-Bornova ve Gemlik-Edremit zeytinyağları eşlenmiş kıyaslama testi	27
Tablo 11. 2006 yılı Ayvalık-Bornova ve Ayvalık-Edremit zeytinyağları eşlenmiş kıyaslama testi	27
Tablo 12. 2006 yılı - Gemlik-Bornova ve Gemlik-Edremit zeytinyağları eşlenmiş kıyaslama testi	28
Tablo 13. 2005 yılı - Puanlama testinin ANOVA sonuçları:	29
Tablo 14. 2006 yılı - Puanlama testinin ANOVA sonuçları:	30
Tablo 15. 2005 sezonuna ait yağların e-burun profilleri	51
Tablo 16. 2006 sezonuna ait yağların e-burun profilleri	52
Tablo 17. 2005 sezonu zeytinyağlarında tespit edilen fenolik maddeler	53
Tablo 18. 2006 sezonu zeytinyağlarında tespit edilen fenolik maddeler	53

ŞEKİLLER

Şekil 1. 2005 yılı - Zeytinyağlarının toplam fenol değerleri	22
Şekil 2. 2006 yılı - Zeytinyağlarının toplam fenol değerleri:	22
Şekil 3. 2005 yılı - Zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değerleri	23
Şekil 4. 2006 yılı - Zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değerleri	23
Şekil 5. 2005 yılı - Zeytinyağlarının 0. ve 11. gün peroksit değerleri.	24
Şekil 6. 2006 yılı - Zeytinyağlarının 0. ve 11. gün peroksit değerleri	24
Şekil 7. Sızma zeytinyağlarına ait bir e-burun kromatogramı (AE 2006 hasat yılı)	31
Şekil 8. 2005 yılı zeytinyağlarının e-burun verilerinin PCA modeline ait komponentleri.	32
Şekil 9. 2006 yılı zeytinyağlarının e-burun verilerinin PCA modeline ait komponentleri.	33
Şekil 10. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait yağların e-burun profillerinin PLS-DA modeli	34
Şekil 11. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve memecik yağlarının e-burun profillerinin Cooman's grafiği	34
Şekil 12 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve gemlik yağlarının e-burun profillerinin Cooman's grafiği	35
Şekil 13. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit yağlarının e-burun profillerinin Cooman's grafiği	35
Şekil 14. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağlarının e-burun profillerinin Cooman's grafiği	36
Şekil 15. Sızma zeytinyağlarına ait bir HPLC profili	37
Şekil 16. 2005 yılı zeytinyağlarının fenolik madde verilerinin PCA modeline ait komponentleri.	38
Şekil 17. 2006 yılı zeytinyağlarının fenolik madde, renk ve peroksit verilerinin PCA modeline ait komponentleri.	38
Şekil 18. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait yağların fenol profillerinin PLS-DA modeli.	39
Şekil 19: 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve gemlik yağlarının Cooman's grafiği	40

Şekil 20: 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve memecik yağlarının Cooman's grafiği	41
Şekil 21 : 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit yağlarının Cooman's grafiği	42
Şekil 22 : 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağlarının Cooman's grafiği	42
Şekil 23. Ayvalık ve nızip yağlarının e-burun kromatogramları	43
Şekil 24. Cooman çizimi: Değişik oranlarda Nızip zeytinyağı karıştırılmış Ayvalık zeytinyağı.	44
Şekil 25. Ayvalık + Nızip Tağışış. Gerçek %Nızip değerlerine karşı tahmin edilen %Nızip değerleri	44
Şekil 26. Erkence ve nızip yağlarının e-burun kromatogramları	45
Şekil 27. Cooman çizimi: Değişik oranlarda Nızip zeytinyağı karıştırılmış Erkence zeytinyağı.	45
Şekil 28. Erkence + Nızip Tağışış. Gerçek %Nızip değerlerine karşı tahmin edilen %Nızip değerleri	46
Şekil 29. Cooman çizimi: Değişik oranlarda ayçiçek yağı karıştırılmış Ayvalık zeytinyağı.	47
Şekil 30. Ayvalık ve ayçiçek yağlarının e-burun kromatogramları	48
Şekil 31. Cooman çizimi: Değişik oranlarda fındıkyağı karıştırılmış Ayvalık zeytinyağı.	48
Şekil 32. Ayvalık ve fındık yağlarının e-burun kromatogramları	49

ÖZET

Bu çalışma ile ekonomik değeri yüksek memecik, erkence, gemlik, ayvalık, domat ve nızıp-yağlık zeytinlerinden elde edilen sızma zeytinyağlarının fenoller ve aromatik özellikleri bakımından zeytin tipi, coğrafi konum ve hasat yılına göre nasıl bir değişiklik gösterdiği ortaya çıkarılmıştır.

Değişik zeytin tipleri İzmir ve Edremit’de bulunan Zeytincilik Araştırma Enstitüsü’ne ait istasyonlardan alınmış, yağlar aynı koşullarda elde edilmiş, böylece zeytin tipine göre ayırma iklim, toprak ve işleme koşulları sabit tutulmuştur. Coğrafi bölge etkisi İzmir ve Edremit’den alınan iki tip zeytinden elde edilen yağlarla incelenmiştir. Zeytinyağlarına ait toplam fenol, serbest asitlik, peroksit değeri, renk ölçümleri, sıvı kromatografisi (HPLC) ile elde edilen fenolik madde miktarları ve elektronik-burun (e-burun) ile elde edilen uçucu madde profillerinden oluşan çok değişkenli veri matrisi asal bileşenler analizi ve kısmi en küçük kareler yöntemi ile değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analizler sonucunda daha çok Kuzey Ege bölgesinde yetiştirilen Ayvalık ve Gemlik varyetelerinden elde edilen yağların Güney Ege bölgesine ait Memecik ve Erkence yağlarından ve Güneydoğu Anadolu bölgesine ait Nızıp yağlarından belirgin bir şekilde ayrıldığı görülmüştür. 2005 ve 2006 yıllarında elde edilen yağların ölçülen kimyasal verilere göre, zeytin tipine bakmaksızın birbirinden farklı özellikler gösterdiği bulunmuştur.

Projede zeytinyağında tağışın hızlı ve pratik bir yöntem olan elektronik burun ile saptanması da çalışılmıştır. İki farklı zeytinyağının değişik oranlarda karışımları ve zeytinyağının diğer sıvı yağlarla karışımında belli bir yüzdeye kadar karışım olduğu ve bu karışımın miktarı istatistiksel modeller yardımı ile bulunabilmiştir. Bağımsız bir kontrol veri seti ile regrasyon katsayısı R^2 , zeytinyağı karışımlarında %90, ayçiçek karışımlarında % 83, fındıkyağı karışımlarında %78 olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: zeytinyağı, fenolik profil, elektronik burun, tağış, sınıflandırma

ABSTRACT

In this study, the phenolic profiles (HPLC) and aromatic profiles (electronic nose) of extra virgin olive oils of high economic value olives (memecik, erkence, gemlike, ayvalık, domat, nızıp-yağlık) were obtained and classification according to olive cultivar, geographical origin and harvest year were studied.

The olives were supplied from the same olive groves in Izmir and Edremit, where the trees were exposed to the same agricultural experiences in two harvest seasons (2005 and 2006) so that all other factors such as climate and soil were kept constant. The extra virgin olive oils that were produced under the same conditions have been studied for acidity, total phenol content, color, peroxide value and also for phenolic and aromatic profiles for classification according to the olive variety and harvest year with chemometric methods.

The olive oils produced from ayvalık and gemlik varieties differ from erkence, memecik and nızıp olive oils according to the result of statistical analysis of multivariate data. In addition, olive oils of different harvest seasons show different chemical characteristics regardless of olive variety. In this study, the adulteration of olive oils with other olive oils, sun flower oil and hazelnut oil with a rapid analysis method, e-nose. The adulteration percentages were able to be detected up to certain quantities with the help of partial least square regression analysis of data. With the validation data sets, the regression R^2 values were found to be 90 % in olive oil mix, 83 % in sunflower oil mix and 78% in hazelnut oil mix.

Key words: olive oil, phenolic profile, electronic-nose, adulteration, classification

I. GİRİŞ

Zeytinyağının insan sağlığı üzerinde kolesterolü düşürme, kalp hastalıklarının oluşumunu önleme ve tansiyon düşürme gibi olumlu etkileri olduğu bilimsel çalışmalar sonucu ortaya çıkarılmıştır (Navarro ve diğerleri, 1994). A.B.D. Gıda ve İlaç Dairesi, 2004 yılından itibaren zeytinyağlarının üzerine 'insanların diyetlerinde doymuş yağlar yerine zeytinyağı kullanmaları durumunda kalp hastalıkları riskini azaltabilecekleri yönünde sınırlı ve kesin olmayan bulgular olduğuna' dair bir ibarenin yazılabilmesine izin vermiştir (Burros, 2004). ABD'de, zeytinyağı bu tür bir iddianın ürün üzerinde yazılı olarak yapılabileceği sadece üçüncü üründür. İnsan sağlığına olumlu etkilerinden dolayı zeytinyağına olan talep de hızla artmaktadır. 1990/91 sezonunda dünyada zeytinyağı tüketimi 1,666,500 ton iken bu rakamın 2003/04 sezonunda 2,763,000 tona yükselmesi beklenmektedir. Türkiye yıllara bağlı olarak dünyada zeytinyağı üretiminde ve ihracatında 4 veya 5'inci sıradadır (International olive council, 2007).

Avrupa Birliği tarafından 1992'de çıkarılan bir yönetmelik, bazı gıda ürünlerinin ismini yanlış kullanma ve taklitten koruma, tüketicilere o ürün hakkında daha spesifik bilgi verme ve tarımda çeşitliliği özendirme nedenleriyle özel statüler sağlamış ve bu ürünleri koruma ve özendirme kararı almıştır (Protected designation of origin-EC 2081/92, Protected geographical indication-EC 2082/92). Bu statüye zeytinyağı da dahil olup, İspanya, İtalya ve Yunanistan'daki bir çok bölgenin zeytinyağları korunmaya alınmıştır. Bu tür bir statüden yararlanabilmek için Avrupa Birliğine girme çabalarında olan Türkiye'de zeytinyağının kalitesini vurgulayan daha çok bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır. Türkiye zeytinyağında çok büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen bu konuda yapılan bilimsel araştırmalar oldukça kısıtlıdır. Zeytinyağı ile ilgili yapılan bilimsel araştırmaların çok büyük bir kısmı zeytinyağı üretiminde ilk üç sırayı alan İspanya, İtalya ve Yunanistan kaynaklıdır.

Tek tip zeytinden elde edilen zeytinyağların özelliklerinin belirlenmesi bu zeytinyağların kalitesinin belirlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca bu bilgiler kullanılarak farklı tip zeytinyağlarının sınıflandırması da yapılabileceği gibi tağşişin belirlenmesinde de böyle bir çalışma önem kazanır. Tağşiş farklı tip zeytinyağlarının karıştırılması ile yapılabileceği gibi zeytinyağının içine ayçiçek ya da fındık yağı gibi ekonomik değeri daha düşük yağların eklenmesi ile de gerçekleştirilebilir. Tağşişin belirlenmesi hem tüketicinin ekonomik yönden zarara uğratılmasını engellemek açısından hem de oluşacak zehirlenme ya da alerjik reaksiyonlar gibi insan sağlığını etkileyebilecek durumları ortadan kaldırmak açısından önemlidir. Elektronik burun (e-burun) gibi geleneksel yöntemlere göre daha hızlı sonuç veren ve zahmetli örnek hazırlama işlemleri gerektirmeyen yöntemler son yıllarda yağların karakterizasyonunda tercih edilmeye başlanmıştır. Bu yöntemler tağşişin de hızlı tesbitini sağlayabileceğinden diğer yöntemlere göre avantajlı olabilir.

Bu çalışmada ekonomik yönden önemi olduğu düşünülen memecik, erkence, gemlik, ayvalık, domat ve nızip-yağlık zeytinlerinden üretilen sızma zeytinyağlarının çeşitli özellikleri belirlenmiş bu özellikler zeytinyağlarının sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Ayrıca e- burun ile zeytinyağında tağşişin tesbiti için metodlar geliştirilmiştir.

II. GENEL BİLGİLER

Zeytin ve zeytinyağı Akdeniz kültürünün doğal bir parçasıdır. Zeytinyağı, trigliserid, gliserol, pigmentler, steroller, tokoferol, fenoller ve diğer az miktardaki bileşiklerden oluşan oldukça ilginç kimyasal ve duyuşsal özellikleri olan bir üründür. Zeytinyağı yüksek oranda monoen oleik asit içerir. Fenol içeriği zeytinyağların kalitesini belirleyen önemli parametrelerden biridir. Fenoller yağın lezzet ve kokusuna katkıda bulunduğu gibi yağı oksidasyondan koruyarak stabilitesini de sağlarlar. Zeytinyağının monoen özelliği ve fenol, tokoferol, klorofil, sterol, skualen gibi bileşiklerinden dolayı insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Akdeniz ülkelerinde kalp hastalıkları oranının azlığı doğrudan zeytinyağı tüketimine bağlanmıştır (Navarro ve diğerleri, 1994). Özellikle yüksek gelir seviyeli ülkelerdeki tüketicilerin insan sağlığına olumlu etkisi olan ürünlere talebinin artması, dünyada zeytinyağı tüketiminin artmasına da yansımıştır.

Zeytinyağının içeriğinin iklim ve topraktaki farklılıklara bağlı olarak yetiştirme bölgelerine göre değişim gösterdiği bilinmektedir (Kritsakis, 1998; Ryan ve Robards, 1998). Bugüne kadar zeytinyağının yetiştirme bölgesi ile içeriği arasında bağlantı kurmayı amaçlayan bir çok bilimsel çalışma genellikle çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle bağlantılı olarak değişik kimyasal analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Özellikle kromatografik yöntemler yağ asitleri, steroller ve fenoller gibi bileşenlerin belirlenip zeytinyağlarının sınıflandırılmasında en sık kullanılan metodlardır. Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ve çok değişkenli istatistiksel analizler farklı bölgelerde yetişen iki tip zeytini trigliserit içeriğine göre başarı ile ayırt etmiştir (Stefanoudaki ve ark, 1997). Bir başka çalışma da ise yağ asitleri kullanılarak bir sınıflandırma yapılmıştır (Bucci ve ark, 2002). Fenollüklerin HPLC yolu ile belirlendiği bir diğer çalışmada ise olgunluk, toprak ve iklim koşullarının zeytin tipinden daha önemli olduğu belirlenmiştir (Cinquanta ve ark, 1997). İki önemli İtalyan zeytin tipinden elde edilen zeytinyağı ile yapılan çalışmada zeytinlerin yetiştiği bölgenin yüksekliğine göre oleik, linoleik asit, tokoferol ve fenol içeriklerinde, stabilitelerinde ve duyuşsal özelliklerinde farklılıklar gösterdiği gözlenmiş ve bu bilgi zeytinyağların sınıflandırılmasında kullanılmıştır (Aguilera ve ark, 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalarda değişik bölgelerden gelen zeytinyağlarının farklarının belirlenmesinde NMR'da kullanılmıştır ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Mannina ve ark, 2001). Gomez-Rico ve arkadaşlarının (2007) yaptığı bir çalışmada, artan sulama ve yağmur ile yağ veriminin ve toplam fenol miktarının azaldığı görülmüştür.

Fenolik maddeler zeytinyağlarının besin değerini, duyuşsal özelliklerini ve raf ömrünü etkileyen minör miktarlarda bulunan önemli bileşiklerdir. Oleuropein ve türevleri zeytinyağlarına acı, buruk bir tat verirken hidroksitirosol, tirosol, kafeik asit ve p-kumarik asit yağların duyuşsal bakımdan özelliklerini belirler (Kristakis, 1998, Gutierrez-Rosales, Riaos, & Goamez-Rey, 2003). Ayrıca, zeytinyağların içinde bulunan oleuropein, hidroksitirosol ve tirosol gibi fenolik maddelerin antimikrobiyal özellikleri de son zamanlarda çalışılan konulardan biridir (Medina ve ark, 2007). Fenolik profiller aynı zamanda zeytinyağlarının parmak-izi olarak sınıflandırılmalarında da rol oynayabilmektedirler (Kalua ve ark, 2005).

Zeytinyağının kendine özgü kokusu ürünün duyuşsal kalitesi bakımından çok önemli bir kalite kriteridir. Duyusal kalitenin belirlenmesinde duyuşsal panellerden yararlanılmaktadır. Ancak bu çok masraflı, zaman alıcı ve subjektif bir yöntemdir. Eğitilmiş panelistler belirli bir süre çalışabilmekte ve kişisel kararlara dayandığı için panel sonuçları belirli bir hata payı içerebilmektedir. Duyusal panel testlerinin yanı sıra analitik yöntemlerle de (GC, GC/MS, vb.) aroma maddelerinin ayrıştırılması ve tanımlanması mümkündür. Bu yöntemde örnek hazırlanması ve uzman kişilerin analizleri yapması gerekmektedir ve bu çok zaman alıcıdır. Belirlenen bileşiklerin kokuları bazı durumlarda ürünü tanımlamaya yetmemektedir. Yapılan bir

çalışmada, GC ye bağlı koklama ünitesinden alınan kakaonun aromatik bileşiklerinin tek tek kokuları kakaonun kendine özgü kokusunu vermemiştir (Hodgins ve Simmonds, 1995; Hodgins 1997). Son yıllarda gıda ürünlerinin aromalarının belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında sensör dizilerin kullanımına olan ilgi gittikçe artmaktadır. Çeşitli tipte sensör dizilerini (metal oksit, iletken polimer, Quartz kristal, yüzey akustik dalga sensörler gibi) içeren 'elektronik burun' adı verilen cihaz, insan koku alma sistemine benzer bir prensiple çalışmaktadır. Analiz, gaz molekülleri ve sensörler arasında meydana gelen fiziksel ve/veya kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan direnç değişimi, potansiyel değişimi veya rezonans frekansındaki değişim esasına göre yapılmaktadır. Sensör dizilerinden gelen sinyal modelleri, veri işlemcisinde toplanıp model tanımlama programlarıyla analiz edilmektedir (Gardner ve Barlett, 1999). E-burun ile her bir uçucu bileşiğin belirlenmesine gerek kalmadan ürünün kokusu vasıtasıyla parmak izinin çıkarılması, sınıflandırılması veya bilinmeyen kokuların belirlenmesi mümkün olmaktadır. Bu yöntem basit, hızlı ve uzman kişilere gerek duyulmadan uygulanabilmektedir (Biswas ve ark, 2004). Bitkisel yağların sınıflandırılması ve ayçiçeği yağının oksidasyonunun belirlenmesine ilişkin bir çalışmada yüzey akustik dalga sensörlerine sahip elektronik burun kullanılarak bitkisel yağların sınıflandırılmasında ve ayçiçek yağının oksidasyonunun belirlenmesinde çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Toplam 16 çeşit bitkisel yağın sınıflandırılmasında e-burun %97 oranında yağlar arasındaki farklılığı belirleyebilmiştir (Gan ve ark, 2005). Bir başka çalışmada 10 değişik gıda ürününün aralarındaki farklılıklar üçgen test metodu ve e-burun metodu ile değerlendirilmiş ve e-burun %100 doğrulukla ürünler arasındaki farklılığı belirlerken, panelistler %50 doğrulukla farklılığı belirleyebilmişlerdir (Benedetti ve ark 2004). Yapılan çalışmaların ışığında e-burunun kalite kontrol ölçümlerinde gıda endüstrisi için çok değerli bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

Ekonomik değeri daha yüksek ürünlerin daha ucuz benzerleri ile karıştırılması yoluyla yapılan tağşiş tüketiciler açısından ekonomik yönden hile olup aynı zamanda insan sağlığına da tehdit teşkil etmektedir. Tağşiş özellikle 1980'li yıllarda anilinli kolza tohumu yağı ile karıştırılmış zeytinyağından 400 kişinin ölümü ve 20,000 kişinin hastalanması ile sonuçlanan bir vakadan sonra dikkat çekmiştir. Zeytinyağı gibi ekonomik değeri yüksek yağlar sıklıkla daha düşük değerli ayçiçek yağı ya da fındık yağı gibi yağlarla karıştırılmaktadır. Zeytinyağının fındık yağı ile tağşişinin Avrupa Birliği ülkeleri için 4 milyon € kayba yol açtığı bildirilmiştir. Hile yolları git gide daha karmaşık hale gelmekte, tağşişin tesbiti için kullanılan yöntemler de daha yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda FTIR ve e-burun, klasik yöntemlere alternatif olabilir. FTIR çok değişkenli istatistiksel analizlerle bağlantılı olarak yağlarda tağşişin tesbitinde oldukça olumlu sonuçlar vermiştir ve %2 gibi düşük seviyelerdeki tağşiş bu yöntem kullanılarak tesbit edilebilmektedir (Tay ve ark, 2002; Ozen ve Mauer, 2002; Ozen ve ark, 2003). Tağşişin elektronik burun ile belirlenmesine ilişkin bir çalışmada ise hurma yağı içerisinde %1-20 miktarlarında domuz yağı ilave edilmiş ve %1 gibi düşük seviyelerdeki domuz yağının e-burun ile belirlenmesi mümkün olmuştur (Che Man ve ark, 2005).

Gıdaların sınıflandırılması ve tağşiş analizlerinde kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemler arasında Asal (temel) Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis (PCA)), Asal (temel) Bileşenler Bağlanımı (Principal Component Regression (PCR)), Kısmi En Küçük Kareler yöntemi (Partial Least Squares Analysis (PLS)), ayırsama analizleri (discriminant analysis) ve topak analizi (clustering analysis) sayılabilir. Örneğin; Gıda ve zeytinyağı analizlerinde, PCA ve PLS tekniklerinin örnekler arasında iyi derecede ayırım yaptığına dair bulgulara literatürde rastlanabilir (Cosio ve ark, 2006; Diaz ve ark, 2005; Kalua ve ark, 2005). Sınıflandırma işlemi çoğunlukla ayırsama yöntemi kullanılmaktadır. Veriler değerlendirilmeden önce PCA tekniği kullanılarak veri indirilmesi yapılmalıdır. Bu nedenle, PCA ve ayırsama analizlerinin birlikte kullanılmaları iyi sonuçlar vermektedir (Paradkar ve ark, 2003). Bilinmeyen bileşiklerin ve

elementlerin konsantrasyonlarının tayininde gıda maddelerine ait spektrum bilgileri veya sensor okumaları ile bulunmak istenen bileşimin veya elementlerin değişik konsantrasyonları ile elde edilen spektrumlar veya sensor okumaları karşılaştırılır. Çok değişkenli istatistiksel teknikler (çok değişkenli doğrusal bağlantım, PLS, PCR gibi regresyon yöntemleri) kullanılarak istenen konsantrasyon bilgisine ulaşılabilir.

Bu çalışmanın amacı şu şekilde tanımlanmıştır:

Türkiye’de ekonomik değeri yüksek zeytinlerden elde edilen zeytinyağların fenolik madde ve e-burun aroma profillerinin, toplam fenol değerlerinin, renk, serbest yağ asidi miktarının, oksidatif stabilitesinin ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi; belirlenen özelliklerin çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri yardımı ile yağların sınıflandırılmasında kullanılması; zeytinyağında tipler arası ve değişik yağlarla yapılacak tağışın çabuk sonuç verebilen e-burun tekniğı ile tesbitidir.

III. GEREÇ VE YÖNTEM

III1. Zeytinlerin toplanması ve yağ eldesi:

Zeytinler İzmir Bornova'da bulunan Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nden ve Edremit'de bulunan Zeytin Yetiştirme İstasyonunun Edremit yakınlarındaki bahçesinden temin edildi. Her iki hasat sezonunda da zeytinler Kasım ayının ilk üç haftasında benzer olgunluk seviyelerinde toplandılar. Toplandıktan sonra 0-5 gün arasında değişen zamanlarda laboratuvar ölçekli bir zeytin değirmeninde (Spremoliva, Italy) işlenerek zeytinyağları elde edildi. Her iki yılda da önce domat zeytinleri ile başlanıp genel olarak erkence, ayvalık, gemlik, memecik ve nizip zeytinleri ile devam edildi. En son Zeytin Yetiştirme İstasyonu'nun Gömeç'deki bahçesinden ayvalık ve gemlik zeytinleri alınıp sıkım işlemleri tamamlandı. Yağlar elde edildikten sonra kapaklı cam şişelerde üst hava boşlukları azot gazı ile muamele edildikten sonra analizlere kadar buzdolabında 9 C de depolandılar.

III2. Serbest asit tayini:

A. KOH standardizasyonu:

1. Etüvde kurutulmuş ve desikatöre alınmış KHP den 0.4 gr. tartılır.
2. Üzerine 75 ml distilie su ve birkaç damla fenolfitaleyn (0.5 gr fenolfitaleyn+%95 etanol 50 ml ye tamamlanmış) eklenir.
3. 0.1 M KOH hazırlanır.
4. Hazırlanan KHP solüsyonu KOH ile titre edilir.
5. KOH nin gerçek molaritesi aşağıdaki gibi hesaplanır.
$$M_{\text{KOH}} = (\text{gram KHP} \times 100 \text{ ml}) / (MW_{\text{KHP}} \times \text{KOH hacmi ml})$$

B. Dietileter ve etanolün nötralizasyonu:

1. Dietileter ve %95 lik etanol fenolfitaleyn eklenerek ve KOH ile titre edilerek nötralize edilir.

C. Yağ örneğinin titrasyonu:

1. 20 gr. Yağ tartılır. Üzerine 100 ml nötralize edilmiş dietileter ve etanol eklenir.
2. KOH ile titre edilerek % oleik asit miktarı hesaplanır.
$$\% \text{ serbest asit} = (\text{KOH ml} \times M_{\text{KOH}} / 1000) \times (100 / w_{\text{yağ}} \text{ gr})$$

III3. Toplam Fenolik Madde Analizi:

Kalorimetrik Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır.

A. Fenolik maddelerin ekstraksiyonu:

1. 2 gr yağ örneğine 10 ml metanol/su (80:20 v/v) ve Tween20 eklenir.
2. 1 dak homojenize edilir.
3. 15 dak 5000 rpm de santrifüjlenir.
4. Sıvı kısım hacmi sonra okunmak üzere ayrılır.
5. Aynı işlem iki kez daha tekrarlanır ve toplanan sıvı kısımların (supernatant) toplam hacmi okunur.

B: Toplam fenol tayini:

1. Bir önceki işlemde toplanan sıvı kısımdan 1 ml alınır metanol solüsyonu ile 6 ml ye tamamlanır.
2. 0.5 ml Folin-ciocalteu eklenir. 1 dak beklenir.
3. 2 ml. Sodyumkarbonat (%15 w/v) eklenir. Karıştırılarak 10 ml ye tamamlanır. 2 saat beklenir.
4. Aynı işlem 1 ml metanol ile tekrarlanarak kör solüsyonu hazırlanır.
5. Absorbans 765 nm de okunur.

6. Daha önceden 0,001-0,009 mg/ml gallik asit konsantrasyonları ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak yağ örneğindeki toplam fenolik madde miktarı gallik asit cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Fenolik madde (mg/kg yağ)} = (\text{mg/ml gallic asit} \times V_{\text{supernatant}} \text{ ml}) \times 1000 / \text{wt}_{\text{yağ}} \text{ gr}$$

III4. Peroksit Değeri ve Oksidatif Stabilité Analizleri:

50 gr yağ örneği 100 ml lik behere koyularak 60 C etüve yerleştirilir. İlk gün ve sonraki günler peroksit değerleri aşağıdaki işleme göre hesaplanır. Peroksit değerleri zamana (gün) karşı çizilir ve en hızlı artışın olduğu zaman (eğrinin kırılma noktası) not edilir.

A. Sodyumtiyosülfatın standardizasyonu:

1. 0.001 M KIO₃ etüve kurutulmuş ve desikatörde tutulan KIO₃ den hazırlanır.
2. 0.2 gr KI ve 0.5 M H₂SO₄ 50 ml 0.001 M KIO₃ e eklenir.
3. 0.01 M sodyumtiyosülfat ,le titre edilir ve gerçek molarite hesaplanır.

$$M_{\text{sodyumtiyosülfat}} = 6 \times MKIO_3 \times 0,05 / V_{\text{sodyumtiyosülfat}}$$

B. Peroksit değeri hesaplanması:

1. 10g/l nişasta solüsyonu hazırlanır.
2. 2 gram yağ örneğine 10 ml klororom, 15 ml asetik asit ve 1 ml yeni hazırlanmış, doymuş KI solüsyonu eklenir. Karıştırılarak 5 dak karanlıkta bekletilir.
3. 75 ml distile su ve 0.5 ml nişasta solüsyonu eklenir.
4. Sodyumtiyosülfat ile renksiz oluncaya kadar titre edilir.
5. Peroksit değeri (PV) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$PV = (V_{\text{sodyumtiyosülfat}} \times M_{\text{sodyumtiyosülfat}} \times 1000) / \text{wt}_{\text{yağ}} \text{ gr}$$

III5. Duyusal Analiz:

Zeytinyağlarının renk ve duyusal analizleri, e-burun deneylerini takiben, aşağıda verilen prosedürlere göre yapılmıştır. Duyusal test iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, Bornova ve Edremit bahçelerinden alınan Ayvalık ve Gemlik zeytinlerinin sızma yağları arasında fark olup olmadığı ile ilgili duyusal testler yapılmıştır. İkinci aşamada ise, 8 farklı zeytinyağının rengi, kokusu ve tadı panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler tadım yaptıkları yağları genel beğenilerine göre de değerlendirmişlerdir. Sonuçlar istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

A. *Eşlenmiş Kıyaslama Testi:* Bu duyusal test Bornova ve Edremit bahçelerinden alınan ayvalık (A) ve gemlik (B) zeytinlerinin sızma yağlarına uygulanmıştır.

1. Bu analiz için eğitilmemiş 30 kişiden oluşan ve yaşları 25-45 arasındaki kişileri kapsayan bir panel seçilir.
2. Her bir örneğe 3 basamaklı rastgele sayılar verilir. Dört çift zeytinyağı örneği ikisi aynı (AA veya BB), ikisi farklı (AB veya BA) olacak şekilde değerlendirilir. Örnekler panelistlere rastgele sunulmuştur ve panelistler her çifti bağımsız olarak değerlendirmiştir. Panelistlere tadım yapacakları örnekler hakkında önceden bilgi verilmemiştir.
3. Panelistlerin iki zeytinyağı örneğinin aynı mı yoksa farklı mı olduğunu belirtmeleri ve cevaplarını eşlenmiş kıyaslama testi için hazırlanan puanlama kağıdına (Tablo 1) işaretlemeleri ve yorumlarını yazmaları beklenir. Panelistlerin her bir örnek denemesi arasında damaklarını suyla ve tuzsuz ekmekle temizlemelerine izin verilir.

Sonuçlar X² testi uygulanarak analiz edilmiştir.

B. *Puanlama Testi:* Bu ikinci deney panelistlerin 8 farklı tür zeytinyağı örneği arasındaki tercihlerini her bir zeytinyağı örneğinin bazı duyusal özellikleri kendi içinde ele alınarak ortaya koymaları için yürütülür.

1. Zeytinyağlarının rengi, kokusu ve tadı eğitilmemiş 20 kişi tarafından değerlendirilir. Ayrıca panelistlerin örnekleri genel beğenilerine göre de değerlendirmeleri istenir.
 2. Her bir örneğe 3 basamaklı rastgele sayılar verilir.
 3. 25 ml'lik beherlere, oda sıcaklığındaki 8 farklı çeşit zeytinyağı örneğinden 5'er ml konularak panelistlere sunulur ve ayrıca genel beğeni ve düşüncelerini puanlama testi formuna (Tablo 2) yazmaları istenir. Panelistlerden her bir duyusal özellik için en uygun gördükleri niteliği daha önce belirlenen mükemmelden çok kötüye kadar olan kategoriksel sıralama içinden seçerek işaretlemeleri istenir. Puanlama 1 ile 5 arasında yapılmıştır. 1 mükemmel, 5 ise aşırı kötü olarak belirlenmiştir.
 4. Panelistlerin suyla veya tuzsuz ekmekle her bir örnek arasında damaklarını temizlemelerine izin verilir. Aynı prosedür 4 farklı zeytinyağından oluşan diğer örnek setine de farklı bir günde uygulanır.
- Sonuçlar ANOVA testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Tablo 1. Eşlenmiş kıyaslama testi formu

EŞLENMİŞ KİYASLAMA TESTİ		Test No.
		G-06-06
Panelist No. _____ Adı: _____ Yaş: _____ Tarih: _____		
Örnek: <u>Naturel Sızma Zeytinyağı</u>		
Talimatlar		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Örnekleri soldan başlayarak tadınız. 2. Örneklerin aynı/benzer mi yoksa farklı mı olduğunu belirleyiniz. 3. Sonucu aşağıya işaretleyiniz. 		
Bazı grup örnekler benzer iki örneği içerebilir.		
<p style="text-align: center;"><u>Örnek kodları</u></p> <p style="text-align: center;">_____ Örnekler aynı/benzer _____ Örnekler farklı</p>		
Yorumlarınız: _____		

III6. Renk Analizleri:

Zeytinyağı örneklerinin renk analizleri , Chromometer CR-400 Konica-Minolta Sensing Inc. (Japan) renk cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Zeytinyağı örneğinden 20 ml alınarak, renk cihazının ölçüm kabına yerleştirilmiş ve her bir örneğin L*, a* ve b* değerleri 3 ayrı okuma yapılarak belirlenmiştir. Bu değerler sonucunda örnekler renkleri arasındaki farklılık ANOVA testi ile değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Puanlama Testi Formu

Panelist No. _____ İsim: _____ Yaş: _____ Tarih: _____				
Ürün: <u>Naturel Sızma Zeytinyağ</u>				
Örneklere soldan başlayarak değerlendiriniz. Bir örneği bitirmeden diğer örneği değerlendirmeye geçmeyiniz. Teşekkür ederiz.				
Ne sıklıkla zeytinyağ satın alıyorsunuz?		Ne sıklıkla zeytinyağ tüketiyorsunuz?		
_____ hiç	_____ yılda birden az	_____ yılda 1-2 defa	_____ yılda 3-5 defa	_____ ayda birden az
_____ ayda bir defa	_____ ayda 2-3 defa	_____ yılda bir veya daha az	_____ ayda birden az	_____ ayda 1-3 defa
_____ ayda 2-3 defa		_____ haftada 1 defa	_____ haftada 2-4 defa	_____ günde 1 defa
		_____ günde 1 defadan fazla		

Örnek No: 843	Değerlendirme Kriterleri				Düşünceleriniz
	Renk	Koku	Tad	Genel Beğeni	
Mükemmel					
İyi					
Orta					
Kötü					
Aşırı Kötü					

Örnek No: 649	Değerlendirme Kriterleri				Düşünceleriniz
	Renk	Koku	Tad	Genel Beğeni	
Mükemmel					
İyi					
Orta					
Kötü					
Aşırı Kötü					

Örnek No: 256	Değerlendirme Kriterleri				Düşünceleriniz
	Renk	Koku	Tad	Genel Beğeni	
Mükemmel					
İyi					
Orta					
Kötü					
Aşırı Kötü					

Örnek No: 384	Değerlendirme Kriterleri				Düşünceleriniz
	Renk	Koku	Tad	Genel Beğeni	
Mükemmel					
İyi					
Orta					
Kötü					
Aşırı Kötü					

III7. E-burun analizleri:

Proje kapsamında toplanan zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının aromaları elektronik burun (zNose™ 7100, Electronic Sensor Technologies Inc., CA, USA) ile analiz edilmiştir.

A. Cihazın Tanıtımı

E-burun cihazı bir GC (Gaz Kromatografisi) sensörü, pnömatik kontrolleri ve elektronik destek ünitelerini içeren küçük ve hızlı gaz kromatografisidir. GC sensörü 6 portlu vana ve bir fırına, ön yoğunlaşma trap kısmına, kısa bir GC kolonuna ve yüzey akustik dalga (SAW) detektörüne bağlıdır. Sistem kontrolörü, sistemi çalıştıran, verileri analiz eden ve kullanıcı ara birimini sağlayan bir dizüstü bilgisayara bağlıdır. E-burun, kapaklı örnekleme şişelerine belli miktarlarda konulan yağın şişenin tepe boşluğunda oluşan hava örneğinin Helyum taşıyıcı gazı ile, bilgisayar komutu ile ısıtılan kolona taşınması ve ayrışan maddelerin sırası ile SAW detektörüne gitmesi, ve sistem mikroprosesörü tarafından uçucu bileşiklerin detektörde oluşturduğu frekanslarının sayılması prensibi ile çalışır. 'Counts' denilen bu ölçümler ve referans alkan (C₆-C₁₄) çözeltileri ile zeytinyağında bulunan uçucu maddeler belirlenebilmektedir. E-burun cihazı ile zeytinyağlarının aromatik madde analizleri aşağıda verilen sıra ile tamamlanmıştır:

1. Cihaz çalıştırılmaya başlandığında uygun metod seçilerek cihazla birlikte verilen alkan kalibrasyon çözeltisi (C₆-C₁₄ içeren) kullanılarak sistem kalibre edilmiştir.
2. Sistemin kalibrasyonunu takiben zeytinyağ örneklerinin aroma profillerinin çıkarılabilmesi için uygun metod geliştirilmiştir.
3. Yağ örnekleri 'Yöntemler' kısmında verilen e-burun prosedürüne göre analiz edilmiş, sonuçlar istatistiksel tekniklerle değerlendirilmiştir.

B. Cihazın hazırlanması:

1. Sistemden helyum gazı geçirilir.
2. Bilgisayar ile bağlantı kurulduktan sonra sıcaklık ayarları görüntülenir ve set etme diyalog kutusundaki değerler ki bunlar sensör 50°C, kolon 40 °C, vana 165 °C, giriş 200 °C , trap 280°C olana kadar beklenir. Helyum gazı akış hızı 4.0 ccm'e sabitletir.
3. Önce boş hava sonra da aseton ve metanolla temizlenen örnekleme iğnesi şişe üzerindeki septa aracılığıyla sisteme takılarak 4-5 kere sistemden geçirilir. Daha sonra alkan karışımı (metanol içinde 0.5ul/ml C₆-C₁₄) kolon son sıcaklığı 180 °C olana kadar saniyede 7 °C artacak şekilde değiştirildikten sonra sisteme okutulur. Yaklaşık 30 dakika bu analize devam edildikten sonra alkan çözeltisinde bulunan 9 adet tepe (pik - peak) elde edilerek sistem kalibre edilir.

C. Yağ örneklerinin okutulması:

1. Her bir yağ örneğinden 10 ml alınarak septalı ufak şişelere konulur ve 1 gece bu şişelerde bekletilir.
2. Örnek aromalarının şişedeki tepe boşluğunda dengeye ulaşması için örnekler su banyosunda 30 °C'da 15 dakika bekletildikten sonra, yağ örneğinin buharı e-buruna septa aracılığıyla yanına takılı örnekleme iğnesi ile pompalanır. Her bir veri örnekleme zaman periyodu sonunda sistem 30 saniye, sensörün kısa bir süre içinde 150 °C 'a ısındığı ve giriş, kolon ve sensör sıcaklık durumunun başlangıç koşullarına tekrar set edildiği süreye ihtiyacı vardır. Her yağ örneği 4 ile 6 arasında değişen tekrarlar okutulmuştur. Her örnek için toplam 15 – 16 pik okunmuş ve veriler çok değişkenli istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir.

III8. HPLC analizleri:

A. *Fenolik Bileşenlerin Ekstraksiyonu*: Zeytinyağından fenolik bileşenlerin ekstraksiyonunda, literatürde Montedoro ve ark. (1992) tarafından önerilen prosedür kullanılmıştır

1. 14 gr yağ örneği üzerine 14 ml metanol/su karışımından (80:20) ilave edilir. Aynı zamanda şahit madde (internal standard (IS)) olarak kullanılan gallik asit çözeltisinden (0.05gr gallik asit / 25ml metanol-su) 0.01ml , örneğin içine ilave edilir.
2. Karışım homojenizatör (Heidolph – Silent Crusher M) ile karıştırıldıktan sonra santrifüjde (Nüve NF 615) fazların ayrılması sağlanır.14 ml metanol-su ilavesi, homojenizasyon ve santrifüjleme işlemi 3 kez daha tekrarlanır.
3. Ayrılan üst fazlar (fenolik ekstrakt) bir yerde toplanarak, döner buharlaştırıcıda (Heidolph Laborota-4000) metanol uzaklaştırılır.
4. 15 ml asetonytril (Sigma Aldrich) ile karıştırıldı ve 20 ml hegzan (Riedel- deHaen) ile 3 kez yıkanır. Çözelti, asetonytrilin uzaklaştırılması amacı ile döner buharlaştırıcıda tutulur ve kalan ekstrakt 1 ml metanol-su karışımında çözülür.

Tablo 3. HPLC analizinde kullanılan fenolik maddelerin alıkoyma zamanlarına göre listesi

Standard Fenolik Maddeler*

Hydroxytyrosol
2,3 dihydroxybenzoic acid
Chlorogenic acid
Tyrosol
4 Hydroxybenzoic acid
4 Hydroxyphenylacetic acid
Vanilic acid
3 hydroxyphenylacetic acid
Caffeic acid
Syringic acid
Vanilin
P-coumaric acid
Ferulic acid
M-coumaric acid
O-coumaric acid
Oleuropein
Cinamic acid
Luteolin
Apigenin

* hydroxytyrosol ve oleuropein Extrasynthese (Fransa), diğerleri Fluka GmbH (Almanya) firmalarından sağlanmıştır.

B. *Fenolik bileşenlerin HPLC analizleri* : Fenolik bileşenlerin analizinde kullanılan HPLC sistemi; Perkin Elmer seri 200 pompa (Norwalk CT 06859 , USA), Perkin Elmer seri 200 diode array dedektör, PE-Nelson 900 seri arayüz, MetaTherm HPLC kolon ısıtıcısı (parti no: 9540) içermektedir. Bileşenlerin ayrımını sağlamak amacı ile Ace 5 C18 (5 μ m , 25 cm \times 4.6 mm) kolon kullanılmıştır.

1. Metod: Ayrımın başarı ile gerçekleştirilmesi , başlangıç kompozisyonu % 90 su (asitliği % 0.2 asetik asit ile 3.1' e ayarlanmış) ve % 10 metanol (Sigma Aldrich) olacak şekilde oluşturulmuş olan dereceli elüsyon sistemi ile sağlanır. Metanol konsantrasyonu 10

dakika içinde , % 30' a çıkarılır ve 20 dakika süre ile bu konsantrasyonda kalması sağlanır. Bu süreyi takiben ,metanol yüzdesi 10 dakika içinde % 40 'a yükseltip 5 dakika bekletilir ve 5 dakika içinde %50 'e yükseltip, bir 5 dakika da bu konsantrasyonda bekletilir. Son olarak metanol yüzdesi sıra ile 5 dakikalık süreler ile % 60, 70 ve % 100' e çıkarılır. Sistem 15 dakika içinde başlangıç koşullarına gelecek şekilde ayarlanır. Analiz süresince akış hızı 1 ml/dk ve kolon sıcaklığı 35 °C de sabit tutulur.

2. Fenolik ekstrakt asetat filtrelerden geçirildikten sonra HPLC ye enjekte edilir. Ayırma işlemi toplam 85 dakika sürmektedir.
3. Fenolik maddelerin kantitatif tayini Tablo 3 de verilen standard maddelerin 4 noktalı kalibrasyon eğrileri ile yapılmıştır.

III9. E-burun taşıyıcı analizleri:

1. İki cins zeytinyağının karışımı: Bu kısımda natürel sızma zeytinyağları kendi aralarında belirli oranlarda karıştırılarak karışımın tespitine çalışılmıştır. Erkence ve ayvalık sızma zeytinyağları, nızip zeytinyağı ile nızip yağının diğeri içindeki oranı % 2, 5, 10, 15 ve 20 olacak şekilde karıştırılmış, her bir karışımdan 10 ml örnek cam şişelere aktarılmış ve ağızları septalı kapak ile sıkıca kapatılmıştır. Karışımların elektronik burun profilleri 2. gelişme raporunda verilen deney koşulları altında elde edilmiştir.

2. Sızma zeytinyağının ayçiçek ve fındık yağları (rafine) ile karışımı: Bu kısımda natürel sızma zeytinyağları diğere yemeklik bitkisel yağlar ile karıştırılarak taşıyıcının tespitine çalışılmıştır. Ayvalık sızma zeytinyağı, ayçiçek ve fındık yağları ile bu yağların zeytinyağı içindeki oranları % 2, 5, 10, 15 ve 20 olacak şekilde karıştırılmış, bu ikili karışımların (zeytinyağı + yenilebilir bitkisel yağ) elektronik burun profilleri elde edilmiştir. Ayvalık 2005 hasat döneminde sıkılan zeytinyağıdır. Fındık ve ayçiçek yağları İzmir'de bulunan bir süpermarketten temin edilmiştir.

İkili karışımların elektronik burun verileri çok değişkenli istatistiksel analizlere tabi tutulmuş, oluşturulan istatistiksel modellerin zeytinyağının taşıyıcılı olup olmadığını ve taşıyıcı miktarını ne kadar doğrulukla tahmin ettiği belirlenmiştir.

III10. Olgunluk İndisi:

Zeytinlerin olgunluk dereceleri (MI: maturity index) şu denklem ile Tablo 4 de verilen tanımlara göre hesaplanmıştır (Gimeno ve ark., 2002)

$$MI = \frac{\sum_{i=1}^7 (grup \ sayisi_i \times zeytin \ sayisi_i)}{N_{toplam \ zeytin \ sayisi}}$$

$$MI = \frac{(a \times 0) + (b \times 1) + (c \times 2) + (d \times 3) + \dots + (h \times 7)}{100}$$

Olgunluk indisi sadece 2006 zeytinleri için tayin edilmiştir.

Tablo 4. Olgunluk indisi tanımları

Grup	Tanım	Zeytin sayısı
0	kabuk parlak yeşil	a
1	kabuk sarımsı yeşil	b
2	kabuk yeşil, kırmızı noktalı	c
3	kabuk kırmızımsı kahve	d
4	kabuk siyah-içi beyaz	e
5	kabuk siyah içi < % 50 mor	f
6	kabuk siyah içi > % 50 mor	g
7	kabuk siyah içi % 100 mor	h

III11. İstatistiksel Analizler:

Verilerin incelenmesinde yararlanılan tek değişkenli istatistiksel analiz olan varyans analizi (analysis of variance (ANOVA)) için Minitab (14.0) kullanılmıştır.

HPLC ve elektronik burun verilerinin incelenmesinde çok değişkenli istatistiksel yöntem olan asal bileşenler analizi (Principal Component Analysis (PCA)) tekniği SIMCA (v. 10.5.0.0, Umetrics, Sweden) yazılımı ile kullanılmıştır. Sonuçlar, PCA modelinin 1. ve 2. bileşenleri cinsinden ve Cooman's çizimleri ile verilmiştir. PCA modeli bileşenleri gerçek ölçümlerin (X veri matrisi) doğrusal bir bileşimidir. Bu bileşenler birbirlerine karşı çizdirilerek, belli değişkenlerin (burada zeytinyağı tipleri) kendi aralarında gruplar oluşturup oluşturmadığına bakılır. Cooman's çizimi için yapılması gerekenler, verileri önceden bilinen sınıflarına ayırmaktır. Bu sınıflama coğrafi konuma, zeytin çeşidine göre olabilir. İkinci aşamada her bir sınıf için ayrı ayrı PCA modelleri oluşturulur (PCA-sınıf modelleri). Her sınıfın bireylerinin kendi modeline uzaklığı (statistical distance) hesaplanır. Bu istatistik için % 5 lik birinci tür hata olasılığı (level of significance) na göre limitler belirlenir. Cooman's çizimi iki sınıf için belirlenen uzaklıkların birbirlerine karşı çizdirilmesi ve limitlerinin de eklenmesi ile oluşturulur. Her sınıfın bireylerinin kendi sınıfında kalması, uzaklık istatistiğinin %5 lik limitinin altında kalması demektir. Sınıfların birbirinden iyi bir şekilde ayrıldığı durum ise, bireylerin garfiğin (0,0) orijin noktasına yakın olan ortak bölgeden uzak olmasıdır. Bu koşullar sağlandığında önceden belirlenen bu iki sınıfa ait ölçümlerin iki değişik küme oluşturduğu ortaya çıkar. Ayrıca, bir ayırtaç analizi olan kısmi en küçük kareler yöntemi-ayırtaç analizinden de (Partial Least Squares-Discriminant Analysis (PLS-DA)) yararlanılmıştır. Bu ikinci yöntem de PCA-sınıf yöntemi gibi bir 'supervised-learning' (öğretici ile öğrenme) tekniğidir. Diğer bir şekilde, zeytinyağlarının hangi sınıflara dahil olduğu kullanıcı tarafından önceden belirtilmekte, PLS tekniği de bu sınıflara giren değişkenleri göz önünde bulundurarak model oluşturmaktadır.

Tağış analizlerinde regrasyon yöntemi olarak PLS kullanılmıştır. Bu regrasyon işleminde Y değişkeni (% taşış miktarları), X değişkenleri ile (elektronik burun pikleri) tahmin edilmektedir. PLS tekniğini doğrusal linear regrasyondan ayıran en önemli özellik, X ve Y veri setleri arasındaki ilişkinin kovaryans matrisi yardımı ile elde edilen, gerçek verilerin doğrusal bir birleşimi olan latent yani gözlenemeyen veriler yardımı ile hesaplanmasıdır. Bu işlem doğrusal regrasyon tekniğinde birbirleri ile yüksek derecede bağımlı olan X değişkenleri nedeni ile doğan matematiksel zorlukları ortadan kaldırmakta ve aynı zamanda deneysel ölçümlerde kaçınılmaz olan gürültünün de modele katılmasına engel olmaktadır.

IV. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde, her yıla ait yağlar toplam fenol, oksidatif stabilite, renk HPLC ve e-burun profillerine göre ayrı ayrı uygun istatistiksel analizler ile incelenecek, daha sonra iki yılın sonuçları birleştirilerek hasat yılları arasındaki farklılıklara bakılacaktır. Zeytinyağları için kullanılan kısaltmalar Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. Sızma zeytinyağları ve kısaltmaları

	Sızma Zeytinyağı	Kısaltma
1	Memecik	M
2	Erkence	E
3	Gemlik	G
4	Ayvalık	A
5	Domat	D
6	Nizip	N
7	Gemlik (Edremit)	GE
8	Ayvalık (Edremit)	AE

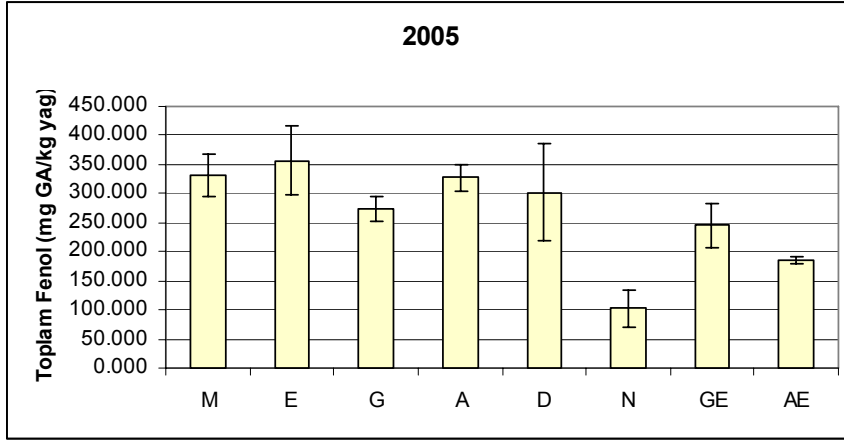
Olgunluk analizi sadece 2006 yılı için yapılmıştır (Tablo 6). Zeytinler her iki yılda da Bornova'daki bahçeden Kasım ayının ilk iki haftası, Edremit'deki bahçeden Kasım ayının üçüncü haftası toplanmıştır. İki hasat yılı için de bu analizlerin zeytinlerin olgunluk dereceleri hakkında fikir vereceği düşünülmüştür.

Tablo 6. 2006 -sızma zeytinyağlarının olgunluk dereceleri

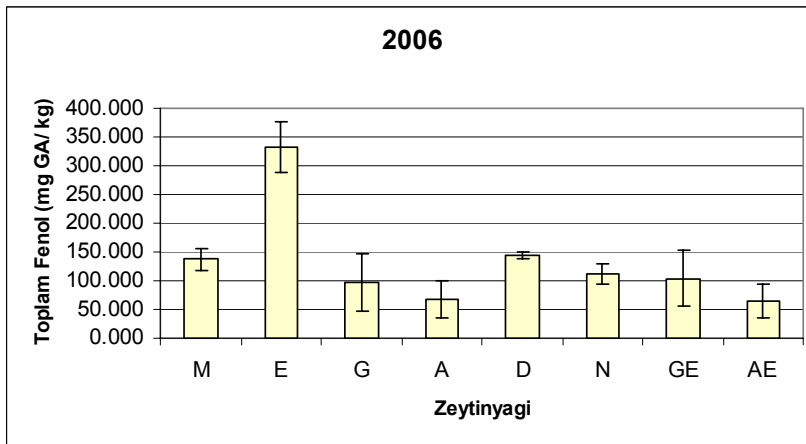
	Sızma Zeytinyağı	Kısaltma	Olgunluk Derecesi
1	Memecik1	M1	4.27
2	Memecik2	M2	4.27
3	Memecik3	M3	4.27
4	Erkence1	E1	3.25
5	Erkence2	E2	3.25
6	Erkence3	E3	3.25
7	Erkence4	E4	3.25
8	Erkence5	E5	2.45
9	Gemlik1	G1	4.03
10	Gemlik2	G2	4.03
11	Gemlik3	G3	4.68
12	Ayvalık1	A1	3.77
13	Ayvalık2	A2	3.77
14	Domat1	D1	2.97
15	Domat2	D2	2.97
16	Nizip1	N1	4.56
17	Nizip2	N2	3.66
18	Gemlik Edr1	GE1	4.51
19	Gemlik Edr2	GE2	4.51
20	Gemlik Edr3	GE3	4.51
21	Gemlik Edr4	GE4	4.51
22	Ayvalık Edr1	AE1	3.72
23	Ayvalık Edr2	AE2	3.72
24	Ayvalık Edr3	AE3	3.72
25	Ayvalık Edr4	AE4	3.72
26	Ayvalık Edr5	AE5	3.72

IV1. Toplam Fenol Analizleri

Şekil 1 ve Şekil 2 de 2005 ve 2006 yıllarına ait toplam fenol miktarları verilmiştir. Toplam fenol değerleri yıllara göre değişiklik göstermiştir. Bu iki yılda gerçekleşen farklı yağmur miktarlarına bağlanabilir. Nitekim, Cornicabra tipi zeytinyağları ile yapılan bir çalışmada fazla sulama ve yağmurun toplam fenol miktarını ters oranda etkilediği bulunmuştur (Gomez-Rico, 2007) Ancak her iki hasat sezonunda da Erkençe yağlarının toplam fenol değerleri diğer yağlardan yüksek bulunmuştur.



Şekil 1. 2005 yılı - Zeytinyağlarının toplam fenol değerleri: M memecik, E erkence, G gemlik, A ayvalık, D domat, N nızıp, GE gemlik_edremi, AE ayvalık_edremi

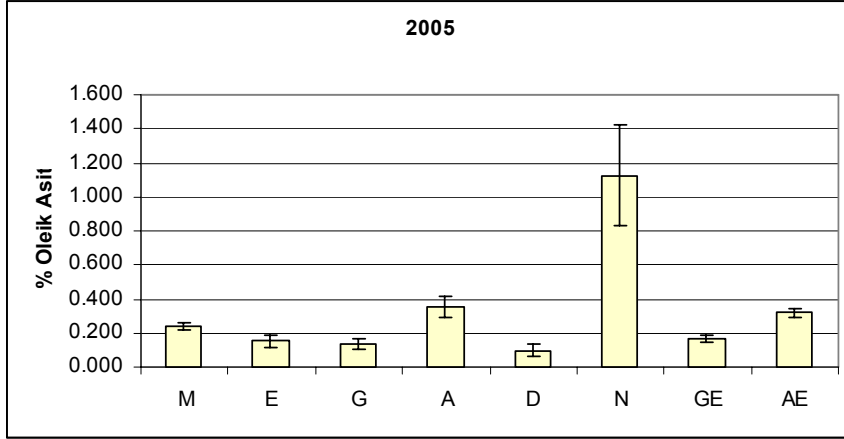


Şekil 2. 2006 yılı - Zeytinyağlarının toplam fenol değerleri: M memecik, E erkence, G gemlik, A ayvalık, D domat, N nızıp, GE gemlik_edremi, AE ayvalık_edremi

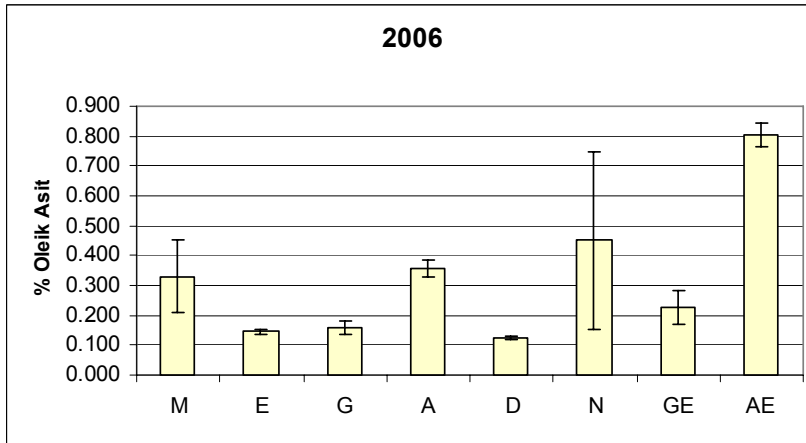
Türk zeytinleri ve zeytinyağları ile 2003 yılı ürünleri için yapılan bir çalışmada gemlik ve ayvalık yağlarının toplam fenol miktarları mg gallik asit cinsinden sırasıyla 63.3 ve 97.1 olarak belirlenmiştir (Tanilgan ve ark, 2007). Bu tür kimyasal parametreler yıllara göre değişebildiğinden bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırma yapılmamıştır.

IV2. Serbest Yağ Asitliği

Şekil 3 ve 4 de 2005 ve 2006 yıllarına ait yağların serbest asitlik miktarları % oleik asit cinsinden verilmiştir.



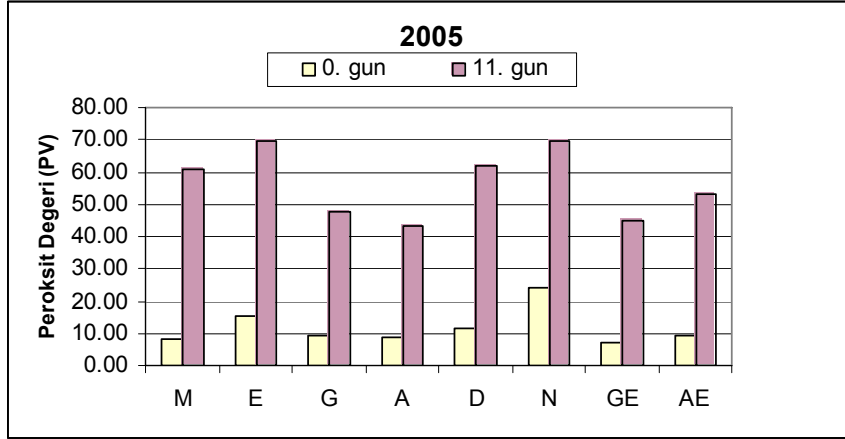
Şekil 3. 2005 yılı - Zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değerleri M memecik, E erkence, G gemlik, A ayvalık, D domat, N nızıp, GE gemlik_edremit, AE ayvalık_edremit



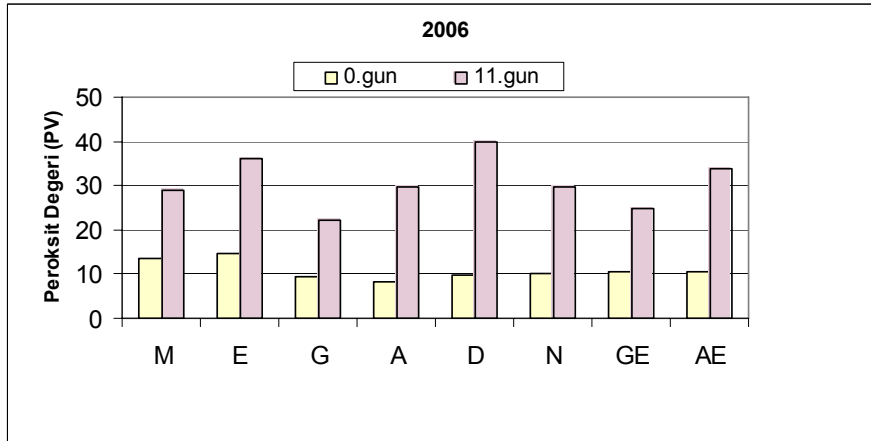
Şekil 4. 2006 yılı - Zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değerleri M memecik, E erkence, G gemlik, A ayvalık, D domat, N nızıp, GE gemlik_edremit, AE ayvalık_edremit

IV3. Peroksit Değerleri ve Oksidatif Stabilité:

Şekil 5 ve 6 de 2005 ve 2006 yıllarına ait yağların oksidatif stabilite testinde 11 gün boyunca ölçülen peroksit değerlerinin 0. ve 11. günlerde alınan sonuçları verilmiştir. Her iki yılın peroksit değerlerindeki artışa göre en düşük PV değerleri gemlik zeytinyağlarında (G ve GE) gözlenmiştir.



Şekil 5. 2005 yılı - Zeytinyağlarının 0. ve 11. gün peroksit değerleri. M memecik, E erkence, G gemlik, A ayvalık, D domat, N nızıp, GE gemlik_edremit, AE ayvalık_edremit



Şekil 6. 2006 yılı - Zeytinyağlarının 0. ve 11. gün peroksit değerleri. M memecik, E erkence, G gemlik, A ayvalık, D domat, N nızıp, GE gemlik_edremit, AE ayvalık_edremit

IV4. Renk Analizleri:

2005 hasat yılı

Renk analizlerinde CIELab okumaları esas alınmıştır. L*, a*, ve b* değerlerine göre 21 yağ örneği analiz edilmiş ve Tablo 7 da okunan değerlerin ortalamaları, standard sapmaları ve ANOVA testi sonuçları verilmiştir. Şekil 1-3 zeytinyağlarının L*, a*, ve b* değerlerini göstermektedir. Düşük L değeri ölçülen örneğin koyuluğunu, yüksek L değeri ise açık renk olduğunu gösterir. Pozitif a değerleri kırmızılık, negatif a değerleri ise yeşillik göstergesidir. Pozitif b değerleri sarı rengin ağırlığını, negatif b değerleri ise mavi rengin ağırlığını gösterir. Sonuçlar Erkence yağlarının renk olarak diğer yağlardan $p < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu (düşük L ve b, yüksek a değerleri) göstermektedir.

Renk analizlerine göre ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit, benzer olarak gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı sonucu çıkarılmıştır.

Tablo 7. 2005 yılı renk ölçümlerinin ANOVA sonuçları

Zeytinyağı	L*	a*	b*
M	25.59 ± 0.34 ^c	-1.97 ± 0.07 ^b	12.95 ± 0.51 ^b
E	22.92 ± 0.70 ^a	-0.07 ± 0.25 ^c	10.65 ± 0.77 ^a
G	25.21 ± 0.45 ^c	-1.38 ± 0.38 ^a	13.76 ± 0.46 ^b
A	24.60 ± 0.15 ^b	-1.15 ± 0.13 ^a	13.04 ± 0.34 ^b
D	24.40 ± 0.62 ^b	-1.18 ± 0.42 ^a	12.40 ± 0.12 ^b
N	24.20 ± 0.01 ^b	-0.48 ± 0.05 ^c	13.06 ± 0.08 ^b
GE	25.40 ± 0.21 ^c	-1.80 ± 0.06 ^b	13.67 ± 0.43 ^b
AE	24.94 ± 0.06 ^{bc}	-1.62 ± 0.04 ^{ab}	13.23 ± 0.12 ^b

^{a-c} Aynı kolon içerisindeki farklı harfler ortalamalar arasında önemli düzeyde fark olduğunu göstermektedir. Ortalama ± standard sapma

2006 hasat yılı:

Bu hasat yılında Erkence yağlarının 2005 yılına kıyasla diğer yağlardan renk bakımından kesin bir şekilde ayrılmadığı, ancak yine de bazı farklılıklar gösterdiği saptanmıştır.

Tablo 8. 2006 yılı renk ölçümlerinin ANOVA sonuçları

Zeytinyağı	L*	a*	b*
M	25.37 ± 0.65 ^{ab}	-1.93 ± 0.32 ^{ab}	12.12 ± 0.88 ^{ab}
E	24.76 ± 0.42 ^a	-1.52 ± 0.17 ^b	13.08 ± 0.45 ^b
G	25.32 ± 0.20 ^{ab}	-2.00 ± 0.12 ^a	12.95 ± 0.76 ^b
A	24.66 ± 0.74 ^{ab}	-1.79 ± 0.13 ^{ab}	10.14 ± 0.44 ^a
D	24.67 ± 0.61 ^{ab}	-1.74 ± 0.07 ^{ab}	10.11 ± 0.3 ^a
N	24.81 ± 0.15 ^{ab}	-1.41 ± 0.27 ^b	13.34 ± 0.13 ^b
GE	25.52 ± 0.32 ^{ab}	-2.00 ± 0.11 ^a	13.07 ± 0.32 ^b
AE	25.84 ± 0.17 ^b	-2.10 ± 0.08 ^a	10.66 ± 0.93 ^a

IV5. Duyusal Analizler:

Duyusal analiz testleri yöntemler bölümünde verildiği üzere iki şekilde uygulanmıştır. Puanlama testi örnekler arasında bir tercih belirleme testidir ve elde edilen sekiz farklı yağ örneğine uygulanmıştır. Bornova ve Gemlik yağlarının coğrafi olarak bir farklılık gösterip göstermediğine eşlenmiş kıyaslama testi ile bakılmıştır.

Eşlenmiş kıyaslama testi sonuçları:

Eğitilmemiş 30 kişilik panel sonucunda alınan sonuçlar yıllara göre aşağıda verilmiştir.

2005 hasat yılı:

Ayvalık-Bornova ve Ayvalık-Edremit zeytinyağlarının duyuşal panele sunulması sonucunda şu sonuçlar alınmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. 2005 yılı Ayvalık-Bornova ve Ayvalık-Edremit zeytinyağlarına eşlenmiş kıyaslama testi

		Verilen örnekler		Toplam
		Aynı/Benzer örnekler (Ayv-Bor ve Ayv-Bor veya Ayv-Edr ve Ayv-Edr)	Farklı örnekler (Ayv-Bor ve Ayv-Edr)	
Panelistlerin yanıtları	Aynı/Benzer	11	12	23
	Farklı	19	18	37
	Toplam	30	30	60

Ayv-Bor: Ayvalık-Bornova

Ayv-Edr: Ayvalık-Edremit

Chi-square test değeri χ^2 Minitab programında aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

Chi-Square Test			
Expected counts are printed below observed counts			
Chi-Square contributions are printed below expected counts			
	SAMereal_A	DIFFreal_A	Total
1	11	12	23
	11.50	11.50	
	0.022	0.022	
2	19	18	37
	18.50	18.50	
	0.014	0.014	
Total	30	30	60
Chi-Sq = 0.071, DF = 1, P-Value = 0.791			

$$\chi^2 = 0.022 + 0.022 + 0.014 + 0.014 = 0.071$$

Test için kritik değeri $\chi^2_{0,05,1} = 3,84$ dür. $0.071 < 3.84$ olduğundan, panelistlerin ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit yağları arasında farklılık algılamadıkları sonucuna varılmıştır.

Gemlik-bornova ve gemlik-edremit zeytinyağlarının duyuşal panele sunulması sonucunda ise şu sonuçlar alınmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. 2005 yılı Gemlik-Bornova ve Gemlik-Edremit zeytinyağlarına eşlenmiş kıyaslama testi

		Verilen örnekler		Toplam
		Aynı/Benzer örnekler (Gem-Bor ve Gem-Bor veya Gem-Edr ve Gem-Edr)	Farklı örnekler (Gem-Bor ve Gem-Edr)	
Panelistlerin yanıtları	Aynı/Benzer	10	8	18
	Farklı	19	23	42
	Toplam	29	31	60

Gem-Bor: Gemlik-Bornova

Gem-Edr: Gemlik-Edremit

Chi-square test değeri χ^2 Minitab programında aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

Chi-Square Test			
Expected counts are printed below observed counts			
Chi-Square contributions are printed below expected counts			
	SAMEreal_G	DIFFreal_G	Total
1	10	8	18
	8.70	9.30	
	0.194	0.182	
2	19	23	42
	20.30	21.70	
	0.083	0.078	
Total	29	31	60
Chi-Sq = 0.537, DF = 1, P-Value = 0.464			

$$\chi^2 = 0.194 + 0.182 + 0.083 + 0.078 = 0.537$$

Test için kritik değer $\chi^2_{0,05,1} = 3,84$ dür. $0.537 < 3.84$ olduğundan, panelistlerin gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağları arasında farklılık algılamadıkları sonucuna varılmıştır.

2006 hasat yılı:

Ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit zeytinyağlarına uygulanan testin sonuçları Tablo 11 de verilmiştir:

Tablo 11. 2006 yılı ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit zeytinyağları eşlenmiş kıyaslama testi

		Verilen örnekler		Toplam
		Aynı/Benzer örnekler (Ayv-Bor ve Ayv-Bor veya Ayv-Edr ve Ayv-Edr)	Farklı örnekler (Ayv-Bor ve Ayv-Edr)	
Panelistlerin yanıtları	Aynı/Benzer	16	14	30
	Farklı	14	16	30
	Toplam	30	30	60

Chi-square test değeri χ^2 Minitab programında aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

Chi-square test			
Expected counts are printed below observed counts			
Chi-Square contributions are printed below expected counts			
	SAMEreal_A	DIFFreal_A	Total
1	16	14	30
	15.00	15.00	
	0.067	0.067	
2	14	16	30
	15.00	15.00	
	0.067	0.067	
Total	30	30	60
Chi-Sq = 0.267, DF = 1, P-Value = 0.606			

$$\chi^2 = 0.067 + 0.067 + 0.067 + 0.067 = 0.268$$

Test için kritik değer $\chi^2_{0.05, 1} = 3,84$ dür. $0.268 < 3.84$ olduğundan, panelistlerin 2006 sezonu için ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit yağları arasında farklılık algılamadıkları sonucuna varılmıştır.

Gemlik-bornova ve gemlik-edremit zeytinyağlarının duyuşal panele sunulması sonucunda ise şu sonuçlar alınmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. 2006 yılı Gemlik-Bornova ve Gemlik-Edremit zeytinyağları eşlenmiş kıyaslama testi

		Verilen örnekler		Toplam
		Aynı/Benzer örnekler (Gem-Bor ve Gem-Bor veya Gem-Edr ve Gem-Edr)	Farklı örnekler (Gem-Bor ve Gem-Edr)	
Panelistlerin yanıtları	Aynı/Benzer	16	12	28
	Farklı	14	18	32
	Toplam	30	30	60

Chi-square test değeri χ^2 Minitab programında aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

Chi-square test			
Expected counts are printed below observed counts			
Chi-Square contributions are printed below expected counts			
	SAMEreal_G	DIFFreal_G	Total
1	16	12	28
	14.00	14.00	
	0.286	0.286	
2	14	18	32

	16.00	16.00	
	0.250	0.250	
Total	30	30	60
Chi-Sq = 1.071, DF = 1, P-Value = 0.301			

$$\chi^2 = 0.286 + 0.286 + 0.250 + 0.250 = 1.072$$

Test için kritik değer $\chi^2_{0.05, 1} = 3.84$ dür. $1.072 < 3.84$ olduğundan, panelistlerin gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağları arasında farklılık algılamadıkları sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, her iki hasat yılı için eşlenmiş kıyaslama testinin sonuçlarına göre gemlik ve ayvalık yağlarının Bornova ve Edremit coğrafi orijinleri açısından bir fark belirlenmemiştir.

Puanlama Testi Sonuçları

2005 hasat yılı:

Toplam 8 çeşit zeytinyağına uygulanan duyuşal panelde, panelistlerin cevaplarına ANOVA testi uygulanmış, sonuçlar Tablo 13 de verilmiştir.

Tablo 13. 2005 yılı - Puanlama testinin ANOVA sonuçları: 8 çeşit zeytinyağına verilen puanlar

Zeytinyağı	Puanlar			
	Renk	Koku	Tad	Genel Beğeni
M	2.05±0.60	2.45±0.76 ^a	2.80±1.01	2.68±0.67 ^{ab}
E	2.00±1.08	2.45±0.69 ^a	2.95±1.19	2.84±1.01 ^{bc}
G	2.30±0.80	2.60±0.94 ^a	3.00±0.97	2.89±0.81 ^{bc}
A	2.15±0.75	2.50±1.00 ^a	3.25±1.21	2.95±0.94 ^b
D	2.30±0.57	2.30±0.73 ^a	2.55±0.76	2.40±0.68 ^{ac}
N	2.50±0.83	3.20±1.32 ^b	2.80±1.47	3.05±1.31 ^b
GE	2.05±0.60	2.60±0.95 ^a	2.40±0.82	2.33±0.69 ^a
AE	2.15±0.67	2.25±0.72 ^a	2.50±0.89	2.35±0.61 ^{ac}

^{a-c}: Aynı kolon içerisindeki farklı harfler ortalamalar arasında önemli düzeyde fark olduğunu göstermektedir.

Ortalama ± standard sapma

1: mükemmel 2: iyi 3: orta 4: kötü 5: aşırı kötü

Toplam 8 çeşit zeytinyağı renkleri açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. En iyi puanı erkence zeytininden üretilen zeytinyağı almıştır. Erkence zeytinyağı diğer zeytinyağlarına kıyasla daha yeşilimsi bir renge sahiptir.

Zeytinyağları kokuları açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında önemli bir fark olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). İkili karşılaştırma testlerinde Fisher test kullanılmıştır. Nizip-yağlık zeytinyağının dışındaki yağlar kokuları açısından iyi olarak değerlendirilirken nizip-yağlık orta olarak değerlendirilmiştir. Nizip-yağlık zeytinyağının dışındaki yağlar birbirine benzer kokuya sahiptirler.

Zeytinyağları tadları açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. En iyi puanı gemlik-edremit zeytinyağı almıştır. Ondan sonraki iyi puanı ise ayvalık-edremit zeytinyağı almıştır.

Panelistlerin tüm çeşitleri genel beğeniye göre değerlendirmeleri sonucunda çeşitler arasında $p = 0.1$ düzeyinde bir fark olduğu belirlenmiştir. En iyi puanı gemlik-edremit ve ayvalık edremit almıştır. En kötü puanı ise nızip-yağlık zeytinyağı almıştır. Bu sonuçtan çıkarılacağı üzere, ikili karşılaştırmalarda nızip ile ayvalık-edremit zeytinyağları ve nızip ile gemlik-edremit zeytinyağları arasında, Fisher teste göre fark olduğu bulunmuştur.

2006 hasat yılı:

Aynı test bu hasat yılı için de tekrarlanmış, sonuçlar Tablo 14 da verilmiştir:

Tablo 14. 2006 yılı - Puanlama testinin ANOVA sonuçları: 8 çeşit zeytinyağına verilen puanlar

Zeytinyağı	Puanlar			
	Renk	Koku	Tad	Genel Beğeni
M	2.1±0.45 ^{ab}	1.4±0.82	2.5±0.76 ^a	2.47±0.77 ^{ab}
E	1.85±0.88 ^a	2.5±1.19	3.45±1.15 ^b	3.1±1.15 ^b
G	2.15±0.67 ^{ab}	2.2±0.7	2.4±0.82 ^a	2.37±0.68 ^a
A	2.2±0.52 ^{ab}	2.5±0.69	2.3±0.57 ^a	2.25±0.44 ^a
D	3.15±0.81 ^c	2.65±0.93	2.75±0.72 ^a	2.79±0.63 ^{ab}
N	1.9±0.79 ^a	2.74±0.87	2.95±1.1 ^a	2.68±1.06 ^{ab}
GE	2.05±0.39 ^{ab}	2.4±0.82	2.6±0.99 ^a	2.53±0.9 ^{ab}
AE	2.4±0.94 ^{ab}	2.4±0.94	2.55±0.76 ^a	2.53±0.7 ^{ab}

Toplam 8 çeşit zeytinyağı renkleri açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında önemli bir fark bulunduğu belirlenmiştir ($p = 0.00 < 0.05$). En yüksek puanı domat zeytinyağı almıştır.

Zeytinyağları kokuları açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p = 0.677 > 0.05$). nızip ve domat yağları panelistlerden en yüksek puanı almıştır.

Zeytinyağları tadları açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında, yağların tadlarına göre önemli bir şekilde ayrıldığı gözlenmiştir ($p = 0.002 < 0.05$).

Panelistlerin tüm çeşitleri genel beğeniye göre değerlendirmeleri sonucunda çeşitler arasında % 10 p değerine göre önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p = 0.053 < 0.1$). En kötü puanı erkence almıştır. En beğenilenler ise ayvalık ve gemlik yağları olmuştur.

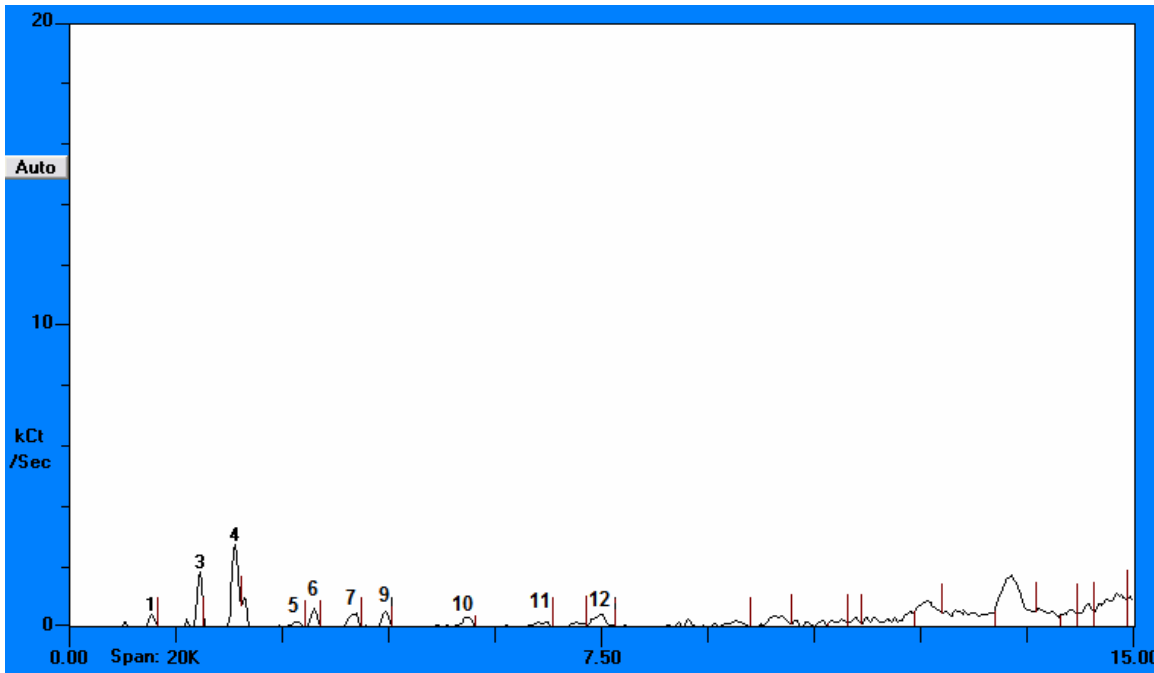
2005 ve 2006 hasat yılı sonuçları beraber değerlendirildiğinde, genel beğeni testi sonuçları iki yıl için oldukça farklı çıkmıştır.

IV6. E-burun analizleri:

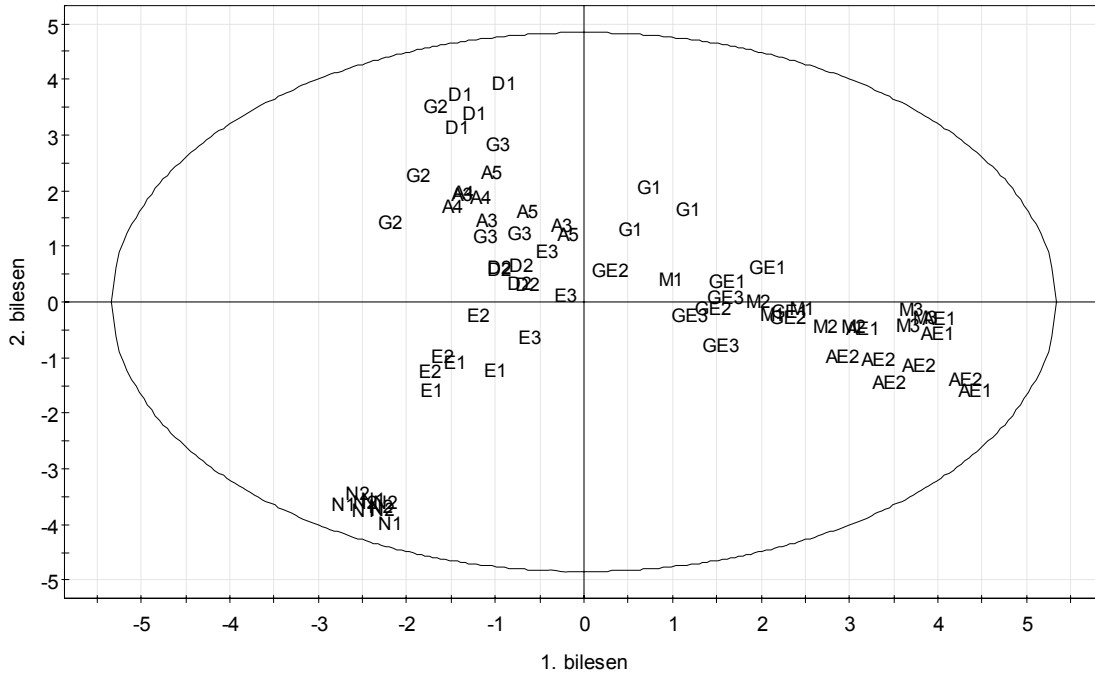
Sızma zeytinyağlarına ait bir e-burun profili ve elde edilen piklerin zamanlamaları Şekil 7 de verilmiştir. Ayrıca Tablo 15 ve 16 da her iki hasat sezonunda elde edilen yağların e-burun okumalarının ortalamaları verilmiştir.

2005 hasat yılı:

Elde edilen zeytinyağlarına ait e-burun sonuçları (15 pik okuması) PCA modeline göre elde edilen 1. ve 2. komponentlerin grafiği Şekil 8 da verilmiştir. PCA modeli sonuçlarına göre nızıp ve erkence yağlarının aroma profilleri diğer yağlardan farklıdır. Memecik, ayvalık, ve gemlik yağları benzer aroma özellikleri göstermişlerdir.



Şekil 7. Sızma zeytinyağlarına ait bir e-burun kromatogramı (ayvalık-edremit 2006 hasat yılı)



Ellipse: Hotelling T2 (0.95)

SIMCA-P 10.5 - 1/11/2008 9:23:52 AM

Şekil 8. 2005 yılı zeytinyağlarının e-burun aroma verilerinin PCA modeline ait komponentleri. Örnek kodlarının yanındaki numaralar aynı zeytin tipine ait farklı sıklımları göstermektedir.

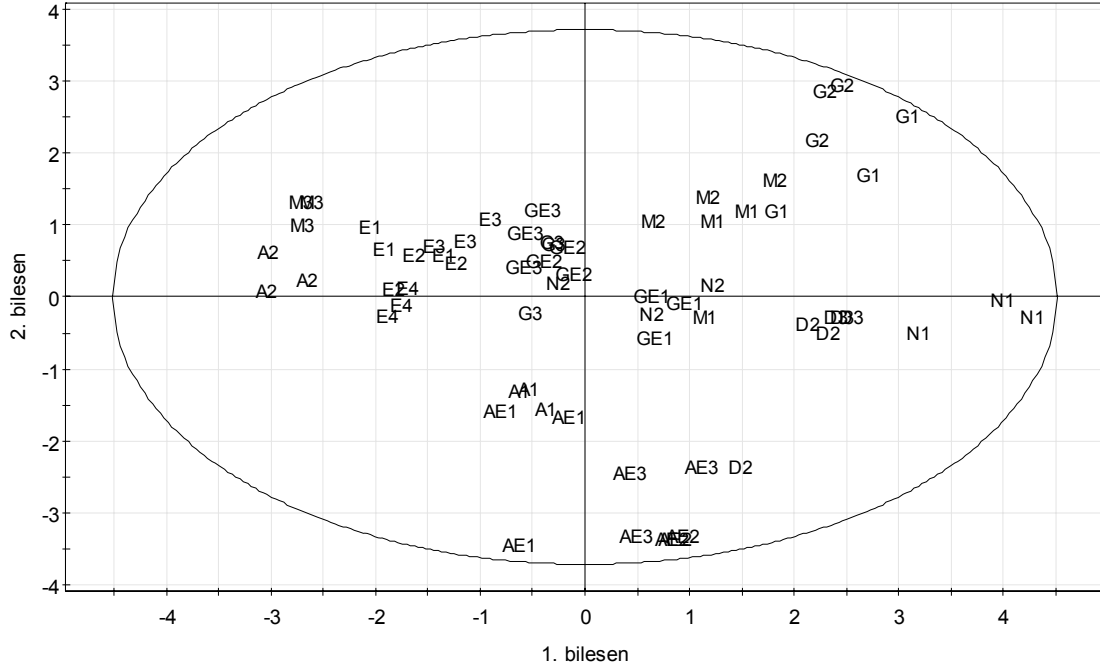
2006 hasat yılı:

2006 hasat sezonu yağlarının e-burun aroma profillerine göre, yağ örneklerini kesin sınırla ayırmak mümkün değildir (Şekil 9). Nizip, erkence ve domat yağları, 2005 hasat yılının aksine diğer yağlardan ayrılacak şekilde bir aromaya sahip değillerdir. Ayvalık-edremit ve 1. sıklım ayvalık yağlarının diğer yağlardan daha ayrı bir aromaya sahip olduğu söylenebilir.

İki hasat sezonu birlikte değerlendirildiğinde yağ örneklerinin e-burun aroma profilleri açısından, zeytin tipi ve coğrafi orijine bakmaksızın iki gruba ayrıldığı görülmektedir. Şekil 10, iki yıla ait yağ örneklerinin e-burun verileri ile geliştirilmiş PLS-DA modelinin ilk iki skor değişkeninin grafiğini göstermektedir. 2005 sezonu yağları kontrol elipsin sağ tarafında, diğer sezon sol tarafında toplanmıştır. Her iki dönemde de zeytinlerin aynı bölgelerden yılın aynı zamanlarına toplanıp eşit koşullar altına sıkılıp saklandığı ve analiz edildiği düşünülürse hasat sezonunun önemli bir ayrışma olduğu söylenebilir. 2006 yağları arasında görünen 2005 sezonu ait olan domat zeytinyağıdır.

Memecik ve ayvalık yağlarının e-burun profillerine göre ayrımı Şekil 11 deki Cooman's çiziminde gösterilmiştir. Genel olarak bir farklılık olduğu ancak bazı ayvalık yağlarının ortak bölgede belirlediği gözlenmiştir. Aynı şekilde ayvalık ve gemlik yağları arasındaki fark incelendiğinde, aroma profillerine göre bu iki yağı tam olarak iki ayrı sınıfta modellemenin başarısız olduğu söylenebilir (Şekil 12). Coğrafi olarak ayvalık yağlarının İzmir ve Edremit olarak ayrımı Şekil 13 de verilen Cooman's grafiğinde görülebilir. Edremit ve İzmir bahçelerinde alınan ayvalık

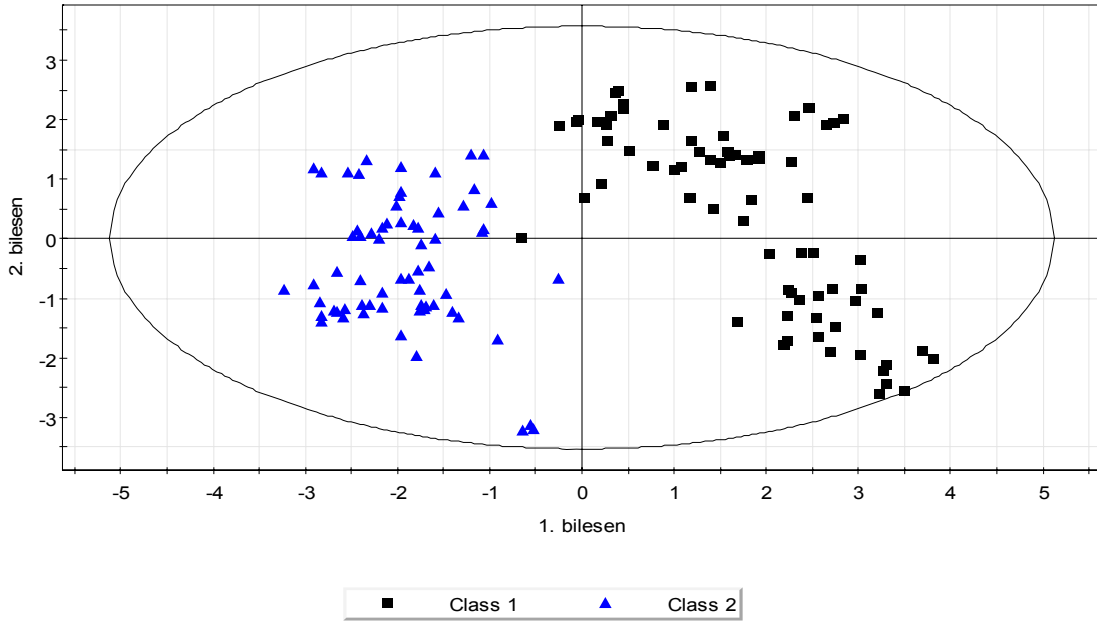
zeytinlerinden elde edilen sızma yağlar farklı e-burun profillerine sahiptir. Benzer şekilde aynı çalışma gemlik yağları ile de yapılmış, ve edremit ve izmir yağlarının birbirinden e-burun profillerine göre ayrıldığı görülmüştür (Şekil 14).



Ellipse: Hotelling T2 (0.95)

SIMCA-P 10.5 - 1/11/2008 9:08:28 AM

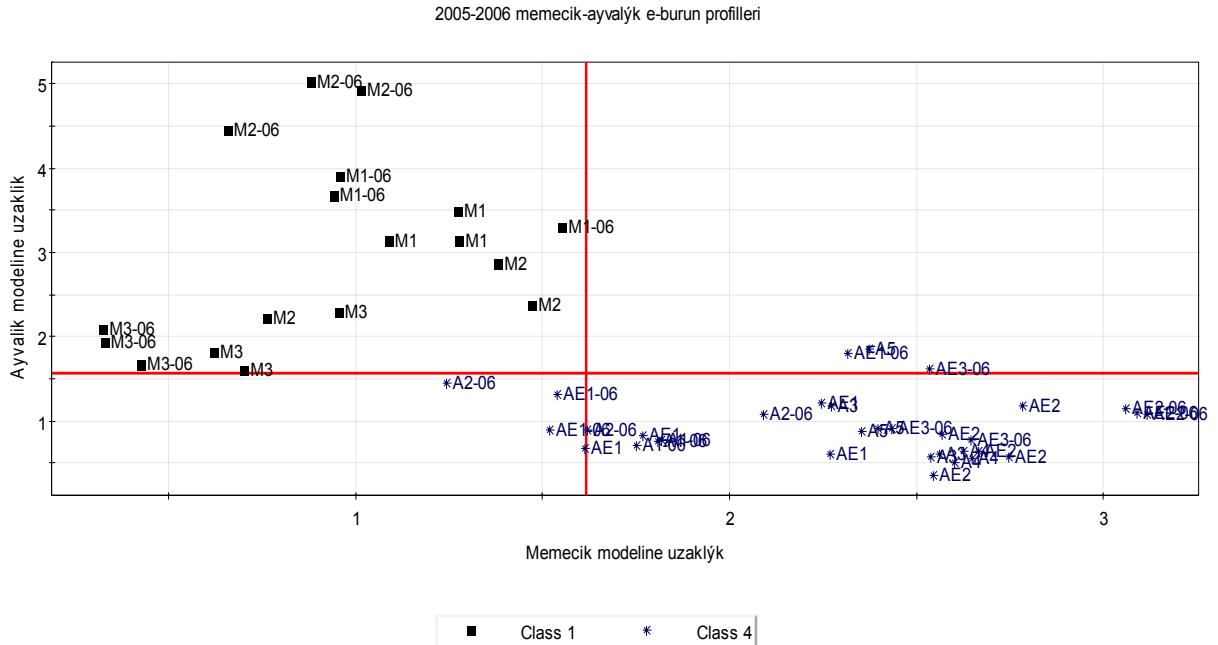
Şekil 9. 2006 yılı zeytinyağlarının e-burun aroma verilerinin PCA modeline ait bileşenleri. Örnek kodlarının yanındaki numaralar aynı zeytin tipine ait farklı sıklımları göstermektedir.



Ellipse: Hotelling T2 (0.95)

SIMCA-P 10.5 - 1/11/2008 11:15:31 AM

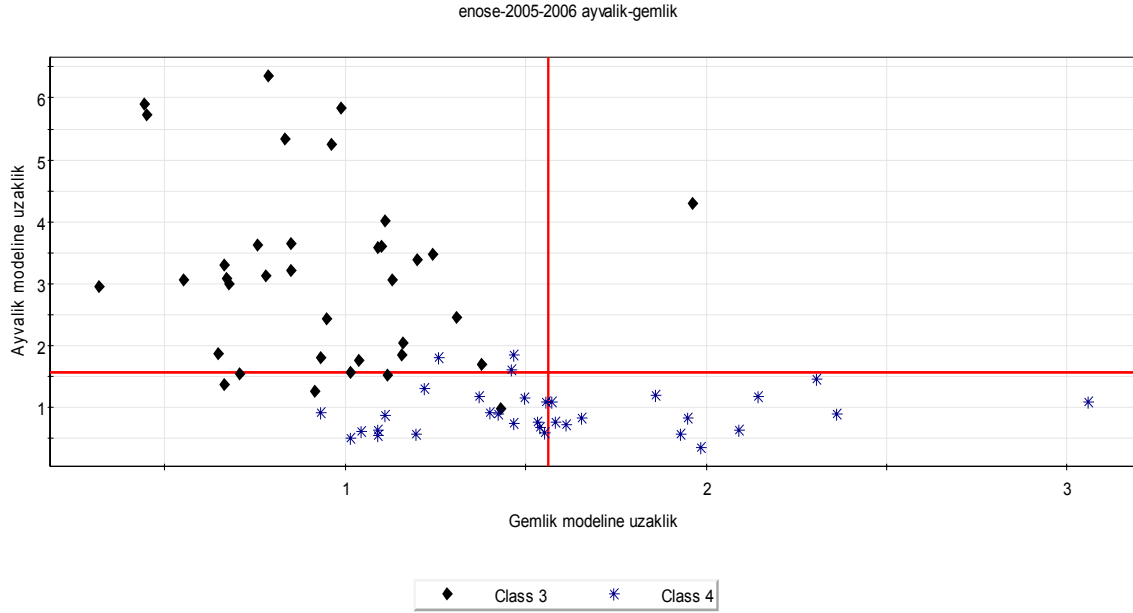
Şekil 10. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait yağların e-burun aroma profillerinin PLS-DA modeli. Sınıf 1: 2005 sezonu (■) Sınıf 2: 2006 sezonu (▲)



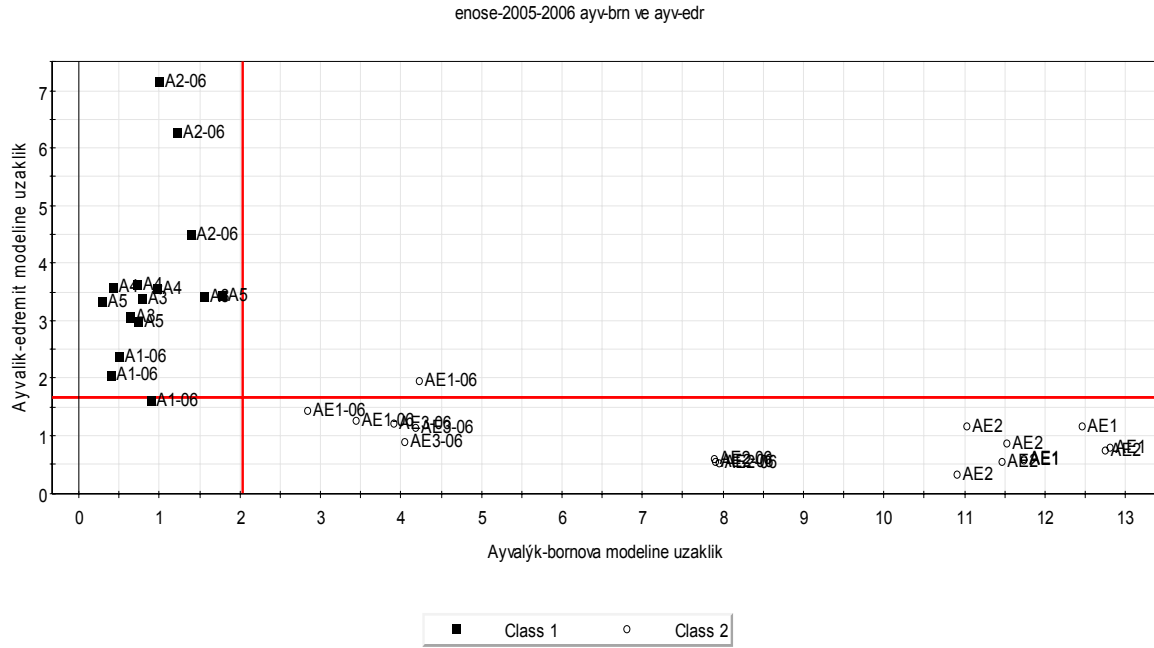
M7-D-Crit[4] = 1,574 M4-D-Crit[2] = 1,616

SIMCA-P 10.5 - 29.01.2008 14:15:40

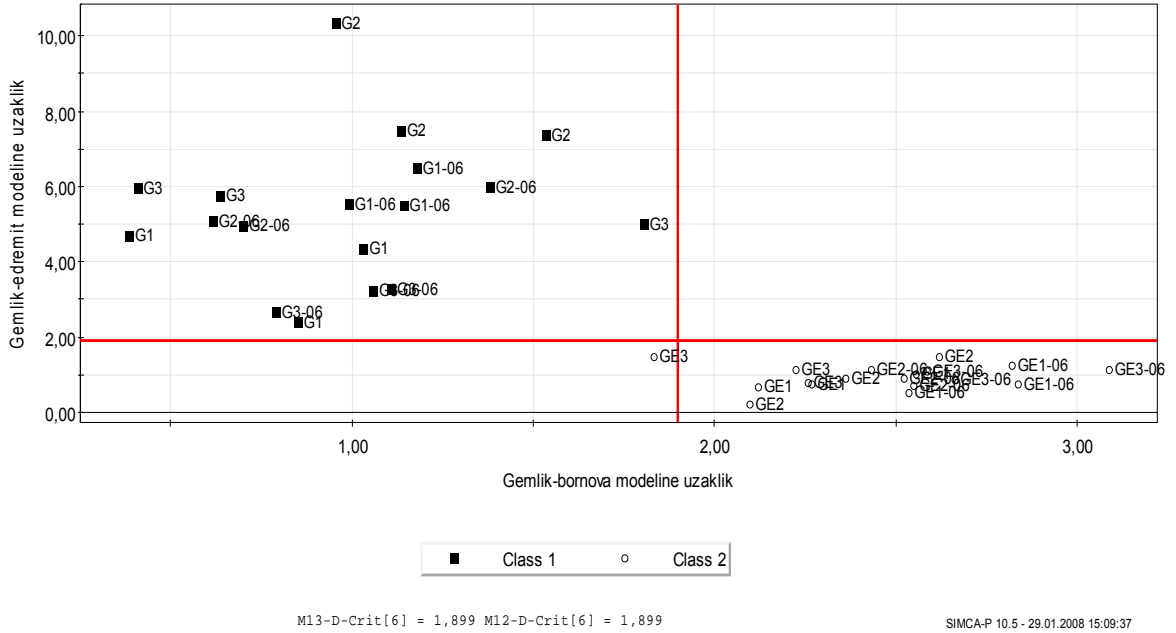
Şekil 11. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve memecik yağlarının e-burun aroma profillerinin Cooman's grafiği. Sınıf 1: Memecik (■) Sınıf 2: Ayvalık (*)



Şekil 12 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve gemlik yağlarının e-burun aroma profillerinin Cooman's grafiği. Sınıf 1: Gemlik (◆) Sınıf 2: Ayvalık (*)



Şekil 13. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit yağlarının e-burun profillerinin Cooman's grafiği. Sınıf 1: Ayvalık-bornova (■) Sınıf 2: Ayvalık-edremit (○)



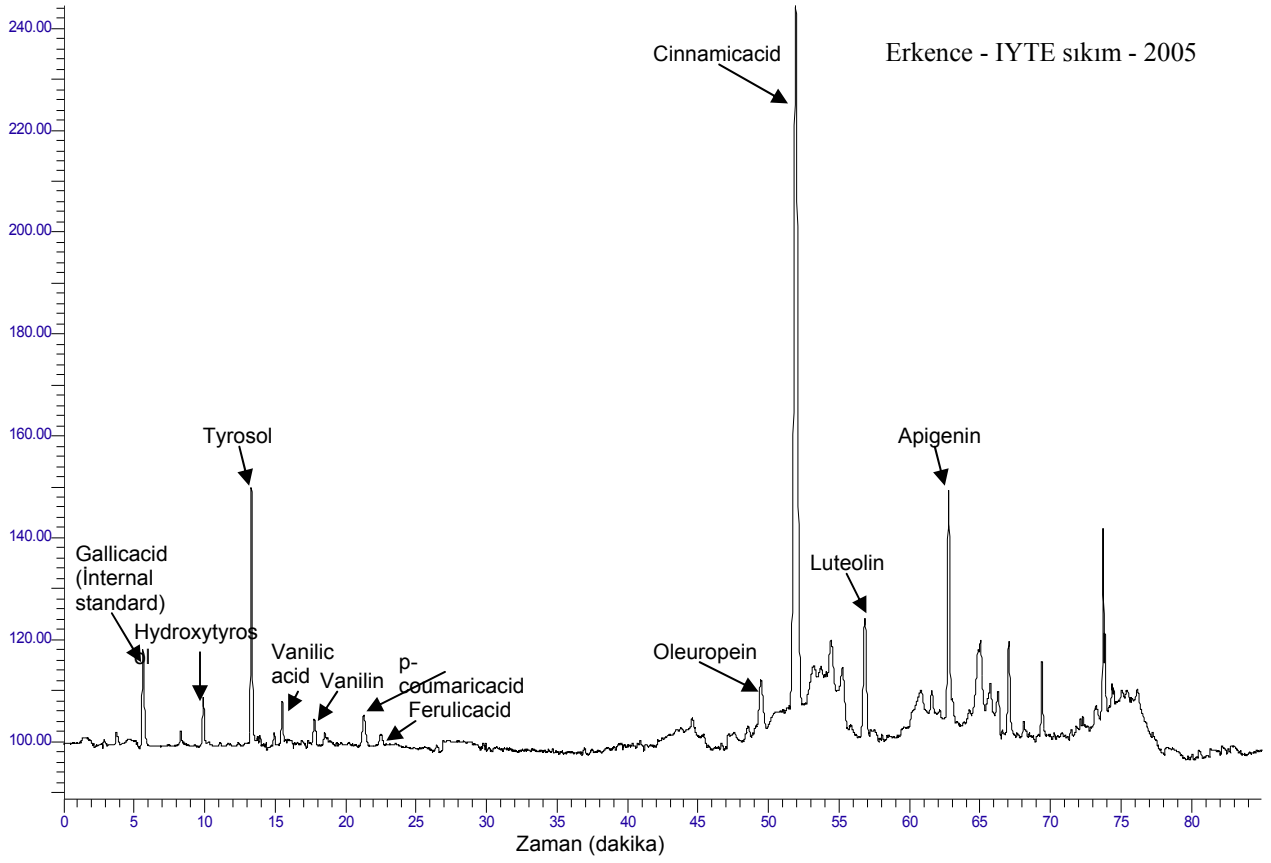
Şekil 14. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağlarının e-burun profillerinin Cooman's grafiği. Sınıf 1: Gemlik-bornova (■) Sınıf 2: Gemlik-edremit (○)

IV7. HPLC Fenol Profilleri:

Sızma zeytinyağlarına ait bir hplc profili ve gözlenen fenolik maddelerin zamanlamaları Şekil 15 de verilmiştir. Ayrıca Tablo 17 ve 18 de her iki hasat sezonunda elde edilen yağların fenolik madde profillerinin ortalamaları verilmiştir.

2005 hasat yılı:

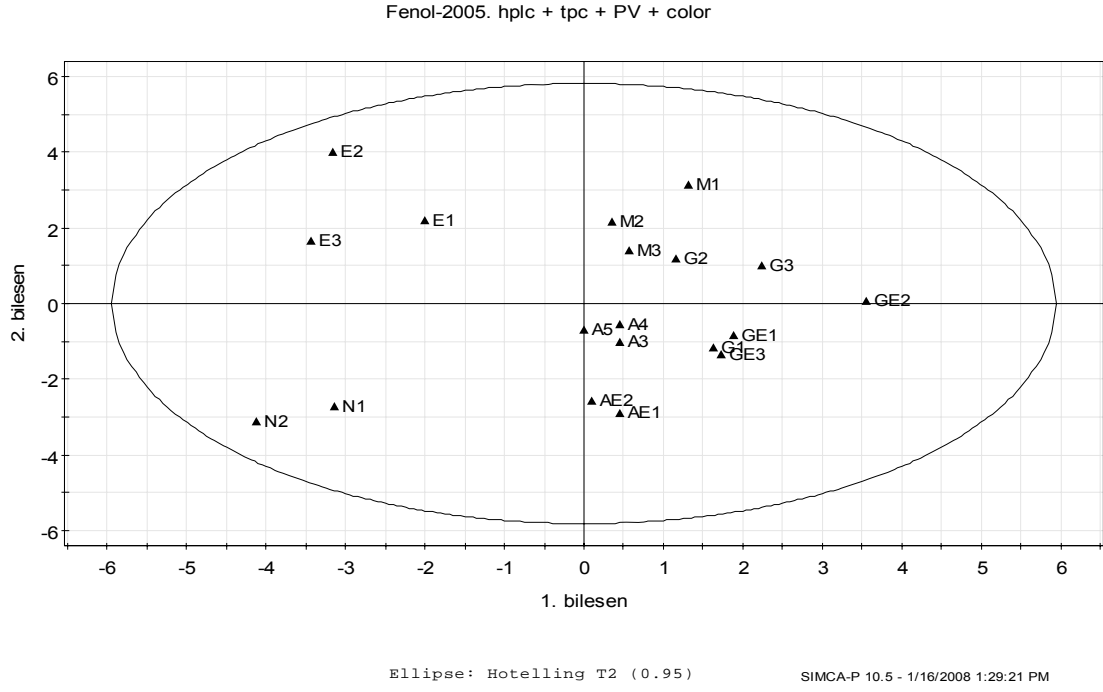
Tablo 17 deki verilerle yapılan çok değişkenli istatistiksel analizler, zeytinyağlarında zeytin tipine göre bir sınıflandırma yapamamıştır. Bu nedenle toplam fenol, serbest asitlik, oksidatif stabilite deneylerindeki 0. ve 11. günlerdeki peroksit değerleri ve renk değerleri (L, a, b) de hplc verilerine eklenmiş ve PCA modeli yaratılmıştır. Bu modelin 1. ve 2. bileşenlerine (1. ve 2. score değerleri) göre çizilen grafik Şekil 16 da verilmiştir. Bu grafiğe göre erkence ve nızip zeytinyağları diğer gruplardan belirgin bir şekilde ayrılmışlardır. Memecik ve gemlik zeytinyağlarının birbirlerine yakın özellikleri taşıdıkları (G1 hariç), ayvalık ve ayvalık-edremit gruplarının kendilerine ait kümeleri de grafiğin diğer göstergeleridir. 2005 sezonu yağlarında bu çok değişkenli istatistik değerlendirilmesinde Domat zeytinyağı örnekleri dağınık özellikler gösterdiğinden ve hiçbir gruba dahil olmadıklarından bu analizlerde kullanılmamışlardır.



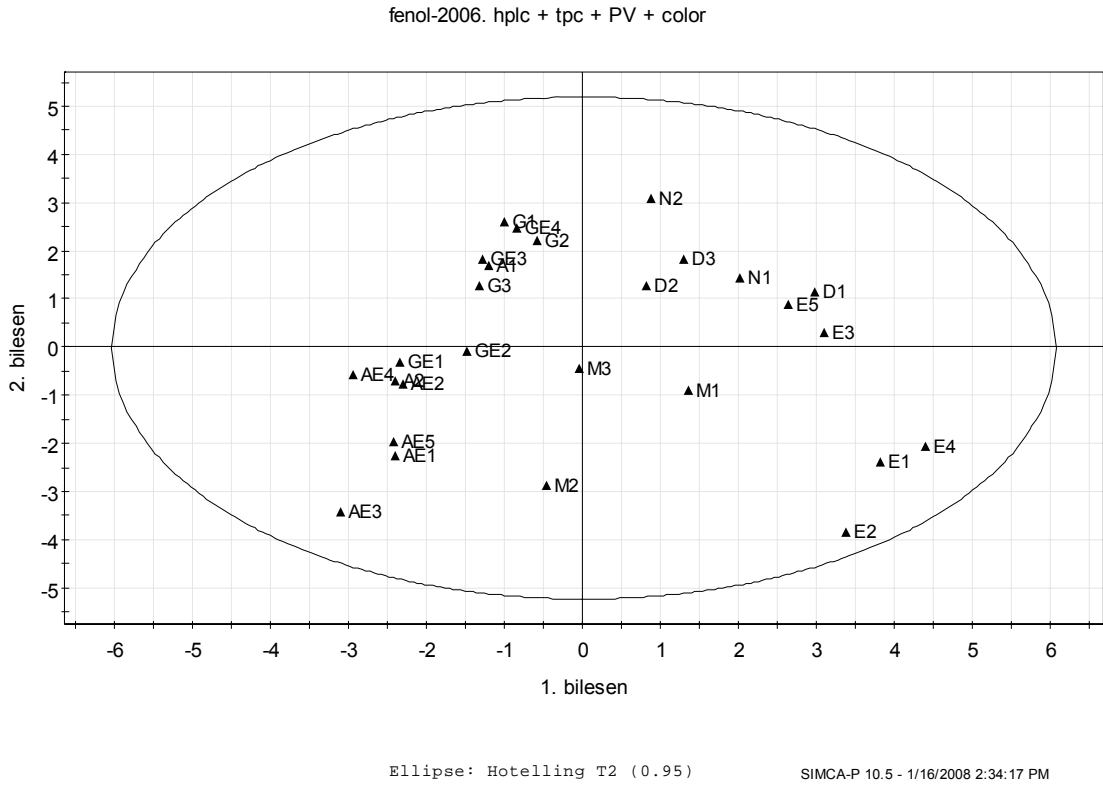
Şekil 15 Sızma zeytinyağlarına ait bir HPLC profili

2006 hasat:yılı:

2006 sezonunda elde edilen yağların fenolik madde, renk, toplam fenol ve peroksit değerleri (0. ve 10. günler) ile elde edilen genel PCA modeline ait grafik şekil 17 de verilmiştir. Bu modele göre erkence, domat ve nızıp yağları kontrol elipsinin sağ yarısında tüm ayvalık ve gemlik yağları sol yarım elipsde toplanmışlardır. Memecik yağları bir önceki yılda olduğu gibi ayvalık ve gemlik yağlarına diğer yağlardan daha yakın özellikler göstermektedir. Ayrıca ayvalık ve gemlik zeytinyağları arasında da bir ayırım olduğu görülebilir.



Şekil 16. 2005 yılı zeytinyağlarının fenolik madde verilerinin PCA modeline ait komponentleri.

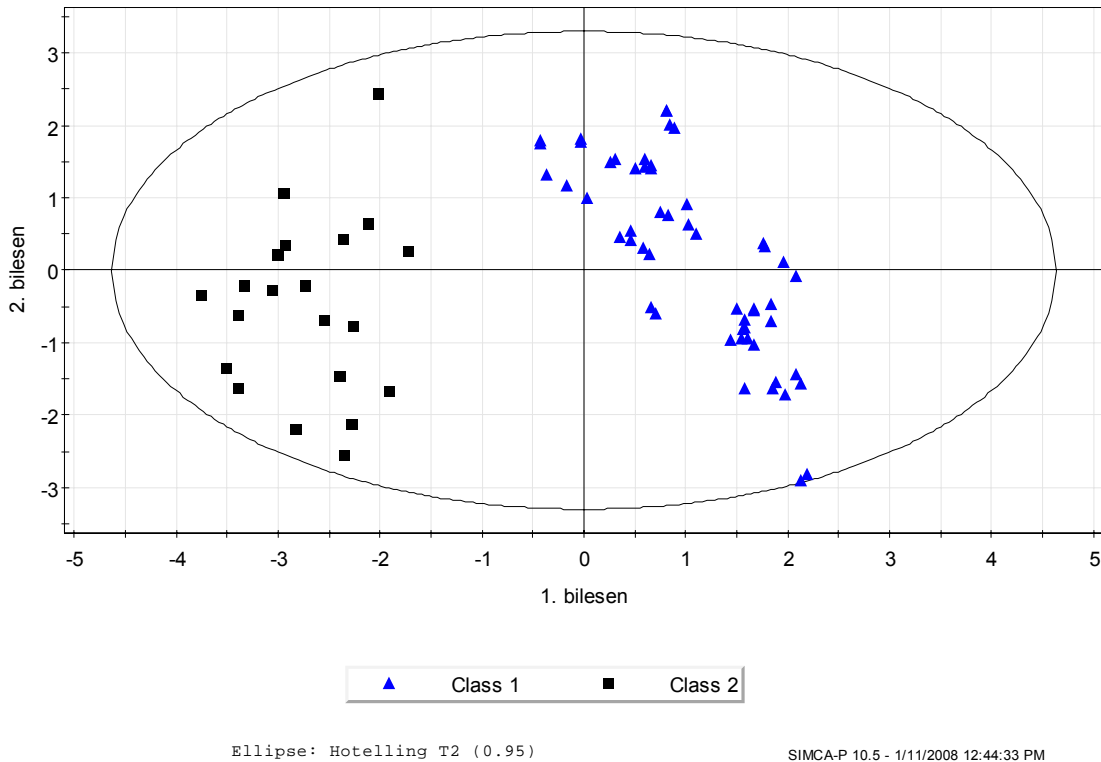


Şekil 17. 2006 yılı zeytinyağlarının fenolik madde verilerinin PCA modeline ait komponentleri.

İki hasat sezonunun yağlarının fenolik profilleri ile elde edilen PLS-DA modelinin ilk iki bileşeninin grafiği Şekil 18 de verilmiştir. 2005 sezonuna ait yağlar, kontrol elipsinin sol tarafında toplanmışlar, 2006 sezonu yağlarından HPLC profillerine göre belirgin bir şekilde ayrılmışlardır.

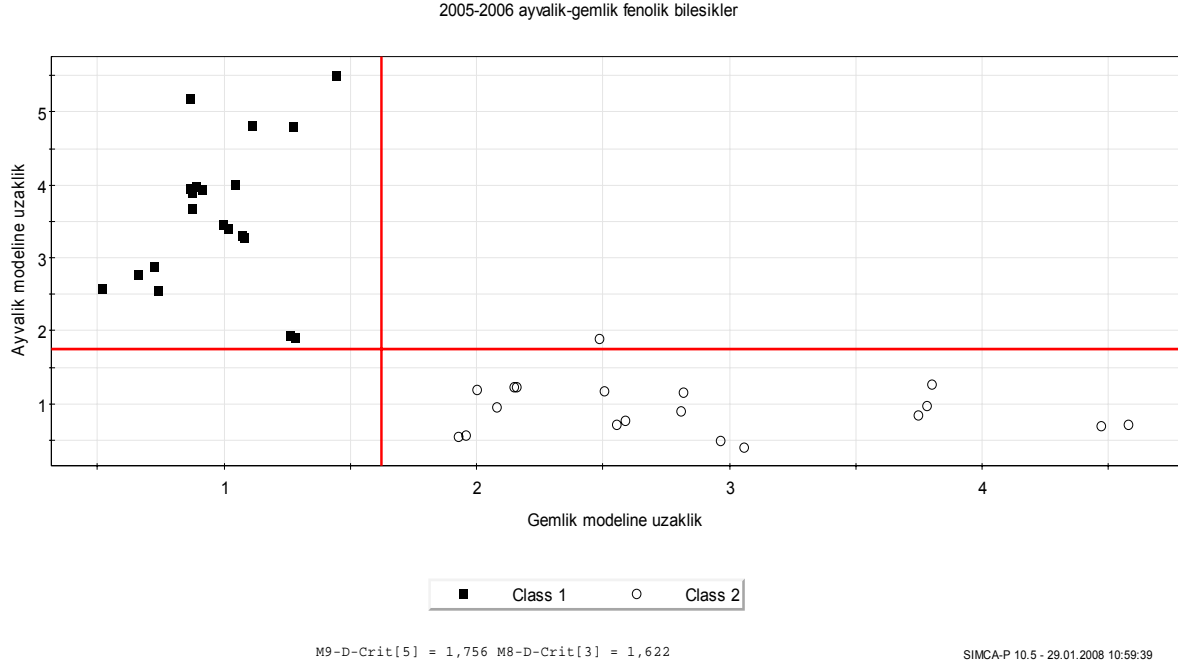
HPLC-DAD metodu ile elde edilen fenolik madde profilleri renk parametreleri (L, a, b), toplam fenol ve peroksit değerleri ile birlikte değerlendirilmiştir.

Genel olarak her iki yılda da; p-coumaric acidin memecik yağlarında, vanilik asidin ayvalık yağlarında daha yüksek, lutoelinin ise memecik ve erkence yağlarında yüksek olduğu gözlenmiştir. Türk zeytinyağları ile yapılmış başka bir çalışmada fenolik asitler HPLC ile tayin edilmiş ve p-kumarik, şiringik, vanilik ve ferulik asitler bulunmuştur (Nergiz ve Ünal, 1991). P-kumarik asit miktarları bu çalışmada bulunanlardan daha yüksektir. Ancak zeytinyağlarının orijinleri hakkında bir bilgi olmadığından tam karşılaştırma yapılamamıştır. Erkence yağları iki sezonda da toplam fenolik madde açısından zengin olarak bulunmuşlardır. Erkence, domat ve bazı nızip yağları oksidatif stabilite testinin son gününde gemlik ve ayvalık varyetelerine göre daha yüksek PV değerine sahip olmuşlardır. Renk açısından erkence ve nızip yağları koyuluk anlamına gelen daha düşük L değerlerine sahiptirler. Bu tür farklılıklar varyeteye göre sınıflandırmada rol oynamaktadır. Her iki yıl verileri karşılaştırıldığına; 2006 yağlarının hiç vanilin içermediği, 2005 yağlarının da hiç şiringik ve sinamik asit içermediği de gözlenmiştir. Bu çalışmada, zeytinyağlarında o-kumarik ve kloragenik asite rastlanmamıştır.



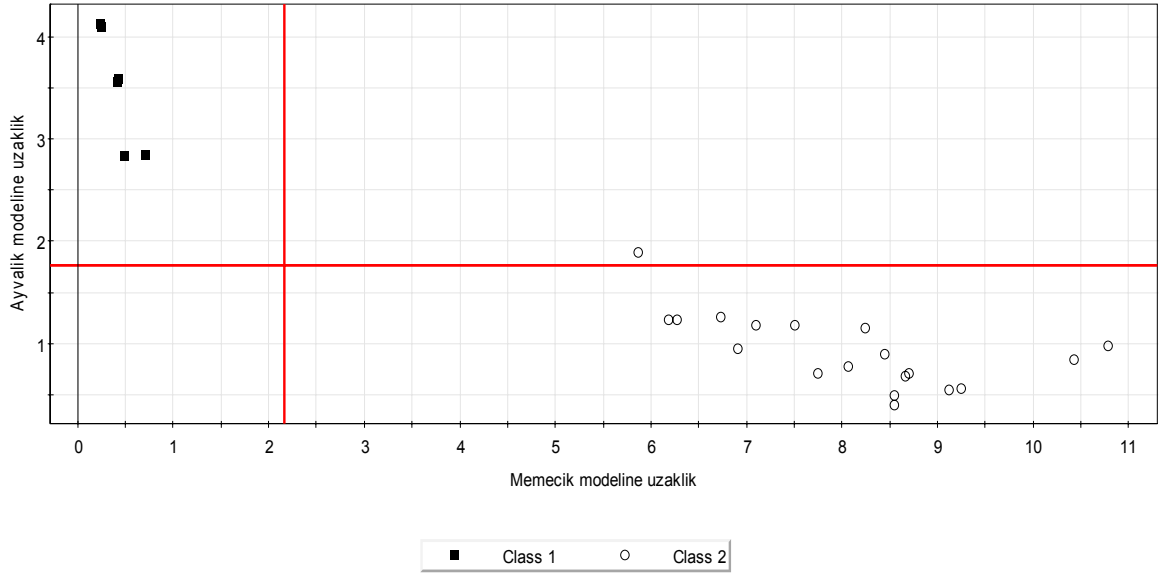
Şekil 18. 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait yağların fenol profillerinin PLS-DA modeli. Sınıf 1: 2006 sezonu (▲), Sınıf 2: 2005 sezonu (■)

Zeytinyağı çeşitlerine göre sınıflandırma ayvalık-gemlik ve ayvalık-memecik yağlarının PCA modelleri ve Cooman's çizimi ile gösterilmiştir (Şekil 19-20). İki yılın fenol verilerine göre bu zeytinyağı çeşitleri birbirlerinden farklılık göstermektedir.



Şekil 19: 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve gemlik yağlarının Cooman's grafiği
Sınıf 1: Gemlik (■); Sınıf 2: Ayvalık (○)

2005-2006 ayvalık-memecik fenolik bileşikler



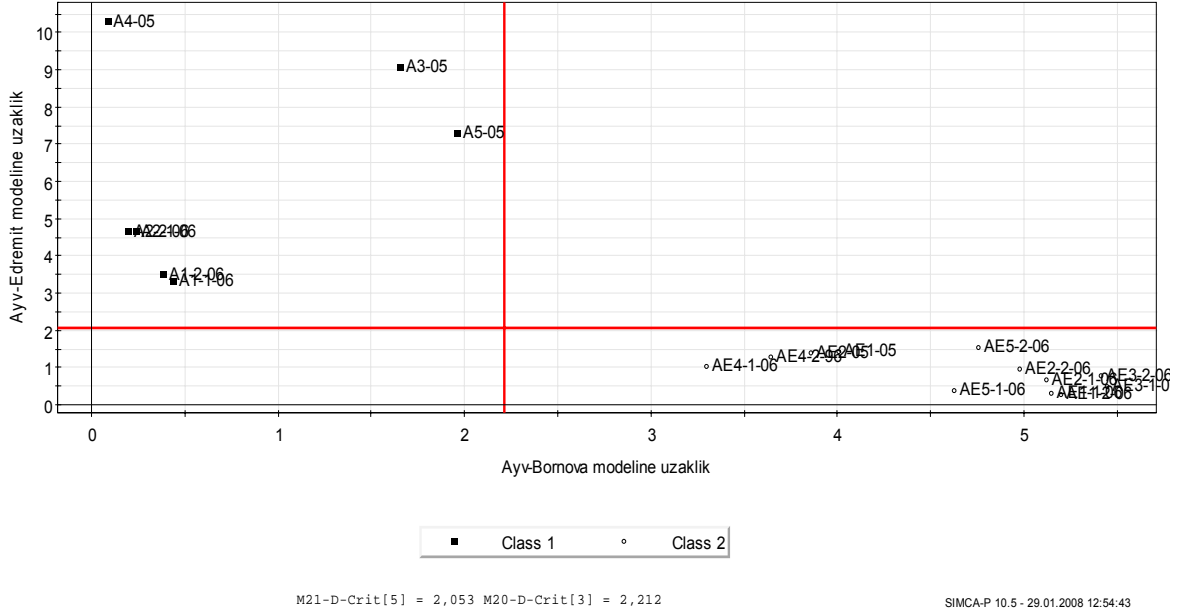
M7-D-Crit[5] = 1,756 M6-D-Crit[4] = 2,159

SIMCA-P 10.5 - 29.01.2008 11:09:28

Şekil 20: 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık ve memecik yağlarının Cooman's grafiği
Sınıf 1: Memecik (■); Sınıf 2: Ayvalık (o)

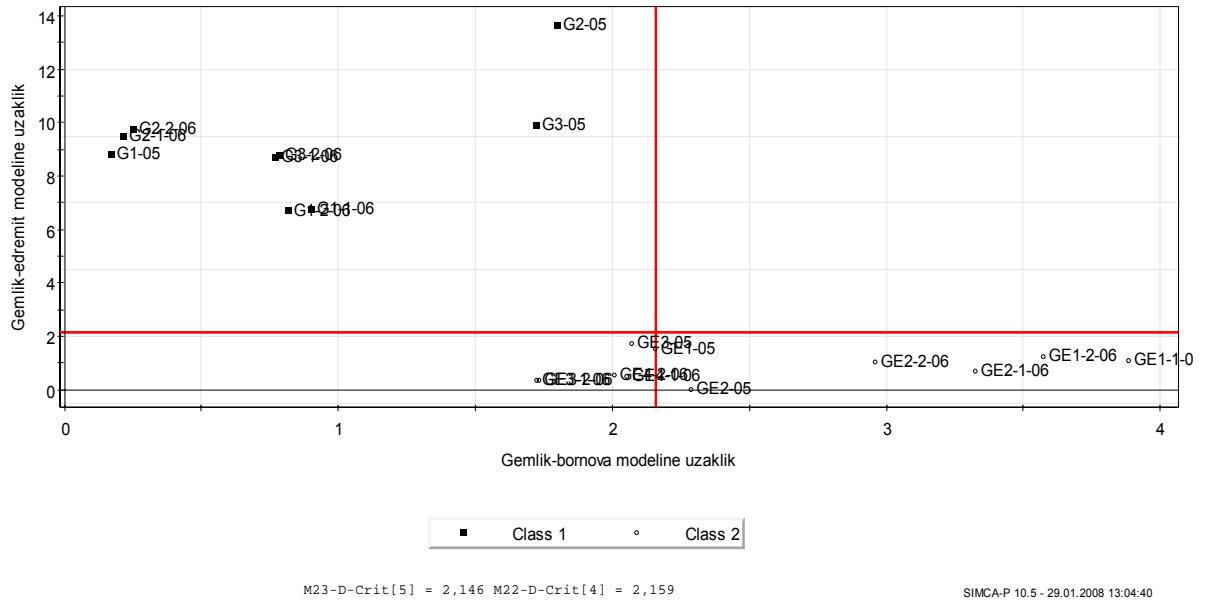
Bornova ve Edremit bahçelerinden iki sezonda da aynı dönemlerde toplanan ayvalık zeytinlerinden elde edilen sızma yağların fenolik madde verileri ile yapılan PCA modellerinin Cooman's çizimlerine göre İzmir ve Edremit bölgelerinden elde edilen yağlar farklılık gösterebilmektedir. Her iki yağ grubuna ait örnekler kendi model bölgelerinde kalmış, ortak bölgeye de geçmemişlerdir (Şekil 21). Aynı çalışma gemlik yağları için de tekrarlanmış, gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağlarının Cooman's grafiği Şekil 22 de verilmiştir. Ancak fenolik bileşiklerine göre gemlik yağlarında coğrafi bölgeye göre net bir sınıflama elde edilememiştir. Bazı gemlik-edremit yağları ortak bölgede belirmiş, diğer bir deyişle gemlik-bornova yağları ile ortak özellikler göstermişlerdir.

2005-2006 ayv-bm ve ayv-edr yağları fenolik bileşikler



Şekil 21 : 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait ayvalık-bornova ve ayvalık-edremit yağlarının Cooman's grafiği. Sınıf 1: Ayvalık-Bornova (■); Sınıf 2: Ayvalık-Edremit (o)

2005-2006 Gem-bm ve Gem-Edr yağları fenolik bileşikleri

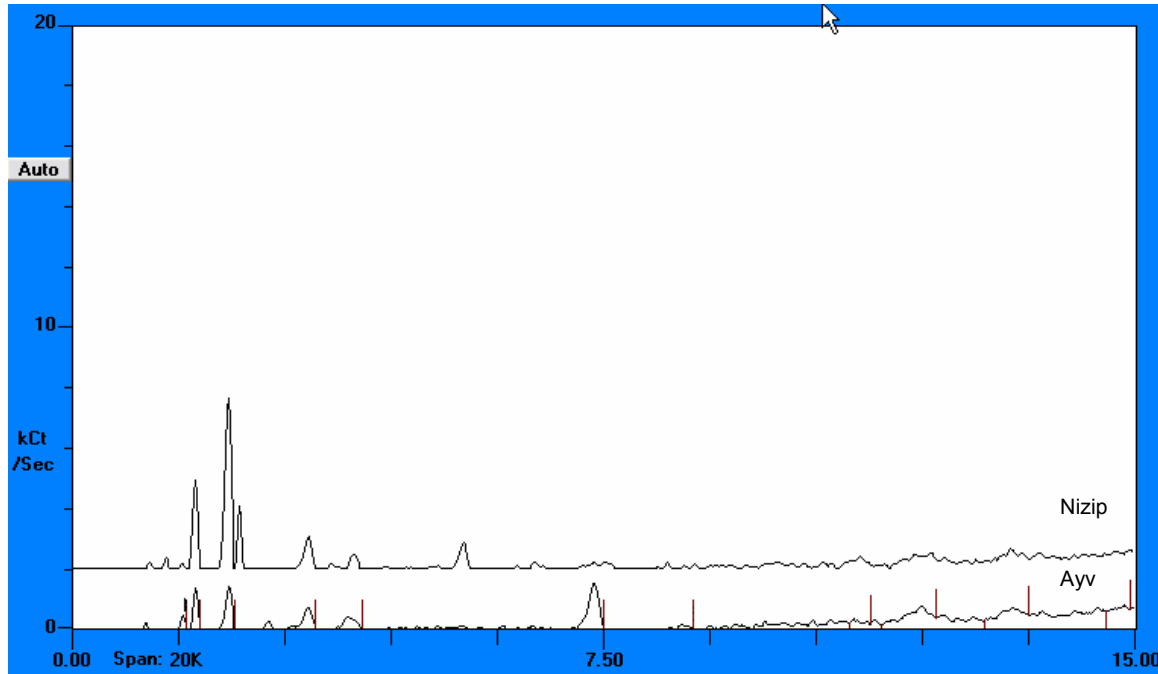


Şekil 22 : 2005 ve 2006 hasat sezonuna ait gemlik-bornova ve gemlik-edremit yağlarının Cooman's grafiği. Sınıf 1: Gemlik-Bornova (■); Sınıf 2: Gemlik-Edremit (o)

IV8. E-burun Tağış Verileri:

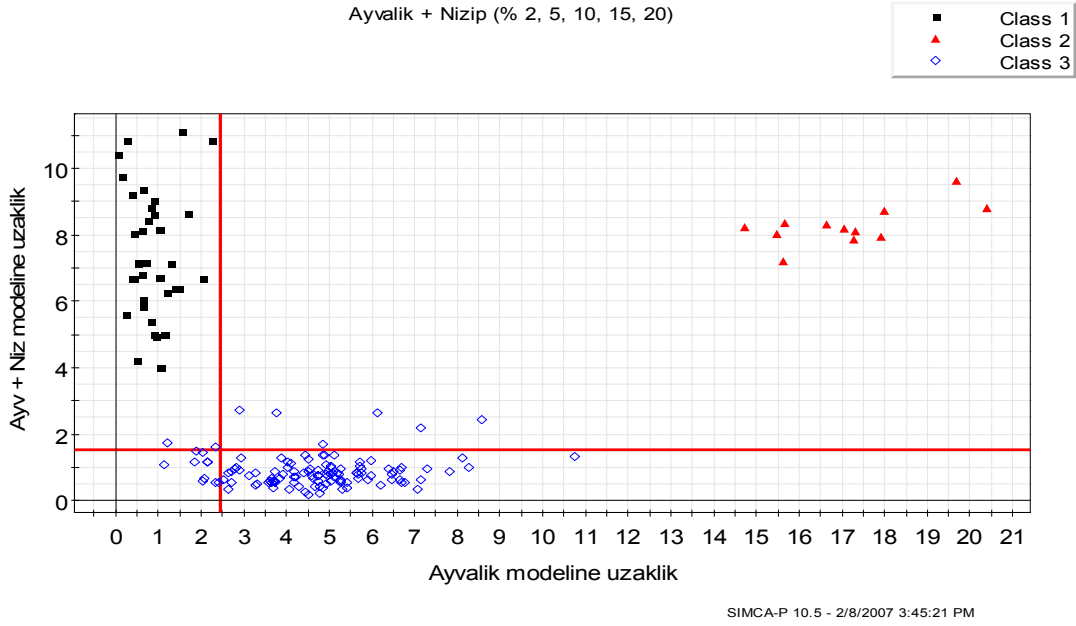
Zeytinyağında tağış iki sızma yağın karıştırılması ve sızma zeytinyağı ile yenilebilir başka bir bitkisel sıvı yağın karıştırılması, ve bu karışım oranlarının e-burun ile ne ölçüde tahmin edilebileceği olarak incelenmiştir.

Ayvalık-edremit (AE) ve erkence (E) yağlarının % 2-20 arasında değışen miktarlarda nızıp (N) yağı ile karışmaları iki hasat yılı için çalışılmıştır. 2005 sezonu AE ve N karışımalarında saf yağlar ve tağışlı ayvalık yağları ayrı ayrı sınıflandırılmışlar. Ayvalık ve nızıp yağlarının profilleri Şekil 23 de verilmiştir. Şekil 24 de verilen Cooman çiziminde, 3 ayrı sınıf olarak modellenen saf ayvalık, saf nızıp ve % 2, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında nızıp karıştırılmış tağışlı ayvalık verileri görülmektedir. (0,0) orijin noktasına yakın, ortak bölgede ve limitlerin dışında bazı tağışlı ayvalık verileri bulunmaktadır. 26 veri rastlantısal olarak seçilerek modele tahmin ettirilmiş ve tağış miktarları % 90.7 oranında doğru tahmin edilebilmiştir (Şekil 25).

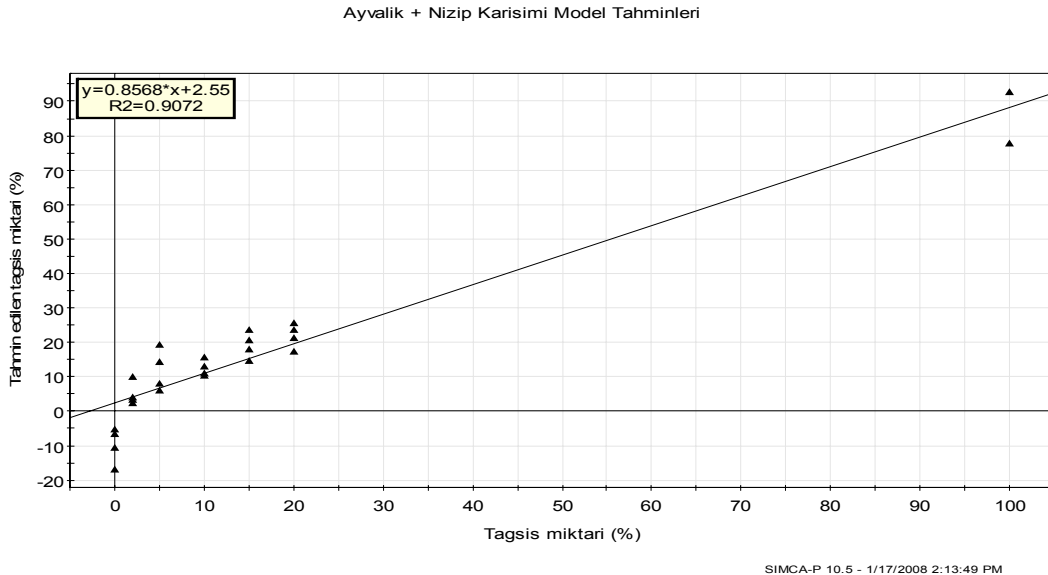


Şekil 23. Ayvalık ve nızıp yağlarının e-burun kromatogramları

2005 sezonu erkence ve nızıp yağlarının e-burun profilleri Şekil 26 da verilmiştir. E + N karışımalarının model sonuçları Şekil 27 de verilmiştir: 3 ayrı sınıf olarak modellenen saf erkence, saf nızıp ve % 2, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında nızıp karıştırılmış tağışlı erkence verileri görülmektedir. (0,0) orijin noktasına yakın ortak bölgede, limitlerin dışında ve erkence bölgesinde çok sayıda tağışlı erkence verileri bulunmaktadır. 38 veri rastlantısal olarak seçilerek modele tahmin ettirilmiş ve tağış miktarları % 90.9 oranında doğru tahmin edilebilmiştir (Şekil 28).

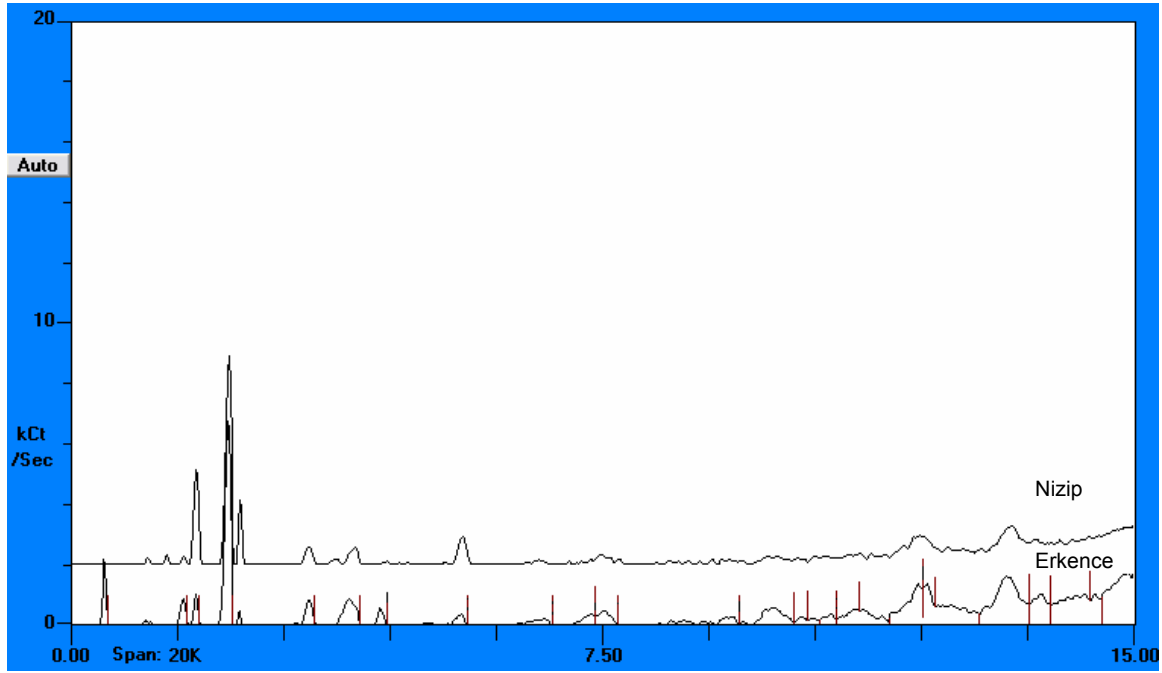


Şekil 24. Cooman çizimi: Değişik oranlarda Nizip zeytinyağı karıştırılmış Ayvalik zeytinyağı. Class 1: saf Ayvalik (■), Class 2: saf Nizip (▲), Class 3: tağışlı Ayvalik (◇)

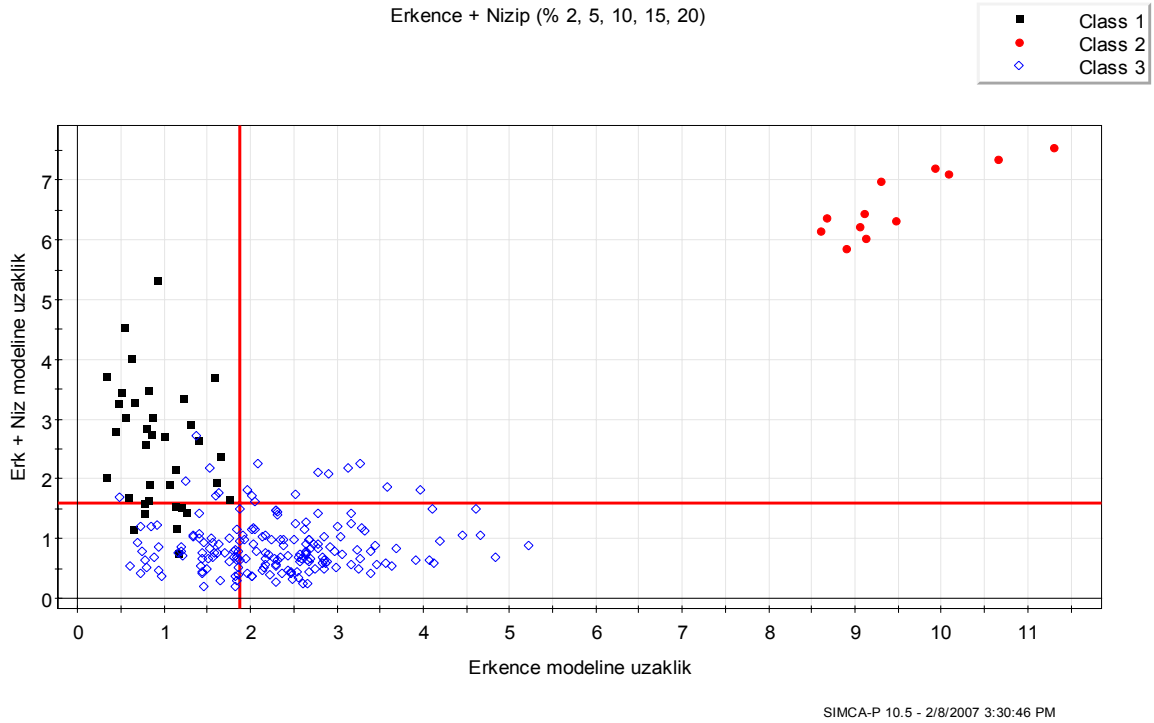


Şekil 25. Ayvalik + Nizip Tağışş. Gerçek %Nizip değerlerine karşı tahmin edilen %Nizip değerleri

2006 sezonu yağları ile yapılan benzer çalışmada ayvalik ve erkence yağlarının tağışşılı olanlardan ayıramadığı görülmüş, buna bağlı olarak model tahminleri (R^2) düşük olarak elde edilmiştir.

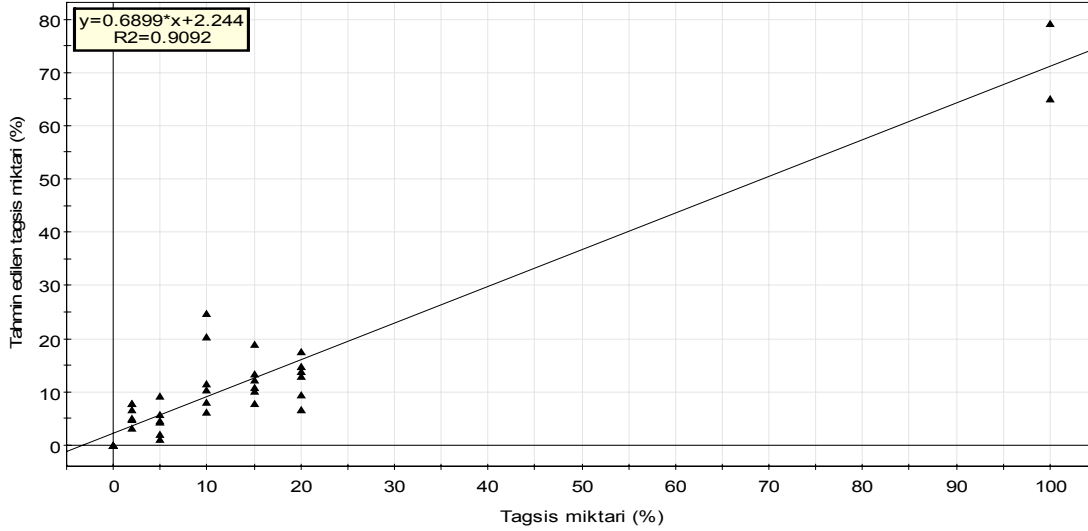


Şekil 26. Erkence ve nizip yağlarının e-burun kromatogramları



Şekil 27 Cooman çizimi: Değişik oranlarda Nizip zeytinyağı karıştırılmış Erkence zeytinyağı. Class 1: saf Erkence, Class 2: saf Nizip, Class 3: tağışlı Erkence verileri

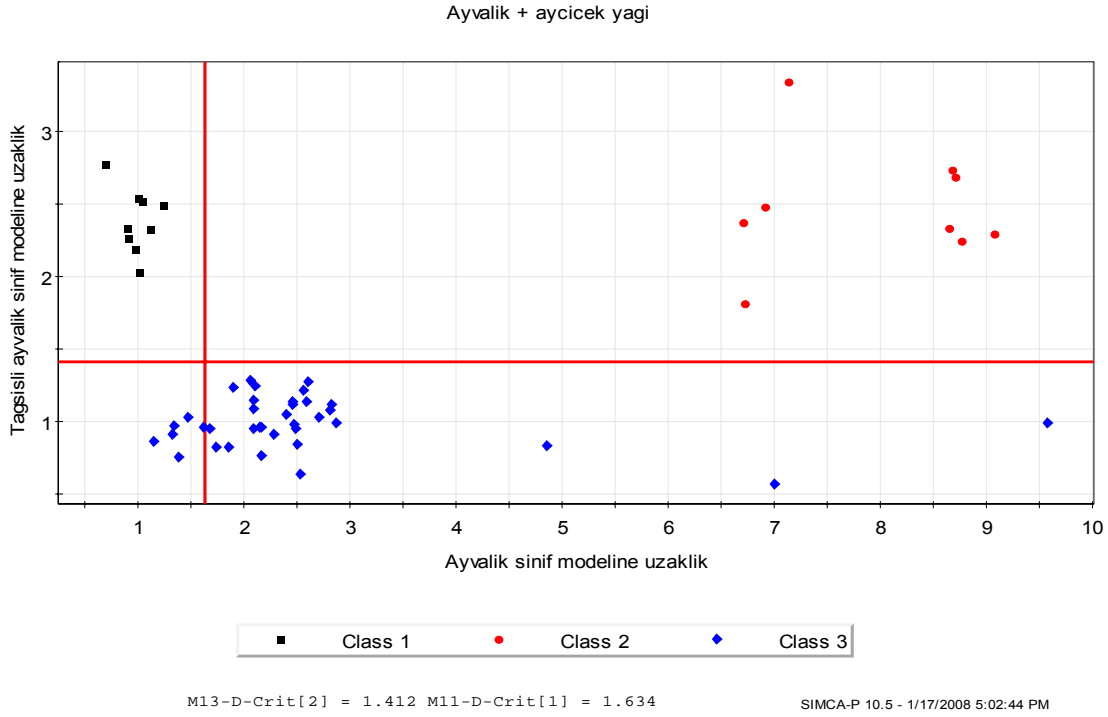
Erkence + Nizip karisimleri model tahminleri



SIMCA-P 10.5 - 1/17/2008 2:29:51 PM

Şekil 28. Erkence + Nizip Tağşiş. Gerçek %Nizip değerlerine karşı tahmin edilen %Nizip değerleri

Ayvalık + Ayçiçek yağı karışımı: Şekil 29 da verilen Cooman çiziminde, 3 ayrı sınıf olarak modellenen saf ayvalık, saf ayçiçek yağı ve % 2, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında ayçiçek yağı karıştırılmış tağşişli ayvalık verileri görülmektedir. (0,0) orijin noktasına yakın ortak bölgede, % 10 tağşişli ayvalık verilerinden bazıları bulunmaktadır. Verifikasyon amacı ile seçilen 12 veriyi model ancak % 83 oranında doğru olarak tahmin edebilmiştir. Özellikle saf ayçiçek yağlarının tahmini iyi olmamıştır (tahmin: %35-70). Ayvalık ve ayçiçek yağlarının e-burun kromatogramları Şekil 30 de verilmiştir.

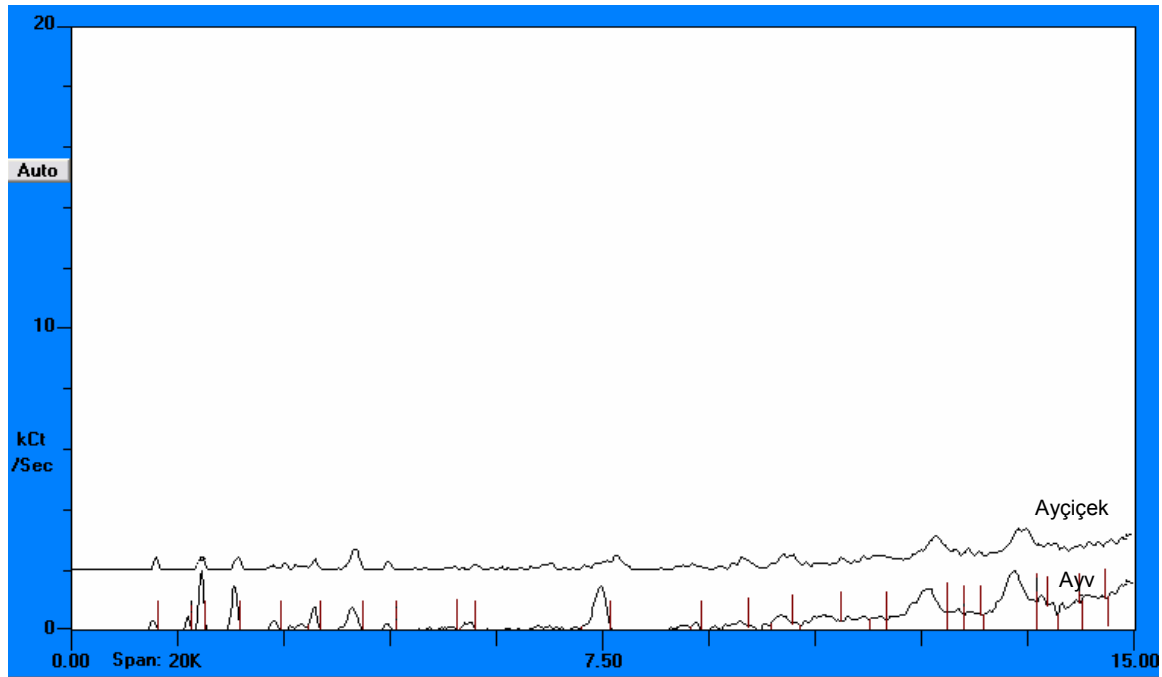


Şekil 29. Cooman çizimi: Değişik oranlarda ayçiçek yağı karıştırılmış Ayvalık zeytinyağı. Class 1: saf Ayvalık, Class 2: saf ayçiçek yağı, Class 3: tağışsılı Ayvalık verileri.

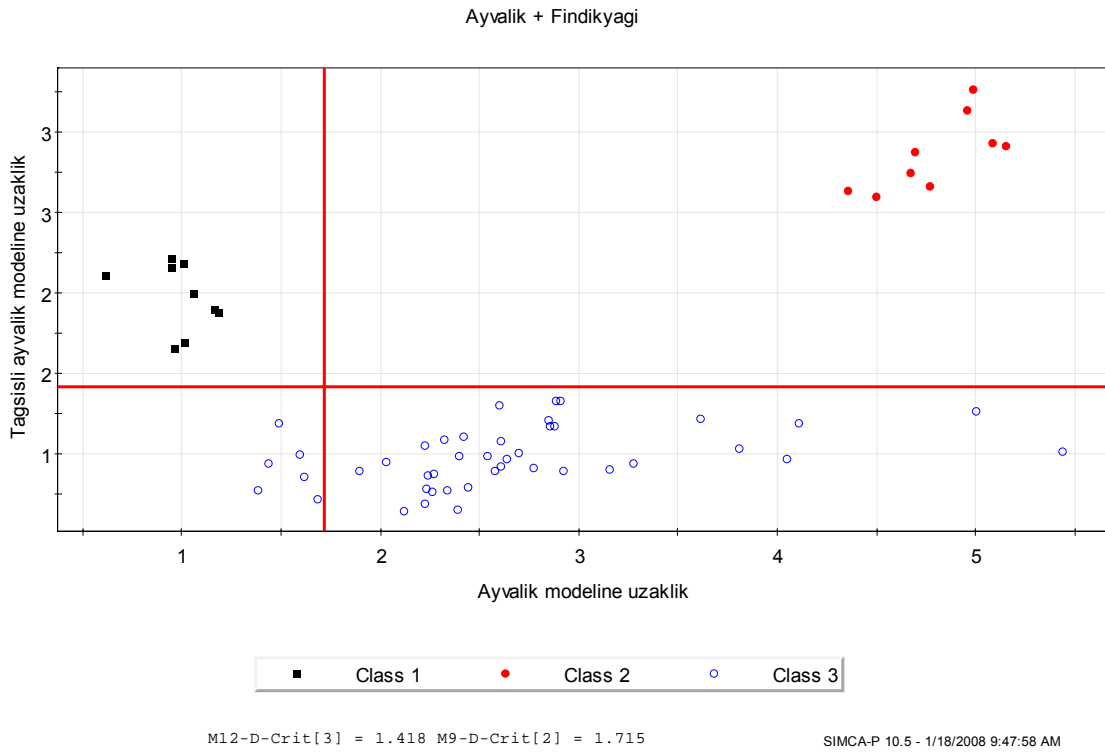
Zeytinyağlarında çok sık rastlanan diğer tağışsı örneği fındıkyacağı ile yapılan karışımlardır. Bu amaçla. Şekil 31 de verilen Cooman çiziminde, 3 ayrı sınıf olarak modellenen saf ayvalık, saf fındık yağı ve % 2, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında fındık yağı karıştırılmış tağışsılı ayvalık verileri görülmektedir. Saf ayvalık yağları tam olarak kendi bölgelerinde belirmişler, ancak % 5 tağışsılı ayvalık verileri (0,0) orijin noktasına yakın ortak bölgede çıkmışlardır. Verifikasyon amacı ile seçilen 14 veriyi model ancak % 78 oranında doğru olarak tahmin edebilmiştir. Özellikle saf fındıkyağlarının tahmini iyi olmamıştır (tahmin: %38-86).

Fındıkyacağı ile zeytinyağı karışımının ayrılması diğer bitkisel yağ karışımlarına göre daha zordur. Bunun nedeni sızma zeytinyağının kokusunun rafine fındık yağına oranla çok baskın olması ve iki yağın triasil ve yağ asidi komponentlerinin büyük benzerlikler göstermesidir (Baeten ve ark, 2005).

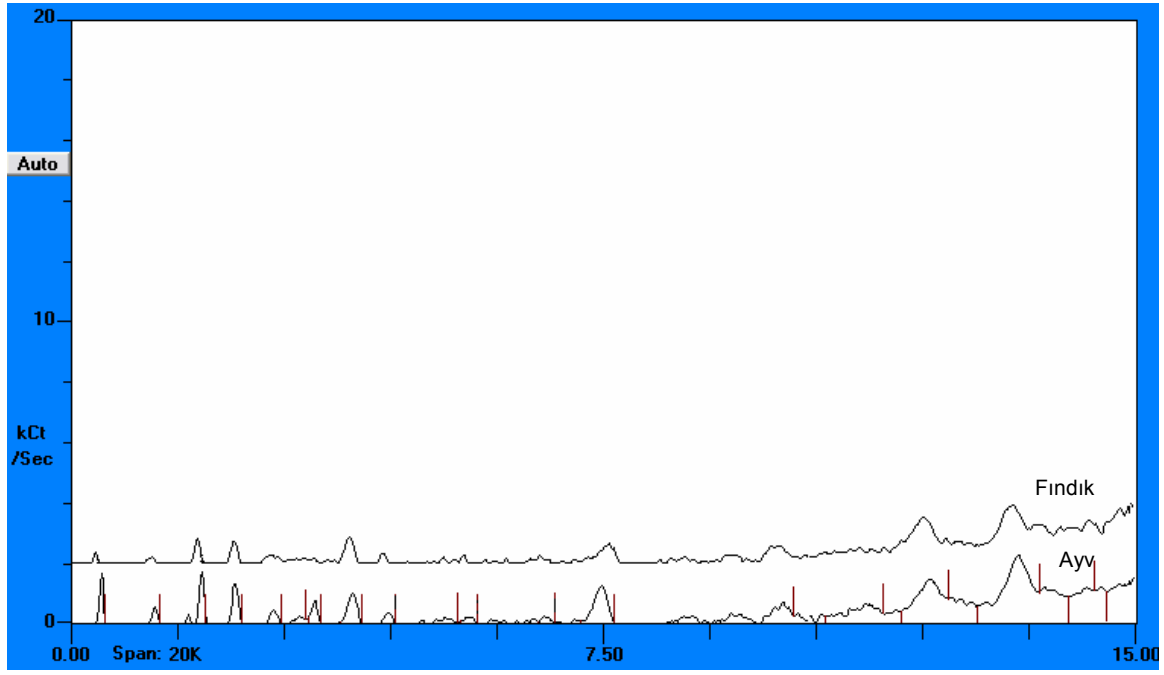
Tipik e-burun profilleri ayvalık, nızip erkence sızma yağları ve ayrıca ayvalık, ayçiçek ve fındık yağları için verilmiştir. Ayvalık ve erkence zeytinyağlarının nızip sızma ile karışımlarının incelenmesinin nedeni nızip yağlarının koku ve fenol profillerinin diğer yağlardan oldukça farklı olmasıdır. Ayvalık ve fındık yağlarının e-burun kromatogramları Şekil 32 de verilmiştir.



Şekil 30. Ayvalık ve ayçiçek yağlarının e-burun kromatogramları



Şekil 31. Cooman çizimi: Değişik oranlarda fındıkyığı karıştırılmış Ayvalık zeytinyağı. Class 1: saf Ayvalık, Class 2: saf fındıkyığı, Class 3: tağışlı Ayvalık verileri



Şekil 32. Ayvalık ve fındık yağlarının e-burun kromatogramları

V. SONUÇLAR

Bu çalışma Türkiye’de yetişen, ekonomik değeri yüksek zeytinlerden, 5 kilogram kapasiteli, laboratuvar ölçekli, satrifuj sistemi ile çalışan bir değirmende elde edilen sızma zeytinyağlarının karakterizasyonu ve elde dildikleri zeytin tipine göre sınıflandırılmaları amacı ile yapılmıştır. Schaal–oven yöntemi ile 60 C de okside olan zeytinyağlarının peroksit değerlerine göre elde edilen oksidatif stabiliteleri fenolik yapıları ile birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca çabuk sonuç veren, ön örnek hazırlama işlemi istemeyen e-burun cihazı ile zeytinyağlarında, başka zeytinyağları ile ve bitkisel yağlarla tağışışler çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir.

Yüksek sıcaklıkta ve karanlıkta tutulan zeytinyağlarının peroksit değerleri 11 gün boyunca ölçülmüş, 0. ve 11. gün arasındaki farkın (delPV) HPLC de elde edilen fenolik bileşiklerle korelasyonuna bakılmıştır (r: korelasyon sabiti). delPV değeri ile toplam fenol arasında bir korelasyon bulunamamış şiringik, sinamik asit ve renk parametresi ‘a’ ile zayıf da olsa bir ilişki olduğu görülmüştür (sırası ile r = -0.43, -0.56, ve 0.51). Buna göre, bu fenolik maddelerin miktarı ile PV değeri arasında artış ters orantılıdır. Ayrıca a değeri daha negatifse PV deki artış daha az olmaktadır. Bu renk parametresinin negatif değerleri renkde daha fazla yeşilliği göstermektedir.

İki sezonun fenol, toplam fenol, PV ve renk verileri beraber değerlendirildiğinde en önemli ayırtacın hasat yılı olduğu bulunmuştur.

Fenol profilleri açısından zeytinyağı tiplerine göre farklılıklar olduğu istatistiksel modellerle gösterilmiş, ayvalık ve gemlik yağlarının memecik, domat, nızıp ve özellikle erkence yağlarından farklılıklar gösterdikleri gözlenmiştir. İzmir ve Edremit bahçelerinden toplanan zeytinlerden elde edilen ayvalık sızma zeytinyağları coğrafi olarak farklılıklar göstermiştir. Ancak aynı sonuç gemlik yağları için alınamamıştır.

E-burun profillerine göre memecik ve ayvalık yağları birbirinden ayrılabilirken, gemlik ve ayvalık yağlarının farklılık göstermedikleri gözlenmiştir. Coğrafi olarak Edremit ve İzmir bahçelerinden alınan ayvalık ve gemlik zeytinlerinin sızma yağları e-burun profillerine göre bir farklılık göstermişlerdir.

Tağışışin hızlı bir şekilde tespiti için e-burun cihazı ile yapılan çalışmalar sonucunda iki zeytinyağının karışımı istatistiksel modeller yardımı ile %90 doğrulukla bulunabilirken, ayçiçek ve fındık yağlarının zeytinyağı ile karışımlarında bu oran daha düşük seviyede gerçekleşmiştir (sırası ile %83 ve %78).

Son söz olarak; bu çalışma Türk zeytinyağlarında fenolik profillere ve yeni kullanım alanı olarak elektronik burun profillerine yönelik kapsamlı bir ilk olmuştur. Ancak iki yıla sınırlı kalan bu çalışmaların daha kesin sınıflandırma sonuçlarına ulaşması için en az dört yıla kadar uzatılması gerekmektedir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere hasat yılı profillerde büyük değişikliklere sebep olabilmektedir (değişebilen hava ve toprak koşulları). Bu nedenle daha ortalama sonuçlar birkaç yılın birikimi ile elde edilebilir. Yine de bütün bu kısa zaman için de bile, ayvalık, memecik gibi ekonomik olarak önemli varyetelerin birbirinden kesin farklılıklar gösterdiği matematiksel olarak saptanmıştır. Bunun yanında daha sınırlı bir alanda yetiştirildiği gözlenen erkence tipi zeytinlerin oldukça verimli olduğu ve her iki hasat sezonunda da fenolik maddeler açısından zengin sızma yağlar üretildiği bulunmuştur. Bu nedenle Türkiye’ye ait bu tür çeşitlerin kaybedilmemeleri için daha detaylı çalışmaları ve ekonomik olarak değerli hale getirilmeleri önerilebilir. Zeytinde tarımın son zamanlarda belli birkaç varyeteye kaydırılmasının sakıncaları düşünülürse erkence tipi yağ üretimi için çok iyi bir alternatif olabilir.

Tablo 15. 2005 sezonuna ait yağların e-burun profillleri (ortalama değerler verilmiştir)

Zeytinyagi	Peak1	Peak3	Peak4	Peak5	Peak6	Peak7	Peak8	Peak9	Peak10	Peak11	Peak12	Peak13	Peak14	Peak15	Peak16
M1	15.83	177.50	472.67	518.33	20.17	59.67	33.83	0.00	0.00	8.00	73.17	0.00	3.00	0.00	7.67
M2	23.67	143.67	392.83	471.67	2.50	33.67	29.17	0.00	3.17	8.33	48.83	0.00	8.83	29.67	4.50
M3	14.83	121.50	346.00	480.67	0.00	30.00	32.00	0.00	0.00	9.00	20.67	0.00	21.00	32.00	20.83
E1	6.00	64.17	589.50	252.00	0.00	7.33	31.83	87.50	8.33	47.50	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	0.00	35.83	551.17	234.00	16.17	0.00	42.17	65.33	11.33	21.17	25.67	0.00	0.00	0.00	3.50
E3	6.67	55.33	517.83	311.50	22.00	6.00	41.00	14.83	4.50	54.17	23.33	0.00	3.33	0.00	0.00
G1	0.00	70.33	172.33	186.00	76.17	19.33	16.83	0.00	2.83	6.00	234.67	0.00	22.50	3.33	4.33
G2	5.50	5.67	331.50	10.50	95.33	0.00	28.83	13.33	9.50	10.00	239.67	0.00	0.00	0.00	0.00
G3	13.17	44.83	420.17	136.83	94.50	0.00	41.33	17.67	5.67	21.17	118.17	0.00	0.00	0.00	8.83
A1	3.60	237.60	262.40	681.90	21.50	43.00	17.00	1.80	0.00	3.90	60.60	0.00	24.70	15.00	27.10
A2	8.13	0.00	656.13	0.00	56.38	0.00	54.00	0.00	4.00	0.00	57.00	21.63	0.00	0.00	0.00
A3	0.00	83.83	148.83	188.33	62.50	6.83	20.50	0.00	8.83	10.83	276.83	0.00	0.00	0.00	0.00
A4	0.00	49.83	131.50	125.00	65.50	0.00	20.17	0.00	13.50	5.50	289.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A5	7.00	57.67	183.83	234.00	52.50	6.67	25.17	9.67	9.67	3.17	288.33	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	48.38	0.00	83.88	0.00	76.63	0.00	34.00	0.00	0.00	23.63	200.88	0.00	0.00	0.00	0.00
D2	0.00	77.90	658.90	272.40	28.60	0.00	31.90	0.00	0.00	9.60	176.50	0.00	0.00	0.00	0.00
N1	0.00	228.38	710.25	136.63	0.00	0.00	9.38	68.63	62.25	12.25	39.38	55.50	0.00	0.00	0.00
N2	0.00	188.90	539.60	121.30	0.00	0.00	0.00	46.70	102.60	4.10	31.70	66.30	0.00	0.00	0.00
GE1	11.17	191.83	245.00	409.50	33.00	13.67	27.00	28.50	0.00	6.33	169.67	0.00	12.50	5.33	16.67
GE2	2.83	124.33	280.17	389.33	19.50	2.67	23.33	26.17	2.67	20.17	155.00	0.00	17.83	6.00	9.83
GE3	0.00	128.00	246.50	384.83	27.00	5.00	18.17	24.17	5.50	4.00	163.83	0.00	12.83	2.67	20.50
AE1	4.63	311.88	264.13	601.88	11.13	17.50	14.38	0.00	2.38	3.75	112.75	0.00	16.75	34.25	35.63
AE2	8.20	486.90	283.40	780.00	0.00	48.50	38.40	0.00	15.80	0.00	115.50	0.00	11.90	1.80	16.20

Tablo 16. 2006 sezonuna ait yağların e-burun profilleri (ortalama değerler verilmiştir)

Zeytinyağı	Peak1	Peak3	Peak4	Peak5	Peak6	Peak7	Peak8	Peak9	Peak10	Peak11	Peak12	Peak13	Peak14	Peak15
M1	37.000	97.667	413.000	0.000	116.000	40.167	13.667	86.667	23.000	93.000	37.000	0.000	0.000	0.000
M2	32.167	113.667	493.500	0.000	107.167	37.333	6.000	92.167	4.333	113.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M3	35.500	32.500	107.500	0.000	46.500	0.000	0.000	113.667	28.167	52.000	0.000	156.667	0.000	0.000
E1	31.500	20.500	314.167	0.000	42.833	7.167	0.000	92.167	21.833	25.167	6.667	33.667	0.000	0.000
E2	38.833	3.500	288.667	0.000	31.000	11.167	0.000	56.000	16.500	51.167	385.167	58.667	0.000	0.000
E3	27.833	8.333	316.667	0.000	34.667	0.000	6.500	54.333	2.833	20.333	71.500	68.333	0.000	0.000
E4	25.000	0.000	143.833	0.000	23.500	23.500	0.000	62.167	20.667	72.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G1	42.000	195.333	634.833	0.000	145.833	9.833	5.333	155.500	18.667	49.667	158.500	0.000	0.000	0.000
G2	48.500	178.000	628.833	0.000	99.333	0.000	13.667	139.667	6.333	48.000	166.667	0.000	0.000	0.000
G3	15.333	52.500	377.667	0.000	44.167	0.000	0.000	55.833	2.667	63.833	132.333	0.000	0.000	0.000
A1	42.000	177.333	212.000	0.000	73.333	39.667	0.000	56.833	35.167	15.167	27.667	21.667	0.000	0.000
A2	55.000	56.000	121.500	0.000	5.500	0.000	0.000	60.167	33.167	10.667	15.667	212.833	0.000	0.000
D2	22.000	184.000	464.833	0.000	128.000	33.167	11.500	71.833	31.167	20.500	177.500	0.000	0.000	0.000
D3	39.000	185.000	505.167	0.000	137.667	22.667	19.167	52.500	22.667	22.333	170.833	0.000	0.000	0.000
N1	52.667	363.500	689.000	0.000	180.000	25.667	30.000	36.667	11.667	14.667	30.000	12.000	0.000	0.000
N2	20.000	70.333	558.333	0.000	90.000	3.500	2.833	63.167	22.333	22.000	26.833	0.000	0.000	0.000
GE1	26.167	133.667	371.333	0.000	151.333	23.833	0.000	97.500	22.000	28.167	0.000	0.000	0.000	0.000
GE2	33.667	115.000	366.833	0.000	94.167	3.000	0.000	102.667	33.167	25.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GE3	40.000	111.667	428.833	0.000	35.000	0.000	0.000	55.500	5.167	23.500	0.000	0.000	0.000	0.000
GE4	33.333	70.000	211.167	51.000	207.000	0.000	0.000	314.833	71.333	11.500	0.000	85.667	108.000	26.000
AE1	16.167	99.667	206.500	6.667	60.833	43.667	0.000	57.333	40.667	19.333	50.000	3.333	0.000	0.000
AE2	0.000	335.667	186.833	0.000	94.167	34.167	0.000	35.500	18.667	23.333	77.333	0.000	38.833	0.000
AE3	8.833	274.833	195.000	0.000	111.500	20.333	0.000	36.167	18.333	22.333	74.000	0.000	0.000	0.000
AE5	22.000	309.500	159.333	27.000	191.167	0.000	0.000	292.333	99.333	16.667	67.167	0.000	3.333	41.167

Tablo 17. 2005 sezonu zeytinyağlarında tespit edilen fenolik maddeler

OO*	Phenol (mg/kg)																	
	Hyt ¹	dba ²	Chla ³	Tyr ⁴	Hydba ⁵	Hypha ⁶	Va ⁷	3hypha ⁸	Ca ⁹	Sya ¹⁰	Val ¹¹	Pcoa ¹²	Fa ¹³	Mcoa ¹⁴	Oleu ¹⁵	Cina ¹⁶	Lut ¹⁷	Apig ¹⁸
M	0.96	nd	nd	2.74	nd	nd	0.10	0.05	nd	nd	0.18	0.79	nd	nd	1.04	0.01	2.55	10.33
E	0.98	nd	nd	4.30	nd	0.09	0.28	nd	nd	0.09	0.17	0.12	nd	nd	4.41	0.01	2.74	8.68
G	4.13	0.17	0.04	13.37	0.04	0.13	0.54	nd	nd	nd	0.14	0.04	nd	nd	nd	0.04	1.72	5.47
A	1.10	nd	nd	0.67	0.02	0.03	0.13	nd	nd	nd	0.32	0.04	nd	nd	3.33	0.00	2.27	0.68
D	4.25	nd	nd	10.51	nd	0.15	0.47	nd	0.03	nd	0.12	0.06	nd	nd	19.52	0.05	0.40	0.92
N	0.07	nd	nd	0.25	nd	0.24	0.02	nd	nd	nd	0.05	0.04	0.02	0.01	0.43	0.01	nd	1.46
GE	1.03	nd	nd	4.02	nd	nd	0.60	nd	nd	nd	0.29	0.01	nd	nd	nd	nd	0.32	4.60
AE	0.26	nd	nd	0.45	0.03	0.16	0.43	nd	nd	nd	0.59	0.06	0.02	nd	6.36	nd	nd	nd

Tablo 18. 2006 sezonu zeytinyağlarında tespit edilen fenolik maddeler

OO*	Phenol (mg/kg)																	
	Hyt ¹	dba ²	Chla ³	Tyr ⁴	Hydba ⁵	Hypha ⁶	Va ⁷	3hypha ⁸	Ca ⁹	Sya ¹⁰	Val ¹¹	Pcoa ¹²	Fa ¹³	Mcoa ¹⁴	Oleu ¹⁵	Cina ¹⁶	Lut ¹⁷	Apig ¹⁸
M	0.25	nd	nd	3.31	0.03	nd	0.12	nd	0.01	0.09	nd	0.96	0.28	nd	2.49	0.97	1.91	5.95
E	5.78	0.48	nd	19.3	0.68	0.04	0.3	0.05	0.03	0.08	nd	0.17	0.1	0.1	21.2	1.85	1.57	15.5
G	0.07	nd	nd	0.64	0.06	0.03	0.38	nd	nd	0.1	nd	0.08	0.02	nd	1.2	0.63	0.56	1.51
A	0.21	0.32	nd	0.4	nd	0.04	0.72	nd	0.02	0.09	nd	0.19	0.09	nd	4.04	0.06	0.66	36.9
D	1.97	nd	nd	4.33	0.12	0.04	0.41	nd	0.02	0.09	nd	0.02	nd	nd	14.1	0.65	0.07	1.24
N	0.41	0.5	0.08	2.15	0.03	0.09	0.14	nd	0.03	0.06	0.02	0.05	nd	nd	1.23	0.38	0.44	4.38
GE	0.24	0.18	nd	0.94	0.07	0.09	0.86	nd	nd	0.22	nd	0.08	0.03	nd	1.62	0.67	1.43	2.3
AE	0.23	0.41	nd	1.11	nd	nd	0.59	nd	0.04	0.4	nd	0.48	0.11	nd	7.12	0.13	1.67	8.45

*zeytinyağı, nd: bulunamadı

¹ hydroxytyrosol, ² 2,3dihydroxybenzoic acid, ³ chlorogenic acid, ⁴ tyrosol, ⁵ 4hydroxybenzoic acid, ⁶ 4hydroxyphenylacetic acid, ⁷ vanillic acid, ⁸ 3hydroxyphenylacetic acid, ⁹ caffeic acid, ¹⁰ syringic acid, ¹¹ vanillin, ¹² p-coumaric acid, ¹³ ferulic acid, ¹⁴ m-coumaric acid, ¹⁵ oleuropein, ¹⁶ cinnamic acid, ¹⁷ luteolin, ¹⁸ apigenin

KAYNAKLAR:

- Aguilera MP, Beltran G, Ortega D, Fernandez A, Jimenez A, Uceda M. Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: 'Frantoio' and 'Leccino' grown in Andalusia. *Food Chem.*; 89, 387-391. (2005)
- Baeten V, Pierna JAF, Dardanne P, Meurens M, Garcia-Gonzalez DL, Aparicio-Ruiz R, Detection of the presence of hazelnut oil in olive oil by FT-Raman and FT-MIR spectroscopy, *J Agric Food Chem*, 53, 6201-6206. (2005)
- Benedetti, S., Pompei, C., Mannino, S. Comparison of an electronic nose with the sensory evaluation of food products by 'Triangle Test'. *Electroanalysis*; 16(21), 1801-1805. (2004)
- Biswas, S., Heindselmen, K., Wohltjen, H., Staff, C. Differentiation of vegetable oils and determination of sunflower oil oxidation using a surface acoustic wave sensing device. *Food Control* 15, 19-26. (2004)
- Bucci R, Magri AD, Magri AL, Marini D, Marini F. Chemical authentication of extra virgin olive oil varieties by supervised chemometric procedures. *J. Agric. Food Chem.* 50, 413-418. (2002)
- Burros M. Olive oil makers win approval to make health claim on label. *The New York Times*, November 2, 2004.
- Che man, Y.B., Gan, H.L., NorAini, I., Nazimah, S.A.H., Tan, C.P. Detection of lard adulteration in RBD palm olein using an electronic nose. *Food Chem.* 90, 829-835 (2005)
- Cinquanta L, Esti M, LaNotte E. Evolution of phenolic compounds virgin olive oil during storage. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 74, 1259-1264 (1997)
- Cosio M, Ballabio D, Benedetti S, Gigliotti C, Geographical origin and authentication of extra virgin olive oils by an e-nose in combination with ANN, *Analytica Chimica Acta*, 567: 202-210 (2006).
- Diaz TG, Meras ID, Casas JS, Franco MFA, Characterization of virgin olive oils according to its triglycerides and sterol composition by chemometric methods, *Food Control*, 16: 339-347 (2005)
- Gan, H.L., Che Man, Y.B., Tan, C.P., NorAini, I., Nazimah, S.A.H. Characterization of vegetable oils by surface acoustic wave sensing electronic nose. *Food Chem*, 89, 507-518 (2005)
- Gardner, J.W., Barlett, P.N. *Electronic Noses and Applications*. Oxford University Press, Oxford. (1999).
- Jimeno E, Castellote AI, Lamuela-Raventos RM, 'The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, a-tocopherol, and B-carotene) in virgin olive oil', *Food Chemistry*, 78, 207-211 (2002)
- Gomez-Rico A, Salvador MD, Moriana A, Perez D, Olmedilla N, Ribas F, Fregapane G, Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. Olive orchard on virgin olive oil composition and quality, *Food Chem*, 100, 568-578 (2007)

Gutierrez-Rosales F, Rias JJ, Goamez-Rey, L, Main Polyphenols in the Bitter Taste of Virgin Olive Oil. Structural Confirmation by On-Line High-Performance Liquid Chromatography Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6021-6025 (2003).

Hodgins, D. 'The electronic nose: Sensor array-based instruments that emulate the human nose' in *Techniques for Analyzing Foods Aroma*. ed: R. Marsili,. Marcel Dekker, New York, (1997). pp 331-371.,

Hodgins, D., Simmonds, D. Sensory technology for flavor analysis. *Cereal Foods World*, 40 (4), 186-191. (1995)

International olive council, Olive products market report summary No: 19, November, 2007

Kalua C, Allen M, Bedgood D, Bishop A, Prenzler P, Discrimination of olive oils and fruits into cultivars and maturity stages based on phenolic and volatile compounds, *J Agric Food Chem*, 53, 8054-8062 (2005)

Kiritsakis AK. Flavor components of olive oils. A review. *J.Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 673-681 (1998)

Mannina L, Patumi M, Proietti N, Bassi D, Segre AL. Geographical characterization of Italian extra virgin olive oils using high-field H-1 NMR spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 2687-2696. (2001)

Medina E, Brenes M, Romero C, Garcia A, De Castro A, Main Antimicrobial Compounds in Table Olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 9817–9823 (2007)

Montedoro G, Servili M, Baldioli M, Miniati E, , Simple and Hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. 1. Their extraction, separation, and quantitative and semiquantitative evaluation by HPLC, *J. Agric. Food. Chem.* 40, 1571-1576. (1992)

Navarro MD, Periago JL, Pita ML, Hortelano P. N-3 Polyunsaturated fatty-acid levels in rat-tissue lipids increase in response to dietary olive oil relative to sunflower oil. *Lipids*, 29, 845-849. (1994)

Nergiz C, Ünal K, Determination of phenolic acids in virgin olive oils, *Food Chem*, 39, 237-240, (1991)

Ozen BF, Mauer LJ. Detection of hazelnut oil adulteration using FT-IR spectroscopy. *J. Agric. Food Chem*, 50, 3898-3901. (2002)

Ozen BF, Weiss I, Mauer LJ. Dietary supplement oil classification and detection of adulteration using Fourier transform infrared spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5871-5876. (2003)

Paradkar, M. M., Sivakesava, S., Irudayaraj, J. Discrimination and classification of adulterants in maple syrup with the use of infrared spectroscopic techniques. *J. Sci. Food. Agric.*. 83: 714-721. (2003)

Ryan D, Robards K. Phenolic compounds in olives. *Analyst*. 123, 31R-44R. (1998)

Stefanoudaki, E, Kotsifaki F, Koutsaftakis A. The potential of HPLC triglyceride profiles for the classification of Cretan olive oils. *Food Chem.* 60, 425-432. (1997)

Tanılgan K, Özcan MM, Ünver A, Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europaea* L.) varieties and their oils, *Grasa Y Aceites*, 58, 142-147 (2007)

Tay A, Singh RK, Krishnan SS, Gore JP, Authentication of olive oil adulterated with vegetable oils using Fourier transform infrared spectroscopy. *Lebens.-Wiss. Technol.*, 35, 99-103. (2002)

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje No: 104 O 333
Proje Başlığı: Ekonomik Değeri Yüksek Zeytinlerden Üretilen Türk Zeytinyağlarının Sınıflandırılması Ve Zeytinyağlarında Tağışın Belirlenmesi
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Yrd. Doç. Dr. Figen TOKATLI (yürütücü) Yrd. Doç. Dr. Banu ÖZEN Yrd. Doç. Dr. Figen KOREL
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gıda Mühendisliği Urla – İzmir 35430
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Üniversite Caddesi. No: 43 Bornova -İzmir
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01.06.2005 – 01.12.2007
Öz (en çok 70 kelime) Memecik, erkence, gemlik, ayvalık, domat ve nızıp-yağlık zeytinlerinden elde edilen sızma zeytinyağları fenolik madde ve elektrik-burun profilleri bakımından zeytin tipi, coğrafi konum ve hasat yılına göre çok değişkenli istatistiksel tekniklerle incelenmiş, bu parametrelerin sınıflandırmada etkili olduğu görülmüştür. Zeytinyağlarında tağış, farklı zeytinyağı ve diğer bitkisel yağlarla karışımlar şeklinde elektronik-burun ile incelenmiş, karışımların belli yüzdelere kadar hızlı şekilde tespit edilebildiği bulunmuştur.
Anahtar Kelimeler: zeytinyağı, fenolik profil, elektronik burun, tağış, sınıflandırma
Projeden Yapılan Yayınlar: <ol style="list-style-type: none">1. Pınar Kadiroğlu, Derya Ocakoğlu, Gözde Gürdeniz, Banu Özen, Figen Tokatlı, Figen Korel, 2006, 'Aroma fingerprints of Turkish extra virgin olive oils using surface acoustic wave sensing electronic nose', 4th Euro Fed Lipid Congress, 1-4 October, 2006, Madrid, OLIV-067, p.481.2. Korel F, Kadiroglu P, Tokatli F, 2007, 'Detection of Adulteration of Extra Virgin olive Oil with Edible Oils by Electronic Nose', 5th Euro Fed Lipid Congress, 16-19 September, 2007, Gothenburg, p. 119.