

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ÜRÜNLERDEN İZOLE EDİLEN
“*ASPERGİLLUS NİGER*” KÜFLERİNİN LİPAZ
AKTİVİTELERİNİN YAĞCA ZENGİN KURU
MEYVELERDE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Müh. Ülkü URAS**

Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

OCAK 2007

**FARKLI ÜRÜNLERDEN İZOLE EDİLEN
“*ASPERGİLLUS NİGER*” KÜFLERİNİN LİPAZ
AKTİVİTELERİNİN YAĞCA ZENGİN KURU
MEYVELERDE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Müh. Ülkü URAS
506041504**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 4 Aralık 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2007**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Dilek HEPERKAN

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Melek TÜTER

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Beraat ÖZÇELİK

OCAK 2007

ÖNSÖZ

Ceviz ve yer fıstığı sağlık açısından yararlı, besinsel değeri yüksek gıdalar olması yanında sanayide kullanılabilirliği açısından da önemli meyvelerdendir. Bu tez çalışmasında, kalitenin korunması açısından uygun olmayan depolama şartları yaratılarak, *Aspergillus niger* küfünün lipaz enziminin bu meyvelerin yağlarının yapısında gerçekleştirdiği değişimleri ortaya koymak amaç edilmiştir.

Tez çalışmam süresince desteğini gördüğüm herkese, öncelikle, danışmanlığımı üstlenerek, değerli fikirleri ile beni yönlendiren, ilgi ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Dilek HEPERKAN başta olmak üzere sayın Prof. Dr. Güldem ÜSTÜN ve Prof. Dr. Melek TÜTER'e beni yönlendirmelerinden ötürü saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarım sırasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen uzman Gıda Yüksek Mühendisi Nalan DEMİR'e, Kimya Mühendisliği Bölümü Araş. Gör. Sevil YÜCEL'e, Araş. Gör. Funda Karbancıoğlu GÜLER'e, Araş. Gör. Ebru Fıratlıgil DURMUŞ'a, Araş. Gör. Derya KAHVECİ'ye ve Araş. Gör. Neşe ŞAHİN'e, arkadaşım Feyza UYGUN'a, Gıda Mühendisliği Bölümü teknisyeni Levent DİNÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, manevi desteğini gördüğüm tüm dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Destekleri ve sevgileri ile her zaman yanımda olan, varlıkları ile bana güven veren, bugünlere gelmemde büyük emek sahibi olan canım anneme, canım babama, çok sevdiğim kardeşime ve bana her zaman destek olan dedem ve anneanneme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2007

Ülkü Uras

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	2
2.1. Dünya ve Türkiye'de Ceviz Üretimine Genel Bakış	2
2.2. Cevizin Kullanım Alanları	3
2.3. Cevizin Yağ Asidi Kompozisyonu ve Besinsel Bileşimi	3
2.4. Cevizin Mikroflorası	5
2.5. Dünya ve Türkiye'de Yer fıstığı Üretimi	6
2.6. Yer fıstığının Kullanım Alanları	7
2.7. Yer fıstığının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Besinsel Bileşimi	8
2.8. Yer fıstığının Mikroflorası	9
2.9. Küfler	10
2.10. Gıdaların Küfler Tarafından Bozulmasında Etkili olan Faktörler	11
2.10.1. Su aktivitesi	11
2.10.2. Hidrojen iyonu konsantrasyonu	11
2.10.3. Sıcaklık	11
2.10.4. Oksijen-karbondioksit	12
2.10.5. Ortamın yapısı	12
2.10.6. Besin maddeleri	12
2.10.7. Koruyucu maddeler	12
2.11. " <i>Aspergillus niger</i> " Küfü	13
2.12. Yağın Yapısı	15
2.13. Bazı Önemli Yağ Asitleri Hakkında Genel Bilgiler	16
2.14. Yağların Bozulması ve Önleme Çareleri	17
2.14.1. Yağ molekülünde oluşan değişimler	17
2.14.2. Hidrolitik bozulmalar	17
2.14.3. Lipazlar	17
2.14.4. Mikrobiyal lipazlar	20
2.14.5. Hidrolitik bozulmayı önleme çareleri	23
2.14.6. Oksidatif bozulmalar	23
2.14.7. Oksidatif bozulmayı önleme çareleri	24

3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. Materyal	25
3.2. Metot	25
3.2.1. Küflerin izolasyonu	25
3.2.2. Küflerin tanımlanması	25
3.2.3. Aşılamada kullanılacak spor süspansiyonunun hazırlanması	26
3.2.4. Ceviz ve yer fıstığının aşılamaya hazırlanması	26
3.2.5. Aşılanmış ürünlerin saklanacağı kapların hazırlanması	26
3.2.6. Ceviz ve yer fıstığı numunelerinde nem tayini	27
3.2.7. Ceviz ve yer fıstığında pH tayini	27
3.2.8. Ceviz ve yer fıstığı yağlarında % serbest yağ asidi tayini	27
3.2.9. Ceviz ve yer fıstığından yağın ekstraksiyonu ve yapılan ön işlemler	28
3.2.10. Ceviz ve yer fıstığı yağından serbest yağ asitlerinin ekstraksiyonu	28
3.2.11. Gaz kromatografisi koşulları	29
3.2.12. İstatistiksel analiz	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Cevizin Yağ Asidi Bileşimi	30
4.1.1. Fındıktan izole edilen <i>Aspergillus niger</i> lipazının ceviz yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular	30
4.1.2. Kakaodan izole edilen <i>Aspergillus niger</i> lipazının ceviz yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular	33
4.1.3. İncirden izole edilen <i>Aspergillus niger</i> lipazının ceviz yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular	36
4.2. Yer fıstığını Yağ Asidi Bileşimi	40
4.2.1. Fındıktan izole edilen <i>Aspergillus niger</i> lipazının yer fıstığı yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular	40
4.2.2. Kakaodan izole edilen <i>Aspergillus niger</i> lipazının yer fıstığı yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular	43
4.2.3. İncirden izole edilen <i>Aspergillus niger</i> lipazının yer fıstığı yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
EKLER	57
ÖZGEÇMİŞ	84

KISALTMALAR

DG	: Digliserid
FFA	: Serbest yağ asidi
FID	: Alev iyonlaştırma dedektörü
GC	: Gaz kromatografisi
ID	: İç çap
kDa	: Kilodalton
MEA	: Malt ekstrakt agar
MG	: Monogliserid
MUFA	: Tekli doymamış yağ asidi
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asidi
SFA	: Doymuş yağ asidi
TLC	: İnce tabaka kromatografisi
TAG	: Trigliserid

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Farklı araştırmacılara göre ceviz yağının yüzde yağ asidi bileşimi.	4
Tablo 2.2 Cevizin besinsel kompozisyonu.....	5
Tablo 2.3 Yer fıstığı yağının yüzde yağ asidi bileşimi.....	8
Tablo 2.4 Bazı mikrobiyal lipazların optimum aktivite gösterdikleri sıcaklık, pH ve substrat seçicilikleri.....	23
Tablo 4.1 Cevizin yüzde yağ asidi bileşimi.....	30
Tablo 4.2 Fındık <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	30
Tablo 4.3 Fındık <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	31
Tablo 4.4 Fındık <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	31
Tablo 4.5 Fındık <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	32
Tablo 4.6 Fındıktan izole edilen <i>A. niger</i> ile aşılana cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA değişimi.....	33
Tablo 4.7 Kakao <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	33
Tablo 4.8 Kakao <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	34
Tablo 4.9 Kakao <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	34
Tablo 4.10 Kakao <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	35
Tablo 4.11 Kakaodan izole edilen <i>A. niger</i> ile aşılana cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA değişimi.....	35
Tablo 4.12 İncir <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	36
Tablo 4.13 İncir <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	36
Tablo 4.14 İncir <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	37
Tablo 4.15 İncir <i>A. niger</i> 'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	37

Tablo 4.16	İncirden izole edilen <i>A. niger</i> ile aşılanan cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA değişimi.....	38
Tablo 4.17	Yer fıstığının yağ asidi bileşimi.....	40
Tablo 4.18	Fındık <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	40
Tablo 4.19	Fındık <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	41
Tablo 4.20	Fındık <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	41
Tablo 4.21	Fındık <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	42
Tablo 4.22	Fındıktan izole edilen <i>A. niger</i> ile aşılanan yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA değişimi.....	42
Tablo 4.23	Kakao <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	43
Tablo 4.24	Kakao <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	43
Tablo 4.25	Kakao <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	44
Tablo 4.26	Kakao <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	44
Tablo 4.27	Kakaodan izole edilen <i>A. niger</i> ile aşılanan yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA değişimi.....	45
Tablo 4.28	İncir <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	45
Tablo 4.29	İncir <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	45
Tablo 4.30	İncir <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler.....	46
Tablo 4.31	İncir <i>A. niger</i> 'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları.....	46
Tablo 4.32	Kakaodan izole edilen <i>A. niger</i> ile aşılanan yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA değişimi.....	47

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No:</u>
Şekil 2.1 <i>Aspergillus niger</i> 'in mikroskoptaki ve besiyerindeki görünümü....	14
Şekil 4.1 Cevizde depolama süresine bağlı olarak artan oleik asit cinsinden %FFA değerlerine küf suşlarının etkisi.....	38
Şekil 4.2 Çalışmada kullanılan küf suşlarının depolama süresine bağlı olarak cevizde meydana getirdiği pH değişimi.....	39
Şekil 4.3 Yer fıstığında depolama süresine bağlı olarak artan oleik asit cinsinden %FFA değerlerine küf suşlarının etkisi.....	47
Şekil 4.4 Çalışmada kullanılan küf suşlarının depolama süresine bağlı olarak yer fıstığında meydana getirdiği pH değişimi.....	48

FARKLI ÜRÜNLERDEN İZOLE EDİLEN “*ASPERGILLUS NIGER*” KÜFLERİNİN LİPAZ AKTİVİTELERİNİN YAĞCA ZENGİN KURU MEYVELERDE İNCELENMESİ

ÖZET

Ceviz ve yer fıstığı hem direkt tüketim hem de çikolata, şekerleme endüstrisi için önemli ham maddelerdir. Bu meyvelerin hasatından tüketimine kadar olan her aşamada küflerin faaliyetleri söz konusu olup, bazı küflerin faaliyetleriyle oluşan lipaz enzimi, nemli ortamlarda yağın hidrolize olmasına neden olmaktadır. Yağın temel yapısı olan trigliseridlerin parçalanarak serbest yağ asitlerinin açığa çıkması, bu meyvelerde acılaşmaya buna bağlı olarak tad ve aromasının bozulmasıyla kalite kaybına yol açmaktadır.

Çalışmamızda ceviz ve yer fıstığının küf florasında bulunan ve lipaz üretme yeteneğine sahip olan *Aspergillus niger* küfünün farklı suşları kullanılmış ve bu suşların bu meyvelerin yağında lipolitik aktiviteleriyle meydana getirdiği değişiklikler tespit edilmiştir. Fındık, kakao ve incirden olmak üzere 3 farklı *Aspergillus niger* suşu izole edilmiştir. Küf sporları 30°C sıcaklık ve %90 bağıl nemli ortamda ceviz ve yer fıstığında geliştirilmiş, bu meyvelerin yağında meydana gelen değişiklikler günlere bağlı olarak açıklanmıştır. Enzim hidrolizine bağlı olarak yağın yapısında giderek artan serbest yağ asidi fraksiyonu ile azalan trigliserid fraksiyonu çeşitli kimyasal işlemler ve TLC (Thin Layer Chromatography) aracılığıyla ayrılıp, bileşimleri yüzde yağ asidi cinsinden gaz kromatografisi kullanılarak tespit edilmiştir. Böylece küf suşları arasındaki “lipaz enzimi davranış farklılıkları” açıklanmaya çalışılmıştır. Depolama süresince belli sürede alınan küflenmiş meyvelerde pH ve %nem tayinleri, bu örneklerin yağından ise %FFA tayini yapılmıştır.

Çalışma sonunda en fazla lipolitik aktiviteye sahip suş hem ceviz hem de yer fıstığında kakaodan izole edilen *Aspergillus niger* olarak bulunmuştur. Ceviz ve yer fıstığının başlangıçtaki %FFA değeri 1’den düşük olup, cevizde 7, 14, 21 ve 28. günlerde %FFA değeri oleik asit cinsinden sırayla %17.76, 37.27, 42.40 ve 50.19, yer fıstığında ise %24.38, 26.81, 26.84 ve 27.47 olarak tespit edilmiştir. Cevizde ikinci yüksek lipaz aktivitesine sahip suş fındık küf iken, yer fıstığında ise bu küf üçüncü olarak gelmektedir.

Fındıktan izole edilen küfün hem cevizde hem yer fıstığında linoleik asite yöneldiği bulunmuştur. Kakaodan izole edilen küfün ise cevizde temel yağ asidi olan linoleik aside, yer fıstığında ise yine yer fıstığının temel yağ asidi olan oleik aside yöneldiği görülmüş, buna bağlı olarak bu küfün lipazının özellikle o ürünün temel yağ asidine doğru yöneldiği düşünülmüştür. Incirden izole edilen için ise düşük bir linoleik asit seçiciliğinden bahsedebiliriz.

pH değişimleri açısından; her üç suşun ayrı ayrı her iki meyvede de pH’ yı 3-4 arasına düşürdüğü bulunmuştur.

DETERMINATION OF LIPASE ACTIVITY OF SOME STRAINS OF “*ASPERGILLUS NIGER*” ISOLATED FROM DIFFERENT MATERIALS ON OILY RICH DRIED FRUITS

SUMMARY

Walnut and peanut are considered as important raw materials for not only direct consumption but also their intensive usage in chocolate and candy industry. Taking the activation of moulds into consideration for walnut and peanut in every phases from harvesting to consumption it has been found that the lipase enzyme occurring from the activation of some moulds cause the hydrolization of the oil in damp environment. The breaking-off the triglycerides which are the basic structure of the oil and occurring of free fatty acids give way the bittering of these fruits in connection with the deterioration of the taste and aroma leading the quality decline.

In our study, differences strains of *Aspergillus niger* mould which has the ability of the production of lipase and existing in the mould flora of the walnut and peanut are used and the changes caused by these strains in these fruit oil by lipolytic activities. Three different *Aspergillus niger* strains have been isolated related with nut, cocoa and fig. Mould spores have been developed in 30°C temperature and 90% relative humidity on walnut and peanut. The changes in connection with the fruit oils according to the days have been explained. Depending on enzymatic hydrolization, the decreasing triglyceride fraction with the increasing free fatty acid fraction are existing in the structure of the oil have been separated by means of various chemical applications and TLC (Thin Layer Chromatography) and their compositions have been determined in the term of fatty acid percentages by using Gas Chromatography. Thus the lipase enzyme behaviours differences have been tried to explain between the strains. During the storing period, samples have been taken in predetermined durations from the moulded fruits, pH and percentage of relative humidity values have been determined with these and then FFA% from oils of the samples have also been determined.

At the end of the study, the strain which has the most lipolytic activity has been found as *Aspergillus niger* isolated from cocoa for both walnut and peanut. The FFA% of walnut oil at the beginning less than 1, and 17.76%, 37.27%, 42.40% and 50.19% successively for the 7.,14., 21., and 28. days, however, for the peanut the values are 24.38%, 26.81%, 26.84% and 27.47%.

For walnut, the strain with the second highest lipase activity, has been found as nut's mould but this ranks in the third for the peanut. It has been found that this mould isolated from both walnut and peanut have been tended to linoleic acid.

The mould isolated from cocoa is tend to linoleic acid which is the basic fatty acid of walnut, however, as for the peanut it has tended to oleic acid of the same basic fatty acid of subject fruit and in connection with this; it is considered that lipase of the mould has tended to basic fatty acid of subject product. It has been found a little selectivity to linoleic acid for the isolated from fig. As for the pH changes; It has been determined that three strains separately decrease the pH to between 3-4.

1. GİRİŞ

Ceviz ve yer fıstığı besinsel değeri yüksek, hem direkt tüketim hem de çikolata, şekerleme endüstrisi için önemli ham maddelerdir. Ceviz yağı doymamış yağ asitlerince zengin olup, vücutta sentezlenemeyen, dışarıdan besinlerle takviye edilen linoleik ve linolik asidi içermektedir. Yer fıstığı ise yağ oranı yüksek sayılan bir meyve olup, içeriğindeki protein nedeniyle dünyada ki protein eksikliğini kapayacak bir ürün olarak ele alınmaktadır.

Bu meyvelerin toplam kalitesini oluşturan kriterler, üretimden tüketime kadar olan süreçteki hasat, kurutma, depolama, nakliye gibi birçok işlemde ve çeşitli faktörlerden etkilenmektedir.

Bu meyvelerin mikroflorasının ayrılmaz bir parçası olan küflerin, hasattan tüketime kadar her aşamada faaliyetleri söz konusudur. Bu meyvelerin kabuklu yapıda olması bozulmalarını önleyici bir avantaj sağlasa da kabuklarından ayrıldıktan sonra uygun olmayan teknolojik işlemlere maruz kalması, uygun olmayan nem ve sıcaklıkta muhafaza edilmesi bu meyvelerin bozulmasına neden olmaktadır.

Ceviz ve yer fıstığına depolamadan önce kurutma işlemi tercihe göre uygulanmaktadır. Kurutma işlemi ile nem oranı ayarlanarak üründe küflerin gelişmesiyle oluşacak bozulmalar engellenmeye ve ürünün dayanıklılığının artırılması sağlanmaktadır. Uygun olmayan kurutma işlemi sonrasında depolama veya direkt uygun olmayan depolama koşullarında muhafaza edilen ürünlerde küflenme ve buna bağlı olarak lezzet ve kalite kaybı gözlenmektedir. Bazı küflerce salgılanan lipaz enzimi ile bu kuru meyvelerin yapısındaki yağlar değişmekte, buna bağlı olarak yağda yani üründe acılaşma görülmektedir.

Lipaz enzimi aktivitesi sonucu, ürünlerin yağı hidrolize olmaktadır. Trigliserid yapısı parçalanarak yağdaki oranı azalırken, yağ asitleri ve gliserin oranında artış gözlenir. Başlangıçta %1'in altında bulunan serbest yağ asidi (FFA) miktarı enzim aktivitesiyle giderek artar. FFA'da ki artış cevizin ve yer fıstığının acılaşmasına, aromasının bozulmasına ve dolayısıyla kalite kayıplarına neden olmaktadır.

Bu çalışmada ceviz ve yer fıstığı gibi beslenme değeri açısından önemli yağlı kuru meyveler araştırmada kullanılarak, bu ürünlerde gelişerek sorun teşkil edebilen lipaz aktivitesine sahip *Aspergillus niger* küfünün lipaz aktivitesi sonucu yağ asidi kompozisyonundaki değişimler ile suşlar arasındaki farklılıklar incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Dünya ve Türkiye’de Ceviz Üretimine Genel Bakış

Cevizin (*Juglans regia*) anavatanı Türkiye ve İran’dır. Bu ülkelerden başlayarak Akdeniz’e, Avrupa ülkelerine ve de Amerika’ya yayılmıştır (Garcia ve diğ., 1994). Türkiye iklimsel koşulları nedeniyle ceviz ve diğer meyvelerin yetiştiriciliği açısından uygun bir ülkedir. Anadolu’da ki ceviz üretimimiz 115000 ton ile Çin ve Amerika’dan sonra üçüncü sırada gelmektedir. Yapılan araştırmalara göre, Anadolu’da yaklaşık olarak 4.5 milyon ceviz ağacı olduğu, çoğunun kendi halinde geliştiği, özel bir bakım uygulanmadığı belirtilmiştir. Türkiye’de ki en önemli ceviz çeşitleri Şebin, Yalova 1, Yalova 2, Yalova 3, Yalova 4 ve Bilecik’ dir (Koyuncu ve diğ., 2002).

Yaklaşık %.10.05'lik bir pay ile dünya ceviz üretiminde önemli bir yere sahip olan ülkemiz dünya dış ceviz satımında yer almamaktadır. Bunun sebebi, uzun yıllar boyunca ceviz üretiminin tohumla çoğaltılmış ağaçlar kullanılarak yapılmasından kaynaklanmaktadır. Cevizin tohumla çoğaltılmasında genetik yapısı nedeniyle, açılım göstermesi üretimde standardizasyon olmamasına sebep olmaktadır (Akça, 1999).

İhracatta standartlara uymayan ürünlerin yer alması mümkün olmayıp, ülkemiz ceviz ihracatı toplam üretimimizin sadece %0,4 ü düzeyindedir. Dünyada kabuklu ceviz ithalatında önemli ülkeler arasında Almanya, İspanya, İtalya, Meksika, Brezilya, Hollanda, İngiltere, Kanada, Portekiz, Belçika ve Lüksemburg gelmektedir. Almanya ve İspanya’nın dünya ceviz ithalatında ki payları sıra ile %19,3 ve %19,0 dur (Akça, 1999).

Dünya kabuklu ceviz ihracatının %60'ını ABD tek başına karşılamaktadır. ABD'ni izleyen ülkeler arasında ise %16.4'lük bir oranla Meksika ve %9.3'lük bir payla Fransa gelmektedir (Anonim, 2005).

2.2. Cevizin Kullanım Alanları

Ceviz ağacı zengin topraklarda yetişen, 6-7 metre boyunda bir ağaçtır. Meyve vermeye ekildikten yaklaşık 9 yıl sonra başlar. Meyvelerin dış yeşil kabuğu soyulduktan sonra kalan kısım yıkanır, kalın kabuğu kırılarak uzaklaştırılır. İç kısımdaki meyveye nem oranı %8'e düşene kadar kurutma işlemi uygulanır. Kurutma işlemi ile cevizin daha uzun süre, bozulmadan korunması sağlanır. Cevizler 0-3.5°C, bağıl nemi %55-65 olan ortamda oksijen ve nem geçirgenliği olmayan uygun ambalajlarda muhafaza edilebilir. Dondurma işlemi de cevizin daha sonraki kullanımları için önerilmektedir (Payne, 2005).

Ceviz fırıncılık ürünlerinde, tahılla beraber, şekerleme endüstrisinde, sosların içinde, süt ürünlerinde kullanım görmektedir. Yurtdışında şekerle kaplanarak veya bal ile beraber tüketimi de söz konusudur. Ayrıca bazı likörlerin içeriğinde yer almaktadır (Payne, 2005).

2.3. Cevizin Yağ Asidi Kompozisyonu ve Besinsel Bileşimi

Ceviz yüksek yağ içeriğine sahip bir meyvedir ve yaklaşık %60 yağ içermektedir. Yağ oranı genellikle çeşit, yetiştirme bölgesi ve sulamaya bağlı olarak %52 ile %70 arasında değişir. Yağın temel bileşeni trigliseridler olup, daha düşük oranlarda serbest yağ asitleri, digliseridler, monogliseridler, steroller, sterol esterleri ve fosfatitler bulunmaktadır. Cevizin temel yağ asidi oleik asit (18:1), linoleik asit (18:2) ve linolenik asit (C18:3) dir. Bu yağ asitlerinin miktarları cevizin hem ekonomik hem de besleyici değeri açısından önemlidir. Yüksek linoleik ve linolenik yağ asidi içeriği raf ömrünü kısalttığı için yağın tekli doymamış yağ asidi içeriğince yüksek olması, raf ömrü düşünülerek tercih edilmektedir. Yüksek linoleik asit oranına sahip cevizler pişirme işleminden olumsuz etkilendiğinden ekmek, mafin, kek ve bisküvi yapımında tercih edilmez (Savage ve diğ., 1999).

Ceviz yağının temel trigliserid yapısı LLL (linoleik, linoleik, linoleik) (%24.4) dir. Onu OLL (oleik, linoleik, linoleik) (%19.6) ve daha sonra da LLLn (linoleik, linoleik, linolenik) (%18.4) takip etmektedir (Gil ve diğ., 2002). Ceviz yağının yüzde yağ asidi bileşimi farklı araştırmacılara göre Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Farklı araştırmacılara göre ceviz yağının yüzde yağ asidi bileşimi

Yağ Asidi	Ranken (1988)	Gil ve diğ. (2002)
Palmitik asit oranı	%7.3	%6.49
Stearik asit oranı	%2.2	%2.10
Oleik asit oranı	%17.5	%21.22
Linoleik asit oranı	%59.4	%56.46
Linolenik asit oranı	%12.8	%13.66

Ceviz yağının %70'ini çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oluşturmaktadır. Seabra ve diğerleri (2003) cevizdeki PUFA oranını %70.7-74.8, tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranını %15.8-19.6, doymuş yağ asidini (SFA) ise %8.9-10.1 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Ransidite yani acılaşma serbest yağ asitlerinin ve gliseridlerin oksijen ile veya enzimlerle oksidasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Oksidasyon, gıdanın raf ömrünü kısalttığı gibi, gıdanın tat, renk, yapısında da değişimlere yol açmaktadır. Bunun dışında toksik bileşiklerinde ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Davies, 2004). Işık, oksijen, nem ve sıcaklık gibi faktörler yağ oksidasyonu etkilemektedir (Jensen ve ark., 2001). PUFA'ların oksidasyonu hoş olmayan koku ve aromaya neden olurken, cevizin yapısındaki tokoferol bu oksidasyonu önlemek açısından kısmen yararlı olmaktadır (Savage ve diğ., 1999).

Mate ve diğerleri (1996) %21 ve %53 bağıl nemli ortamda cevizleri depolamış ve %53 bağıl nemli ortamda oksidasyonun hızla arttığını gözlemlemişlerdir. Lopez ve arkadaşları (1995) sıcaklık parametresinin oksidasyona etkisini ceviz üzerinde incelemişler, 3-10°C' de depolanan cevizlerde oksidasyon açısından herhangi bir fark olmadığını tespit etmişlerdir. Jensen ve diğerleri (2001) ise ceviz için en iyi saklama koşulunun 5°C' de karanlık ortamda sağlandığını belirtmişlerdir. Ravai (1992) cevizin kalitesini sürdürebilmesi için gerekli olan nem oranının %2-4 olduğunu, Lindsay (1997) cevizin 21°C-24°C' de 3-4 ay kalitesini koruyabildiğini belirtmiştir.

Cevizde bulunan MUFA ve PUFA 'lar kardiyovasküler hastalıkları önlemektedir. Cevizin tane veya yağ formunda tüketimi kandaki kolestrol ve LDL kolesterolu düşürüp, lipoprotein profilini düzenlemektedir (Gil ve diğ., 2002; Hintz, 2002; Seabra ve diğ., 2003; Patel, 2005, Reiter ve diğ., 2005; Simpoulos ve diğ ., 2005). Cevizde bulunan fitosterollerde kolesterolün bağırsaklardan emilimini azaltarak yine toplam kolesterol ve LDL kolesterolün azalmasına yardımcı olmaktadır (Seabra ve diğ., 2003).

Linoleik ve linolenik yağ asitleri diyetle vücuda alınması gereken elzem yağ asitleridir (Patel, 2005). Sağlıklı bir diyetle linoleik ve linolenik oranının 4:1 olması gerektiği ve cevizdeki oranın bunu sağladığı belirtilmiştir (Patel, 2005).

Günlük tavsiye edilen linolenik asit alma miktarı 1-2 gramdır. Yapılan çalışmalar bu miktardan daha az oranda linolenik asit alımının kalp damar hastalıklarına yakalanma riskini arttırdığı belirtilmiştir. Linolenik asit vucutta docosapentaenoic asit (DPA, C22:5, n-3) ve docosaheptaenoic asite (DHA, 22:6, n-3) dönüştürülmekte bu yağ asitleri de hücre zarlarının yapısına katılması nedeniyle özellikle retina ve beyin yapısı açısından önem taşımaktadır (Deckere ve Verchuren, 2000).

Ceviz arjinin, tanen, polifenol, folik asit, lif ve E vitamini gibi insan sağlığı açısından önemli bileşenleri de yüksek oranda içermektedir (Hintz, 2002; Reiter ve diğ., 2005).

Cevizdeki mineral çeşitleri ve miktarları (mg/100 gram) şöyledir; demir:1.8-2.9, bakır: 1.1-1.5, manganez: 1.1-4.3, çinko: 1.1-1.9, magnezyum: 129-202, fosfor: 308-385, potasyum:258-487 olduğu belirtilmiştir (Çağlarırnak, 2003).

Cevizdeki çoklu doymamış yağ asidi/doymuş yağ asidi oranı 7:1'dir (Çağlarırnak, 2003). Almario ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda ceviz tüketiminin kolesterolde önemli bir düşüş sağlarken herhangi bir kilo kazanımına neden olmadığını belirtmişlerdir (Hintz, 2002; Reiter ve diğ., 2005).

Tablo 2.2'de yüz gram ağırlığındaki cevizin besinsel kompozisyonu verilmiştir.

Tablo 2.2: Cevizin besinsel kompozisyonu-100 gram için (Çağlarırnak, 2003)

Enerji	630 cal
Protein	14.10 gram
Toplam yağ	68 gram
Toplam karbonhidrat	3.2 gram
Selüloz	9.7 gram
Kül	1.8 gram
Nem	3.2 gram

2.4. Cevizin Mikroflorası

Ceviz florasında *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Rhizopus* ve *Mucor* cinsi küfler yer almaktadır. Hassan ve arkadaşları Hindistan'da Kaşmir Vadisi'nde yetişen cevizlerde yaptıkları çalışmada cevizdeki küf florasının %40'ını *Penicillium* ve *Aspergillus* cinslerinin oluşturduğunu, yine aynı çalışmada florada hakim bakteri cinslerinin *Bacillus*, *Klebsiella*, *Enterobacter* ve *Staphylococcus* olduğunu belirtmişlerdir (Hassan ve diğ., 2003).

Bilgrami ve Ghaffar Hindistan' nın beş farklı bölgesinden temin ettikleri cevizlerin mikroflorasını incelemiş ve en fazla *Aspergillus niger* ve *Penicilium spp.* küflerinin bulunduğunu bildirmişlerdir (Bilgrami ve Ghaffar, 1996).

Abdel-Hafez ve Saber (1993) Mısır'da yetişen fındık ve cevizleri incelemiş ve 51 adet küf türü tespit etmişlerdir. En yaygın küfler; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium oxalicum* olup, *Fusarium* küflerinden ise *Fusarium equiseti*, *Fusarium moniliforme* ve *Fusarium oxysporium*' a rastlanmıştır (Pitt ve Hocking, 1997).

Wells ve Payne (1976) tarla bitkisi zararlısı tarafından istila edilmiş pekan cevizlerinde, baskın floranın farklılık gösterdiğini, birkaç yüz küflenmiş cevizden izole edilen izolatların yarısının *Alternaria* veya *Epicoccum* cinsi olduğunu, *Penicillium* cinsinin floranın %25'ini oluşturduğunu ve *Aspergillus* cinsi küflerin ise %1 oranında bulunduğunu belirtmişlerdir (Pitt ve Hocking, 1997).

2.5. Dünya ve Türkiye'de Yer fıstığı Üretimi

Ülkemizde yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) üretimi 1920 yılında başlamış ve o tarihten bu yana gıda ve ticari değeri çok yüksek olan yer fıstığı Yerbiskobirliğin kuruluş tarihi olan 1968 yılına kadar hiçbir destek görmemiştir (Anonim, 2002).

Yer fıstığı Avrupa'da, yağ sanayiinde, kahvaltılık olarak, ezme olarak, pasta sanayisinde ve kavrulup çerezlik olarak kullanılırken, Türkiye'de daha çok iç ve kabuklu olarak kavrulup çerezlik olarak tüketilmektedir (Anonim, 2002).

Dünya yer fıstığı üretimi her yıl artış göstermektedir. En büyük üretici ülkeler sırasıyla Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan ve ABD 'dir. Bu üç ülkenin toplam üretimi dünya üretiminin % 65 ini oluşturmaktadır (Anonim, 2002).

Yer fıstığının yağlık (yağ oranı %45-60) ve çerezlik (yağ oranı %35) olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Yer fıstığı ihracatı yaptığımız ülkeler İtalya, Almanya, Suudi Arabistan ve KKTC'dir. Ülkemizde yer fıstığı tüketimi yaklaşık 72 bin ton tondur (Anonim, 2002).

Dünyada ve Türkiye'de yetişen yer fıstıkları Virginia, Spanish ve Valencia olmak üzere başlıca üç grupta toplanmakta, ülkemizde Virginia menşeli yer fıstıkları ağırlık kazanmaktadır (Anonim, 2003).

Ülkemizin yer fıstığı üretimi dünya üretiminde önemli bir yer tutmamaktadır. Dünya genelinde yer fıstığı bir yağ bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde ise çerezlik olarak tüketilmektedir. Ülkemizde yer fıstığının 90 yıllık bir geçmişi olmasına rağmen ekim, hasat ve harman teknolojisinin henüz yeterince gelişmemiş olması ve bu yüzden yağ sanayinde değerlendirilememesi üretim artışını sınırlayan en önemli faktördür (Anonim, 2003).

Üretiminde makinalaşmanın henüz yeterince gelişmemiş olması, bu ürünün üretim maliyetinin diğer yağlı tohumlu bitkilere nazaran daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Yüksek maliyet, yer fıstığının yağ sanayinde değerlendirilmesini engellemektedir. Bu nedenle yer fıstığı ülkemizde çerez olarak tüketilmekte ve yine çerez olarak ihraç edilmektedir (Anonim, 2003).

Ülkemizde yer fıstığı yetiştiriciliği Akdeniz Bölgesi, Batı Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Marmara Bölgesinin bazı bölümlerinde ağırlık kazanmış olup, küçük aile işletmeleri şeklinde yapılmaktadır. Adana, Osmaniye, İçel, Antalya, Kahramanmaraş, Aydın ve Muğla illerinde yetiştiriciliği yapıp, Türkiye’de yer fıstığı ekim alanının %96’sı bu illerde bulunmaktadır. Üretimin ise %99’u bu illerden sağlanmaktadır. Türkiye’nin dünya üretiminden aldığı pay çok düşük olmasına rağmen hektar başına verim dünya ortalamasından yüksektir (Anonim, 2003).

2.6. Yer fıstığının Kullanım Alanları

Yer fıstığı, baklagiller familyasından yazlık, tek yıllık bir yağ bitkisidir. Pek çok kullanım yerleri ve yan ürünleri vardır. İnsan gıdası, hayvan yemi ve sanayinin çeşitli kollarında geniş miktarlarda kullanılır. 100 gram yer fıstığı içi 600 kaloridir. İç tanede çeşitlere göre değişmekle birlikte %40-60 yağ vardır (Anonim, 2002).

Bu yağ yemeklik olarak kullanıldığı gibi balık konserveçiliğinde, bisküvi, pasta, şekerleme ve sabun yapımında da kullanılmaktadır. Küspesi ve bitki artıkları önemli bir hayvan yemidir (Anonim, 2002).

Tohumlarında % 20-25 protein bulunduran yer fıstığı, vitaminler yönünden de zengindir. İç tanenin ezilmesi ile besleyici değeri olan yer fıstığı ezmesi yanında, unundan yangın söndürme sıvıları ve tutkal yapılmaktadır (Anonim, 2002).

Yer fıstığından yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe, çok değerli bir yem maddesidir. Ayrıca yer fıstığı bir baklagil bitkisi olduğu için, bitki kısımları da çok değerli bir hayvan yemidir. Yer fıstığının meyvelerinden tohum çıkarılmasıyla geriye kalan kabukta, %6-7 ham protein, %1-2 yağ, %60-67 ham lif, %35-45 selüloz, %27-33 lignin, ve %2-4 kül bulunmaktadır. Bu nedenle yer fıstığı kabukları; yem dolgu maddesi olarak, mantar yetiştiriciliğinde, yakacak olarak, yapay kömür yapımında, sığır yetiştiriciliğinde kaba yem olarak, kümes hayvancılığında altlık olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2003).

2.7. Yer fıstığının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Besinsel Bileşimi

Yer fıstığı ortalama bileşimi %46 yağ, %25 protein, %16 karbonhidrat ve %5 mineraldir. Meyveleri fosforca zengin amino asitlerden “cystine” içermektedir. Ayrıca zengin bir B vitamini kaynağı olup az miktarda A, C, D ve E vitaminlerini bünyesinde bulundurmaktadır (Anonim, 2002). İçeriğindeki proteinden ötürü yer fıstığı dünyadaki protein eksikliğini kapayacak bir ürün olarak ele alınmaktadır (Sobolev ve Cole, 2003).

Linolenik asit oranı düşük olan yağlarda oksidatif bozulmalara karşı dayanıklılık daha yüksektir. Linolenik asit oranı yükseldikçe bozulma ile oluşan kokunun ağırlığı da artmaktadır. Yer fıstığı yağı düşük linolenik asit içeriğinden dolayı oksidatif bozulmaya karşı dayanıklı bir yağdır. Stearik asitin oksidasyona maruz kalma oranına 1 dersek, oleik için bu oran 10, linoleik için 100 ve linolenik için 1000’ dir (Keefe ve diğ ., 1993).

Tablo 2.3’de yer fıstığı yağının yüzde yağ asidi bileşimi verilmiştir.

Tablo 2.3: Yer fıstığı yağının yüzde yağ asidi bileşimi (Ranken, 1988)

Palmitik asit oranı	%11.6
Stearik asit oranı	%3.4
Oleik asit oranı	%44.9
Linoleik asit oranı	%32.6
Linolenik asit oranı	Eser miktar

Yağ asidi kompozisyonu; çeşit, çevresel koşullar, meyvenin olgunluk derecesine bağlı olarak değişmektedir.

Olgunlaşmış yer fıstıklarında stearik ve oleik asit miktarı yüksek iken, araşidik ve behenik asit miktarı olgunlaşmamış meyvelere göre daha düşüktür (Sobolev ve Cole, 2003).

Yoshida ve arkadaşları yer fıstığında MUFA oranını %55-65, PUFA oranını %26-28 ve SFA oranını %17-18 olarak belirtmişlerdir (Yoshida ve diğ., 2005).

Hammond ve çalışma arkadaşları yerfıstığının yağ asidi bileşimi üzerine yaptıkları çalışmalar sonucunda, yağ asidi yüzdelерini; palmitik asit için % 8.2-15.1, stearik asit için %1.1-7.2, oleik asit için %31.5-60.2, linoleik asit için %19.9- 45.4, araşidik asit için %0.8-3.2, behenik asit için %1.8-5.4 değerleri arasında değiştiğini bulmuşlardır (Hammond ve diğ., 1997).

2.8. Yer fıstığının Mikroflorası

Yer fıstığı; çiçekleri toprak üzerinde oluşup döllen fakat meyveleri yeraltında olgunlaşan bir bitkidir. Meyvelerinin toprak altında olgunlaşmasından ötürü mikroflorası topraktan kaynaklanmaktadır. Kuraklık, yağışın az olması ve bitkinin sık aralıklarla ekilmesi gibi nedenler ile meyve kabuğu çatlayarak meyve küflerle kontaminasyona açık hale gelmektedir (Lund ve diğ., 2000).

Aspergillus flavus toprak mikroflorasında yaygın olarak bulunan, yer fıstığında da çok rastlanan küf olup üründe toksin oluşumuna neden olmaktadır. *Aspergillus flavus*' a göre daha düşük oranda *Aspergillus parasiticus*'a küf florasında yaygın olarak rastlanmaktadır (Lund ve diğ., 2000).

Sıralı ekim uygulaması, kuraklık stresinin önlenmesi, meyvelerin uygun olgunluk derecesinde hasat edilmesi, hasattan sonraki kurutma işleminin hızlı ve uygun şekilde yapılması, yer fıstıklarının *Aspergillus flavus* ile kontaminasyonunu ve mikotoksin oluşumunu engellemek açısından dikkat edilmesi gereken koşullardır (Lund ve diğ., 2000).

Joffe (1969) 5 yıl boyunca 400'den fazla taze ve depolanmış yer fıstığı örneklerinin mikroflorasını incelemiş, en yaygın küfün *Aspergillus niger* (%8.4-71) olduğunu, diğer baskın küflerin ise *Aspergillus flavus* (%0.2-8.4), *Pencillium funiculosum* (%2.6-16.2), *Pencillium purpurogenum* (%1.6-7.8) ve *Fusarium solani* (%0-9.1) olduğunu belirtmiştir (Robert, 1998).

Pitt ve arkadaşları (1993) 100'den fazla kurutulmuş Tayland yer fıstıklarını incelemişler, dominant küflerin *Aspergillus niger* ve *Aspergillus flavus* olduğunu ve bunların sırasıyla örneklerin %86'sında ve %95'inde bulunduğunu belirtmişlerdir. *Aspergillus tamarii* örneklerin %31'inde, *Aspergillus wentii* %20'sinde ve *Aspergillus candidus* %4'ünde görülmüştür. *Fusarium* türü içinde en yaygın olanlar; örneklerin %19'unda rastlanan *Fusarium semitectum* ve örneklerin %10'unda rastlanan *Fusarium equiseti*'dir (Robert, 1998). *Eurotium* türü depolama sürecinde daha çok görülmüş olup, en yaygın olanları *E. rubrum* (%51), *E. chevalieri* (%46)'dir. En yaygın *Pencillium* türü olduğu tespit edilen *Pencillium citrinum*'a örneklerin %60'ında, *Pencillium funiculosum*'a %14'ünde, *Pencillium olsonii*'ye %8'inde rastlanmıştır (Pitt ve Hocking, 1997).

Ayrıca %86 bağıl nem ve 25-30°C sıcaklıkta hızla gelişebilen *Aspergillus*'lar için tropik, subtropik ve ılıman iklimin sıcak bölgelerinde yetişen yer fıstıkları, ideal bir gelişme ortamı oluşturduğu belirtilmiştir (Var ve Evliya, 1988).

2.9. Küfler

Doğada hava, toprak, su ve organik maddeler üzerinde yaygın olarak bulunurlar. Küfler miselyum oluşturan çok hücreli funguslar olarak tanımlanmıştır. Küf hücreleri arda arda dizilerek hifleri, hifler ise çeşitli şekillerde dallanma yapmak suretiyle bir araya gelerek miselyumu oluştururlar. Küfler eşeysiz ve eşeysiz olmak üzere iki tip çoğalma gösterirler (Akçelik ve diğ., 2000).

Küfler, vejatatif hücre yapıları renksiz olan canlılardır. Ancak çoğalma elemanı olarak oluşturdıkları sporlar gelişme ortamındaki koşullara, cins ve türe bağlı olarak değişen renklere sahiptirler. Küfler, gelişme ortamında hücre veya hif sayısının artışı ile çevreye yayılır ve yüzeyde pamuk gibi yumaklaşan topluluklar oluştururlar. Gelişmeleri ile çoğalma etkinliği ilerleyerek bir kese içinde veya doğrudan açıkta sporların oluşumu gözlenir. Bu sporlar oluşumun ilk aşamasında renksizdir. Küflerin tanımlanmasında ve ayrımında genellikle eşeysiz spor ve bunla ilgili yapılardan faydalanılır (Şahin ve Korukluoğlu, 2000).

Küfler her bir sporlanma elemanında binler, hatta milyonlarca spor oluşturbildikleri için, çevreye yayılmaları çok hızlı ve kolay gerçekleşmektedir. Çoğalma ve bulaşmaları kolay olan küflerin besin istekleri de fazla değildir. Gelişmelerini sınırlayan en önemli etken, bulaştıkları yer veya ortamın su içeriğidir. Yine de nem yönünden en az istekte bulunan mikroorganizmalar küflerdir (Şahin ve Korukluoğlu, 2000).

Sentezledikleri enzimlerle aşırı karmaşık yapıdaki organik maddeleri yapı elmanlarına yıkarlar ve bunlardan besin kaynağı olarak yararlanırlar. Küflerin enzimatik yeteneklerinden yararlanarak başta gıda sanayisinde kullanılmak üzere bir çok endüstriyel amaca yönelik ticari enzim prepratları üretilmektedir. Ancak doğal oramda gelişmeleri bu canlıların enzimatik etkinliklerini çoğunlukla zararlı etki olarak ortaya çıkarmaktadır. Örnek olarak, besin maddesine sertlik veren doku elemanlarının yıkımı ile yumuşamanın gerçekleşmesi verilebilir (Şahin ve Korukluoğlu, 2000).

Küfler beslenmeleri için gerçekleştirdiği metabolik etkinlikler sırasında çok fazla sayı ve çeşitte madde oluşturmaktadır. Küflerin oluşturduğu birincil metabolitler, alkoller, organik asitler, enzimler vb. sayılırken, ikincil metabolitleri mikotoksinlerdir (Şahin ve Korukluoğlu, 2000).

2.10. Gıdaların Küfler Tarafından Bozulmasında Etkili Olan Faktörler

2.10.1. Su aktivitesi

Su aktivitesi (a_w) fizikokimyasal bir özellik olup, gıda teknolojisinde önemli bir parametredir. Nemden farklı olarak su aktivitesi, gıda kalitesindeki kimyasal ve mikrobiyolojik kararlılığı da belirler (Petek, 2000).

Termodinamik anlamda bir gıdanın içerdiği suyun buhar basıncının (P), aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına (P_o) oranı veya gıda ile dengede bulunan havanın bağıl nemi (%Rh) olarak ifade edilen a_w 0 ile 1 arasında değişir (Petek, 2000).

Gıdalar nem içerikleri açısından yüksek (a_w 0.9-1), orta (a_w 0.6-0.9) ve düşük ($a_w < 0.6$) olarak gruplandırılabilir (Petek, 2000).

Gıdanın nem içeriği, gıdanın tekstürünü, depolama stabilitesini ve mikrobiyal gelişmeyi önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca su aktivitesi mikrobiyal gelişmenin ve çeşitli kimyasal reaksiyonların kontrolünde kullanılan önemli bir parametredir. Gıdalardaki suyun bir kısmı serbest, bir kısmı da bağlı halde bulunmaktadır (Certel ve Ertugay, 1996).

Küfler düşük a_w ’nde gelişebilen mikroorganizmalardır. Kserofilik küfler ise 0.85 a_w altında gelişebilen küflerdir (Pitt and Hocking, 1997).

2.10.2. Hidrojen iyonu konsantrasyonu

Yüksek su aktivitesine sahip gıdanın bozulmasında bakteri ve küfler yarış halindeyken, burada belirleyici olan ortamının pH’ıdır. Bakteri florası nötr pH civarında rahat gelişme gösterirken, ortam pH’ın 5’in altına düşmesi bakteri gelişimini sınırlandırır. Çoğu küf pH’ın değişiminden çok az etkilenmektedir. Küfler pH 3-8 arası faaliyetlerini sürdürebilmektedirler (Pitt and Hocking, 1997).

Küfler için minimum gelişme pH’ı :1.5-3.5, optimum pH: 4.5-6.8, maksimum pH: 9.0-11.0 olarak belirtilmiştir (Akçelik ve diğ., 2000).

2.10.3. Sıcaklık

Gıdanın muhafazasında hem işleme hemde depolama sıcaklığı önemlidir. Askosporlu küflerin, konidili küflere göre ısısal işleme karşı daha dayanıklı olduğu Pitt ve Christian (1970) tarafından belirtilmiştir (Pitt and Hocking, 1997).

2.10.4. Oksijen-karbondioksit

Küfler gelişmeleri için atmosferik oksijenden çok substrat içinde çözünmüş oksijene ihtiyaç duymaktadırlar (Miller ve Golding, 1949). Çoğu küf yüksek karbondioksit konsantrasyonundan olumsuz etkilenmektedir (Pitt and Hocking, 1997).

2.10.5. Ortamın yapısı

Genellikle mayalar sıvı ürünlerde kolaylıkla ortama dağılıp bozulmaya yol açarken, küfler katı ve hava geçiren yüzeylerde daha rahat gelişme göstermektedir (Pitt and Hocking, 1997).

2.10.6. Besin Maddeleri

Mikroorganizmalar gelişip, çoğalmaları için su, enerji kaynağı, azot kaynağı, vitaminler ve minerallere ihtiyaç duyarlar. Küfler istekleri en az olan mikroorganizmalardır (Akçelik ve diğ., 2000).

Enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek, protein ve DNA gibi makromolekülleri oluşturmak için farklı besin maddelerine gereksinim duyarlar. Küfler karbonhidratları sentezleyemezler. Proteince zengin ortamlara geçerek karbonhidrat kaynağı olmadan karbon kaynağı olarak aminoasitleri kullanırlar (Samson ve Hoekstra, 2004).

Karbonhidratları parçalamalarıyla etanol, organik asitler (sitrik asit, fumarik asit, okzalik asit, gulukonik asit) ve polioller (mannitol, arabitol) ortaya çıkar ve bu metabolitlerin çoğu hayvan ve mikroorganizmalar için toksiktir (Samson ve Hoekstra, 2004).

2.10.7. Koruyucu Maddeler

Koruyucu maddelerin katılmasıyla gıdaların küfler tarafından bozulması önlenmektedir. Bozulmayı önlemek için benzoik asit, sorbik asit, propiyonik asit izin verilen oranlarda kullanılmaktadır (Pitt and Hocking, 1997).

2.11. “*Aspergillus niger*” Küfü

Aspergillus cinsi içersinde bulunan bu küf kahrengimsi siyah veya siyah renktedir. Hem gıdanın yetiştirme bölgesinde hemde gıdanın depolandığı yerlerde ılık ortamları tercih eder. Siyah renkteki sporları güneş ışığının ultraviole ışınlarına karşı korur ve bu özellik diğer küflere karşı avantaj sağlar. Genel olarak güneşte kurutulmuş ürünlerden bu küf izole edilmektedir (Pitt ve Hocking, 1997).

Aspergillus niger hasat sonrası meyvelerde çürümeye neden olan en yaygın küftür (Whitfield, 2003). Elma, şeftali, limon, üzüm, incir, çilek, mango ve kavunda çürümeye neden olmaktadır. Ayrıca domates sarımsak ve soğanda da bozulmaya yol açar. Özellikle kuruyemişlerden en çok izole edilen küfler arasında olup; ceviz, yer fıstığı, fındık, tahıl ve yağlı tohumlarda bulunmaktadır. Et ve zeytinde de varlığı söz konusudur (Pitt ve Hocking, 1997).

Aspergillus niger için minimum gelişme sıcaklığı 6-8°C, optimum 35-37°C ve maksimum 45-47°C'dir. Kserofilik bir küf olup, Ayerst (1967) 35°C'de 0.77 a_w gelişebildiğini belirtmiştir. Yüksek su aktivitesine sahip ortamda pH 2 nin altında gelişme göstermektedir (Pitt ve Hocking, 1997).

Gıda ile ilgili işlemlerde bu küf yaygın olarak kullanılmakla beraber, Abarca ve arkadaşları (1994) incelediği 19 tane *A. Niger*'in 2 tanesinin Ochratoxin A ürettiğini tespit etmiştir (Pitt ve Hocking, 1997).

Aspergillus niger Sitrik asit, glukonik asit gibi organik asitleri ve alfa amilaz, glukoz oksidaz, invertaz, pektinaz, lipaz gibi enzimleri de sentezlemektedir (Samson ve Hoekstra, 1996). Ayrıca naphtho-4-pyrones, malformins ve bazı suşları okratoksin A gibi mikotoksinleri üretmektedir (Pitt ve Hocking, 2004).

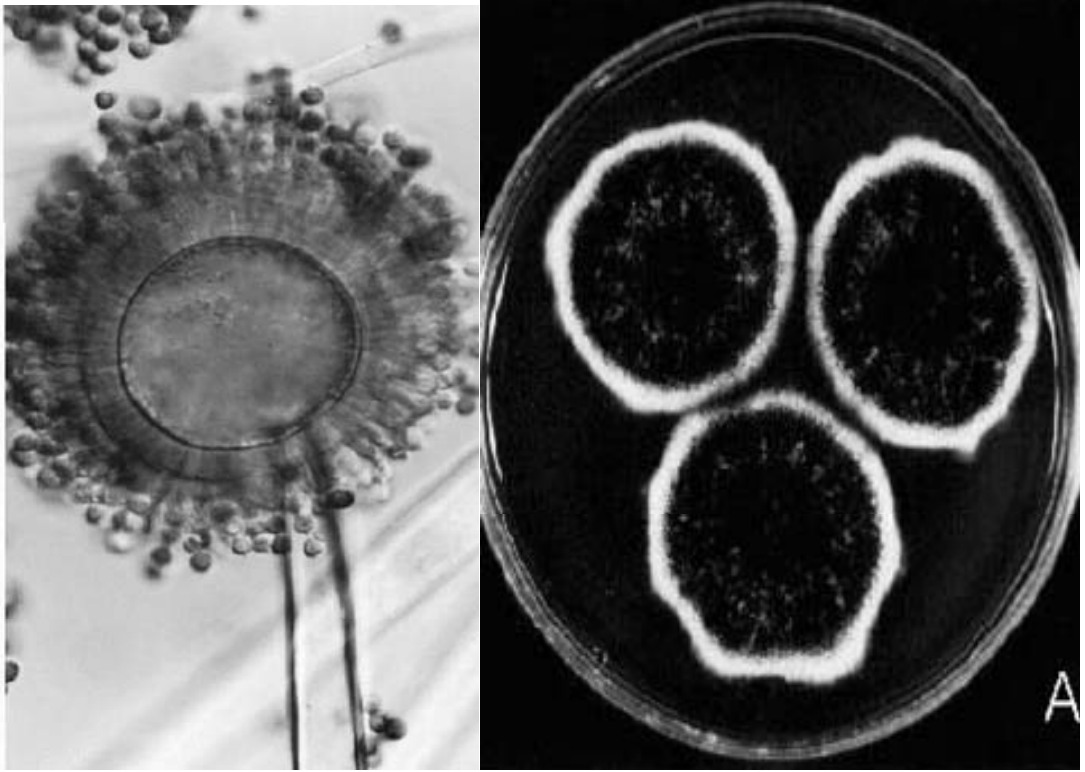
Sitrik asit, trikarboksilik asit döngüsünde bulunan, genellikle ticari olarak *Aspergillus niger*'in fermentasyonu sonucu ortaya çıkan, özellikle içecek, kimya ve ilaç sanayiinde kullanılan bir asittir. Millis ve arkadaşları (1963) bazı yağların *Aspergillus niger* tarafından sentezlenen sitrik asiti ne şekilde etkilediğini araştırmışlar ve yüksek oranda doymamış yağ asidi içeren yağların sitrik asit üretimini %20-50 arasında arttırdığını bulmuşlardır (Adham, 2002).

Amilazlar özellikle nişasta işleme endüstrisinde kullanım gören enzimlerdir. Karbon kaynağı olarak nişasta içeren sıvı kültürlerde *Aspergillus niger*'den asite dirençli ve asite dirençli olmayan iki farklı α -amilaz enzimi saflaştırılmaktadır. Coral ve Çolak (2000) karbon kaynağı olarak sadece %2 oranında çözülebilir nişasta içeren sıvı Cyzapek Dox ortamında, doğal bir izolat olan *Aspergillus niger* Z10 suşunun ekstrasellüler glikoamilaz enzimini izole etmişlerdir.

Enzimin molekül ağırlığı 100kDa, optimal pH aralığı 4.5-5.5 ve sıcaklığa direncinin ise yüksek olarak belirtmişlerdir (Coral ve Çolak, 2000).

Pektinaz enzimi ise meyve ve sebze suyu teknolojisinde berraklaştırma ve pektinin uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. *Aspergillus niger*'den elde edilen pektinaz bir endoenzim olup, substratda ki glikozit bağlarını kopararak substrat çözeltisinin vizkozitesini hızla düşürmektedir (Kırındı ve diğ., 2004). Kaymak ve Aksöz (2005) *Aspergillus niger*'den en iyi pektinaz aktivitesini pH'ı 3'e dengelenmiş besiyerinde 150 rpm çalkalama hızlı 30°C'lik inkübatörde 18 saatlik inkübasyon sonunda bulmuşlardır. Uygun parametreleri tespit ettikten sonra çiğit küspesi, pamuk küspesi, portakal kabuğu, elma kabuğu, havuç posası kullanarak yarı katı besiyeri hazırlamışlar ve pektinaz aktivitesini bunlarda tespit etmişlerdir. Besin ortamı olarak kullanılan bu atıklardan en iyi verim pamuk küspesiyle hazırlanan yarı katı besiyerinde olduğunu tespit etmişlerdir (Kaymak ve Aksöz, 2005).

Şekil 2.1'de *Aspergillus niger*'in mikroskoptaki ve besiyerindeki görünümü verilmiştir (Anonim, 2006).



Şekil 2.1: *Aspergillus niger*'in mikroskoptaki ve besiyerindeki görünümü

2.12. Yağın Yapısı

Kimyasal açıdan tüm yağlar temel yapısı trigliserid olan bileşiklerdir. Trigliserid, gliserol molekülüne 3 tane yağ asidinin bağlanması yani esterleşmesi sonucu oluşmaktadır. Yağlarda görülen değişik özellikler gliserol molekülüne bağlanan yağ asitlerinden ileri gelmektedir. Yağ asitlerinin zincir uzunluğu, çift bağlarının sayısı ve yeri, yağ asitlerinin gliserol molekülüne bağlanma yerleri yağın özelliklerini belirler. Yağın yapısındaki yağ asitleri 4 ile 24 arasında karbon sayısına sahip olup, 0-3 tane çift bağ içermektedir (Brien, 2004).

Doymuş yağ asitlerinin yapılarında çift bağ bulunmaz. Erime noktaları aynı zincir uzunluğunda fakat çift bağ taşıyan yağ asitlerine göre daha yüksektir (Brien, 2004). Doymuş yağ asitlerinin genel formülü $C_nH_{2n}O_2$ olarak gösterilmektedir. Karbon sayısı 4 ve 8 arasında olan doymuş yağ asitleri oda sıcaklığında sıvı halde bulunmaktadır (Başoğlu, 2002).

Doymuş yağ asitlerine örnek olarak Bütirik asit (C4:0), Laurik asit (C12:0), Miristik asit (C14:0), Palmitik asit (C16:0), Stearik asit (C18:0), Araşidik asit (C20:0), Behenik asit (C22:0) ve Lignoserik asit (C24:0) verilebilir (Brien, 2004).

Doymamış yağ asitleri yapısında çift bağ bulunan yağ asitleridir. Kimyasal açıdan doymuş yağ asitlerine göre daha reaktiflerdir. Örnek olarak bu gruba linoleik asit (C18:2) ve linolenik asit (C18:3) verilebilir. Doymamış yağ asitlerinin cis, trans durumları; yani radikallerin geometrik dizilişinin çift bağlara göre farklı dağılımı yağ asidine farklı fiziksel ve kimyasal özellikler sağlar. Cis izomerisi doğal dağılım sonucu oluşurken, trans durumu; işlemler sonucu örneğin; ısıtma işlemler, hidrojenasyon sonucu oluşmaktadır (Brien, 2004).

2.13. Bazı Önemli Yağ Asitleri Hakkında Genel Bilgiler

Stearik asit: $C_{18}H_{36}O_2$ genel formülüne sahip, 18 karbonlu doymuş yağ asitidir. Kakao yağı (~%34), donyağı (~%18.6), domuz yağı (~%13.5) ve tereyağında (~%12.1) bulunur. Yapılan çalışmalarda 12-16 karbonlu yağ asitlerinin kanda ki kolesterolü yükseltirken, stearik asidin yükseltmediği belirtilmiştir (Brien, 2004).

Oleik asit: Tekli çift bağ (9-10C) içeren 18 karbonlu doymamış yağ asitidir. Yapılan çalışmalarda kanda ki LDL kolesterolü düşürdüğü belirtilmiştir. Oksidatif stabilitesi yüksektir. Zeytin yağında (~%80), yer fıstığı yağında (~%46.7), domuz yağında (~%43.9), don yağında (~%42.5) bulunur (Brien, 2004).

Linoleik asit : Vücutta sentezlenemeyen yağ asitlerindendir. 18 karbonlu olup, 2 çift bağ (C9,C12) içerir. Omega 6 adıyla ifade edilir. Ayçiçek yağında %68, mısır yağında %60, pamuk tohumu yağında %54, soya yağında da yaklaşık %54 oranında bulunur. Oksidasyona karşı çok stabil olmamasına rağmen mısır yağında bulunan tokoferol yağdaki oksidasyonu ve lezzet değişimini önlemektedir (Brien, 2004).

Linolenik asit : Vücutta sentezlenemeyen yağ asitlerindendir. 18 karbonlu olup, 3çift bağ (C9,C12, C15) içerir. Omega 3 adıyla da ifade edilir. Çabuk oksitlendiği için gıda açısından yemeklik olarak kullanımı sınırlıdır. Genellikle sanayide yağlı boya yapımında, konserve kutularının laklanması kullanılmaktadır. Kanola (%8.8) ve soya yağında (%7.6) yüksek oranda bulunur (Brien, 2004).

2.14. Yağların Bozulması ve Önleme Çareleri

2.14.1. Yağ molekülünde oluşan değişimler

Meyve ve tohumlarda bulunan ve normal şartlarda dengede bulunan yağ molekülü sitoplazmadan dışarı çıkmaya başladığı andan itibaren ürün bozulmaya daha açık hale gelir.

2.14.2. Hidrolitik bozulmalar

Ortamda su ile beraber, meyve ve tohumdan geçen veya mikrobiyal lipazın oluşması sonucu yağ molekülü ester bağlarında parçalanma olur (Başoğlu, 2002). Biyolojik veya enzimatik yağ bozulmalarında küf ve bakteri gibi mikroorganizmalar ile bitkinin kendi bünyesinde bulunan enzimler etkili olmaktadır. Biyolojik hidrolitik yağ bozulmasında yağ asidi miktarındaki artışta ürünün bileşimde bulunan enzimlerden ziyade mikroorganizmaların oluşturduğu lipaz enzimi etkili olmaktadır (Baş, 1990).

Bu reaksiyonun en ileri safhası ile trigliserid molekülü parçalanarak gliserol ve yağ asitleri serbest hale geçer. Bu reaksiyonda ortamın sıcaklığı reaksiyonun hızına doğrusal olarak etkilidir. Genelde bu durum yağlı meyve ve tohumların uygun olmayan koşullarda hasat, taşıma veya muhafaza sırasında zedelenmesi sonucu oluşur. Yağdaki bozulma serbest yağ asidinde ki artışla saptanır. Yapılan gaz kromatografik analizlerde, hidrolitik bozulma sonucu yağın yapısında yer alan yağ asitlerinin zincir uzunluklarının olması gereken uzunlukta olduğu, zincirlerde kopma meydana gelmediği belirtilmiştir (Başoğlu, 2002).

2.14.3. Lipazlar

Enzimler canlı hücrelerden üretilen, kimyasal reaksiyonları katalizleme yeteneğine sahip organik maddelerdir. Çoğu enzimler yüksek seçiciliğe sahip olup ya sadece özel bir reaksiyonu katalizler ya da özel bileşiklerin bir izomeri üzerine etkilidirler. Bazı enzimler ise düşük seçiciliğe sahip olup, birbirleriyle bağlantılı bir çok reaksiyonu katalizleyebilirler (Mert, 1994). Enzimlerin yapılarının aydınlatılmasında ilk iş enzimleri saf kristal formda elde etmektir. Enzimler protein sınıfı maddeler olup, bir protein ve buna bağlı bir prostetik gruptan oluşur (Atıcı, 1995).

Lipazlar üzerinde çalışılan en eski enzim grubudur. Literatürlere göre 1846 yılında pankreastaki lipaz varlığı, 1871'de ise bitkisel tohumlarda ki lipaz varlığı belirtilmiştir. Bu çalışmaları takiben fare pankreası, sığır pankreası, süt, *Penicillium roqueforti*, *Achromobacter lipolyticum* ve *Geotrichum candidum* gibi farklı kaynaklardan da lipaz izole edilerek, saflaştırılmıştır (Reed, 1993).

Ayrıca lipazların memelilerin organ, doku ve sıvılarında, diğer omurgalı ve omurgasız canlılarda, bitki dokularında, yaprak ve tohum kısımlarında ve çok sayıda mikroorganizmada bulunduğu belirtilmiştir (Reed, 1993). Lipazlar pankreas, kan plazması, pankreas sıvısı, süt, lipaz üreten bakteri ve küflerde bulunmaktadır (Whitaker, 1994).

Lipazlar (triasil gliserol ester hidrolazlar 3.1.1.3) trigliseridlerin, digliseridlere, monogliseridlere, serbest yağ asidi ve gliserole parçalanmasını katalizleyen enzimlerdir. Gıda endüstrisi açısından kullanılan en iyi lipaz kaynağı mikroorganizmalar küflerdir (Puvanakrishnan ve diğ., 1998, Gokhale ve diğ., 2002, Ellaiah ve diğ., 2004).

Lipazların katalizlediği reaksiyonlar geri dönüşümlü olabilmektedir buna bağlı olarak gliserol ve yağ asitlerinden açılgliserollerin oluşumu da gerçekleşebilmektedir. Lipaz enzimi substrat seçiciliği, stereospecificity (pozisyon seçiciliği) gösterebildiği gibi temel olarak suda çözünen ve çözünemeyen sistemler arasındaki heterojen reaksiyonları katalizlemektedir (Silva ve diğ., 2005).

Lipazlar ikincil esterleri hidrolize etme özelliğine göre 3 gruba ayrılırlar. Trigliseridlerin birinci ve üçüncü esterlerini hidrolize edebilenler 1,3- spesifik olarak adlandırılan lipazlardır. Bazı lipazlar hem birincil (sn 1, sn 3) hemde ikincil (Sn 2) esterleri hidrolize ederler. Bu lipazlar spesifik olmayan lipazlardır. Üçüncü grup lipazlar ise pozisyon seçiciliği göstermemelerine karşın yağ asidi seçiciliği gösterir ve özel durumdaki yağ asitlerini parçalar. Örneğin; *Geotrichum candidum* küfünün lipazı, doymamış yağ asitlerini dokuz ve onuncu karbonlarından parçalar. Lipazlar zincir uzunluğuna bağlı olarak da seçicilik gösterebilirler. (Haas ve Joerger, 1995).

Suda çözünebilir moleküllerin karboksilik ester bağlarını hidrolize eden enzimlere ise esteraz denilmektedir. Klasik esterazlardan farklı olarak lipazların doğal substratları suda çözünmez ve yağ-su fazı arasında absorbe olunca maksimum aktivite gösterirler. Substratın hidrofobik yüzeyi lipaz enziminin aktif kısmına bağlanır (Haas ve Joerger, 1995).

Lipazlar; hidroliz, ester sentezi, transesterifikasyondan farklı olarak (trigliseridin yağ asidi kompozisyonun değiştirilmesi) yüzey aktif maddelerin üretimi ve optikçe aktif bileşiklerin üretimi için de kullanılmaktadır (Silva ve diğ., 2005).

Lipaz; bitki, hayvan ve mikroorganizmalardan elde edilmektedir (Silva ve diğ., 2005). Mikroorganizmalardan elde edilen lipazlar diğer kayaklardan elde edilenlere göre daha stabil ve ucuz olmaktadır. Özellikle küfler endüstriyel uygulamalarda kullanılan en önemli lipaz kaynağıdır (Silva ve diğ., 2005).

Fungal enzimler genellikle hücre dışına doğru salgılanmakta olup, fermentasyon ortamından kolaylıkla kolayca ekstrakte edilmektedir (Silva ve diğ, 2005). Buna ek olarak küflerden daha fazla miktarda enzim üretilmektedir (Puvanakrishnan ve diğ, 1998).

Aspergillus, *Penicilium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichothecium* ve *Geotrichum*'un bazı türleri bilinen lipaz üreticileridir (Iwan ve Tsujisaka, 1984; Pannell ve Oslon, 1991; Margan ve ark., 1993; Haas ve Joerger, 1995; Sipahioğlu ve Heperkan, 2000, Sarıyar ve Heperkan, 2003). Üretici küflere örnek; *Rhizopus arrhizus*, *Rhizopus niveus*, *Rhizopus japonicus*, *Mucor miehei*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, verilebilir (Ellaiah ve diğ., 2004).

Lipaz üretimi karbon ve azot kaynağının çeşidinden ve miktarından, sıcaklık ve pH'dan etkilenmektedir (Silva ve diğ, 2005). Lipaz enzimi genellikle nötr pH'a yakın değerlerde en fazla aktivite gösterir. Bazı lipaz enzimleri hafif asidik, bazıları ise nötr veya hafif bazik pH' da daha etkili çalışmaktadır. Genel bir aralık olarak pH 4-9 arasının lipaz enzimi için uygun olduğu belirtilmiştir (Haas ve Joerger, 1995).

Lipaz aktivitesi nem ve su miktarından da etkilenmektedir. Lipaz aktivitesi sonucunda özellikle trigliserid yapıları parçalanarak ortamda serbest yağ asidi oluşumu ve artışı gözlenir. Ortamın su ve nem miktarı uygun şekilde kontrol edilmezse lipazlar lipidleri hidrolize ederek et, balık, süt vb. yağ içeren gıdalarda istenmeyen acı lezzetin oluşmasına neden olurlar. (Bonhevi ve Rosua, 1996). Su aktivitesi arttıkça lipaz enzimi katalizörlüğü ile hidroliz olayı oluşurken, tam ters reaksiyonu olan esterifikasyon oranı düşer (Prapulla ve Chowdary, 2002). Lipaz aktivitesiyle trigliserid miktarında hızlı bir düşüş, digliserid miktarında hızlı bir artış, monogliserid oranında ise daha yavaş bir artış gözlenir. Gliserol miktarı ise monogliseridlerin hidroliz oranı ile paralellik gösterir (Whitaker, 1994).

Doğal veya biyoteknolojik yöntemle sentezlenen veya hidrolize edilen gliserid ester bağları; lezzet, kalite, görünüm ve tek düze yapının oluşumu açısından önemlidir. Peynirlerde, trigliseridlerin hidrolize olarak üç veya dört karbonlu kısa zincirli yağ asitlerinin serbest hale geçmesi bazı organoleptik özelliklerin iyileşmesi açısından önemli olurken, hidroliz sonucu serbest yağ asitlerinin miktar olarak üründe ki artışı hoş olmayan lezzet oluşumu, acılaşma, sabunumsu lezzetle ilişkilendirilmiştir (Haas ve Joerger, 1995).

Roqueforti peynirde görülen lipoliz olayı aroma oluşumu açısından önemlidir, lipoliz sonucunda oluşan metil ketonlar ve yağ asitleri ürünün kalitesini belirlemektedir (Larsen ve Jensen, 1999).

Bu tip peynirin üretiminde kullanılan *Pencillium roqueforti* asidik ve alkali olmak üzere iki tip ekstraselular enzim üretmektedir ve olgunlaşma sırasında trigliseridlerin parçalanmasını sağlayarak aroma bileşiklerinin ortaya çıkmasını sağlar (Larsen ve Jensen, 1999).

2.14.4. Mikrobiyal lipazlar

Mikroorganizmalar gelişmeleri için hayvan ve bitkilerdeki yağları lipaz enzimleri aracılığıyla karbon ve enerji kaynağı olarak kullanmaktadırlar. Lipaz üreten en önemli küf ve mayalar *Aspergillus*, *Candida*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus* ve *Rhodotorula*'dır. Bunun dışında *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* ve *Bacillus* gibi bakterilerde lipaz oluşturmaktadır (Pokorny ve diğ., 1994). Maya ve küfler uygun koşullarda endojen ve ekzojen lipaz üretirler (Pokorny ve diğ., 1994).

Ortamda trigliseridlerin, sörfektanların veya bitkisel yağların bulunması lipaz sentezini etkilemektedir (Ionita ve diğ., 1997). Tween 80 gibi sörfektanlar zar geçirgenliliğini değiştirerek enzim ve substrat arasındaki etkileşimi kolaylaştırmaktadır (Silva ve diğ., 2005). Lesitin ilavesi ile de ekstraselular lipaz aktivitesi artırmaktadır. Yapılan çalışmalarda oleik asit ilavesinin *Rhizophus arrhizus*, *Rhizophus japonicus* ve *Rhizophus oryzae*'nin ekstraselular lipazının aktivitesinin azaldığı diğer yandan intraselular lipaz oranının arttığı belirtilmiştir. Lipidlerin çok olduğu ortamda *Mucor*'un lipaz aktivitesinin arttığı, gliserolun ise hem organizmanın gelişimini hem de enzim üretimini teşvik ettiği fakat maksimum lipaz aktivitesine ulaşma süresini uzattığı tespit edilmiştir (Haas ve Joerger, 1995).

Iwai ve arkadaşları (1964) Ca^{+2} iyonu ilavesiyle *Aspergillus niger* lipazının zeytin yağındaki hidroliz aktivitesinin arttığını, fakat kısa zincirli yağ asitlerinin hidrolizinde tam tersi bir etki yarattığını yani enzimin daha zor hidrolize ettiğini belirtmişlerdir. Yine aynı küfün lipazının demir iyonları varlığında inhibe olduğu da saptanmıştır (Iwai ve Tsujisaka, 1984).

Aspergillus niger (NRRL 337) için maksimum lipaz üretimi (100 birim buğday kepeği, 15 birim $CaCO_3$, 60-75 birim su içeren besiyeri) yaklaşık 3 günde 30°C'de gerçekleştirmiştir. Orta uzunlukta yağ asitleri içeren trigliseridlere karşı daha seçici olup, triolein ve dioleinin kullanıldığı çalışmalarda 2. pozisyonundaki oleik asiti hidrolize etmediği yani 1,3 spesifik olduğu, optimum pH'nın ise 5.6 olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan aynı çalışma *Geotrichum candidum* ve *Penicillium cyclopium* lipazlarıyla gerçekleştirildiğinde lipazların trioleininin bütün esterlerini hidrolize ettiği gözlenmiştir (Iwai ve Tsujisaka, 1984).

Yine aynı kişiler, *Geotrichum candidum*'u yağ içeren ve içermeyen iki farklı ortamda geliştirmiş, hücre gelişimi bakımından herhangi bir fark olmadığını fakat lipaz enzimi sentezinin yağ içeren ortamda gerçekleştiğini ve zeytin yağı, oleik asit, Span 80'in bu enzimin sentezini arttırdığını belirtmişlerdir (Iwai ve Tsujisaka, 1984).

Ionita ve arkadaşları (1997) bazı küf ve mayaların lipaz aktivitesinin pH ile değişimini incelemiş, *Aspergillus niger* Cphl-8-N-9' un ağırlıkça %2 glikoz, %1 maya ekstraktı, %2 pepton ve %2 zeytin yağı içeren besiyerinde 30°C'de 72 saat çalkalama işlemi uygulayarak geliştirmişlerdir. Bu ortamdan elde edilen ham enzim (supernanat) değişik pH değerlerine ayarlanmış ortamlara eklenip 30°C'de 30 dk inkübe edilmiştir. Bu çalışmada küfün pH 7,5-8,5 arasında aktif olduğunu bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada küfün 30°C'deki lipaz aktivitesini %90-100 arasında olduğunu grafiksel olarak belirtmişlerdir (Ionita ve diğ., 1997).

Pokorny ve arkadaşları (1997) *Aspergillus niger* MZKI A116' ın lipazını izole edip, karakterizasyonunu yapmışlardır. Çalışmada zeytin yağı ilavesinin lipaz üretimini arttırdığını, özellikle bu artışın fermentasyonun 70-90 saatleri arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca triolein ile yapılan bu çalışmada 65 kDa moleküler ağırlığa sahip enzimin 1-2 veya 2-3 dioleine yönelme özelliği (regioselectivity) %49, oleik asit için %39, monoolein için %8 ve 1-3 dioleinin için %4 bulunmuştur. 1994'de yaptıkları çalışmalarında ise zeytin yağı yerine; ayçiçek yağı, kolza yağı ve soya yağının kullanımının aynı oranda lipaz üretimi sağladığını bulmuşlardır (Pokorny ve diğ., 1997).

Lipaz üreten küflerden olan, *Aspergillus flavus*'un da lipaz üretimi gelişme ile artmakta, gelişme sona erince azalmaktadır. Long ve arkadaşları maksimum enzim üretimini 30°C ve pH 6.5 ' da 3 gün sonunda, karbon kaynağı olarak %2 mısır yağı, azot kaynağı olarak %2 maya ekstraktı kullanarak elde etmişlerdir. Ayrıca *Aspergillus flavus*'un lipaz üretiminin, karbon kaynağı olarak hindistancevizi yağının kullanıldığı ortamlarda azaldığı, lipazın doymuş yağ asitlerinden çok doymamış uzun zincirli yağ asitlerini hidrolize edebildiği Farag ve arkadaşlarınca (1981) belirtilmiştir (Long ve diğ., 1996).

Woo ve Lindsay lipolitik aktivite sonucu bozulmuş tereyağı örneklerinde, lipoliz sonucu zamanla artan serbest yağ asitlerinin miktarını gaz kromatografi (GC) yardımıyla belirlemiş, lipaz enziminin yarattığı etkiyi yağ asidi cinsine bağlı olarak açıklamıştır. Serbest yağ asitleri önce modifiye edilmiş silisik asit-KOH tutucu kolon kromatografisi ile ayırıp, NPGA (neopenthyll glycol adpate) ile kaplı kolon içeren gaz kromatografide taşıyıcı gaz olarak formik asitle doyurulmuş azot gazı kullanarak analizlemişlerdir (Woo ve Lindsay, 1980).

Larsen ve Jensen 30 tane *Penicillium roqueforti* küfünün lipaz aktivitesini tereyağında incelemiş, küfleri 25°C’ de 3 farklı tuz konsantrasyonu içeren (%0, %2, %7) tereyağı emülsiyonlarında 7, 14 ve 21 gün olmak üzere inkübe etmişlerdir. Ortamlarda oluşan yüzde serbest yağ asidi oranını belirtmişlerdir. FFA’ların ayrılmasında amino propyl mini kolon kullanıp, gaz kromatografi yardımıyla yüzde bileşimlerini incelemişlerdir. En iyi lipaz aktivitesinin %7 tuz içeren emülsiyonda bulunduğunu, FFA miktarlarında hem titrasyon değerlerine hemde GC sonuçlarına göre (serbest yağ asitlerinin yapısında bulunan yağ asitlerinin yüzdeleri) 7. ve 14. günler arası hızlı bir artış görülürken, 14. ve 21. günler arası yavaş bir artış veya azalış görüldüğünü bulmuşlar, bu azalışın sebebinin FFA’ların metil ketonlara dönüşmesi nedeniyle olabileceğini belirtilmişlerdir (Larsen ve Jensen, 1999).

Han ve arkadaşları sufu (fermente edilmiş tofu) adındaki Çin soya peynirinin üretimde kullanılan küf, *Actinomucor elegans* ve üretimde alternatif küf olarak düşünülen *Rhizopus oligosporus*’un değişik nem ve sıcaklıkta ki enzim aktivitelerini incelemiş, *R. oligosporus* için en yüksek lipaz aktivitesinin 35°C’ de % 95-97 bağıl nemli ortamda 48 saat inkübasyondan sonra olduğunu ve lipaz miktarını 187 unit/gr olarak açıklamışlardır (Han ve diğ., 2003).

Sarıyar ve Heperkan 30°C’ de farklı nem oranına sahip (%80, %85 ve %90) ortamlarda bekletilen *Aspergillus niger* ile aşılanmış fındıklarda en iyi lipaz aktivitesinin %90 bağıl nem ortamında olduğunu ve başlangıçta %1’den düşük olan serbest yağ asidi oranının 30 günlük bir depolama sonucunda %90.97 kadar arttığını bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada %80 nem ortamında FFA oranı 28 gün sonunda %3.07, %85 bağıl nem için ise FFA oranını %3.08 olarak bulup, bu iki bağıl nem arasında lipaz aktivitesi açısından belirgin bir fark olmadığını belirtmişlerdir (Sarıyar ve Heperkan, 2003).

Yine Sarıyar ve Heperkan’ın yaptığı çalışmada *Aspergillus flavus* ile aşılanıp 30°C’ de, farklı bağıl nemlerde (%80, %85, %90) depolanan fındıklarda TAG (triasilgliserol) hidrolizinin ve FFA oluşumunun *Aspergillus niger* ile aşılanana göre daha hızlı başladığını, %80 ve %85 bağıl nemli ortamda daha yüksek oranda FFA oluşturduğunu fakat %90 bağıl nemli ortamda depolamada ise *Aspergillus niger* in daha yüksek oranda FFA oluşturduğunu bu oranın %90’a kadar çıkabildiğini belirtmişlerdir (Sarıyar ve Heperkan, 2003).

Sipahioğlu ve Heperkan 25°C’ de farklı bağıl nem ortamlarında fındıkta *Trichothecium roseum*’un lipaz aktivitesini incelemişler, bağıl nemin değişmesinin küf etkilmediğini, TAG hidrolizinin ve FFA oluşumunun depolama süresine bağlı olarak uzun sürede arttığını belirtmişlerdir (Sipahioğlu ve Heperkan, 2000).

Tablo2.4: Bazı mikrobiyal lipazların optimum aktivite gösterdikleri sıcaklık, pH ve substrat seçicilikleri (Kurashige ve diğ., 1989).

Lipaz Kaynağı	Optimum sıcaklık (°C)	Optimum pH	Substrat seçiciliği
<i>Aspergillus niger</i>	30-40	5.0-7.0	1-3->>2-, K, O,U
<i>Rhizopus delemar</i>	30-45	5.0-7.0	1-3->>>2-, O, U
<i>Candida lipolytica</i>	25-35	5.0-8.0	1-3->>2-, O, K, U
<i>Penicillium cylopium</i>	30-50	4.5-7.5	1-3->2-, DG> MG>>TG
<i>Penicillium roqueforti</i>	25-35	6.0-8.0	1-3->>2-, K, O>>U
<i>Geotrichum candidum</i>	40-50	5.0-8.0	1-,2-,3-, Oleik, Linoleik
<i>Rhizopus niveus</i>	30-45	5.0-7.0	1-3->>>2-, O, U

K,O,U: kısa, orta, uzun zicirli yağ asitleri
MG, DG, TG: mono-, di-, trigliserid

2.14.5. Hidrolitik bozulmayı önleme çareleri

Yağlarda meydana gelen hidrolitik bozulmayı önlemek için yapılması gereken en önemli işlem yağın elde edilmesi sırasında suyun ortamdan uzaklaştırılmasıdır. Ayrıca yağ depolanırken suyun yağa geçme ihtimali de ortadan kaldırılmalıdır. Yağ 15°C' nin altında bir sıcaklıkta depolanmalıdır. Yağlı meyve ve tohumlarda asitliğin yükselmesini önlemek için materyalin küflenmesini önlemek, ürün depolamasını kritik nem sınırı altındaki ortamlarda yapmak gereklidir (Başoğlu, 2002).

2.14.6. Oksidatif bozulmalar

Yağların yağ asidi zincirlerinde oluşan ve onların bozulmasına neden olan reaksiyonlar ve bu reaksiyonlar sonucu oluşan ürünler tam olarak açıklanamamıştır. Oluşum reaksiyonları kısmen açıklanabilen oksidasyon reaksiyonları ve ürünleri 5 grupta toplanabilir (Başoğlu, 2002).

1-Dönmüş tat ve koku oluşumu

2-Peroksit oluşumu

3-Asitlik yükselmesi

4-Keton oluşumu

5-Aldehit oluşumu

2.14.7. Oksidatif bozulmayı önleme çareleri

Yağlar havanın oksijeninden korunmalı, depolama sıcaklığı 15°C' yi geçmemeli, yağlı ürünler vakum altında ambalajlarına dolum yapılarak atmosferdeki oksijenden korunmalıdır ve mümkün olduğu kadar gün ışığından uzak, karanlık serin yerlerde muhafaza edilmelidir. Oksidatif bozulma olasılığının yüksek olduğu durumlarda yağa antioksidan katılmalıdır. Sanayide fenolik antioksidan kullanılacaksa alkalilerle teması sonucu büyük ölçüde etkilerini kaybettiklerinden nötralizasyon işlemi sonunda katılmalıdır (Başoğlu, 2002).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan küfler (*Aspergillus niger*) İ.T.Ü Gıda Mühendisliği Bölümü mikrobiyoloji laboratuvarlarında piyasadan temin edilen fındık, kakao ve incirden izole edilmiştir. İzole edilip, tanımlanan bu küfler analizlerde kullanılıncaya kadar saf kültür halinde yatık Malt Ekstrakt Agarda (MEA) +4°C’de muhafaza edilmişlerdir.

Araştırmada kullanılan ceviz Balıkesir ili, Sındırgı ilçesinde yetişen Yalova cinsi aşıllı ceviz ağacının 2005 yılı mahsulü olup, yer fıstıkları piyasadan temin edilen çerezlik, kabuklu ve kavrulmamış özellikte ki yer fıstıklarıdır.

3.2. Metot

3.2.1. Küflerin izolasyonu

10 gram fındık ve incir örnekleri ayrı ayrı şekilde steril stomacher torbalarına tartıldıktan sonra üzerine 90 mL steril fizyolojik tuzlu su çözeltisi aseptik koşullar altında ilave edilip, stomacher’da 60 saniye orta hızda karıştırılarak homojen hale getirildi. Bu karışımdan alınan süspansiyonlar belirli oranlarda seyreltildikten sonra MEA besiyerine inoküle edildi. İnokülasyon işleminden sonra petri kutuları 25°C’de 7 gün inkübe edildi.

Kakaodan küfleri izole etmek için parçalanmış kakaodan aseptik koşullar altında örnek alınarak direkt DG18 besiyerine eklemek suratiyle ekim yapıldı ve petri kutuları 25°C’de 7 gün inkübe edildi.

3.2.2. Küflerin tanımlanması

İnkübasyon süresi dolan petriler incelenerek siyah renkli koloniler steril bir öze yardımıyla alınarak MEA’da üç nokta ekimleri yapıldı. Petriler 25°C’de 7 gün inkübe edildi.

Süresi dolan petrilerdeki küfler morfolojik ve mikroskopik özellikleri dikkate alınarak Samson ve Hoekstra (2004) tarafından belirtilen özellikler ile karşılaştırıldı. Böylece incir, kakao ve fındıktan birer adet olmak üzere 3 farklı *Aspergillus niger* izole edildi ve aşılama çalışmalarında bu suşlar kullanıldı.

3.2.3. Aşılama da kullanılacak spor süspansiyonunun hazırlanması

İzole edilen ve tanımlanan *Aspergillus niger* küfleri kullanılıncaya kadar yatık MEA' da 1 hafta 25°C'de geliştirildikten sonra +4°C'de ki buzdolabında muhafaza edildi. Deneylerde kullanılmak üzere buzdolabından çıkarılan küfler, aşılama işleminden bir hafta önce, aktive edilmek için önceden hazırlanmış tüplerde bulunan yatık agarlara (MEA) alınıp 25°C'de 7 gün inkübe edildi. İnkübasyon sonunda her bir tüp üzerine %0.05'lik steril Tween 80 çözeltisinden 5 mL ilave edildi (Djien, 1974). Steril öze yardımıyla agar zedelenmeden küf sporları sıvıya geçirildi. Bu tüpler tüp karıştırıcısında karıştırıldıktan sonra aynı üründen izole edilen küflerin spor süspansiyonları aynı steril tüpler içinde toplandı. Bu şekilde hazırlanan spor süspansiyonlarından Thoma lamına 0.1 mL alınarak mikroskopun 40'lık objektifinde spor sayımları yapıldı. Sayımlara göre 10^7 spor /mL konsantrasyonuna sahip 2mL'lik spor süspansiyonları hazırlandı. Thoma lamındaki sayım ve hesaplamalar Temiz (2000)' e göre yapıldı.

3.2.4. Ceviz ve yer fıstığının aşılama ya hazırlanması

45 gram olacak şekilde tartılan ceviz ve yer fıstıkları homojen büyüklükte olacak şekilde mekanik yöntemle parçalandı.

Parçalanan 45'er gramlık ceviz ve yer fıstıkları kavanozlara ayrı ayrı dolduruldu. Doldurulmuş kavanozların ağzı, kapakları ile kapatıldıktan sonra nem geçirme olasılığını ortadan kaldırmak için kavanoz kapaklarının üst kısmı ve kenarları alüminyum folyo ile sıkıca sarılarak otoklavda 121°C'de 15 dakika süresince steril edildi.

3.2.5. Aşılama nış ürünün saklanacağı kapların hazırlanması

Steril edilip spor süspansiyonu ile aşılama n ceviz ve yer fıstığı örnekleri bağıl nemi %90 olacak şekilde ayarlanma nış, hava ve nem geçirmeyen steril kapaklı cam kavanozların içerisine yerleştirildikten sonra lipaz aktivitesinin en fazla olduğı 30°C'ye sabitlenmiş inkübatörde 28 gün süresince depo edildi.

Bağıl nemin %90'na ayarlanmasında BaCl₂ kullanıldı (Sipahioğlu ve Heperkan, 2000). Çözelti hazırlarken 100 mL steril saf su içerisine 33.4 gram BaCl₂ ilave edildi.

Örnek depolama süreçleri 7.gün, 14.gün, 21.gün ve 28.günler olarak belirlendiğinden, çalışmada ceviz için 12, aynı şekilde yer fıstığı için 12 ayrı kavonoz hazırlandı ve aşılınmış ürünler bu kavanozlara konularak 30°C'lik inkübatöre yerleştirildi.

Belirlenen periyotlara göre süresi dolan kavonozlar inkübatörden çıkarılarak küflenmiş ürünlerde öncelikle nem ve pH tayini yapıldı. Küflerin lipaz aktivitesiyle hidrolize uğramış ve serbest yağ asidi miktarı artmış ürün yağında, yüzde serbest yağ asidi miktarı (%FFA) titrasyon yöntemiyle hesaplandı. FFA ve TAG fraksiyonu yağın yapsından ayrılarak, içersindeki yüzde yağ asidi değişimi GC yardımıyla ölçüldü.

3.2.6. Ceviz ve yer fıstığı numunelerinde nem tayini

Çalışma süresince yüzde nem analizleri Mettler Toledo HB 43 model nem tayin cihazıyla yapılmıştır. Parçalanmış halde %90 bağıl nem ortamında 30°C' de depolanmış ürünlerden 3.5 gram alınarak nem tayin cihazına konulmuştur. Cihaz otomatik olarak 130°C' ye çıkıp, bir süre bu sıcaklıkta bekledikten sonra kütle azalışına bağlı olarak %nem oranını göstermektedir. Analiz süresi cihazdaki madde miktarı ve nemine bağlı olarak değişmekle birlikte 3.5 gram örnek için 25-30 dk. sürmektedir. Kullanılan bu yöntemin etüvde yapılan nem tayini yöntemine uygunluğu çalışma başlangıcında denenerek belirlenmiştir.

3.2.7. Ceviz ve yer fıstığında pH tayini

10 gram ceviz ve yer fıstığı numunesi tartılarak üzerine 90 mL kaynatılmış distile su ilave edilip, soğumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örneklerin pH' ları Hanna HI 9321 Microprocessor pHmeter model pH metre ile ölçülmüştür.

3.2.8. Ceviz ve yer fıstığında % serbest yağ asidi tayini (volumetrik)

Ceviz ve yer fıstığı yağında %FFA analizi TSE 1605 EN ISO 660'e göre yapılmıştır (Anon, 1997).

1 gram ceviz ve yer fıstığı yağı tartılarak üzerine analitik özellikteki 20 mL etanol-dietil eter karışımı (1:1) ilave edilmiştir. Fenolfitaleyn indikatörü kullanılarak 0.1N etanollü KOH çözeltisiyle menekşe rengine dönünceye kadar titre edilmiştir.

Hesaplama % oleik asidi cinsinden belirtilmiştir.

$$\%FFA \text{ (oleik asit)} = \frac{S * N * 28.2}{M} \quad (1.1)$$

S: Titrasyon onunda sarf edilen etanollü KOH miktarı (mL)

N: Etanollu KOH' in normalitesi

M: Tartılan yağ miktarı (gr)

3.2.9. Ceviz ve yer fıstığından yağın ekstraksiyonu ve yapılan ön işlemler

Depolama süresi dolan kavonozlardaki ceviz ve yer fıstığı numunelerinden 3.5 gram % nem tayini, 10 gram pH tayini için numune alındıktan sonra geriye kalan ürün 100°C' lik su banyosunda 45 dk. bekletilerek lipaz enziminin inaktive olması sağlanmıştır. Enzim inaktivasyonundan sonra ürünlerdeki yağ hegzan yardımıyla alınıp, hegzanı uçurulan yağ örnekleri tüplere alındıktan sonra azot gazı basılarak yağların muhafazası sırasında oluşabilecek bozulmalar önlenmiştir. Yağ örnekleri analizlerde kullanılıncaya kadar +4°C' de muhafaza edilmiştir.

3.2.10. Ceviz ve yer fıstığı yağından serbest yağ asitlerinin ekstraksiyonu

Hidroliz sonucu yağdaki miktarı artan serbest yağ asitlerinin, yağdan izole edilmesinde Üstün ve Akova'nın (2002) çalışmasında kullandığı metodunun modifiye edilmiş hali uygulamıştır.

Bu metotta 2mL yağ örneğine pH 9-11 olana kadar 0.2N NaOH çözeltisi ilave edilmiştir.

Bu işlem ile yağda bulunan serbest yağ asitlerin bazik tuzlarının oluşumu yani sabunlaşma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu karışım ayırma hunisine alınarak üzerine 25 mL su ve 25 mL hegzan ilave edilmiştir. Çalkalama ve bekletme işlemlerinden sonra alt fazda bulunan su alınarak üzerine 0.2N HCl pH 1-3 oluncaya kadar ilave edilip, asitlendirilmiş karışımda serbest hale geçen FFA' lar hegzanla ekstrakte edilerek ortamdan ayrılmıştır. Hegzana geçirilen büyük bir kısım serbest yağ asidi fraksiyonu, hegzanın uzaklaştırılması ile elde edilmiştir.

Elde edilen fraksiyon 1mL hegzan ile seyreltilip, 160°C' de 1 saat bekletilerek aktiflenmiş ve ortam sıcaklığına soğutulmuş silika kaplı TLC (Thin Layer Chromatography) plaka üzerine spotlanmıştır. FFA bandının yerini tespit etmek amacıyla plakanın küçük bir kısmına standart serbest yağ asidi, varsa TAG bandının tespit etmek amacıyla küçük bir kısmına hidrolize uğramamış hegzanla seyreltilmiş yağ örneği ve plakanın büyük bir kısmına ise elde edilen fraksiyon spotlanmıştır.

Spotlama işlemi biten plaka TLC tankında petroleteri:dietileter:asetik asit (80:20:0.5) içeren çözgüde yürütülmüştür.

Standarta karşılık FFA bandı ve yağa karşılık gelen TAG bandı kazınmadan önce, bantların tespiti için plakaya 2.7 dichlorofloresein ayırıcı püskürtüp, UV lamba altında plaka incelenmiştir.

Kazınan FFA bandı, A.O.C.S' nin (American Oil Chemistry's Society) Ce 2-66 metoduna göre metonollü BF_3 kullanılarak, TAG bandı sabunlaştırıldıktan sonra metonollü BF_3 kullanılarak metillendirilmiştir (Anon, 1973).

Metillendirilen FFA'ların ve TAG'ların yüzde yağ asidi bileşimi gaz kromatografi aracılığı ile tespit edilmiştir.

3.2.11. Gaz kromatografisi koşulları

FFA ve TAG içeriğinde yer alan yağ asitlerinin, yüzde oranları gaz kromatografi cihazı aracılığıyla bulunmuştur. Özellikle depolama süresi ve küfe bağlı olarak lipaz aktivitesinin oluşturduğu etki serbest yağ asidinde yağ asidinin cinsine bağlı olarak belirlenmiştir.

Analizler Chromquest Trace 2000 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham) modeli gaz kromatografi cihazı ile yapılmıştır. Cihazda, ZB-wax; 30m*0.25mmID*0.25µm boyutlarında, polietilen glikol dolgu materyalli yağ asidi kolonu, dedektör olarak FID-Flame Ionization Dedector kullanılmıştır. Dedektör sıcaklığı 260°C olarak ayarlanmış, fırın (Oven) 150°C' ye 3 dk.da çıktıktan sonra 10 °C/dak artışla 7.5 dakikada 225°C' ye ulaşır, bu sıcaklıkta 10 dk bekleyecek şekilde programlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum sabit akış hızı altında 5mL/dk hızla gönderilirken, yanıcı gaz olarak hidrojen (35mL/dk) ve kuru hava (350mL/dk) kullanılmıştır.

Yağı oluşturan bütün yağ asitlerinin yüzdesini belirlemek için ise yağ örneği direkt olarak metonollü NaOH ve metanollü BF_3 kullanılarak metillendirilip (A.O.C.S-Ce 2-66) kromatografi analizine alınmıştır. Böylece yağın yapısında bulunan bütün sabunlaşan fraksiyonlar yani; trigliserid, digliserid, monogliserid ve serbest yağ asitlerinin yapısında yer alan yağ asitlerinin yüzdeleri dikkate alınmış olup, elde edilen sonuç bize yağda ki toplam yüzde yağ asidi bileşimini vermiştir.

Gaz kromatografi analizlerinde yağ asidi çalışırken, çalışılacak olan fraksiyonu yağın yapısından ayırmak önemlidir. Örneğin yağdaki trigliserid yapısında yer alan yağ asitleri yüzde olarak belirlenecekse, yağdan trigliserid fraksiyonu ayrılarak analize alınmalıdır.

3.2.12. İstatistiksel analiz

%FFA sonuçlarına; gün, materyal, küf suşu faktörlerinin etkisinin açıklanmasında "Minitab® for Windows Release 1.12" programı kullanılmıştır. Varyans analizi (ANOVA) tablosu oluşturulmuş, iki yollu ANOVA ile modelleme yapılmış ve verilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Tukey ikili karşılaştırma testiyle %95 güven düzeyinde ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

4.1. Cevizin Yağ Asidi Bileşimi

Çalışmada kullanılan cevizden elde edilen yağın yüzde yağ asidi bileşimi Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Cevizin yüzde yağ asidi bileşimi

Yağ asidi	%
C16:0 (palmitik)	5.396
C18:0 (stearik)	2.625
C18:1 (oleik)	22.483
C18:2 (linoleik)	59.421
C18:3 (linolenik)	9.910

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi ceviz yağında %59.4 ile en fazla linoleik asit, ikinci sırada %22.5 ile oleik asit ve üçüncü sırada %9.9 ile linolenik asit bulunmuştur. Değerler Tablo 2.1 ile karşılaştırıldığında oleik asit yüzdesi Gill ve arkadaşlarının (2002) belirttiği değere yakın, linoleik asit yüzdesinin Ranken (1988) ile aynı, linolenik asit yüzdesinin ise hem Ranken (1988) hem de Gill ve arkadaşlarının belirttiği değerden daha düşük olduğu görülmektedir.

4.1.1. Fındıktan izole edilen *Aspergillus niger* lipazının ceviz yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular

Tablo 4.2’de fındık *A. niger*’inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.3’de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.2: Fındık *A. niger*’inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	5.670	6.050	6.001	6.160
C18:0 (stearik)	2.459	2.113	2.782	2.729
C18:1 (oleik)	19.674	17.862	20.956	21.319
C18:2 (linoleik)	58.688	64.594	60.953	61.054
C18:3 (linolenik)	9.344	9.452	9.185	8.411

Tablo 4.3: Fındık *A. niger*'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	7-14	7-21	7-28
C16:0 (palmitik)	+0.380	+0.331	+0.490
C18:0 (stearik)	-0.346	+0.323	+0.270
C18:1 (oleik)	-1.812	+1.282	+1.645
C18:2 (linoleik)	+5.906	+2.265	+2.366
C18:3 (linolenik)	+0.108	-0.159	-0.933

Tablo 4.3; 14, 21, 28. günlerde yağ asitlerinde meydana gelen yüzde değişim değerlerinin, 7. günde elde edilmiş olan yüzde değerinden çıkarılmasıyla oluşturulmuştur. Eksi değerler o yağ asidinde ki azalmayı, artı değerler ise o yağ asidinde ki artışı ifade etmektedir. Sonuçların değerlendirilmesinde, $|\pm 0.5|$ 'in altındaki değişimler önemsiz kabul edilmiştir.

Tablo 4.3'e göre

* FFA yapısındaki palmitik ve stearik asitte önemli bir farklılık olmamıştır.

* FFA yapısındaki oleik asitte ise; 7.güne kıyasla; 14.günde, 1.8'lik azalma, 21. günde 1.3'lük; 28.günde ise 1.6'luk artış meydana gelmiştir.

* 7.-14. günler arası FFA'da linoleik asit oranı yaklaşık olarak 5.9 artmış, 21 gün sonunda ki fark 2.3 olup; 28 gün sonunda ise 7. güne göre 2.4 artmıştır.

* Linolenik asitteki değişimler; 7-14 gün arasındaki fark +0.1, 21.günde ki fark -0.2, 28. günde ise 7.güne göre -1' dir.

√ FFA yapısında ki artışlar dikkate alındığında, küf lipazının cevizde miktar olarak en fazla linoleik asite sonra oleik asite yöneldiğini görülmektedir.

Tablo 4.4'de fındık *A. niger*'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.5'de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.4: Fındık *A. niger*'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	5.700	5.513	4.967	5.771
C18:0 (stearik)	2.764	2.583	2.225	2.363
C18:1 (oleik)	21.996	19.600	17.557	20.066
C18:2 (linoleik)	57.143	61.312	62.345	61.558
C18:3 (linolenik)	10.123	10.360	10.873	9.696

Tablo 4.5: Fındık *A. niger*'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	0-7	0-14	0-21	0-28
C16:0 (palmitik)	+0.304	+0.117	-0.733	+0.375
C18:0 (stearik)	+0.139	-0.042	-0.400	-0.262
C18:1 (oleik)	-0.487	-2.883	-4.926	-2.417
C18:2 (linoleik)	-2.278	+1.891	+2.924	+2.137
C18:3 (linolenik)	+0.213	+0.450	+0.963	-0.214

Tablo 4.5; 7, 14, 21, 28. günlerde trigliseridlerin yapısında yer alan yağ asitlerinin yüzde oranının, başlangıçtaki (0. gündeki) yüzde yağ asidi oranlarından çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan ceviz yağının başlangıçta ki titrasyon yöntemi ile hesaplanan %FFA değeri 1'den küçük bulunduğundan yapısında yer alan yağ asitlerinin hemen hemen tamamının trigliserid yapısında olduğu düşünülmüştür. Buna bağlı olarak lipaz etkisi görmemiş ceviz yağının % yağ asidi bileşimi, sıfırıncı gün “% trigliserid yağ asidi” olarak ele alınmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde, $|\pm 0.5|$ 'in altındaki değişimler önemsiz kabul edilmiştir.

Tablo 4.5'e göre;

- * Palmitik asitte 21. gün sonunda -0.7 oranında bir değişme söz konusudur.
- * Oleik asitteki başlangıç değerine göre değişim 7.günde -0.5 , 14.günde -2.9 , 21. günde -4.9 , 28.günde ise -2.4 'dür.
- * Linoleik asitte başlangıç değerine göre değişim 7.günde -2.3 , 14.günde 1.9 , 21. günde $+2.9$ ve 28. günde $+2.1$ 'dir.
- * Linolenik asitte ise değişimler şu şekildedir; 7.günde $+0.2$, 14.günde $+0.5$, 21. günde $+1$ ve 28.günde -0.2 'dir.

√ 7. günde en yüksek negatif değer linoleik asitte görüldüğünden küf lipazının bu süre içerisinde linoleik asiti parçaladığı söylenebilir. 0-14, 0-21 ve 0-28 aralığında oleik asitte gözükten negatif değerler 14-21-28. günler arasında lipazın bu aralıkta bu yağ asidine yöneldiğini göstermektedir. FFA yapısında ki oleik asitin linoleik asite göre daha düşük miktarda artışı TAG yapısında bulunan oleik asitin mono ve digliseridlerin yapısına katılmasıyla ilişkilendirilmiştir. Hem FFA hem TAG'da ki değişimler bu lipazının ceviz yağında önce linoleik asite sonra oleik asite yöneldiğini göstermektedir.

Tablo 4.6'da fındıktan izole edilen *A. niger* ile aşılana cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi verilmiştir.

Tablo 4.6: Fındıktan izole edilen *A. niger* ile aşılanan cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi

GÜN	pH	%NEM	%FFA
0	5.87	3.73	<1
7	3.78	12.97	15.77
14	3.97	9.65	30.66
21	4.29	12.10	33.04
28	3.58	9.80	36.96

Tablo 4.6’da görüldüğü gibi zamana bağlı olarak pH değerinin düşmesi, fındıktan izole edilen *Aspergillus niger*’in uygun gelişme ortamında organik asit üretmesinden kaynaklanmıştır.

Yüzde nem oranı ise depolama süresine bağlı olarak değişmektedir. Aşılama işlemi sırasında küf sporlarının Tween 80’li suyla beraber ürüne inoküle edilmesi ve aşılanan ürünlerin depolama süresince bağıl nemi %90 olan ortamda muhafaza edilmesinden dolayı cevizdeki nem oranı %3.73’den %9-12’lere kadar çıkmıştır. Görülen dengesiz nem oranı dağılımı deneysel hatalardan veya enzimatik hidroliz sonucu su açığa çıkmasından kaynaklanmış olabilir.

%FFA (oleik asit cinsi) değerine bakıldığında ise başlangıçta %1’in altında olan serbest yağ asidi, depolama süresince artarak yaklaşık %36.96’ya kadar çıkmıştır. FFA oranındaki artış ilk 14 günlük depolama sürecinde daha hızlı gerçekleşmiştir.

4.1.2. Kakaodan izole edilen *Aspergillus niger* lipazının ceviz yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular

Tablo 4.7’de kakao *A. niger*’inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.8’de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.7: Kakao *A. niger*’inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	6.385	4.387	4.938	5.106
C18:0 (stearik)	2.863	1.342	2.073	2.114
C18:1 (oleik)	22.173	21.823	20.408	21.057
C18:2 (linoleik)	58.108	61.577	61.813	61.935
C18:3 (linolenik)	7.836	10.036	9.014	8.911

Tablo 4.8: Kakao *A. niger*'inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	7-14	7-21	7-28
C16:0 (palmitik)	-1.998	-1.447	-1.279
C18:0 (stearik)	-1.521	-0.790	-0.749
C18:1 (oleik)	-0.350	-1.765	-1.116
C18:2 (linoleik)	+3.469	+3.705	+3.827
C18:3 (linolenik)	+2.200	+1.178	+1.075

Tablo 4.8'e göre;

* Palmitik asit 7-14. günler arası 2, 7-21 gün arası 1.5, 7-28. gün arası 1.3 oranında azalmıştır.

* Stearik asitte, oleik ve palmitik asit gibi azalışlar söz konusu olup, 7-14 gün arası 1.5, 7-21 gün arası 0.8, 7-28 gün arasında ise yine 0.8'lik düşme söz konusudur.

* FFA yapısındaki oleik asit ise; 14. günde, 7. güne göre 0.4, 21 günde 7.güne göre 1.8; 28 günde ise 1.1 azalmıştır.

* 7-14. günler arası FFA'da linoleik asit oranı yaklaşık olarak 3.5 artmış, 21gün sonunda 7. güne göre fark 3.7 olup; 28 gün sonunda ise 7. güne göre 3.8 artmıştır.

* Linolenik asitte 7. günden sonra; 7-14 gün arasındaki fark +2.2, 21. gündeki fark +1.2, 28. günde ise 7.güne göre +1.1' dir.

√ FFA'da ki artış, küf lipazının en fazla linoleik asite sonra linolenik asite yöneldiğini göstermektedir.

Tablo 4.9'da kakao *A. niger*'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.10'da ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.9: Kakao *A. niger*'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	5.708	5.375	5.440	5.520
C18:0 (stearik)	2.695	2.497	2.849	2.819
C18:1 (oleik)	24.231	23.339	23.215	23.036
C18:2 (linoleik)	56.238	57.348	58.079	58.442
C18:3 (linolenik)	10.029	9.706	8.703	8.873

Tablo 4.10: Kakao *A. niger*'inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimlerin günlere bağlı farkları

Y.ASİDİ \ GÜN	0-7	0-14	0-21	0-28
C16:0 (palmitik)	+0.312	-0.021	+0.044	+0.124
C18:0 (stearik)	+0.070	-0.128	+0.224	+0.194
C18:1 (oleik)	+1.748	+0.856	+0.732	+0.553
C18:2 (linoleik)	-3.183	-2.073	-1.342	-0.979
C18:3 (linolenik)	+0.119	-0.204	-1.207	-1.037

Tablo 4.10' a göre;

* Oleik asitteki başlangıç değerine göre değişim 7. günde +1.8, 14. günde +0.9, 21. günde +0.7, 28. günde ise +0.6'dır.

* Linoleik asitte başlangıç değerine göre değişim 7. günde -3.2, 14. günde -2.1, 21. günde -1.3 ve 28. günde ise -1'dir.

* Linolenik asitte ise değişimler şu şekildedir; 7. günde +0.1, 14. günde -0.2, 21. günde -1,2 ve 28. günde -1.0'dır.

√ TAG'da ki, linoleik asitte görülen negatif değerler küf lipazının öncelikle linoleik asite daha sonrada linolenik asite yöneldiğini göstermektedir ve FFA'da görülen artışlarda bu lipazının ceviz yağında ki davranışını doğrulamaktadır.

Tablo 4.11'de kakaodan izole edilen *A. niger* ile aşılana cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi verilmiştir.

Tablo 4.11: Kakaodan izole edilen *A. niger* ile aşılana cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi

GÜN	pH	%NEM	%FFA
0	5.87	3.73	<1
7	3.98	6.97	17.76
14	3.60	10.04	37.27
21	3.59	10.03	42.40
28	3.49	11.07	50.19

Tablo 4.11'e göre; kakaodan izole edilen *Aspergillus niger* depolama süresince asit sentezlemesi sonucu pH'ı yaklaşık 5.9 dan 3.5'a kadar düşürmüştür. Nem oranı ise depolama ile %11' lere kadar yükselmiştir. 14 ve 21. günlerdeki pH ve % nem oranları hemen hemen aynı olmasına karşın depolama sürecine bağlı olarak %FFA oranında bir farklılık söz konusudur. Başlangıçta %1'in altında bulunan FFA değeri 28 günlük depolama sonucu %50.19'a çıktığı görülmektedir.

4.1.3. İncirden izole edilen *Aspergillus niger* lipazının ceviz yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular

Tablo 4.12’de incir *A. niger*’inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.13’de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.12 :İncir *A. niger*’inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	6.469	5.898	5.824	5.521
C18:0 (stearik)	2.690	2.463	2.570	2.189
C18:1 (oleik)	19.949	20.084	17.842	17.623
C18:2 (linoleik)	60.867	62.160	61.936	62.177
C18:3 (linolenik)	9.008	9.122	10.271	11.177

Tablo 4.13: İncir *A. niger*’inin ceviz yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	7-14	7-21	7-28
C16:0 (palmitik)	-0.571	-0.645	-0.948
C18:0 (stearik)	-0.227	-0.120	-0.501
C18:1 (oleik)	+0.135	-2.107	-2.326
C18:2 (linoleik)	+1.293	+1.069	+1.310
C18:3 (linolenik)	+0.114	+1.263	+2.169

Tablo 4.13’e göre;

* Palmitik asit, 7-14. günler arası 0.6, 7-21. gün arası 0.7, 7-28. gün arası 1.0 oranında azalmıştır.

* Stearik asit ise 7-28 günler arası 0.5 oranında bir azalma göstermiştir.

* FFA yapısındaki oleik asit ise; 21 günde 7. güne göre 2.1; 28 günde ise 2.3 azalmıştır.

* 7-14. günler arası FFA’da linoleik asit oranı yaklaşık olarak 1.3 artmış, 21 gün sonunda 7. güne göre farkı 1.0 olup; 28 gün sonunda ise 7. güne göre 1.3 artmıştır.

* Linolenik asitte ise 21. günün 7. günden farkı +1.3, 28. günün 7. günden farkı ise +2.1’dir.

√ Elde edilen bulgulara göre küfün lipazı 7-14 gün arası linoleik asite yönelirken, 14. günden sonra linolenik asite linoleik asite göre daha fazla yönelmeye başlamıştır.

Tablo 4.14’de incir *A. niger*’inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.15’de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.14: İncir *A. niger*’inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	5.451	5.820	5.792	5.575
C18:0 (stearik)	2.436	2.625	2.705	2.969
C18:1 (oleik)	20.488	21.619	19.981	22.589
C18:2 (linoleik)	60.860	58.208	59.694	57.575
C18:3 (linolenik)	10.316	10.346	10.271	8.852

Tablo 4.15: İncir *A. niger*’inin ceviz yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	0-7	0-14	0-21	0-28
C16:0 (palmitik)	+0.055	+0.424	+0.396	+0.179
C18:0 (stearik)	-0.189	T.E	+0.080	+0.344
C18:1 (oleik)	-1.995	-0.864	-2.502	+0.106
C18:2 (linoleik)	+1.439	-1.213	+0.273	-1.846
C18:3 (linolenik)	+0.406	+0.436	+0.361	-1.058

T.E= Tespit Edilemedi

Tablo 4.15’e göre;

* Oleik asitteki başlangıç değerine göre değişim 7. günde -2.0, 14. günde -0.9, 21. günde ise -2.5’dir.

* Linoleik asitte başlangıç değerine göre değişim 7. günde +1.4, 14. günde -1.2, ve 28. günde ise -1.8’dur.

* Linolenik asitte ise değişim 28. günde -1.0’dır.

√ Elde edilen bulgulara göre TAG’da ki oleik asit mono ve digliseritlerin yapısına katılmış olup, 7-14. günler ve 21-28. günler arasında TG’deki linoleik asit miktarı azalmış buna bağlı olarak bugünler arasında FFA daki oranı artmıştır. Ayrıca 21. günden sonra TG’deki linolenik asit oranı düşmeye, FFA’da artmaya başlamıştır.. Hem FFA hem TAG yapısına bakıldığında bu lipazın önce linoleik sonra linolenik asite yöneldiği düşünülmüştür.

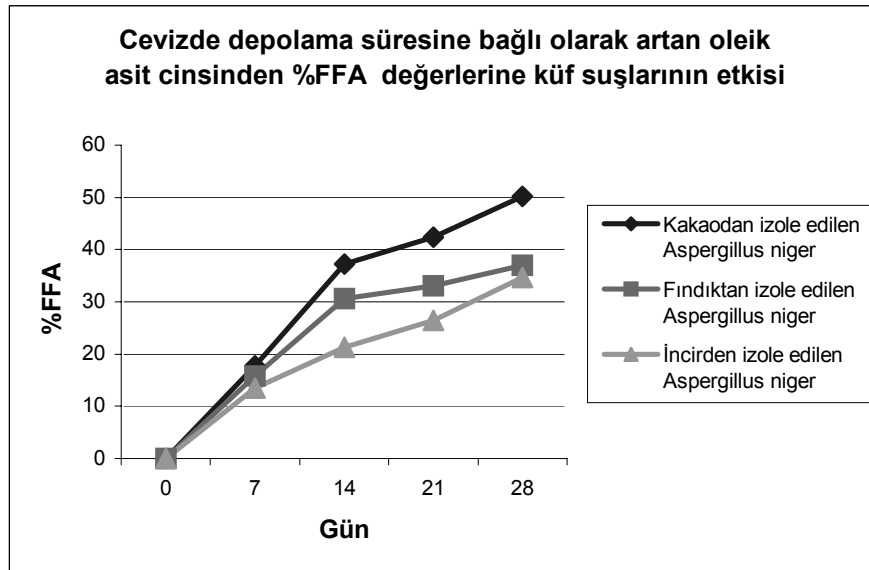
Tablo 4.16’da incirden izole edilen *A. niger* ile aşılana cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi verilmiştir.

Tablo 4.16: İncirden izole edilen *A. niger* ile aşılanan cevizde depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi

GÜN	pH	%NEM	%FFA
0	5.87	3.73	<1
7	4.38	11.72	13.42
14	4.20	13.33	21.35
21	3.63	15.97	26.45
28	3.97	15.62	34.68

Tablo 4.16' ya göre; incirden izole edilen *Aspergillus niger* depolama süresince asit sentezlemesine bağlı olarak pH'ı yaklaşık 5.9 dan 3.5-4'e kadar düşürdüğü görülmüştür. Nem oranı ise depolama ile %15-16'lara kadar yükselmiştir. Başlangıçta %1'in altında bulunan FFA değerinin 28 günlük depolama sonucu %34.68'e kadar çıktığı görülmektedir.

Şekil 4.1'de cevizde depolama süresine bağlı olarak artan oleik asit cinsinden %FFA değerlerine küf suşlarının etkisi verilmiştir.



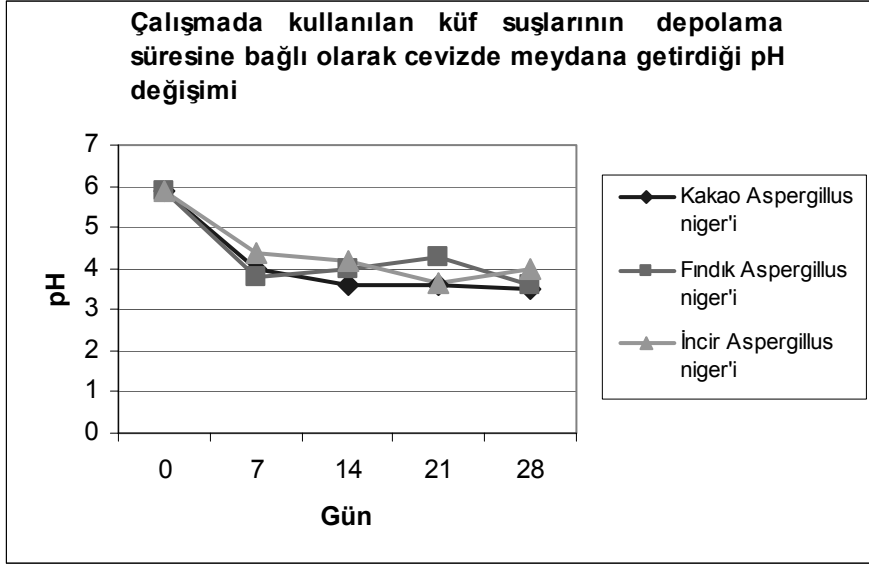
Şekil 4.1: Cevizde depolama süresine bağlı olarak artan oleik asit cinsinden %FFA değerlerine küf suşlarının etkisi

Şekil 4.1'e göre depolama süresi sonunda üç farklı küf suşu içersinde, cevizin yağını parçalayarak en yüksek oranda serbest yağ asidi oluşturan küf; kakaodan izole edilen *Aspergillus niger*'dir. En düşük FFA oluşumu ise incirden izole edilen *Aspergillus niger*'de görülmüştür.

Ceviz yağında FFA oluşumunda sırasıyla kakao, fındık ve incir *Aspergillus niger*'i etkili olmuştur.

Ceviz yağındaki %FFA değeri üzerine küf ve günlerin etkisi istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar EK C' de detaylı olarak gösterilmiştir. Elde edilen istatistiksel bulgulara göre, üç küfün FFA oluşturma yeteneğinin birbirinden farklı olduğu, lipolitik aktivite sıralamasının Şekil 4.1' de ki gibi olduğu, gün açısından da 7, 14, 21 ve 28. günler arasında %FFA'da belirgin farklılıkların bulunduğu görülmüştür.

Şekil 4.2'de çalışmada kullanılan küf suşlarının depolama süresine bağlı olarak cevizde meydana getirdiği pH değişimi verilmiştir.



Şekil 4.2: Çalışmada kullanılan küf suşlarının depolama süresine bağlı olarak cevizde meydana getirdiği pH değişimi

Şekil 4.2'ye göre; depolama süresi boyunca cevizde küfler tarafından meydana getirilen pH değişimlerine bakıldığında üç küfünde yakın pH değerleri oluşturduğu söylenebilir.

4.2. YER FISTIĞININ YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİ

Çalışmada kullanılan yer fıstığından elde edilen yağın yağ asidi bileşimi Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17: Yer fıstığının yağ asidi bileşimi

Yağ asidi	%
C16:0 (palmitik)	8.901
C18:0 (stearik)	3.412
C18:1 (oleik)	56.802
C18:2 (linoleik)	24.587
C18:3 (linolenik)	0.071

Tablo 4.17’de görüldüğü gibi yer fıstığı yağında %56.8 ile en fazla oleik asit, ikinci sırada %24.6 ile linoleik asit ve üçüncü sırada %8.9 ile palmitik asit bulunmuştur. Çalışılan yer fıstığı Tablo 2.3’e göre (Ranken, 1988) daha yüksek oranda oleik asit, daha düşük oranda linoleik asit içermektedir.

4.2.1. Fındıktan izole edilen *Aspergillus niger* lipazının yer fıstığı yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular

Tablo 4.18’de fındık *A. niger*’inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.19’da ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.18: Fındık *A. niger*’inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	6.214	8.051	6.127	8.095
C18:0 (stearik)	2.540	3.381	3.041	3.645
C18:1 (oleik)	57.723	58.707	58.909	56.609
C18:2 (linoleik)	29.148	23.700	25.504	23.350
C18:3 (linolenik)	0.107	0.062	0.040	0.055

Tablo 4.19: Fındık *A. niger*'inin yer fıstığı yağının **FFA** yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	7-14	7-21	7-28
C16:0 (palmitik)	+1.837	+0.087	+1.881
C18:0 (stearik)	+0.841	+0.501	+1.105
C18:1 (oleik)	+0.984	+1.186	-1.114
C18:2 (linoleik)	-5.448	-3.644	-5.798
C18:3 (linolenik)	-0.045	-0.067	-0.052

Tablo 4.19'a göre;

* Palmitik asitte ki değişimler; 7-14 gün arası; +1.8, 7-21 gün arası; +0.09, 7-28 gün arası ise +1.9'dur.

* FFA yapısında ki stearik asit ise 14. günde 7. güne göre 0.8, 21. günde 7.güne göre 0.5, 28. günde ise 7.güne göre 1.1'lik artış göstermiştir.

* Oleik asit ; 14.günde, 7.güne göre 1.0, 21 günde 7.güne göre 1.2 artarken; 28. günde ise 1.1 azalmıştır.

* Linoleik asitte; 7-14 gün arasındaki fark –5.5 olup, 21. günde ki fark –3.6, 28. günde ise 7.güne göre –5.8' dir.

* Linolenik asit oranları ise yine 7. güne kıyasla 14., 21. ve 28. günlerde sırasıyla 0.05, 0.07 ve 0.05'lik düşüş göstermiştir.

√ FFA yapısında 7-14. günler arasında en fazla artış palmitik sonra sırasıyla oleik ve stearik asitte görülmüştür. 7-21. günler arası oleikte ki artış stearikten fazla, 7-28.günler arası ise palmitikte ki artış stearikten fazla bulunmuştur.

Tablo 4.20'de fındık *A. niger*'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.21'de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.20: Fındık *A. niger*'inin yer fıstığı yağının **TAG** yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	8.545	8.922	8.997	8.707
C18:0 (stearik)	3.913	3.620	3.818	3.923
C18:1 (oleik)	54.782	56.928	57.172	56.032
C18:2 (linoleik)	22.580	22.490	22.562	24.451
C18:3 (linolenik)	0.242	0.557	0.126	0.044

Tablo 4.21: Fındık *A. niger*'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	0-7	0-14	0-21	0-28
C16:0 (palmitik)	-0.356	+0.021	+0.096	-0.194
C18:0 (stearik)	+0.501	+0.208	+0.406	+0.511
C18:1 (oleik)	-2.020	+0.126	+0.370	-0.770
C18:2 (linoleik)	-2.007	-2.097	-2.025	-0.136
C18:3 (linolenik)	+0.171	+0.486	+0.055	-0.027

Tablo 4.21'e göre;

* Triglicerid yapısında ki palmitik ve linolenik asitteki değişimler 0.5 'in altında olduğundan önemsenmeyip, stearik asitte ise 7, 21 ve 28. günlerde sırasıyla başlangıç değerine göre 0.5 ,0.4 ve 0.5'lik artış görülmektedir.

* Oleik asit başlangıç değerine göre 7. günde 2 birim azalırken, 28. günde ise 0.8'lik bir azalış göstermiştir.

* Linoleik asit ise başlangıç değerine göre 7, 14 ve 21. günlerde 2'şer birimlik azalma göstermiştir.

√ TAG yapısında en belirgin azalış 0-7. günler arasında oleik ve linoleik asitte görülmüştür. Linoleik asitte başlangıç değerine göre görülen azalmalar lipazın trigliseritte linoleik asite yöneldiğini göstermektedir. FFA yapısında ise bu yağ asidinin artmayışı enzimin TAG'ların serbest yağ asitlerine kadar parçalamayıp, digliserid veya monogliserid yapısına dönüştürmesine bağlanmıştır.

Tablo 4.22'de fındıktan izole edilen *A. niger* ile aşılana yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi verilmiştir.

Tablo 4.22: Fındıktan izole edilen *A. niger* ile aşılana yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi

GÜN	pH	%NEM	%FFA
0	6.84	4.32	<1
7	3.98	10.26	24.38
14	3.66	12.94	26.81
21	3.62	13.51	26.84
28	3.70	13.44	27.47

Tablo 4.22'de görüldüğü üzere; pH asit sentezine bağlı olarak 28 günlük depolama süresinde 6.84'den 3.70'lere kadar düşmüştür. Yaklaşık 14 gün sonra pH dengeye ulaşmıştır. Yüzde nem oranı ise %4'lerden %13'lere kadar çıkmıştır. Yüzde serbest yağ asidi oranı ise %27.47 kadar bir artış göstermiştir.

4.2.2. Kakaodan izole edilen *Aspergillus niger* lipazının yer fıstığı yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular

Tablo 4.23’de kakao *A. niger*’inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.24’de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.23: Kakao *A. niger*’inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	8.735	8.048	8.386	8.326
C18:0 (stearik)	3.171	3.361	3.341	3.645
C18:1 (oleik)	55.175	60.593	57.333	58.546
C18:2 (linoleik)	24.224	24.894	24.853	23.119
C18:3 (linolenik)	0.114	0.057	0.099	0.045

Tablo 4.24: Kakao *A. niger*’inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	7-14	7-21	7-28
C16:0 (palmitik)	-0.687	-0.349	-0.409
C18:0 (stearik)	+0.190	+0.170	+0.474
C18:1 (oleik)	+5.418	+2.158	+3.371
C18:2 (linoleik)	+0.670	+0.629	-1.105
C18:3 (linolenik)	-0.057	-0.015	-0.069

Tablo 4.24’e göre;

* Palmitik asit 7 ile 14. günler arasında 0.7’lik bir azalış göstermiştir.

* FFA yapısındaki oleik asit 7. güne göre kıyasla 14, 21 ve 28. günlerde sırasıyla 5.4, 2.2 ve 3.4’lük artış göstermiştir. Tablo 4.23’te de görüldüğü üzere 7. günde ki yüzde oleik asit oranı %55.175’den 14. günde %60.593’e çıkmış ve FFA yapısındaki en fazla yüzde değerine ulaşmıştır.

* Linoleik asit ise 14 ve 21. günlerde 7. güne göre 0.7 ve 0.6’lık artışlar göstermiş olup, 28. günde ise 1.1 oranında azalma göstermiştir.

√ FFA yapısına baktığımızda en fazla artış yer fıstığının temel yağ asidi olan oleik asitte daha sonra ise linoleik asitte görülmektedir.

Tablo 4.25’de kakao *A. niger*’inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.26’da ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.25: Kakao *A. niger*’inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	9.060	8.774	8.926	8.513
C18:0 (stearik)	3.520	4.796	3.530	3.649
C18:1 (oleik)	55.499	56.215	57.788	54.099
C18:2 (linoleik)	27.067	22.702	24.194	21.977
C18:3 (linolenik)	T.E	0.061	0.040	0.050

T.E=Tespit Edilememiştir

Tablo 4.26: Kakao *A. niger*’inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	0-7	0-14	0-21	0-28
C16:0 (palmitik)	+0.159	-0.127	+0.025	-0.388
C18:0 (stearik)	+0.108	+1.384	+0.118	+0.237
C18:1 (oleik)	-1.303	-0.587	+0.986	-2.703
C18:2 (linoleik)	+2.480	-1.885	-0.393	-2.610
C18:3 (linolenik)	T.E	-0.010	-0.031	-0.021

T.E=Tespit Edilememiştir

Tablo 4.26’a göre;

* Stearik asit 14 gün sonra 1.4’lük artış göstermiştir.

* Oleik asit oranı başlangıca göre, 7. ve 14.günlerde 1.3 ve 0.6 oranında azalırken, 21.günde 1.0 artıp, 28.günde ise 2.7 azalmıştır.

* Linoleik asit 7. günde başlangıç değerine göre 2.5 artarken, 14 ve 28.günlerde ise 1.9 ve 2.6’lık bir azalış göstermiştir.

√ 28 gün sonunda TAG yapısında en belirgin azalma oleik ve linoleik asitte görülmüştür. FFA yapısında ki artışta dikkate alındığında lipazın önce yer fıstığının temel yağ asidi olan oleik asite sonra linoleik asite yöneldiği söylenebilir.

Tablo 4.27’de kakaodan izole edilen *A. niger* ile aşılana yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi verilmiştir.

Tablo 4.27: Kakaodan izole edilen *A. niger* ile aşılanan yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi

GÜN	pH	%NEM	%FFA
0	6.84	4.32	<1
7	4.24	11.20	31.72
14	3.83	11.05	31.97
21	3.67	14.51	46.21
28	3.70	13.44	52.93

Tablo 4.27'ye göre; pH asit sentezine bağlı olarak 28 günlük depolama süresinde 6.84'den 3.70'e kadar düşmüştür. Yüzde nem oranı ise %4'lerden %13-14'lere kadar çıkmıştır. Yüzde serbest yağ asidi oranı ise bir hafta süre sonunda %31.72'ye çıkarak bu süre içerisinde hızlı bir artış göstermiştir. 28 günlük depolama sonucu %FFA oranı %52.93'e kadar çıkmıştır.

4.2.3. İncirden izole edilen *Aspergillus niger*'in yer fıstığı yağı yapısında meydana getirdiği değişimlere ait bulgular

Tablo 4.28'de incir *A. niger*'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.29'da ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.28: İncir *A. niger*'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	8.312	7.919	7.183	8.566
C18:0 (stearik)	3.113	3.987	3.527	4.744
C18:1 (oleik)	55.318	55.540	58.586	58.763
C18:2 (linoleik)	27.522	25.342	23.985	24.043
C18:3 (linolenik)	0.428	0.509	0.364	0.058

Tablo 4.29: İncir *A. niger*'inin yer fıstığı yağının FFA yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	7-14	7-21	7-28
C16:0 (palmitik)	-0.393	-1.129	+0.254
C18:0 (stearik)	+0.874	+0.414	+1.631
C18:1 (oleik)	+0.222	+3.268	+3.445
C18:2 (linoleik)	-2.180	-3.537	-3.479
C18:3 (linolenik)	+0.081	-0.064	-0.370

Tablo 4.29'a göre;

* Palmitik asit 21.günde 7.güne göre 1.1 azalmıştır.

* Stearik asit ise 14 ve 28. günlerde 7.güne göre 0.9 ve 1.6 kadar artmıştır.

* FFA yapısındaki oleik asit 21 ve 28.günlerde 7.güne göre 3.3 ve 3.4'lük artış göstermiştir.

* Linoleik asitte 7 ile 14 gün arasında 2.2; 7 ile 21 gün arasında 3.5; 7 ile 28 gün arasında ise yine 3.5 oranında azalma görülmüştür.

√ FFA yapısında en fazla oleik sonra stearik asitte artış görülmüştür.

Tablo 4.30'da incir *A. niger*'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler, Tablo 4.31'de ise bu değişimlerin günlere göre farkları verilmiştir.

Tablo 4.30: İncir *A. niger*'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişimler

% Y.ASİDİ \ GÜN	7	14	21	28
C16:0 (palmitik)	8.731	8.825	8.993	8.524
C18:0 (stearik)	3.613	3.585	3.550	3.749
C18:1 (oleik)	57.109	57.467	57.504	57.945
C18:2 (linoleik)	24.283	23.122	24.104	23.017
C18:3 (linolenik)	0.051	0.037	T.E	0.076

T.E=Tespit Edilememiştir

Tablo 4.31: İncir *A. niger*'inin yer fıstığı yağının TAG yapısında meydana getirdiği yüzde değişim farklarının günlere göre dağılımı

Y.ASİDİ \ GÜN	0-7	0-14	0-21	0-28
C16:0 (palmitik)	-0.170	-0.076	+0.092	-0.377
C18:0 (stearik)	+0.201	+0.173	+0.138	+0.337
C18:1 (oleik)	+0.307	+0.665	+0.702	+1.143
C18:2 (linoleik)	-0.304	-1.465	-0.483	-1.570
C18:3 (linolenik)	-0.020	-0.034	T.E	+0.050

T.E=Tespit Edilememiştir

Tablo 4.31'e göre;

* Triglicerid yapısındaki oleik asit başlangıç gününe kıyasla 14, 21 ve 28. günlerde 0.7, 0.7 ve 1.1 oranında artmıştır.

* Linoleik asitin ise özellikle 14 ve 28. günlerdeki değerinin başlangıç gününe göre farkı; -1.5 ve -1.6'dır.

√ TAG yapısında sadece linoleik asitte azalmalar görülmektedir. İncir küfünün lipazının düşükte olsa linoleik asite karşı seçici davrandığı fakat FFA yapısında bu yağ asidinin oranını arttıramadığı buna bağlı olarak linoleik asitin MG ve DG yapısına katıldığı düşünülmektedir.

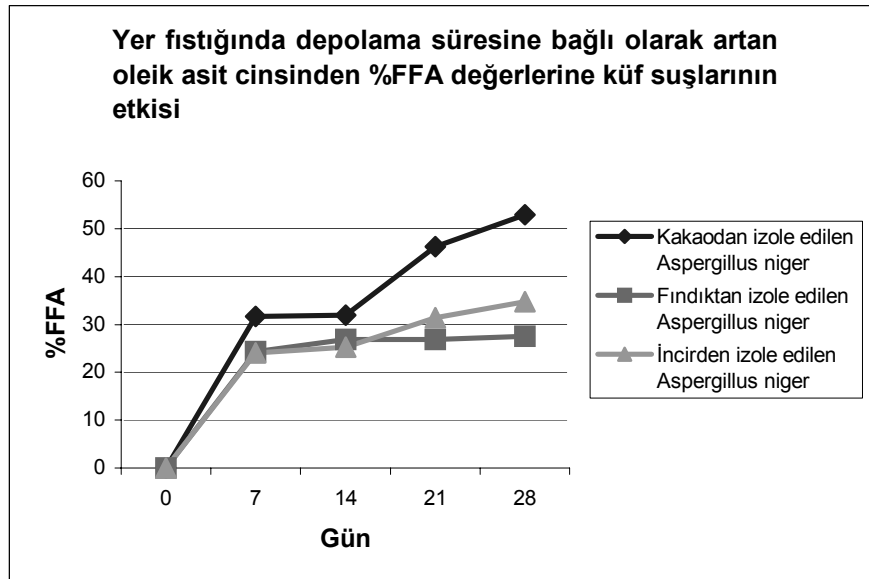
Tablo 4.32'de incirden izole edilen *A. niger* ile aşılanan yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi verilmiştir.

Tablo 4.32: İncirden izole edilen *A. niger* ile aşılanan yer fıstığında depolama sürecine bağlı olarak pH, % Nem ve %FFA (oleik asit cinsi) değişimi

GÜN	pH	%NEM	%FFA
0	6.84	4.32	<1
7	4.15	12.53	24.00
14	3.60	13.51	25.26
21	3.47	16.12	31.40
28	3.45	17.19	34.72

Tablo 4.32'de görüldüğü üzere; incirden izole edilen *Aspergillus niger* ürettiği organik asitle 28 günlük depolama süresinde pH'ı 6.84'den 3.45'lere kadar düşürmüştür. Nem oranı %17.19'a kadar çıkmış olup, %1'in altında olan FFA değeri, bu depolama süresi sonunda %34.72'ye ulaşmıştır.

Şekil 4.3'de yer fıstığında depolama süresine bağlı olarak artan oleik asit cinsinden %FFA değerlerine küf suşlarının etkisi verilmiştir.

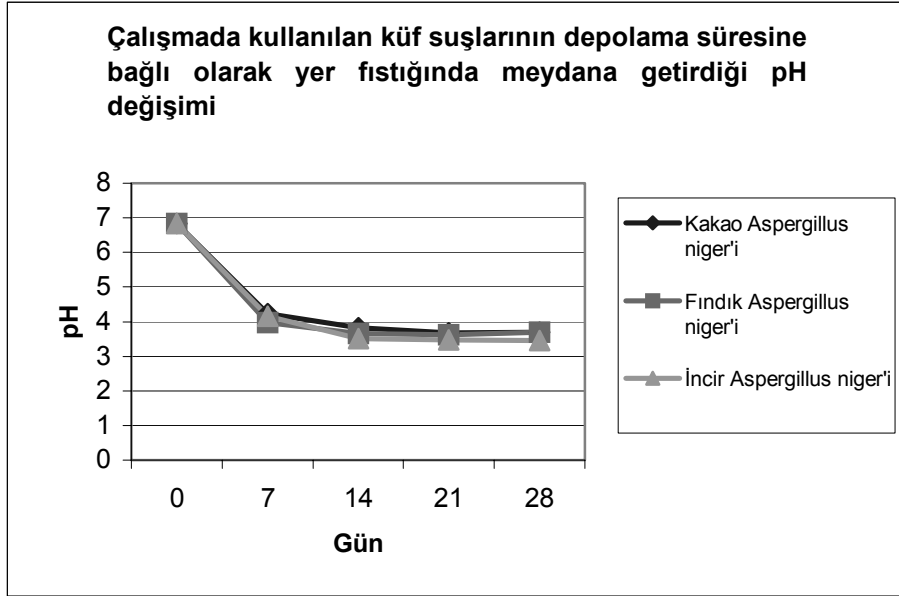


Şekil 4.3: Yer fıstığında depolama süresine bağlı olarak artan oleik asit cinsinden %FFA değerlerine küf suşlarının etkisi

Şekil 4.3'den; 28 günlük süre sonunda yer fıstığı yağında en fazla serbest yağ asidi kakaodan izole edilen *Aspergillus niger* tarafından oluşturulduğu, onu incir ve fındıktan izole edilen nigerlerin takip ettiği görülmektedir.

Yer fıstığı yağındaki %FFA değeri üzerine küf ve günlerin etkisi istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar EK C' de detaylı olarak gösterilmiştir. Elde edilen istatistiksel bulgulara göre, üç küfün FFA oluşturma yeteneğinin birbirinden farklı olduğu, lipolitik aktivite sıralamasının Şekil 4.3' de ki gibi olduğu, gün açısından 7. ve 14. günlerin istatistiksel açıdan %FFA'da herhangi bir fark meydana getirmediği, 21 ve 28. günlerde ise %FFA'da önemli farklılıkların olduğu görülmüştür.

Şekil 4.4'de çalışmada kullanılan küflerin depolama süresine bağlı olarak yer fıstığında meydana getirdiği pH değişimi verilmiştir.



Şekil 4.4: Çalışmada kullanılan küf suşlarının depolama süresine bağlı olarak yer fıstığında meydana getirdiği pH değişimi

Şekil 4.4'e göre; Üç küf suşunun yer fıstığında meydana getirdiği pH değişimleri birbirine çok benzemektedir.

Şekil 4.3 ve 4.4 incelendiğinde ceviz ve yer fıstığında pH değerlerinin depolama süresi sonunda üç küf tarafından hemen hemen aynı değerlere ulaştırıldığı, bu değerinde pH 3-4 arası olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, ceviz ve yer fıstığı yağının yapısında lipolitik aktiviteye bağlı olarak artan serbest yağ asidi fraksiyonu ayrılıp, yüzde yağ asidi bileşimi gaz kromatografisi yardımıyla incelendiğinde, elde edilen değerlere göre 28 gün sonundaki FFA bileşiminin, o ürünün (ceviz yağı veya yer fıstığı yağı) temel yağ asidi bileşimine benzer olduğu bulunmuştur. Aynı durum yine her iki üründen elde edilen ve ayrılan trigliserid fraksiyonu içinde geçerli olmaktadır.

Fındıktan izole edilen küfün hem cevizde hem yer fıstığında linoleik asite yöneldiği bulunmuştur. Kakaodan izole edilen küfün ise cevizde temel yağ asidi olan linoleik aside, yer fıstığında ise yine yer fıstığının temel yağ asidi olan oleik aside yöneldiği görülmüş, buna bağlı olarak bu küfün lipazının özellikle o ürünün temel yağ asidine doğru yöneldiği düşünülmüştür. İncirden izole edilenin ise hem ceviz hem yer fıstığı yağında düşükte olsa linoleik asite yöneldiği görülmüştür. Elde edilen sonuçların sağlamasını yapmak açısından, bu küflerin lipazlarının yağ asidi seçiciliğinin özel substratlar kullanılarak test etmek çalışmayı daha da açıklayıcı hale getirecektir.

Ürün (ceviz&yer fıstığı), küf suşu ve günlerin %FFA değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, Tukey testine göre $\alpha = 0.05$ önem düzeyinde ürünler için bir fark olmadığı, günlerin ve suşların istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur.

İstatistiksel açıdan ceviz yağında günlerin %FFA üzerine etkisi birbirinden farklı bulunurken, yer fıstığı yağının lipolitik aktiviteye uğradığı 7. ve 14. günler arasında bir fark olmadığı görülmüştür.

Küflerin lipaz aktivitesi incelediğinde hem ceviz hem de yer fıstığında en yüksek lipolitik aktivite gösteren suşun kakaodan izole edilen *Aspergillus niger* olduğunu söylenebilir.

Yüzde nem farklılıklarını dikkate almadan ceviz için, kakaodan sonra en yüksek lipolitik aktiviteye sahip suşun fındık *Aspergillus niger*'i olduğu söylenebilir. Yer fıstığında ise durum tam tersi olup, incirden izole edilen küf daha aktiftir.

İncirden izole edilen küf yüksek karbonhidratlı ortama alışık olduğundan ve yer fıstığının karbonhidrat oranı (%16) cevizden (%3.2) daha yüksek olduğundan incir küfünün fındık küfüne göre yer fıstığına daha iyi uyum sağladığı buna bağlı olarak da daha iyi enzim etkinliği gösterdiği yargısına varılabilir.

pH değerlerine bakıldığında ise hem ceviz hem yer fıstığı için depolama süresi sonunda her üç küf tarafından da pH'da azalma meydana getirilmiş, değerlerin yakın olduğu (pH 3-4) tespit edilmiştir.

Lipaz enziminin hidroliz etme özelliğine bağlı olarak zamanla trigliserid miktarında azalmaya karşı serbest yağ asitinde artma gerçekleşmiştir. Fakat bu iki fraksiyonda (FFA ve TAG) yer alan yağ asitleri yüzdesindeki değişimin daha iyi yorumlanabilmesi açısından bu yağ asitlerini miktar bazında tespit etmek yağ asitlerindeki artış ve azalışları ortaya koymak açısından daha etkili olabilir.

KAYNAKLAR

- Anonim**, 1973. Preperation of Methyl Esters of Long-Chain Fatty Acids In: Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils, American Oil Chemists' Society (AOCS) Official Method Ce 2-66.
- Anonim**, 1997. Ham Bitkisel ve Hayvansal Yağlar Asitlik Tayini, Türk Standartları Enstitüsü (TSE).
- Anonim**, 2002. www.tarim.gov.tr/uretim/urun_raporlari/yerfistigi/yerfistigi.htm
- Anonim**, 2003. www.aeri.org.tr/bakis3/yerfisitigi.pdf
- Anonim**, 2005. www.fao.org
- Anonim**, 2006. www.cbs.knaw.nl/cbs_home/cbs_home.html
- Adham, N.**, 2002. Attempts improving citric acid fermentation by *Aspergillus niger* in beet molasses medium, *Bioresources technology*, **84**, 97-100.
- Akça, Y.**, 1999. Tokat Ekolojik Koşullarında Bazı Standart Ceviz Çeşitlerinin Performanslarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma, *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 14-17 Eylül 1999, Ankara.
- Akçelik, M., Ayhan, K ve Çakır, İ.**, 2000. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları 2. Baskı, Sim Matbaacılık, Ankara, 329-334.
- Aksöz, N. ve Kaymak, B.**, 2005. *Aspergillus niger*'den pektinaz eldesi, *Orlab-on Line Mikrobiyoloji Dergisi*, **6**, 8.
- Atıcı, H.**, 1995. Tunç Yağının 1.3 Spesifik Enzim ile Hidroliz Koşullarının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniv., Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baş, F.**, 1990. Önemli Fındık Çeşitlerinin Değişik Sıcaklık ve Nem Koşullarında Muhafazası Üzerine Bazı Ambalaj Malzemelerinin Etkileri, *Doktora Tezi*, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara, p:126 Alınmıştır: Sipahioğlu, H. N., 1998. Fındığın Depolanmasında Bazı Küfler Tarafından Oluşturulan Lipaz Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- Baçoğlu, F.**, 2002. Yemeklik Yağ Teknolojisi, Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Ders notları no:91, pp:237-244.
- Bilgrami, Z. and Ghaffar, A.**, 1996. Location of fungi in different parts of walnut (*Juglans regia*) seed collected from different parts of Pakistan, *Pakistan Journal of Botany*, **28**, **2**, 225-230.
- Bonvehhi, J.S. and Rosua, N.S.**, 1996. Enzymatic Activities in the Varieties of Hazeluts in Taragona –Spain, *Food Chemistry*, **56**, **1**, 39-44.

- Brien, R.D.**, 2004. Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications Second Edition, Chapter 4, CRC Press LLC.
- Certel, M. ve Ertugay, M.F.**, 1996. Gıdalarda Su Aktivitesinin Termodinamiği, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*, 21, **3**, 193-199.
- Coral, G. ve Çolak, Ö.**, 2000. Bir *Aspergillus niger* izolatına ait glikoamilaz enziminin izolasyonu ve karakterizasyonu, *Turkish Journal of Biology Tübitak Yayın Organı*, **24**, 601-609.
- Çağlarırnak, N.**, 2003. Biochemical and Physical Properties of Some Walnut Genotypes, *Nahrung/Food*, 47, **1**, 2-32.
- Davies, C.**, 2004. Lipolysis in Lipid Oxidation, Alınmıştır: STELL, R., (2004). *Understanding and Measuring the Shelf-life of Food*, Chapter 8, CRC Press, Cambridge: England, Woodhead Publishing, 2000.
- Deckere, E.A.M. and Verschuren, S.**, 2000. Functional Fats and Spreads. Alınmıştır: Gibson, G.R. and Williams, C.M., 2000. *Functional Foods: Concept to Product*, Chapter 10, CRC Press ; Cambridge: England, Woodhead Publishing, 2000.
- Djien, S.K.**, 1974. Self protection of Fermented Foods against Aflatoxin, Proc. IV. International Congress Food Science and Technology, 3, 244-253. Alınmıştır: Sipahioğlu, H. N., 1998. Fındığın Depolanmasında Bazı Küfler Tarafından Oluşturulan Lipaz Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- Ellaiah, P., Prabhakar, T. and Ramakrishna, B.**, 2004. Production of Lipase by Immobilized Cells of *Aspergillus niger*, *Process Biochemistry*, **39**, 525-528.
- Garcia, J.M., Ağar, I.T. and Streif, J.**, 1994. Lipid Characterization in Kernels from Different Walnut Cultivars, *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, **18**, 195-198.
- Gill, M.G., Rodrigues, M. and Oliveira, R.**, 2002. Characterization and Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Walnut Oil, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 79, **3**, 225-230.
- Godtfredsen, S.E.**, 1993. Lipases Alınmıştır: Nagodawithana, T. and Reed, G., 1993. *Enzymes in Food Processing*, Chapter 8, Academic Press, New York, 205-214.
- Gokhale, D.V., Mahadik, N.D. and Bastawde, B.**, 2004. Production of Acid Lipase by a Mutant of *Aspergillus niger* NCIM 1207 in Submerged Fermentation, *Process Biochemistry*, **39**, 2031-2034.
- Haas, M.J. and Joerger, R.D.**, 1995. Lipases of Genera Rhizopus and Rhizomucor: Versatile Catalysts in Nature and the Laboratory Alınmıştır: Hui, Y.H. and Khachatourians, G.G., 1995. *Food Biotechnology: microorganisms*, Chapter 15, New York, Wiley-VCH Publishers, 549-554.

- Hammond, E.G., Duvick, D., Wang, T. and Dodo, H.**, 1997. Survey of Fatty Acid Composition of Peanut Germplasm and Characterization of Their Epoxy and Eicosenoic Acids, *Journal of American Oil Chemists' Society*, **14**, 1235-1239.
- Han, B.Z., Ma, Y., Rombouts, F.M. and Nout, M.J.R.**, 2003. Effects of Temperature and Relative Humidity on grown and Enzyme Production by *Actinomucor elegans* and *Rhizophus oligosporus* during Sufu Pehtze Preparation, *Food Chemistry*, **31**, 27-34.
- Hassan, S.U, Verma, V., Malik, A. and Quazi, G. N.**, 2003. Microbiological Quality of Walnut Kernels and Apple Juice Concentrate, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, **19**, 845-850.
- Hintz, H.**, 2002. Nuts to you-Walnuts, that is, *Nurition Science*, 22, **7**, 325
- Ionita, A., Moscovici, M., Popa, C., Vamanu, A. and Popa, O.**, 1997. Screening of Yeast and Fungal Strains for Lipolytic Potential and Determination of Some Biochemical Properties of Microbial Lipases, *Journal of Moleculer Catalysis B: Enzimatic* 3, **3**, 147-151.
- Iwai, M. and Tsujisaka, Y.**, 1984. Fungal Lipases, Alınmıştır: Borgström, B. and Brockman, H.L., 1984. *Lipases*, Chapter B, Amsterdam, Elsevier, 443-466.
- Jensen, P., Sorensen, G., Engelsen, S.B. and Bertelsen, G.**, 2001. Evalution of Quality Changes in Walnut Kernels by Vis/NIR Spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49**, 5790-5796.
- Keefe, S.F., Wiley V.A. and Knauff, D.A.**, 1993. Comparison of Oxidative Stability of High and Normal Oleic Peanut Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society* , 70, **5**, 489-492.
- Kırındı, T., Aksöz, E., Çavuşoğlu, K. ve Maraş, M.**, 2004. Pektin, poligalaktronik asit ve liyofilize pektinaz enziminin yapısal analizi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 2, **1**, 3-10
- Koyuncu, F., Koyuncu M.A., Erdal, İ. ve Yaviç, A.**, 2002. Chemical Composition of Fruits of Some Walnut Selections, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*, **4**, 247-251.
- Kurashige, J., Matsuzaki, N. And Makabe, K.**, 1989. Modification of Fats and Oils by Lipases, *J. Dispersion Science and Technology*, 10, 531-559. Alınmıştır: Taweel, R. and Sungur, S., 1995. Lipaz Enzimleri ile Yağların Modifikasyon Biyoteknolojisi, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*, 20, **5**, 299-304.
- Larsen, D.M. and Jensen, K.**, 1999. The Effects of Environmental Conditions on the Lipolytic Activity of Strains of *Penicillium roqueforti*, *International Journal of Food Microbiology*, **46**, 159-166.
- Long, K., Hasannah, M., Ghazali, M. and Ariff, A.**, 1996. Mycelium-Bound Lipase from a Locally Isolated Strains of *Aspergillus flavus* Link: Pattern and Factors Involved in its Productions, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, **67**, 157-163.

- Lopez, A., Pique, M.T., Romero A. and Aleta N.**, 1995. Influence of Cold Storage Conditions on the Quality of Unshelled Walnuts, *International Journal of Refrigeration*, 544-549.
- Lund, B.M., Baird-parker, T.C. and Gould, G.W.**, 2000. The Microbiological Safety and Quality of Food, Volume:1, Chapter 34: *Nuts and Nut Products*, Aspen Publishers, USA, 927-930.
- Magan, N., Jenkins, N.E. and Howarth, J.**, 1999. Lipolytic Activity and Degradation of Rapeseed Oil and rapeseed by Spoilage Fungi, *International Journal of Food Microbiology*, **19**, 217-227
- Mate, J.I., Saltveit M.E. and Krochta, J.M.**, 1996. Peanut and Walnut Rancidity: Effects of Oxygen Concentration and Relative Humidity, *Journal of Food Science*, **61**, 465-472.
- Mert, Ş.**, 1994. Gliserinin Yağ Asileri ile Çörekotu Tohumu Varlığında Enzimatik Esmerleşme Reaksiyonlarının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pannell, L.K. and Oslon, N.L.**, 1991. Methyl ketone production in milk fat coated microcapsules. Variaton of lipase and spore concentrations *Penicillium roqueforti* and pancreas lipase encapsulation in milk fat production of bue cheese flavour component, *Journal of Dairy Science*, **74**, 2053-2059.
- Payne, J.T.**, 2005. Processing Fruit Science and Technology Second Edition, Chapter 32.3, CRC Press.
- Petek, A.**, 2000. Gıdalarda Su Aktivitesinin Önemi, *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, **5**, **2**, 4-6.
- Pitt, J.I. and Hocking, A.D.**, 1997. Fungi and Food Spoilage, Second Edition, Blackie Academic & Professional, pp:3-12, 385-388, 495, 496.
- Pokorny, D., Friedrih, J. and Cimerman, A.**, 1994. Laboratory for Biotechnology and Industrial Mycology, *Biotechnology Letters*, **16**, **4**, 363-366
Alınmıştır: Sarıyar, L, 1998. Bazı Küflerin Fındıkta Lipolitik Aktivitesinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- Pokorny, D., Cimerman , A. and Steiner, W.**, 1997. *Aspergillus* lipases: Induction, isolation and characterization of two lipases from MZKI A116 strain, *Journal of Molecular Catalysis B*, **2**, 215-222.
- Prapulla, S.G. and Chowdary, G.V.**, 2002. The Influence of Water Activity on the Lipase Catalyzed Synthesis of Butyl butyrate Transesterification, *Process Biochemistry*, **38**, 393-397.
- Puvanakrishnan, R., Mala, J.G.S. Kaini, N.R., (1998).** Lipase Production from *Aspergillus niger* by Solid State Fermentation Using gingelly Oil Cake, *Process Biochemistry*, **(33)**, 505-511.
- Ranken, M.D.**, 1988. Food Industries Manuel, 22nd Edition, CRC Press, pp. 188,199, 378, 398.

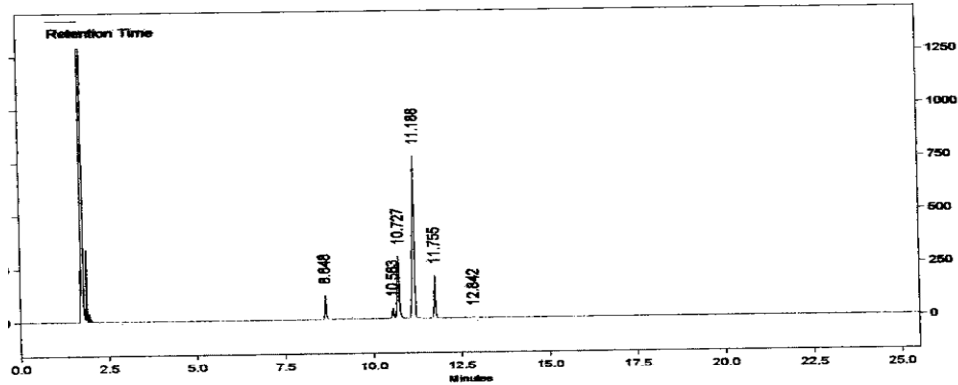
- Reed, G.**, 1993. Enzymes in Food Processing, Academic Press, New York, pp. 31, 41, 182, 195
- Sipahioğlu, H. N.**, 1998. Fındığın Depolanmasında Bazı Küfler Tarafından Oluşturulan Lipaz Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- Reiter, R.J., Manchester, L.C. and Tan, D.**, 2005. Melatonin in Walnut: Influence of Melatonin and total Antioxidant Capacity of Blood, *Nutrition*, **21**, 920-924.
- Robert, T.A.**, 1998. Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities, ICMSF, Blackie Academic& Professional, 358-364.
- Samson, R.A. and Hoekstra, E.S.V.**, 1996. Introduction to Food Borne Fungi, Centraalbureau Voor Schimmelcultures Fifth Edition, Netherland, pp. 64, 65.
- Samson, R.A. and Hoekstra, E.S.V.**, 2004. Introduction to Food Borne and Airborne Fungi, Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Seventh Edition, Netherland, 313-316.
- SARIYAR, L.**, 1998. Bazı Küflerin Fındıkta Lipolitik Aktivitesinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- Sariyar, L. and Heperkan, D.**, 2003. The Role of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* in the Hydrolysis of Hazelnut Fat, *International Journal of Food Science and Technology*, **38**, 487-492.
- SAVAGE, G.P., DUTTA, P.C., MCNEIL, D.L., (1999).** Fatty Acid and Tocopherol Contents and Oxidative Stability of Walnut Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, **76**, (9), 1059-1063
- Seabra, M.R., Amaral, J.S., Casal, S. and Pereira, J.**, 2003. Determination of Sterol and Fatty Acid Compositions, Oxidative Stability, and Nutritional Value of Six Walnuts Cultivars Grown in Portugal, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, **51**, 7698-7702.
- Silva, W.O.B., Mitidieri, S., Schrank, A. and Vainstein, M.H.**, 2005. Production and Extraction of an Extracellular lipase from the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*, *Process Biochemistry*, **40**, 321-326.
- Simopoulos, A.P., Leaf, A. and Salem, N.**, 2005. Workshop on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty acid, <http://www.issfal.org.uk/adequateintakes.htm>
- Sipahioğlu, H.N.**, 1998. Fındığın Depolanmasında Bazı Küfler Tarafından Oluşturulan Lipaz Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- Sipahioğlu, H.N. and Heperkan, D.**, 2000. Lipolytic Activity of *Trichothecium roseum* on Hazelnut, *Food Microbiology*, **17**, 401-405.
- Sobolev, V. S. and Cole, R.J.**, 2003. Note on Utilization of Peanut Seed Testa, *Journal of The Science of Food and Agriculture*, **84**, 105-111.
- Şahin, İ. And Korukluoğlu, M.**, 2000. Küf-Gıda-İnsan, Rota Ofset Matbaacılık, Bursa, 7-20.

- Temiz, A.**, 2000. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri 3. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 170-174.
- Üstün, G. ve Akova, A.**, 2002. Boraj yağının enzimatik hidrolizi ile gamma-linolenik asit zenginleştirilmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 1, 1, 1-11.
- Whitaker, R.**, 1994. Principles of Enzymology for the Food Sciences, Second Edition, New York : Marcel Dekker, pp. 11-15, 439-443.
- Whitfield, F.B.**, 2003. Taints and Off-flavours in Foods, Microbiologically Derived Off-Flavours, Chapter 5, CRC Press LLC, 1-28.
- Woo, A.H. and Lindsay, R.C.**, 1980. Method for the Routine Quantitative Gas Chromatographic Analysis of Major Free Fatty Acids in Butter and Cream, *Journal of Dairy Science*, **63**, 1058-1064.
- Var, I. ve Evliya, B.**, 1988. Çerezlik Yer Fıstıklarında Aflatoksin Saptanması Üzerine Bir Araştırma, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*, 13, **3**, 217-222.
- Yoshida, H., Hirakawa, Y. and Tomiyama, Y.**, 2005. Fatty acid distribution of triacylglycerols and phospholipids in Peanut Seed Following Microwave Treatment, *Journal of Food Composition and Analysis*, **18**, 3-14.

EKLER

EK A: Ceviz ve yer fıstığının yüzde yağ asidi bileşimi kromatogramları

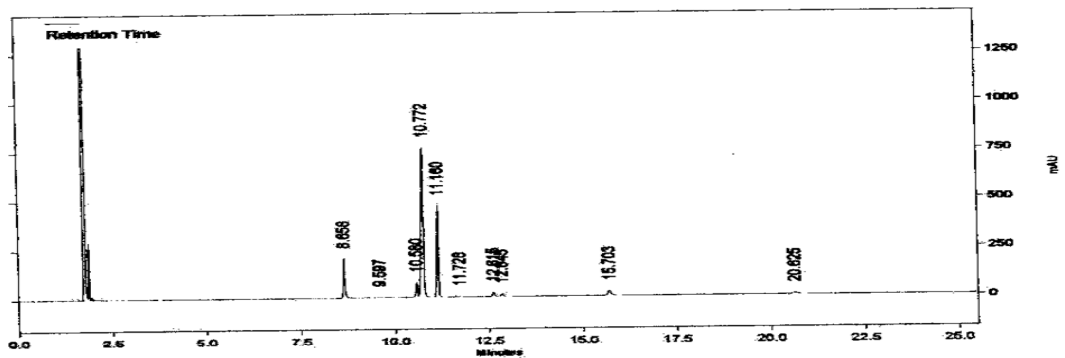
Ceviz yüzde yağ asidi bileşimi kromatogramı



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:04:55 AM) (Original))

Pl. #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C16:0	8.648	28540617	5.396
2	C16:1n-7	10.563	13886288	2.625
3	C18:0	10.727	118923542	22.483
4	C18:1n-9	11.188	314310951	59.421
5	C18:2n-6	11.755	5241786	9.910
6	C18:3n-3	12.842	873145	0.165

Yer fıstığı yüzde yağ asidi bileşimi kromatogramı

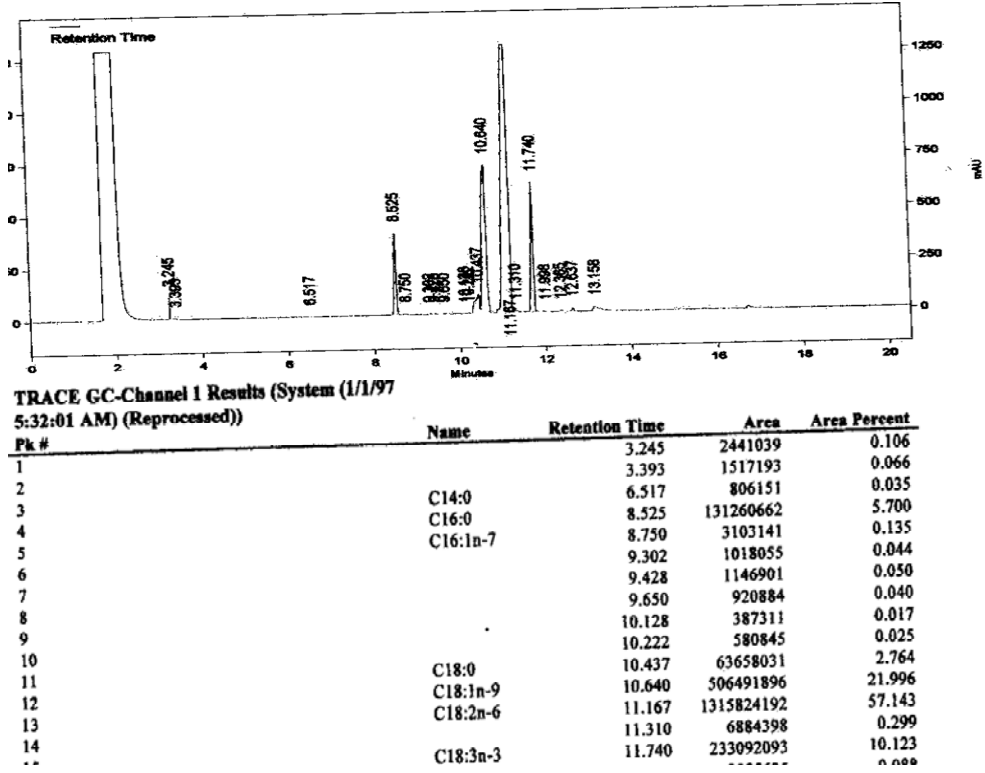


TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:39:08 AM) (Original))

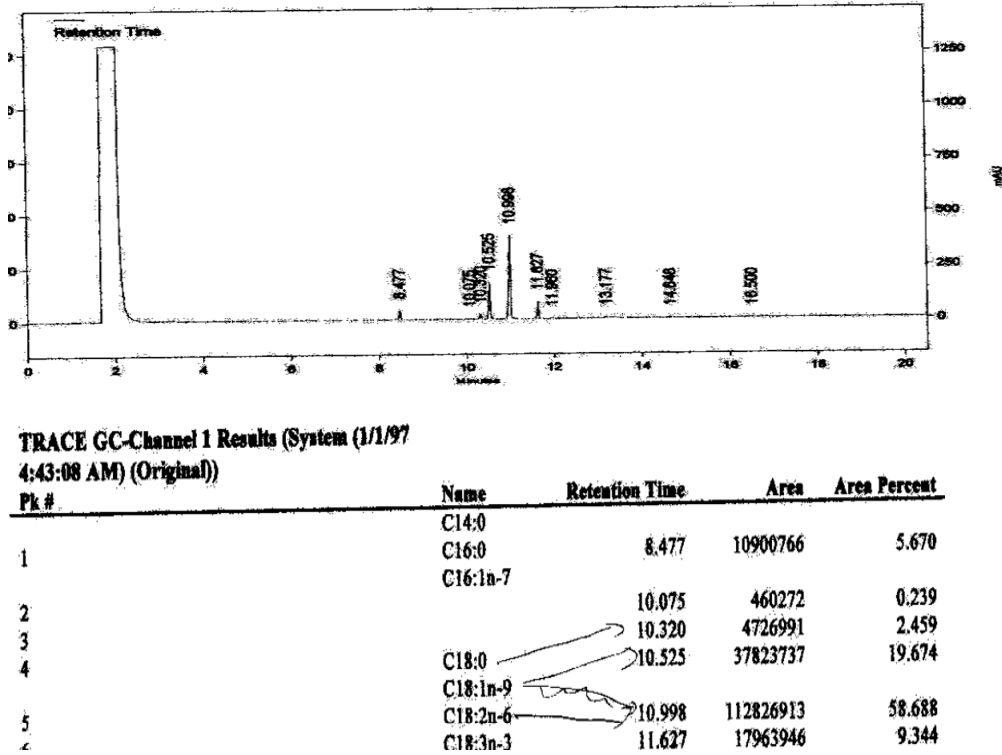
Pl. #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C16:0	8.658	51787484	8.901
2	C16:1n-7	9.597	456346	0.084
3	C18:0	10.580	19848076	3.412
4	C18:1n-9	10.772	330472364	56.802
5	C18:2n-6	11.160	143047230	24.587
6	C18:3n-3	11.728	411258	0.071
7		12.615	8948491	1.538

EK A.1: Fındıktan izole edilen *Aspergillus niger*'in ceviz yağının FFA ve TG yapısında meydana getirdiği değişimlerin günlere bağlı GC analiz çıktıları

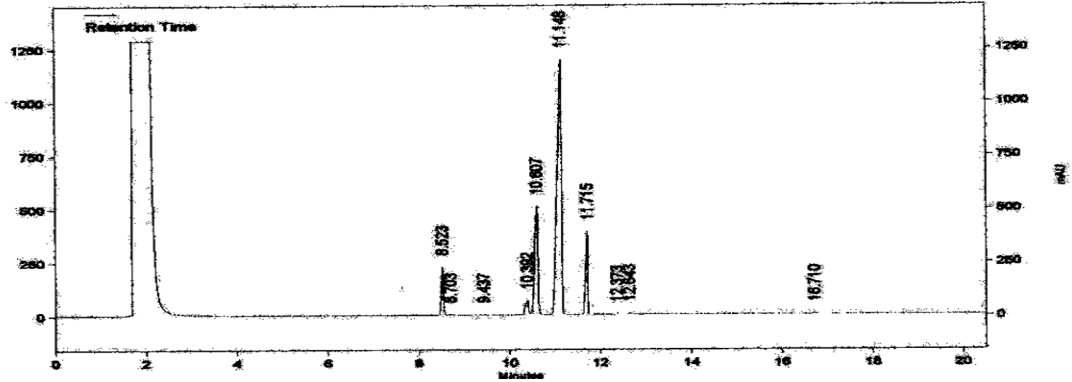
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (7.gün/ Fındık *Aspergillus niger*'i)



Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (7.gün/Fındık *Aspergillus niger*'i)



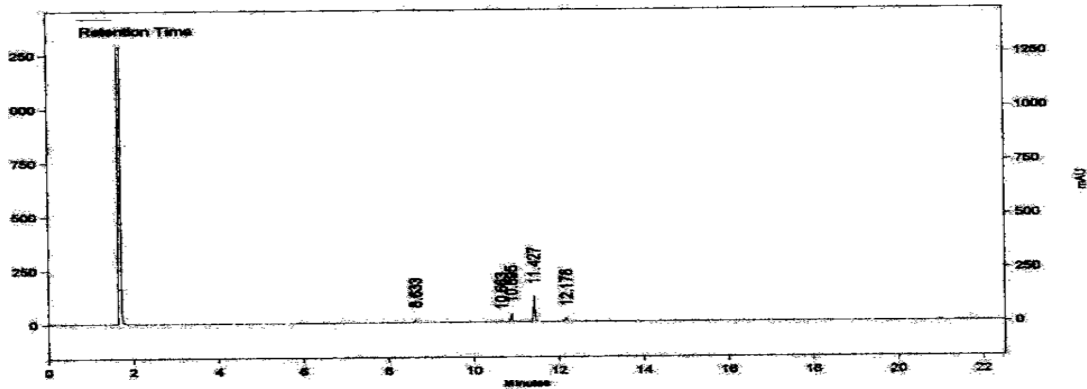
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Fındık *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
12:42:37 AM) (Original))

Pl. #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.523	68641723	5.513
2	C16:0	8.703	1929943	0.155
3	C16:1n-7	9.437	449228	0.036
4	C18:0	10.392	32156714	2.583
5	C18:1n-9	10.607	244017907	19.600
6	C18:2n-6	11.148	763326047	61.312
7	C18:3n-3	11.715	128979994	10.360

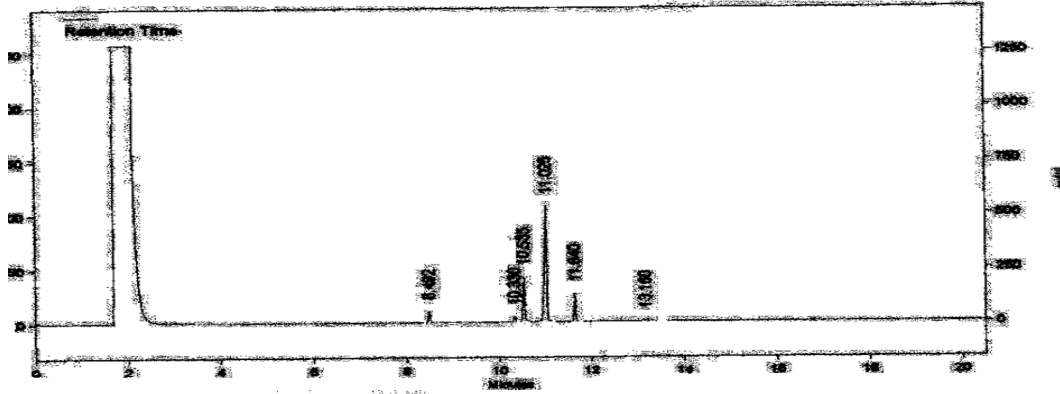
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Fındık *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:54:23 AM) (Reprocessed))

Pl. #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.633	2989886	6.050
2	C16:0	10.663	1044284	2.113
3	C18:0	10.895	8827777	17.862
4	C18:1n-9	11.427	31889466	64.594
5	C18:2n-6	12.178	4641280	9.452

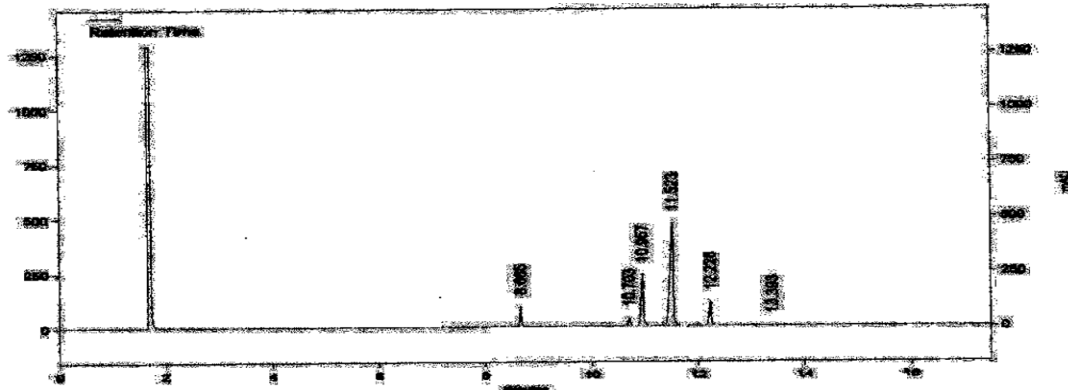
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Fındık *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:07:36 AM) (Original))

PK #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.492	14709608	4.967
2	C16:0	10.330	6589917	2.225
3	C16:1n-7	10.535	51999261	17.557
4	C18:0	11.025	184651918	62.345
5	C18:2n-6	11.640	32204637	10.873

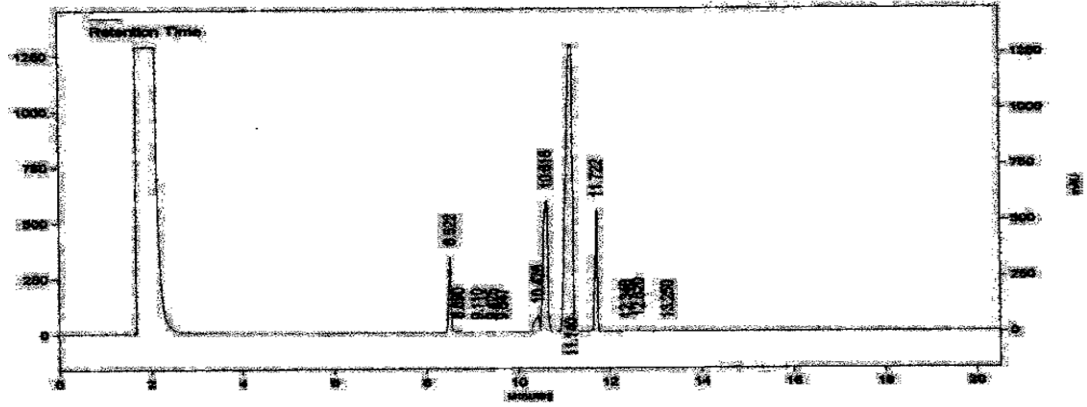
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Fındık *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:07:39 AM) (Original))

PK #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.665	20375198	6.001
2	C16:0	10.703	9444541	2.782
3	C16:1n-7	10.957	71148579	20.956
4	C18:0	11.523	206945220	60.953
5	C18:2n-6	12.228	31185051	9.185

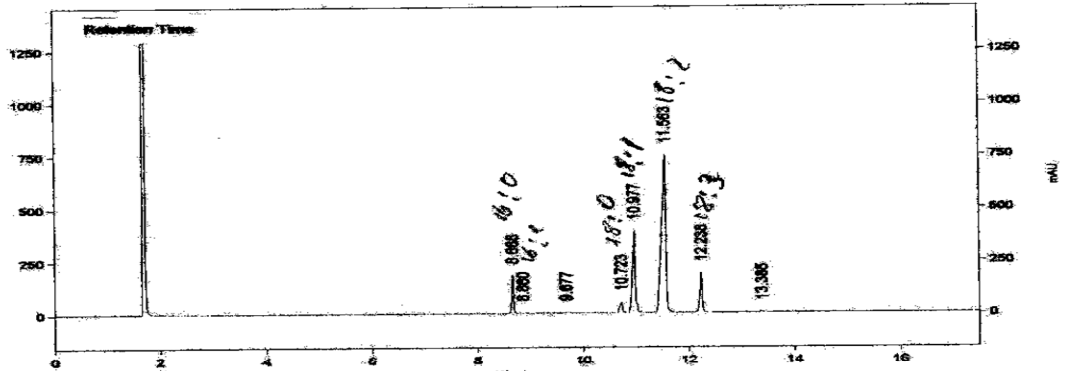
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Fındık *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:32:10 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.522	120553778	5.771
2	C16:0	8.690	3715887	0.178
3	C16:1n-7	9.110	463847	0.022
4		9.425	1279519	0.061
5		9.647	740887	0.035
6	C18:0	10.428	49368765	2.363
7	C18:1n-9	10.618	419182508	20.066
8	C18:2n-6	11.140	1285997741	61.558
9	C18:3n-3	11.722	202554040	9.696

Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Fındık *Aspergillus niger*'i)

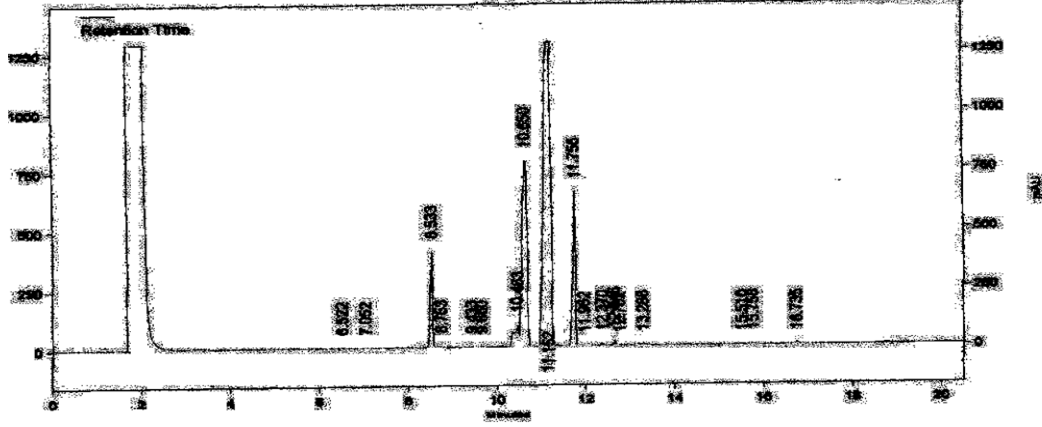


TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:33:16 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.668	42140959	6.160
2	C16:0	8.860	845928	0.124
3	C16:1n-7	9.677	314554	0.046
4	C18:0	10.723	18669402	2.729
5	C18:1n-9	10.977	145843532	21.319
6	C18:2n-6	11.563	417671216	61.054
7	C18:3n-3	12.238	57538383	8.411

EK A.2: Kakaodan izole edilen *Aspergillus niger*'in ceviz yağının FFA ve TG yapısında meydana getirdiği değişimlerin günlere bağlı GC analiz çıktıları

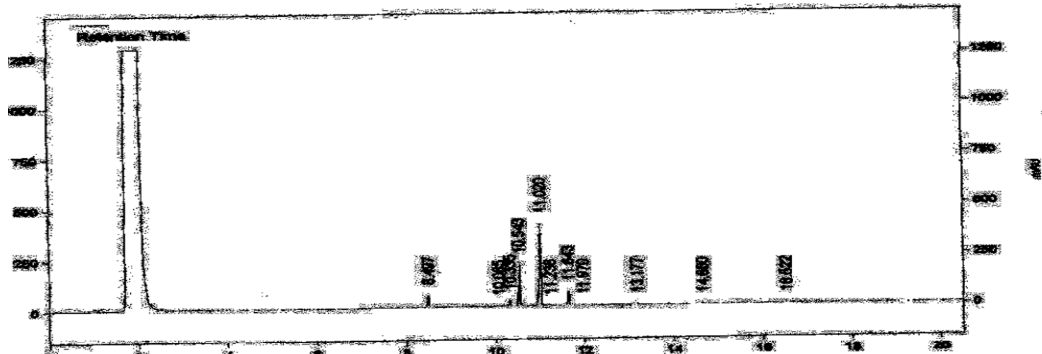
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (7.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:12:13 AM) (Original))

PK #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.522	934619	0.037
2		7.052	852269	0.034
3	C16:0	8.533	145195452	5.708
4	C16:1n-7	8.753	3587220	0.141
5		9.433	1137811	0.045
6		9.660	1169094	0.046
7	C18:0	10.463	68549760	2.695
8	C18:1n-9	10.650	616384603	24.231
9	C18:2n-6	11.152	1430587958	56.238
10	C18:3n-3	11.755	255109965	10.029

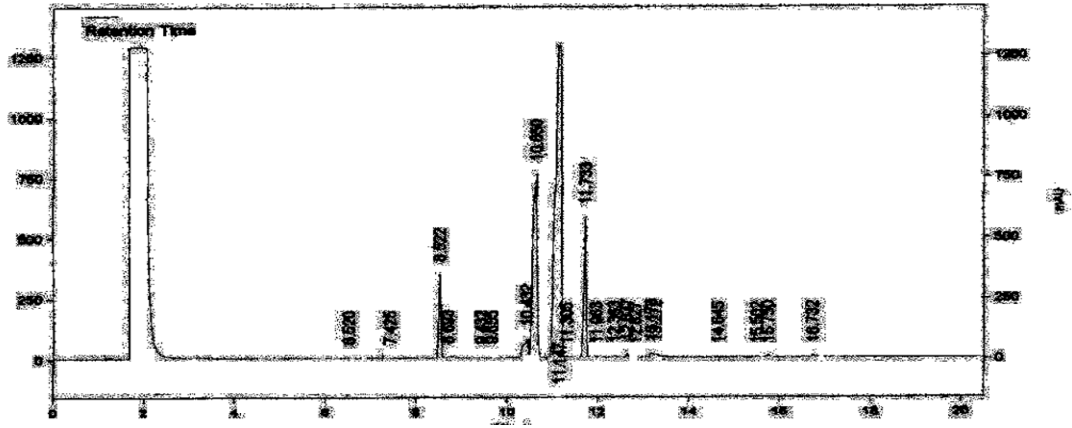
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (7.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:10:10 AM) (Original))

PK #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.497	13004025	6.385
2	C16:0			
3	C16:1n-7			
4	C18:0	10.085	457266	0.225
5	C18:1n-9	10.335	5831242	2.863
6	C18:2n-6	10.543	45156978	22.173
7	C18:3n-3	11.020	118342416	58.108
8		11.238	2079550	1.021
9		11.643	15958325	7.836
10				

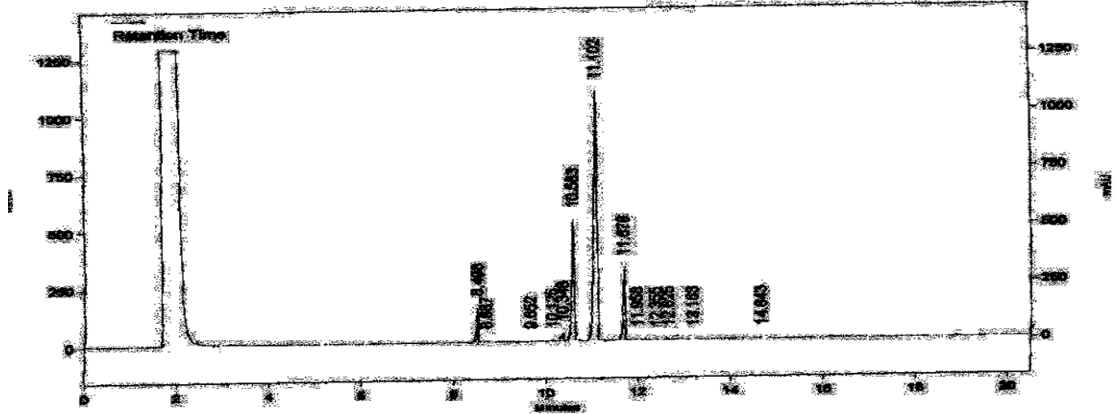
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:36:32 AM) (Original))

Plk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.520	799600	0.037
2		7.425	401184	0.019
3	C16:0	8.522	116067181	5.375
4	C16:1n-7	8.693	3102138	0.144
5		9.432	903325	0.042
6		9.655	996490	0.046
7	C18:0	10.432	53913755	2.497
8	C18:1n-9	10.650	503948745	23.339
9	C18:2n-6	11.147	1238299605	57.348
10		11.305	1211861	0.056
11	C18:3n-3	11.733	209571958	9.706

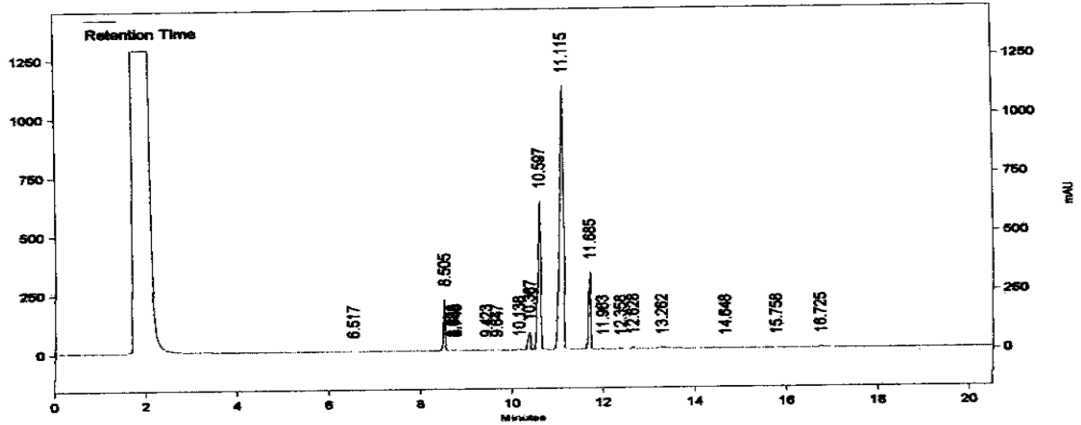
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
2:47:16 AM) (Original))

Plk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.498	39408970	4.387
2	C16:0	8.687	1710342	0.190
3	C16:1n-7	9.652	314876	0.035
4		10.125	707044	0.079
5	C18:0	10.348	12057665	1.342
6	C18:1n-9	10.583	196044503	21.823
7	C18:2n-6	11.102	553159653	61.577
	C18:3n-3	11.678	90156588	10.036

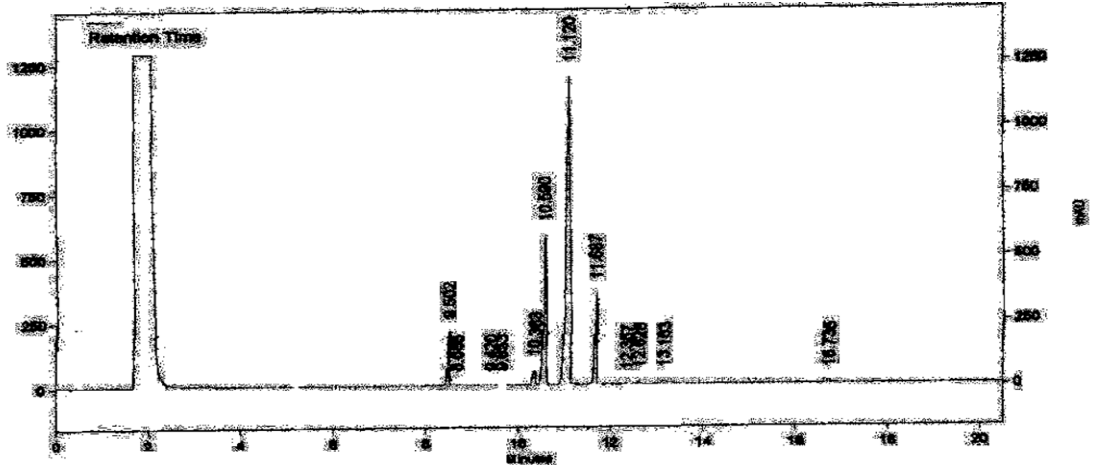
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:25:24 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.517	485705	0.044
2	C16:0	8.505	59997776	5.440
3		8.688	917311	0.083
4	C16:1n-7	8.748	789944	0.072
5		9.423	529754	0.048
6		9.647	452952	0.041
7		10.138	772144	0.070
8	C18:0	10.367	31424973	2.849
9	C18:1n-9	10.597	256027194	23.215
10	C18:2n-6	11.115	640519389	58.079
11	C18:3n-3	11.685	95975830	8.703

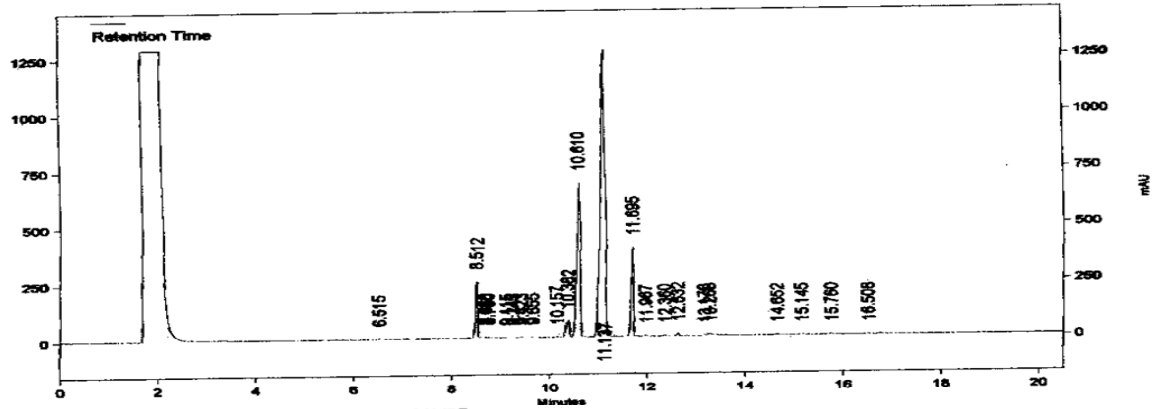
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:01:43 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.502	55881027	4.938
2	C16:0	8.685	1355633	0.120
3	C16:1n-7	9.420	416060	0.037
4		9.653	676493	0.060
5	C18:0	10.363	23456888	2.073
6	C18:1n-9	10.590	230930213	20.408
7	C18:2n-6	11.120	699446201	61.813
8	C18:3n-3	11.687	101998980	9.014

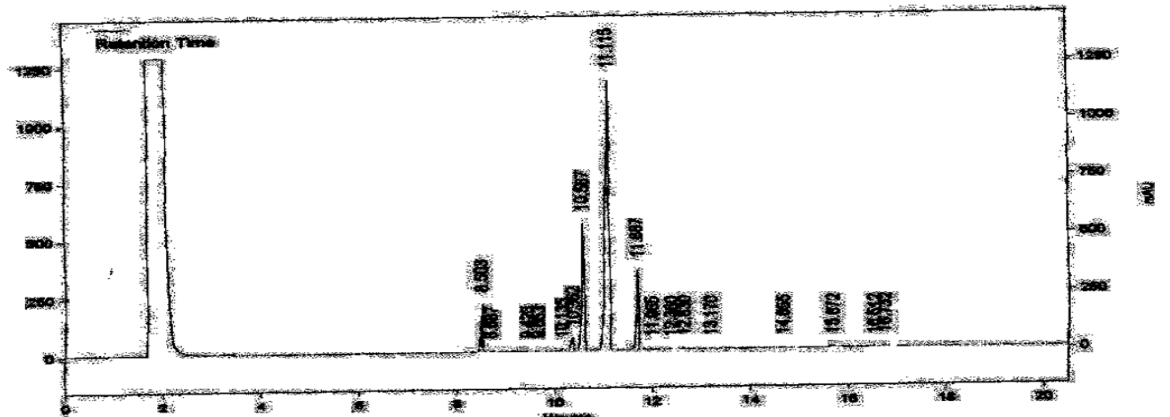
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
5:37:10 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.515	660649	0.048
2	C16:0	8.512	75344078	5.520
3		8.688	1074503	0.079
4	C16:1n-7	8.750	999709	0.073
5		9.115	353017	0.026
6		9.245	240305	0.018
7		9.423	696351	0.051
8		9.655	833563	0.061
9		10.157	464683	0.034
10	C18:0	10.382	38472868	2.819
11	C18:1n-9	10.610	314411168	23.036
12	C18:2n-6	11.137	797398459	58.422
	C18:3n-3	11.605	121113177	8.873

Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Kakao *Aspergillus niger*'i)

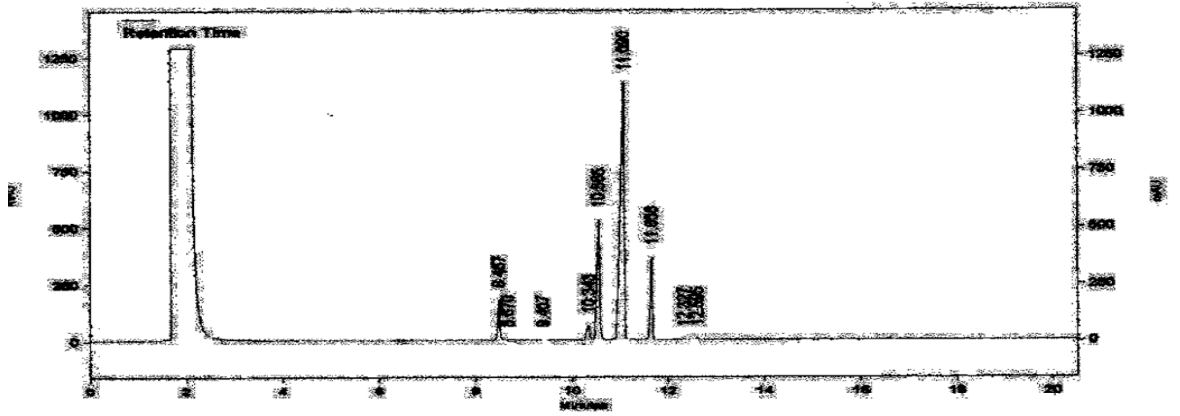


TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
5:14:09 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.503	54712589	5.211
2	C16:0	8.687	1243057	0.118
3	C16:1n-7	9.423	372374	0.035
4		9.653	581583	0.055
5		10.135	775531	0.074
6	C18:0	10.362	21421105	2.040
7	C18:1n-9	10.587	212695042	20.258
8	C18:2n-6	11.115	640923407	61.046
9	C18:3n-3	11.687	102207317	9.735

EK A.3: İncirden izole edilen *Aspergillus niger*'in ceviz yağının FFA ve TG yapısında meydana getirdiği değişimlerin günlere bağlı GC analiz çıktıları

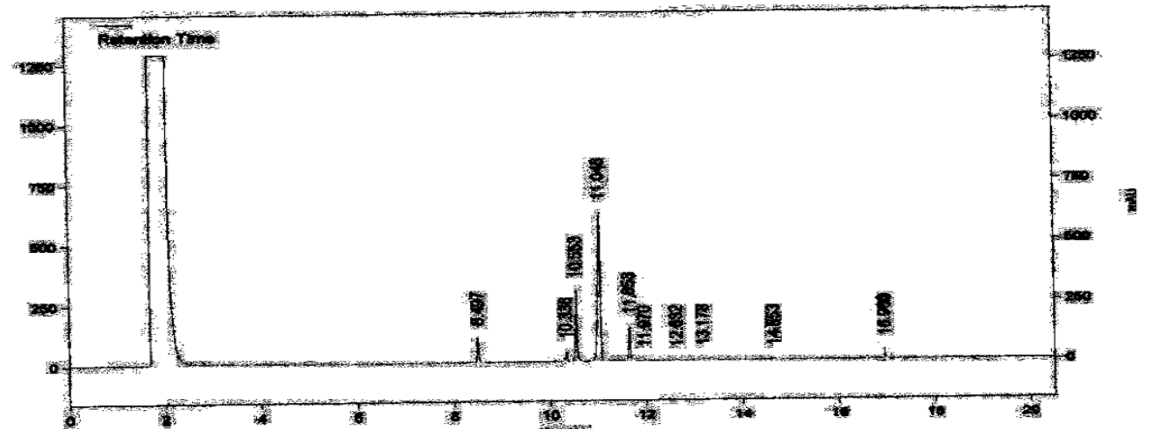
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (7.gün- İncir *Aspergillus niger*'i)



**TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:39:24 AM) (Original))**

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.487	57529714	5.451
2	C16:0	8.670	1635323	0.155
	C16:1n-7			
3		9.407	390171	0.037
4	C18:0	10.343	25708124	2.436
5	C18:1n-9	10.565	216217563	20.488
6	C18:2n-6	11.090	642269379	60.860
7	C18:3n-3	11.658	108868966	10.316

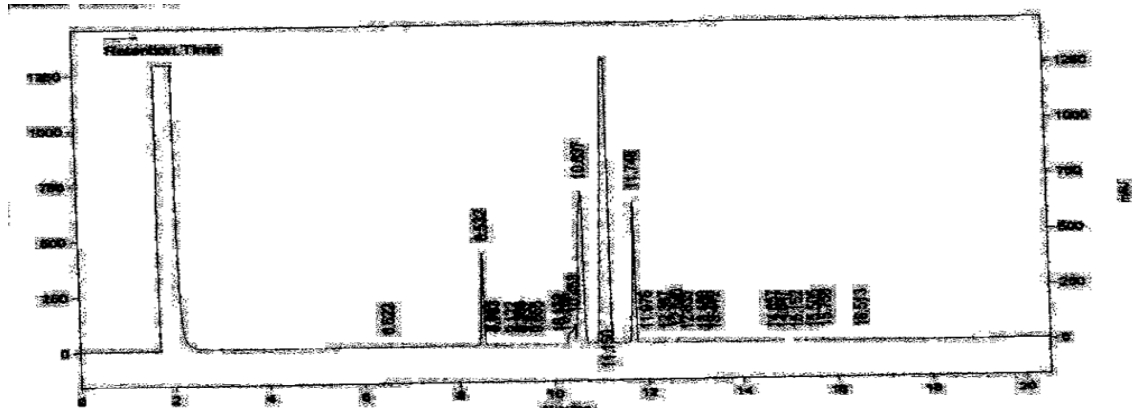
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (7.gün- İncir *Aspergillus niger*'i)



**TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:11:34 AM) (Original))**

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.497	24058833	6.469
	C16:0			
	C16:1n-7			
2	C18:0	10.338	10002996	2.690
3	C18:1n-9	10.553	74192301	19.949
4	C18:2n-6	11.048	226369818	60.867
5	C18:3n-3	11.653	33502398	9.008

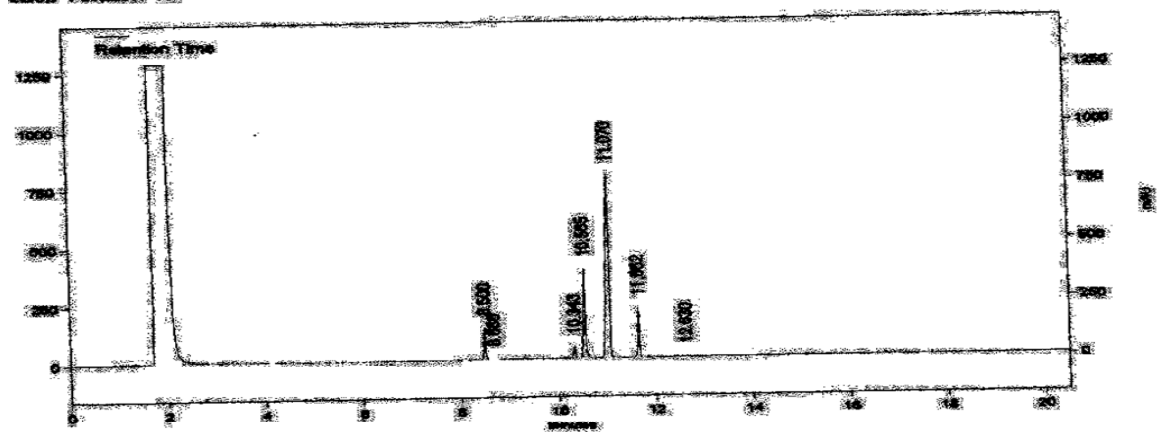
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (14.gün- İncir *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:22:00 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.522	1102651	0.046
2	C16:0	8.532	139648595	5.820
3		8.697	1802687	0.075
4	C16:1n-7	8.753	1852092	0.077
5		9.122	549917	0.023
6		9.308	1047684	0.044
7		9.432	1122247	0.047
8		9.655	978893	0.041
9		10.132	410117	0.017
10		10.235	1096840	0.046
11	C18:0	10.453	62974583	2.625
12	C18:1n-9	10.637	518718121	21.619
13	C18:2n-6	11.150	1396616948	58.208
14	C18:3n-3	11.748	248239700	10.346

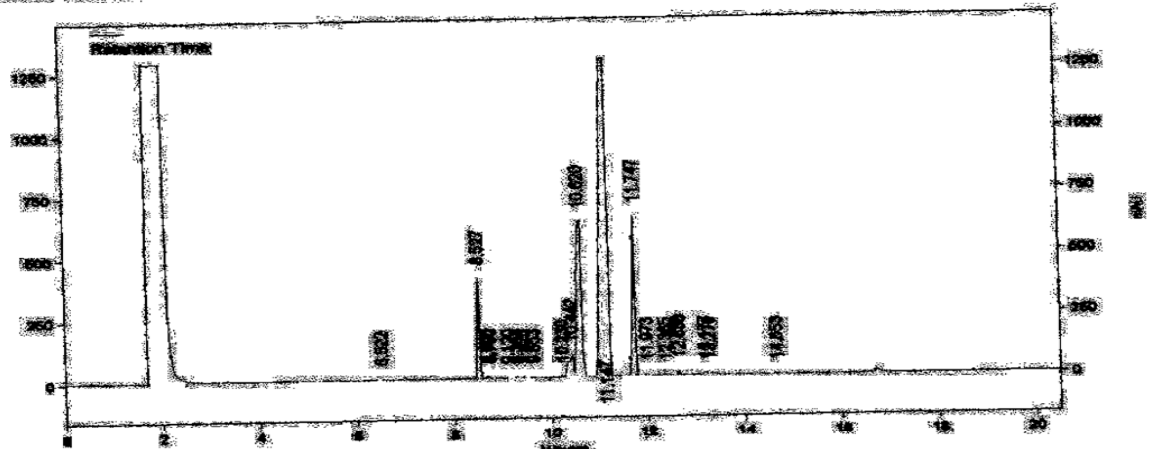
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (14.gün- İncir *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:36:38 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.500	32849435	5.898
2	C16:0	8.688	658082	0.118
3	C16:1n-7	10.343	13716462	2.463
4	C18:0	10.565	111855454	20.084
5	C18:1n-9	11.070	346185259	62.160
6	C18:2n-6	11.662	50805079	9.122

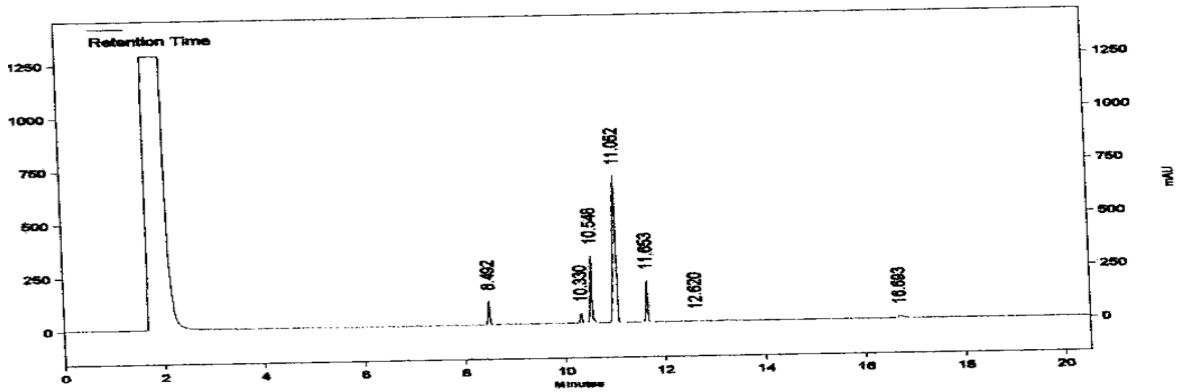
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (21.gün- İncir *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:56:40 AM) (Reprocessed))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.522	1016586	0.044
2	C16:0	8.527	134112781	5.792
3		8.693	1835859	0.079
4	C16:1n-7	8.750	1787407	0.077
5		9.120	673089	0.029
6		9.303	1261161	0.054
7		9.428	1068829	0.046
8		9.653	851384	0.037
9		10.230	1296718	0.056
10	C18:0	10.442	62644937	2.705
11	C18:1n-9	10.620	462677504	19.981
12	C18:2n-6	11.147	1382247965	59.694
13	C18:3n-3	11.747	247301282	10.680

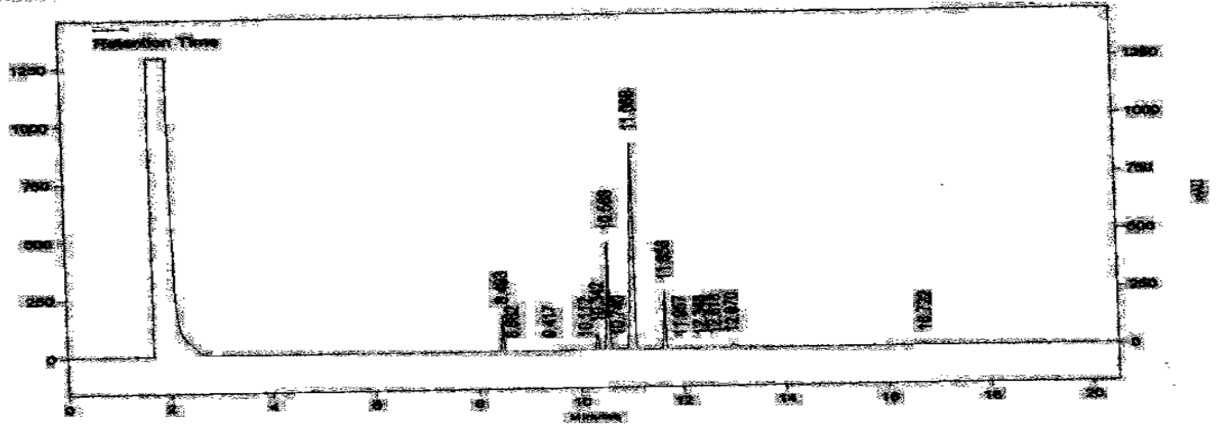
Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (21.gün- İncir *Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
2:00:49 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0			
	C16:0	8.492	26416346	5.824
	C16:1n-7			
2	C18:0	10.330	11655287	2.570
	C18:1n-9	10.548	80926435	17.842
3	C18:2n-6	11.052	280924910	61.936
4	C18:3n-3	11.653	46587814	10.271

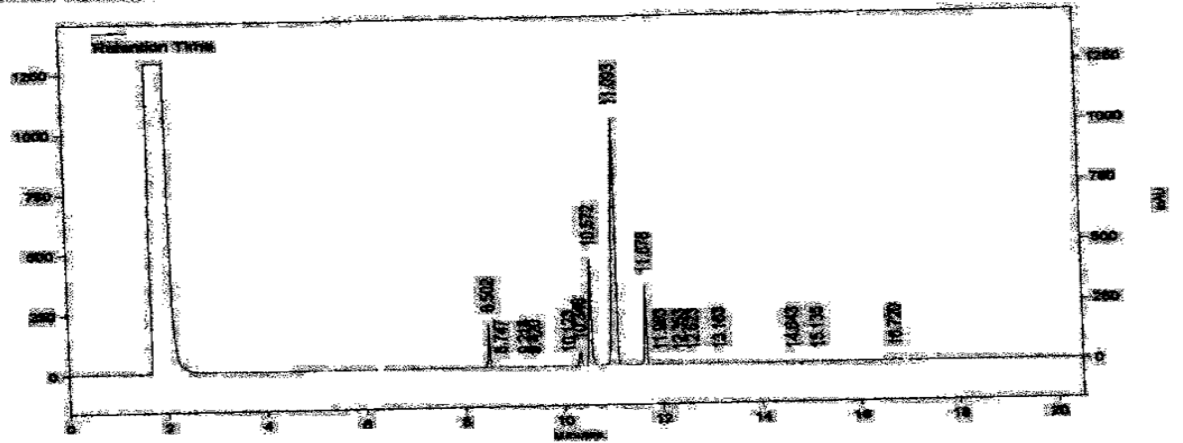
Ceviz yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (28.gün- *İncir Aspergillus niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:19:47 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
	C14:0			
1	C16:0	8.493	39297948	5.575
2	C16:1n-7	8.682	1219200	0.173
3		9.417	337300	0.048
4		10.112	372965	0.053
5	C18:0	10.342	20925948	2.969
6		10.568	153214466	21.736
7	C18:1n-9	10.740	5822765	0.826
8	C18:2n-6	11.068	405835455	57.575
9	C18:3n-3	11.658	62396514	8.852

Ceviz yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (28.gün- *İncir Aspergillus niger*'i)

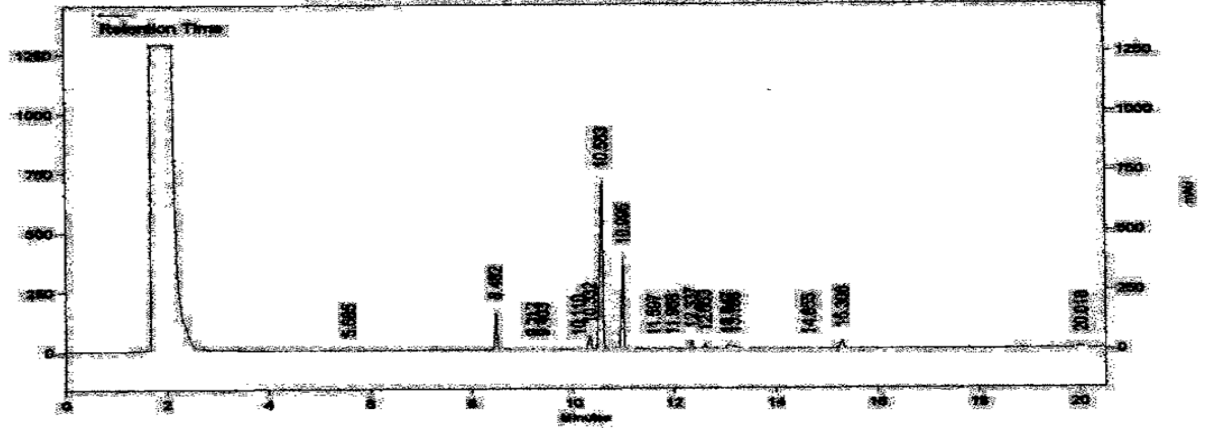


TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
2:30:53 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
	C14:0			
1	C16:0	8.502	46927220	5.521
2	C16:1n-7	8.747	972323	0.114
3		9.218	312813	0.037
4		9.420	357853	0.042
5		10.123	771766	0.091
6	C18:0	10.348	18607240	2.189
7	C18:1n-9	10.572	149778406	17.623
8	C18:2n-6	11.093	528458593	62.177
9	C18:3n-3	11.678	66778047	7.852

EK B.1: Fındıkta izole edilen *Aspergillus niger*'in yer fıstığı yağının FFA ve TG yapısında meydana getirdiği değişimlerin günlere bağlı GC analiz çıktıları

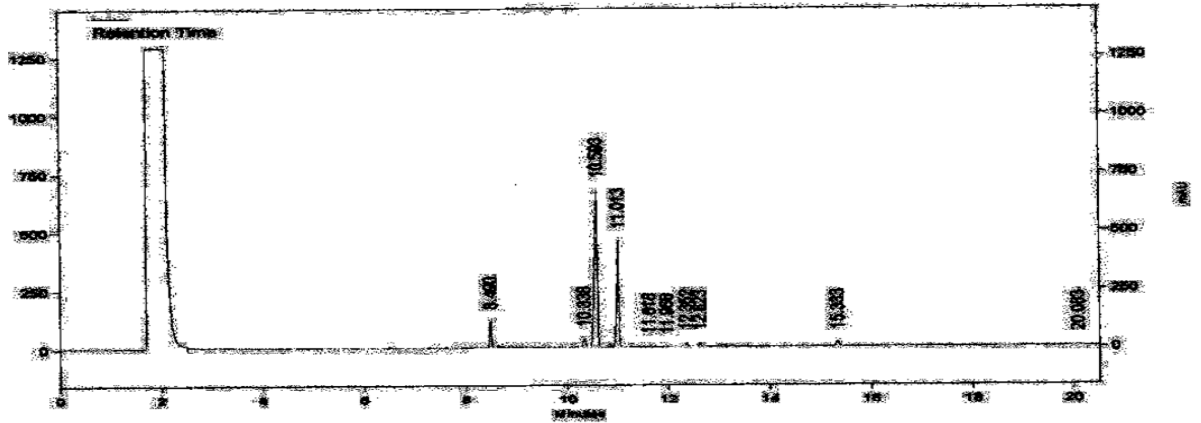
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (7.gün- Fındık *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97 3:47:02 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	5.585	1217731	0.226
2	C16:0	8.482	46003416	8.545
	C16:1n-7			
3		9.212	462720	0.086
4		9.403	532951	0.099
5		10.110	882269	0.164
6	C18:0	10.332	21064604	3.913
7	C18:1n-9	10.583	294941857	54.782
8	C18:2n-6	10.995	121566523	22.580
9	C18:3n-3	11.597	1304027	0.242

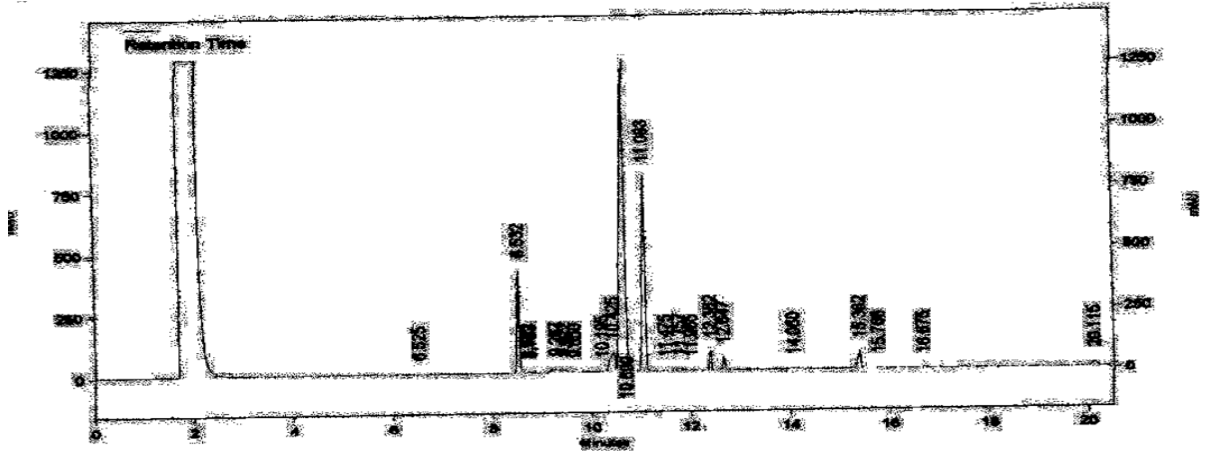
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (7.gün- Fındık *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97 2:57:19 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0			
	C16:0	8.490	28177419	6.214
	C16:1n-7			
2	C18:0	10.338	11520463	2.540
3	C18:1n-9	10.593	261767409	57.723
4	C18:2n-6	11.013	132180500	29.148
5	C18:3n-3	11.618	484937	0.107

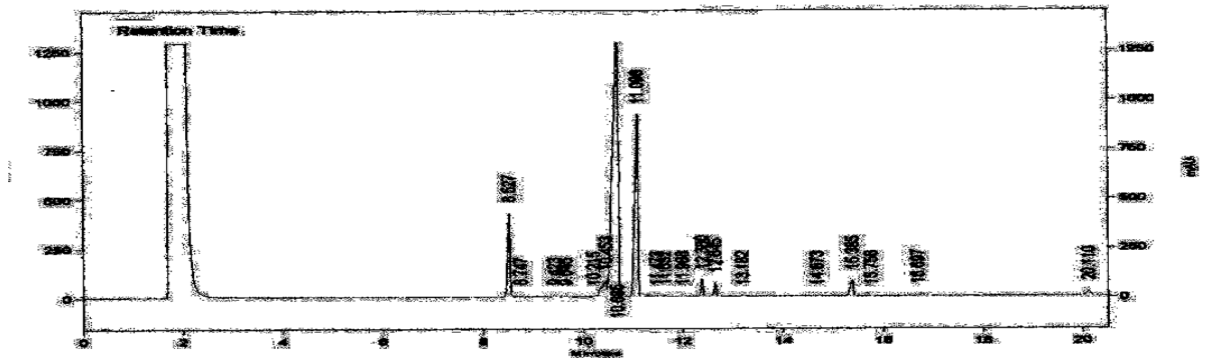
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Fındık *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:29:47 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.525	930515	0.065
2	C16:0	8.532	128446706	8.922
3		8.692	1135691	0.079
4	C16:1n-7	8.753	1035150	0.072
5		9.267	13041258	0.906
6		9.422	2891742	0.201
7		9.650	703212	0.049
8		10.195	315428	0.022
9	C18:0	10.425	52124659	3.620
10	C18:1n-9	10.690	819605094	56.928
11	C18:2n-6	11.083	323788237	22.490
12		11.475	409494	0.028
13	C18:3n-3	11.757	8019152	0.557

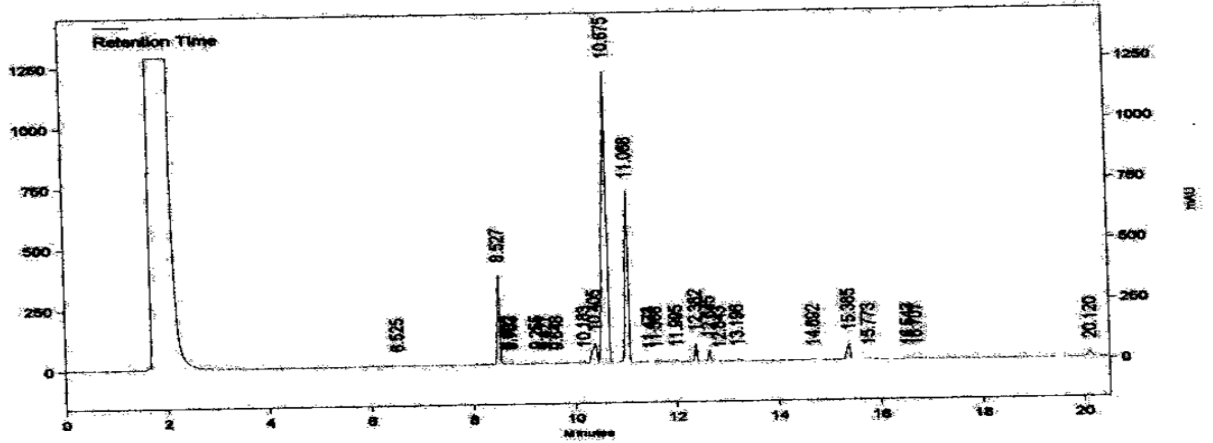
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Fındık *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:20:49 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.527	140231191	8.051
2	C16:0	8.747	2043935	0.117
3	C16:1n-7	9.423	1450135	0.083
4		9.645	1006226	0.058
5		10.215	609496	0.035
6	C18:0	10.453	58885229	3.381
7	C18:1n-9	10.685	1022536208	58.707
8	C18:2n-6	11.098	412791782	23.700
9		11.473	717488	0.041
10	C18:3n-3	11.632	1080751	0.062

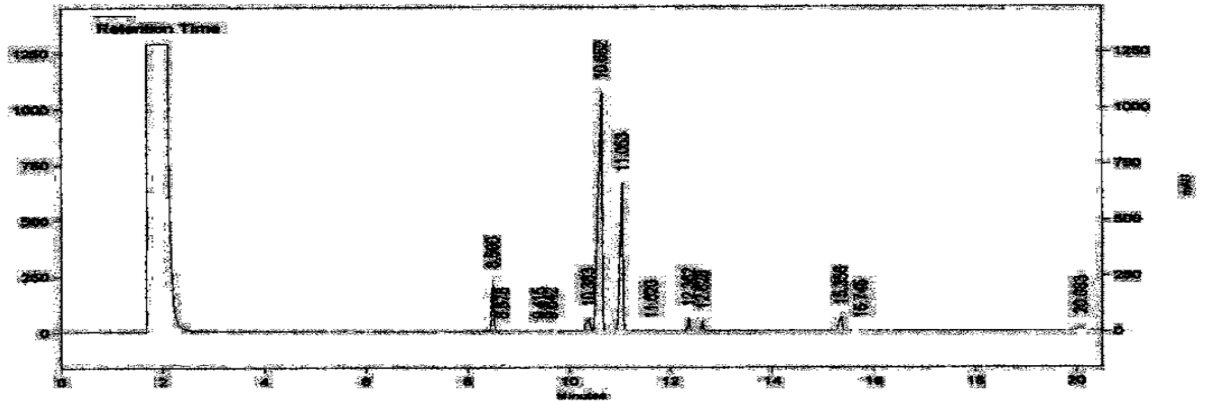
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Fındık *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:53:22 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.525	779370	0.062
2	C16:0	8.527	112260217	8.997
3		8.692	1383422	0.111
4	C16:1n-7	8.753	1005477	0.081
5		9.255	1021851	0.082
6		9.427	1440372	0.115
7		9.648	641602	0.051
8		10.183	1927123	0.154
9	C18:0	10.405	47637893	3.818
10	C18:1n-9	10.675	713337007	57.172
11	C18:2n-6	11.068	281506497	22.562
12		11.473	497448	0.040
13	C18:3n-3	11.588	1573176	0.126

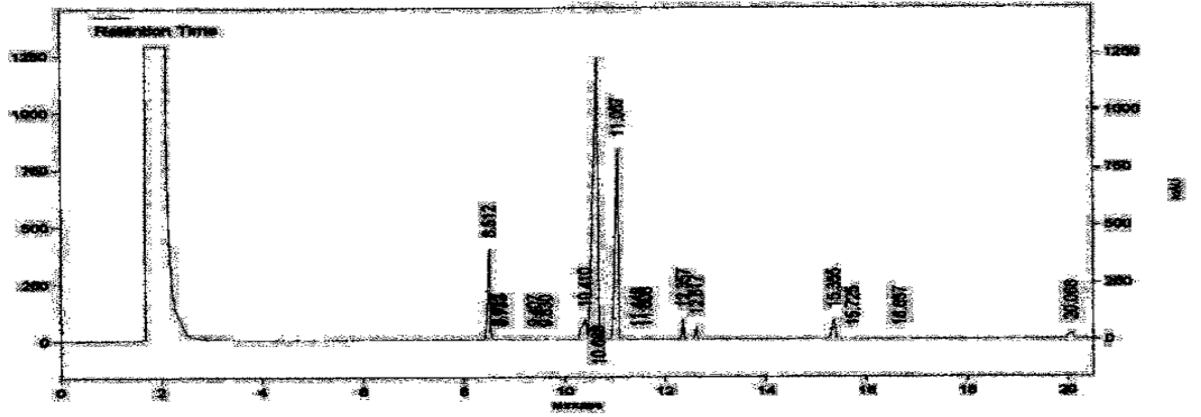
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Fındık *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:44:32 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0			
2	C16:0	8.500	63306736	6.127
3	C16:1n-7	8.678	1147125	0.111
4		9.415	681291	0.066
5		9.642	583513	0.056
6	C18:0	10.383	31423589	3.041
7	C18:1n-9	10.652	608697934	58.909
8	C18:2n-6	11.053	263524704	25.504
9	C18:3n-3	11.620	415214	0.040

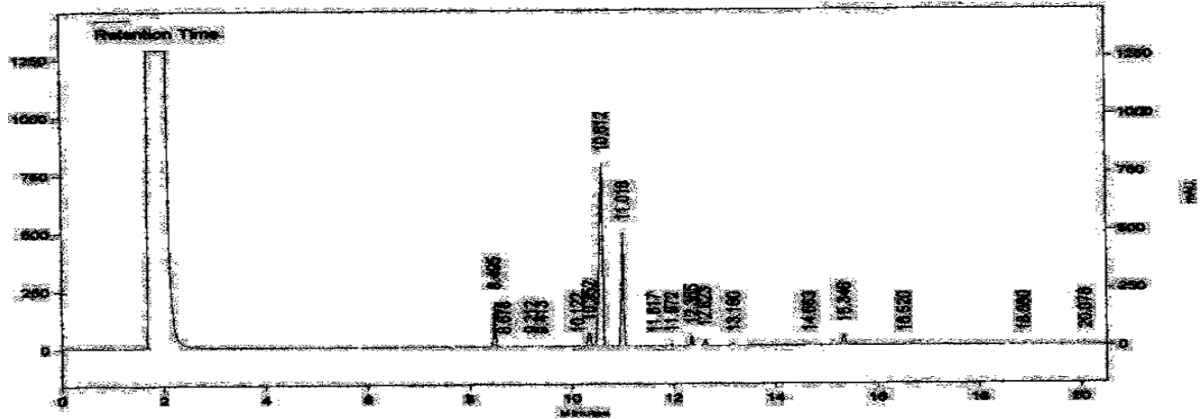
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Fındık *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:15:20 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.512	127195207	8.707
2	C16:0	8.672	1440446	0.099
3	C16:1n-7	8.733	956544	0.065
4		9.407	1267719	0.087
5		9.630	1070624	0.073
6	C18:0	10.410	57305243	3.923
7	C18:1n-9	10.668	818517608	56.032
8	C18:2n-6	11.067	357175609	24.451
9	C18:3n-3	11.448	339016	0.023
10		11.608	640934	0.044

Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Fındık *A. niger*'i)

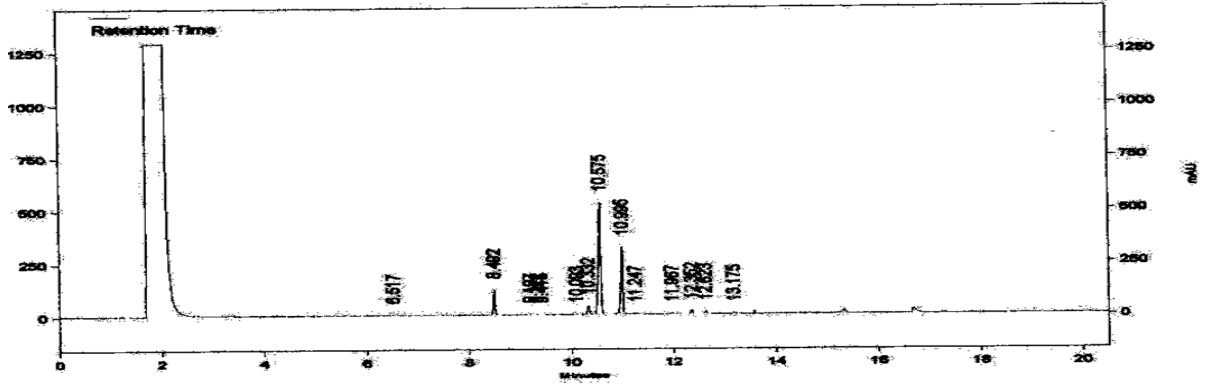


TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:07:41 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.495	52666929	8.095
2	C16:0	8.678	988495	0.152
3	C16:1n-7	9.212	571640	0.088
4		9.413	927378	0.143
5		10.122	1001986	0.154
6	C18:0	10.352	23718992	3.645
7	C18:1n-9	10.612	368327219	56.609
8	C18:2n-6	11.018	151928180	23.350
9	C18:3n-3	11.617	355377	0.055

EK B.2: Kakaodan izole edilen *Aspergillus niger*'in yer fıstığı yağının FFA ve TG yapısında meydana getirdiği değişimlerin günlere bağlı GC analiz çıktıları

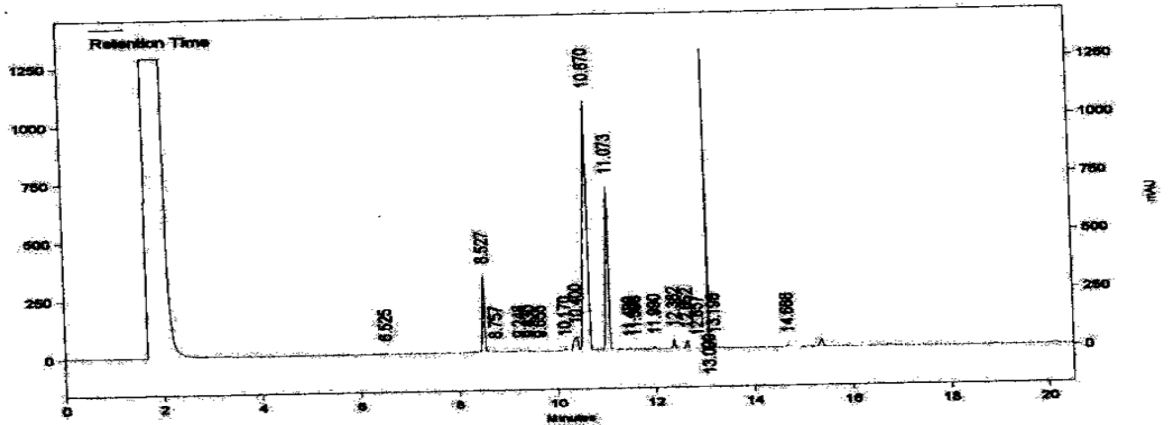
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (7.gün- Kakao *A. niger*'i)



**TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:46:52 AM) (Reprocessed))**

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.517	574178	0.181
2	C16:0	8.492	28700237	9.060
	C16:1n-7			
3		9.197	363877	0.115
4		9.322	794039	0.251
5		9.415	338192	0.107
6		10.093	659870	0.208
7	C18:0	10.332	11151563	3.520
8	C18:1n-9	10.575	175800065	55.499
9	C18:2n-6	10.995	85738602	27.067
10		11.247	2613095	0.825
	C18:3n-3			

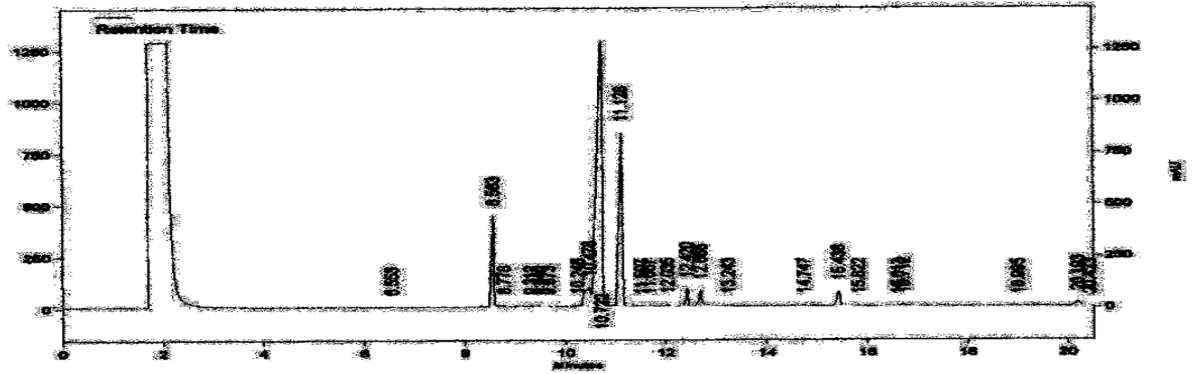
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (7.gün- Kakao *A. niger*'i)



**TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:07:58 AM) (Reprocessed))**

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.525	480215	0.044
2	C16:0	8.527	96148415	8.735
3	C16:1n-7	8.757	1379801	0.125
4		9.248	879713	0.080
5		9.430	1265142	0.115
6		9.655	639537	0.058
7		10.170	1841550	0.167
8	C18:0	10.400	34905457	3.171
9	C18:1n-9	10.670	607320500	55.175
10	C18:2n-6	11.073	266636526	24.224
11		11.480	428544	0.039
12	C18:3n-3	11.598	1257872	0.114

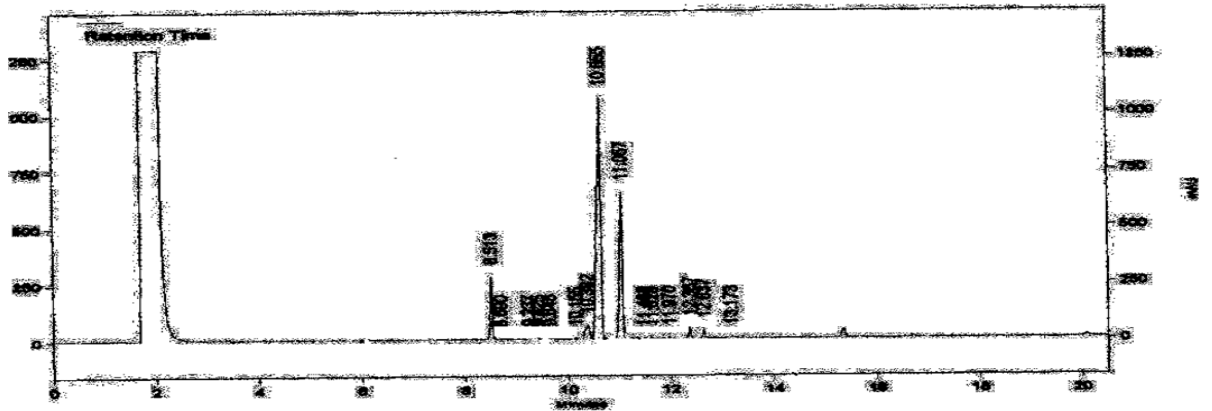
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Kakao *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
12:38:03 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.553	1101303	0.064
2	C16:0	8.563	150323578	8.774
3	C16:1n-7	8.778	2474724	0.144
4		9.312	794937	0.046
5		9.448	1391236	0.081
6		9.673	1105262	0.065
7		10.248	1309611	0.076
8	C18:0	10.478	82173399	4.796
9	C18:1n-9	10.722	963081293	56.215
10	C18:2n-6	11.128	388938307	22.702
11		11.507	632188	0.037
12	C18:3n-3	11.667	1047383	0.061

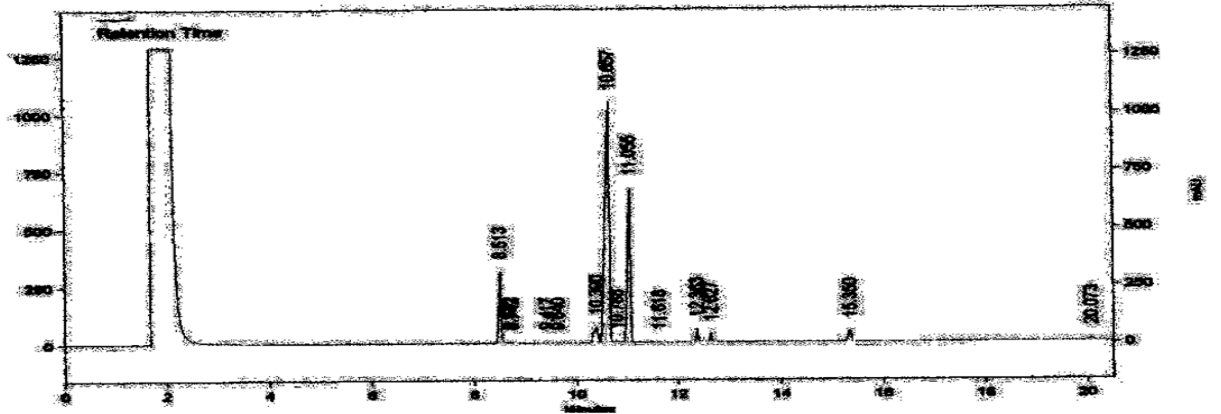
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (14.gün- Kakao *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
2:00:58 AM) (Reprocessed))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0			
2	C16:0	8.513	76920478	8.048
3	C16:1n-7	8.690	1100933	0.115
4		9.237	393283	0.041
5		9.425	1033353	0.108
6		9.648	596561	0.062
7		10.155	925914	0.097
8	C18:0	10.382	32126788	3.361
9	C18:1n-9	10.655	579143439	60.593
10	C18:2n-6	11.057	237937205	24.894
11		11.468	441223	0.046
12	C18:3n-3	11.628	548219	0.057

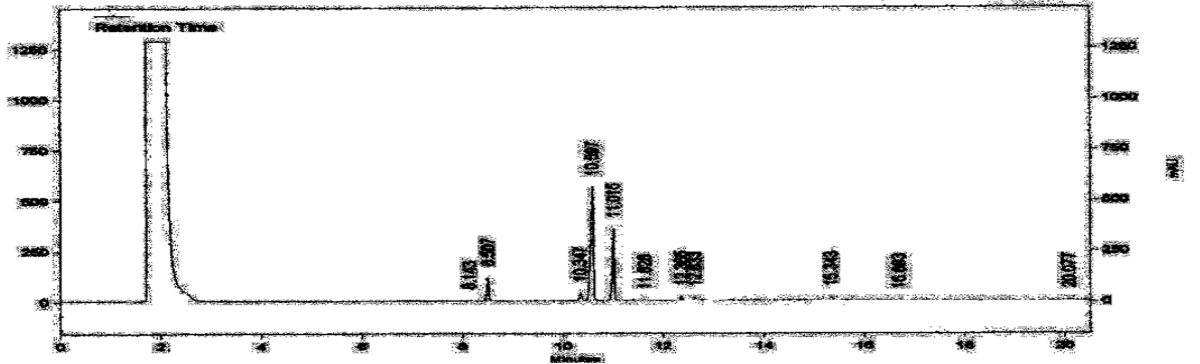
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Kakao *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:40:51 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.513	95705264	8.926
2	C16:0	8.682	1513761	0.141
3	C16:1n-7	8.742	905187	0.084
4		9.417	905220	0.084
5		9.640	653332	0.061
6	C18:0	10.390	37847018	3.530
7	C18:1n-9	10.657	619599422	57.788
8		10.788	3579683	0.334
9	C18:2n-6	11.055	259403144	24.194
10	C18:3n-3	11.618	433156	0.040

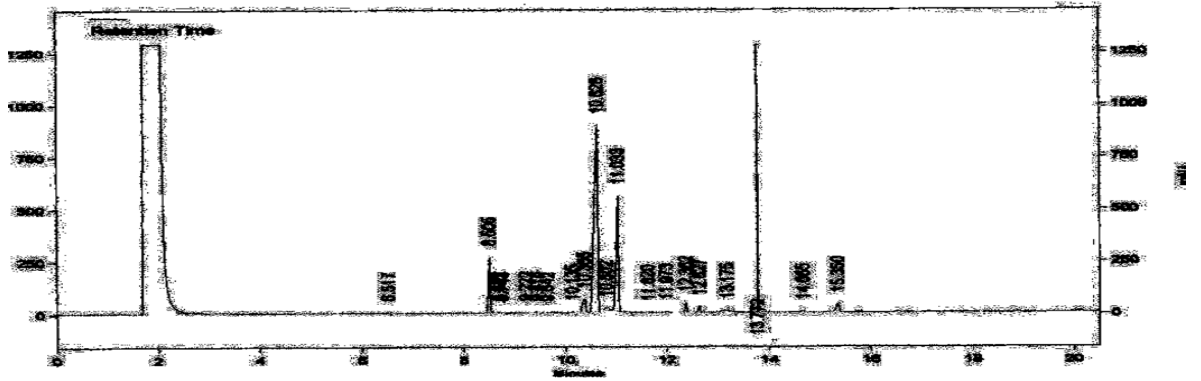
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (21.gün- Kakao *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
12:47:17 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.143	707961	0.184
2	C16:0	8.507	32244120	8.386
	C16:1n-7			
3	C18:0	10.347	12848259	3.341
4	C18:1n-9	10.597	220452439	57.333
5	C18:2n-6	11.015	95562618	24.853
6	C18:3n-3	11.628	380854	0.099

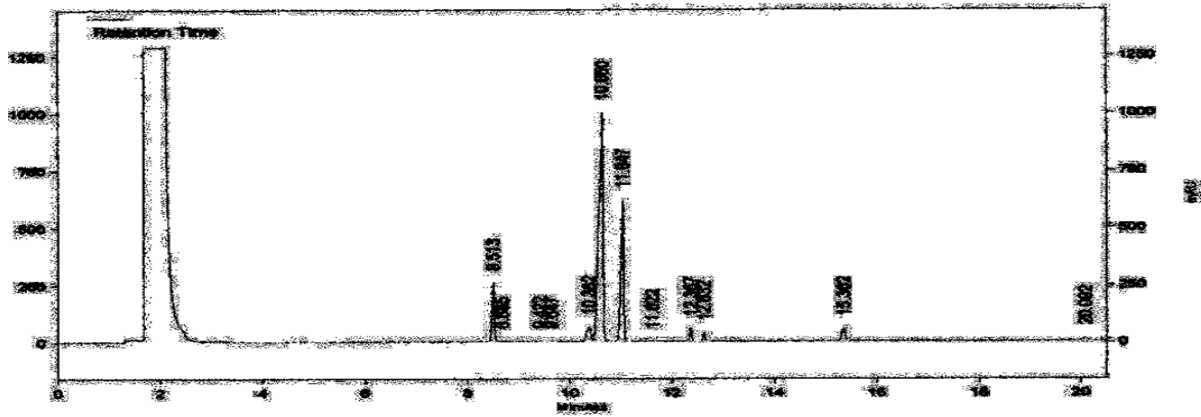
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Kakao *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
4:40:26 AM) (Reprocessed))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	6.517	770039	0.092
2	C16:0	8.505	71476234	8.513
3		8.682	730962	0.087
4	C16:1n-7	8.743	432807	0.052
5		9.222	631875	0.075
6		9.418	934143	0.111
7		9.642	383349	0.046
8		10.135	1161152	0.138
9	C18:0	10.365	30638330	3.649
10	C18:1n-9	10.628	454194721	54.099
11		10.802	16726534	1.992
12	C18:2n-6	11.033	184508102	21.977
13	C18:3n-3	11.620	419445	0.050

Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (28.gün- Kakao *A. niger*'i)

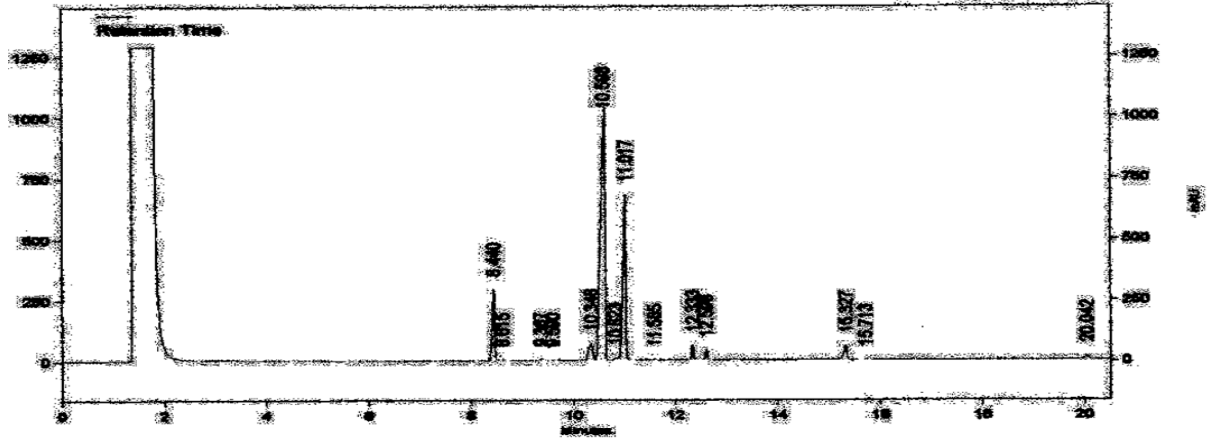


TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:12:07 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.513	80497194	8.326
2	C16:0	8.685	1293746	0.134
3	C16:1n-7	9.422	825923	0.085
4		9.647	629729	0.065
5	C18:0	10.382	35241008	3.645
6	C18:1n-9	10.650	566006900	58.546
7	C18:2n-6	11.047	223508230	23.119
8	C18:3n-3	11.622	435874	0.045

EK B.3: İncirden izole edilen *Aspergillus niger*'in yer fıstığı yağının FFA ve TG yapısında meydana getirdiği değişimlerin günlere bağlı GC analiz çıktıları

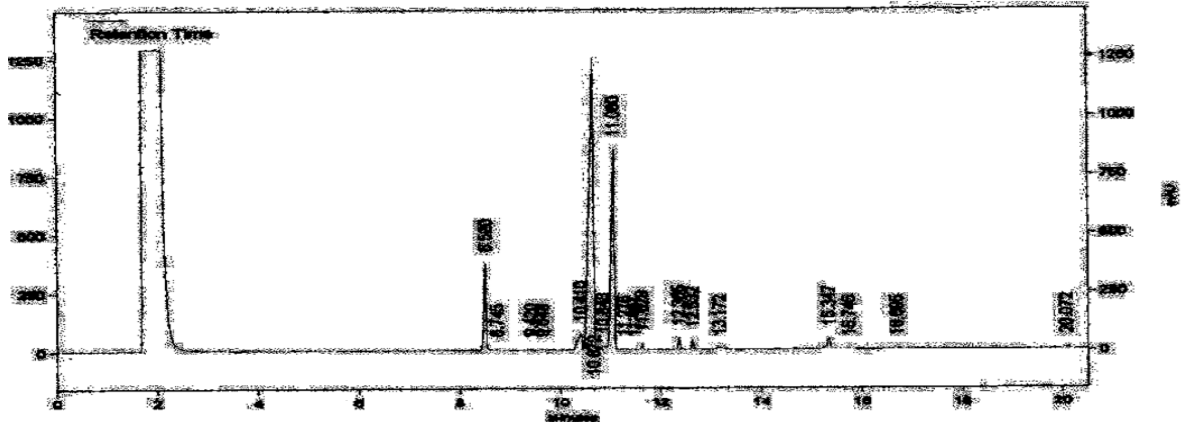
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (7.gün- İncir *A. niger*'i)



**TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:20:00 AM) (Original))**

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.440	93749888	8.731
2	C16:0	8.615	1628481	0.152
3	C16:1n-7	9.367	905107	0.084
4		9.590	572912	0.053
5	C18:0	10.348	38794192	3.613
6	C18:1n-9	10.598	613196158	57.109
7		10.823	4049336	0.377
8	C18:2n-6	11.017	260739855	24.283
9	C18:3n-3	11.585	545990	0.051

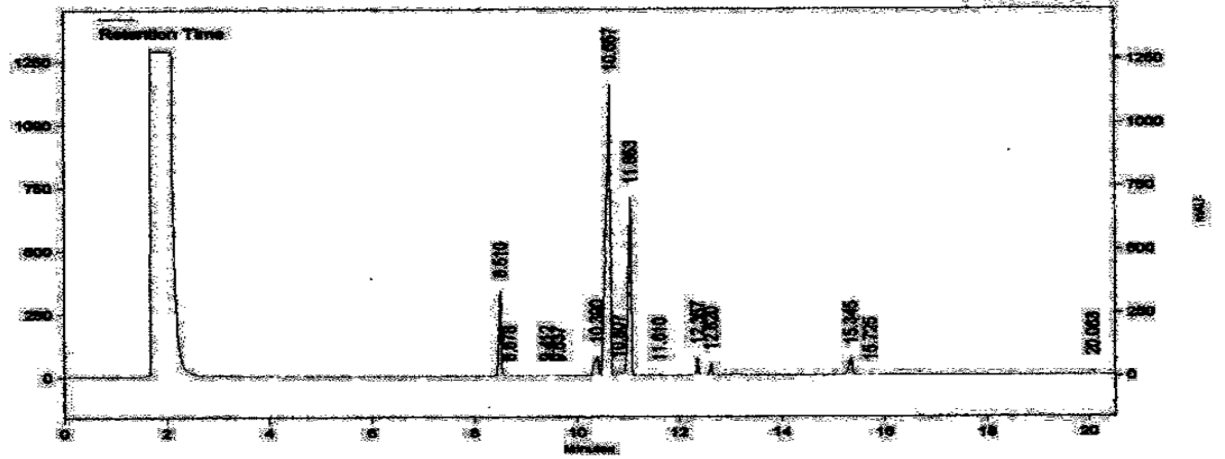
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (7.gün- İncir *A. niger*'i)



**TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
2:40:29 AM) (Original))**

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.520	112619227	8.312
2	C16:0	8.745	1729851	0.128
3	C16:1n-7	9.420	1052500	0.078
4		9.648	797032	0.059
5	C18:0	10.410	42175404	3.113
6	C18:1n-9	10.672	749513779	55.318
7		10.848	8559004	0.632
8	C18:2n-6	11.080	372899034	27.522
9		11.275	2552714	0.188
10		11.467	326111	0.024
11	C18:3n-3	11.628	5797397	0.428

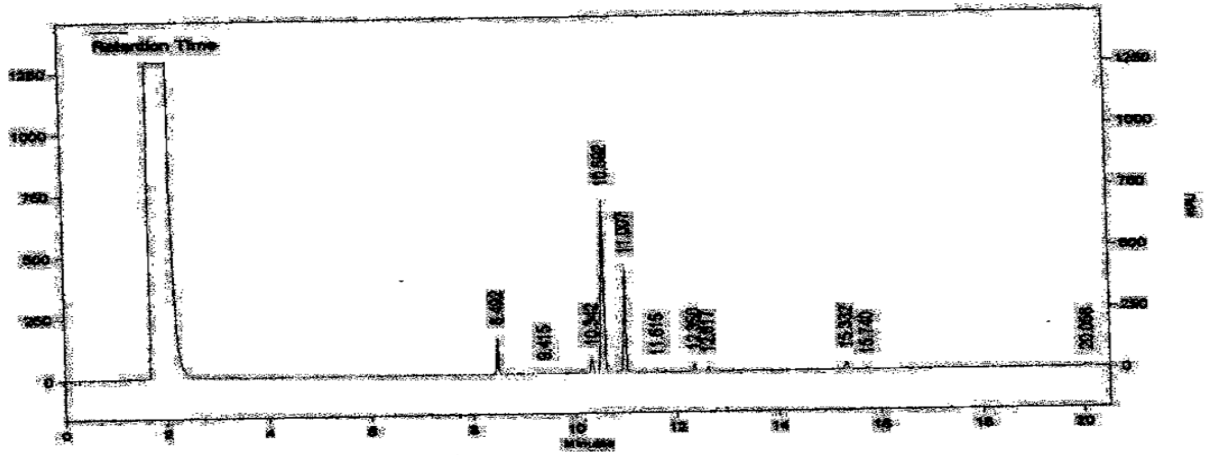
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (14.gün- İncir *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
2:29:08 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0			
2	C16:0	8.510	105130958	8.825
3	C16:1n-7	8.678	1846284	0.155
4		9.412	1076853	0.090
5		9.637	584178	0.049
6	C18:0	10.390	42702359	3.585
7	C18:1n-9	10.657	684592655	57.467
8		10.807	9320082	0.782
9	C18:2n-6	11.053	275449942	23.122
	C18:3n-3	11.610	434838	0.037

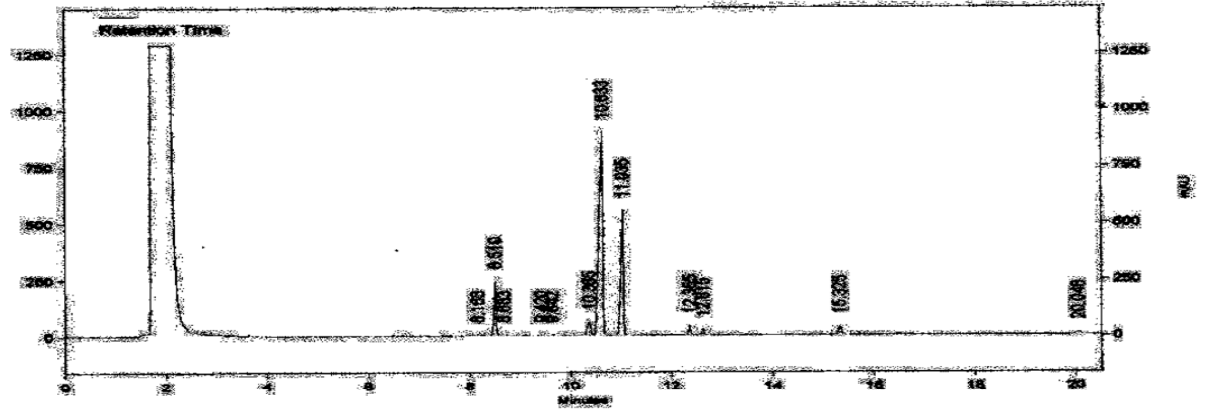
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (14.gün- İncir *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:05:10 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0			
	C16:0	8.492	38209582	7.919
	C16:1n-7			
2		9.415	384519	0.080
3	C18:0	10.342	19239733	3.987
4	C18:1n-9	10.592	267987093	55.540
5	C18:2n-6	11.007	122278691	25.342
6	C18:3n-3	11.615	2455841	0.509

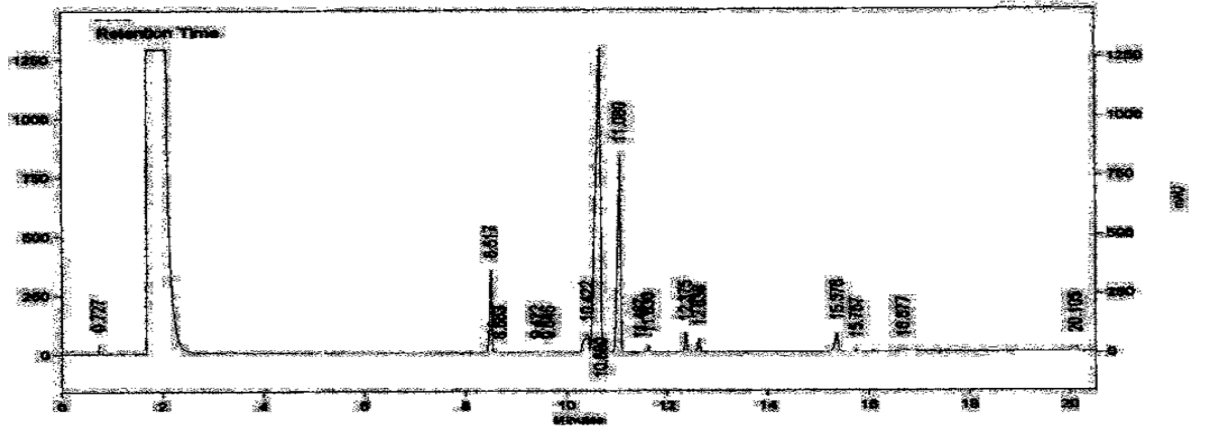
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (21.gün- İncir *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:37:23 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.163	3566847	0.441
2	C16:0	8.510	72765637	8.993
3	C16:1n-7	8.683	1627304	0.201
4		9.420	783005	0.097
5		9.642	537339	0.066
6	C18:0	10.365	28723715	3.550
7	C18:1n-9	10.633	465300931	57.504
8	C18:2n-6	11.035	195041197	24.104
	C18:3n-3			

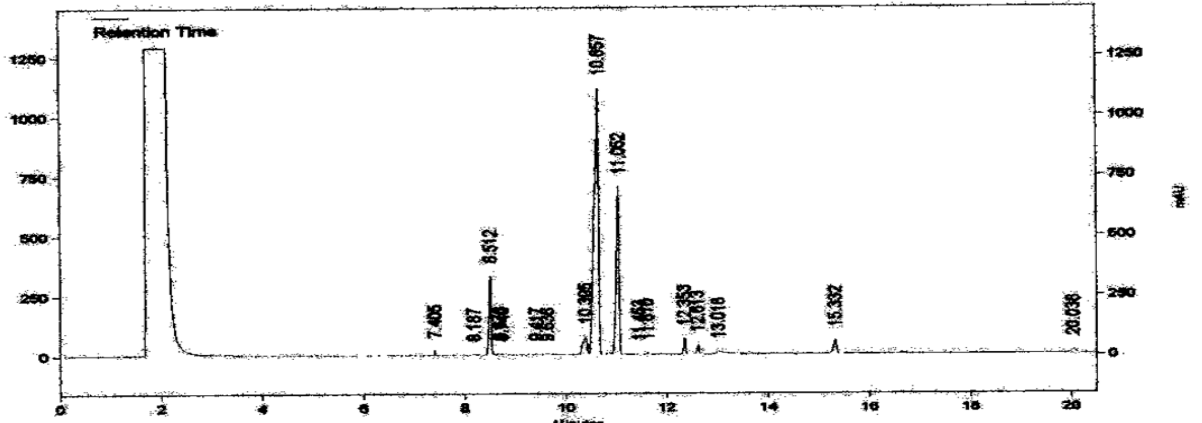
Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (21.gün- İncir *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:29:30 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	0.727	863892	0.059
2	C16:0	8.517	105999170	7.183
3	C16:1n-7	8.683	1533652	0.104
4		9.422	1239835	0.084
5		9.645	934576	0.063
6	C18:0	10.422	52046663	3.527
7	C18:1n-9	10.680	864568140	58.586
8	C18:2n-6	11.080	353952901	23.985
9		11.467	453397	0.031
10	C18:3n-3	11.630	5364596	0.364

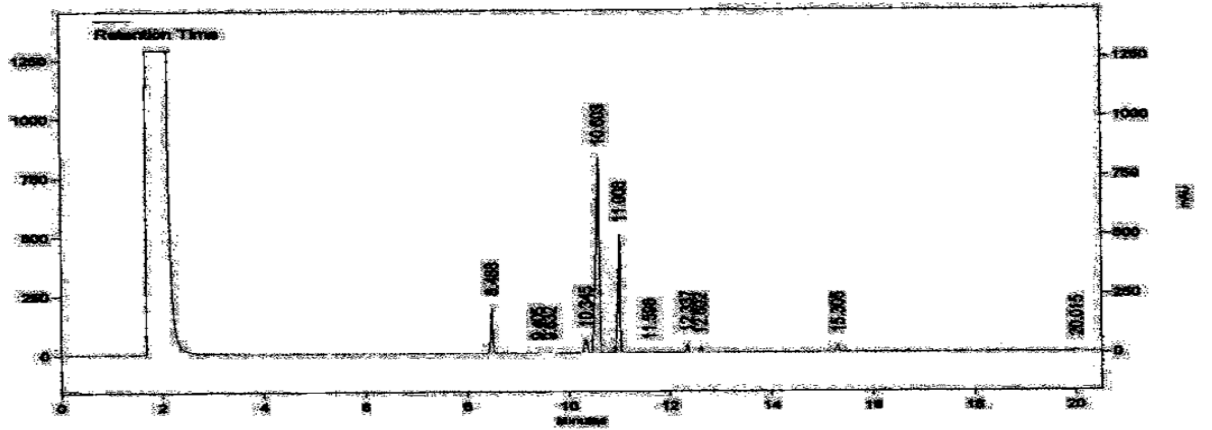
Yer fıstığı yağı TAG fraksiyonu kromatogramı (28.gün- İncir *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
1:57:18 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	7.405	372993	0.032
2		8.187	1113036	0.096
3		8.512	98631437	8.524
4		8.678	1920852	0.166
5	C16:0	8.740	1044458	0.090
6	C16:1n-7	9.417	997348	0.086
7		9.638	585299	0.051
8		10.395	43376309	3.749
9	C18:0	10.657	670511520	57.945
10	C18:1n-9	11.052	266341033	23.017
11	C18:2n-6	11.453	382675	0.033
12	C18:3n-3	11.610	884672	0.076

Yer fıstığı yağı FFA fraksiyonu kromatogramı (28.gün- İncir *A. niger*'i)



TRACE GC-Channel 1 Results (System (1/1/97
3:06:52 AM) (Original))

Pk #	Name	Retention Time	Area	Area Percent
1	C14:0	8.488	55733333	8.566
2	C16:0	9.405	576213	0.089
3	C16:1n-7	9.632	565330	0.087
4		10.345	24361925	3.744
5	C18:0	10.603	382327939	58.763
6	C18:1n-9	11.008	156432223	24.043
7	C18:2n-6	11.598	380462	0.058

EK C: İstatistiksel Analizler

Yer fıstığı için;

Tablo B.1: %FFA değerine gün ve küfün etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Kaynak	Kareler toplamı	DF	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Gün	831,00	3	276,998	138,01	0,000
Küf	1408,97	2	704,486	351,01	0,000
Etkileşim	425,34	6	70,890	35,32	0,000
Hata	48,17	24	2,007		
Toplam	2713,47	35			

Tablo B.2: Gün ve Küfün %FFA üzerine etkisinin % 95 güven aralığında Tukey Testi ile karşılaştırılması

Karşılaştırılan değerler	Ortalama
7.gün & %FFA	26,7089 (a)
14. gün & %FFA	28,0233 (a)
21. gün & %FFA	34,8167 (b)
28. gün & %FFA	38,3711 (c)
Fındık küfü& %FFA	26,3750 (a)
Kakao küfü& %FFA	28,8542 (b)
İncir küfü& %FFA	40,7108 (c)

*Gruplar içindeki aynı harfler istatistiksel açıdan fark olmadığını, ayrı harfler fark olduğunu belirtmektedir.

Ceviz için;

Tablo B.1: %FFA değerine gün ve küfün etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Kaynak	Kareler toplamı	DF	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Gün	3005,90	3	1001,97	369,97	0,000
Küf	1016,57	2	508,28	187,68	0,000
Etkileşim	201,41	6	33,57	12,39	0,000
Hata	65,00	24	2,71		
Toplam	4288,87	35			

Tablo B.2: Gün ve Küfün %FFA üzerine etkisinin % 95 güven aralığında Tukey testi ile karşılaştırılması

Karşılaştırılan değerler	Ortalama
7.gün & %FFA	15,6622 (a)
14. gün & %FFA	29,7611 (b)
21. gün & %FFA	33,9644 (c)
28. gün & %FFA	40,6133 (d)
Fındık küfü& %FFA	29,1150 (a)
Kakao küfü& %FFA	23,9800 (b)
İncir küfü& %FFA	36,9058 (c)

*Gruplar içindeki aynı harfler istatistiksel açıdan fark olmadığını, ayrı harfler fark olduğunu belirtmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İstanbul’da doğdu. Özel Bilfen Lisesi’nde mezun olduktan sonra 1999-2003 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimini tamamladı. 2004 yılında Ortadoğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Programına kabul edildi. 2003-2004 yılları arası ODTÜ’de Yoğunlaştırılmış İngilizce Programına katıldı. 2004 yılında yüksek lisans öğrenimine İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Programında başlamış olup, halen kurumun öğrencidir.