T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

MISIR TANESİNDE BULUNAN YAĞ VE TOKOFEROL İÇERİĞİNİN FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYŞE NUR GÖKÇE

Tez Danışmanı
PROF. DR. CEM ÖMER EGESEL

ÇANAKKALE – 2021

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

MISIR TANESİNDE BULUNAN YAĞ VE TOKOFEROL İÇERİĞİNİN FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYŞE NUR GÖKÇE

Tez Danışmanı
PROF. DR. CEM ÖMER EGESEL

ÇANAKKALE – 2021

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Ayşe Nur GÖKÇE tarafından Prof. Dr. Cem Ömer EGESEL yönetiminde hazırlanan ve **09/07/2021** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Mısır Tanesinde Bulunan Yağ ve Tokoferol İçeriğinin Farklı Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Prof. Dr. Cem Ömer EGESEL (Danışman)	……
Prof. Dr. Sedat SERÇE	……
Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN	…….

Tez No : ……..
Tez Savunma Tarihi : 09/07/2021

……
Prof. Dr. Pelin KANTEN
Enstitü Müdürü

../08/2021

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Ayşe Nur GÖKÇE
09/07/2021

TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusu, deneysel çalışmanın yönlendirilmesi ve yazımı aşamasındaki desteklerinden dolayı tez danışmanım Prof. Dr. Cem Ömer EGESEL'e, sonuçların değerlendirilmesi konusunda yardımlarından dolayı Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN'a, bu çalışmayı gerçekleştirdiğimiz laboratuvarın oluşmasında büyük emeği olan bölüm kurucumuz merhum Prof. Dr. Hakan TURHAN'a, uygulama kısmında emeği geçen Ziraat Yüksek Mühendisi Umut SONGUR ve Ziraat Mühendisi Münevver ŞİMŞEK'e, hayatım boyunca maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayşe Nur GÖKÇE

Çanakkale, Temmuz 2021

ÖZET

MISIR TANESİNDE BULUNAN YAĞ VE TOKOFEROL İÇERİĞİNİN FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ayşe Nur GÖKÇE
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Cem Ömer EGESEL
09/07/2021, 27

Mısır tohumunda bulunan yağ ve tokoferol; gıda, endüstri ve sağlık alanlarındaki faydaları sebebiyle bitki ıslahçılarının yoğun şekilde üzerine eğildiği bileşenler durumundadır. Tür içinde bu bileşenler bakımından mevcut olan varyasyonu etkili bir şekilde kullanmak ve ıslah çalışmalarının etkinliğini artırabilmek, bu bileşenlerin doğru, hızlı ve uygun maliyetle analizine bağlıdır. Yağ ve tokoferol içeriğinin tespitine yönelik analizlerinde, gelişen teknolojiler ile birlikte yeni metotlar ortaya çıkarmakta ve mısır ıslahı ile alakalı çalışan laboratuvar ve araştırmacılar da mevcut yöntemler arasında tercihler yapmak durumunda kalmaktadırlar. Yağ ve tokoferol analizlerinde referans yöntemler olarak kabul edilebilecek Soxhlet ve HPLC (Yüksek Basınçlı Sıvı Kromotografisi) analizleri bazı yönleri ile dezavantajlara sahip olduklarından araştırıcılar alternatif yöntemlere eğilim göstermektedir. Bu yüksek lisans tez çalışmasında, farklı analiz yöntemlerini karşılaştırarak bunların maliyet, pratiklik, referans yönteme benzerliği gibi açılardan avantaj ve dezavantajlarının ortaya konulması, incelenen genotiplerin yağ ve tokoferol içerikleri bakımından değerlerini ortaya koyarak ileride planlanacak olan ıslah programlarında kullanılabilecek bir veri seti oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışmada tokoferoller için kolorimetrik yöntem ve HPLC; yağ tayininde Bligh-Dyer yöntemi, Folch yöntemi ve Soxhlet yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanmış ve incelenecek özellikler bakımından varyasyon gösterdiği bilinen 20 genotip kullanılmıştır. Analizler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji laboratuvarında yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre yağ analizinde kullanılan yöntemler

karşılaştırıldığında Bligh-Dyer yönteminin, Soxhlet ve Folch yöntemlerine göre daha uygun maliyetli olduğu, referans yöntem olan Soxhlet yöntemi ile diğer yöntemler kıyaslandığında Bligh-Dyer yönteminin, Folch yöntemine göre daha benzer olduğu, Soxhlet yönteminin ise iş gücü bakımından diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğu belirlenmiştir. Tokoferol analizinde kullanılan yöntemler karşılaştırıldığında ise HPLC yönteminin kolorimetrik yöntemine göre daha benzer ve uygun maliyetli olduğu, kolorimetrik yönteminin ise HPLC yönteme göre pratiklik bakımından daha avantajlı olduğu kanısına varılmıştır. Yağ içeriği Soxhlet yönteminde %3,2-6,8 arasında, Bligh-Dyer yönteminde %0,8-3 arasında ve Folch yönteminde ise %1,1-4,3 arasında tespit edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda tokoferol miktarının HPLC yönteminde 0,03-0,357 mg/100g arasında, Kolorimetri yönteminde ise 0,123-0,199 mg/100g arasında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kolorimetri, Soxhlet, Spektrofotometri, Tokoferol

ABSTRACT

COMPARISON OF DIFFERENT ANALYSIS METHODS OF OIL AND TOCOPHEROL CONTENT IN CORN GRAIN

Ayşe Nur GÖKÇE

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Agricultural Biotechnology

Advisor: Prof. Dr. Cem Ömer EGESEL

09/07/2021, 27

Oil and tocopherol found in corn germ; It is a component that plant breeders focus heavily on due to its benefits in food, industry and health. Effectively using the variation in these components within the species and increasing the effectiveness of breeding studies depend on the accurate, fast and cost-effective analysis of these components. In the analyzes for the determination of oil and tocopherol content, new methods are revealed with the developing technologies, and laboratories and researchers working on corn breeding have to make choices between existing methods. Since Soxhlet and HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) analyzes, which can be considered as reference methods in oil and tocopherol analysis, have some disadvantages in some aspects, researchers tend to alternative methods. In this master's thesis, it is aimed to compare different analysis methods, to reveal their advantages and disadvantages in terms of cost, practicality, similarity to the reference method, to reveal the values of the examined genotypes in terms of oil and tocopherol contents and to create a data set that can be used in future breeding programs. In the study, colorimetric method and HPLC for tocopherols; Bligh-Dyer method, Folch method and Soxhlet method were used for fat determination. In the study, 20 genotypes collected from different regions of Turkey and known to vary in terms of the characteristics to be examined were used. Analyzes were made in Çanakkale Onsekiz Mart University Agricultural Biotechnology laboratory. According to the results of the study, when the methods used in oil analysis are compared, the Bligh-Dyer method is more cost-effective than the Soxhlet and Folch methods, when the Soxhlet method, which is the reference method, is compared with other methods, the Bligh-Dyer method is more similar

than the Folch method, and the Soxhlet method in terms of workforce. It has been found to be more advantageous than other methods. When the methods used in tocopherol analysis are compared, it is concluded that the HPLC method is more similar and cost-effective than the colorimetric method, and the colorimetric method is more advantageous in terms of practicality than the HPLC method. The oil content was determined between 3.2-6.8% in the Soxhlet method, between 0.8-3% in the Bligh-Dyer method and between 1.1-4.3% in the Folch method. In the calculations, it was determined that the amount of tocopherol was between 0.03-0.357 mg/100g in the HPLC method and between 0.123-0.199 mg/100g in the Colorimetry method.

Keywords: Colorimetry, Soxhlet, Spectrophotometry, Tocopherol

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI……..…….. i
ETİK BEYAN…….…… ii
TEŞEKKÜR……..….. iii
ÖZET ……..…….…….. iv
ABSTRACT …….….. vi
İÇİNDEKİLER ……..…… viii
SİMGELER ve KISALTMALAR…….....…… x
TABLOLAR DİZİNİ…….…. xii
ŞEKİLLER DİZİNİ……..……...…….….. xiii

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

1.1. Mısır Tanesindeki Yağ ve Tokoferollerin Analiz Yöntemleri...…….. 1
1.1.1. Yağ ……..……..……..…..……...…….... 1
1.1.2. Tokoferol ……...…… 2

İKİNCİ BÖLÜM
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MATERYAL YÖNTEM 7

3.1. Materyal ……....……..…..... 7
3.2 Mısır Tanesinde Yağ Analizi İçin Örnek Hazırlığı …….....…….…..... 8
3.3. Yağ İçeriği Analizi ……...…….…..... 9
3.3.1. Soxhlet Yöntemi ……..... 9
3.3.2. Bligh-Dyer Yöntemi ……..…. 10
3.3.3. Folch Yöntemi ……..... 11

3.4. Tokoferol İçeriği Analizi ……...…….…..... 12
3.4.1. HPLC Yöntemi ……....…….…..... 12
3.4.2. Kolorimetri Yöntemi ……... 13
3.5. İstatistik Analizi ……..... 13

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI 14

4.1. Çalışmada Kullanılan Yerel Popülasyonların Yağ İçeriklerinin Farklı Yöntemlerle Tespiti……... 17
4.2. Çalışmada Kullanılan Yerel Popülasyonların Tokoferol İçeriklerinin Farklı Yöntemlerle Tespiti……... 18
4.3. Laboratuvar Çalışmaları …… 19
4.3.1. Yağ …….. 19
4.3.2. Tokoferol ……. 20

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ ve ÖNERİLER 22

KAYNAKÇA ...……. 24
EKLER …….……. I
EK 1. YAĞ ANALİZİ YÖNTEMLERİNDE KULLANILAN KİMYASALLARIN FİYATLARI ……...……... II
EK 2. TOKOFEROL ANALİZİ YÖNTEMLERİNDE KULLANILAN KİMYASALLARIN FİYATLARI ……..…….…….…….... III
ÖZGEÇMİŞ ….…….…….... IV

SİMGELER VE KISALTMALAR

ha	Hektar
kg	Kilogram
da	Dekar
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
mg	Miligram
g	Gram
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
µL	Mikrolitre
UV-VIS	Ultraviyole-Görünür Işık
NIRS	Yakın Kızılaltı spektroskopi
mm	Milimetre
mL	Mililitre
˚C	Santigrad Derece
dk	Dakika
rpm	Dönüş Hızı
FT-IR/ATR	Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektrofotometre / Zayıflatılmış Toplam Yansıtma
LC-MS-MS	Sıvı kromatografi-kütle spektrometresi-kütle spektrometresi
APCI	Atmosferik basınç kimyasal iyonizasyonu
C18	Karbon 18
BAP	Bilimsel Araştırma Projeleri
NaCl	Sodyum Klorür
nm	Nanometre
sn	Saniye
$FeCl_3$	Demir Klorür
P	Basınç
TL	Türk Lirası
B	Beta
γ	Gama

δ	Delta
α	Alfa

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Çalışmada materyal olarak kullanılan genotiplere ait bilgiler	7
Tablo 2	Araştırmada kullanılan analiz yöntemleri	8
Tablo 3	Farklı yöntemler kullanılarak elde edilen yağ ve tokoferol ortalama sonuçları	14
Tablo 4	Yağ analizinde kullanılan yöntemlerin varyans analizi	15
Tablo 5	Tokoferol analizinde kullanılan yöntemlerin varyans analizi	15
Tablo 7	Yağ analizinde kullanılan yöntemler arasında tespit edilen korelasyon katsayıları	16
Tablo 8	Tokoferol analizinde kullanılan yöntemler arasında tespit edilen korelasyon katsayıları	17

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Soxhlet cihazı	9
Şekil 2	Faz ayrımı	11
Şekil 3	Alt faz ayrımı	11
Şekil 4	Azot altında solvent uçurma cihazı	12

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Yabani teosinteden (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) köken aldığı düşünülen ve buğdaygiller (*Poaceae*) familyasının bir üyesi olan mısır (*Zea mays* L.); tropikal, subtropikal ve ılıman iklimde yetişebilen, yeryüzünde geniş yayılım gösteren bir tahıl bitkisidir (Aldrich vd., 1982). Tahıl grubunun üyesi olan mısır bitkisinin, dünyada hasat edilen alanı yaklaşık 197,2 milyon ha'dır. Üretimi 1,15 milyar ton, verimi ise 582 kg/da olarak hesaplanmıştır (FAO, 2021). Türkiye'de mısır bitkisinin ekim, üretim ve verimi için 2021 yılı verilerine bakıldığında; ekim alanı 7 milyon da, üretimi 6,5 milyon ton, verimi ise 940 kg/da olduğu raporlanmıştır (TÜİK, 2021).

Mısır bitkisi gıda, yem ve sanayinin pek çok farklı alanlarında ham madde olarak kullanıldığından dünyada ve ülkemizde önemli bir bitki haline gelmiştir (Özcan, 2009). Bu gibi nedenlerden dolayı, verim ve kalite bileşenlerini iyileştirmeye yönelik birçok ıslah programına konu olmuştur. Verim ve kalite bileşenlerini arttırmaya yönelik yapılan bu ıslah çalışmalarının başarıya ulaşabilmesi için güvenilir ve farklı açılardan tercih edilebilir analiz yöntemlerinin geliştirilmesi de önem arz eder.

1.1. Mısır Tanesindeki Yağ ve Tokoferollerin Analiz Yöntemleri

1.1.1. Yağ

Mısır tanesindeki yağın büyük bir kısmı embriyoda depolanmaktadır. Tanede yaklaşık olarak %3,5-5,5 oranında yağ bulunur ve melez çeşitlerde bu oran %7'ye kadar çıkabilmektedir (Singh vd., 2014).

Hem hayvan hem insan beslenmesinde önemi büyük olan mısır yağının analizi oldukça zahmetlidir. Bu nedenle mısır yağını arttıracak ıslah programlarında kullanılacak analizlerin iyi seçilmesi gerekmektedir. Mısır tanesindeki yağı tespit etmek için farklı yöntemler geliştirilmiş olup bunlar arasında Soxhlet, Folch, Bligh-Dyer ve enzimatik tayin

yöntemleri öncelikli olarak sayılabilir (Moreau, 2004; Bahrami vd., 2013; Al-Bakri, 2017; Kahrıman vd., 2017).

Yağ analizinde referans yöntem olarak görülen Soxhlet yönteminde organik çözücü olarak etanol, metanol veya hekzan gibi kimyasallar kullanılmaktadır. Mısır tohumundan yağ ekstrakte edilebilmesi için yaklaşık 6 saat boyunca belli bir ısıda dietil eter ile örneğin muamele edilmesine dayanan bir yöntem kullanılmaktadır (Kahrıman vd., 2017). Soxhlet yöntemine alternatif olabilecek Folch ve Bligh-Dyer yöntemlerinde yağı ekstrakte edebilmek için organik çözücü olarak kloroform ve metanol kullanılmaktadır. İki yöntem arasındaki ortak nokta yoğunluk farkından yararlanarak yağı diğer maddelerden ayırmaktır. Fakat bu yoğunluk farkından yararlanmak için iki yöntemde de farklı kimyasallar kullanılmaktadır (Bahrami vd., 2013; Al-Bakri, 2017).

1.1.2. Tokoferol

Yaygın kullanımda E vitamini olarak isimlendirilirler ve tokoferoller yağda çözünen bileşiklerdir (DellaPenna ve Mène-Saffrané, 2011). Bitkisel kökenli olan ve hayvanlar tarafından sentezlenemeyen bu bileşiklerin beslenme yolu ile vücuda alınmaları gerekir. E vitamini, yağda çözünen ve insan vücudunda en önemli zincir kırıcı antioksidan olarak kabul edilmektedir. E vitamini eksikliği ile Alzheimer hastalığı, akciğer hastalığı ve otozomal resesif ataksiler (kontrol yetersizliği ve koordinasyon bozukluğu) gibi nörodejeneratif hastalıklar arasında ilişki olduğu bildirilmiştir (Ulatowski ve Manor, 2015). E vitamini eksikliği fetal ölüm ve memeli infertilitesinin (kısırlık) yanı sıra böbrek ve karaciğer hasarı ve kanser gibi diğer rahatsızlıklara da neden olabilmektedir (Combs, 1992). Mısır tanesinde bulanan tokoferollerin artan seviyeleri ile beraber mısırın raf ömrünün uzadığı rapor edilmiştir (Watson, 1988). Ayrıca tokoferoller bitkilerde foto oksidasyon kaynaklı hasarları en aza indirmede görevlidirler (Fryer, 1992).

Yukarıda bahsedilen faydalarından dolayı mısır tanesinde bulunan tokoferol değerli bir kalite bileşeni olarak değerlendirilir. Mısır tanesinde E vitamini aktivitesine sahip α ve γ olmak üzere iki tip tokoferol bulunur (Inglett, 1970; Reiners ve Gooding 1970). Mısır tanesindeki yağ oranı ile tokoferol içeriği arasında doğru bir ilişki olduğu (Lambert, 1994),

dolayısıyla yüksek yağ oranına sahip genotiplerin potansiyel olarak daha fazla E vitamini içerebileceği bilinmektedir. Mısır genotiplerinde tokoferoller bakımından önemli bir doğal varyasyonun mevcut olduğu ve kalıtım derecelerinin de bu bileşenleri kolaylıkla manüpile etmeye elverişli seviyelerde bulunduğu bildirilmiştir (Egesel, 1997; Egesel vd., 2003). Inglett (1970) tarafından çeşitlere bağlı olarak mısır tanesindeki tokoferol aralığını yaklaşık 0,3-0,7 mg/100g olarak rapor etmiştir. Tanedeki tokoferol oranını artırmayı hedefleyen ıslah programları mevcuttur ve bu programlarda kullanılmak üzere güvenilir analiz yöntemlerine ihtiyaç vardır. Tokoferol seviyelerini tespit etmek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar arasında en sık rastlanan yöntemler HPLC ve kolorimetrik analiz yöntemleridir (Baker ve Frank, 1968; Bakre vd., 2014).

HPLC yöntemi, sıvı içerisinde bulunan moleküllerin haraketlerine bağlı olarak tespit edilmesi istenen maddenin miktarını ölçer. Burada analiz edilecek maddeye göre mobil faz (sıvı) kullanılmaktadır (Bakre vd., 2014). Kolorimetrik yöntem ise materyalin UV absorbsiyonunun ölçülmesi veya bir belirteç ile reaksiyonu sonucu oluşan renkli bir bileşiğin görünür alanda spektral olarak belirlenmesine dayanmaktadır (Baker ve Frank 1968).

Mısır tohumunun değerli kalite bileşenleri arasında bulunan yağ ve tokoferol oranlarını tespit etmekte kullanılan çeşitli analiz yöntemlerinin var olması, araştırıcılar açısından bir tercih yapma zaruriyeti doğurmaktadır. Söz konusu analiz yöntemlerinin birçok açıdan değerlendirilmesi ve çalışmadan çalışmaya değişebilecek özel beklentilere cevap verme durumuna göre en uygun olanın belirlenmesi dikkatle ele alınması gereken bir husustur. Literatürde farklı analiz yöntemlerini kullanmış ve hatta bunları mukayese etmiş araştırmalar mevcut olsa da, geniş sayılabilecek bir genotip seti kullanarak ve özellikle yöntem mukayese amacı ile tasarlanmış çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Buradan hareketle, bu çalışmada; i) incelenen özellikler bakımından varyasyon gösterdiği bilinen 20 adet farklı mısır genotipinden oluşan bir materyal seti üzerinde yağ ve tokoferol oranlarını analiz etmede kullanılan 5 farklı yöntemi referans olan metoda benzerlik, maliyet, pratiklik, iş gücü gibi açılardan karşılaştırarak her birinin avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymak, ii) incelenen genotiplerin yağ ve tokoferol içerikleri bakımından değerlerini ortaya koyarak ileride planlanacak ıslah programlarında kullanılabilecek bir veri seti oluşturmak amaçlanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bitkisel materyalde madde içeriği tespit etmek oldukça güç bir olgu olup bunları tespit etmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler; referans metoda benzerlik, maliyet, pratiklik, iş gücü gibi konularda birbirlerinden farklı olduğundan çalışma alanına bağlı olmak üzere hangisinin en uygun olacağı doğru yanıtlanması gereken bir soru olarak ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlara ışık tutmak için bilim adamları öne çıkan yöntemleri karşılaştırmış ve sonuçları tartışmışlardır. Bu bölümde 'Mısır Tanesinde Bulunan Yağ ve Tokoferol İçeriğinin Farklı Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması' başlığına uygun olarak yapılan daha önceki çalışmalar bir araya toplanmıştır.

Yağ ve tokoferol tespiti için birden fazla yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmanın amaçları arasında yer alan ve önemli konulardan biri de farklı metotlardan elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır. Özellikle bu konu bakımından yapılan çalışmalara bakıldığında Ulmer ve diğerleri 2018 yılında yaptıkları çalışmada Matyash, Folch ve Bligh-Dyer metotlarını karşılaştırmışlardır. Analiz yöntemlerini karşılaştırmak amacıyla farklı lipit türlerini kullanmışlardır. Karşılaştırma sonucuna göre Folch ve Bligh-Dyer yönteminin Matyash yöntemine göre gerçeğe daha yakın sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada hardal tohumunda yağların renk, serbest yağ asidi, sabunlaşmayan madde içeriği ve peroksit yönünden değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışma soxhlet ve enzimatik yöntem ile yapılmış, elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada enzimatik yöntem ile soxhlet yönteminden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel anlamda önemli farklar belirlenmiştir (Sengupta ve Bhattacharyya, 1996).

Maliyet, pratiklik ve iş gücü gibi hususlar, metot karşılaştırma çalışmalarında göz ardı edilmemesi gereken önemli konulardır. Madde içeriği tespiti ve madde içeriği tespitinde kullanılan yöntemlerin araştırmaya değer olan bu önemli hususlarda karşılaştırılması, yapılacak olan diğer çalışmalar için avantaj sağlayacaktır. Madde içeriğini belirlemek için yapılan çalışmalarda maliyet ve iş gücünün minimum düzeye indirilmesi pratiklikte ise önemli derecede zaman kazandırması laborantlar için önemli bir değer olacaktır. Maliyet, iş gücü ve pratiklik konuları bakımından literatür incelendiğinde bazı

yöntemlerin bu hususlarda karşılaştırıldığı tespit edilmiştir. Örneğin; Moreau 2004 yılında yaptığı bir çalışmada sıvı enzimatik bir yöntem geliştirmiş ve bu yöntem sayesinde fazla kimyasal çözücü kullanmadan mısır bitkisinden yağ çıkarma işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan enzimler; Novozyme Alcalase proteaz P 4860, Novozyme Carezyme selülaz C 2605, Novozyme Celluclast 1,5L selülaz C 2730, Sigma selülaz C 1184, Sigma selülaz C 1794, Sigma ksilanaz X 2753, Calbiochem Cellulysin selülaz, Calbiochem Macerase pektinaz, Cellulase GC220, Multifect GC selülaz, Multifect ksilanaz ve Protease GC106'dır. Yöntemin çalışma esası, mısır tohumunun 50°C'de 4 saat boyunca çeşitli enzimler ve tamponla çalkalanarak ardından santrifüjlenip yağ tabakasının yüzeyde birikmesine dayanmaktadır.

Silva ve diğerleri (2009) bitkisel yağlarda α-tokoferol tayini için bir FT-IR/ATR yöntemini, HPLC yöntemlerine bir alternatif olarak uygulamışlardır. Çalışmada bir dizi rafine bitkisel yağ numunesinden elde edilen FT-IR spektrumları HPLC metodu ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucuna göre FT-IR metodu sayesinde numune ön işlemine gerek kalmadan bitkisel yağlarda α-tokoferolün hızlı ve basit bir şekilde belirlendiğini ortaya koyulmuştur.

Man ve diğerleri (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada ise α-tokoferole odaklanarak E vitamini konsantrasyonunu belirleme olasılığını araştırmak için FT-IR kullanılmış ve araştırıcılar bu yöntemi HPLC metodu ile karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre FT-IR kantitatif analizinin 2 dakikadan daha az bir sürede yapılabildiği ve solvent ihtiyacını azaltabildiği ve bu nedenle bu yöntemin çevre dostu olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yapılan başka bir çalışmada zeytin yağındaki tokoferolleri belirlemesi, karmaşık bir sterol karışımının LC (Sıvı Kromotografisi) ile ayrılması ve bunların kütle spektrometrisi ile tanımlanması hedeflenmiştir (Cañabate-Díaz vd., 2007). Araştırıcılar zeytin yağında ilk kez APCI (atmosferik basınç kimyasal iyonizasyon) modunda kütle spektroskopisi (MS) ile çalışmışlardır. Çalışmada aynı işlem HPLC için de uygulanmış ve çalışmanın sonucuna göre LC-MS-MS daha pratik ve aktif olarak tespit edilmiştir. Wong ve diğerleri, 1988 yılında yaptıkları bir çalışmada palmiye yağında tokoferol analiz yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Analizde kolorimetrik yöntem ile bir başka spektrofotometrik yöntemi

karşılaştırmışlar ve daha az kimyasal madde kullanarak spektrofotometri yöntemi ile benzer sonuçları elde ederek kolorimetrik yöntemin daha ekonomik ve pratik olduğu kanısına varmışlardır.

Başka bir çalışmada ise Kurilich ve Juvik (1999) mısırdaki karotenoid ve tokoferollerin eş zamanlı analizi için 22 dakikadan kısa sürede çalışan; izokratik HPLC metodunu geliştirmişlerdir. Metoda göre ters faz sistemi; tokoferollerin, α-, δ- ve γ-formları ve lutein, zeaksantin, β-kriptoksantin, α-karoten, β-karoteni ayırmak için C18 monomerik ve C18 polimerik kolon kombinasyonunda suda çözünmeyen mobil faz kullanmışlardır. Çok kanallı UV-VIS dedektörü kullanarak bir kanalda 450 nm'de karotenoid absorbsiyonunu belirlerken diğer kanalda 290 nm'de tokoferolleri belirleyen araştırıcılar bu çalışmada daha az zaman harcayarak tokoferol ve karotenoidlerin birlikte belirlenebildiğini ortaya koymuşlardır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Türkiye'nin farklı yerlerinden orijin alan, 20 adet yerel mısır genotipine ait tohumlar kullanılmıştır (Tablo 1). Yerel mısır tohumları Ordu Üniversitesi ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından daha önce toplanmış ve araştırmada kullanılacak olan bitkisel materyal bu kaynaklardan elde edilmiştir. Deneme materyalinin tamamı aynı zamanda BAP FIA-2017-961 numaralı projeye ait materyallerdir.

Tablo 1

Çalışmada materyal olarak kullanılan genotiplere ait bilgiler

Gen Kodu	İl/İlçe	Bölge
TR 36986	Artvin/Ardanuç	Karadeniz
TR 37115	Çorum/Merkez	Karadeniz
TR 37601	Çanakkale/Merkez	Marmara
TR 37746	Rize/Çamlıhemşin	Karadeniz
TR 38439	İzmir/Aliağa	Ege
TR 40604	Tekirdağ/Hayrabolu	Marmara
TR 42689	Edirne/Merkez	Marmara
TR 42725	Gaziantep/Kilis	Güneydoğu Anadolu
TR 42948	Burdur/Tefeni	Akdeniz
TR 44410	Balıkesir/Merkez	Marmara
TR 48893	Ağrı/Tutak	Doğu Anadolu
TR 49197	Amasya/Suluova	Karadeniz
TR 49234	Trabzon/Maçka	Karadeniz
TR 49303	Balıkesir/Gönen	Marmara
TR 50515	Trabzon/Merkez	Karadeniz
TR 50547	Ağrı/Eleşkirt	Doğu Anadolu

Tablo 1'in devamı

TR 50583	Erzurum/Merkez	Doğu Anadolu
TR 54712	Rize/Merkez	Karadeniz
TR 55533	Amasya/Merkez	Karadeniz
TR 55545	Uşak/Banaz	Ege

Mısır genotipleri 2018 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Çiftliği Uygulama Alanı'nda yetiştirilmiş ve hasat edilen taneler analizlere kadar uygun şartlarda (+4 ºC'de) muhafaza edilmiştir.

Çalışmada, yağ ve tokoferol içerikleri bakımından varyasyona sahip olduğu daha önceki ön çalışmalar ile tespit edilmiş olan 20 adet mısır genotipi kullanılmış, her biri 5 tekerrürlü olmak üzere toplam 100 örnek ile çalışılmıştır. İncelenecek kalite özeliklerinin analiz yöntemleri olarak yağ oranı için Soxhlet, Bligh-Dyer, Folch ve enzimatik yöntem; tokoferoller için ise HPLC ve kolorimetrik yöntem ele alınmıştır (Tablo 2). Kimyasal analizler için örnek hazırlığı aşamasında her genotipten yaklaşık 50 g tane laboratuvar tipi öğütücüde (Fritsch, pulverisette 14, Almanya) 0,5 mm'lik elek ile öğütülmüştür.

Tablo 2

Araştırmada kullanılan analiz yöntemleri

Özellik	**Ölçüm Şekli**	**Referans**
Toplam Yağ İçeriği	Soxhlet	Kahrıman vd., (2017)
Toplam Yağ İçeriği	Bligh-Dyer	Bahrami vd., (2013)
Toplam Yağ İçeriği	Folch	Al-Bakri, (2017)
Toplam Tokoferol İçeriği	HPLC	Bakre vd., (2014)
Toplam Tokoferol İçeriği	Kolorimetri	Baker ve Frank, (1968)

3.2. Mısır Tanesinde Yağ Analizi İçin Örnek Hazırlığı

Her genotipe ait tohumlar laboratuvar tipi öğütücüde (Fritsch, pulverisette 14, Almanya) 0,5 mm'lik elek ile öğütülmüştür. Soxhlet, Bilgh-Dyer ve Folch yöntemleri kullanılarak yapılacak yağ analizi için öğütülen tohumlardan 0,5 g tartılarak örnekler alınmıştır ve bu örnekler birbiri ile karışmayacak şekilde etiketlenmiştir. Analizler

yapılmadan önce tüm örnekler etüvde 70˚C'de 24 saat kurutulmaya bırakılmıştır. Etüvden çıkan örneklerin kuru ağırlıkları tekrar belirlenerek kaydedilmiştir.

3.3. Yağ İçeriği Analizi

3.3.1. Soxhlet Yöntemi

Çalışmada yağ oranının tespit edilmesi için Soxhlet cihazı kullanılmıştır (Kahrıman vd., 2017). Bu çalışmada kullanılan Soxhlet cihazında toplamda 6 ekstraktör bulunmaktadır (Şekil 1). Her bir Soxhlet ekstraktörüne filtrelere tartımı yapılan örnekler pens ile yerleştirilmiş, yağın ayrılmasını sağlayan organik çözücü olarak 190 mL eter kullanılmış ve 6 saat boyunca örneklerin yağ ayrımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Soxhlet cihazı

Örneklerin yağ oranını hesaplamak üzere önce nemin minimuma indirilmesi için 24 saat boyunca 70˚C'de etüve bırakılmıştır. Etüvden çıkan örneklerin ağırlıkları oda sıcaklığında (25˚C) ölçülmüş ve yağ oranları aşağıda verilen eşitlikten yararlanarak yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ } \% = \frac{(\text{Analiz öncesi örnek ağırlığı} - \text{Analiz sonrası örnek ağırlığı}) \text{x} 100}{\text{Analiz öncesi örnek ağırlığı}} \qquad (3.1)$$

3.3.2. Bligh-Dyer Yöntemi

Örneklerin yağ ekstraksiyonlarını gerçekleştirmek için ön işlemi gerçekleşmiş materyal üzerine (0,5 g) 1 mL saf su eklenip 10 dakika vortekslenmiştir. Vortekslenen örneklerin üzerine 3,75 mL kloroform-metanol (1:2, h/h) çözücüsü eklenmiştir ve 10 dakika vortekse tabi tutulmuştur. Son olarak karışım üzerine 1,25 mL saf su ilave edilip 1 dakika vortekslenmiştir. Vortekslenen örnekler 10 dakika (9000 rpm, 5˚C) santrifüjlenmiştir. Santrifüjden çıkan örnekler 3 faza ayrılmıştır (Şekil 2). Bu ayrımlardan en alt faz cam pastör pipet ile alınmıştır (Şekil 3). Alınan en alt faz filtre kağıdı ile süzülerek (filtre kağıdında kalan yağın cam tüpe tamamen akması için 1 mL kloroform filtre kağıdından geçirilmiştir) cam tüplere aktarılmıştır. Cam tüpe aktarımı gerçekleşen yağın kloroformdan ayrılması için azot uçurma tankına yerleştirilmiştir (Azot tankının basıncı:1,5 P). Kloroform örnekten tamamen ayrılana kadar azot tankında bekletilmiştir (Bahrami vd., 2013). Azot tankından çıkan örneklerin hassas terazide tartımı yapılmıştır. Tartımı yapılan örneklerin yağ hesaplaması yüzde değer olarak aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Yağ } \% = \frac{\text{Dolu Tüp} - \text{Boş Tüp}}{\text{Örnek Ağırlı}} \times 100 \qquad (3.2)$$



Şekil 2. Faz ayrımı



Şekil 3. Alt faz ayrımı

3.3.3. Folch Yöntemi

Ön aşaması gerçekleşen kurutulmuş örnek üzerine 2 mL kloroform-metanol (2:1, h/h) eklenmiştir. Karışım oda sıcaklığında (25˚C) orbital çalkalayıcıda 15-20 dk boyunca çalkalanmıştır. Partikülleri kloroform-metanolden ayırmak için filtre kağıdı ile süzülerek plastik tüpe aktarımı yapılmıştır. Plastik tüpe aktarımı yapılan örneğin üzerine %0,9 NaCl (0,4 mL) eklenmiştir. Oluşan bu karışımın faz ayrımını gerçekleştirmek için tüpler santrifüje koyulmuştur (2000 rpm, 5˚C, 5 dakika). Santrifüjden çıkan tüplerde çözeltinin alt fazı cam pastör pipet ile alınarak cam tüpe aktarılmıştır. Aktarımı yapılan çözelti azot tankına yerleştirilmiştir (Azot tankının basıncı:1,5P). Lipit içeren alt faz azot tankında buharlaştırılmış ve saf yağ elde edilene kadar azot tankında bekletilmiştir (Al-Bakri, 2017) (Şekil 4). Azot tankından çıkan örneklerin hassas terazide tartımı yapılmıştır. Tartımı yapılan örneklerin yağ hesaplaması aşağıdaki formüle göre yüzde değer olarak yapılmıştır.

$$Yağ\ \% = \frac{Dolu\ Tüp - Boş\ Tüp}{Örnek\ Ağırlı} \times 100 \qquad (3.3)$$



Şekil 4. Azot altında solvent uçurma cihazı

3.4. Tokoferol İçeriği Analizi

3.4.1. HPLC Yöntemi

Bu kısmın başında kolondan önce cihazdan bahsetmek yerinde olur. Toplam tokoferol analizlerinde kolon olarak C18 kolonu kullanılmıştır. Cihaz çıkış dalga boyu 290 nm, emisyon dalga boyu ise 330 nm olarak ayarlanmıştır. Mobil faz için %50 metanol %50 acetonitrile içeren bir karışım hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım hiçbir şekilde hava almayacak şekilde parafilm ile kapatılmıştır. Kolon sıcaklığı 40 °C, akış hızı 1 mL/dk ve her bir örnek için 20 dk akış olacak şekilde gerekli ayarlamalar yapılmıştır. Her bir tokoferol izomeri için 4 adet standart hazırlanmıştır. Önceden metanol ile muamele edilmiş örneklerden 25 µL hacimli Hamilton marka şırınga ile 20 µL alınmış, örnek enjeksiyon bölmesine enjekte edilmiştir. Her örnek sonunda kolonu temizlemek amacı ile 20 µL metanol, örnek gibi enjekte edilmiştir (Bakre vd., 2014).

3.4.2. Kolorimetri Yöntemi

Bu yöntemde dipyridyl yardımı ile pembemsi bir ürün elde edilerek 520 nm dalga boyunda tokoferol içeriği tespit edilmiştir. Spektrofotmetrik tayin için öncelikle metanol ile önceden seyreltilmiş olan örneklerden 1,5 mL pipet ile boş bir tüpe alınıp üzerine 3 mL'ye tamamlayacak şekilde saf su eklenmiştir. Sonrasında üzerine 1,5 mL xylene eklenerek tüp 20 sn kadar vortekslerek ve ardından 5000 rpm'de yarım saat santrifüje koyulmuştur. Santrifüj sonrasında xylene katmanından 1 mL boş bir tüpe aktarılacak, aktarım esnasında diğer katmanlardan alım yapılmamasına dikkat edilmiştir. Aktarılmış xylene katmanına 1 mL 2, 2' dipyridyl ajanı ve 0,33 mL $FeCl_3$ eklenmiştir. Sonrasında hazırlanmış örnekten 3 mL kuvars küvet içerisine alınmış UV-Spektrofotometre cihazında 520 nm dalga boyunda absorbans değeri alınmıştır. Hazırlanacak kürve yardımı ile örneklerin tokoferol içerikleri belirlenmiştir (Baker ve Frank, 1968).

3.5. İstatistik Analizi

Projede tarla denemeleri ve laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen bilgiler Tekerrürlü Tesadüf Blokları deneme desenine uygun olacak şekilde çözümlenmiştir. Analizlerde kullanılan yöntem farklılığı bakımından deney üniteleri arasındaki farklılıkların, etkisi araştırılan faktörden mi yoksa tesadüften mi ileri geldiğini test etmek için varyans analizi, çalışmada kullanılan yöntemlerin arasındaki ilişkileri irdelemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Varyans analizleri ve kolerasyon analizleri IBM SPSS Statistics 21 paket programında yapılmıştır (Mendeş, 2012). Her bir özellik için tanıtıcı istatistiklerden kareler ortalaması, standart hata ve serbestlik derecesi değerleri hesaplanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu araştırmada incelenen 20 adet yerel popülasyona ait tohumlarda bulunan yağ ve tokoferollerin farklı analiz yöntemleri ile elde edilen ortalama sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

Farklı yöntemler kullanılarak elde edilen yağ ve tokoferol ortalama sonuçları

	Yağ Ortalamaları (%)			**Tokoferol Ortalamaları (mg/100g)**	
Genotip	**Soxhlet Yöntemi**	**Bligh-Dyer Yöntemi**	**Folch Yöntemi**	**HPLC Yöntemi**	**Kolorimetri Yöntemi**
TR 36986	6,7	3	2,3	0,060	0,137
TR 37115	3,4	0,8	1,5	0,035	0,159
TR 37601	4,4	1,1	3,3	0,036	0,129
TR 37746	3,2	1,1	1,1	0,090	0,151
TR 38439	4,5	1,1	2	0,123	0,161
TR 40604	4,8	1	1,3	0,158	0,143
TR 42689	5,2	1,2	2,8	0,035	0,137
TR 42725	3,4	1,5	1,6	0,115	0,146
TR 42948	4,5	2,6	2	0,063	0,132
TR 44410	3,6	1,7	2,6	0,123	0,151
TR 48893	5,4	2,6	4,3	0,300	0,147
TR 49197	4,5	1,5	2,8	0,044	0,129
TR 49234	4,9	1,5	2,2	0,054	0,126
TR 49303	6,8	2,8	2,8	0,083	0,151
TR 50515	4,5	1,1	2,3	0,013	0,126
TR 50547	3,9	1,7	1,5	0,357	0,179
TR 50583	3,9	1,7	1,5	0,075	0,141
TR 54712	3,8	2,2	2	0,078	0,128
TR 55533	4,5	1,4	4,1	0,106	0,145
TR 55545	3,8	1,1	1,5	0,030	0,154

Elde edilen sonuçlara göre yerel popülasyonlara ait yağ oranlarının Soxhlet yönteminde 3,2-6,8 arasında, Bligh-Dyer yönteminde 0,8-3 arasında, Folch yönteminde 1,1-4,3 arasında olduğu tespit edilmiştir. Toplam % tokoferol ortalamaları ise HPLC yönteminde 0,013-0,357 arasında, Kolorimetri yönteminde 0,126-0,179 arasında hesaplanmıştır. Bu verilerden yola çıkarak yağ ve tokoferol tespit etmede kullanılan yöntemler arasında önemli bir farkın olup olmadığını ve yöntemlerin sonuçlara olan etkisini tespit etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Yağ analizinde kullanılan Soxhlet, Bligh-Dyer ve Folch yöntemlerinin yağ ortalamaları bakımından varyans analizi Tablo 4'te, tokoferol analizinde kullanılan HPLC ve Kolorimetri yöntemlerinin tokoferol ortalamaları bakımından varyans analizi Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 4

Yağ analizinde kullanılan yöntemlerin varyans analizi

Varyans Kaynağı	SD	KO	Pr(>F)
Tekerrür	4	0,003	0,948
Yöntemler	2	217,371	0,000
Genotip	19	7,043	0,000
YöntemlerxGenotip	38	1,981	0,000
Hata	236	0,014	

Tablo 5

Tokoferol analizinde kullanılan yöntemlerin varyans analizi

Varyans Kaynağı	SD	KO	Pr(>F)
Tekerrür	2	0,0303	0,212
Yöntemler	1	19,2536	0,000
Genotip	19	0,8495	0,000
YöntemlerxGenotip	19	0,8086	0,000
Hata	78	0,0192	

Varyans analizleri sonuçlarına göre içerik bakımından farklı olduğu bilinen genotipler ve yöntemler arasındaki ikili interaksiyonların tamamının istatistiksel olarak ($p<0.00$) önemli bir varyasyon kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum analizde kullanılan genotip ve yöntemlerin yağ içeriği belirlemede etkili bir faktör olduğunu

göstermektedir. Tekerrürün ise istatistiksel olarak önemli olmadığı kanısına varılmıştır. Bu da kurulan denemenin homojen olduğunu ve bloklara bir etkisi olmadığını göstermektedir (Tablo 4). Tokoferol içeriği belirlemede kullanılan yöntemler ve farklı özellikleri olduğu bilinen genotiplerin arasındaki ikili interaksiyonların tamamına bakıldığında ise istatistiksel olarak ($p<0,00$) önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum tokoferol içeriği belirlemede kullanılan yöntemlerin ve genotiplerin tokoferol oranını etkilediğini göstermektedir. Tokoferol analizinde kullanılan tekerrürlerin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu ise kurulan denemenin homojen olduğunu ve bloklara etkisinin olmadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Tablo 5). Varyans analizinde elde edilen sonuçlar doğrultusunda yağ ve tokoferol içeriği belirlemede kullanılan yöntemlerin belirlenmek istenen özelliğe etkisini tespit etmek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Yağ içeriğini belirlemede kullanılan Soxhlet, Bligh-Dyer ve Folch yöntemlerinin korelasyonu Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6

Yağ analizinde kullanılan yöntemler arasında tespit edilen korelasyon katsayıları

	Soxhlet	**Bligh-Dyer**
Bligh-Dyer	0.591 <.0001	-
Folch	0.467 <.0001	0.304 <.0001

Korelasyon analizi sonucuna göre Soxhlet ve Bligh-Dyer yöntemleri arasındaki benzerlik ilişkisi 0,591 olarak tespit edilirken Soxhlet ve Folch yöntemleri arasındaki benzerlik ilişkisi 0,467 olarak tespit edilmiştir. Referans yöntem olan Soxhlet yöntemi diğer yöntemler ile ilişkilendirildiğinde Bligh-Dyer yönteminin Folch yöntemine kıyasla daha benzer bir sonuç veren yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Tokoferol içeriğini belirlemede kullanılan yöntemlerin korelasyonu Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7

Tokoferol analizinde kullanılan yöntemler arasında tespit edilen korelasyon katsayıları

	HPLC	Kolorimetri
HPLC	-	
Kolorimetri	0.530 <.0001	-

Korelasyon analizi sonucuna göre HPLC ve Kolorimetri yöntemleri arasındaki benzerlik ilişkisi 0,530 olarak tespit edilmiştir.

4.1. Çalışmada Kullanılan Yerel Popülasyonların Yağ İçeriklerinin Farklı Yöntemlerle Tespiti

Mısır tohumunda bulunan yağın, yerel genotipler arasında oran bakımından önemli farkları olduğu bilinmektedir. Yağ içeriği yerel çeşitlerde %3,5-5,5 arasında değişmekte ve bu oran %7'ye kadar çıkabilmektedir (Singh vd., 2014). Çalışmada kullanılan yerel popülasyonların Soxhlet yönteminden elde edilen yağ ortalamaları %3,2 ile %6,8 arasında olup en yüksek yağ içeriğine sahip popülasyonlar; %6,8 TR 49303, %6,7 TR 36986 ve %5,4 TR 48893'tür. Bligh-Dyer yönteminde genotiplerin yağ ortalamaları %0,8 ile %3 arasında olup en yüksek yağ içeriğine sahip popülasyonlar; %3 ile TR 36986, %2,8 ile TR 49303 ve %2,6 ile TR 42948'dir. Folch yönteminde genotiplerin yağ ortalamaları ise %1,1 ile %4,3 arasında olup en yüksek yağ içeriğine sahip popülasyonlar; %4,3 ile TR 48893, %4,1 ile TR 55533 ve %3,3 ile TR37601'dir (Tablo 3).

Soxhlet, Bligh-Dyer ve Folch yöntemlerinden elde edilen yağ ortalamalarında belirlenen aralıkların genel ortalamaya göre büyük olduğu tespit edilmiştir. Yağ ortalamasına etki eden bu duruma, çalışmada kullanılan ve Türkiye'nin farklı yerlerinden orijin almış genotiplerin geniş bir varyasyona sahip olması veya içerik belirlemede kullanılan yöntemlerin sonuçlara etki etmesi sebep olarak gösterilebilir (Tablo 1 ve Tablo 2). Ulmer ve diğerleri (2018) yaptıkları bir çalışmada lipit içeriğini belirlemek için Matyash, Folch ve Bligh-Dyer metotlarını kullanmışlar ve elde ettikleri sonuçları karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonucuna göre istatiksel olarak önemli farklar elde eden araştırıcılar, Folch ve Bligh-Dyer yönteminin Matyash yöntemine göre gerçeğe daha yakın

sonuç verdiğini ortaya koymuşlardır. Yapılan farklı bir çalışmada ise Shin ve diğerleri (2013) unlu mamüllerde yağ sınıflarını ve içeriğini belirlemek için Folch yöntemini, Soxhlet yöntemini ve AOAC 996.06 yöntemini kullanmışlar ve elde ettikleri toplam yağ oranlarını mukayese etmişlerdir. Buna göre Folch yönteminde elde edilen sonuçların AOAC 996.06 yönteminde elde edilen sonuçlara göre %0,31 ile %5,22 arasında daha yüksek yağ içeriğine sahip olduğunu, Soxhlet yönteminden elde edilen sonuçlarda ise yağ içeriği değişiminin %0,57 ile %4,53 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Ribeiro ve diğerleri (2019) yaptıkları bir çalışmada ise faveleira tohumunda bulunan yağ oranını tespit etmek için Soxhlet, Bligh-Dyer ve Soğuk Presleme yöntemini kullanmışlar ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Araştırıcılar Soxhlet ve Bligh-Dyer yönteminde elde ettikleri yağ oranının Soğuk Presleme yönteminde elde edilen yağ oranından daha fazla olduğunu istatistiksel olarak kanıtlamışlardır. Ribeiro ve diğerleri (2019) Soxhlet ve Bligh-Dyer yöntemlerini kısyasladıklarında ise Soxhlet yönteminden elde edilen yağ oranının daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar yapılan çalışmalarla kıyaslandığında benzer sonuçların elde edildiği ve en yüksek yağ içeriğinin tespit edildiği yöntemin Soxhlet yöntemi olduğu kanısına varılmıştır. Buna bağlı olarak, analizlerde kullanılan bitki materyallerinin farklı olması göz önünde bulundurulduğunda da sonuçların birbiri ile paralel olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yöntemlerden elde edilen yağ oranlarının farklı olmasına, her bir metotta solvent, sıcaklık ve süre gibi etmenlerin değişmesi sebep olarak gösterilebilir.

4.2. Çalışmada Kullanılan Yerel Popülasyonların Tokoferol İçeriklerinin Farklı Yöntemlerle Tespiti

Mısır tohumunda tokoferol miktarı yerel çeşitlerde yaklaşık 0,3-0,7 mg/100g arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan yerel popülasyonların HPLC yönteminde tokoferol miktarlarının 0,03-0,357 mg/100mg arasında olduğu hesaplanmıştır. En yüksek tokoferol içeriğine sahip genotip, 0,357 mg/100mg ile TR 50547 olarak tespit edilmiştir. Kolorimetri yönteminde tokoferol miktarı 0,123-0,199 mg/100g arasında değişmektedir. Yapılan hesaplamalarda TR 50547'nin 0,199 mg/100g ile en yüksek tokoferol içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tokoferol içeriği belirlemede farklı yöntemlerin kullanılması ve analizlerde kullanılan genotiplerin geniş bir varyasyon göstermesi, kullanılan genotiplerintokoferol içeriklerinin farklı yöntemlere göre değişime sebep olmaktadır. Elde edilen verilerin doğruluğunu tespit etmek için diğer çalışmalarla kıyaslama yapılmıştır. Sengupta ve Bhattacharyya (1996) yaptıkları bir çalışmada hardal tohumunda yağın renk ve serbest yağ asidi içeriğini tespit etmek için farklı yöntemler kullanmışlar ve elde ettikleri sonuçları karşılaştırmayı hedeflemişlerdir. Araştırıcılar yöntem olarak Soxhlet ve enzimatik metodu tercih etmişlerdir. Elde ettikleri verilere göre enzimatik yöntem ile soxhlet yöntemi arasında istatiksel olarak önemli farkın olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise Carpenter (1979) soya fasulyesi, aspir, ayçiçeği, pamuk tohumu, mısır, yer fıstığı ve zeytinyağı gibi bitkisel materyallerde tokoferol içeriğini belirlemek için HPLC ve kolorimetrik yöntemlerini kullanmış ve elde ettiği sonuçları karşılaştırmıştır. Araştırıcı HPLC yönteminin toplam tokoferol için daha yüksek değerler ortaya koyduğunu tespit etmiş ve HPLC yönteminin yüksek α-tokoferol içeriğine sahip yağlar dahil olmak üzere birçok yağ türü için güvenilir olduğunu savunmuştur. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, HPLC yönteminin daha yüksek değerler ortaya koyduğu, aynı zamanda HPLC yönteminin kolorimetri yöntemine kıyasla daha güvenilir sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kullanılan solvent ve yöntem süresi, yöntemlerden elde edilen tokoferol oranlarının farklı olmasına sebep olarak gösterilebilir.

4.3. Laboratuvar Çalışmaları

4.3.1. Yağ

Mısır tohumundaki yağın analiz edilmesinde farklı yöntemler geliştirilmiştir (Sengupta ve Bhattacharyya, 1996; Moreau, 2004; Ulmer vd., 2018). Bu yöntemler maliyet, refesans yönteme benzerlik, zaman ve iş gücü konularında farklılık göstermektedir. Bu çalışmada laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bilgilere göre, Soxhlet, Bligh-Dyer ve Folch yöntemlerinin yağ analizi için kullanılan örnek başına düşen maliyetleri sırası ile 6,52 TL, 4,76 TL ve 5,97 TL olarak hesaplanmıştır (Ek 1).

Soxhlet yöntemi referans alınarak benzerlik bakımından yöntemler karşılaştırıldığında, laboratuvar çalışmalarından ve istatistiksel verilerden elde edilen

sonuçlara göre Bligh-Dyer yönteminin gerçeğe en yakın değer verdiği gözlemlenmiştir (Tablo 6).

Bu çalışmada her bir analiz yöntemi için 100 örnek ile çalışılmıştır. Soxhlet yönteminde bir örneğin analizi 6 saat sürmektedir ve günde en fazla 6 örnek analiz edilebilmektedir. Bu durum göz önüne alındığında Soxhlet yöntemiyle yapılan analiz 17 günde tamamlanmıştır. Bligh-Dyer ve Folch yöntemi ile yapılan analizlerde, kısıtlı sayıda örnek analizi gibi bir durum söz konusu olmadığından günde 50 örnek analiz edilerek hem Bligh-Dyer hem de Folch yöntemlerinin analizi toplamda 4 günde tamamlanmıştır. Zaman bakımından karşılaştırıldığında, Bligh-Dyer ve Folch yöntemleri kullanılarak çalışmaların daha kısa sürede tamamlanması mümkündür. İş gücü için karşılaştırılma yapıldığında herhangi bir iş gerektirmediği için Soxhlet yönteminin yağ analizinde kullanılan diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğu belirlenmiştir.

4.3.2. Tokoferol

Antioksidan olarak kabul edilen tokoferolleri tespit etmek için birden fazla yöntem geliştirilmiştir (Armstrong, 1998). Bu çalışmada laboratuvar çalışmalarından yola çıkarak elde edilen sonuçlar maliyet, referans metoda benzerlik, zaman ve iş gücü bakımından karşılaştırılmıştır. Maliyet bakımından elde edilen sonuçlara göre Kolorimetri yönteminde örnek başına düşen maliyetin 24,90 TL, HPLC yönteminde örnek başına düşün maliyetin ise 5,28 TL olduğu tespit edilmiştir (Ek 2). Bu hesaplama, sadece analizler esnasında kullanılan kimyasallar üzerinden gerçekleştirilmiş olup cihazların ve bu cihazlarda kullanılması gereken diğer bazı malzemeler göz önüne alınmamıştır. Aslen, HPLC analizlerinde kullanılması gereken kolonların ve standartların da maliyete girmesi gerekir; ne var ki bunlar bir kez alındığı zaman çok fazla sayıda örneğin analizinde kullanılabileceği ve bu çalışma özelinde yapılan az sayıda örnek analizi için toplam maliyete katılmaları da doğru olmayacağı için hesaplamalarda değerlendirme dışı bırakılmıştır. Maliyetle ilgili diğer bir husus da cihaz fiyatlarıdır. Günümüz fiyatları yaklaşık olarak HPLC için 5.000-20.000 $, Spektrofotometri için ise 1.000-4.500$ aralığındadır.

HPLC yöntemi referans alınarak benzerlik bakımından HPLC ve Kolorimetri yöntemleri karşılaştırıldığında, laboratuvar çalışmalarından ve istatistiksel verilerden elde edilen sonuçlara göre iki yöntem arasındaki benzerlik oranı %53 olarak tespit edilmiştir.

Zaman bakımından karşılaştırıldığında ise HPLC yönteminde bir örneğin analizi 20 dk sürmektedir ve kolonun sterilizasyonu için her örnekten sonra 20 dk cihaza metanol verilmektedir. Bu durumda 1 saatte en fazla 2 örnek ile çalışılmaktadır. Kolorimetri yönteminde böyle bir durum söz konusu değildir. Bu nedenle zaman açısı bakımından Kolorimetri yöntemi HPLC yöntemine göre daha avantajlıdır.

İş gücü bakımından karşılaştırılma yapıldığında HPLC yönteminin ön aşaması olduğu için oldukça zahmetli bir analiz yöntemidir. Kolorimetri yönteminde ise ön aşamaya gerek olmamaktadır. Bu nedenle Kolorimetri yönteminin HPLC yöntemine göre iş gücü bakımından avantajlı olduğu belirlenmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yağ içeriğini tespit etmede kullanılan Soxhlet, Bligh-Dyer ve Folch yöntemlerinin istatistiksel sonuçlarına göre genotip ve yöntemler arasındaki ikili interaksiyonlarının tamamında istatistiksel olarak ($p<0,00$) önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun analizde kullanılan yöntemlerin ve geniş varyasyon gösterdiği bilinen genotiplerin yağ ortalamalarını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Yağ içeriğini belirlemede araştırıcılar tarafından referans olarak kabul edilen Soxhlet yöntemi ile diğer yöntemler kıyaslanmış ve elde edilen sonuçlara göre Soxhlet yönteminin yağ içeriği belirlemede en yüksek oranı verdiği tespit edilmiştir. Referans yönteme benzerliği bakımından yöntemlerin karşılaştırılmasında Soxhlet yöntemi referans alınarak istatistiksel veriler göz önünde bulundurulmuştur. Elde edilen verilere göre Bligh-Dyer yönteminin gerçeğe en yakın sonuç verdiği gözlenmiştir. Laboratuvar çalışmalarında elde edilen verilere göre Soxhlet, Bligh-Dyer ve Folch yöntemleri karşılaştırıldığında iş gücü bakımından Soxhlet yönteminin, maliyet konusunda ise Bligh-Dyer yönteminin (Örnek başına düşen maliyet; 4,76 TL) öne çıktığı saptanmıştır. Bu çalışmanın diğer amacı olan yerel popülasyonların yağ aralıkları ve en yüksek yağ oranlarına sahip olan genotipler Soxhlet, Bligh-Dyer ve Folch yöntemleri ile tespit edilmiştir. Soxhlet yönteminde yağ ortalaması %3,2 ile %6,8 arasında olup en yüksek yağ içeriğine sahip popülasyonlar; %6,8 ile TR 49303, %6,7 ile TR 36986 ve %5,4 ile TR 48893'tür. Bligh-Dyer yönteminde örneklerin yağ ortalamaları %0,8 ile %3 arasında olup en yüksek yağ içeriğine sahip popülasyonlar; %3 ile TR 36986, %2,8 ile TR 49303 ve %2,6 ile TR 42948'dir. Folch yönteminde örneklerin yağ ortalamaları %1,1 ile %4,3 arsında olup en yüksek yağ içeriğine sahip popülasyonlar; %4,3 ile TR 48893, %4 ile TR 55533 ve %3,3 ile TR 37601 olarak tespit edilmiştir.

Tokoferol içeriği belirlemede HPLC yöntemi referans yöntem olarak kabul edilmiş ve istatistiksel sonuçlara göre genotip ve yöntem arasındaki ikili interaksiyonlarının tamamında istatistiksel olarak ($p<0,00$) önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum analizde kullanılan yöntemlerin ve geniş varyasyon gösterdiği bilinen genotiplerin tokoferol ortalamalarını önemli derecede etkilediği ortaya koyulmuştur. İstatistiksel

verilere göre HPLC yöntemi ve kolorimetri yöntemi arasındaki korelasyon %53 olarak belirlenmiştir. Bu iki yöntemin laboratuvar deneyimleri karşılaştırıldığında iş gücü bakımından kolorimetri yöntemi öne çıkarken cihazların fiyatları göz ardı edilerek örnek başına düşen maliyet konusunda HPLC yönteminin (5,28 TL) kolorimetri yöntemine kıyasla daha uygun olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada kullanılan yerel popülasyonların tokoferol aralıkları ve en yüksek tokoferol oranlarına sahip olan genotipler yöntemlere göre tespit edilmiştir. HPLC yönteminde tokoferol ortalaması 0,13 mg/100g ile 0,357 mg/100g arasında olup en yüksek tokoferol içeriğine sahip genotip TR 50547 (0,357 mg/100g), Kolorimetri yönteminde tokoferol ortalaması 0,126 mg/100g ile 0,179 mg/100g olup en yüksek tokoferol içeriğine sahip genotip TR 50547 (0,179 mg/100mg) olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; birden fazla yöntemle elde edilen yağ ve tokoferol ortalamalarının birbirinden farklı olması analizde kullanılan genotiplerin geniş varyasyon göstermesine ve analizlerde kullanılan yöntemlerin farklı olmasına bağlı olduğu tespit edilmiştir. Laboratuvar deneyimi ve istatiksel sonuçlara göre bu çalışmadan elde edilen bilgiler, ileride yapılacak olan diğer çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın materyali olan yüksek yağ ve tokoferol içeriğine sahip genotiplerin ıslah çalışmalarında kaynak materyal ya da yardımcı gen kaynağı olarak kullanılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

Al-Bakri, A.N. (2017). Assessment of Oil Quantification Methods in Soybean and Chia Seeds and Characterization of Oil and Protein in Mutant Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds. Yüksek Lisans Tezi. University of Kentucky.

Aldrich, S.R., Scott, W.D., ve Leng, E.R. (1982). 'Modern Corn Production. A and L. Publications', Station A, *Box F*, Champaign, Illionis. 61820.

Armstrong, D. (1998). Free radical and antioxidant protocols. 'In D. Armstrong (Ed.), *Methods in Molecular Biology*,' vol. 108. NJ, USA: Humana Press.

Bahrami, N., Yonekura, L., Linforth, R., Carvalho da Silva, M., Hill, S., Penson, S., Chope,G. ve Fisk, I.D. (2013). 'Comparison of ambient solvent extraction methodsfor the analysis of fattyacids in non-starch lipids of wheat and barley flour and maize and tapioca starch,' *Division of Food Sciences*. 94(3):415-23.

Baker, H. ve Frank, O. (1968). 'Clinical vitaminology. Methods and interpretation.' *Clinical vitaminology. Methods and Interpretation*. Interscience Publishers, 1968.

Bakre, S. M., Gadmale, D. K., Toche, R. B. ve Gaikwad, V.B. (2014). 'Rapid determination of alpha tocopherol in olive oil adulterated with sunflower oil by reversed phase high-performance liquid chromatography.' *Journal of Food Science and Technology.* 52(5): 1093-1098.

Cañabate-Díaz, B., Carretero, A.S., Fernández-Gutiérrez, A., Vega, A.B., Frenich, A.G., Vidal, J.M. ve Martos, J.D. (2007). 'Separation and determination of sterols in olive oil by HPLC-MS.' *Food Chemistry.* 102(3): 593-598.

Carpenter, A.P. (1979). 'Determination of tocopherols in vegetable oils.' *Journal of the American Oil Chemists Society.* 56(7), 668-671.

Combs, G.F. (1992). Biotin. *The Vitamins:* 'Fundamental Aspects in Nutrition and Health.' 329-343.

DellaPenna, D., ve Mene-Saffrane, L. (2011). *Vitamin E.* 'In *Advances in Botanical Research*, Vol.' 59 (Kader, J-C. and Delseny, M., eds), pp. 179–227. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Inc.

Egesel, C.O. (1997). Inheritance and Genetic Variability in Carotenoids, Tocol, and Related Tarits in Maize. M.Sc. Thesis. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Egesel, C. O., Wong, J. C., Lambert, R. J., ve Rocheford, T. R. (2003). 'Combining ability of maize inbreds for carotenoids and tocopherols.' *Crop Science*. 43(3), 818-823.

FAO. (2021). FAO İnternet Sitesi: http://faostat.fao.org/faostat (Erişim tarihi:13.02.2021)

Fryer, M.J. (1992). 'The antioxidant effects of thylakoid vitamin E (α-tocopherol).' *Plant, Cell and Environment.*15(4):381-392.

Inglett, G.E. (1970). 'Kernel structure, composition, and quality. Inglett, GE Corn: culture, processing, products.' *Westport, Conn*.: Avi Publishing. p 123–37.

Kahrıman, F., Öner, F., Türk, F.M., Gökçe, A.N., Düzen E., Onaç, İ. ve Egesel, C.Ö. (2017). 'Efficiency of different chemometric methods for determination of oil content in maize by NIR spectroscopy.' *VIII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2017"*, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 2017. Book of Proceedings. 788–793.

Kurilich, A.C. Ve Juvik, J.A. (1999). 'Simultaneous quantification of carotenoids and tocopherols in corn kernel extracts by HPLC.' *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies.* 22:19, 2925-2934.

Lambert, R. J. (1994). 'High-oil corn hybrids. In: Hallauer AR, editor.' *Specialty corns.* Ames, Iowa: CRC Press. p 123–45.

Özcan, S. (2009). 'Modern Dünyanın Vazgeçilmez Bitkisi Mısır: Genetiği Değiştirilmiş (Transgenik) Mısırın Tarımsal Üretime Katkısı.' *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi,* 2(2): 01-34. Erişim adresi: http://derleme.gen.tr/index.php/derleme

Man, Y.C., Ammawath, W., ve Mirghani, M.E.S. (2005). 'Determining α-tocopherol in refined bleached and deodorized palm olein by Fourier transform infrared spectroscopy.' *Food Chemistry* 90(1-2), 323-327.

Mendeş, M. (2012). *Uygulamalı bilimler için istatistik ve araştırma yöntemleri*. Kriter Yayınevi.

Moreau, R.A., Johnston, D.B., Powell, M.J. ve Hicks, K.B. (2004). 'A comparison of commercial enzymes for the aqueous enzymatic extraction of corn oil from corn germ.' *Journal of the American Oil Chemists Society.* 81(11): 1071-1075.

Reiners, R.A. ve Gooding, C.M. (1970). Corn oil. In: Inglett GE, editor. '*Corn: culture,processing, products*.' Westport, Conn.: Avi Publishing. p 241–61.

Ribeiro, P.P.C., Dantas, M.M., Ribeiro, K.D.D.S., Dimenstein, R. ve Damasceno, K.S.F.D.S.C. (2019). 'Determination of tocopherols and physicochemical properties of faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) seed oil extracted using different methods.' *Food Science and Technology.* 39(2), 280-285.

Sengupta, R. ve Bhattacharyya, D.K. (1996). 'Enzymatic extraction of mustard seed and rice bran.' *Journal of the American Oil Chemists Society'* 73(6), 687-692.

Silva, S.D., Rosa, N.F., Ferreira, A.E., Boas, L.V. ve Bronze, M.R. (2009). 'Rapid determination of α-tocopherol in vegetable oils by fourier transform infrared spectroscopy.' *Food Analytical Methods.* 2(2):120.

Singh, N., Vasudev, S., Yadava, D.K., Chaudhary, D.P. ve Prabhu, K.V. (2014). 'Oil improvement in maize: potential and prospects.' *In Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses* (pp. 77-82). Springer, New Delhi.

TÜİK. (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. Veri Tabanı İnternet Adresi: https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul (Erişim tarihi: 13.02.2021)

Ulmer, C.Z., Jones, C.M., Yost, R.A., Garrett, T.J. ve Bowden, J. A. (2018). 'Optimization of Folch, Bligh-Dyer, and Matyash sample-to-extraction solvent ratios for human plasma-based lipidomics studies.' *Analytica Chimica Acta.* 1037, 351-357.

Ulatowski, L.M. ve Manor, D. (2015). 'Vitamin E and neurodegeneration.' *Neurobiology of Disease*. 84, 78-83.

Watson, S.A. (1988). Corn marketing, processing, and utilization. p. 881–940. In G. F. Sprague and J. W. Dudley (ed.) 'Corn and corn enoid and tocopherol compounds.' Ph.D. Thesis (62-08, secB; improvement). ASA, CSSA, SSA, Madison, WI.

Wong, M.L., Timms, R.E. ve Goh, E. M. (1988). ‘Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin.’ *Journal of the American Oil Chemists Society*. 65(2): 258.

EKLER

EK 1

YAĞ ANALİZİ YÖNTEMLERİNDE KULLANILAN KİMYASALLARIN FİYATLARI

Soxhlet Yöntemi		
Kullanılan Kimyasal	**Fiyat**	**Ö.B.D.F.**
Etanol 5 L	652 TL	6,52 TL
Folch Yöntemi		
Kullanılan Kimyasal	**Fiyat**	**Ö.B.D.F.**
Kloroform 2,5 L	323,42 TL	5,97 TL
Metanol 2,5 L	153,40 TL	
NaCl 1 kg	120,60 TL	
Bligh-Dyer Yöntemi		
Kullanılan Kimyasal	**Fiyat**	**Ö.B.D.F.**
Kloroform 2,5 L	323,42 TL	4,76 TL
Metanol 2,5 L	153,40 TL	

EK 2

TOKOFEROL ANALİZİ YÖNTEMLERİNDE KULLANILAN KİMYASALLARIN FİYATLARI

HPLC		
Kullanılan Kimyasal	**Fiyat**	**Ö.B.D.F.**
Metanol 2,5 L	153,40 TL	5,28 TL
Acetonitril 2,5 L	375,56 TL	
Kolorimetrik Yöntem		
Kullanılan Kimyasal	**Fiyat**	**Ö.B.D.F.**
Metanol 2,5 L	153,40 TL	24,909
Xylene	242,52 TL	
2,2' dipyridyl	1660,93 TL	
$FeCl_3$	43,05 TL	

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

İsim SOYİSİM : Ayşe Nur GÖKÇE
Doğum Yeri :
Doğum Tarihi :

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 2018
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 2021
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

1) Türkmen O. S., Düzen E., Gökçe A., 2016. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğrencilerinin Üniversite Eğitimlerinden Beklentileri. ZMO X. Öğrenci Kurultayı. 3-4 Aralık 2016.
2) Türkmen O. S., Düzen E., Gökçe A., 2016. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Bayremiç Beyazı posteri. ZMO X. Öğrenci Kurultayı. 3-4 Aralık 2016.
3) Kahrıman F., Öner F., Türk F.M., Gökçe A.N., Düzen E., Onaç İ. and Egesel C.Ö., 2017. Efficiency of different chemometric methods for determination of oil content in maize by NIR spectroscopy. VIII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2017", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 2017. Book of Proceedings, 788–793.

b) Bildiriler

1) Uluslararası

Gökçe, A.N. (2021). International Symposium of Scientifie Research and Innovative Studies. Mısır Bitkisinde Bulunan Yağ ve Tokoferolün Farklı Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Bandırma Onyedi Eylül University. 416. 22-25 February.

2) Ulusal

Gökçe A., Düzen E., 2017 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Ezine Peyniri posteri. 7.Ulusal Tarım Öğrenci Kongresi. Selçuk Üniversitesi. 3-5 Mayıs 2017.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Adapazarı Ziraat Odası İlaç Bayisi. 2015-2016
İzmir Yüksek Tenoloji Enstitüsü, 2016-2017
Turkish Genetics Tohumculuk A.Ş., 2021

İLETİŞİM

E-posta Adresi :

ORCID :