



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TÜRKİYE'DE TESCİLLİ BAZI SUSAM
TOHUMU ÇEŞİTLERİNİN LİGNAN,
TOKOFEROL, YAĞ ASİDİ BİLEŞİMLERİ VE
ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN
KIYASLANMASI
ZEYNEP KURTKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

Temmuz-2018
KONYA

Her Hakkı Saklıdır
TEZ KABUL VE ONAYI

Zeynep KURTKAYA tarafından hazırlanan “**Türkiye’de tescilli bazı susam tohumu çeşitlerinin lignan, tokoferol, yağ asidi bileşimleri ve antioksidan aktivitelerinin kıyaslanması**” adlı tez çalışması 21/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Mustafa YORGANCILAR

.....

Danışman

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

.....

Üye

Dr. Öğretim Üyesi Durmuş SERT

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARALI
FBE Müdürü

Bu tez çalışması NEÜ BAP birimi tarafından 181319004 nolu proje ile desteklenmiştir

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Zeynep KURTKAYA

21.06.2018

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****TÜRKİYE'DE TESCİLLİ BAZI SUSAM TOHUMU ÇEŞİTLERİNİN LİGNAN,
TOKOFEROL, YAĞ ASİDİ BİLEŞİMLERİ VE ANTIOKSİDAN
AKTİVİTELERİNİN KIYASLANMASI****Zeynep KURTKAYA****Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Ahmet ÜNVER****2018, 52 Sayfa****Jüri****Doç. Dr. Ahmet ÜNVER
Doç. Dr. Mustafa YORGANCILAR
Dr. Öğretim Üyesi Durmuş SERT**

Bu araştırmada, Türkiye'de yetişen 20 susam tohumu çeşidinin yağında, bazı kimyasal analizler yapılmış ve antioksidan aktiviteleri kıyaslaması yapılmıştır. Tohumların toplam yağ oranları % 49.70 ile % 60.15 arasında bulunmuştur. Susam tohum yağlarının sesamol içerikleri 0.066 mg/mL ile 2.457 mg/mL arasında bulunmuştur. Sesamin içerikleri ise 107.964 mg/mL ile 1020.288 mg/mL arasında bulunmuştur. Tohumların yağlarının alfa tokoferol içerikleri 0.031 mg/mL ile 0.337 mg/mL, gama tokoferol içerikleri 0.168 mg/mL ile 0.544 mg/mL ve delta tokoferol içerikleri ise 0.005 mg/mL ile 0.027 mg/mL arasında bulunmuştur. Toplam doymuş yağ en yüksek % 17.93, en düşük ise %14.52 olarak tespit edilmiştir. Doymamış yağ içeriği ise en yüksek % 85.17, en düşük % 82.07 bulunmuştur. Oksidasyona karşı en dayanıklı örnek Tanas (14.10 saat) çıkmışken, en dayanıksız yağ örneği ise Akören (9.99 saat) çeşidinin yağı çıkmıştır. Bu değerler oksidasyona karşı dayanıklılık açısından kavrulmamış susamın yağını Ayçiçek yağından üstün, zeytin yağından ise düşük olarak değerlendirilebilir kılmaktadır.

Doymamış yağ oranı yüksek olan susam yağının oksidasyona karşı direci yüksek olup, bunun içerdiği antioksidan maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Susam, kimyasal bileşim, antioksidan aktivite, lignanlar, tokoferoller

ABSTRACT**MS THESIS****COMPARISON OF LIGNAN, TOCOPHEROL, FATTY ACID COMPOSITIONS
AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF SOME SESAME VARIETIES
CULTIVATED IN TURKEY
Zeynep KURTKAYA****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING****Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER
2018, 52 Pages****Jury****Assoc. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER
Assoc. Prof. Dr. Mustafa YORGANCILAR
Assist. Prof. Dr. Durmuş SERT**

Some chemical properties of sesame seed oil in 20 varieties grown in Turkey were analysed and oxidative stability were compared. The total fat content of the seeds was between 49.70% and 60.15%. Sesamol contents of sesame seed oils ranged from 0.066 mg / mL to 2.457 mg / mL. Sesamin contents were found between 107.964 mg / mL and 1020.288 mg / mL. The alpha tocopherol contents of the oils of the seeds ranged from 0.031 mg / mL to 0.337 mg / mL, gamma tocopherol contents from 0.1168 mg / mL to 0.544 mg / mL and delta tocopherol contents from 0.005 mg / mL to 0.027 mg / mL. The total saturated fat level of the samples was determined as 17.93% at the highest and 14.52% at the lowest. Unsaturated fat content found to be 85.17% and 82.07%, respectively. The most resistant sample against oxidation was Tanas (14.10 hours), while the lowest one was Akören sample (9.99 hours). These values make oil of unroasted sesame superior to sunflower oil and low in olive oil in terms of resistance to oxidation.

Sesame oil, which has a high percentage of unsaturated fat, is highly resistant to oxidation and the due was thought to be the result of the antioxidants it contains.

Keywords: Sesame, chemical composition, antioxidant activity, lignans, tocopherols.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada; gıda sanayide yaygın kullanımı olan Türkiye’de tescilli bazı susam tohumu çeşitlerinin lignan, tokoferol, yağ asidi bileşimleri ve antioksidan aktivitelerinin kıyaslanması ile piyasada işlenen hammaddenin insan sağlığı açısından etki durumunun değerlendirilmesine yardımcı olacak veriler sunulmuştur.

Yüksek lisans tezi olarak yaptığım bu çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren, destek ve katkılarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ahmet ÜNVER’e teşekkür eder, sonsuz saygılarımı sunarım.

Proje çalışmalarım sürecinde numune susamları temin etmemde desteğini esirgemeyen değerli meslektaşım Serap ÇOŞKUN’a ve ilgili araştırma merkezlerine, altyapı ve manevi desteğinden ötürü çalıştığım firma olan Akova Süt ve Gıda Mam. San. Tic. A.Ş.’ye ve tabi ki her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından 181319004 kodlu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Birimine teşekkür ederiz.

Zeynep KURTKAYA
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| ÖZET | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| ÖNSÖZ | 4 |
| İÇİNDEKİLER | 5 |
| 1. GİRİŞ | 6 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI | 7 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 17 |
| 3.1. Materyal | 17 |
| 3.2. Metot | 18 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA | 22 |
| 4.1. Susam tohumlarının rutubet, protein ve yağ içerikleri | 22 |
| 4.2. Susam tohum yağlarının sesamol ve sasamin içerikleri | 26 |
| 4.3. Susam tohum yağlarının tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon zamanları | 30 |
| 4.4. Susam tohum yağlarının yağ asidi bileşimi | 36 |
| 4.4. Susam tohum yağlarının renk değerleri | 41 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 44 |
| 5.1. Sonuçlar | 44 |
| 5.2. Öneriler | 45 |
| KAYNAKLAR | 47 |
| ÖZGEÇMİŞ | 53 |

1. GİRİŞ

Susam tohumu ve yağı yaklaşık 6000 yıldır yararlanılan önemli bir gıda maddesidir. Afrika ve Asya'nın tropikal bölgelerinde yetiştirilen 36 çeşit susam türü olduğu bilinir. Yabani tipler genellikle Afrika'da, çok az bir kısmı da Hindistan'da yetiştirilmektedir. Bitkinin anavatanı Etiyopya olarak bilinir (Bisht ve ark., 1979). Yetiştirilen susam türlerinden *Sesamum indicum* L.'nin orijininin Afrika'nın merkez ovalarından Mısır, Hindistan, Orta Asya, Çin ve diğer yerlere yayıldığına inanılır. Susam tohumu ve yağı sağlıklı bir gıda örneği olup, aroma ve lezzeti için geniş çapta kullanılmaktadır (Namiki ve Kobayashi, 1989; Namiki, 2007).

Tarihte (M.Ö. 1552) Mısır'da bulunan Thebes Tıbbi Papirus kağıtlarında susam tohumunun tıbbi etkisi olarak, enerji kaynağı olmasından bahsedilmektedir. Yunanistan'da filozof Hipokrat ise yüksek besleyici değerinden söz etmiştir. Farklı bitkilerin tıbbi etkilerinden söz eden bir Çin kitabında (M.Ö. 300) susam farklı fizyolojik faydaları olan, iyi bir gıda olarak tanımlanmıştır. Özellikle uzun süreli tüketimi ile zihin sağlığı ve yaşlanma karşıtı özelliklerin sağlandığı anlatılmaktadır. İlaveten geleneksel Hint tıbbında (Ayur Veda), M.Ö. 700-1000 yılları arasında susam temel masaj yağı olarak kullanılmaktaydı (Weiss, 1983; Joshi, 1961). Masallarda geçen sihirli sözcükler "Açıl susam!" dünyaca ünlüdür ve belki de bu söz susam kapsülünün tohumlarını dökmek için aniden açılmasından gelmektedir, aynı zamanda susamın sihirli gücünü anlatıyor da olabilir. Japonya'da insanlar geleneksel olarak susamın sağlıklı bir gıda olduğuna inanmaktadırlar (Namiki, 1990; Namiki, 1995; Namiki, 2007).

Son zamanlarda susamın birçok fizyolojik yönleri araştırılmaktadır. Antioksidan, antiaging, tokoferollerle sinerjik etki, kolestrol düşürücü ve diğer fonksiyonları üzerine çalışmalar yürütülmektedir (Namiki, 1998).

Bu çalışmada Türkiye'de yetiştirilen susamların antioksidan aktiviteleri ve bu özelliğine içeriğindeki lignanların etkisi kıyaslanacaktır. Türkiye'de yetişen 20 susam tohumunun yağında lignan oranları ve tokoferol içerikleri belirlenerek, antioksidan aktivite kıyaslaması yapılacaktır. Yağ asidi içeriklerinin de bu kıyaslamaya etkisinin olup olmadığı da yorumlanmaya çalışılacaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İnsanların susam tüketmeleri için birçok sebep vardır. En önemlileri oksidasyona karşı dayanıklı olan, yüksek miktardaki (yaklaşık %50) yağ oranı ve besleyici birçok minör bileşene ilave olarak %20 protein oranına sahip olmasıdır. Arzu edilen aroma karakteri, susam tohumlarının kavrulması ile olgunlaşır (Namiki, 2007).

Susam tohumları susam kabuğunun rengi, büyüklüğü ve tekstürü açısından farklı çeşitlerdedir. Genellikle beyazdan kahverengiye değişen renkteki susamlar kullanılırken, Asya ülkelerinde siyah tohumların daha sağlıklı olduğuna inanılmaktadır. Altın ve eflatun renkli tohumlar da çok değerlidir. Eleme, yıkama ve kurutma işlemlerinin ardından tohumlar genellikle 120-150 °C sıcaklıkta 5 dk süreyle kavrulur. Kavurma işlemi zengin aromasını ortaya çıkarır. İşleme sırasında bazen susam mekanik olarak soyulur. Soyulmuş susamın sindirimini daha kolay olduğu bildirilmiştir (Namiki, 1998).

Genel olarak siyah susam tohumu, beyaz ve kahverengi susam ile kıyaslandığında daha fazla antioksidan ve antiaging etkiye sahip olduğu bilinir. Siyah ve beyaz susam tohumundan elde edilen %80 etanol-su ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri benzerdir. Su ekstraktları değerlendirildiğinde, tüm siyah ve kahverengi türler güçlü aktivite gösterirken beyaz türler hiç aktivite göstermez veya çok az aktivite gösterir. Siyah susam kabuğundan ekstrakte edilen siyah pigment kromatografide birçok pik vermektedir ve bunlardan 4 tanesi şu lignanlardan oluşmaktadır: pinoresinol (Bileşik 1), lariciresinol (Bileşik 2), hidroksimatairesinol (Bileşik 3) ve allohidroksimatairesinol (Bileşik 4). Bu bileşenler kayda değer bir süperoksit radikal temizleme etkisine sahiptir (Fukuda ve ark., 1991; Nagashima ve ark., 1999)

Yukarıda bahsi geçen birçok antioksidan lignan suda çözünmez ama ekstrakte edilmiş yağa transfer edilebilir. Bu nedenle yağı alınmış susam posasında kayda değer bir antioksidan aktivite olmadığı düşünülebilir.

Son yıllarda bitki materyalleri araştırmacıların ilgisini çekmekte ve bu ürünlerden sentetik antioksidanların yerini alabilecek doğal antioksidanların üretimi ile ilgili pek çok araştırma yapılmaktadır (Kamel ve ark., 1982; Gandhi ve ark., 1997; El-Adawy ve ark., 1999). Susam da bu çerçevede dikkat çeken ham maddelerden biri olmuştur.

Susam Yağı: Genel olarak iki çeşit yağ üretilir, bunlar; kavrulmuş yağ ve ham yağıdır. Ham yağ parçalanmış susam tohumlarının sıkıştırılarak yağ ve posa olarak ayrılması ve ardından rafinasyon işleminin uygulanması ile hazırlanabilir. Ortaya çıkan ürün berrak ve hafif aromatik bir yağıdır. Genellikle kızartmalık ve salata yağı olarak kullanılır. Kendine has aroması ve oksidatif bozulmaya karşı direnci susam yağını seçkin bir salata sosu yapar (Kang ve ark., 2003). Kavrulmuş yağ ise; 180-200°C'de sıkıştırma işlemi ve ardından yağın basit bir çöktürme işlemi uygulanarak ayrılması ile elde edilir. Ürün karakteristik kavrulmuş bir aromaya ve koyu sarı- kahverengi bir renge sahiptir (Kang ve ark., 2003).

Besleyici açıdan bakıldığında susamın temel enerji kaynağı yağıdır. Beyaz tohumlu türlerde yağ oranı %55 iken, bu oran siyah tohumlu türlerde %47.5'dir. Yağ oranları tür ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Susam yağı içindeki yağ asitleri kayda değer miktarda oleik (18:1 = %39.1) ve linoleik (18:2 = %40.0), az miktarda palmitik (16:0 = %9.4) ve stearik (18:0 = %4.8), iz miktarda linolenik (18:3 = % 0.46) asitten oluşur (Namiki, 2007).

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (2012/29)'inde susam yağı için yağ asiti yüzdeleri palmitik asit % 7.9-12.0, stearik asit % 4.5-6.7, oleik asit % 34.4-45.5, linoleik asit % 36.9-47.9, linolenik asit % 0.2-1.0 ve araşidik asit % 0.3-0.7 aralığında olması gerektiği belirtilmiştir (Anon., 2012).

Protein İçeriği: Susam tohumunun protein içeriği %22.3 civarındadır. Yağı alınmış tohumda bu oran yaklaşık %50'dir. Protein %10 NaCl ile ekstrakte edilebilir. Aminoasit içeriği türlere göre değişkenlik gösterir ama beyaz ve siyah susam türleri arasında belirgin bir fark bulunamamıştır. FAO/WHO tarafından bildirilen standart değerlerle karşılaştırıldığında susam tohumu proteininin amino asit kompozisyonu lizin (31 mg/g) açısından zayıf ama diğer amino asitlerce, özellikle metiyonin (36 mg), sistin (25 mg), arjinin (140 mg) ve lösin (75 mg) açısından ise zengindir. Soya fasülyesi proteini lizin (68 mg) açısından zengin iken, metiyonin (16 mg) açısından zayıftır, bu nedenle bu iki protein kaynağının birlikte kullanılması ile farelerde iyi bir gelişim gözlemlendiği bildirilmiştir (Namiki, 1995). Kavrulmamış susam glutamik asit, arjinin, aspartik asit ve alanin gibi lezzetli amino asitler içerir ama bu miktar 170°C'de 20 dk veya 200°C'de 5

dk kavurma ile önemli ölçüde azalmaktadır (Namiki, 1998).

Lignanlar: Lignanlar β -hidroksifenilpropanın oksidatif birleşme ürünü olarak bilinen, doğal bileşenlerdir ve bitkiler aleminde geniş ölçüde minör bileşenler olarak bulunurlar. Özellikle ağaç kabuklarında bulunurlar. Bazı lignanlar antitümör ve antivirüs etkileri ile bilinirler. İlginç bir şekilde susam tohumu sesamin, sesamolin, sesaminolü önemli miktarda içerir. Susam lignanları farklı fonksiyonel aktiviteleri ile susam tohumunun en önemli ve karakteristik bileşenleridir. Susamda en fazla bulunan lignanlar sesamin ve sesamolindir (Budowsky, 1964).

Sesamin β - β' (8-8') iki koniferil alkol radikali ile bağlanır ve tipik lignan yapısındadır. Kayın ağacı gibi diğer bitkilerde de az miktarda bulunmuştur. Susam tohumunda sesamin yüksek miktarda bulunur, susam yağında oranı yaklaşık %0.4'dür (Tashiro ve ark., 1990). Sesamin yüksek derecede hidrofobiktir ve ham susam yağı üretimi saflaştırma aşamasında vakum-deodorizasyon prosesinden elde edilen köpükten kolayca kristal halde elde edilebilir. Ancak elde edilen bu ürün, sesamin ve yağın saflaştırılması işleminde oluşan episesamin (ara ürün) 1:1 oranında karışım halindedir. Bu nedenle saf sesamin elde edebilmek için kolon kromatografi ile saflaştırma gereklidir (Kushiro ve ark., 2002). Episesamin bazı fizyolojik etkilerde doğal sesaminden daha güçlü aktivite gösterir. Son zamanlarda sesaminin stereo kimyasal yapısı ve farklı termodinamik özellikleri üzerine detaylar spektroskopik bilgi ve teorik hesaplamalarla aydınlatılmıştır (Hsieh ve ark., 2005).

Sesamin susam yağındaki %0,4 oran ile susam tohumundaki başlıca karakteristik lignandır ama hiç serbest fenol gruba sahip değildir ve klasik *in vitro* testlerde çok zayıf antioksidan etki gösterir ya da hiç göstermez. Buna rağmen sesamin, canlı ortamdaki (*in vivo*) antioksidan aktivitesine bağlı olduğu düşünülen önemli fizyolojik aktiviteler gösterir (Namiki, 2007).

Sesamolin, sesamin tipi yapıda bir asetal oksijen köprüsü içeren eşsiz bir yapıdır ve susam tohumunun karakteristik lignanı olarak görülmektedir. Yağda oranı yaklaşık %0,3'dür (Tashiro ve ark., 1990). Sesamolin ısıtma ile sesamol ve sesamol dimmere, kimyasal rafinasyon ve ağartma gibi işlemlerle de sesamol ve sesaminole dönüşür (Nagata ve ark., 1987).

Sesamolin susam tohumundaki ikinci major lignan bileşenidir ve kimyasal bileşiminde bir tane oksijen köprüsü içeren karakteristik bir yapıya sahiptir. Susam yağındaki oranı %0,3'dür. *in vitro* testlerde belirgin bir antioksidan aktivite göstermez fakat *in vivo* testlerde lipit peroksidasyonunu engellediği gözlenmiştir (Kang ve ark., 1998a).

Yukarıdaki sonuçlar gösteriyor ki sesamin ve sesamolin tek başlarına ve *in vitro* ortamlarda çok az antioksidan etki gösterirken ya da hiç antioksidan etki göstermezken, canlı ortamda (*in vivo*) yapılarında meydana gelen metabolik değişiklikler vasıtasıyla güçlü antioksidanlar haline gelen proantioksidanlar olarak etki ederler. Dahası sesamin metabolik faaliyet yoluyla daha güçlü antioksidan etkiye sahip kateşol tipi bir maddeye dönüşür.

Sesaminol, susam tohumunda bulunan sesamolinol, piroresinol ve diğer antioksidan özellikte aktif bileşenler miksi arasından izole edilmiştir (Fukuda Y. ve ark., 1985a; Osawa ve ark., 1985) ve yağın dekolorizasyon prosesinde sesamolinden ara ürün olarak üretilebilmektedir (Fukuda Y. ve ark., 1985b). Tohumdaki oranı çok az olmasına rağmen (örneğin 1.0 mg/100 g serbest formda), rafine ham susam yağındaki sesaminol içeriği 120-140 mg/100 g'dır (Nagata ve ark., 1987).

Sesaminol susam lignanları içinde *in vitro* sistemlerde en fazla antioksidan etki gösteren lignandır. Sesaminol triglikozitleri, susam tohumunda glikozit formda toplam lignan içeriğinin %32'si ile en fazla bulunan lignan glikozitleridir. Her ne kadar sesaminol glikozitleri doğrudan bu formu ile antioksidan etki göstermese de, susam tohumunun tüketimini takiben barsakta β -glikozidasyon ile serbest sesaminole hidrolize olduğu ve antioksidan olarak görev yaptığı bildirilmiştir (Katsuzaki ve ark., 1994).

Sesamol, kavrulmuş susamda veya işlenmiş yağda bulunan etkili bir antioksidandır (Budowski, 1964). Metilendioksi gruba sahip fenolik bir türev bileşendir ve E vitamini gibi bu bileşen de bir antioksidan olarak bilinir (Uchida ve ark., 1996; Ando ve ark., 2000). Aynı zamanda kararsız serbest radikal haldeki Maillard ürünlerinden kanserojen imidazokuinokzalin tipi heterosiklik aminlerin oluşumu da engeller (Kato ve ark., 1996).

Sesamin ve sesaminolün farklı fonksiyonel aktiviteleri üzerine yapılan

çalışmalarda en fazla ilgi susam tohumundaki lignan içeriği üzerine odaklanmaktadır. Her ne kadar yağ içeriği ile sesamolin içeriği arasında herhangi bir korelasyon bulunmasa da susam tohumunun yağ oranı ile yağın sesamin içeriği arasında ciddi bir pozitif korelasyon gözlendiği bildirilmiştir (Tashiro ve ark., 1990).

Chang ve ark. (2002) yapmış oldukları çalışmada, susam kabuğu etanolik ekstraktının antioksidan aktivitesini DPPH'in % inhibisyonu açısından analiz etmişler ve 1 mg susam kabuğunun etanolik ekstraktının antioksidan aktivitesinin (%91.4) olduğunu ve 1 mg tokoferole (%90.5) eşdeğer olduğunu, fakat linoleik asit peroksidasyonunda ise 1 mg bütillenmiş hidroksianisolden (%98.6) daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir. HPLC analizi ile lignan olan sesamin ve sesamolinin susam kabuğunun etanolik ekstraktında da bulunduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak antioksidan aktiviteye yüksek etkisi olan β -karoten ile pozitif etkileşimde olan fenolik bileşenler ve tetratriterpenoidlerin susam kabuğunun etanolik ekstraktındaki varlığını kromotografik analiz ile belirlemişlerdir. Bu sonuçlar eşliğinde, serbest radikal reaksiyonunun sonlanması, metal bağlama yeteneği ve reaktif oksijenin bağlanması susam kabuğunun etanolik ekstraktının antioksidan aktivitesinin yüksek seviyede etkili olduğu da vurgulanmıştır.

Özellikle Japonya ve Çin'de susam içeren her türlü gıdanın yaşlanmayı önlediğine inanılmaktadır. Yakın zamana kadar bunu ispatlayacak herhangi bir bilimsel veri yoktu. Susam tohumunun ve susam yağının farklı antioksidan aktiviteleri ile ilgili kimyasal bilgi birikimine dayanarak Yamashita ve arkadaşları tarafından antiaging etkisi üzerine yaşlanması hızlandırılmış fareler (SAM) kullanılarak bilimsel çalışmalar yapılmıştır (Yamashita ve ark., 1990). Standart diyetle beslenen grupta 4-5 ay sonunda tüm yaşlanma belirtileri ilerlerken, susam tohumu destekli diyetle beslenen grupta yaşlanma yavaşladı ya da engellendi. Bu özellikle göz çevresi lezyonları, sa parlaklığı ve derideki yaşlanmada net olarak ortaya çıkmıştır. İki grup arasındaki genel görüntü bariz şekilde farklıdır ve susam tohumu içeren diyetle beslenen grup daha iyi görünmektedir. 7 ay boyunca susam içeren diyetle beslenen denek farelerde lipit peroksit ve karaciğerdeki yaşlanma pigmenti olan lipofustin seviyelerinde hafif bir baskılanma ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinde artış grlmştir.

Bu sonuçlar, susam tohumunun lipit peroksidasyonu gibi yaşlanmaya sebep olan faktörlerin birikimini engelleyen bileşenler içerdiğini gösteriyor (Yamashita ve ark., 1990; Namiki ve ark., 1993; Yamashita ve ark., 1994). Susamdaki karakteristik lignanlar bu etkinin sebebi olarak düşünülür.

Tokoferol içeriği: Susam tohumunda en fazla bulunan tokoferol γ - izomer'dir ve susam tohumu az miktarda E vitamini aktivitesi gösterir. Bununla beraber E vitamini gibi yaşlanmayı geciktirir. *in vivo* ortamda bu durumu ele alan ve yüksek etkiyi tespit eden fare ve insan denemeleri vardır (Yamashita ve ark., 1992; Cooney ve ark., 2001).

Susam tohumundaki γ -tokoferol'ün plazma seviyelerinin yüksekliği insanlar üzerinde yapılan testlerde de ispatlandı. Çalışma eşit miktarlarda susam tohumu, ceviz ve soya yağından elde edilen γ -tokoferol içeren muffinler (n=9) kullanılarak yapılmıştır. 3 günlük periyotta günlük yaklaşık 5 mg γ -tokoferol tüketilecek şekilde yapılan çalışma sonuçları göstermiştir ki, susam tohumu grubunda serum γ -tokoferol seviyesi ciddi miktarda artarken (%19) β -tokoferol seviyesi düşmüştür (%34), ancak bu sonuçlar ceviz ve soya yağında görülmemiştir. Böylece susam tohumu tüketiminin plazmadaki γ -tokoferol seviyesini önemli ölçüde arttırdığı ve değişen plazma tokoferol oranlarının E vitamini biyoaktivitesini geliştirdiği belirlenmiştir (Namiki, 2007).

Dahası susam yağı tüketimi ile İsveç kadınlarının serumlarındaki γ -tokoferol konsantrasyonunun arttığı raporlanmıştır (Lemcke-Norojarvi ve ark., 2001).

Yukarıdaki sonuçlar susam tohumu içeriğinde vücuttaki γ -tokoferol seviyesini koruyan bir bileşen olabileceğini gösteriyor. Lipit peroksidasyonu üzerine tipik susam lignanları olan sesamin ve sesaminolün etkisi fareler üzerinde araştırılmıştır. Sonuçlara göre kontrol grubunda karaciğerdeki TBARS (Tiyobarbütirik asit reaktif maddeleri) değerindeki artış, α -tokoferol veya γ -tokoferol ile lignanların ilavesi sonucu belirgin bir şekilde baskılanmış, sadece γ -tokoferol ilavesiyle de hafif bir baskılama görülmüştür. İlginç bir şekilde plazmada oldukça yüksek γ -tokoferol seviyesi sadece lignan ilaveli gruplarda gözlenmiş ve sesaminolün sesaminden daha etkili olduğu görülmüştür (Yamashita ve ark., 1992). Bu nedenle E vitamini aktivitesinde görülen fark edilebilir değişiklikler sadece, susam tohumunda bulunan γ -tokoferol tarafından sağlanmamakta, susam lignanları ile γ -tokoferol kombinasyonu artan sinerjik bir etki yapmaktadır

(Namiki, 2007).

Normal diyetlerde genellikle γ -tokoferol, α -tokoferole göre daha fazla tüketilmesine rağmen, insan plazmasında iz miktarda γ -tokoferole rastlanırken başlıca tokoferolün ise α -tokoferol olduğu anlaşılır. Yapılan çalışmalar diyetteki susam tohumu tüketiminin plazmadaki γ -tokoferolü arttırdığı gibi α -tokoferol seviyesini de arttırdığını göstermektedir. Eğer vücutta α -tokoferol belli bir seviyenin üzerinde, fazlaca bulunuyorsa, ve aynı zamanda sadece susam tüketilse bile, enteresan bir durum olarak, vücutta γ -tokoferole rastlanmıyor (Yamashita ve ark., 1995). Bu da canlı ortamda (*in vivo*) E vitamini ile ilgili olarak α -tokoferolün, γ -tokoferole tercih edildiğini gösteriyor.

Lipit peroksidasyonu üzerinde susam lignanları ile tokoferolün sinerjik etkisi, merkezi sinir sisteminde bulunan dokosaheksanoik asit (DHA) kullanılarak gözlenmiştir. İlgili çalışmada, sesamin ve sesaminol içeriği yüksek bir susam tohumu varyetesi kullanıldığı zaman γ -tokoferol seviyesi, farelerin karaciğer ve beyinlerinde çok ciddi miktarda artarken, böbrek ve serumda da dikkate değer bir artış gözlenmiştir (Ikeda ve ark., 2000).

Fare karaciğeri mikrozom veya mitekondrisi kullanılan bir biyolojik deney sisteminde katalist etkili lipit peroksidasyonunun, susam lignanlarının ve tokoferolün sinerjik etkisi ile ciddi düzeyde inhibe edildiği bildirilmiştir (Ghafoorunissa ve ark., 1994). Farelerde demir-uyarımlı (iron-induced) oksidatif stres ile ilişkilendirilmiş antioksidan etki çalışmalarında susam yağı ve sesaminin birlikte kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Hemalatha ve ark., 2004).

Yukarıda bahsedildiği gibi, yaygın olarak kullanılan bitkisel yağlar γ -tokoferolce zengindir, ancak plazma ve karaciğerdeki seviyesi α -izomerine göre çok daha düşüktür. İzomerler arasındaki bu farkın hepatik α -tokoferol taşıma proteinine (α -TTP) bağlanma kapasitesi sonucu olduğu düşünülmektedir. Bir çalışmada, bu bağlamda α - ve γ -tokoferollerin safrada salgılanması ve susam tohumunun salgılama üzerine etkisi, fare denemeleri ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, α -tokoferol grubu ve α - + γ - tokoferol grubunda aynı seviyede artışla beraber, plazmada olduğu kadar karaciğerde de fark edilebilir derecede yüksek α -tokoferol konsantrasyonu sağladığını göstermiştir. γ -tokoferol seviyesindeki artış ise sadece γ -tokoferol grubunda düşük bir seviyede

görülmüş ve bu seviyenin sesamin veya susam tohumu ilavesiyle önemli miktarda arttığı gözlenmiştir. α -tokoferol ve γ -tokoferol konsantrasyonları karaciğerdekine kıyasla daha düşük olsa da, benzer bir eğilim safrada da gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre safra salgılamasının α - ve γ -tokoferollerin major metabolik rotası olmadığı bildirilmiştir (Yamashita ve ark., 2000; Ikeda ve ark., 2002).

α -tokoferol biyolojik membranlarda, lipit peroksidasyonuna karşı potansiyel bir antioksidandır. Beyindeki yüksek oranda bulunan DHA (dokosaheksaenoik asit), beyin çeşitli oksidatif streslere karşı hassasiyetinin yüksek olma sebeplerinden biridir. Bazı raporlarda Alzheimer hastalığına beyindeki oksidatif stresin de içinde bulunduğu bazı dejeneratif düzensizliklerin neden olduğu geçmektedir (Abe ve ark., 2005). Susam tohumu veya lignanlarının serumdaki tokoferol konsantrasyonunu arttırması ve α -tokoferol ile tedavi uygulaması sonucu Alzheimer hastalığının ilerlemesinin yavaşlaması (Sano ve ark., 1997) etkilerine dayanarak susam tohumunun beyindeki tokoferol seviyesi üzerine etkisi incelenmiştir. Fareler susam tohumu ile birlikte veya tek olarak normal (50 mg/kg) ve yüksek oranda (500 mg/kg) α -tokoferol içeren diyetlerle 8 hafta boyunca beslenmiştir. Yüksek tokoferol içeren diyet ile, normal tokoferol içeren diyetle kıyasla beyinde göz ardı edilebilir bir artış olurken karaciğerde belirgin bir tokoferol konsantrasyonu artışı (yaklaşık iki katı oranda) görüldü. Çalışmada yüksek oranda (500 mg/kg) α -tokoferol içeren diyetin beyindeki α -tokoferol konsantrasyonunu diğer dokulara göre çok daha az oranda arttırdığı görülmektedir. İlginç bir şekilde beyinde en belirgin tokoferol artışının susam tohumu içeren normal diyetle sağlandı ve artış özellikle de beyin hafıza aktiviteleri ile ilgili bölümü olan hipokampta görüldü. Susam içeren diyetin beyindeki α -tokoferol konsantrasyonunu ciddi miktarda arttırırken neden karaciğerde benzer bir etki yapmadığı henüz açıklanabilmiş değildir (Abe ve ark., 2005). Normal diyetle beslenen farelerde beyinde önemli bir α -tokoferol konsantrasyonu artışı kaydedilirken γ -tokoferole rastlanmadı. Bununla birlikte diyetle susam lignanı eklendiğinde serebral kortekste önemli miktarda γ -tokoferol bulundu ve sesaminolün sesaminden daha iyi aktivite gösterdiği gözlemlendi (Yamashita, 2004).

Yukarıda bahsedildiği üzere, susam tohumu ve lignanlarının özellikleri üzerine yapılan kimyasal ve nutrasötik çalışmalar ile tüm Asya'da binlerce yıldır geleneksel

diyetin önemli bir parçası olan susam tohumunun çeşitli yararlı etkileri ifade edilmeye çalışılmıştır.

Susamın fonksiyonları üzerine nutrasötik çalışmalardaki bu olağanüstü gelişme, susam yağının yüksek seviyede antioksidan özelliklerinin kimyasal açıdan açıklanması ile başlamıştır. Antioksidan bileşenler kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve yaşlanma gibi günlük hayatımızda karşımıza çıkan hastalıklardan koruyan önemli maddelerdir (Shibamoto ve ark., 1998).

Susam üzerine yapılan çeşitli fonksiyonel çalışmalar kısmen yeni keşfedilen bir lignan olan sesaminol ve ağırlıklı olarak da sesamin üzerine yapılmaktadır. Bu lignanların susamın fonksiyonel aktivitelerindeki temel faktörler olduğu kanıtlanmıştır. Her ne kadar sesamin ve sesaminol glikozitleri susam tohumunda bulunan başlıca lignanlar olsalar da, *in vitro* testlerde göz ardı edilebilen zayıf antioksidanlar olarak gözlemlenmektedirler. Bu çelişki yakın zamanda, sesaminin alımdan sonra bazı karaciğer enzimleri veya barsak mikroorganizmaları ile metabolize olarak güçlü serbest kateşol tipi antioksidan ürünlere dönüşmesi ile açıklanmıştır. Sesaminol glikozitleri de serbest sesaminole dönüşür. Bu nedenle tüketim sonrası sindirim esnasında, *in vivo* olarak üretilen güçlü antioksidan lignan türevlerinin susam tohumunun çeşitli fonksiyonel etkilerinin oluşumunda önemli bir rol aldığı düşünülmektedir.

Susam lignanlarının, E vitamini aktivitesinde tokoferollerle sinerjik etki yapması ve yağ asitleri metabolizmasında spesifik inhibisyon etkisi gibi kendine has çeşitli fonksiyonları olduğu bulunmuştur. Bu etkiler, polifenollerin sebep olduğu antioksidan aktivitelerinden farklıdır ve etkiler her zaman antioksidan aktivitelerinden kaynaklı olarak ortaya çıkmayabilir.

Susam lignanlarının stereokimyasal yapısı ilgili diğer bir önemli konu da gıda işleme sırasında ortaya çıkan sentetik episesamindir ve doğal sesaminden daha güçlü fizyolojik etki göstermektedir. Bu bulgu, susam lignanlarının fonksiyonel mekanizmaları üzerine daha ileri moleküler biyokimyasal çalışmaların yapılması gerektiğini gösteriyor.

Tüm Asya ülkelerinde, kısmen Çin, Kore ve Japonya'da susam tohumu ve yağı çok çeşitli kullanımlar ile günlük diyeteye dahil olur ve bu ülkelerdeki insanlar çok lezzetli ve aromatik olan susam tohumu ve yağını içeren çok çeşitli gıda ürünlerini severek

tüketirler. Batı ülkelerinde ise susamın kullanım alanı çeşitliliği oldukça azdır ve genellikle düşük bir tüketim oranı ile ekmekek ve bisküvi gibi ürünler de çeşni olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, dünya çapında birçok insanın damak tadına uygun, susam içeren çeşitli gıdalar geliştirilmesi önerilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan olan 20 adet susam çeşidi ve çeşidin renk özellikleri aşağıda listelenmiştir. Örnekler tohum geliştirme üzerine çalışan resmi ve özel kuruluşlardan temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyal

| Çeşit Adı | Renk | Numunenin Temin Edildiği Yer |
|----------------|------------|---|
| Boydak | Koyu Sarı | Gap Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Arslanbey | Siyah | Gap Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Hatipoğlu | Kahverengi | Gap Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Küncü | Sarı | Verimliler Tarım San. Tic.Ltd.Şti. (Konya-Akören) |
| Hindistan* | Beyaz | Verimliler Tarım San. Tic.Ltd.Şti. (Konya-Akören) |
| Antalya Sarısı | Sarı | Özel Firmalar |
| Akören | Kahverengi | Özel Firmalar |
| Kepsut 99 | Beyaz | Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Cumhuriyet 99 | Beyaz | Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Osmanlı 99 | Beyaz | Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Tan 99 | Beyaz | Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Orhangazi 99 | Beyaz | Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Sarısu | Sarı | Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Tanas | Sarı | Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü |
| Batem Aksu | Kahverengi | Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü |
| Batem Uzun | Koyu sarı | Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü |
| Muganlı 57 | Sarı | Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü |
| Özberk 82 | Koyu sarı | Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü |
| Baydar 2001 | Koyu sarı | Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü |
| Gölmarmara | Beyaz | Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü |

*Türkiye’de çoğaltılan yabancı tür.

3.2. Metot

Susamlar 8 saat süreyle kabuğunu yumuşatmak için ıslatılmıştır. Yumuşayan kabuk sürtünme yoluyla soyulup, 12-18 bomelik tuzlu su salamurası ile çekirdek ve kabuk birbirinden ayrılmıştır. Elde edilen çekirdekler etüvde 40 °C sıcaklıkta kurutulup, analiz için hazır hale getirilmiştir.

Tanede Yapılacak Analizler;

Rutubet tayini: 105±2 °C'a ayarlanabilen etüvde sabit tartıma ulaşana kadar tutularak belirlenmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990).

Toplam protein: Protein analizi Dumas yöntemine göre (NDA 701 Dumas Nitrogen Analyser) gerçekleştirilmiştir. Dumas yönteminin prensibi, yakma sonrası gaz fazına geçen nitrojenin ölçülmesi şeklindedir. Örnekler 800-950°C'de yakılmak üzere saf oksijen ile alevlendirilmektedir. Yanma ile oluşan artık gazlar filtrelerde tutularak atılmakta ve sıcak bakır üzerinde oksijen uzaklaştırılarak NOx'in N₂'ye dönüşmesi sağlanmaktadır. Böylece helyumun taşıdığı nitrojen termal iletkenlik ile ölçülerek kantitatif analiz yapılmaktadır. Protein miktarı ise, bulunan bu azot miktarı ile protein çevirme faktörünün çarpılması sonucunda elde edilmiştir.

Toplam yağ: Cihazın cam krozelerini sabit tartıma getirmek için 105 ± 5 ° C' de 1 saat kadar tutulup, desikatöre alınarak soğutulduktan sonra daraları kaydedilmiştir. Analiz için gerekli 2-10 g arasındaki numune, homojen hale getirmek için havanda ezilip ve 10x10 cm'lik süzgeç kağıdına tartılarak kartuşlara yerleştirilmiştir. Kartuşların metal başlıkları takıldıktan sonra cihaza yerleştirilmiştir. Krozelere de 30-70 ml arasında hekzan (çözücü) koyularak cihaza yerleştirilmiştir. Cihazın su bağlantısı açılarak cihaz 5 saat ekstraksiyona ayarlanır ve çalıştırılmıştır. Süre bitiminde 105 ± 5 °C' de cam krozeler etüvde sabit tartıma gelene kadar bekletilip, desikatörde soğutulup, tartılarak yağ oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOCS, 1990);

$$T = (M_2 - M_1) / M_3 \times 100$$

T: Numunedeki % yağ miktarı

M₁: Kroze darası (g)

M₂: Kroze + yağ miktarı (g)

M₃: Numune miktarı (g)

Yağ Analizleri;

Ekstraksiyon: Analizlerde kullanılacak susam yağları soğuk ekstraksiyon yöntemi kullanılarak hekzanla 25 °C'de 8 saat karıştırılarak yapılmıştır. Bu amaçla 10 g örnek için 100 ml hekzan kullanılmıştır. Elde edilen çözeltilerin hekzanı rotary evaporatörde vakum altında 40 °C'de uçurularak yağ elde edilmiştir (El-Adaway ve Taha, 2001).

Lignanların kromatografik analiz şartları: Mobil faz: metanol: su = 75: 25 (V / V); Akış hızı: 1 ml / dk; enjeksiyon hacmi: 20 µL, kolon; C18 (250mm x 4.6 mm, 5 µm); Detektör: diyot array detektör; deteksiyon dalga boyu: 280nm (Xu ve ark., 2006).

Çekirdek yağlarının tokoferol miktarının belirlenmesi: 200 µL örnek veya standart endorf tüplerine konulmuştur. 100 µL alfa-tokoferol asetat ilave edilmiştir (internal standart).100 µL etil alkol ilave edilmiştir. 5 saniye vorteks yapılmıştır. 0,5 mL n-hekzan ilave edilip, 2 dakika vortekslenmiştir. 5 dakika 2000 g'de santrifüjlenmiştir. Üst fazdan 200 µL alınıp, azot altında kurutulmuştur. 200 µL etil alkolde çözünüp, enjektör ucuna takılan filtre ile filtre edilmiştir. 20 µL'si kolona enjekte edilerek, sonuçların hesaplanması: Örnek alanı x Standarttaki IS alanı/ Örnekteki IS alanı = µmol/L formülüne göre yapılmıştır.

Kolon özellikleri: 150/4.6 mm, 5 µM C18 kolonu

Mobil faz bileşimi: %70 Asetonitril %20 Diklorometan % 10 Methanol. Mobil faz 0.2 µM çapında filtreden geçirilerek süzülür.

Mobil faz akış hızı: 1 mL/dakika

Akış özelliği: İzokratik

Fırın sıcaklığı: Oda sıcaklığı

Detektör: UV/VIS (291 nm ve 325 nm)

Enjeksiyon hacmi: 40 µL

Standart/ standart için çözen:Standart ve internal standart etil alkolde çözülmüştür.

Yağ asitleri kompozisyonu (GS-MS): Yağ asitleri kompozisyonu için metil ester oluşturma: 5 mL'lik vida kapaklı deney tüpüne 0.1 g yağ örneği tartılmıştır. Üzerine 0.2 mL, 2 N metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ve birkaç damla metiloranj çözeltisi ilave edilip, PTFE-septumla birlikte tüpün kapağı kapatılmıştır. 30 saniye süreyle kuvvetlice çalkaladıktan sonra üst faz oluşuncaya kadar beklenmiştir (Anon., 2006). Yağ asitlerinin metil esterleri (1 µL) GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectroscopy) cihazında incelenmiştir.

GC-MS şartları:

| | |
|--------------------------|---|
| GC kromatograf: | Agilent 7890A Serisi |
| Otomatik örnekleiyici: | Agilent 7683 Enjektör ve örnek tablası |
| Kolon: | HP-88, 100 m x 0,25 mm x 0,2 µm (p/n 112-88A7) |
| GC İnlet: | 260°C, split ratio 30:1 |
| Taşıyıcı gaz: | Helyum, sabit akış, 20 cm/sn |
| Fırın sıcaklık programı: | 140°C (5 dk)'den 240°C (15 dk)'ye 4°C/dk artış hızı ile |
| Enjeksiyon hacmi: | 1 µL |
| Kütle seçimli dedektör | 5975C MSD |
| Transfer hattı | 280 °C |
| Çözücü piki çıkış zamanı | 10,5 dk |
| Algılama modu: | Tarama (40-400 amu) |

İndüksiyon Periyodu: Elde edilen susam yağları AOCS Cd 12b-92'e göre analiz edilmiştir. İndüksiyon periyodu, belirli sıcaklık ve hava akışında yağların oksidasyonu sonucu oluşan uçucu bileşenlerin artışına paralel, belirli bir kırılma noktasının belirlendiği bir değerdir. İndüksiyon periyodu, parçalanma ürünlerinin damıtık suya transfer olması sonucu suyun iletkenliğinde oluşan değişimle ölçülür. İndüksiyon periyodu ne kadar uzun ise yağın oksidatif stabilitesi o denli yüksektir. Bu yöntemde örnekler 110°C'de 20L/saat hızla akışı verilerek, Ransimat 892 cihazı (Metrohm AG, Herisau, İsviçre) kullanılarak yapılmıştır ve indüksiyon periyodu sonuçları saat olarak verilmiştir (Anonymous, 2006).

Peroksit Değeri: Peroksit değeri, AOCS Official Method Cd8-53 (Anonymous, 2006)'e göre belirlenmiştir. Yağ örneğinden 2-5 g tartılarak erlene alınmiştir. zerine 10 ml kloroform ve 15 ml asetik asit zltisi eklenmiştir. Sonra 1 ml doymuş potasyum iyodür zltisinden eklenerek ağzı kapatılıp, 1 dakika çalkalandıktan sonra, 5 dakika süreyle karanlık bir yerde bekletilmiştir. Daha sonra zltinin üzerine 75 ml saf su ve 4-5 damla nişasta zltisi eklenmiştir. Ayarlı 0.002 N sodyum tiyosülfat zltisi ile renk kaybolana kadar titre edilmiştir. Titrasyon işlemini bitirmeden önce erlen çalkanarak su fazına geçmeyen iyodun kalmaması sağlanmiştir (AOCS 1990). Peroksit miktarı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmiştir.

$$\text{Peroksit değeri} = \left(\frac{v}{m}\right) \times 2,8$$

v: Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat miktarı (ml)

m: rnek miktarı (g)

Renk değerlerinin belirlenmesi: Susam yağlarının Hunter renk değerleri değişimi Minolta Chroma meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) cihazıyla llmştir. Cihaz standart beyaz yüzeyli bir kalibrasyon levhasına karşı kalibre edilmiş ve CIE Standard Illuminant C'ye göre ayarlanmiştir. Yağ örneklerinde renk değerleri temiz cam petri kutularına 20 ml yağ rneği aktarıldıktan sonra standart beyaz zemin üzerinde yine uygun başlığın tutulmasıyla llmştir. Rengin parlaklık koordinatı olan L^* rengin beyazlığı hakkında bilgi verir ve 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişir. a^* koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini, b^* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini gösterir (Morello ve ark., 2004; Sikorska ve ark., 2007).

İstatistiksel değerlendirme: Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulup ve  tekerrürlü olarak yrtlmştir. Araştırma verileri Minitab® paket programında (one way ANOVA) Varyans Analizine tabi tutularak, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey oklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. (Steel ve Torrie, 1980; Mstat-C, 1989).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulup ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma verileri Minitab® paket programında (one way ANOVA) Varyans Analizine tabi tutularak, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Steel ve Torrie, 1980; Mstat-C, 1989).

4.1. Susam tohumlarının rutubet, protein ve yağ içerikleri

Susam tohumlarının rutubet, protein ve yağ içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Susam tohumlarının rutubet, protein ve yağ içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

| Kaynak | SD | Rutubet (%) | | Protein (%) | | Yağ (%) | |
|-------------|----|-------------|----------|-------------|----------|---------|----------|
| | | KO | F değeri | KO | F değeri | KO | F değeri |
| Çeşit farkı | 19 | 0.94265 | 34.04** | 7.24215 | 114.97** | 28.3097 | 61.72** |
| Hata | 40 | 0.02769 | | 0.06299 | | 0.4587 | |
| Toplam | 59 | 19.018 | | 140.12 | | 556.23 | |

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Denemede kullanılan susam tohumlarının rutubet, protein ve yağ içerikleri istatistiksel olarak önemli (p<0,01) çıkmıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.2. Susam tohumlarının rutubet, protein ve yağ içeriklerine ait ortalamaların TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Susam Çeşitleri | Rutubet (%) | Protein (%) | Yağ (%) |
|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| AKÖREN | 1.99±0.03 EFGH | 25.28±0.16 CDEF | 56.83±0.19 BC |
| ANTALYA SARISI | 2.17±0.16 EFG | 21.76±0.11 K | 60.15±0.27 A |
| ARSLANBEY | 1.86±0.08 FGH | 26.91±0.59 A | 49.70±0.43 J |
| BATEMAKSU | 2.77±0.23 BCD | 25.90±0.13 BC | 56.04±0.54 CD |
| BATEMUZUN | 2.17±0.25 EFG | 24.86±0.28 DEFG | 54.85±0.56 CDEF |
| BAYDAR-2001 | 1.79±0.10 FGH | 22.94±0.10 IJ | 50.27±0.61 IJ |
| BOYDAK | 2.41±0.04 DE | 24.17±0.12 GH | 50.05±0.17 J |
| CUMHURİYET-99 | 2.48±0.17 CDE | 22.72±0.09 J | 59.42±0.47 A |
| GÖLMARMARA | 1.56±0.12 H | 24.51±0.41 FG | 52.21±0.84 HI |
| HATİPOĞLU | 3.27±0.32 AB | 25.34±0.30 CDE | 53.16±0.69 FGH |
| HİNDİSTAN | 3.33±0.24 A | 25.44±0.27 CDE | 52.63±0.42 GH |
| KEPSUT-99 | 3.05±0.08 AB | 26.67±0.30 AB | 56.01±0.85 CD |
| KÜNCÜ | 2.28±0.21 DEF | 22.70±0.08 J | 50.16±1.75 IJ |
| MUGANLI-57 | 1.69±0.02 GH | 23.66±0.18 HI | 58.82±0.20 AB |
| ORHANGAZİ-99 | 2.13±0.28 EFG | 25.62±0.19 CD | 54.70±0.17 DEFG |
| OSMANLI-9 | 3.22±0.07 AB | 26.57±0.19 AB | 54.61±0.46 DEFG |
| ÖZBERK-82 | 2.17±0.20 EFG | 25.36±0.34 CDE | 55.78±0.69 CDE |
| SARISU | 1.77±0.12 GH | 24.80±0.15 EFG | 55.13±0.38 CDEF |
| TANAS | 2.76±0.09 ABC | 27.16±0.15 AB | 53.87±0.55 FGH |
| TAN-99 | 2.93±0,04 BCD | 26.62±0,21 A | 53.07±1,15 EFGH |

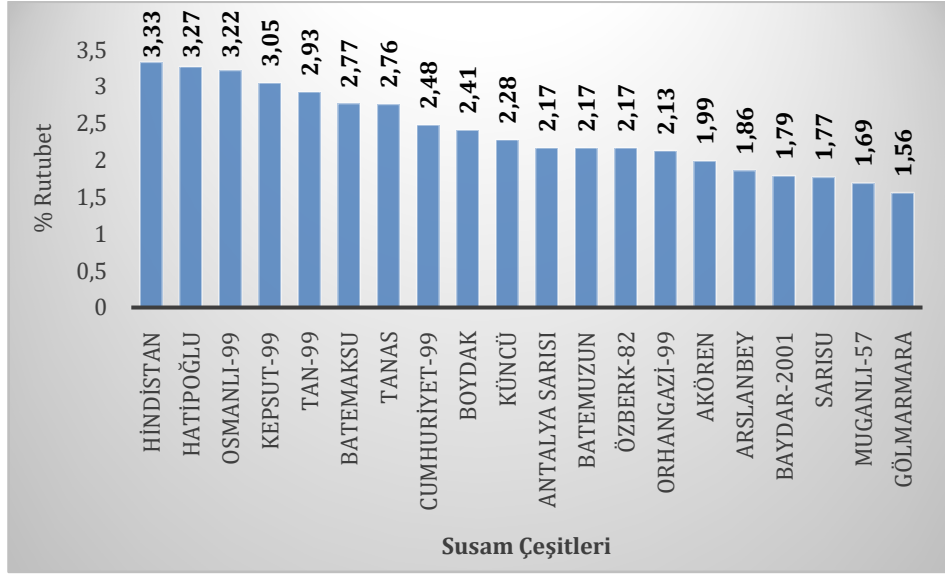
* ,Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Susam tohumlarının rutubet, protein ve yağ içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.2. de sunulmuştur. Tohumların rutubet oranları % 1.56 ile 3.33 arasında bulunmuştur. Bütün susam tohumları aynı ortamda olmalarına rağmen farklı rutubet içeriklerine sahip olmaları, farklı bileşenlerden oluştukları hakkında bilgi vermektedir.

Tohumların protein oranları % 21.76 ile 26.91 arasında bulunmuştur. Susam tohumlarının protein oranlarındaki fark yaklaşık % 5'e kadar çıkmıştır.

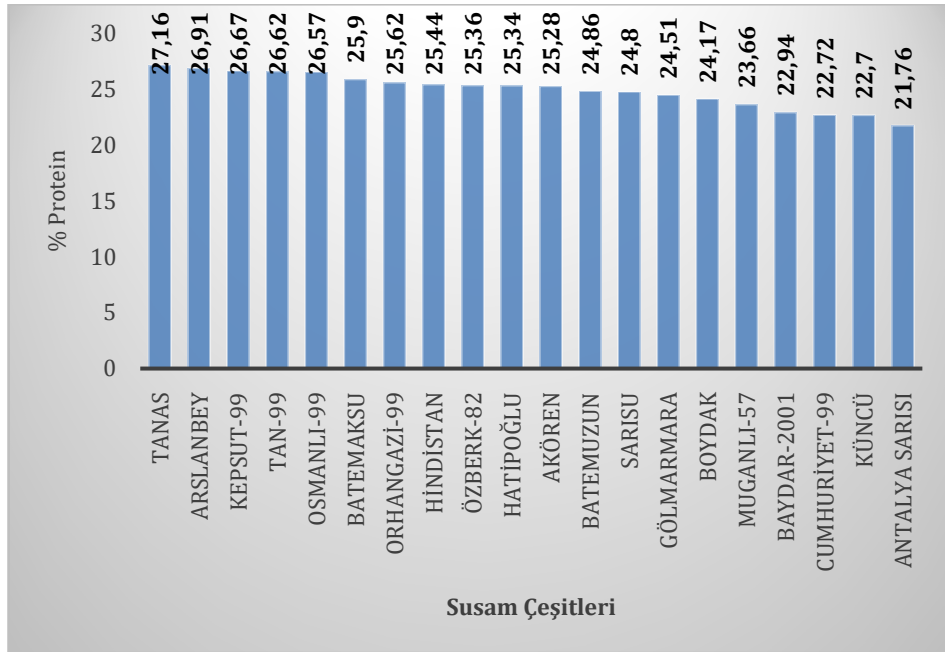
Tohumların yağ oranları % 49.70 ile 60.15 arasında bulunmuştur. Susam tohumlarının yağ oranlarındaki fark yaklaşık % 10'e kadar çıkmıştır.

Susam tohumlarının rutubet içeriklerine ait sonuçlar Şekil 4.1.'de sunulmuştur.



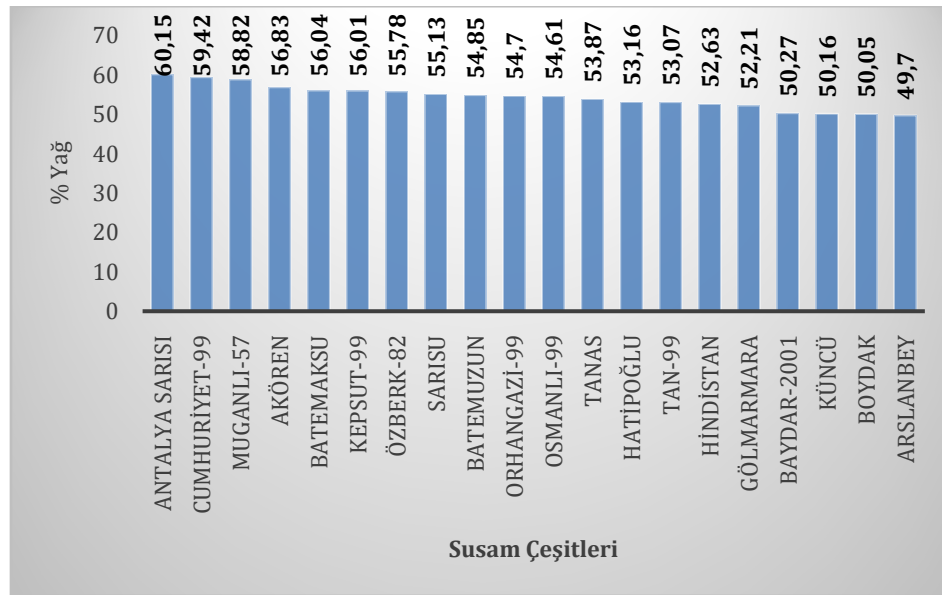
Şekil 4.1. Susam tohumlarının rutubet içeriklerine ait sonuçlar

Susam tohumlarının rutubet içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, 4 çeşidin rutubet oranları %3 ün üstünde iken, 6 çeşidin ise % 2'nin altında olduğu görülmektedir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.2. Susam tohumlarının protein içeriklerine ait sonuçlar

Susam tohumlarının protein içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, Baydar-2001, Cumhuriyet-99, Küncü ve Antalya Sarısı çeşitlerinin en düşük seviyede olduğu görülmüştür (Şekil 4.2.).



Şekil 4.3. Susam tohumlarının yağ içeriklerine ait sonuçlar

Susam tohumlarının yağ içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, Baydar-2001, Küncü, Boydak ve Arslanbey çeşitlerinin % 50'nin altında yağ oranına sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.3.).

Farklı renklerdeki susam tohumlarının farklı yağ içeriklerine sahip olduğu ve beyaz, siyah ve sarı susam tohumlarının ortalama yağ içeriklerinin sırasıyla %55, %47.8 ve %50 olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Wan ve ark., 2015). Yağ oranları tür ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, Namiki (2007), beyaz tohumlu türlerde yağ oranının %55, siyah tohumlu türlerde ise % 47.5 civarında olduğunu bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, en düşük yağ oranına (% 49.7) sahip olan türün en koyu renkli susam olan Arslanbey olması koyu renkli susamlarda yağ oranının düşük olduğu fikrini desteklemektedir. Fakat, koyudan açığa doğru orantılı bir değişim görmemiş olmamız ve hemen hemen aynı renk olmalarına rağmen Küncü çeşidinin yağ oranının % 50.16 bulunurken, Antalya Sarısının % 60.15

bulunması, susamlarda yağ oranında yetiştirme koşulları, iklim ve genetik yapısının daha etkili olduğunu düşündürmüştür.

Linoleik, linolenik ve araşidonik asitler insanlar için elzem yağ asitlerindedir (Namiki, 2007). Susam yağı % 85 doymamış yağ içeriyor olmasına rağmen, oksidatif stabilitesi diğer bitkisel yağlara kıyasla çok daha yüksektir (Sadeghi ve ark., 2009).

4.2. Susam tohum yağlarının sesamol ve sesamin içerikleri

Susam tohumlarının sesamol ve sesamin içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Susam tohum yağlarının sesamol ve sesamin içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

| Kaynak | SD | Sesamol (mg/L yağ) | | Sesamin (mg/L yağ) | |
|-------------|----|-----------------------|-----------|-----------------------|----------|
| | | KO | F değeri | KO | F değeri |
| Çeşit farkı | 19 | 1.16978 | 3011.67** | 166920 | 3990.6** |
| Hata | 40 | 0.00039 | | 42 | |
| Toplam | 59 | 22.2414 | | 3173148 | |

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Denemede kullanılan susam tohum yağlarının sesamol ve sesamin içerikleri istatistiksel olarak önemli (p<0,01) çıkmıştır (Çizelge 4.1.).

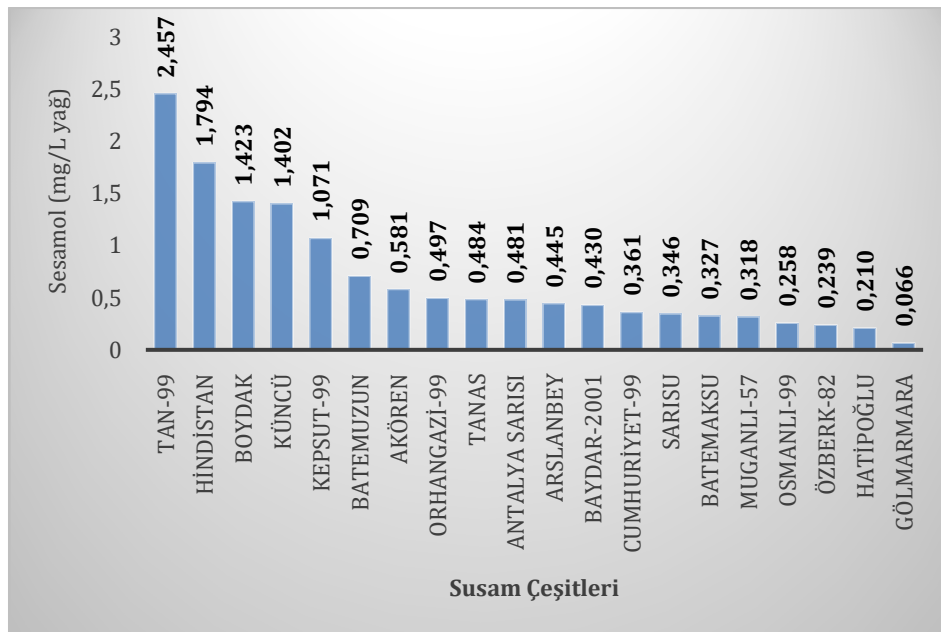
Çizelge 4.4. Susam tohum yağlarının sesamol ve sesamin içeriklerine ait ortalamaların TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Susam Çeşitleri | Sesamol (mg/L yağ) | Sesamin (mg/L yağ) |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| AKÖREN | 0.581±0.0249 F | 255.706±3.804 L |
| ANTALYA SARISI | 0.481±0.0301 GH | 1020.288±15.684 A |
| ARSLANBEY | 0.445±0.0087 GH | 270.326±5.511 L |
| BATEMAKSU | 0.327±0.0210 I | 358.600±4.166 I |
| BATEMUZUN | 0.709±0.0143 E | 858.857±11.340 B |
| BAYDAR-2001 | 0.430±0.0081 H | 395.666±6.773 H |
| BOYDAK | 1.423±0.0146 C | 174.084±4.132 M |
| CUMHURİYET-99 | 0.361±0.0014 I | 379.861±5.607 H |
| GÖLMARMARA | 0.066±0.0069 L | 296.084±3.437 K |
| HATİPOĞLU | 0.210±0.0649 K | 173.473±8.982 M |
| HİNDİSTAN | 1.794±0.0077 B | 772.480±3.200 C |
| KEPSUT-99 | 1.071±0.0212 D | 107.964±1.522 N |
| KÜNCÜ | 1.402±0.0081 C | 564.275±7.577 D |
| MUGANLI-57 | 0.318±0.0059 IJ | 553.918±6.181 DE |
| ORHANGAZİ-99 | 0.497±0.0060 G | 419.149±4.146 G |
| OSMANLI-99 | 0.258±0.0102 JK | 519.408±3.822 F |
| ÖZBERK-82 | 0.239±0.0092 K | 267.233±3.706 L |
| SARISU | 0.346±0.0046 I | 396.421±6.530 H |
| TANAS | 0.484±0.0063 GH | 542.080±3.617 J |
| TAN-99 | 2.457±0.0092 A | 338.194±1.843 E |

*.Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

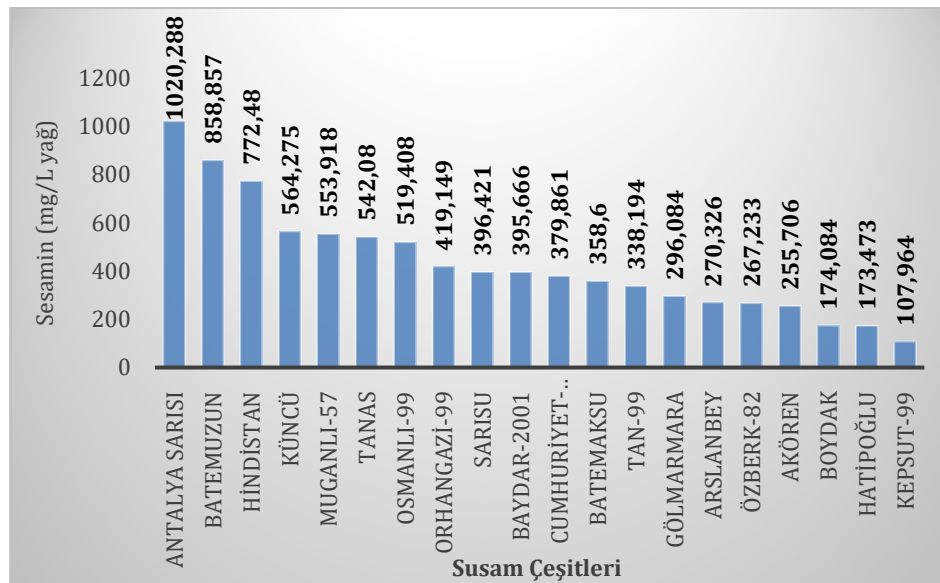
Susam tohumlarının sesamol ve sesamin içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.3.'de sunulmuştur. Tohum yağlarının sesamol içerikleri 0.066 mg/L ile 2.457 mg/L arasında bulunmuştur. Sesamin içerikleri ise 107.964 mg/L ile 1020.288 mg/L arasında bulunmuştur.

Susam tohumlarının sesamol içeriklerine ait sonuçlar Şekil 4.4.'de sesamin içeriklerine ait sonuçlar da Şekil 4.5.'de sunulmuştur.



Şekil 4.4. Susam tohumlarının sesamol içeriklerine ait sonuçlar

Susam tohumlarının sesamol içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, Tan-99 çeşidinin bütün örneklerden yüksek sesamol içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Bunu Hindistan, Boydak, Küncü ve Kepsut-99 örnekleri izlemiş olup, diğer örneklerin sesamol içerikleri 1 mg/L'nin altında bulunmuştur.



Şekil 4.5. Susam tohumlarının sesamin içeriklerine ait sonuçlar

Susam tohumlarının sesamin içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, Antalya sarısı çeşidinin yağının 1020.288 mg/L ile en yüksek seviyede sesamin içerdiği görülmüştür. En düşük sesamin içeriğinin Kepsut-99 çeşidinde olduğu da tespit edilmiştir. Örneklerin çoğunun sesamin içeriğinin 500 mg/L'den az sesamin içerdiği görülmüştür.

Lignan içeriklerindeki en fazla fark yabancı tip susamlarda görülmektedir. Örneğin Hindistan susamı çok düşük bir sesamolin içeriğine sahipken, (sesamin: 256.1 mg/100g ; sesamolin: 35.6mg/ 100g) bir diğer tip olan Endonezya Borneo susamı belirgin şekilde yüksek bir lignan içeriğine (sesamin: 1152.3 mg/100g; sesamolin: 1360.7 mg/100g) sahiptir (Namiki, 1995). Üç yabancı tip içeren 4 farklı susam tipinde lignan kompozisyonları ve içeriklerinde ilginç şekilde farklılıklar gözlenmiştir. Sesamin, *S. indicum* çeşitlerinde ve *S. angustifolium*'da önemli miktarda *S. radiatum* (yağda %2.4)'da bayağı bir yüksek miktarda fakat *S. alantum*'da çok düşük miktarda bulunmuştur. Sesamolin ise *S. indicum* ve *S. angustifolium*'da önemli miktarda fakat *S. alantum* ve *S. radiatum*'da çok düşük miktarda tespit edilmiştir. *S. angustifolium*'da bulunan başlıca lignan sesangolin (yağda % 31.5) olarak ve *S. alantum*'da ise 2-epi-sesalatin (yağda %1.37) olarak bulunmuştur (Jones ve ark., 1962; Kamal-Eldin ve Appelqvist, 1994). Lignan içeriğindeki bu farklılığı açıklamak için susam tohumlarındaki bu antioksidan lignanların biyosentezi üzerine çalışılmış (Kato ve ark., 1998), fakat sesamolin ve sesaminolün biyosentetik rotası henüz net olarak tespit edilememiştir.

Susam tarımı yüksek lignan içeriğine ve fonksiyonel aktiviteye sahip yeni varyetelerin geliştirilmesine odaklanmıştır. Shirato ve grubu geleneksel varyetelerin neredeyse iki katı yükseklikte sesamin ve sesamolin içeriğine sahip birçok yeni susam türleri belirlemiştir (Shirato ve ark., 2000; Shirato ve ark., 2001).

4.3. Susam tohum yağlarının tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon zamanları

Susam tohum yağlarının tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon zamanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Susam tohum yağlarının tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon zamanlarına ait varyans analiz sonuçları

| Kaynak | SD | alfa-tokoferol (mg/ml) | | gama-tokoferol (mg/ml) | | delta-tokoferol (mg/ml) | | İndüksiyon zamanı (saat) | | Peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ) | |
|-------------|----|------------------------|----------|------------------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------|----------|--|----------|
| | | KO | F değeri | KO | F değeri | KO | F değeri | KO | F değeri | KO | F değeri |
| Çeşit farkı | 19 | 0.025966 | 3.2** | 0.03965 | 834.53** | 0.000066 | 0.97ns | 0.221587 | 49.07** | 3.5058 | 28.82** |
| Hata | 40 | 0.008105 | | 0.000048 | | 0.000068 | | 0.004516 | | 0.1216 | |
| Toplam | 59 | 0.8176 | | 0.755258 | | 0.003976 | | 4.3908 | | 71.475 | |

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Denemede kullanılan susam tohum yağlarının delta tokoferol içeriği dışındaki, tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon zamanları istatistiksel olarak önemli (p<0,01) çıkmıştır (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.6. Susam tohum yağlarının tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon zamanlarına ait ortalamaların TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları

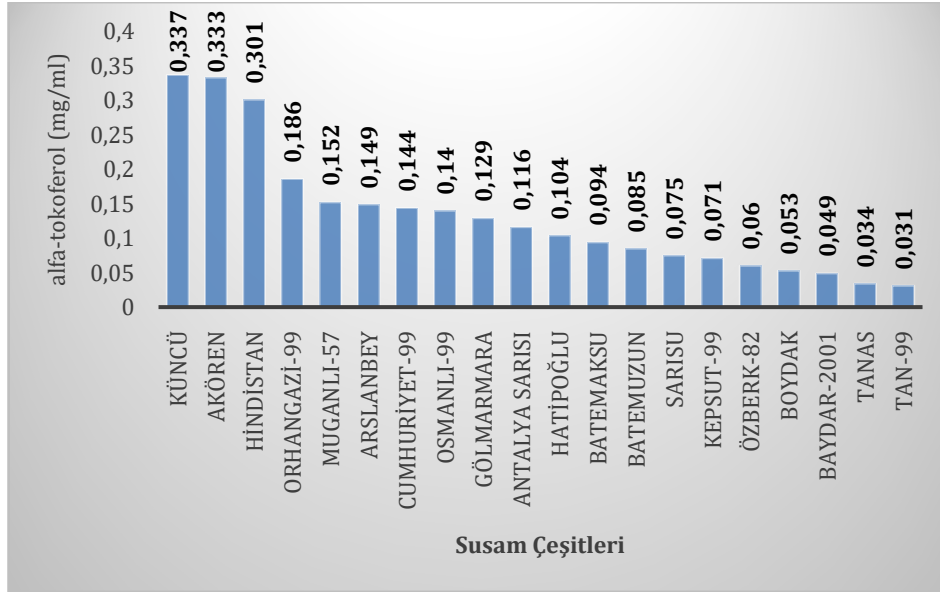
| Susam Çeşitleri | alfa-tokoferol (mg/ml) | gama-tokoferol (mg/ml) | delta-tokoferol (mg/ml) | İndüksiyon zamanı (saat) | Peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ) |
|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| AKÖREN | 0.333±0.4016 A | 0.357±0.0099 E | 0.006±0.005 A | 9.99±0.13 I | 0.77±0.02 H |
| ANTALYA SARISI | 0.116±0.0032 AB | 0.405±0.0050 D | 0.007±0.0012 A | 11.65±0.24 EFGH | 1.24±0.12 BCD |
| ARSLANBEY | 0.149±0.0142 AB | 0.212±0.0046 IJ | 0.008±0.0007 A | 12.43±0.27 CDE | 1.26±0.03 BCD |
| BATEMAKSU | 0.094±0.0117 AB | 0.289±0.0047 F | 0.006±0.0006 A | 11.38±0.52 EFGH | 0.79±0.02 H |
| BATEMUZUN | 0.085±0.0112 AB | 0.352±0.0064 E | 0.008±0.0005 A | 10.66±0.31 HI | 0.86±0.03 FGH |
| BAYDAR-2001 | 0.049±0.0050 B | 0.243±0.0080 GH | 0.007±0.0008 A | 11.27±0.19 FGH | 1.05±0.06 DEF |
| BOYDAK | 0.053±0.0092 B | 0.168±0.0059 K | 0.005±0.0006 A | 13.00±0.24 BCD | 0.89±0.04 FGH |
| CUMHURİYET-99 | 0.144±0.0015 AB | 0.447±0.0031 BC | 0.013±0.0007 A | 11.29±0.21 FGH | 0.89±0.04 FGH |
| GÖLMARMARA | 0.129±0.0018 AB | 0.288±0.0040 F | 0.008±0.0006 A | 11.30±0.16 FGH | 0.69±0.04 H |
| HATİPOĞLU | 0.104±0.0043 AB | 0.192±0.0035 J | 0.007±0.0005 A | 13.41±0.46 ABC | 0.77±0.03 H |
| HİNDİSTAN | 0.301±0.0035 AB | 0.544±0.0129 A | 0.008±0.0004 A | 11.34±0.31 FGH | 1.41±0.06 B |
| KEPSUT-99 | 0.071±0.0053 AB | 0.217±0.0049 I | 0.011±0.0004 A | 11.42±0.33 EFGH | 1.75±0.08 A |
| KÜNCÜ | 0.337±0.0032 A | 0.543±0.0059 A | 0.008±0.0005 A | 13.89±0.28 AB | 0.77±0.06 H |
| MUGANLI-57 | 0.152±0.0037 AB | 0.464±0.0102 B | 0.027±0.0367 A | 10.74±0.33 HI | 1.01±0.06 EFG |
| ORHANGAZİ-99 | 0.186±0.0055 AB | 0.435±0.0060 C | 0.008±0.0007 A | 11.94±0.11 DEFG | 0.82±0.05 GH |
| OSMANLI-99 | 0.140±0.0020 AB | 0.436±0.0051 C | 0.010±0.0012 A | 12.17±0.15 DEF | 1.12±0.11 DE |
| ÖZBERK-82 | 0.060±0.0040 AB | 0.261±0.0061 G | 0.008±0.0006 A | 11.62±1.01 EFGH | 1.15±0.05 CDE |
| SARISU | 0.075±0.0044 AB | 0.344±0.0096 E | 0.008±0.0005 A | 10.88±0.21 GHI | 1.34±0.11 BC |
| TANAS | 0.034±0.0051 B | 0.232±0.0078 D | 0.009±0.0005 A | 14.10±0.21 A | 1.15±0.09 BCDE |
| TAN-99 | 0.031±0.0037 B | 0.395±0.0049 HI | 0.006±0.0007 A | 11.90±0.13 EFG | 1.22±0.09 CDE |

*;Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Susam tohumlarının tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon zamanlarına ait sonuçlar Çizelge 4.6. da sunulmuştur. Analiz edilen tohum yağlarının alfa tokoferol içerikleri 0.031 mg/mL ile 0.337 mg/mL, gama tokoferol içerikleri 0.168 mg/mL ile 0.544 mg/mL ve delta tokoferol içerikleri ise 0.005 mg/mL ile 0.027 mg/mL arasında çıkmıştır. İndüksiyon zamanı en yüksek, yani oksidasyona karşı en dayanıklı örnek Tanas (14.10 saat) çıkmışken, en dayanıksız yağ örneği ise Akören (9.99 saat) çeşidinin yağı çıkmıştır. Tanas ve Akören örneğinin alfa tokoferol oranları indüksiyon zamanı ile kıyaslandığında ters etkili olduğu ya da alfa tokoferolün indüksiyon zamanı üzerinde belirleyici etkisinin zayıf olduğu düşünülmektedir. Elde edilen yağların peroksit değerleri ele alındığında örneklerin sonuçları 0.69 ile 1.75 arasında bulunmuştur.

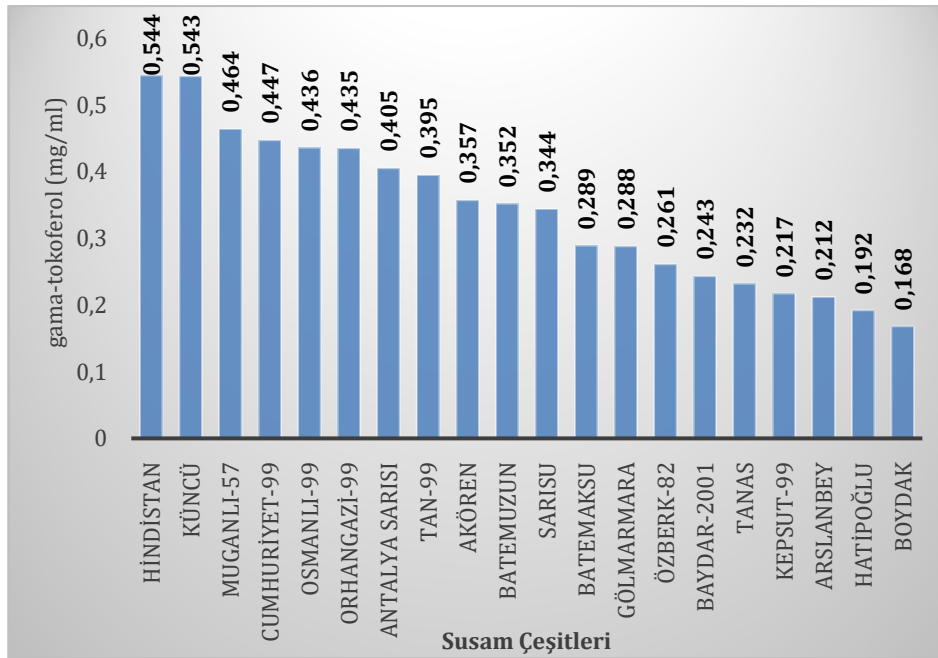
Susam tohumlarının tokoferol içerikleri, peroksit değerleri ve indüksiyon

zamanlarına ait sonuçlar Şekil 4.6.- Şekil 4.10.'da sunulmuştur.



Şekil 4.6. Susam tohum yağlarının alfa-tokoferol içeriklerine ait sonuçlar

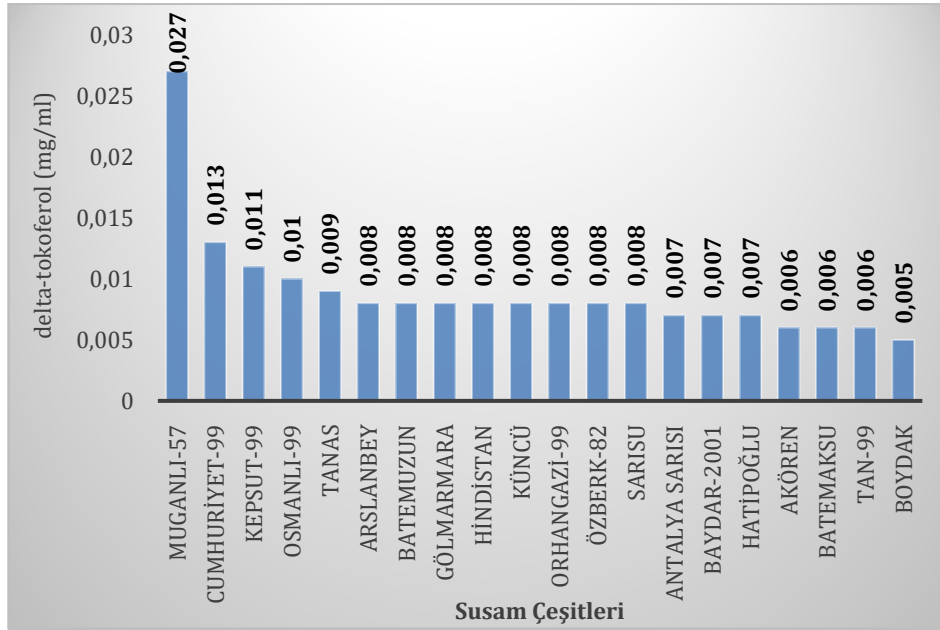
Susam tohumlarının alfa tokoferol içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, Küncü, Akören ve Hindistan örneklerinin diğerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. En düşük alfa tokoferolün ise Tan-99 ve Tanas örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Aued-Pimentel ve ark., (2006) susam yağında alfa tokoferol oranlarını yaklaşık 0.002-0.360 mg/mL aralığında bildirmiştir. Williamson ve ark., (2008) susam yağında alfa tokoferol oranlarını yaklaşık 0.000062-0.000702 mg/mL aralığında bildirmiştir. Bozkurt (2006) susam yağında alfa tokoferol oranlarını yaklaşık 0.0034-0.0089 mg/mL aralığında bildirmiştir. Baydar (2005) susam yağında alfa tokoferol oranlarını yaklaşık 0.0011 - 0.0738 mg/mL aralığında bildirmiştir. Bizim bulgularımız ise 0.031 mg/mL ile 0.337 mg/mL aralığında bulunmuştur. Literatürde alfa tokoferol oranlarının değişimi 0.000062 ile 0.0738 mg/mL aralığında değişmektedir. Bu değişimlerin iklim koşullarına veya yetiştirme lokasyon farklılığına bağlanması güç görünmektedir. Bu durumda alfa tokoferol oranı analizlerinin hatalı yapılmaları ile ilgili bir şüphe oluşmaktadır. Bizim bulgularımız Pimentel ve ark., (2006), Bozkurt (2006) ve Baydar (2005)'in bulguları sınırlarında çıkmıştır.



Şekil 4.7. Susam tohum yağlarının gama-tokoferol içeriklerine ait sonuçlar

Susam tohumlarının gama tokoferol içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, Hindistan ve Küncü örneklerinin diğerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. En düşük gama tokoferolün ise Boydak örneklerinde olduğu belirlenmiştir.

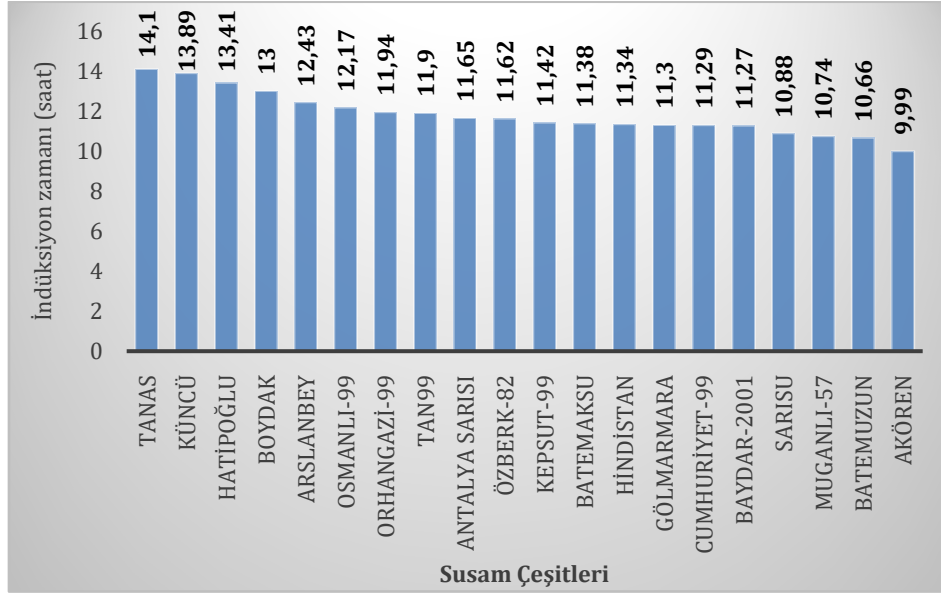
Pimentel ve ark., (2006) susam yağında gama tokoferol oranlarını yaklaşık 0.160-0.570 mg/mL aralığında bildirmiştir. Williamson ve ark., (2008) susam yağında alfa tokoferol oranlarını yaklaşık 0.127-0.194 mg/mL aralığında bildirmiştir. Bozkurt (2006) susam yağında gama tokoferol oranlarını yaklaşık 0.4128-0.7379 mg/mL aralığında bildirmiştir. Baydar (2005) susam yağında gama tokoferol oranlarını yaklaşık 0.1142-0.3115 mg/mL aralığında bildirmiştir. Bizim bulgularımız ise 0.168 mg/mL ile 0.544 mg/mL aralığında bulunmuştur. Literatürde gama tokoferol oranlarının değişimi 0.1142 ile 0.7379 mg/mL aralığında değişmektedir. Bizim bulgularımız literatürde bildirilen sınırlarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Susam tohum yağlarının delta-tokoferol içeriklerine ait sonuçlar

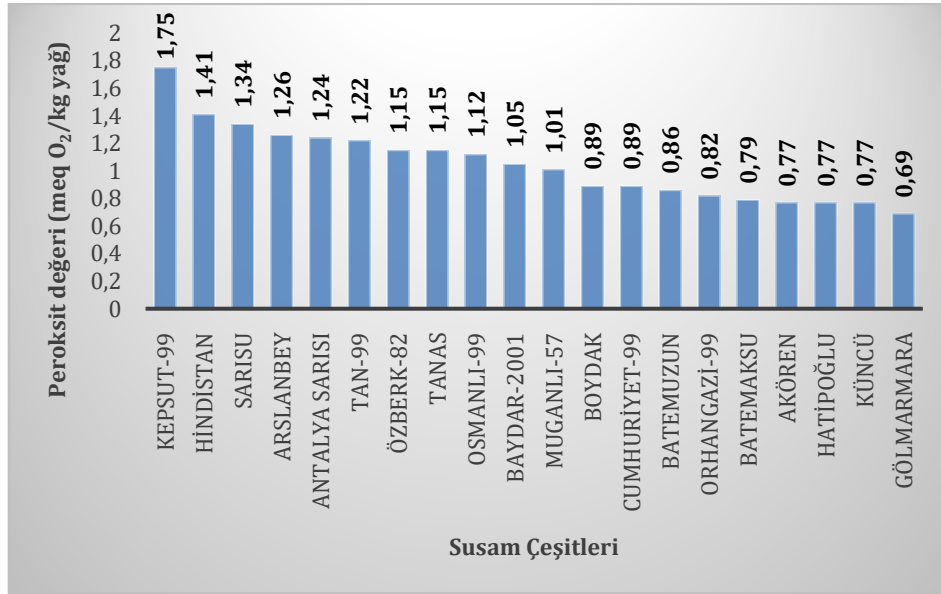
Susam tohumlarının delta tokoferol içeriklerine ait sonuçlar incelendiğinde, sonuçların istatistiksel olarak önemsiz çıkmasına rağmen Muganlı-57 örneğinin enteresan bir şekilde diğer örneklerden yaklaşık 2 kat fazla oranda delta tokoferol içerdiği dikkat çekmektedir.

Pimentel ve ark., (2006) susam yağında delta tokoferol oranlarını yaklaşık 0.0017-0.13 mg/mL aralığında bildirmiştir. Williamson ve ark., (2008) susam yağında delta tokoferol oranlarını yaklaşık 0.00108-0.00724 mg/mL aralığında bildirmiştir. Bozkurt (2006) susam yağında delta tokoferol oranlarını yaklaşık 0.0086-0.0297 mg/mL aralığında bildirmiştir. Baydar (2005) susam yağında delta tokoferol oranlarını yaklaşık 0.0022-0.0074 mg/mL aralığında bildirmiştir. Bizim bulgularımız ise 0.005 mg/mL ile 0.027 mg/mL aralığında bulunmuştur. Literatürde delta tokoferol oranlarının değişimi 0.00108 ile 0.13 mg/mL aralığında değişmektedir. Bizim bulgularımız literatürde bildirilen sınırlarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. Susam tohum yağlarının indüksiyon zamanlarına ait sonuçlar

Susam tohumlarının indüksiyon zamanlarına ait sonuçlar incelendiğinde, Tanas ve Küncü örneklerinin diğerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. En düşük indüksiyon zamanının ise Akören çeşidinin yağında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Sesam tohum yağlarının peroksit değerlerine ait sonuçlar

Elde edilen yağların peroksit değerleri ele alındığında örneklerden Kepsut-99'un en yüksek Gölmarmaranın ise sonuçları en düşük olarak bulunmuştur.

Susamda bulunan tokoferollerden γ -izomer, α -tokoferol oranına göre düşüktür. γ -tokoferolün E vitamini aktivitesi α -tokoferolinkinden %10 daha düşüktür (Bieri ve Evarts, 1974). Fareler üzerinde yapılan çalışmalarda belirgin bir antiaging etki olduğu görülmüştür (Bieri ve Evarts, 1974). Yapılan çalışmalarda sesaminin *in vitro* ortamda zayıf antioksidan etki gösterirken, *in vivo* ortamda belirgin güçlü bir etkiye sahip olduğudur fikri yaygındır (Wan ve ark., 2015).

4.4. Sesam tohum yağlarının yağ asidi bileşimi

Sesam tohum yağlarının yağ asidi bileşimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Susam tohum yağlarının yağ asitleri bileşimine ait varyans analiz sonuçları

| Kaynak | SD | % Palmitik asit | | % Stearik asit | | % Oleik asit | | % Linoleik asit | |
|-------------|----|-----------------|----------|----------------|----------|--------------|----------|-----------------|----------|
| | | KO | F değeri | KO | F değeri | KO | F değeri | KO | F değeri |
| Çeşit farkı | 19 | 0.76988 | 11.9** | 1.15103 | 29.08** | 12.0663 | 66.66** | 13.8683 | 58.72** |
| Hata | 40 | 0.06469 | | 0.03958 | | 0.181 | | 0.2362 | |
| Toplam | 59 | 17.215 | | 23.453 | | 236.5 | | 272.946 | |

*, P<0.05; **, P<0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Denemede kullanılan susam tohum yağlarının yağ asidi içerikleri istatistiksel olarak önemli (p<0,01) çıkmıştır (Çizelge 4.7.).

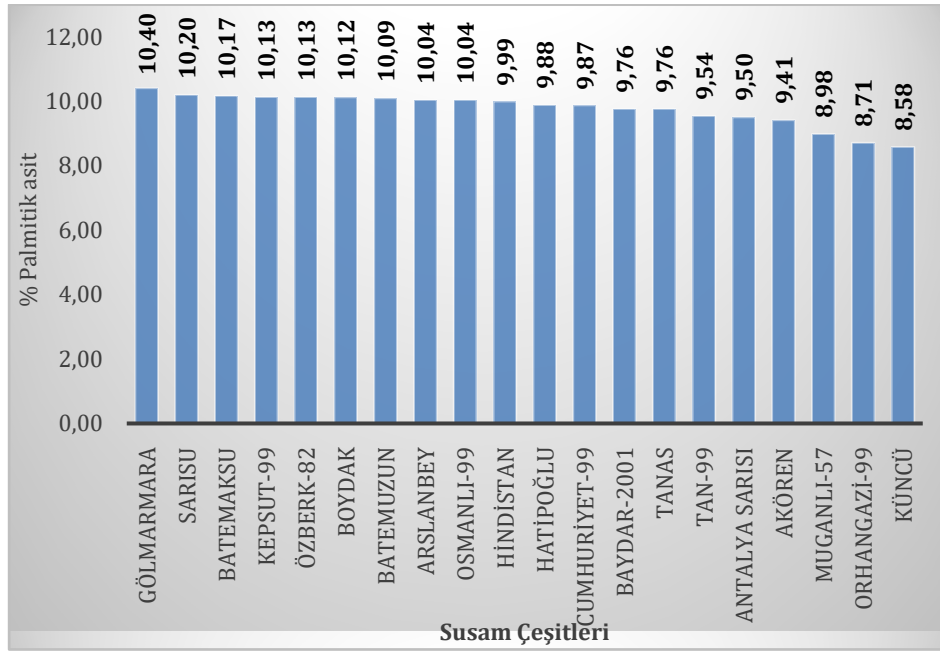
Çizelge 4.8. Susam tohum yağlarının yağ asitleri bileşimine ait ortalamaların TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Susam Çeşitleri | % Palmitik asit | % Stearik asit | % Oleik asit | % Linoleik asit | Doymuş Yağ asitleri | Doymamış yağ asitleri |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------------|
| AKÖREN | 9.41±0.06 CDE | 6.06±0.01 CDEF | 44.00±0.01 DEF | 40.53±0.07 EFG | 15.47 | 84.53 |
| ANTALYA SARISI | 9.50±0.09 BCD | 5.33±0.02 GHI | 43.17±0.60 EFGH | 42.00±0.60 BCDE | 14.83 | 85.17 |
| ARSLANBEY | 10.04±0.66 ABC | 6.73±0.01 B | 47.57±0.56 A | 35.65±1.10 I | 16.78 | 83.22 |
| BATEMAKSU | 10.17±0.03 ABC | 5.11±0.08 I | 43.35±0.07 EFGH | 41.37±0.12 CDEF | 15.28 | 84.72 |
| BATEMUZUN | 10.09±0.09 ABC | 5.06±0.03 I | 43.73±0.41 DEF | 41.13±0.35 DEFG | 15.14 | 84.86 |
| BAYDAR-2001 | 9.76±0.14 ABCD | 5.64±0.06 EFGHI | 44.80±0.38 CD | 39.8±0.30 G | 15.40 | 84.60 |
| BOYDAK | 10.12±0.30 ABC | 5.77±0.04 DEFGH | 46.01±0.61 BC | 38.11±0.41 H | 15.88 | 84.12 |
| CUMHURİYET-99 | 9.87±0.10 ABC | 6.17±0.14 BCDE | 39.91±0.72 JKL | 44.04±0.79 A | 16,04 | 83.96 |
| GÖLMARMARA | 10.40±0.09 A | 7.53±0.36 A | 41.29±0.62 JKL | 40.79±0.74 DEFG | 17.93 | 82.07 |
| HATİPOĞLU | 9.88±0.09 ABC | 6.42±0.35 BC | 47.08±0.40 AB | 36.62±0.35 HI | 16.30 | 83.70 |
| HİNDİSTAN | 9.99±0.11 ABC | 6.37±0.17 BCD | 40.74±0.55 LM | 42.89±0.52 AB | 16.37 | 83.63 |
| KEPSUT-99 | 10.13±0.21 ABC | 5.25±0.16 HI | 41.79±0.27 IJKL | 42.84±0.17 ABC | 15.37 | 84.63 |
| KÜNCÜ | 8.58±0.53 F | 6.70±0.18 B | 43.51±0.42 DEFG | 41.20±0.51 DEFG | 15.28 | 84.72 |
| MUGANLI-57 | 8.98±0.13 DEF | 5.93±0.17 CDEFG | 42.82±0.08 FGHI | 42.27±0.35 BCD | 14.91 | 85.09 |
| ORHANGAZİ-99 | 8.71±0.10 EF | 5.82±0.19 CDEFGH | 42.11±0.12 HIJK | 43.36±0.12 AB | 14..52 | 85.48 |
| OSMANLI-99 | 10.04±0.21 ABC | 6.23±0.24 BCDE | 40.99±0.42 KLM | 42.73±0.35 ABC | 16.27 | 83.73 |
| ÖZBERK-82 | 10.13±0.48 ABC | 5.52±0.35 FGHI | 43.94±0.49 DEF | 40.42±0.60 FG | 15.66 | 84.36 |
| SARISU | 10.20±0.21 AB | 5.41±0.31 GHI | 42.33±0.15 GHIJ | 42.06±0.21 BCD | 15.61 | 84.39 |
| TANAS | 9.76±0.08 BCD | 5.83±0.15 BCDE | 43.51±0.37 DE | 40.90±0.46 FG | 15.59 | 84.41 |
| TAN-99 | 9.54±0.11 ABCD | 6.20±0.22 CDEFGH | 44.25±0.18 DEFG | 40.01±0.16 DEFG | 15.74 | 84.26 |

*,Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

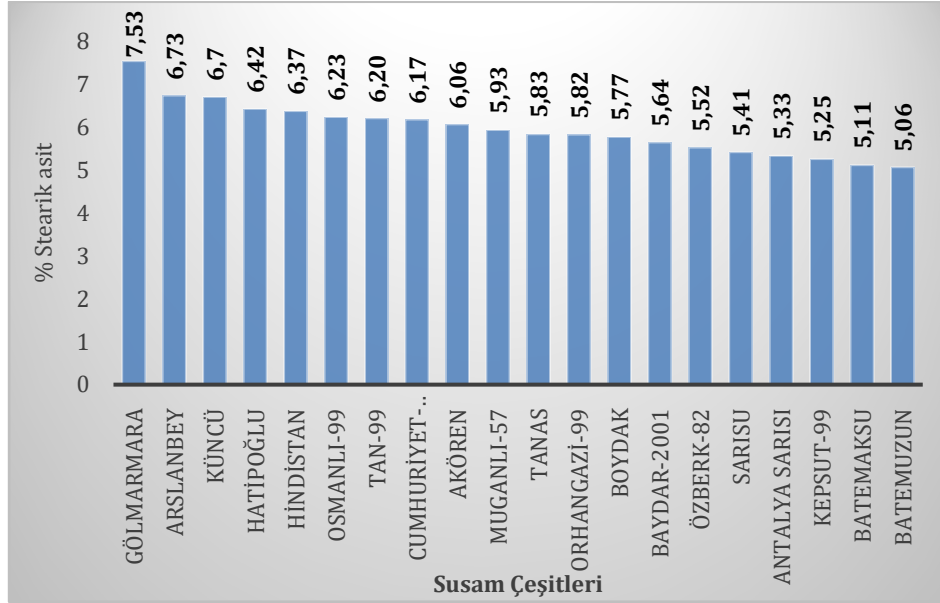
Susam tohum yağlarının yağ asidi içeriğine ait sonuçlar Çizelge 4.8.'de sunulmuştur. Örneklerin palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit içerikleri sırasıyla % 8.85 - % 10.40, % 5.06 – 7.53, % 40.74 – 47.57 ve % 35.65 - % 44.04

aralığında değişmişlerdir. Toplam doymuş yağ en yüksek Gölarmara örneğinde (% 17.93), en düşük ise Orhangazi-99 (% 14.52) örneğinde tespit edilmiştir. Doymamış yağ içeriği ise en yüksek Antalya sarısı (% 85.17), en düşük ise Gölarmara örneğinde tespit edilmiştir (% 82.07). Baydar (2005), çalışmalarında 2002 yılında yetiştirdikleri susam yağlarındaki palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit oranlarını ortalama sırasıyla, % 9.2, % 5.7, % 42.9 ve % 41.5 olarak bildirmiştir. Sonuçlarımız literatüre uyumlu çıkmıştır.



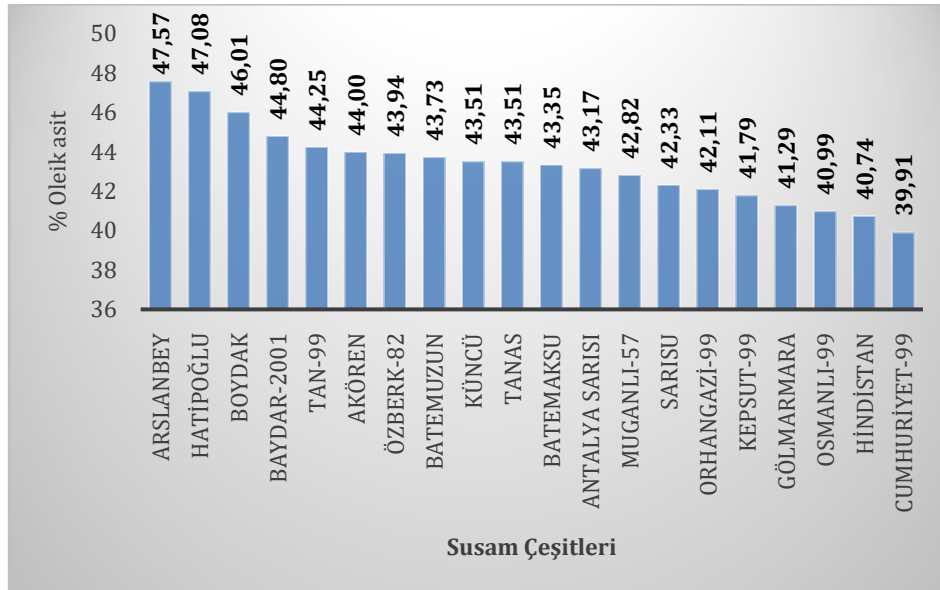
Şekil 4.11. Susam tohum yağlarının palmitik içeriklerine ait sonuçlar

Elde edilen yağların palmitik asit içerikleri incelendiğinde en yüksek oranın Gölarmara, en düşük oranın da Küncü örneklerinde olduğu görülmektedir.



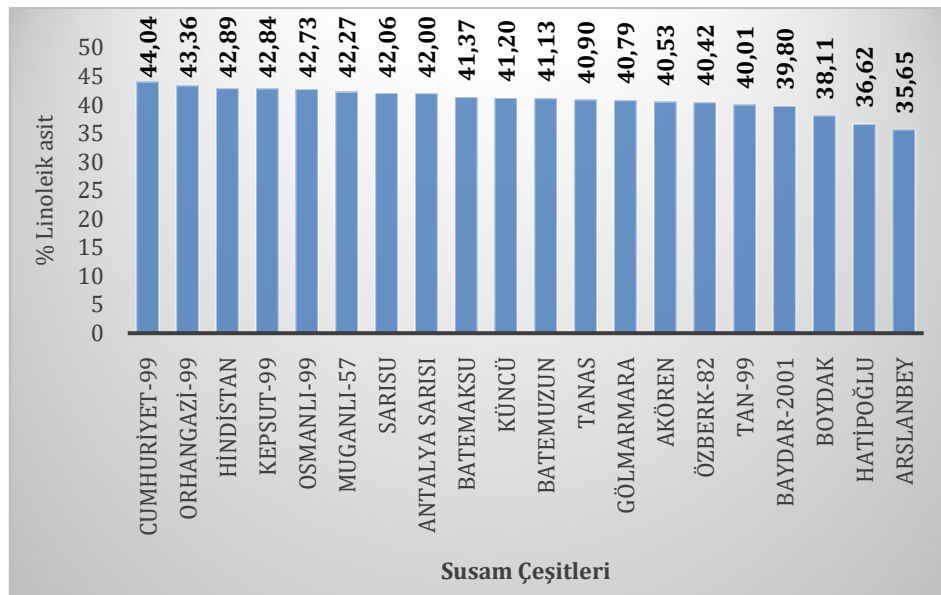
Şekil 4.12. Susam tohum yağlarının stearik içeriklerine ait sonuçlar

Elde edilen yağların stearik asit içerikleri açısından ise yine Gölmarmara örneğinde en yüksek değere sahip olduğu görülürken, Batem Aksu ve Batem Uzun örneklerinin en düşük değerlere sahip oldukları gözlemlenmiştir.



Şekil 4.13. Susam tohum yağlarının oleik içeriklerine ait sonuçlar

Elde edilen yağların oleik asit içerikleri ele alındığında en yüksek oleik asit oranına sahip olan örneklerin Arslanbey, Hatipoğlu ve Boydak oldukları görülmektedir. Hindistan ve Cumhuriyet-99 örnekleri ise en düşük oleik asit içeriğine sahip örneklerdir.



Şekil 4.14. Susam tohum yağlarının linoleik içeriklerine ait sonuçlar

Elde edilen yağlar linoleik asit içerikleri açısından incelendiğinde ise, en yüksek linoleik asit oranına sahip olan örneklerin Cumhuriyet-99, Orhangazi ve Hindistan oldukları görülürken, Hatipoğlu ve Arslanbey örneklerinin ise en düşük linoleik asit içeriğine sahip örnekler olduğu gözlemlenmiştir.

Genel olarak tohumlarda oleik asit oranının linoleik asitten daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak Cumhuriyet 99, Hindistan, Kepsut 99, Orhangazi 99 ve Osmanlı 99 çeşitlerinde linoleik asit oranının daha yüksek olması, Muğanlı 57 ve Sarısı çeşitlerinde ise hemen hemen eşit oranda bulunmaları dikkat çekmektedir.

4.4. Susam tohum yağlarının renk değerleri

Susam tohum yağlarının renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.9. Susam tohum yağlarının renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Kaynak | SD | <i>L*</i> | | <i>a*</i> | | <i>b*</i> | |
|-------------|----|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | KO | F değeri | KO | F değeri | KO | F değeri |
| Çeşit farkı | 19 | 0.301722 | 90.56** | 0.436819 | 1401.56** | 26.8994 | 3467.91** |
| Hata | 40 | 0.003332 | | 0.000312 | | 0.0078 | |
| Toplam | 59 | 5.866 | | 8.31202 | | 511.399 | |

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

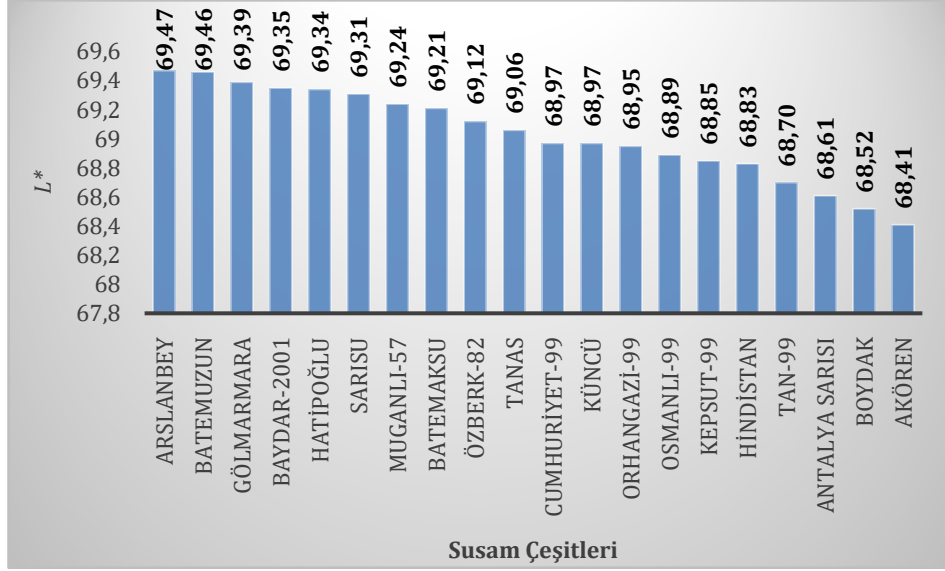
Denemede kullanılan susam tohum yağlarının renk değerleri istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) çıkmıştır (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.8. Susam tohum yağlarının renk değerlerine ait ortalamaların TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Susam Çeşitleri | <i>L*</i> | <i>a*</i> | <i>b*</i> |
|-----------------|----------------|---------------|--------------|
| AKÖREN | 68.41±0.02 L | -6.57±0.02 K | 31.64±0.02 D |
| ANTALYA | | | |
| SARISI | 68.61±0.01 JK | -5.63±0.02 C | 28.09±0.03 J |
| ARSLANBEY | 69.47±0.01 A | -5.55±0.02 AB | 24.79±0.11 M |
| BATEMAKSU | 69.21±0.16 CDE | -5.59±0.02 BC | 26.31±0.13 L |
| BATEMUZUN | 69.46±0.01 A | -5.49±0.01 A | 26.26±0.01 L |
| BAYDAR-2001 | 69.35±0.01 ABC | -5.77±0.02 D | 27.91±0.02 J |
| BOYDAK | 68.52±0.63 KL | -6.55±0.02 JK | 34.05±0.02 B |
| CUMHURİYET-99 | 68.97±0.01 FGH | -6.23±0.01 I | 30.71±0.01 E |
| GÖLMARMARA | 69.39±0.01 AB | -5.86±0.01 E | 28.53±0.01 I |
| HATİPOĞLU | 69.34±0.02 ABC | -6.25±0.01 I | 30.19±0.24 F |
| HİNDİSTAN | 68.83±0.02 HI | -6.51±0.01 J | 37.80±0.12 A |
| KEPSUT-99 | 68.85±0.05 HI | -5.96±0.01 F | 31.55±0.03 D |
| KÜNCÜ | 68.97±0.01 FHG | -6.13±0.02 H | 31.47±0.02 D |
| MUGANLI-57 | 69.24±0.04 BCD | -5.85±0.02 E | 28.97±0.04 H |
| ORHANGAZİ-99 | 68.95±0.02 FGH | -6.60±0.04 K | 32.98±0.02 C |
| OSMANLI-99 | 68.89±0.15 GH | -6.03±0.12 G | 30.42±0.04 F |
| ÖZBERK-82 | 69.12±0.01 DEF | -5.73±0.02 D | 28.43±0.17 I |
| SARISU | 69.31±0.06 ABC | -5.52±0.02 A | 28.44±0.03 I |
| TANAS | 69.06±0.62 IJ | -5.50±0.01 F | 27.55±0.02 G |
| TAN-99 | 68.70±0.10 EFG | -5.96±0.03 A | 29.38±0.14 K |

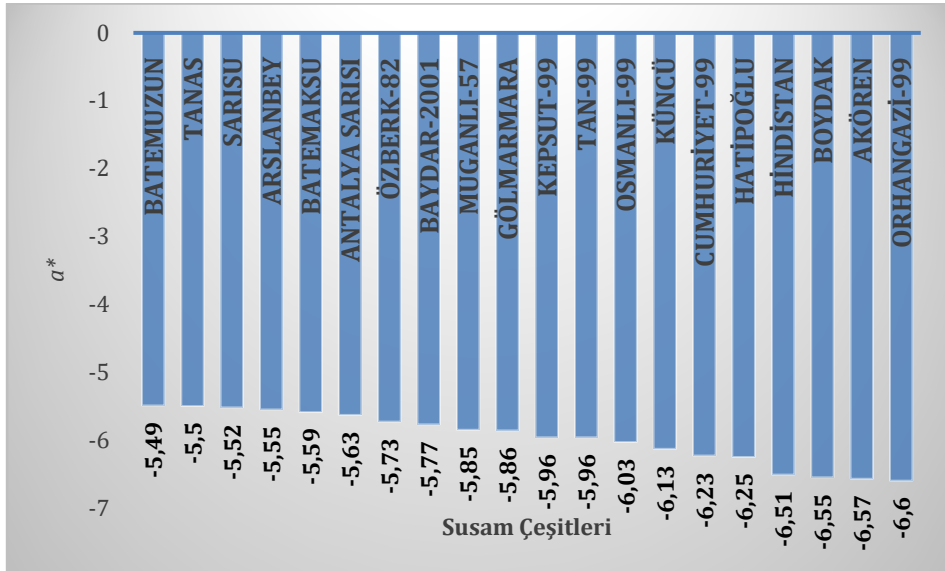
*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Susam tohum yağlarının renk değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.8.'de sunulmuştur. Tohumların yağlarının L^* değerleri 68.41 ile 69.47 arasında bulunmuştur. a^* değerleri ise -6.60 ile -5.49, b^* ise 24.79 ile 37.80 arasında değişim göstermiştir.



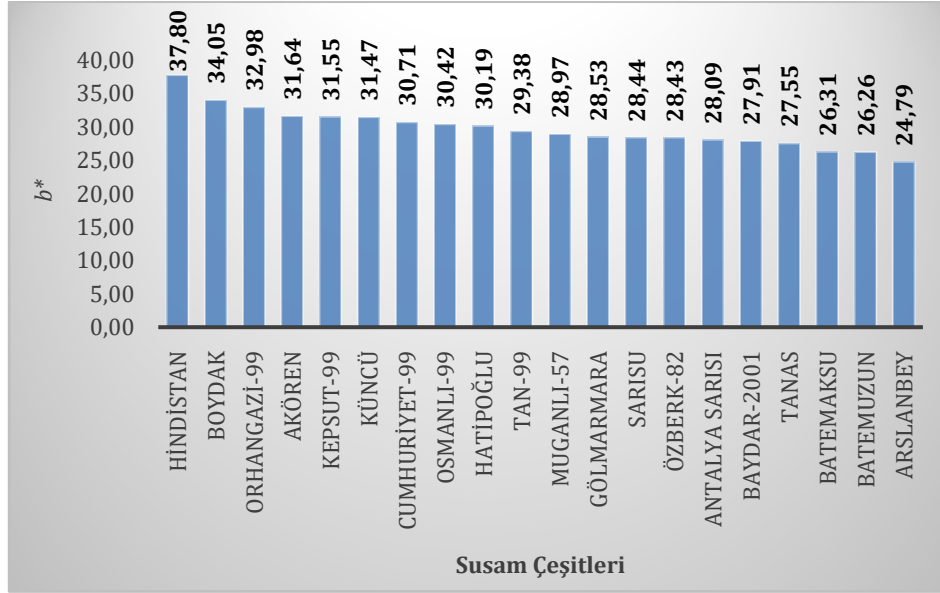
Şekil 4.15. Susam tohum yağlarının L^* değerlerine ait sonuçlar

Susam tohumların yağları L^* değerleri ele alındığında en parlak örneklerin Arslanbey, Batemuzun ve Gölmarmara örnekleri olduğu görülmektedir. Boydak ve Akören örneklerinin yağları ise bu açıdan en düşük değerleri almıştır.



Şekil 4.16. Susam tohum yağlarının a^* değerlerine ait sonuçlar

Susam tohumların yağlarının a^* değerleri açısından en yüksek Batemuzun, Tan-99 ve Sarısu örneklerinin, en düşük ise Boydak, Akören ve Orhangazi örneklerinde elde edildiği görülmüştür.



Şekil 4.17. Susam tohum yağlarının b^* değerlerine ait sonuçlar

Susam yağlarının b^* değerleri incelendiğinde en yüksek Hindistan örneklerinin, en düşük ise Arslanbey örneklerin olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada Türkiye’de yetiştirilen 20 çeşit susam tohumu, yağları açısından değerlendirilmiştir.

Bu tohumların yağ oranları %49.70 ile % 60.15 arasında değişmiştir. Antalya sarısı (% 60.15) ve Cumhuriyet-99 (%59.42) örneklerinin en yüksek yağ oranına sahip oldukları belirlenmiştir.

Susam tohum yağlarının sesamol içerikleri 0.066 mg/L ile 2.457 mg/L arasında bulunmuştur. Sesamin içerikleri ise 107.964 mg/L ile 1020.288 mg/L arasında bulunmuştur.

Tan-99 çeşidinin bütün örneklerden yüksek sesamol (2,457 mg/L) içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Bunu Hindistan, Boydak, Küncü ve Kepsut-99 örnekleri izlemiş olup, diğer örneklerin sesamol içerikleri 1 mg/L’nin altında bulunmuştur.

Susam tohum yağlarının sesamin içeriği açısından Antalya sarısı çeşidinin en yüksek (1020.288 mg/L) ve Kepsut-99 çeşidinin ise en düşük (107.964 mg/L) seviyede olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin çoğunun 500 mg/L’den az sesamin içerdiği görülmüştür.

Tohumların alfa tokoferol içerikleri 0.031 mg/mL ile 0.337 mg/mL, gama tokoferol içerikleri 0.168 mg/mL ile 0.544 mg/mL ve delta tokoferol içerikleri ise 0.005 mg/mL ile 0.027 mg/mL arasında bulunmuştur.

Literatürde alfa tokoferol oranlarının değişimi 0.000062 ile 0.0738 mg/mL aralığında değişmektedir. Yaklaşık 10000 katlık bir farklılık görülmektedir. Bu değişimlerin iklim koşullarına veya yetiştirme lokasyon farklılığına bağlanması güç görünmektedir. Bu durumda alfa tokoferol oranı analizlerinin hatalı yapılmaları ile ilgili bir şüphe oluşmaktadır.

Susam tohum yağlarının alfa tokoferol içerikleri Küncü (0.337 mg/mL) Akören (0.337 mg/mL) ve Hindistan (0.301 mg/mL) örneklerinin diğerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. En düşük alfa tokoferolün ise Tan-99 (0.031 mg/mL) ve Tanas (0.034

mg/mL) örneklerinde olduğu belirlenmiştir.

Susam tohumlarının gama tokoferol içeriklerine ait sonuçlara göre Hindistan (0.544 mg/mL) ve Küncü (0.543 mg/mL) örneklerinin diğerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. En düşük gama tokoferolün ise Boydak (0.168 mg/mL) örneklerinde olduğu belirlenmiştir.

Susam tohum yağlarının delta tokoferol içeriği incelendiğinde Muganlı-57 (0.027 mg/mL) örneğinin enteresan bir şekilde diğer örneklerden yaklaşık 2 kat fazla oranda delta tokoferol içerdiği dikkat çekmektedir.

İndüksiyon zamanı en yüksek, yani oksidasyona karşı en dayanıklı örnek Tanas (14.10 saat) çıkmışken, en dayanıksız yağ örneği ise Akören (9.99 saat) çeşidinin yağı çıkmıştır. Tanas ve Akören örneğinin alfa tokoferol oranları indüksiyon zamanı ile kıyaslandığında ters etkili olduğu ya da alfa tokoferolün indüksiyon zamanı üzerinde belirleyici etkisinin zayıf olduğu düşündürmektedir. Elde edilen yağların peroksit değerleri ele alındığında örneklerin sonuçları 0.69 ile 1.75 arasında bulunmuştur.

Susam tohum yağı örneklerin palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit içerikleri sırasıyla % 8.85 – 10.40, % 5.06 – 7.53, % 40.74 – 47.57 ve % 35,65 – 44.04 aralığında değişmişlerdir. Toplam doymuş yağ en yüksek Gölarmara örneğinde (% 17.93), en düşük ise Orhangazi-99 (% 14.52) örneğinde tespit edilmiştir. Doymamış yağ içeriği ise en yüksek Antalya sarısı (% 85.17), en düşük ise Gölarmara örneğinde tespit edilmiştir (% 82.07). Genel olarak çalışılan susam çeşitlerinin oleik asit oranının linoleik asitten daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak çalışılan çeşitlerin bazılarında bu durumun tersi olduğu görülmüştür.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada Türkiye’de yetiştirilen susam tohumu çeşitlerinin yağlarının;

-Yağ oranları %49.70 ile % 60.15 arasında bulunmuştur.

-Susam tohum yağlarının sesamol içerikleri 0.066 mg/L ile 2.457 mg/L arasında bulunmuştur. Sesamin içerikleri ise 107.964 mg/L ile 1020.288 mg/L arasında bulunmuştur.

-Tohumların yağlarının alfa tokoferol içerikleri 0.031 mg/mL ile 0.337 mg/mL,

gama tokoferol içerikleri 0.168 mg/mL ile 0.544 mg/mL ve delta tokoferol içerikleri ise 0.005 mg/mL ile 0.027 mg/mL arasında bulunmuştur. Ayrıca literatürde tokoferol içeriği ile ilgili bir karmaşa mevcuttur.

-Oksidasyona karşı en dayanıklı örnek Tanas (14.10 saat) çıkmışken, en dayanıksız yağ örneği ise Akören (9.99 saat) çeşidinin yağı çıkmıştır. Bu değerler oksidasyona karşı dayanıklılık açısından susam yağını Ayçiçek yağından üstün, zeytin yağından ise düşük olarak değerlendirilebilir kılmaktadır.

-Toplam doymuş yağ en yüksek % 17.93, en düşük ise %14.52 olarak tespit edilmiştir. Doymamış yağ içeriği ise en yüksek % 85.17, en düşük % 82.07 bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Abe, C., Ikeda, S. and Yamashita, K., 2005. Dietary sesame seeds elevate α -tocopherol concentration in rat brain. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 51:223–230

Anonymous, 2006. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Cd8-53, Ch5-91 and Cd 12b-92.

Anonymous, 2012. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (2012/29).

Aued-Pimentel, S., Takemoto, E., Antoniassi, R. and Badolato, E.S.G., 2006. Composition of tocopherols in sesame seed oil: an indicative of adulteration. *Grasas y aceites*, 57(2), 205-210.

Baydar, H., 2005. Susamda (*Sesamum indicum* L.) verim, yağ, oleik ve linoleik tipi hatların tarımsal ve teknolojik özellikleri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 18(2), 267-272.

Bieri, J.G. and Everts, R.P., 1974. Vitamin E activity of γ -tocopherol in the rat, chick, and hamster. *J. Nutr.*, 104:850–857.

Bisht, I.S., Mahajan, R.K., Loknathan, T.R. and Agrawal, R.C., (1998) Diversity in Indian sesame collection and stratification of germplasm accessions in different diversity groups. *Genet Resour Crop Ev* 45: 325-335.

Bozkurt, G., 2006. Susam yağının antioksidan özellikteki başlıca bileşenlerinin nitelik ve nicelikleri üzerine araştırmalar. (Doktora tezi, Ege Üniversitesi), 63 sayfa.

Budowsky, P., 1964. Recent research on sesamin, sesamol, and related compounds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 41:280–285.

Chang, L.W., Yen, W.J., Huang, S.C. and Duh, P.D., 2002. Antioxidant activity of sesame coat. *Food Chemistry*, 78(3): 347-354.

Cooney, R.V., Custer, L. J., Okinaka, L. and Frank, A., 2001. Effects of dietary sesame seeds on plasma tocopherol levels. *Nutr. Cancer*, 39:66–71.

El-Adawy, T., Ramha, E.H., El-Bedawy, A.A. and Gaffar, A.M., (1999). Properties of some citrus seeds. Part 3. *Evaluation as a new source of protein and oil*.

Nahrung, 43: 385-391.

El-Adawy, T.A. and Taha K.M., 2001. Characteristics and Composition of Watermelon, Pumpkin, and Paprika Seed Oils and Flours. *J. Agric. Food Chem.*, 49 (3): pp 1253–1259.

Fukuda, Y., Osawa, T., Namiki, M. and Ozaki, T., 1985a. Studies on antioxidative substances in sesame seed. *Agric. Biol. Chem.*, 49:301–306.

Fukuda, Y., Osawa, T. and Namiki, M., 1985b. Studies on the enhancement in antioxidative activity of sesame seed induced by germination. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 32:407–412.

Fukuda, Y., Osawa, T., Kawakishi, S. and Namiki, M., 1991. Antioxidative activities of fractions of components of black sesame seeds. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 38:915–919.

Gandhi, V.M., Mulky, M.J., Mukerji, B., Iyer, V.J. and Cherian, K.M., 1997. Safety evaluation of wild apricot oil. *Food and Chemical Tox.*, 35: 583-587.

Ghafoorunissa, S, Hemalatha, S. and Rao, V.V. 2004. Sesame lignans enhance antioxidant activity of vitamin E in lipid peroxidation systems. *Mol. Cell Biochem.*, 262:195–202.

Hemalatha, S., Raghunath M. and Ghafoorussa, S., 2004. Dietary sesame oils inhibits iron-induced oxidative stress in rats. *Brit. J. Nutr.*, 92:581–587.

Hsieh, T.J., Lu., L.H. and Su, C.C., 2005. NMR spectroscopic, mass spectroscopic, X-ray crystallographic and theoretical studies of molecular mechanics of natural products: farformolide B and sesamin. *Biophys. Chem.*, 114:13–20

Ikeda, S., Yasumoto-Shirato, S. and Yamashita, K., 2000. Increased vitamin E concentration in rats fed sesame seeds containing a high level of lignans. *Nippon Kasei Gakkaishi*, 51:1017–1025.

Ikeda, S., Tohyama, T. and Yamashita, K., 2002. Dietary sesame seed and its lignans inhibit 2, 7, 8-trimethyl-2(2-carboxyethyl)-6-hydroxychroman excretion into urine of rats fed γ -tocopherol. *J. Nutr.*, 132:961–966.

Jones, W.A., Beroza, M. and Pecker, E.D., 1962. Isolation and structure of sesangolin, a constituent of *Sesamum angolense*. *J. Org. Chem.*, 27:3232–3235.

Joshi, A.B., 1961. *Sesame*, 1st ed., Collier-Macmill, London, 109.

Kamal-Eldin, A. and Appelqvist, L.-A., 1994. Variation in the composition of sterols, and lignans in seed oils from four *Sesamum* species. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71:149–156.

Kamel, B.S., Deman, J.M. and Blackman, B., 1982. Nutritional fatty acid and oil characteristics of different agricultural seed. *Food Tech.*, 17: 263-267.

Kang, M.-H., Naito, M., Tsujihara, N. and Osawa, T., 1998. Sesamol inhibits lipid peroxidation in rat liver and kidney. *J. Nutr.*, 128:1018–1022.

Kang, M.H., Choi, J.S. and Ha, T.Y., 2003. Chemical properties of sesame seed cultivated in Korea and China. *Food Science Biotechnology*, 12(6): 621-624.

Kato, T., Harashima, T., Moriya, N., Kikugawa, K. and Hiramoto, K., 1996. Formation of the Mutagenic/Carcinogenic Imidazoquinoline Type Heterocyclic Amine through the Unstable Radical Maillard Intermediates and its Inhibition by Phenolic Antioxidants. *Carcinogenesis*. 17: 2469–2476.

Kato, M.J., Chu, A., Davin, L.B., and Lewis, N.G., 1998. Biosynthesis of antioxidant lignans in *Sesamum indicum* seeds. *Phytochemistry*, 47:583–591.

Katsuzaki, H., Kawakishi, S. and Osawa, T., 1994. Sesaminol Glucosides in Sesame Seeds. *Phytochem.* 35: 773–776.

Kushiro, M., Masaoka, T., Hageshita, S., Takahashi, Y., Ide, T. and Sugano, M., 2002. Comparative effect of sesamin and episesamin on the activity and gene expression of enzymes in fatty acid oxidation and synthesis in rat liver. *J. Nutr. Biochem.*, 13:289–295.

Lemcke-Norojarvi, M., Kamal-Eldin, A., Appelqvist, L.-A., Dimberg, L. H., Ohrvali, M. and Vessby, B., (2001). Corn and sesame oils increase serum γ -tocopherol concentrations in healthy Swedish women. *J. Nutr.*, 131:1195–1201.

Morello, J.R., Motilva, M.J., Tovar M.J. and Romero, M.P., (2004). Changes in commercial virgin olive oil (cv. Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction, *Food Chemistry*, 85: 357-364.

Mstat-C., 1989. A microcomputer program for the design, management, and analysis of agronomic research experiments, (Distribution April 1989, After Version I in

1983), *Michigan State Univ*, USA.

Nagashima, M., Fukuda, Y. and Ito, R., 1999. Antioxidative lignans from industrial waste water in cleaning of black sesame seed. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 46:382–388.

Nagata, M., Osawa, T., Namiki, M., Fukuda, Y. and Ozaki, T., 1987. Stereochemical structures of antioxidative bisepoxylignans, sesaminol and its isomers, transformed from sesamolin. *Agric. Biol.Chem.*, 51:1285–1289.

Namiki, M. and Kobayashi, T., 1989. *Goma no Kagaku (Sesame Science)*. Asakura Shoten Co. Tokyo. p. 246

Namiki, M., 1990. Antioxidants/antimutagens in food. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 29:273–300.

Namiki, M., Yamashita, K. and Osawa, T., 1993. Food-related antioxidants and their activities *in vivo*. In: Active Oxygen, Lipid Peroxides, and Antioxidants. K., Yagi, Ed., pp. 319–332. Sci. Soc. Press. Tokyo, Japan.

Namiki, M., 1995. The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Rev. Int.*, 11:281–329.

Namiki, M., 1998. *Goma, sono Kagaku to Kinousei* (Advances in sesame science and function). Maruzen Planet Co. Tokyo. p. 268.

Namiki, M., Fukuda, Y., Takei, Y., Namiki, K. and Koizumi, Y., 2002. Changes in functional factors of sesame seed and oil during various types of processing. In: Bioactive Compounds in Foods. L.-T., Lee, and C.-T., Ho, Ed., pp. 85–104. American Chemical Society: Washington, D.C.

Namiki, M., 2007. Nutraceutical Functions of Sesame: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 47:691-673.

Osawa, T., Nagata, M., Namiki, M. and Fukuda, Y., 1985. Sesamolol, a novel antioxidant isolated from sesame seeds. *Agric. Biol. Che.*, 49:3351–3352.

Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1990. *Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 14, Ankara.

Sadeghi, N., Oveisi, M.R., Hajimahmoodi, M., Jannat, B., Mazaheri, M. and Mansouri, S., 2009. The content of sesamol in Iranian sesame seeds. *Iran. J. Pharm.*

Res.,8: 101-105.

Sano, M., Ernesto, C., Thomas, R.G., Klauber, M.R., Scafer, K., Grundman, M., Woodbury, P., Growdon, J., Cotman, C.W., Pfeiffer, E., Schneider, L.S. and Thal, L.J., 1997. A controlled trial of selegillin, alpha-tocopherol, or both as treatment for Alzheimer's disease. *N. Engl. J. Med.*, 336:1216–1222.

Shibamoto, T., Terao, J. and Osawa, T., 1998. *Functional foods for disease prevention I, II. Am. Chem. Soc. Sym. Ser.*, 701.

Shirato-Yasumoto, S., Ide, T., Takahashi, Y., Okuyama, Y. and Katsuta, M., 2000. New sesame line having high lignan content in seed and its functional activity. *Breed. Res.*, 2(Suppl. 2):184.

Shirato-Yasumoto, S., Katsuta, M., Okuyama, Y., Takahashi, Y. and Ide, T. 2001. Effect of sesame seeds rich in sesamin and sesamol on fatty acid oxidation in rat liver. *J. Agric. Food Chem.*, 49:2647–2651.

Sikorska, E., Caponio, F., Bilancia, M.T., Summo, C., Pasqualone, A., Khmelinskii, I.V. and Sikorski, M., 2007. Changes in colour of extra-virgin olive oil during storage, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4): 495-498.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics. A biometrical approach. 2nd edition. McGraw-Hill, New York, USA, pp. 20-90.

Tashiro, T., Fukuda, Y., Osawa, T. and Namiki, M., 1990. Oil and minor components of sesame (*Sesamum indicum* L.) strains. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 67:506–511.

Uchida, M., Nakajin, S., Toyoshima, S. and Shinoda, M., 1996. Antioxidative Effect of Sesamol and Related Compounds on Lipid Peroxidation. *Biol Pharm Bull.* 19: 623–626.

Wan, Y., Li, H., Fu, G., Chen, X., Chen, F., and Xie, M., 2015. The relationship of antioxidant components and antioxidant activity of sesame seed oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(13), 2571-2578.

Weiss, E.A., 1983. Oil Seed Crops, pp. 282–340. Longman, London.

Williamson, K.S., Morris, J.B., Pye, Q.N., Kamat, C.D. and Hensley, K., 2008. A survey of sesamin and composition of tocopherol variability from seeds of eleven diverse

sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes using HPLC/PAD/ECD. *Phytochemical analysis*, 19(4), 311-322.

Xu, R.N., Qin, Z.R., Ren, Y.P., Ding, X.R., Sun R.H. and Chen, Q.J., 2006. Study on lignans content in sesame oil. *Food Sci.*, 27 (9): 208-210.

Yamashita, K., Kawagoe, Y., Nohara, M., Namiki, M., Osawa, T. and Kawakishi, S., 1990. Effects of sesame in the senescence-accelerated mouse. *Eiyo Shokuryou Gakkaishi*, 43:445-449.

Yamashita, K., Nohara, Y., Katayama, K. and Namiki, M., 1992. Sesame seed lignans and γ -tocopherol act synergistically to produce vitamin E activity in rats. *J. Nutr.*, 122:2440-2446.

Yamashita, K. and Namiki, M., 1994. Suppressive effect of sesame seed and its lignans in senescence-accelerated mouse (SAMP-1). *In: The SAM Model of Senescence*. pp 153-156. T., Takeda, Ed, Elsevier Science B.V. Amsterdam.

Yamashita, K., Iizuka, Y., Imai, T. and Namiki, M., 1995. Sesame seed and its lignans produce marked enhancement of vitamin E activity in rats fed a low α -tocopherol diet. *Lipids*, 30:1019-1028.

Yamashita, K., Takeda, N. and Ikeda, S., 2000. Effects of various tocopherol-containing diets on tocopherol secretion into bile. *Lipids*, 35:163-170.

Yamashita, K., 2004. Enhancing effects on vitamin E activity of sesame lignans. *J. Clin. Biochem. Nutr*, 35:17-27.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Zeynep KURTKAYA
Uyruğu: T. C.
Doğum Yeri ve Tarihi: Anamur - 01.08.1982
Telefon: +90 538 695 24 24
Faks: -
e-mail: zeynepkurtkaya@yahoo.com

EĞİTİM

| Derece | Adı, İlçe, İl | Bitirme Yılı |
|----------------|---|--------------|
| Lise: | Anamur Anadolu Lisesi, Anamur, Mersin | 2000 |
| Üniversite: | Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya Anadolu Üniversitesi, Eskişehir | 2004 |
| Yüksek Lisans: | Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, Konya | Devam ediyor |
| Doktora: | - | |

İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|------------|--|------------------------------|
| 2004-2007 | Emekli Süt ve Süt Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti | Üretim Müdürü |
| 2007-2016 | Gesaş Genel Gıda San. Ve Tic. A.Ş. | Kalite Sorumlusu |
| 2016-2017 | An Gıda Ürünleri Ür. Ve Paz. A.Ş. (SERAFOD) | Ar&Ge Koordinasyon Uzmanı |
| 2017-Halen | Akova Süt Ve Gıda Mam. San. Ve Tic. A.Ş. | Kalite Güvence Müdürü |

UZMANLIK ALANI

Baharat ve Uçucu Yağ Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce