

## YAĞ BİTKİLERİNDE YAĞ ASİTLERİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Emel KARACA Selim AYTAÇ  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun

Geliş Tarihi: 28.08.2006

**ÖZET:** Yağlı tohumların ham yağ tesislerinde işlenmesiyle elde edilen yağlar; insan beslenmesinde gerekli olduğu kadar sağlığımız açısından da büyük önem arz etmektedir. Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini içerdikleri yağ asitlerinin oranları ve kompozisyonu belirlemektedir. Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonu sürekli değişmektedir. Bu nedenle, yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonunda hangi koşullarda nasıl bir değişim meydana geleceğinin bilinmesi, yağ kalitesi açısından önemli olmaktadır. Yağın kalitesi, besleme, teknolojik ve işleme değerleri yağ asitlerinin yağdaki dağılımı ve pozisyonu ile yakından ilgilidir. Yağların, yağ asitleri kompozisyonunun bilinmesi yağların kullanım amaçlarına göre üretim yapılmasını sağlayacaktır. Bu amaçla istenilen tipler uygun bölgelerde yetiştirilerek, amaca uygun yağlar üretmek mümkün olabilecektir.  
**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel yağ, Yağ kalitesi, Yağ asitleri, Genotipik ve Çevresel Faktörler

### THE FACTORS AFFECTING ON FATTY ACID COMPOSITION OF OIL CROPS

**ABSTRACT:** Vegetable oils processed by crude-oil processing industries have an important role in human nourishment as well as human healthy. Chemical and physical properties of oils vary with their fatty acid kinds and composition. Fatty acid composition of vegetable oils is not constant. There is a big different among species in terms of fatty acid composition and it is changeable to a large scale depending on many of factors. Therefore, to know the variation occurred in fatty acid composition of an oil-seed under given condition is very important for oil quality. Oil quality depends largely on nourishment value, fatty acid composition and the processing manner for crude-oil. To know the fatty acid composition of vegetable oil makes oil production possible for special using purposes. Thus, it would be possible to produce suitable oils by cultivating the desired genotypes under suited ecological conditions.

**Key Words:** Vegetable oil, Oil quality, Fatty acids, Genotypic and Environmental Factors

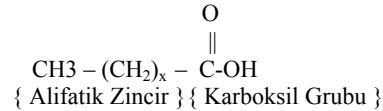
#### 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun beslenme alışkanlıkları zamanla köklü değişikliklere uğramıştır. Yapılan araştırmalar, insanların beslenme alışkanlıkları ile karşılaştıkları hastalıklar arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde, sağlıklı yaşam sürmek isteyen insanlar beslenmelerine özen göstermektedir.

Karbonhidrat, protein ve yağlar yaşayan organizmanın varlığını sürdürebilmesi için en önemli yapı taşı ve enerji kaynaklarıdır. Yağlar, insan ve hayvan diyetlerinde önemli yer tutan temel bileşendir; birim ağırlıkta en yüksek enerjiyi verir ve enerji depolamak için çok uygundur. Genel olarak suda çözünmeyen ancak eter, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünebilir değişik yapıdaki bileşikler yağ (veya lipit) adı altında toplanmaktadır (Özdemir ve Denkbay, 2003). Katı ve sıvı yağlar, gliserol ve yağ asitlerinden oluşan trigliseritlerin hakim olduğu bileşikler grubudur. Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini içerdikleri yağ asitlerinin kompozisyonu belirlemektedir. Bu özelliklerine göre, yemeklik sıvı yağ, sabun, parfümeri ve diğer endüstri kollarında kullanılmasını sağlamaktadır.

Yağı meydana getiren öğelerden gliserol, bütün yağ bitkilerinde aynı, buna karşılık yağı oluşturan diğer unsur olan yağ asitleri her bir yağ bitkisinde değişik bir kompozisyonda bulunmaktadır (Baydar, 2000). İçerdikleri yağ asitleri kompozisyonu yağın kullanım alanlarını belirlemektedir. Yağ asidi, yapısında karboksil grubu (-COOH) taşıyan düz bir hidrokarbon zinciri olup, yağın en önemli öğesidir (Şekil 1). Yağlarda hakim yağ asitleri, çift karbon atomu sayılı ve bir karboksil grubu içeren yağ

asitleridir (Nas ve ark., 2001; Kayahan, 2003). Yağ asitleri; hidrokarbon zincirinde karbon sayısı, karbon atomları arasında çift bağ bulunup bulunmaması, çift bağ varsa yeri ve sayısı gibi özellikler bakımından birbirinden ayrılırlar (Baydar, 2000).



Şekil 1. Bir yağ asidinin genel formülü

Bitkisel yağların özellikleri; elde edildiği bitkiye ve içerdikleri yağ asitlerinin oranları ile çeşitlerine göre değiştiği için, tüketim amacına yönelik olarak üretim yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, uzmanlara göre beslenme zinciri içerisinde mutlaka yer alması gereken yağların yağ asitleri kompozisyonunun bilinmesi, daha uygun amaçlar için kullanılmasını sağlayacaktır.

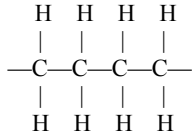
#### 2. YAĞ ASİTLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri genelde düz zincir türevleri olup doymuş (*saturated fatty acids*) ve doymamış (*unsaturated fatty acids*) yağ asitleri olmak üzere 2 şekilde sınıflandırılır.

##### 2.1. Doymuş Yağ Asitleri

Karbon-karbon atomları arasında tek bir kovalent bağdan (-C-C-) oluşan (Nas ve ark., 2001) ve oda sıcaklığında genelde katı olan yağ asitleri (Anon,

2004) **doymuş yağ asitleri** olarak adlandırılır. Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara da **doymuş yağlar** denir (Şekil 2).



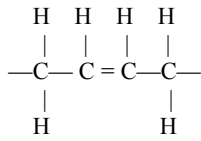
Şekil 2. Doymuş yağ asidi zincirinde C atomları

Laurik asit (C12:0), Miristik asit (C14:0), Palmitik asit (C16:0), Stearik asit (C18:0), Arasidik asit (C20:0) ve Behenik asit (C22:0) bitkisel yağlarda bulunan en önemli doymuş yağ asitleridir. Özellikle palmitik ve stearik asit bitkisel yağlarda bulunan en yaygın doymuş yağ asitleridir.

Doymuş yağ asitleri insan vücudunda sentez edilirler; hiç yağ yenilirse bile bu tip yağ asitleri karbonhidrat metabolizması ile oluşan moleküllerden sentez edilebilir (Kümeli, 2006).

## 2.2. Doymamış Yağ Asitleri

Karbon zinciri üzerinde çeşitli konumlarda, karbon- karbon arasında bir veya daha fazla kovalent çift bağ içeren yağ asitleri **doymamış yağ asitleri** olarak isimlendirilir (Şekil 3). Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara da **doymamış yağlar** denir (Nas ve ark., 2001).



Şekil 3. Doymamış yağ asidi zincirinde C atomları

Yapılarındaki çift bağlar nedeniyle, doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine göre daha reaktiftir. Bu reaktivite yağ asidi zincirindeki çift bağ sayısına göre artmaktadır (Nas ve ark., 2001).

Doymamış yağlar vücudun gereksinim duyduğu zorunlu yağ asitlerindedir. Oda sıcaklığında sıvı haldedirler ve büyük çoğunluğu bitkisel kaynaklıdır (Kümeli, 2006).

**2.2.1. Tekli Doymamış Yağ Asitleri:** Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitleri tekli doymamış (*monounsaturated*) yağ asitleri veya *monoenoik yağ asitleri* olarak isimlendirilir. Bu grubun en önemli iki üyesi, palmitoleik asit (C16:1) ile oleik asittir (C18:1). Bunlardan palmitoleik asit daha çok deniz hayvanları yağları için karakteristik bir bileşen olduğu halde, oleik asit bugüne değin bilinen bütün doğal yağların yapısında yer almıştır (Kayahan, 2003). Zeytin ve kolza yağları, kabuklu yemişler (fındık, fıstık, ceviz) kabuklu yemiş yağları (Yerfıstığı ve badem yağları), avokado tekli doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içermektedirler (Kümeli, 2006).

**2.2.2. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri:** Birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri ise çoklu doymamış (*polyunsaturated*) yağ asitleri veya *polyenoik yağ asitleri* olarak isimlendirilir. Linoleik (C18:2), linolenik (C18:3), araşhidonik (C20:4), eikosapentaenoik (C22:5) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asitler çoklu doymamış yağ asitlerinin en önemlileridir. Çoklu doymamış yağ asitleri beslenmede önemli esansiyel yağ asitleridir; F vitamini olarak da adlandırılmaktadır. Bunların yağlar ve çeşitli yağ ürünlerinde belli düzeylerde bulunmaları arzu edilmektedir (Nas ve ark., 2001).

## 3. YAĞ ASİTLERİ KOMPOZİSYONUNA ETKİLİ FAKTÖRLER

Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonu sürekli olmayıp; yağ asitleri sentezi genetik, ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Baydar, 2000).

### 3.1. Çevre Faktörleri

#### 3.1.1. Sıcaklık

Aspir (*Carthamus tinctorius L.*), yağ asidi kompozisyonundaki değişimin görüldüğü en iyi bitkilerden birisidir. Tohum olgunlaşması sırasındaki sıcaklık artışları, linoleik asit içeriğini azaltırken, oleik, palmitik ve stearik asit içeriğini arttırmaktadır (Samancı ve Özkaynak, 2003). Farklı aspir çeşitlerinin tohumlarındaki linoleik asit oranının soğuk iklim koşullarında daha yüksek (Ladd 1966; Nagaraj ve Reddy, 1997); oleik asit oranını ise sıcak iklim koşullarında daha yüksek çıktığı saptanmıştır (Ladd, 1966). Viktorya'da Pritchard ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, kolzada (*Brassica napus*) yağ asidi kompozisyonunun bölgelere ve yıllara göre değiştiği görülmüştür. Oleik asit içeriği % 0.4-60.3 arasında değişirken düşük sıcaklıklar ve az yağışlar oleik asit içeriğini azaltmıştır. Linoleik (%0.3-19.7) ve linolenik asit (% 0.3-10.4), baharda yüksek sıcaklıklar ve düşük yağmurlar olmasına rağmen, bölgeler arasında düşük varyabilite göstermiştir.

Sıcaklık artışları ile birlikte oleayl-PC desaturaz ve linoleayl-PC desaturaz gibi sırasıyla oleik asitten linoleik ve linolenik asitin sentezlenmesini katalize eden enzimlerin aktivitesinde azalmalar olmaktadır (Broun ve Somerville, 1997). Bunun sonucunda, yüksek sıcaklıklar bitkilerde linoleik ve linolenik asit sentezi üzerine olumsuz, buna karşın oleik asit sentezi üzerine olumlu etki yapmaktadır (Weiss, 1983; Stryer, 1986; Röbbelen ve ark., 1989).

Türkiye'de üretimi yapılan bazı ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) varyetelerinin yağ asidi kompozisyonlarını büyüme koşullarının önemli bir şekilde etkilediği belirlenmiştir (Alpaslan ve Gündüz, 2000). Ayçiçeğinde tohum doldurma esnasındaki sıcaklıklar yağ kalitesini etkileyen en önemli faktördür (Anastasi ve ark., 2000). Tek yıllık yabancı ayçiçeğinin tohum yağı ve yağ asitleri konsantrasyonları gelişim sırasındaki çevresel koşullara bağlı olarak

değişmektedir. Çevresel faktörlerden, özellikle minimum sıcaklık ve güneş ışığı (solar radyasyon) yabani ve kültür ayçiçeğinde oleik asit konsantrasyonu üzerinde önemli etkiye sahip iken, maksimum sıcaklığın etkisi daha az önemli bulunmuştur. Linoleik asit konsantrasyonları yabani ve kültür ayçiçeğinde minimum sıcaklık ve güneş ışığından negatif olarak etkilenmiştir (Gerald, 1986).

Linoleik asit ayçiçeği tohum gelişiminin tüm aşamalarında yağın ana bileşenini teşkil etmektedir ve elverişli sıcaklık koşulları altında fizyolojik olgunlukta döllemeden sonra % 50'den % 70'e kadar artabilir. Ayçiçeği tohumlarının yağ içeriği ve kompozisyonu üzerine yüksek sıcaklıklar ve özellikle yüksek gece sıcaklıklarının linoleik asit yüzdesinde belirgin bir azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Oleik asitin linoleik asite dönüşümünde sorumlu olan "desaturaz" enziminin aktivitesi üzerine sıcaklığın etkisinin olabileceğini düşünülmektedir. Elde edilen bu bulgulara göre, ayçiçeğinde yaz ortasındaki yüksek sıcaklıklarda olgunlaşan bitkilerdeki yağ asitleri kompozisyonun değişimi üzerine sıcaklık stresinin etkisi büyük olmaktadır (Harris ve ark., 2006).

Çin'in Xinjiang bölgesinde yetiştirilen aspir çeşitlerinin tohumlarındaki linoleik asit oranı üzerine ekolojik ve coğrafi şartların etkili olduğu bildirilmiş olup; incelenen tohumlardaki yüksek linoleik asit oranının (% 75.3 ile % 83.5) düşük atmosfer rutubeti ile gece ve gündüz arasındaki önemli sıcaklık farklılıklarından etkilendiği belirtilmiştir (Zhao-mu ve Lin, 1989).

Avustralya' da önemli kolza üretim bölgelerinde Gororo ve ark. (2003) tarafından 3 yıl boyunca yürütülen çalışmada, doymuş yağ asitleri oranlarının sıcaklığın yüksek seyrettiği bölgelerde yetiştirilen kolzalarda daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada kolzanın palmitik ve stearik asitlerle birlikte toplam % 7 oranında doymuş yağ asidi içermekte olduğu, palmitik ve stearik asit içeriğinin kolzada genetik olarak azalmasıyla kolzanın toplam doymuş yağ içeriğinin düşeceği ve yenilebilir daha sağlıklı bir yağ olacağı sonucuna varılmıştır.

### 3.1.2. Enlem Derecesi ve Lokasyon

Farklı enlem kuşaklarında yer alan ekolojik bölgeler arasında, yağ asitleri dağılımı bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Güney enlemlerine doğru inildikçe artış gösteren sıcaklıklar bitkileri daha az linoleik, fakat daha çok oleik asit sentezine teşvik etmektedir. Güney bölgelerinde yetişen aspir, ayçiçeği, keten bitkileri, Kuzey bölgelerinde yetiştirilenler göre daha yüksek oleik ve daha düşük linoleik asit içermektedir (Lajara ve ark., 1990; Seiler, 1983; Knowles, 1972). Böylece yağ bitkilerinde bölgesel üretim planlaması yaparak, değişik bölgelerden tüketim amacına uygun bitkisel yağ üretimi yapılabilir. Örneğin, Trakya bölgesinde yetiştirilen ayçiçeği çeşitlerinden nispeten yüksek linoleik asit tipi yağlar, güney bölgelerinde yetiştirilen ayçiçeği çeşitlerinden ise nispeten yüksek oleik tipi

yağlar üretmek mümkün olabilmektedir (Baydar, 2000). Ancak, Bayrak (1997), aspir için Ankara ve Şanlıurfa lokasyonlarını yağ asitleri kompozisyonu bakımından farksız bulmuştur.

Kuzey ve Güney Amerika' da yetiştirilen soya (*Glycine max (L). Merr.*) çeşit ve hatlarında Güney bölgesinde üretilen tohumların hem miristik, hem de linolenik oranları düşük olmasına rağmen kuzeyde üretilen tohumlardan daha yüksek oranda oleik içerdiği, yüksek çevresel sıcaklıkların soya yağının linolenik konsantrasyonunu azalttığı belirtilmiştir (Cherry ve ark., 1985).

Yağ asitlerinin ekolojik bölgelere göre değişimini gözlemek için Türkiye' nin farklı ekolojik bölgelerinde yetiştirilen susam (*Sesamum indicum*) populasyonlarının yağ asitleri dağılımları inceleyen Baydar ve Turgut (1999), yağ asitleri dağılımının ekolojik bölgelere göre önemli değişimler gösterdiğini saptamışlardır. Kuzey enlemlerinden güney enlemlerine doğru inildikçe susam populasyonlarının stearik ve oleik asit oranları artarken, palmitik ve linoleik asit oranları azalmıştır. Farklı enlem kuşaklarında yer alan ekolojik bölgeler arasında iklim ve toprak faktörlerinin neden olacağı çevresel farklılıklar, yağ asitleri üzerinde gözlenen bu değişimlerin oluşmasında oldukça önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Kolza' da yağ asitleri bileşimi genetik olarak belirlenmesine rağmen çevre koşullarıyla değişmektedir. Soğuk iklim koşullarında ve yüksek enlemlerde daha çok doymamış yağ asitleri oluşmaktadır (Uppstrom, 1995). Cuniberti ve ark. (2004) tarafından Arjantinde soyanın linoleik ve linolenik asit içeriği enlem derecesi yükseldikçe artarken, oleik asit içeriğinin en yüksek enlem derecesinde azaldığı tespit edilmiştir. Ancak, yerfıstığından bundan farklı olarak, Florigant çeşidi ekvatora yakın olan Sudan'da ekildiğinde düşük oleik asit içerirken, daha kuzeyde olan Amerika' da ekildiğinde yüksek oleik asit içerdiği saptanmıştır (Ishag ve ark., 1999).

Yağ asitleri kompozisyonunun çevreden etkilenme düzeyi doymuş ya da doymamış olması durumuna göre farklılık göstermektedir. Güney Avustralya' da 6 bölgede yetiştirilen kolzalarda doymuş yağ asitlerinin nispeten stabil olduğu belirlenmiştir (Naveed, 2006). Arjantin' de 3 lokasyonda yetiştirilen soyada doymuş yağ asitleri (palmitik ve stearik asit) tüm bölgelerde nispeten sabit kalırken, doymamış yağ asitlerinde değişimler gözlemlenmiştir (Cuniberti ve ark., 2004). Hindistan'da 6 ayrı lokasyonda iki aspir çeşidinde yağ oranının % 29 ile %35; oleik asit oranının % 14 ile % 19 ve linoleik asit oranının da % 69 ile % 76 arasında değiştiği belirlenmiştir (Muralidharudu ve ark., 1993).

### 3.1.3. Ekim Zamanı

Farklı ekim tarihlerinde 3 farklı aspir çeşidinde ekim tarihlerinin gecikmesiyle oleik asit, palmitik asit ve stearik asit oranı azalırken, linoleik asit oranı

artmıştır. Araştırmada, en yüksek linoleik asit içeriği (% 66.7) ve en düşük oleik asit (% 21.3) Yenice çeşidinden elde edilmiştir. 5-154 çeşidi en yüksek oleik asit (% 51.4) ve en düşük linoleik asit (% 38.0) içeriğine sahip olmuştur. Farklı çeşitlerde ve farklı ekim tarihlerinde yağ asitleri kompozisyonunda görülen bu değişimlerin oluşmasında genotipin etkisinin çevrenin etkisinden daha büyük olduğu sonucuna varılmıştır (Samancı ve Özkaynak, 2003).

Akdeniz Bölgesinde yüksek oleik tip ayçiçeği hibritlerinde erken ekimle birlikte, oleik ve palmitik asit içeriği azalırken linoleik ve linolenik asit oranları artmıştır (Flagella ve ark., 2002). Diğer taraftan Teksas' da yetiştirilen ayçiçeği tohumlarının linoleik ve oleik asit konsantrasyonlarının ilk ekimden (bahar) son ekime (yaz) kadar, sırasıyla arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir (Jones, 1984). Güney İtalya' da hem oleik hem de standart ayçiçeği varyetelerinin yağındaki oleik asit konsantrasyonu her iki varyetede (standart ve yüksek oleik hibrit) Kasım ayından Mayıs ayına kadarki ekimlerde artmıştır (Anastasi ve ark., 2000).

Kışlık ve yazlık olmak üzere farklı ekim zamanlarında yetiştirilen Montola-2001 ve Centennial aspir çeşitlerinde kışlık ekimlerin yazlık ekimler göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Geçgel, 2004). Bayrak (1997) ise yazlık ve kışlık aspir ekimlerinde yağ asiti kompozisyonunda önemli bir farklılık olmadığını bildirmektedir.

### 3.1.4. Kuraklık

Yüksek oleik asitli kolzanın endüstriyel amaçlı olarak kullanılabileceği gibi, beslenme açısından da ilgi çekici olduğunu belirten Naveed ve ark. (2006) kuraklıktan etkilenen bölgelerdeki kolza çeşitlerinde oleik asit miktarını diğer bölgelere göre daha düşük olduğunu, linoleik asit ve linolenik asit miktarları daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Doymuş yağ asitlerinin tüm bölgelerde nispeten stabil olduğu belirlenmiştir.

Sezon-sonunda yaşanan kurak koşullarda yerfıstığında (*Arachis hypogaea*) toplam yağ ile linoleik ve behenik asit içeriğini önemli bir şekilde azaltırken, stearik ve oleik asit içeriğini önemli miktarda arttırmaktadır. Yağ asitlerindeki artış yada azalış su yokluğunun artmasıyla ilerlemektedir. Oleik, linoleik ve behenik asitlerdeki farklılıklar düşük nem eksikliğinde önemli olurken, stearik asitteki farklılıklar daha yüksek nem eksikliklerinde önemli olmaktadır. Genotiplerin yağ asidi içeriğinin kuraklık stresinden etkilendiği görülmüştür (Dwivedi ve ark., 1996).

Akdeniz Bölgesinde yüksek oleik içerikli ayçiçeği hibritlerinde, sulamalı koşullarda linoleik ve palmitik asit oranlarında artış ve oleik asitte azalış belirlenmiştir (Flagella ve ark., 2002).

### 3.1.5. Toprak

Yağ asidi kompozisyonu, toprak özellikleri tarafından da etkilenmektedir. Tuzlu koşullarda bazı keten çeşitlerinin tuzluluk seviyesinin artmasıyla

çimlenme yüzdeleri, yağ içeriği ve verimi azalmaktadır. Ayrıca, ketende önemli bir yağ asidi olan linolenik asit tuzluluk seviyesinin artmasıyla birlikte artmaktadır (Dubey ve ark., 2001).

Yağ asitleri kompozisyonuna N gübrelemesinin etkisi üzerine yapılmış çalışmalarda farklı sonuçlar alınmıştır. Örneğin, farklı dozdaki azot gübrelemesinin kolzada genel olarak yağ asitleri bileşimi etkilemediği (Önder ve Aktümsek, 1995b); ancak kolza ve hardal yağının yağ asiti kompozisyonunun N uygulamasıyla linoleik ve oleik asit içeriklerinde bir artış olduğu, eikosenoic ve erusik asitlerin azalma gösterdiği yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Ahmad ve Abdin, 2000). Kolza ve hardal da yağ asitleri kompozisyonunun başlıca genetik özelliğın kontrolünde olduğu, ancak N uygulamasının da yağ asitleri kompozisyonunda değişimlere yol açtığı bildirilmiştir (Holmes ve Bennet, 1979).

Kolza ve hardalda N ve S birlikte uygulandığında, yalnız N uygulamasına göre oleik asit ve linoleik asitte artışlar, eikosenoic ve erusik asitlerde azalışlar meydana getirmiştir (Ahmad ve Abdin, 2000).

## 3.2. Genetik Faktörler

Tohumların yağ asitleri kompozisyonları ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel pek çok faktöre göre değişebildiği gibi genotipe bağlı olarak farklılık gösterdiği yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir.

Ayçiçeğinde genetik özelliğın yağ asitleri kompozisyonunu önemli oranda etkilediği, bu etkinin hibrit tipine göre değiştiği belirlenmiştir. Sıcaklık değişimlerinin, standart hibritlerde, oleik ve linoleik yağ asitleri konsantrasyonunun daha yüksek varyasyonlarda olduğunu belirleyen bir çalışma (Anastasi ve ark., 2000) olmasına rağmen diğer bir başka çalışmada Salera ve Baldini, (1998) yüksek oleik yağ asiti genotiplerinin daha yüksek varyasyon gösterdiğini belirlemiştir. Bu durum, farklı genotiplerde oleik ve linoleik yağ asitleri konsantrasyonunun sıcaklıktan etkilenmesinin genotipik özelliğe bağlı olduğu düşüncesini kuvvetlendirmektedir. Aspir bitkisinin yağ asitleri konsantrasyonunun oleik tip veya linoleik tip olmasına bağlı olarak farklılık gösterdiği değişik araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Bergman ve ark., 1999; Arslan ve Küçük, 2005).

Susamda ise temel yağ asitlerinin (palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik) çeşit/hatlar arasında yüksek varyasyon gösterdiği, palmitoleik, behenik ve erusik asit bakımından varyasyonun daha dar olduğu bildirilmiştir (Beatrice ve ark., 2006). Susam bitkisinde de yağ asitleri konsantrasyonları bakımından genotipten ve çevreden etkilenmeleri arasında fark olduğu görülmektedir.

Kanada (Manitoba)' da 3 yıl süre ile yapılan kolza denemelerinde, incelenen çeşitlerde palmitik asitteki meydana gelen varyasyonun temelde genotipten, stearik asitteki varyasyonun ise genotip ve çevreden

kaynaklandığı, bu nedenle palmitik ve stearik asit konsantrasyonlarının farklı genler tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir (McCartney ve ark., 2004).

Green ve Marshall (1981), incelediği 214 keten varyetesinde hem varyeteler arasında, hemde varyetelerin kendi içlerinde yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu bakımından önemli varyasyonlar belirlemiştir. Araştırmada, varyeteler arasında oleik asit içeriği %13.3-25.2, linolenik asit içeriği % 45.5-64.2 arasında değişmiştir.

Susamda determinant genotiplerin, yüksek oleik ve düşük linoleik asit içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Uzun ve ark., 2002).

Uzun olgunlaşma grubuna dahil soya çeşitlerinde linoleik asit ve linolenik asit oranları artarken, oleik asit oranının azaldığı belirlenmiştir (Cuniberti ve ark., 2004).

Aspirde kültür formları ile yabani formların yağ asiti kompozisyonları farklı bulunmuştur. Kültür formlarında palmitik, stearik, oleik ve linoleik yağ asiti oranları sırasıyla % 6.7, % 3.1, % 12.2 ve % 77.3 bulunurken yabani formlarda bu değerler sırasıyla %10.3, % 2.4, % 16.5, % 68.0 şeklinde belirlenmiştir (Muralidharudu ve ark., 1993).

Aspirde Montola 2001 çeşidi genelde yüksek oleik, Morlin çeşidi ise yüksek linoleik asit içermektedir. Montola 2001 aspir çeşidinde % 39.7 yağ; % 11.4 linoleik asit; % 81.1 oleik asit bulunurken; yüksek linoleik asit içerikli Morlin aspir çeşidinde % 40.8 yağ; % 80.8 linoleik asit; % 8.5 oleik asit saptanmıştır (Bergman ve ark., 1997). Cazzato ve ark. (2001), İtalya' da 16 aspir çeşit ve hatlarını incelemiş ve en yüksek oleik asit içeriğini (% 82.1) Montola 2001 çeşidinde bulmuşlardır.

Soya tohumlarının biyokimyasal kompozisyonu ve fiziksel görünüşünün soya yiyeceklerinin kalitesini belirlediğini ifade eden Kumar ve ark. (2006) genotip, lokasyon ve genotipxlokasyon etkisiyle yağ içeriği ve oleik, linoleik ve linolenik asit olarak adlandırılan doymamış yağ asitleri için önemli

olduğunu, ayrıca genotipler lokasyonlara göre doymamış yağ asitleri bakımından önemli varyasyon gösterdiğini belirtmiştir.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde incelenen aspir çeşit ve hatlarında belirlenen yağ asitleri ve ortalamaları Çizelge 1' de verilmiştir.

### 3.3. Diğer Faktörler

Yağ asitleri kompozisyonu üzerine ekolojik ve fizyolojik faktörlerden başka morfolojik faktörler de etkili olmaktadır.

Tohum rengi değiştikçe yağ asitleri dağılımı da değişmektedir. Baydar ve Turgut (1999) tarafından yapılan bir araştırmada, susam ve haşhaşa farklı tohum renkliliği ile yağ asitleri kompozisyonu arasında belirgin ilişkiler saptanmıştır. Susam ve haşhaş tohumlarında koyu renklilikten açık renkliliğe doğru gidildikçe düzenli olarak palmitik ve linoleik asit oranlarının artarken, stearik ve oleik asit oranları azalmıştır (Çizelge 2 ve Çizelge 3).

Aynı bitki üzerinde çeşitli pozisyonlarda meydana gelen meyvelerin hepsinin aynı kompozisyonlarda yağ asitlerini içerdiği düşünülebilir. Çünkü bitkinin bütün meyvelerinde aynı gen veya genlerin kontrolü altında sentez gerçekleştirilmektedir. Oysa, bitki içindeki fizyolojik büyüme ve gelişme farklılıklarından dolayı, gerçekleşen beklenenlerden farklı olabilir. Tek bir bitkinin her bir meyvesinde hatta her bir meyvenin farklı pozisyonlarındaki tohumlarında farklı bir yağ asidi oranıyla karşılaşılabilir (Baydar ve Turgut, 1999). Tabladaki tohum pozisyonlarının yağ asitleri içeriğine etkisi önemlidir (Baydar ve Turgut, 1999; Baydar ve Erbaş, 2005). Bir aspir bitkisi üzerinde farklı pozisyonlarda bulunan tablalarda her bir yağ asidi farklı oranlarda sentezlenmediği ve yağ asitleri sentezi üzerinde tabla pozisyon etkisinin önemli olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Aspirde alt tablalardan üst tablalara gidildikçe palmitik, stearik ve oleik asit oranları düzenli olarak azalırken, linoleik

Çizelge1. Dünyanın çeşitli bölgelerinde incelenen aspir çeşit ve hatlarında belirlenen yağ asitleri ve oranları

Araştırmacı	Çeşit/hat sayısı	14:0 (Miristik asit)	16:0 (Palmitik asit)	18:0 (Stearik asit)	18:1 (Oleik asit)	18:2 (Linoleik asit)
Duarte ve ark (1979)	-	-	-	-	10.5 – 28.5	61.1 - 79.0
Corleto (1981)	4	-	5.4 – 8.6	1.8 – 2.8	14.2 – 67.0	25.7 - 75.3
Futehally ve Knowles (1981)	-	-	-	-	3 - 7	87 - 89
Yazıcıoğlu ve Karaali (1983)	4	0 – 0.27	6.7 - 8.7	2.7 – 3.4	13.3 – 14.2	73.1 - 76.4
Raie ve ark (1985)	-	0.9 – 3.1	9.4 -12.0	2.3 – 5.5	14.0 -15.0	65.9 - 73.4
Fugin ve Gongmin (1989)	-	-	-	-	-	78.1 - 80.0
Bratuleanu (1993)	20	0.1	6.5	2.4	17.36	73.0
Dajue (1993)	-	-	0.99 - 29.0	0 – 5.7	5 – 81.8	11.1 – 88.3
Nagaraj (1993)	13	-	5.0 – 7.0	1.4 – 2.6	10.5-17.5	72.4 – 79.7
İşigür ve ark. (1995)	17	-	6.6 - 9.6	0.8 -3.6	8.2-13.7	73.2 – 83.4
Bayrak (1997)	4	0.1 – 0.2	5.6 – 7.0	2.1 – 2.4	24.0 – 52.9	34.7 – 65.8
Bratuleanu (1997)	400	-	5.7 – 17.1	1.2 – 3.9	9.1 – 71.5	17.1 – 84.1
Gambacorta ve ark. (1997)	12	0.13	7,4	2.9	14.3	74.3
Dajue ve Griffee (2001)	-	-	7.8	1.8	29.3	60.3
Jochinke ve ark. (2003)	12	-	-	-	9.4 – 76.3	15.8 – 83.2

Çizelge 2. Susamda farklı tohum renkliliği ile yağ asitleri kompozisyonu arasındaki ilişkiler

Yağ Asitleri Kompozisyonu (%)					
Tohum rengi	Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	Diğer
Siyah	9.74	4.50	43.54	41.93	0.29
K.Kahverengi	10.27	4.40	43.37	42.69	0.27
Kahverengi	12.53	4.20	39.03	43.34	0.00
Sarı	13.02	3.64	39.62	43.72	0.00
Beyaz	14.15	2.94	38.87	44.02	0.00

Kaynak: Baydar ve Turgut, (1999)

Çizelge 3. Haşhaşta farklı tohum renkliliği ile yağ asitleri kompozisyonu arasındaki ilişkiler

Yağ Asitleri Kompozisyonu (%)							
Tohum Rengi	Miristik	Palmitik	P-oleik	Stearik	Oleik	Linoleik	Linolenik
K.rengi	0.20	9.35	-	2.04	14.16	70.76	3.45
Mavi	0.13	10.52	0.11	1.24	14.08	71.86	2.06
Beyaz	0.10	9.38	0.06	1.73	12.83	74.16	1.65

Kaynak: Baydar ve Turgut, (1999)

oranları düzenli olarak artmaktadır. Ayrıca, dıştaki tablalardan içteki tablalara doğru gidildikçe palmitik, stearik ve oleik asit oranları düzenli olarak artarken, linoleik asit oranları düzenli olarak azalmıştır (Baydar ve Turgut, 1999).

Tablanın olgunlaşma süresince yağ asitleri kompozisyonunda değişiklikler olmaktadır. Ayçiçeğinde tohum olgunlaşma süreci ilerledikçe oleik asit önemli şekilde azalırken, linoleik asit önemli şekilde artmaktadır. Tabla kenarından merkeze doğru gidildikçe tohumlarda düzenli olarak linoleik asit azalırken, oleik asit artmaktadır (Baydar ve Erbaş, 2005). Araştırmacılar, tablanın çevresinden merkezine doğru gidildikçe linoleik asit seviyesinin arttığını, oleik asit seviyesinin azaldığını belirleyen başka çalışmalarla ortaya çıkan zıt sonuçların, genotipik ve çevresel farklılıklar nedeniyle olabileceğini bildirmektedirler. Örneğin yine ayçiçeğinde tabla kenarından merkeze doğru ilerledikçe tohumda oleik asit içeriği artarken, linoleik asit içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Zimmerman ve Fick, 1973).

Aspir bitkisinde erken çiçeklenen tablalar geç çiçeklenen tablalara göre daha düşük palmitik, stearik ve oleik asit, fakat, daha yüksek linoleik asit içerdiğini belirtmişlerdir (Baydar ve Yüce, 1996; Baydar ve Turgut, 1999). Ayçiçeğinde ise erken çiçeklenen tablalar geç çiçeklenen tablalara göre daha yüksek oleik asit, fakat daha düşük linoleik asit içermektedir (Seiler, 1993).

Susam bitkisinde merkezi kapsüllerin lateral kapsüllere göre daha yüksek palmitik ve oleik asit, fakat daha düşük stearik, linoleik ve arşhidik asit içerdiği (Mosjidis ve Yermanos, 1985), ayrıca alt kapsüllerden üst kapsüllere doğru gidildikçe oleik asit oranı azalırken, linoleik ve palmitik asit oranının arttığı belirlenmiştir (Turgut ve ark., 1996).

Tohumun oluşmasından olgunlaşmasına kadar geçen sürede yağ asitleri dağılımında sürekli olarak değişimler meydana gelmesi ontogenetik varyabilite olarak adlandırılmaktadır (Baydar, 2000). Yapılan çalışmalarla birbirlerinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Nitekim Ahmad ve Abdin (2000)' nin yaptıkları çalışmada, kolzanın çiçeklenmesinden

olgunlaşmasına doğru palmitik asit, oleik asit ve erusik asit içeriğinin azaldığı, linoleik asit içeriğinin arttığı belirlenmiştir.

Kolzanın çiçeklenmesinden olgunlaşmasına doğru palmitik, stearik ve linoleik asit oranı düşerken, oleik asit oranının artmaktadır (Baydar ve Turgut, 1999). Benzer biçimde Bartkowiak ve Krzymanski (1981), kolza tohumlarında olgunlaşma sonuna doğru oleik asit oranı artarken, linoleik asit oranının azalma gösterdiğini belirlemişlerdir. Susam bitkisinde de çiçeklenmeden olgunlaşmaya doğru tohumda linoleik asit oranı azalırken, oleik asit oranı artmaktadır (Turgut ve ark., 1996). Ancak, soya ve ayçiçeğinde ise tohumun olgunlaşma dönemleri ilerledikçe düzenli olarak palmitik ve oleik asit oranları azalırken, linoleik asit oranında artma olduğu saptanmıştır (Seiler, 1983; Trawatha ve ark., 1993). Kuzey Meksika' da kurak koşullar altında yetiştirilen 5 adet ayçiçeği çeşidinin tohumlarında yağ asidi kompozisyonunun yağ asitlerine ve çeşide bağlı olarak tohum oluşumundan hasada kadar farklılık gösterdiği saptanmıştır (Rodriquez ve ark., 2002).

Çiçeklenmeden olgunlaşmaya kadar geçen sürede yapılan hasat zamanlarında iki aspir çeşidinin yağlarında palmitik asit oranının azaldığı görülürken, Montola' da oleik asit oranının, Centennial 'de ise linoleik asit oranının düzenli bir şekilde arttığı belirlenmiştir (Geçgel, 2004).

#### 4. SONUÇ

Yağlı tohumların işlenmesiyle elde edilen bitkisel yağlar; insan beslenmesinde ayrı bir önemi olduğu gibi sağlığımız açısından da büyük önemi bulunmaktadır. Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini içerdikleri yağ asitlerinin oranları ve çeşitleri belirlemektedir. Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonu sürekli sabit olmayıp; genetik, ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel uygulamaların kontrolü altındadır.

Yağ asitleri dağılımı farklı enlemlerde yer alan ekolojik bölgelerde önemli farklılıklar göstermektedir. Çevresel faktörler arasında özellikle sıcaklığın yağ asitleri sentezi üzerine etkisi belirgindir. Farklı

enlemlerin ve sıcaklığın etkisinin yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisinin belirlenmesi yağ bitkilerinin bölgesel üretim planlaması yapılarak, değişik bölgelerden tüketim amacına yönelik bitkisel yağ üretimi yapılmasını sağlayacaktır. Yağ asitleri kompozisyonu toprak özellikleri tarafından da etkilenmektedir. Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonları ekolojik ve diğer birçok faktörün dışında genotipe bağlı olarak da etkilenmektedir. Ayrıca tohumların bitkide buldukları pozisyonlara ve tohumun oluşmasından olgunlaşmasına kadar geçen dönemler süresince de yağ asitleri sürekli değişmektedir. Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilecek tohumlar arasında yağ asitleri kompozisyonu bakımından farklılıklar bulunabilir; bu nedenle tohumların yağ asitleri kompozisyonları belirlenirken olgunlaşma dönemlerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak, yağ asitleri kompozisyonu bitki türlerine özgü karakteristik farklılıklar göstermektedir. Ayrıca, her yağ bitkisinin kendine özgü yağ asitleri kompozisyonu sabit olmayıp, birçok faktöre bağlı olarak sürekli değişmektedir. Bu yüzden, yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonunda hangi koşullarda nasıl bir değişim meydana geleceğinin bilinmesi, yağ kalitesi açısından önemli olmaktadır. Aynı zamanda yağ asitlerinin miktarı ve tipi kullanım şeklini belirlemektedir. Yağların, yağ asitleri kompozisyonunun bilinmesi yağların kullanım amaçlarına göre üretim yapılmasını sağlayacaktır. Bu amaçla istenilen tipler uygun bölgelerde yetiştirilerek amaca uygun yağlar üretmek mümkün olabilecektir.

## 5. KAYNAKLAR

- Ahmad, A., Abdin, Z. M., 2000. Effect of sulphur application on lipid, RNA and fatty acid content in developing seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.). *Plant Science*, 150: 71-76.
- Alpaslan, M., Gündüz, H., 2000. The effects of growing conditions on oil content, fatty acid composition and tocopherol content of some sunflower varieties produced in Turkey. *Food*, 44(6): 437-437.
- Anonymous, 2004. Fatty acids. [www.pionline.com](http://www.pionline.com) (Ulaşım: 6 Mart 2006).
- Anastasi, U., Cammarata, M., Abbate, V., 2000. Yield potential and oil quality of sunflower (oleic and standart) grown between autumn and summer. *Italian Journal Agronomy*, 4(1): 23-36.
- Arslan, B., Küçük, M., 2005. Oil content and fatty acids composition of some safflower cultivars in Van (Turkey). VI<sup>th</sup> International Safflower Conference, 167-174, June 6-10, Istanbul.
- Bartkowiak, I., Krzymanski, J., 1981. Changes of chemical composition and ripening of seed zero-erucic winter rape cv. K2040. *Biuletyn-Ins.-Hodwli*, 146: 25-33.
- Baydar, H., Yüce, S., 1996. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de çiçeklenme intervalleri, tabla çiçeklenme tarihi ve tabla pozisyon etkisi ile fitohormonların bu özellikler üzerine etkileri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 20 (3): 259-266.
- Baydar, H., Turgut, İ., 1999. Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* (23):1, 81-86.
- Baydar, H., 2000. Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi. *Ekin Dergisi*, 11: 50-57.
- Baydar, H., Erbaş, S., 2005. Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus* L.) *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 29: 179-186.
- Bayrak, A., 1997. Ankara ve Şanlıurfa'da denenen yazlık-kışık aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşit ve hatlarının yağ asitleri bileşiminin araştırılması. *Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Dergisi*, 4: 269-277.
- Beatrice, A. W., Augustino O.O., Samuel G., Margareta W., Anders S. S., 2006. Seeds oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. *Field Crops Research*, 1-7.
- Bergman, J.W., Flynn, C.R., Johnson, R.C., 1997. Evaluation of safflower accessions for oil and meal quality factors. IV<sup>th</sup> International Safflower Conference 232-234, June 2-7, Bari, Italy.
- Bratuleanu, C., 1993. Progress of safflower breeding in Romania. 3th International Safflower Conference Beijing 15-29, June 14-18, China.
- Bratuleanu, C., 1997. Studies of some genetic resources under rainfed conditions in Moldavia for the period 1981-1991, and future prospects of safflower. IV<sup>th</sup> International Safflower Conference Bari, 196-217 June 2-7, Italy.
- Broun, P., Somerville, C., 1997. Accumulation of ricinoleic, lesquerolic and densipolic acid an seeds to transgenic arabidopsis plants that Express a fatty acyl hdroxylase cDNA from castor bean. *Plant Physiology* 113: 933-942.
- Cazzato, E., Borazio, L., Corleto, A., 2001. Grain yield, oil content and earliness of flowering of hybrids and open-pollinated safflower in southern Italy. V<sup>th</sup> International Safflower Conference Williston, North Dakota, 185-189, July 23-27, Sidney, Montana, USA.
- Cherry, J. H., Bishop, L., Hasegawa, P. M., 1985. Differences in fatty acid composition of soybean seed produced in northern and southern areas of the USA. *Phytochemistry* (24), 2: 237-241.
- Corleto, A., 1981. Adaptation and production of safflower in south Italy. *Proceedings First International Safflower Conference*, 36-39, July 12-16, Davis, California.
- Cuniberti, M. B., Herrero, R. M., Martinez, M. J., Silva, M., Baigorri, H. E., Para, R., Weilenmann, E., Masiero, B., 2004. Fatty acids composition of the Argentinian soybean evaluated in different latitudes and planting dates. VII. World Soybean Research Conference, 228-229, February 29 March 5, Brazil.
- Dwivedi, S., Nigam, S. N., Nageswara R., Singh, U., Rao, K. V. S., 1996. Effect of drought on oil, fatty acids and protein contents of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seed. *Field Crops Research*, 48: 125-133.
- Dubey, S. D., Husain, K., Vajpeyi, M., 2001. Yield and quality of linseed (*Linum ussitatissimum* L.) under saline condition. *Indian Journal Agricultural Biochemical*, 14 (1&2): 75-76.
- Duarte, C., De, H.M.P., Martins, R.M.D.S., 1979. Level and characteristics of seed oil of safflower in Portugal Grases, Y. *Aceites*, 30 (5): 315-321.
- Dajue, L., 1993. Progress of safflower research and production in China. 3th International Safflower Conference, 35-46, June 14-18, Beijing, China.
- Dajue, L., Griffiee, P., 2001. International safflower trials in China, India and Thailand. 5th International Safflower

- Conference Williston, North Dakota, Sidney, 197-201, July 23-27, Montona, USA.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Caterina, A., De Caro, A., 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, 17: 221-230.
- Fuqin, F., Gongmin, W., 1989. Progress on Safflower Research in China. 3th International Safflower Conference Beijing, 71-73, June 14-18, China.
- Futehally, S., Knowles, P.F., 1981. Inheritance of very high levels of linoleic acid in an Introduction of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) from Portugal, 56-61 In Proc. First Int.
- Gambacorta, G., Leone, A.M., Cazzato, E., 1997. Seed composition of some safflower cultivars tested in south Italy. 4th. International Safflower Conference, 353-356, June 2-7, Bari Italy.
- Geçgel, Ü., 2004. Değişik ekim ve hasat dönemlerinin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) yağının bazı fiziksel, kimyasal ve oksidatif özellikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Gerald, S., 1986. Analysis of the relationships of environmental factors with seed oil and fatty acid concentrations of wild annual sunflower. *Field Crops Research*, 15 (1): 57-72.
- Gororo, N., Salisbury, P., Rebetzke, G., Wayne B., Bell C., 2003. Genotypic variation for saturated fatty acid content of Victorian canola. 11th International Rapeseed Congress, The Royal Veterinary and Agricultural University 6-10 July, Copenhagen, Denmark.
- Green, A. G., Marshall, D. R., 1981. Variation for oil quality in linseed. *Australian Journal of Agricultural Research*, 32 (4): 599-607.
- Harris, H. C., McWilliam, J. R., Mason, W. K., 2006. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. *Australian Journal Of Agricultural Research*, 29(6): 1203-1212.
- Holmes, M. R. J., Bennet, D., 1979. Effect of nitrogen fertilizer on the fatty acid composition of oil from low erucic acid rape varieties. *Journal Science Food Agricultural*, 30: 264-266.
- Ishag, H. M., Ali, A. O., 1999. Yield and fatty acid composition of nine groundnut cultivars under irrigation. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences*, 7 (1): 48-59.
- Işığür, A., Karaosmanoğlu, F., Aksoy, H.A., 1995. Characteristics of safflower seed oils of Turkish origin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Vol. 72, No: 10.
- Jochinke, D., Wachsmann, N., Knights, S., Potter, T., Field, B., 2003. The Search for Alternative Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars Adapted to Southeastern Australia with Improved Marketability. "Solutions for a better environment". Proceedings of the 11 th Australian Agronomy Conference, 2-6 Feb. Geelong, Victoria. Australian Society of Agronomy. ISBN 0-9750313-0-9.
- Jones, O. R., 1984. Yield, water-use efficiency and oil concentration and quality of dryland sunflower grown in the southern high plains, *Agronomy journal*, 76: 229-235.
- Kayahan, M., 2003. Yağ Kimyası. ODTÜ Yayıncılık.
- Knowles, P. F., 1972. The plant genetics contribution toward Changing lipid and amino acid composition of safflower. *Journal American Oil Chemistry*, 49(1): 27-29.
- Kumar, V., Rani, A., Solanki, S., Hussain, S.M., 2006. Influence of growing environment on the biochemical composition and physical characteristics of soybean seed. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19:188-195.
- Kümeli, 2006. Yağlar. [www. taylankumeli.com](http://www.taylankumeli.com) (Ulaşım: 06.03.2006)
- Ladd, S.L., 1966. The Inheritance of Stearic Acid Content in the Seed Oil of Safflower, (*Carthamus tinctorius* L.) Dissertation, University of California, Davis.
- Lajara, J. R., Diaz, U., Quidello, R. D., 1990. Definite influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower seed oil. *Journal American Oil Chemistry*, 67(10): 618-623.
- McCartney, C. A., Scarth, R., McVetty, P. B. E., 2004. Genotypic and environmental effects on saturated fatty acid concentration of canola grown in Manitoba. *Canadian Journal Plant Science*, (84): 749-756.
- Mosjidis, J. A., Yermanos, D. M., 1985. Plant position effect on seed weight, oil content and oil composition in sesame. *Euphytica* (34): 193-199.
- Muralidharudu, Y., Sujatha, M., Singh M., 1993. Extent of Variation in Seed Oil Content and Fatty Acid Composition of Cultivated and Two Closely Related Wild Species of Safflower. International Safflower Conference, 239-245, June 14-18, Beijing, China.
- Nagaraj, G., Reddy, P.S., 1997. Some factors influencing safflower seed and oil quality. 4th International Safflower Conference, 347-349, June,2-7, Bari, Italy.
- Nas, S., Gökalp, Y.H., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Matbaası, 322.
- Naveed, A., Cowling W., Bayliss, K., Nelson, M. and Kailis, S., 2006. Influence of genotype and environment on fatty acid composition in canola (*Brassica napus*). [www.grdc.com.au/growers/res\\_upd/west/w04/naveed.htm](http://www.grdc.com.au/growers/res_upd/west/w04/naveed.htm) - 18k .
- Önder, M., Aktümsek, A., 1995. Farklı azot dozlarının Westar yazlık kolza çeşidinin yağ asitleri bileşimi üzerine etkileri. *S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(9): 102-108.
- Özdemir, N., Denkbay, E. B., 2003. Hayat veren yağlar: Omega yağları. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 78-80
- Pritchard, F. M., Eagles, H.A., Norton, R. M., Salisbury, P. A., Nicolas, M., 2006. Environmental effects on seed composition of Victorian canola. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40(5): 679-685.
- Raie, M.Y., Muhammad, D., Khan, S.A., 1985. Studies of safflower seed oils. *Fettee Seifen, Anstrichmittel*, 87 (7): 282-283.
- Rodriguez J.D., Phillips, B.S., Garcia, R.R., Sanchez, J.L., 2002. Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land conditions. Reprinted from: *Trans in new crops and new uses*.
- Röbbelen, G., Downey, R. K., Ashri, A., 1989. *Oilcrops of the world*. McGraw Hill, USA.
- Salera, E., Baldini, M., 1998. Performance of high and low oleic acid hybrids of sunflower under different environmental conditions. *Helia*, 21(28): 55-68.
- Samancı, B., Özkaynak, E., 2003. Effect of planting date on seed yield, oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *J. Agronomy & Crop Science*, (189): 359-360.



- Seiler, G. J., 1983. Effect of genotype, flowering date and environment on oil content and oil quality of wild sunflower seed. *Crop Science*, 1063-1068.
- Stryer, L., 1986. *Biochemistry*. 30 th press. W. H. Freeman Comp. Inc., New York.
- Uppstrom, B., 1995. *Seed Chemistry.Brassica oilseeds, production and utilization*. CAB International Cambridge, 217-242.
- Uzun, B., Ülger, S., Çağırın, İ. M., 2002. Comparison of determinate and indeterminate types of sesame for oil content and fatty acid composition. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, (26): 269-274.
- Turgut, İ., Baydar, H., Marquard, R., 1996. Susam (*Sesamum indicum* L.) yağ ve yağ asitlerinin morfojenetik ve ontogenetik varyabilitesi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20: 459-462.
- Trawatha, S., TeKrony, D. M., Hildebrand, D. F., 1993. Lipoxygenase activity and C6-aldehyde formation in comporasion to germination and vigor during soybean seed development. *Crop Science*, (33): 1337-1344.
- Yazıcıoğlu, T., Karaali, A., 1983. Türk Bitkisel Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimleri. TÜBİTAK, Mar. Bil. ve End. Araştırma Enst., 70 (105): 42-45.
- Zhao-mu, W., Lin, F., 1989. Safflower in Xinjiang. 3th International Safflower Conference, 75-77, June 14-18, Beijing China.
- Zimmerman, D.C., Fick, G.N., 1973. Fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil as influenced by seed position. *J. American Oil Chemical Soc.*,50: 273-275.
- Weiss, E. A., 1983. *Oilseed Crops*. Tropical Agriculture Series., Pub. By Longman Inc., Leonord Hill Boks, New York.