

**ÇEKİRDEKLİK KABAK ÇEŞİTLERİNİN
FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDEKİ YAĞ
ÖZELLİKLERİ İLE SOĞUK PRES
YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN YAĞLARIN
KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Gizem Çağla DÜLGER

Doktora Tezi

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ümit GEÇGEL
2019**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**ÇEKİRDEKLİK KABAK ÇEŞİTLERİNİN FARKLI GELİŞME
DÖNEMLERİNDEKİ YAĞ ÖZELLİKLERİ İLE SOĞUK PRES
YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN YAĞLARIN KALİTELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Gizem Çağla DÜLGER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır.

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde eksiksiz biçimde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Gizem Çağla DÜLGER

İMZA

Bu tezin bir bölümü NKÜBAP tarafından NKÜBAP.03.GA.16.025 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Prof. Dr. Ümit GEÇGEL danışmanlığında, Gizem Çağla DÜLGER tarafından hazırlanan “Çekirdeklik kabak çeşitlerinin farklı gelişme dönemlerindeki yağ özellikleri ile soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların kalitelerinin belirlenmesi” başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 06.11.2019 tarihinde Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Murat TAŞAN

İmza: 

Üye : Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

İmza: 

Üye : Doç. Dr. Neşe Şahin YEŞİLÇUBUK

İmza: 

Üye : Doç. Dr. Salih KARASU

İmza: 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Serdar POLAT

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ÇEKİRDEKLİK KABAK ÇEŞİTLERİNİN FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDEKİ YAĞ ÖZELLİKLERİ İLE SOĞUK PRES YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN YAĞLARIN KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Gizem Çağla DÜLGER

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

Bu araştırma, Edirne koşullarında, 2014 ve 2015 yıllarında yetiştirilen Palancı, VD1sn8 ve VD1sn6 genotipleri ile Nussem ticari hibrit çeşit olmak üzere dört farklı çekirdek kabaklarının, çekirdek oluşumundan son hasat zamanına kadar üç farklı dönemde; yağ verimi, yağ asidi bileşimi, tokoferol ve sterol kompozisyonlarının değişiminin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ayrıca son hasat döneminde elde edilen kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemi ile elde edilen yağların bazı kalite özellikleri de incelenmiştir. Olgunlaşma periyodu boyunca kabak çekirdeklerinin yağ verimlerinin arttığı, nem oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. VD1sn8 genotipine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının; yağ miktarı, yağ asidi bileşimi, tokoferol ve sterol miktarları ile renk değerleri açısından diğer çeşitlerden farklı olduğu tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği çeşitlerinin ortalama kurumadede yağ oranları %37,21-42,07; yağ asidi bileşiminde oleik asit oranları %39,59-46,26; linoleik asit oranları %33,73-40,14, palmitik asit oranları %11,04-13,49, stearik asit oranları %5,61-6,23 arasındaki değerlerde bulunmuştur. Kabak çekirdeği çeşitlerinin toplam tokoferol miktarları 678,68-1212,25 mg/kg; toplam sterol miktarları 3058,2-3928,9 mg/kg; toplam fenolik madde miktarı ise 291,5-508 mgGAE/kg olarak tespit edilmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antioksidan aktiviteleri, DPPH yöntemiyle; 0,27-0,42 µmol Troloks/g yağ; ABTS⁺ yöntemiyle; 0,08-0,17 µmol Troloks/g yağ olarak tespit edilmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının *S. aureus*, *S. enteritidis*, *E. coli* ve *A. parasiticus* NRRL 2999 test mikroorganizmaları üzerine etkili olduğu ancak *L. monocytogenes* ve *A. parasiticus* NRRL 465 üzerine etkilerinin ise olmadığı tespit edilmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının renk değerleri ile duyu özellikleri de incelenmiştir. Kabak çekirdeği çeşitlerine ait soğuk pres yağların indüksiyon zamanı 8,57-12,15 saat, asit sayısı 0,45-0,67 mg KOH/g, peroksit sayısı 4,28-11,94 meqO₂/kg, p-anisidin değeri 0,83-2,89; Totoks değeri ise 9,28-26,85 aralığında tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: kabak çekirdeği, soğuk pres yağ, yağ asidi kompozisyonu, tokoferol, sterol, oksitadif stabilite

2019, 213 sayfa

ABSTRACT

PhD Thesis

DETERMINATION OF OIL PROPERTIES OF PUMPKIN SEED VARIETIES AT DIFFERENT MATURATION PERIODS AND QUALITY OF OILS OBTAINED BY COLD PRESS METHOD

Gizem Çağla DÜLGER

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

In this study, oil yields, fatty acid, tocopherol and sterol compositions of four different types of pumpkin seed varieties, namely Palancı, VD1sn8 and VD1sn6 genotypes and a commercial variety Nusem grown in Edirne conditions in 2014 and 2015, were investigated in three different periods from seed formation to final harvest time. In addition, some quality characteristics of cold pressed oils from pumpkin seeds obtained on the last harvest period were also investigated. During the ripening period, it was obtained that the oil yield increased, the moisture content of pumpkin seeds decreased. The cold pressed pumpkin seed oils of VD1sn8 genotype; oil content, fatty acid composition, tocopherol and sterol amounts, color values were obtained to be different from other varieties. The oil contents of pumpkin seed varieties were 37.21-42.07%. The fatty acid composition of oils was found to be 39,59-46,26% oleic acid; 33,73-40,14% linoleic acid, 11,04-14,49% palmitic acid, 5,61-6,23% stearic acid. It was determined that total tocopherol amounts of pumpkin seed varieties were 678,68-1212,25 mg/kg; total sterol amounts were 3058,2-3928,9 mg/kg; total phenolic contents were 291,5-508 mg EAG/kg oil. Antioxidant activities of cold pressed pumpkin seed oils were 0,27-0,42 mmol Trolox/g oil and 0,08-0,17 μ mol Trolox/g oil determined by DPPH and ABTS⁺ method, respectively. Cold pressed pumpkin seed oils were observed to be effective on test microorganisms of *S. aureus*, *S. enteritidis*, *E. coli* and *A. parasiticus* NRRL 2999; but not on *L. monocytogenes* and *A. parasiticus* NRRL 465. The color values and sensory properties of cold press pumpkin seed oils were also investigated. For all varieties of cold pressed pumpkin seed oils; OSI values were 8,57-12,15 hour, acid numbers were 0,45-0,67 mgKOH/g, peroxide values were 4,28-11,94 meqO₂/kg, p-anisidine values were 0,83-2,89; Totox values were determined in the range of 9,28-26,85.

Key words: pumpkin seed, cold pressed oil, fatty acid composition, tocopherol, sterol, oxidative stability

2019, 213 pages

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iii |
| ÇİZELGE DİZİNİ..... | 6 |
| ŞEKİL DİZİNİ..... | 7 |
| SİMGELER ve KISALTMALAR..... | 9 |
| TEŞEKKÜR..... | 11 |
| 1. GİRİŞ..... | 12 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 16 |
| 2.1. Kabak Çekirdeği Verimi ve Tohum Özellikleri | 16 |
| 2.2. Kabak Çekirdeği Yağının Fizikokimyasal Özellikleri | 20 |
| 2.3. Kabak Çekirdeği Yağlarının Yağ Asidi Bileşimi | 24 |
| 2.4. Kabak Çekirdeği Yağlarının Biyoaktif Bileşenleri..... | 35 |
| 2.4.1. Kabak çekirdeği yağlarının tokoferol bileşimi | 35 |
| 2.4.2. Kabak çekirdeği yağlarının sterol bileşimi | 44 |
| 2.4.3. Kabak çekirdeği yağlarının fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri .. | 49 |
| 2.4.4. Kabak çekirdeği yağlarının antimikrobiyal ve antifungal etkileri | 52 |
| 2.4.5. Kabak çekirdeği yağlarının oksidatif stabilitesi | 53 |
| 3. MATERYAL ve METOT | 58 |
| 3.1. Materyal | 58 |
| 3.2. Metot..... | 60 |
| 3.2.1. Tarla Denemeleri | 60 |
| 3.2.2. Farklı Hasat Dönemlerinde Kabak Çekirdeklerinin Elde Edilmesi..... | 63 |
| 3.2.3. Kabak Çekirdeği Yağlarının Eldesi | 66 |
| 3.2.4. Kabak Çekirdekleri ve Yağlarına Yapılan Analizler | 67 |
| 3.2.5. Kabak Çekirdeği Tohumunda Yapılan Analizler | 68 |
| 3.2.5.1. Tohum verimi (kg/da) | 68 |
| 3.2.5.2. Protein analizi | 68 |
| 3.2.5.3. Kül analizi | 69 |
| 3.2.6. Olgunlaşma Periyodu Süresince Farklı Hasat Dönemlerinde Yapılan Analizler .. | 69 |
| 3.2.6.1. Nem analizi | 69 |
| 3.2.6.2. Ham yağ analizi | 70 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.6.3. Yağ asidi bileşiminin belirlenmesi..... | 70 |
| 3.2.6.4. Tokoferol analizi..... | 71 |
| 3.2.6.5. Sterol analizi | 71 |
| 3.2.7. Soğuk Pres Yöntemi ile Elde Edilen Kabak Çekirdeği Yağlarında Yapılan Analizler..... | 72 |
| 3.2.7.1. Soğuk pres ham yağ verimi..... | 72 |
| 3.2.7.2. Toplam fenolik madde analizi | 72 |
| 3.2.7.3. Antioksidan aktivite tayini..... | 73 |
| 3.2.7.4. Antimikrobiyal ve antifungal aktivite tayini..... | 74 |
| 3.2.7.5. Renk analizi | 76 |
| 3.2.7.6. Duyusal analiz..... | 76 |
| 3.2.7.7. Ransimat analizi..... | 77 |
| 3.2.8. Depolama Süresince Yapılan Analizler..... | 77 |
| 3.2.8.1. Serbest yağ asitliği analizi | 78 |
| 3.2.8.2. Peroksit sayısı analizi..... | 78 |
| 3.2.8.3. p-anisidin değeri analizi..... | 79 |
| 3.2.8.4. Toplam oksidasyon değerinin hesaplanması | 80 |
| 3.2.9. İstatistiksel Analizler | 80 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA | 81 |
| 4.1. Kabak Çekirdeği Tohumunda Yapılan Analizler | 81 |
| 4.1.1. Tohum Verimlerinin Karşılaştırılması..... | 81 |
| 4.1.2. Protein ve Kül Oranları..... | 83 |
| 4.2. Olgunlaşma Periyodu Süresince Farklı Hasat Zamanlarında Yapılan Analizler..... | 85 |
| 4.2.1. Nem Oranı | 85 |
| 4.2.2. Yağ Oranı..... | 88 |
| 4.2.3. Yağ Asidi Bileşimi | 92 |
| 4.2.3.1. Palmitik asit | 102 |
| 4.2.3.2. Stearik asit..... | 104 |
| 4.2.3.3. Oleik asit | 106 |
| 4.2.3.4. Linoleik asit | 109 |
| 4.2.4. Tokoferol Kompozisyonu..... | 112 |
| 4.2.4.1. α -tokoferol | 114 |
| 4.2.4.2. γ -tokoferol..... | 117 |
| 4.2.4.3. δ -tokoferol..... | 121 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.4.4. Toplam tokoferol | 125 |
| 4.2.5. Sterol Kompozisyonu | 128 |
| 4.2.5.1. β - sitosterol | 131 |
| 4.2.5.2. 5,24-Stigmastadienol miktarı | 133 |
| 4.2.5.3. Toplam sterol | 134 |
| 4.3. Soğuk Pres Yöntemiyle Elde Edilen Kabak Çekirdeği Yağlarında Yapılan Analizle | 137 |
| 4.3.1. Soğuk Pres Ham Yağ Verimi | 137 |
| 4.3.2. Yağ Asitleri Bileşimi | 138 |
| 4.3.2.1. Palmitik-stearik asit oranları | 143 |
| 4.3.2.2. Oleik– linoleik asit oranı | 145 |
| 4.3.3. Tokoferol kompozisyonu | 148 |
| 4.3.3.1. Toplam tokoferol ve γ -tokoferol miktarı | 149 |
| 4.3.3.2. α -Tokoferol ve δ -tokoferol miktarı | 152 |
| 4.3.4. Sterol kompozisyonu | 155 |
| 4.3.4.1. Toplam sterol miktarı | 157 |
| 4.3.4.2. β -sitosterol miktarı | 158 |
| 4.3.5. Toplam fenolik madde | 160 |
| 4.3.6. Antioksidan aktivite | 162 |
| 4.3.7. Antimikrobiyal ve antifungal aktivite | 165 |
| 4.3.8. Renk | 167 |
| 4.3.9. Duyusal analiz | 169 |
| 4.3.10. Ransimat değeri | 171 |
| 4.3.11. Hızlandırılmış depolama | 174 |
| 4.3.11.1. Asit Sayısı | 174 |
| 4.3.11.2. Peroksit sayısı | 177 |
| 4.3.11.3. p-anisidin değeri | 181 |
| 4.3.11.4. Totoks değeri | 184 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER | 186 |
| KAYNAKLAR | 189 |
| EKLER | 202 |
| ÖZGEÇMİŞ | 213 |

ÇİZELGE DİZİNİ

| | |
|--|-----|
| Çizelge 2. 1. Kabak çekirdeği yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri | 21 |
| Çizelge 2. 2. Kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşimleri | 27 |
| Çizelge 2. 3. Bazı bitkisel yağlardaki tokoferol ve tokotrienol içerikleri | 37 |
| Çizelge 2. 4. Bazı bitkisel yağların sterol içerikleri | 44 |
| Çizelge 2. 5. Kabak çekirdeği yağlarının sterol içerikleri | 45 |
| Çizelge 3. 1. Çalışmada kullanılan kabak çekirdeği çeşitleri ve bazı özellikleri | 58 |
| Çizelge 3. 2. Edirne (Merkez)'nin kabak yetiştirme aylarına ait iklim verileri | 62 |
| Çizelge 3. 3. Kabak çekirdeği numune alım dönemleri | 63 |
| Çizelge 3. 5. Kabak çekirdeği yağı lezzet profil analizi için tanımlayıcı terimler ve referanslar | 76 |
| Çizelge 4. 1. Son hasat döneminde çeşitlere ait tohum verimleri | 81 |
| Çizelge 4. 2. Kabak çekirdeği çeşitlerine ait protein ve kül oranları | 84 |
| Çizelge 4. 3. Kabak çekirdeklerinin hasat zamanına göre nem oranları | 86 |
| Çizelge 4. 4. Kabak çekirdeklerinin hasat zamanına göre kuru maddede yağ oranları | 89 |
| Çizelge 4. 5. 2014 yılı kabak çekirdeği yağlarının önemli yağ asitleri bileşimi | 94 |
| Çizelge 4. 6. 2015 yılı kabak çekirdeği yağlarının önemli yağ asitleri bileşimi | 95 |
| Çizelge 4. 7. 2014 yılı kabak çekirdeği yağlarının diğer yağ asitleri kompozisyonları | 97 |
| Çizelge 4. 8. 2015 yılı kabak çekirdeği yağlarının diğer yağ asitleri kompozisyonları | 99 |
| Çizelge 4. 9. 2014 yılında hasat dönemleri boyunca kabak çekirdeği çeşitlerinin tokoferol kompozisyonları | 112 |
| Çizelge 4. 10. 2015 yılında hasat dönemleri boyunca kabak çekirdeği çeşitlerinin tokoferol kompozisyonları | 113 |
| Çizelge 4. 11. 2014 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinin sterol kompozisyonları | 129 |
| Çizelge 4. 12. 2015 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinin sterol kompozisyonları | 130 |
| Çizelge 4. 13. Kabak çekirdeği tohumlarının soğuk pres yağ verimleri | 137 |
| Çizelge 4. 14. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının başlıca yağ asitleri kompozisyonu | 141 |
| Çizelge 4. 15. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının diğer yağ asitleri kompozisyonları ... | 142 |
| Çizelge 4. 16. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının tokoferol kompozisyonları | 148 |
| Çizelge 4. 17. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarları ve sterol kompozisyonu | 156 |
| Çizelge 4. 18. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam fenolik madde miktarları | 160 |
| Çizelge 4. 19. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antioksidan kapasite değerleri | 162 |
| Çizelge 4. 20. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antimikrobiyal ve antifungal etkileri | 165 |
| Çizelge 4. 21. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının Lovibond renk değerleri | 167 |
| Çizelge 4. 22. 2014 yılı soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının lezzet profil analizi | 169 |
| Çizelge 4. 23. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon zamanları | 171 |
| Çizelge 4. 24. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince asit sayısı değişimleri | 174 |
| Çizelge 4. 25. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince peroksit sayısı değişimleri | 177 |
| Çizelge 4. 28. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince p-anisidin değeri değişimleri | 181 |
| Çizelge 4. 27. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince totoks değeri değişimleri | 184 |

ŞEKİL DİZİNİ

| | |
|--|-----|
| Şekil 2. 1. Bitkisel yağların yağ asidi bileşenlerinin oranları..... | 34 |
| Şekil 2. 2. Tokoferol ve tokotrienollerin kimyasal yapıları | 36 |
| Şekil 3. 1. Çekirdeklik kabak çeşitlerinin tohumları | 59 |
| Şekil 3. 2. Deneme alanının tesadüf parselleri deneme deseni | 60 |
| Şekil 3. 3. Toprak hazırlığı ve tohum ekiminden görüntüler | 61 |
| Şekil 3. 4. Deneme alanı genel görünüm | 61 |
| Şekil 3. 5. Palancı genotipine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri | 64 |
| Şekil 3. 6. VD1sn8 genotipine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri..... | 64 |
| Şekil 3. 7. VD1sn6 genotipine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri..... | 65 |
| Şekil 3. 8. Nusem çeşidine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri | 65 |
| Şekil 3. 9. Kabak çekirdeklerinden soğuk presle yağ eldesi | 66 |
| Şekil 4. 1. 2014-2015 yıllarında çeşitlere ait tohum verimlerinin ortalamaları | 83 |
| Şekil 4. 2. 2014-2015 yıllarında çeşitlere ait tohum protein ve kül oranları | 85 |
| Şekil 4. 3. Hasat dönemi boyunca nem oranında meydana gelen değişimler | 87 |
| Şekil 4. 4. Hasat dönemleri boyunca kuru maddede yağ oranlarında meydana gelen değişimler | 90 |
| Şekil 4. 5. Hasat dönemleri boyunca palmitik asit oranlarında meydana gelen değişimler .. | 103 |
| Şekil 4. 6. Hasat dönemleri boyunca stearik asit oranlarında meydana gelen değişimler | 104 |
| Şekil 4. 7. Hasat dönemleri boyunca oleik asit oranlarında meydana gelen değişimler | 106 |
| Şekil 4. 8. Hasat dönemleri boyunca linoleik asit oranlarında meydana gelen değişimler ... | 109 |
| Şekil 4. 9. Hasat dönemleri boyunca α -tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler . | 114 |
| Şekil 4. 10. Hasat dönemleri boyunca γ -tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler | 118 |
| Şekil 4. 11. Hasat dönemleri boyunca δ -tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler | 122 |
| Şekil 4. 12. Hasat dönemleri boyunca toplam tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler | 125 |
| Şekil 4. 13. Hasat dönemleri boyunca β -sitosterol oranlarında meydana gelen değişimler .. | 131 |
| Şekil 4. 14. Hasat dönemleri boyunca 5,24-stigmastadienol oranlarında meydana gelen değişimler | 133 |
| Şekil 4. 15. Hasat dönemleri boyunca toplam sterol miktarlarında meydana gelen değişimler | 135 |
| Şekil 4. 16. Kabak çekirdeği çeşitlerine ait 2014-2015 yılı soğuk pres yağ verimleri | 138 |
| Şekil 4. 17. Kabak çekirdeği yağlarının palmitik ve stearik asit oranları | 143 |
| Şekil 4. 18. Kabak çekirdeği yağlarının oleik ve linoleik asit oranları | 145 |
| Şekil 4. 19. Kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol ve γ -tokoferol miktarları | 149 |
| Şekil 4. 20. Kabak çekirdeği yağlarının α - ve δ - tokoferol miktarları | 152 |
| Şekil 4. 21. Kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarları | 157 |
| Şekil 4. 22. Kabak çekirdeği yağlarının β -sitosterol miktarları | 159 |
| Şekil 4. 23. Kabak çekirdeği yağlarının toplam fenolik madde miktarları | 161 |
| Şekil 4. 24. Kabak çekirdeği yağlarının antioksidan kapasite miktarları grafiği | 163 |
| Şekil 4. 25. Kabak çekirdeği yağlarının duyuşal özellikleri..... | 170 |
| Şekil 4. 26. Kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon zamanı grafiği | 172 |
| Şekil 4. 27. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca asit sayısı değişimleri | 175 |
| Şekil 4. 28. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca peroksit sayısı değişimleri | 178 |
| Şekil 4. 29. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca p-anisidin değişimleri | 182 |

Şekil 4. 30. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca totoks değeri değışimleri 185

SİMGELER VE KISALTMALAR

| | |
|--------------------|--|
| α | : Alfa |
| β | : Beta |
| γ | : Gamma |
| δ | : Delta |
| sn | : Saniye |
| dk | : Dakika |
| s | : Saat |
| mm | : Milimetre |
| kg | : Kilogram |
| g | : Gram |
| mg | : Miligram |
| μg | : Mikrogram |
| ng | : Nanogram |
| μl | : Mikrolitre |
| ml | : Mililitre |
| L | : Litre |
| μmol | : Mikromol |
| μM | : Mikromolar |
| μm | : Mikrometre |
| $^{\circ}\text{C}$ | : Celsius derecesi |
| L* | : Beyazlık |
| a* | : Kırmızılık |
| b* | : Sarılık |
| SFA | : Doymuş yağ asitleri |
| UFA | : Doymamış yağ asitleri |
| MUFA | : Tekli doymamış yağ asitleri |
| PUFA | : Çoklu doymamış yağ asitleri |
| FAO | : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü |

| | |
|----------|---|
| TÜİK | : Türkiye İstatistik Kurumu |
| ISO | : Uluslararası Standardizasyon Örgütü |
| AOCS | : American Oil Chemists' Society |
| GAE | : Gallik asit eşdeğeri |
| TE | : Troloks eşdeğeri |
| ABTS | : 2,2-azino-bis-3-etilbenzo-tiyazolin-6-sülfonik asit |
| DPPH | : 1,1-difenil 2-pikril hidrazil |
| PDA | : Potato Dextrose Agar |
| Tween 80 | : Polyoxyethylene (20) Sorbitan Monooleat |
| TEAC | : Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite |
| NRRL | : Agricultural Research Service Culture Collection |
| ATCC | : American Type Culture Collection |
| TOTOKS | : Toplam oksidasyon değeri |
| ODS | : Oleol fosfatidilkolin desaturaz |
| TGK | : Türk Gıda Kodeksi |

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin, araştırma konusu seçiminden çalışmamın sonuna kadar sürekli tüm imkanlarıyla desteğini gördüğüm, eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, hoşgörüsünü benden esirgemeyen doktora tez danışmanım sayın Prof. Dr. Ümit Geçgel (T.N.K.Ü. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl., Tekirdağ) hocama, kabak çekirdeği çeşitlerinin temininden hasatın yapılmasına kadar tüm tarla çalışmalarında desteğini gördüğüm ziraat mühendisi Dr. Göksel Evcı'ye (Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne) ve tüm Trakya Araştırma Enstitüsü çalışanlarına, tezin istatistiksel analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen ve sorularımı sabırla cevaplayan hocalarım Prof. Dr. Eser Kemal Gürcan (T.N.K.Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., Tekirdağ) ve Doç. Dr. İbrahim Palabıyık'a (T.N.K.Ü. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl., Tekirdağ), laboratuvar analizlerimin bir kısmının gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Olin Yağ San., Unilever Yağ San. ve Trakya Bağcılık Araştırma Enstitüsü çalışanlarına, yine laboratuvar analizlerimin gerçekleşmesinde bana yardımcı olan değerli arkadaşım Öğr. Gör. Demet Apaydın'a (Hitit Üni. Sosyal Bilimler MYO, Çorum), çalışmam boyunca manevi desteklerini esirgemeyen Arda Meslek Yüksekokulunda görev yapan hocalarım ve çalışma arkadaşlarıma, tezin tüm aşamalarında her zaman yanımda olan manevi desteğini, sabrını ve hoşgörüsünü gördüğüm, en karanlık anlarda bana ışık olan sevgili eşim Gürcan Dülger'e ve ailesine, hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen, hiçbir zaman haklarını ödeyemeyeceğim canım babam Bülent Mehmet Gürpınar'a, canım annem Arzu Gürpınar'a ve canım kardeşim Begüm Gürpınar'a en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2019

Gizem Çağla DÜLGER
Yüksek Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

Kabak çekirdeği (*Cucurbita pepo*) ülkemizde ve Trakya Bölgesinde fazla miktarda yetiştirilen, ülke topraklarımıza Trakya bölgesinden girdiği ve yayıldığı bilinen bu nedenle de topraklarımızdaki tarıma uygun, makinalı hasadın yapılması mümkün olan bir tarımsal üründür (Yanmaz ve Düzeltir, 2003). Türkiye’de bitkisel yağ üretiminde hammadde olarak genellikle ayçiçeği, kanola, pamuk, mısır, fındık ve zeytin kullanılmakta, fakat kabak çekirdeği (*C. pepo*) yüksek yağ içeriğine rağmen yağlı tohum olarak değil de kuruyemiş olarak tüketilmektedir. Kabak çekirdeği yağı tıbbi amaçlı olarak genellikle tedaviye yardımcı yağ olarak da kullanılmaktadır (Yanmaz, 2014).

Türkiye’de *Cucurbitaceae* familyasına ait kabak türlerinin büyük bir kısmı yetiştirilmektedir. Kabaklar botanik bakımdan; *Cucurbita pepo* (yazlık kabak ya da sakız kabağı), *Cucurbita moschata* (bal kabağı) ve *Cucurbita maxima* (kestane kabağı) olarak sınıflanmaktadır (Yanmaz ve Düzeltir, 2003). Gövde çapı 50-100 cm olan sakız kabakları toplu bir bitki yapısındadır. Sıra üzeri ve sıra arası mesafeler yaklaşık 50-100 cm aralığında ayarlanmaktadır. Kabakların köklerinin %60-70’i toprağın 30 cm kadar derindedir. Oval, kalp, beşgen şekillerinde oldukça büyük yaprakları vardır. Kabaklar 10 °C’ nin üstündeki sıcaklıklara gelişme gösterirler, ancak en iyi gelişim ve çimlenme sıcaklıkları 20-25 °C’dir. Kabaklar ışığı seven bitkilerdendir, gölgede yetiştirilmesi uygun değildir. Besin maddesi yüksek, orta ağır, humus miktarı az olan topraklarda yetiştirilmesi mümkündür (Fidan, 2014).

Ülkemizde yetiştirilen kabak çekirdekleri kabuk özelliklerine göre; çekirdekleri kabuklu olanlar, çekirdekleri kabuksuz olanlar ve ara formlar olarak üç gruba ayrılmaktadır. Ülkemizde en çok ekimi yapılan kabuklu çekirdeklerin bitki rengi sarı, yeşil, turuncu, sarı üzeri yeşil çizgili olmakta, çekirdek şekilleri ince uzun dolgun (Ürgüp Sivrisi, Hanım Tırnağı) ya da iri dolgun beyaz renkli bal kabağı tohumları, kabuk şekli itibariyle çerçevesi, az çerçevesi ya da çerçevesiz olabilmektedir. Kabuksuz kabak çekirdeklerinde ise iç kabuk olmaz ya da çok ince zar şeklinde olabilmektedir. Tarımı çok yaygın olmamakla birlikte Bolu ve Sakarya’da bilinen bu çeşitlerden elde edilen çekirdekler doğrudan gıda sanayinde kullanılabilirler. Özellikle yağ üretiminde ve fırıncılık ürünlerinde lezzet ve besin bileşeni olarak tercih edilmesi, kabuksuz oluşundan dolayı kolaylık sağlamaktadır. Çok sık rastlanmayan ara formda ise çekirdeklerde kabuk zar şeklinde bulunmaktadır (Yanmaz, 2014).

Ülkemizde yetiştirilen kabak çeşitlerinin bir kısmı sebze formunda yemeklik olarak, bir kısmı ise çekirdeklik olarak değerlendirilmektedir. Çekirdeklik olan kabakların tohumları çerez ya da başka bir ifadeyle kuruyemiş olarak tüketilmektedir. Ülkemizde çekirdeklik kabak yetiştirilmesi için çoğunlukla *C. pepo* ve az miktarda ise bal kabağı (*C. moschata*) tohumları kullanılmaktadır. Ülkemizde 2017 yılı çerezlik kabak çekirdeği ekim alanı 649.643 dekar olup, üretim miktarı 41.326 ton olarak belirtilmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu [TUİK], 2017). Dünyada bal kabağı, sakız kabağı ve su kabağı çeşitleri için 2017 yılında ekim alanı 2.078.450 ha, elde edilen ürün miktarı ise 27.449.481 tondur. Bu üretim verileri içerisinde 7.996.362 ton ile Çin ilk sırada yer alırken, 5.142.812 tonla Hindistan ikinci, 1.165.834 tonla Rusya üçüncü sıradadır onu takip eden Ukrayna'nın ise üretim miktarı 1.164.660 tondur. Türkiye ise 580.624 tonla dokuzuncu sırada yer almaktadır (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü [FAO], 2017).

Technavio tarafından yayınlanan "Küresel Kabak Çekirdeği Pazarı 2017-2021" pazar araştırmasına göre, küresel kabak çekirdeği pazarının %15'ten fazla birleşik yıllık büyüme oranında büyüyerek 2021 yılına kadar 1029 milyon ABD Dolarına ulaşması beklenmektedir. Kabak çekirdeğinin atıştırmalık ve gıdalarda lezzet artırıcı madde olarak artan kullanımı, pazarın en önemli büyüme faktörlerinden biridir. Bu rapora göre 2016 yılındaki pazar payı incelendiğinde kabak çekirdeğinin %92,16'sı kuruyemiş olarak fırıncılık ürünleri, gevrekler, içeceklerde; %4,90'ı yağ üretiminde; %2,94'ü ise nutrasötik olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Anonim, 2017).

2017 yılı istatistik verilerine bakıldığında Türkiye'de iller bazında 315.896 da ekilen alan ve 12.665 ton üretim miktarı ile Kayseri çerezlik kabak çekirdeği üretiminde birinci sırada yer alırken, Nevşehir 187.158 da ekilen alan ve 14.270 ton üretim miktarı ile ikinci, Konya 37.259 da ekilen alan ve 4.600 ton üretim miktarı ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu illeri 19.212 da ekilen alan ve 2069 ton üretim miktarı ile Eskişehir ve 4954 da ekilen alan ve 469 ton üretim miktarı ile Edirne izlemektedir (TUİK, 2017).

Edirne'de çerezlik kabak çekirdeği ekilen alanı ve üretim miktarı yıllara göre karşılaştırıldığında; 2014 yılında 9281 da ekilen alan, 756 ton üretim gerçekleştirilirken, 2015 yılında da 2014 yılıyla benzer oranlar yakalanmıştır. Ancak 2016 yılında ekilen alan 6220 da düşmüş, 2017 yılında ise ekilen alan miktarı daha da azalarak 4954 ha olarak kaydedilmiştir. Üretim miktarı ise 2016 yılında 534 ton iken 2017 yılında 469 ton ürün elde edilmiştir (TUİK, 2017).

Tarım ve Orman Bakanlığı Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünün 2008 yılından beri tescilli çeşitlerin üretilmesiyle ilgili yaptığı çalışmalar sonucunda 2016 yılında dört çeşit çerezlik hibrit kabak çekirdeği; Mertbey, Çağlayan, Sena hanım ve Gökselbey adlarıyla tescillenmiştir. Kabak çekirdeğinin son yıllarda bölgemizde düşen üretim miktarının tescilli tohumlarla birlikte artacağı ön görülmektedir (Anonim, 2016). Bölgemizde kabak çekirdeği tarımını destekleyici bilimsel çalışmaların yapılarak tarım üreticisinin ilgisi kazanılmalıdır.

Kabak çekirdeği, kuruyemiş olarak tüketiminin yanında, zengin yağ, protein, mineral madde ve aminoasit içeriği nedeniyle, insan sağlığı açısından ayrı bir öneme sahiptir. Kabak tohumlarının %35-40 oranında yağ, %20-30 oranında karbonhidrat, %30-35 oranında protein içerdiği, ayrıca makro ve mikro elementlerden Ca, K, P, Mg, Fe, Zn yönünden zengin olduğu bilinmektedir (Rezig, Chouaibi, Msaada ve Hamdi, 2012).

Kabak çekirdeği yağları Nijerya'da köylerde geleneksel olarak üretilmekte ve tüketilmekteyken, eski Yugoslavya bölgesinde yenilebilir bitkisel yağlar arasında önemli bir yere sahiptir. Ayrıca Macaristan, Avusturya, Slovenya, Çin ve Rusya'nın güney bölgelerinde yüksek miktarlarda üretimi yapılmakta ve özellikle salata yağı olarak kullanılmaktadır. Slovenya'nın kuzeydoğusunda ve Avusturya'nın güneyinde bulunan bölgede yetişen kabak çeşidinin çekirdekleri (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *Styriaca* Cucurbitaceae) kabuksuzdur ve yağlık olarak değerlendirilmektedir. Bu kabak çeşidine ait çekirdeklere kavurma işlemi uygulandıktan sonra yağ ekstraksiyonu presleme ile yapılmaktadır. Elde edilen yağlar salata yağı olarak kullanılırken bunun yanında farmakolojide ve alternatif tıpta da yararlanılmaktadır (Fruhirth ve Hermitter, 2008).

Daha önce yapılan kabak çekirdeği yağının sağlık üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda, hipertansiyonu ve damar tıkanıklıklarını yavaşlattığı, özellikle iyi huylu prostat büyümesini önlediği ve meme, mide, kolon ve akciğer kanseri risklerini azalttığı aydınlatılmıştır. İnsanlardaki kolesterol düşürücü aktivitesi ve düşük doymuş yağ içeriğinden dolayı, oldukça kapsamlı olan bileşimi, besinsel profili ve fonksiyonel özellikleri olan kabak çekirdeği yağının insan diyetinde geniş uygulama alanı olduğu görülmektedir (Gossel-Williams, Davis ve O'Connor, 2006; Stevenson vd., 2007; Fruhirth ve Hermitter, 2008).

Bu çalışmada kabak çekirdeklerinin büyüme evresi boyunca içerdikleri yağ oranlarının, yağ asidi bileşimlerinin, tokoferol ve sterol gibi biyoaktif bileşenlerinin değişimleri incelenmiştir. Tez, özellikle kabak çekirdeklerinin oluşumundan hasat edilene

kadar geçen sürede üç farklı dönemde alınan çekirdeklerden elde edilen yağların biyoaktif bileşenlerinin değişiminin incelenmesi konusunda literatüre önemli katkı sağlayacaktır. Bu sayede biyoaktif bileşenlerin miktarına ve yararlığına bakılarak, tohumun büyüme dönemindeki farklı zamanlarda hasat edilebilmesi ve bu tohumlardan elde edilen yağların fonksiyonel gıda olarak ya da doğal gıda katkı maddesi veya gıda bileşeni olarak kullanılabilmesi araştırılmış olacaktır.

Fonksiyonel gıdalar, özellikle tüketicilerin gıda ve beslenme konusunda bilinçlenmesi ve sağlıklı yaşama olan ilgilerinin artması nedeniyle günden güne önem kazanır bir hale gelmiştir. Kabak ekirdeği yağı, sahip olduğu bileşim ve besleyici değer açısından oldukça kıymetli bir yağ olup fonksiyonel gıdalar sınıfında yer alabilir. Bu tezin asıl amaçlarından biri de, ülkemizde sadece erezlik olarak tanınan kabak çekirdeğinden elde edilen yağın bileşiminin belirlenmesi ve bu yağın ülkemiz şartlarında bitkisel yemeklik yağ olarak değerlendirilmesinin araştırılması olacaktır. Böylelikle sadece erezlik olarak bilinen bir ürün bitkisel yağ üretiminde değerlendirilecek, nüfusumuza yetmeyen ve bu nedenle ithal etmek zorunda olduğumuz hammaddelere ihtiyaç duyan bitkisel yağ sanayimize yeni bir hammadde kazandırılmış olacaktır.

Tezin diğer bir amacı ise erezlik olarak kullanılan kabak çekirdeklerinin soğuk pres yöntemi ile çıkarılan yağlarının kalite özelliklerini ve depolama sırasındaki değişimini değerlendirmektir. Kabak ekirdeğinin içerdiği zengin yağ oranı ve faydalı biyoaktif bileşenlerin incelenerek; yemeklik yağ olarak tketelebilirliği ve içerdiği biyoaktif bileşenlerden dolayı fonksiyonel gıda olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi de çalışmanın bir diğer önemli amaçlarındandır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kabak Çekirdeği Verimi ve Tohum Özellikleri

Yapılan bir çalışmada 2100±2400 m yükseklikteki “yüksek arazide”, 900±1800 m yükseklikteki “Kızıl Deniz dağlarında” ve 600±700 m yükseklikteki “alçak arazide” olmak üzere üç farklı ekolojik bölgede *C. pepo* L. (Afrika çeşidi) kabakları yetiştirmişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre, “yüksek arazi”, “alçak arazi” ve “Kızıl Deniz dağları” lokasyonlarında yetiştirilen kabak çekirdeklerinin yağ oranları sırasıyla %35, %22 ve %24; nem değerleri %6,2, %4,0, %6,6; protein miktarları %38, %32, %28; karbonhidrat miktarları %37,9, %36,5, %37; kül miktarları ise %3,3, %3,0, %3,3 olarak tespit edilmiştir (Younis, Ghirmay ve Al-Shihry, 2000).

Ermiş (2010) 2007 ve 2008 yıllarında Kırklareli, Ankara, Nevşehir lokasyonlarında 5 farklı *Cucurbita pepo* L. çeşidine ait kabak çekirdeklerinin ekimini yapmış, elde edilen kabak bitkilerinin ve çekirdeklerinin özelliklerini incelemiştir. Elde edilen kabak çekirdeklerinin nem değerlerinin Ankara lokasyonunda %5,38-7,24, Kırklareli lokasyonunda %5,61-7,03, Nevşehir lokasyonunda ise %5,55-6,93 arasındaki değerlerde değiştiğini bildirmiştir. Protein oranlarını incelediğinde, 2007 yılında elde ettiği çekirdeklerin en yüksek protein oranının %35,13-37,90 arasında değişim gösteren Nevşehir lokasyonunda görüldüğü ancak bu lokasyonda 2018 yılında elde edilen protein oranlarının %30,76-34,69 ile lokasyonlar arasında en düşük değere sahip olduğu bildirilmiştir. 2007 yılında elde edilen kabak çekirdeklerinin yağ oranlarını, Ankara lokasyonunda %37,41-45,7; Kırklareli lokasyonunda %36,06-42,16; Nevşehir lokasyonunda %34,71-45,27 arasındaki değerlerde elde etmiş, 2018 yılında ekimi yapılan kabak çekirdeklerinin yağ oranlarında yaklaşık olarak %2-4 arasında azalma görüldüğünü bildirmiştir.

Badr vd. (2011), Mısır’da yetiştirilen *C. pepo* L. kabaklarından elde edilen çekirdeklerin nem oranını %43,29±4,38 olarak bulmuşlardır. Bu çekirdeklerin kurutulmasından sonra kuru maddede yağ oranını %47,03; nem oranını %1,80; protein oranını %35,95; kül oranını %3,55; lif oranını %5,30; karbonhidrat oranını %6,37 olarak tespit etmişlerdir.

Sunulu ve Yağcıoğlu (2014) Kayseri ilinin Tomarza, Develi, Yeşilhisar ve Talas ilçelerinde çerezlik kabak üretimi yapan çiftçilerle yetiştiricilik üzerine bir anket çalışması

yürütmüşlerdir. Çalışmanın yapıldığı üreticilerin 2013-2014 üretim yılında kişi başı ortalama 234,11± 207,44 da alanda üretim gerçekleştirdikleri, en fazla 1000 da, en az 10 da alanda, toplamda ise 41.672 da alanda çerezlik kabak üretimi yaptıkları bildirilmiştir. Üreticilerin %93'ünün kuru, %7'sinin sulu koşullarda yetiştiricilik yaptığı bildirilmiştir. Üreticilerin %49'unun 30-50 kg/da, %39'unun 0-30 kg/da, %6'sının 70-100 kg/da, %4'ünün 50-70 kg/da ve %2'sinin 100 kg/da' dan fazla ürün elde ettikleri görülmüştür. Burada 0-30 kg/da ve 30-50 kg/da ortalama verim aldıklarını beyan eden üreticiler kuru koşullarda, diğerler ise sulu koşullarda yetiştiricilik yaptıklarını beyan eden üreticiler olduğu çalışmanın sonuçlarındandır.

Çekirdeklik kabakların hasadından sonra çekirdekler makineyle ya da elle çıkarılmaktadır. Çekirdekleri alınan kabak meyvesinin geride atık olarak kalan miktarı oldukça fazladır. Bu atık materyal makineyle hasat yapılıyorsa tarlalarda çürümeye bırakılmaktadır. Yapılan bir çalışmada bu atık materyalin hayvan beslenmesinde kullanılan silajlarda kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla nem oranı çok yüksek olan kabak meyvesi atıklarına belli oralarda saman, yonca, arpa gibi kuru yemler ilave edilmiş ve oluşturulan silajlarda iki ay fermentasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda silajlarda yeterli asitliğin sağlandığı sonucuna dayanarak, karbonhidrat miktarı yüksek olan kabak meyvesinin mikroorganizmalar için önemli bir kaynak sağlamış olduğu ön görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen silajların koku, renk, yapısal özellikleri ve pH değeri bakımından “iyi” ve “çok iyi” kalite sınıfına dahil olduğu bildirilmiştir (Konca, 2014).

Turgut (2015)' un yaptığı çalışma, 2012 ve 2013 yıllarında Erzurum, Konya, Nevşehir ve İran'dan temin edilen 9 farklı çerezlik kabak genotipinin Erzurum şartlarına uyumu, verimi ve kalitelerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen çekirdeklerin meyve verimi, ortalama ağırlığı ve şekli, meyve başına tohum verimi, bitki başına meyve sayısı, bitki başına tohum verimi, dekara tohum verimi, tohum randımanı, tohum büyüklüğü (1000 dane ağırlığı), tohum doluluk oranı, tohum nem ve protein oranı, tohum şekli ve tohum rengi parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bütün genotiplerin Erzurum koşullarında rahatlıkla yetiştirilebileceği anlaşılmıştır. Hınıs-2 genotipinde; 5,45 kg/meyve, tohum verimi 79,04 g/meyve, 80,07 kg/da, tohum büyüklüğü 235,84 g ve tohumun protein oranı %29,04 olarak tespit edilmiş ve çalışma içerisindeki diğer genotipler arasında en iyi sonuçlar yakalanmıştır. Hınıs-2'den sonra en iyi değerlere sahip olan genotipin Hınıs-1 olduğu bildirilmiştir. Tortum genotipi bitki başına yüksek meyve vermesine rağmen meyve başına tohum veriminin düşük olduğu ancak 111,41 kg/da tohum verimiyle öne çıktığı bildirilmiştir. Uzun meyve veren İran

dışında diğer genotiplerin yuvarlak meyve verdiği tüm genotiplerden elde edilen kabak çekirdeklerinin geniş eliptik sınıfa dahil olduğu bildirilmiştir.

Konya’ da Ürgüp Sivrisi çeşidi için 7, 14 ve 21 gün olmak üzere farklı sulama aralıklarının verime olan etkisinin incelendiği çalışmada; ilk yıl tohum verimi 54,5-113,1 kg/da, 2. yıl verimi ise 24,7-101,1 kg/da olarak elde edilmiştir. İki yıl için de en yüksek verim değerleri 7 gün aralıklarla sulamada elde edilmiş, bu şartlar altında ilk yıl 98,0 kg/da, ikinci yıl 74,40 kg/da verim elde edilmiştir (Yavuz, Seymen, Yavuz ve Türkmen, 2015).

Polonya’da yürütülen bir çalışmada, “Junona”, “Miranda” ve “Olga” çeşitlerine ait kabak çekirdeklerinin sırasıyla nem oranları %9,57; 9,33; 10,10; kurumaddede yağ oranları %46,9; 41,3; 47,5; kurumaddede protein oranları %34,2; 30,8; 35,3 olarak tespit edilmiştir (Kachel-Jakubowska, Kraszkiewicz, Lorencowicz, Koszel ve Przywara, 2015).

Kayseri’de yetiştirilen kabak bitkilerinde (Develi, *C. pepo*) bitki su stresi indeks değerlerinin verim üzerine etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla bitkinin kök kısmındaki suyun tüketimi ölçülerek farklı su stres seviyeleri oluşturulmuştur. Sadece ekim sırasında can suyu olarak 24 mm su verilen sonrasında ise sadece 142 mm yağmurla sulanan, denemenin (I0) tohum verimi 46,97 kg/da olarak bulunmuştur. 258,40 mm ile en yüksek su verilen denemenin (I100) tohum verimi 141,65 kg/da olarak tespit edilmiştir. En yüksek sulama miktarı seçilen denemeden %20’ şer su miktarının azaltıldığı aralıklarda denemeler de (I80, I60, I40, I20) oluşturulmuştur. Bu denemeler için tohum verimleri; I80 için 130,84 kg/da, I60 için 100,29 kg/da, I40 için 85,74 kg/da, I20 için 63,07 kg/da olarak bulunmuştur. Kontrol grubuna (I100) göre I0, I20, I40, I60, I80 için verim kayıpları sırasıyla; %66,8; %49,0; %39,5; %29,2 ve %7,6 olarak hesaplanmıştır. Su stresinin çekirdeklik kabak yetiştiriciliğinde çekirdek verimini önemli ölçüde etkilediği bitki su stres değerini (CWSI) 0,25-0,30 aralığında olduğunu bildirmişlerdir (Kırnak, Ünlükara, İrik ve Köksal, 2016).

C. pepo çeşidine ait Herakles adı ile bilinen kabuksuz kabak çekirdeklerinin soğuk pres ve enzimatik sulu ekstraksiyon ile elde edilen yağlarının bazı özellikleri incelenmiştir. Çalışmada soğuk pres yağ verimi %67,4; enzimatik sulu ekstraksiyon yağ verimi %72,6 olarak tespit edilmiştir. (Konopka, Roszkowska, Czaplicki ve Tańska, 2016).

Türkmen vd. (2017) yapmış olduğu çalışmada Konya’da 2012 yılında yetiştirilen 6 farklı genotipte (101, 37, 106, 100, 17, 109) kabak çekirdeklerinin tohum verimi ve yağ oranlarını incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek tohum verimi 144,2 kg/da ile

109 genotipinde tespit edilmiş, bunu takiben sırasıyla 125,8 kg/da ile 101 genotipi, 123,2 kg/da ile 17 genotipi, 114,4 kg/da ile 37 genotipi, 98,6kg/da ile 100 nolu genotip, 42,9 kg/da ile 106 nolu genotip gelmektedir. Yağ oranları ise küçükten büyüğe genotip 17 (%31,6), genotip 101 (%33,67), genotip 100 (%33,93), genotip 109 (%37), genotip 106 (%38,37), genotip 37 (%38,60) olarak sıralanmıştır.

Ünlükara ve Bakır (2018) Kayseri’de birincil ürün ve Macar fiğ-tritikale karışımı sonrası ikincil ürün olarak ettikleri kabak çekirdeklerinin (*C. pepo* L.) ortalama verimlerini sırasıyla 107,9 kg/da ve 9,8-103,8 kg/da olarak elde etmişlerdir.

2016-2017 yıllarında Bafra ovasında seleksiyon ıslahı ile geliştirilen on sekiz adet çekirdek kabağı hattı yetiştirilmiştir. Bu hatların bazı tohum özellikleri; tohum boyu 18,81–24,68 mm, tohum eni 10,70–14,80 mm, tohum kalınlığı 2,48–4,66 mm, 1000 dane ağırlığı 223,2–549,0 g olarak bulunmuştur. Tohum verimleri ise 101,99–165,01 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. Genotipler arasında tohum şekli olarak 11 tanesi eliptik, 7 tanesi geniş eliptik, tohum rengi olarak hepsi krem, 16 tanesinin kolay, 2 tanesinin zor çıtladığı belirlenmiştir (Kurtar, Seymen, Türkmen ve Paksoy, 2018).

2015 ve 2016 yılında farklı sulama uygulamalarının kabak çekirdeklerinin (*C. pepo* L.) protein, yağ, yağ asit bileşimi ve E vitamini içeriklerine etkisi araştırılmıştır. I0, I20, I40, I60, I80, I100 kodlu kabak çekirdeklerine 2015 yılında sırasıyla 24, 70,8; 117,9; 164,6; 211,4; 258,4 mm sulama yapılmış 2016 yılında ise sırasıyla 13, 104,4; 195,8; 287,3; 378,8; 470,2 mm sulama yapılmıştır. 2015 yılındaki yağ oranları en düşük en az sulanan çeşitte %26, en yüksek en fazla sulanan çeşitte %58 değerine ulaşmıştır. 2016 yılındaki yağ oranları ise en düşük en az sulanan çeşitte %58, en yüksek en fazla sulanan çeşitte %64 değerine ulaşmıştır. Sulama miktarının artmasıyla yağ oranlarında önemli bir artış olduğu belirtilmiştir. Protein miktarı değerlendirildiğinde 2015 yılında sulamanın önemli etkisinin olmadığı, 2016 yılında ise etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir. Protein miktarının sulama miktarı arttıkça arttığı bildirilmiştir. Protein oranları 2015 yılı için %28,5-32,2; 2016 yılında ise %29,61-37,7 aralığında değişmiştir (Kırnak, İrik, Sipahioğlu ve Ünlükara, 2019).

C. pepo “Essahli” çeşidine ait kabak çekirdeklerinin nem oranı $6,96 \pm 0,99$; yağ oranı $35,53 \pm 4,26$; ham protein oranı $40,00 \pm 3,84$; toplam lif oranı $12,89 \pm 1,33$; toplam kül oranı $3,47 \pm 0,51$; toplam şeker oranı $1,15 \pm 0,11$ olarak tespit edilmiştir (Rezig, Chouaibi, Meddeb, Msaada, Hamdi, 2019).

2.2. Kabak Çekirdeği Yağının Fizikokimyasal Özellikleri

C. pepo ve *C. maxima* çekirdekleri karışımından petrol eteri ile yapılan ekstraksiyon sonucu elde edilen yağların ve bu yağlara uygulanan yapışkan maddelerin, asitliğin ve rengin giderilmesi işlemlerinden sonra elde edilen yağların bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. %48,6 yağ oranına sahip olduğu bildirilen kabak çekirdeklerinin ham yağlarının yoğunluğu (25 °C) 0,9182; kırılma indisi (40 °C) 1,4660; viskozitesi (21 °C) 72 mPa.sn olarak tespit edilmiştir. Dumanlanma noktası 181 °C olan yağın kırmızı renk değeri 10,9; sarı renk değeri 15,0 olarak bildirilmiştir. Yağların sabunlaşma sayısı 201 mg KOH/g yağ, iyot sayısı 107 g I₂/100g yağ, sabunlaşmayan madde miktarı ise %1,22 olarak bulunmuştur (Tsaknis, Lalas ve Lazos, 1997).

Younis vd. (2000) yapmış olduğu çalışmada üç farklı ekolojik bölgede *C. pepo* L. (Afrika çeşidi) çeşidine ait kabakları yetiştirmişler ve bu kabakların çekirdeklerinden hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen yağlarının bazı fizikokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Kabak çekirdeklerinin yağ oranını 2400 m rakımda ekilenler için %35; 900-1800 rakımda ekilenler için %23,9; 600-700 m rakımda ekilenler için %21,9 olarak bildirmişlerdir. Bu yağların özgül ağırlığını 0,915; kırılma indisini 1,4695; asit sayısını %0,66; serbest yağ asitliğini 0,33 mg KOH/g yağ; sabunlaşma sayısını 132,33 mg KOH/g yağ; iyot sayısını ise 123 g I₂/100 g yağ olarak tespit etmişlerdir.

C.pepo çeşidine ait iki tanesi kabuksuz olmak üzere 12 farklı genotipin incelendiği çalışmada kabuksuz çeşitlerin yağ verimleri %40,55 ve %34,99 olarak, kabuklu çeşitlerin yağ verimleri ise %31,23-45,01 aralığında bulunmuştur. Elde edilen yağların serbest yağ asitliğinin %0,26-2,68 aralığında olduğu bildirilmiştir (Applequist, Avula, Schaneberg, Wang ve Khan, 2006).

Kavrulmuş kabak çekirdeklerinden soğuk presle elde edilen yağların kırılma indisi (nd 25°C) 1,4721; yoğunluğu ise 0,920 g/ml olarak bildirilmiştir (Parry, Hao, Luther, Su, Zhou ve Yu, 2006).

Kabak çekirdeği yağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (Ardabili, Farhoosh ve Khodaparast, 2011; Nyam, Tan, Lai, Long ve Che Man, 2009; Rezig, Msaada, Chouaibi ve Hamdi, 2012; Srbinoska, Hrabovski, Rafajlovska ve Sinadinović-Fišer, 2012).

Çizelge 2. 1. Kabak çekirdeği yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Kaynak | Srbinoska vd., 2012 | | Rezig vd., 2012 | Nyam vd., 2009 | Ardabili vd., 2011 |
|--|---|------------------|---|--|--|
| Açıklama | Kabuklu hekzan ile soksalet ekstraksiyonu | | Kabuklu petrol eteri ile soğuk ekstraksiyon | Kabuklu petrol eteri ile çözgen ekstraksiyon | Hekzan ile çözgen ekstraksiyon |
| Parametreler | <i>C. pepo</i> | <i>C. maxima</i> | <i>C. maxima</i> | <i>C. pepo</i> | <i>C. pepo subsp. Pepo var. Styriaca</i> |
| % Yağ | 42,92 | 35,86 | 31,57 | 34,9 | 41,59 |
| Kırılma indisi | 1,470 | 1,471 (25°C) | 1,46 (40°C) | - | 1,4662 (30°C) |
| Özgül ağırlık | 0,917 (25°C) | 0,916 (25°C) | 0,910 (25°C) | - | 0,9151 (30°C) |
| İyot sayısı (g I ₂ /100 g yağ) | 150,6 | 119,3 | 153,66 | 86,7 | 104,36 |
| Asit sayısı (mg KOH/g yağ) | 4,71 | 4,07 | 7,54 | 1,6 | 0,78 |
| Sabunlaşma sayısı (mg KOH/g yağ) | 191,34 | 187,97 | 175 | 185,3 | 190,69 |
| Peroksit sayısı (meq O ₂ /kg yağ) | 6,06 | 4,93 | 2,33 | 1,5 | 10,85 |
| Sabunlaşmayan madde miktarı (% yağ) | - | - | 1,25 | - | 5,73 |
| Oksidatif stabilite indeksi (saat) | - | - | 18,61 | - | 6,57 |
| K ₂₃₂ | - | - | 3,10 | - | 4,80 |
| K ₂₇₀ | - | - | 1,66 | - | 3,52 |

Kabak çekirdeği yağı, Güneydoğu Avrupa bölgesinde aynı zamanda Avusturya, Rusya, Çin ve bazı Afrika ülkelerinde oldukça popüler olan bir yağdır. Kabak çekirdeği yağı, genellikle Avusturya'nın güneydoğusunda yetişen ve kabuksuz bir çeşit olan (*C. pepo* subsp. *Pepo* var. *Styriaca*) kabak çekirdeklerinin kavrulması ve sonrasında preslenmesi ile elde edilir. Özellikle salata ve yemeklerde bu derece fazla tercih edilmesinin sebebi hoş aromasıdır

(Fruhworth ve Hermetter, 2008). Kabuklu çeşitlerden de presleme yöntemiyle kabak çekirdeği yağı elde edilebilir. Kabak çekirdeği yağı kavruk fındığımsı aromada, tipik yeşil-kahverengi renkli bir yağdır (Ardabili vd., 2011; Ghaffar vd., 2018).

Badr vd. (2013) Mısır'da yetiştirilen *C. pepo* L. kabaklarından elde edilen çekirdeklerden hekzan ekstraksiyonu ile elde ettikleri yağların kinetik viskozitesini (40 °C) 3,28 mm²/sn, iyot sayısını 109 g I₂/100 g yağ, asit sayısını ise 0,62 mg KOH/g yağ olarak tespit etmişlerdir.

Türkiye’ de gerçekleştirilen bir çalışmada *C. pepo* çeşidine ait “Nevşehir çerçevesi” ve “Ürgüp sivrisi” olarak bilinen kabak çekirdeklerinden presleme ile elde edilen yağların bazı özellikleri incelenmiştir. Yağların özgül ağırlığı 0,914-0,918; kırılma indisi 1,472-1,473; viskoziteleri 78,10-96,57 cp; serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden %0,11-0,34; sabunlaşma sayısı 182,64-191,60 mg KOH/g yağ; iyot sayısı 106,58-110,42 g I₂/100 g yağ olarak verilmiştir. Yağların renk değerleri L* 7,41-9,55; a* 1,39-4,81; b* 1,71-4,02 aralığında bulunmuştur. Bu çalışmada, güneşte kurutulmuş ve kavurma işlemi uygulanmamış Nevşehir çerçevesi çeşidine ait yağların renk değerleri L* 9,55; a* 1,51; b* 1,7; Ürgüp sivrisi çeşidine ait yağların renk değerleri ise L* 7,97; a* 1,39; b* 2,75 olarak tespit edilmiştir (Aktaş, Gerçekaslan ve Uzlaşır, 2018).

Yapılan başka bir çalışmada Gleisdorf ve Rustikal olmak üzere iki farklı çeşit kabak çekirdeğine ait kimyasal ekstraksiyonla elde edilen yağların iyot sayısı sırasıyla 155 ve 146 g I₂/100 g; sabunlaşma sayıları ise sırasıyla 160,7 ve 188,3 mg KOH/g yağ olarak bildirilmiştir (Potočnik, Cizej, Košir, 2018).

Rezig vd. (2019) soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının kırılma indisi (40 °C) değerini 1,47±1,51; özgül ağırlığını (25 °C) 0,91±0,08; sabunlaşma sayısını 176,5±16,58 mg KOH/g yağ; iyot sayısını 109,35±9,56 g I₂/100 g yağ; sabunlaşmayan madde oranını %1,32±0,12 olarak bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarının renk değerleri L* 23,34±0,49; a* 15±0,14; b* 34,96±0,72 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre kabak çekirdeği yağlarının b* değerlerinin palm, soya, ayçiçek, zeytin ve mısır yağlarından daha yüksek olduğunu ve bunun da karotenoidlerin fazla olmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

CieLab sisteminde L* değeri “aydınlık” terimini ifade etmekte ve 0-100 arasında 100 değeri saf beyaz olacak şekilde değer almaktadır. a* değeri (+) değerlerde kırmızı, (-) değerlerde yeşili; b* değeri ise (+) değerlerde sarı, (-) değerlerde maviyi tanımlamak için

kullanılır. Parry vd. (2006), kavrulmuş kabak çekirdeklerinden soğuk presleme ile elde edilen yağların renk değerlerini $L^* 0,70$; $a^* 2,6$; $b^* 0,78$ olarak bildirmişlerdir.

Tuberoso vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada; kabak çekirdeği yağı hariç diğer soğuk pres bitkisel yağların (ayçiçek, zeytin, üzüm çekirdeği, mısır, yarfıstığı, kanola, soya ve keten tohumu) renklerinin sadece ağartma basamağı uygulandığında bile daha açık renkli yağlara dönüştüğünü bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağının sayılan çeşitler arasında en koyu renkli yağa sahip olmasına rağmen diğer yağlardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermediğini bildirmişlerdir. İncelenen soğuk pres yağlardan yüksek olarak; kabak çekirdeği yağlarının klorofil miktarı $30,8 \text{ mg/kg}$; β -karoten miktarı ise $5,5 \text{ mg/kg}$ olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada zeytinyağının klorofil miktarı $33,9 \text{ mg/kg}$; β -karoten miktarı ise $6,9 \text{ mg/kg}$ olarak kabak çekirdeğine yakın sonuçlar bulunmuştur.

Andjelkovic vd. (2010) yaptıkları çalışmada kavrulduktan sonra preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının renk değerlerini incelemiştir. 5 farklı kabak çekirdeği yağının $L^* 43,09-43,99$; $a^* 1,88-3,44$; $b^* -0,46-1,44$ aralığında bulmuşlardır. Bunların dışında bir çeşide ait renk değerlerini ise $L^* 49,53$; $a^* -0,15$; $b^* 8,47$ olarak bildirmişlerdir.

Gorjanović vd. (2011) soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının renk değerlerini incelemiştir. *C. pepo* L. ait 3 farklı kabuksuz kabak çekirdeği çeşidinden elde edilen yağların $L^* 18,70-20,49$; $a^* 0,68-5,51$; $b^* -0,16-0,60$ aralığında bulunmuştur. Kabuklu bir çeşide ait kabak çekirdeği yağının renk değerleri ise $L^* 20,39$; $a^* 3,54$; $b^* 0,33$ olarak bildirilmiştir.

Rezig vd. (2012) *C. maxima* kabak çekirdeği yağlarının CieLab ($L^* a^* b^*$) değerlerini $44,8$; $(-)$ $0,18$; $28,88$ olarak tespit etmişler ve bu yağın *C. pepo* yağlarından daha açık renge sahip olduğunu bildirmişlerdir. *C. maxima* kabak çekirdeği yağlarının negatif a^* değerinin diğer bitkisel yağlardan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Raczyk vd. (2017) bir çalışmada *C. pepo* var. *oleifera* kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağları 3 ay boyunca oda sıcaklığında koyu renkli şişelerde depolamış ve renk değişimini incelemiştir. Kavrulmamış kabak çekirdeklerinden elde edilen soğuk pres yağların başlangıç ve depolama sonrası sırasıyla renk değerleri; $L^* 6,6-15,6$; $a^* 9,3-0,6$; $b^* 7,5-(-)1,0$ aralığında bulunmuştur.

2.3. Kabak Çekirdeği Yağlarının Yağ Asidi Bileşimi

Kabak çekirdeği yağı; palmitik (C16:0), stearik (C18:0), oleik (C18:1) ve baskın yağ asidi olarak linoleik asit (C18:2) içeren trigliserit kompozisyonuna sahiptir. Bu bahsedilen dört yağ asitlerinin toplamı, toplam yağ asitlerinin bir çalışmada %98,10-98,70' ini başka bir çalışmada %97,70-99,00' unu, diğer bir çalışmada ise %98,8±0,18' ini oluşturduğu bildirilmiştir (Murkovic vd., 1996a; Nederal vd., 2014; Younis vd., 2000). Bazı çeşitlerde ise linoleik asit baskın yağ asidi olarak öne çıkmakta ancak genellikle oleik ve linoleik asit birbirlerine yakın oranlarda bulunmaktadır. Kabak çekirdeği yağında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri, toplam yağ asitlerinin %4' ünü oluşturmaktadır. Bu oranın düşük olması işleme ve depolama sırasında oksidatif stabilitenin yüksek olmasını ve insan diyetinde düşük serbest radikal oluşumuna neden olmaktadır (Fruhirth ve Hermetter, 2008; Procida, Stancher, Cateni ve Zacchigma, 2012; Srbinoska vd., 2012; Stevenson, Eller, Wang, Jane, Wang ve Inglett, 2007).

C. pepo L. convar. *citrullina* var. *Styriaca* çeşidine ait kabak çekirdeklerinin yağ oranları %41,8-54,9 aralığında bulunmuştur. Kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşimi %9,5-14,5 C16:0, %3,1-7,4 C18:0, %21,0-46,9 C18:1, %35,6-60,8 C18:2 olarak tespit edilmiş; miristooleik (C14:1), 11,14-eikosadienoik (C20:2), homogamma linoleik (C20:3), araşidonik (C20:4) ve nervonik (C21:1) asidin bulunmadığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, yağ oranı ile yağ asidi kompozisyonu arasında herhangi bir bağlantının olmadığı ortaya konmuştur. Ancak çalışmada C18:2 ve C18:1 asitleri arasında ($r= 0,984$) ve doymuş ile doymamış yağ asitleri arasında ($r= 0,997$) arasında korelasyonun anlamlı olduğu, bu sonucunda C18:2' nin oluşumunun direk C18:1' in dehidrojenasyonu ile gerçekleştiğini ve C18:1 oluşumunun limitini ise kinetik parametrelerle bağlantılı olabileceği bildirilmiştir. Bu yüksek korelasyonların aynı zamanda tohum büyüme evresindeki desaturazların değişik aktivitelerini de gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmada ek olarak, 5 Eylül sonrası 10 Ekime kadar farklı zamanlarda hasat edilen tohumların yağ asit bileşimleri de incelenmiş ve geç hasat edilen kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların yüksek konsantrasyonda C18:2 içerdiğine dikkat çekilmiştir. Bu durumun açıklaması olarak daha soğuk ortam sıcaklığına maruz kalan kabaklardan elde edilen yağların çoklu doymamış yağ asitlerini içermesinin beklendiği, bunun sebebinin ise düşük sıcaklıklarda mikrosomal oleol fosfatidilkolin desaturaz (ODS) aktivitesinin daha yüksek olması olarak açıklanmaktadır (Murkovic, Hillebrand, Winkler, Leitner ve Pfannhauser, 1996a).

Wentzel (1987) ve Schuster vd. (1983) yağ asit bileşiminin; çeşit, bitkinin yetiştirildiği yer, iklim ve olgunluk derecesi gibi birçok faktöre bağlı olduğunu açıklamıştır (aktaran Murkovic vd., 1996a). Mancha ve ark (1995) ODS aktivitesinin sıcaklıkla ilişkisi üzerinden, düşük sıcaklıklarda yetiştirilen ayçiçeklerin yağlarında daha yüksek miktarda linoleik asit bulunduğunu tespit etmiştir (aktaran Murkovic vd., 1996a).

Younis vd. (2000) çalışmalarında üç farklı ekolojik bölgede *C. pepo* L. (Afrika çeşidi) kabakları yetiştirmişlerdir. Bu kabakların çekirdeklerinden hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen yağlarının, yağ asit bileşimleri incelenmiştir. Tüm örneklerde yağ asit bileşimini; C16:0 (%11,1-14), C18:0 (%8,0-8,2), C18:1 (%28,2-34,0) ve C18:2 (%43,0-53,0) oluşturmaktadır. Kabak çekirdeği yağında toplam tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) oranının (%21-46,9 C18:1) yüksek olmasından dolayı damar tıkanıklığını önleyici ve kan lipitlerini düşürücü etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. C18:2 (n-6) esansiyel bir yağ asidi olup, kabak çekirdeği yağında %35,6-60,8 oranında bulunmaktadır. Ayrıca bu çalışmada aynı kabak çekirdeklerinin farklı rakımlarda ekimi sonucunda elde edilen yağlarının yağ asidi bileşimleri karşılaştırılmıştır. 10 °C hava sıcaklığı olan rakımı yüksek bölgede elde edilen kabakların yağlarının C18:2 içeriği %50,3; sıcaklığın 25 °C olduğu bölgede yetiştirilenlerin C18:2 içeriğinin %47,5; sıcaklığın 42 °C olduğu düşük rakımlı arazide yetiştirilen kabak çekirdeklerinin yağlarının ise %43 oranında C18:2 içerdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak kabakların sıcaklığın düşük olduğu bölgelerde yetiştirildiğinde yüksek C18:2 oranına sahip yağları olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yüksek C18:2 içeren yağların C18:1 oranlarının düştüğü, yüksek C18:1 içeren yağların ise C18:2 oranlarının düştüğü bildirilmiştir.

Kabak çekirdeği yağları üretiminden önce tohuma uygulanan kavurma işleminin yağ asit bileşimine etkisi incelenmiştir. Kabak çekirdeği yağlarının C18:0 oranı %12,4; C16:0 oranı %5,43; C18:1 oranı %27,6; C18:2 oranı ise %54,6 olarak tespit edilmiş, kavurma işleminin sadece C18:2 oranını %54,2'ye düşürdüğü bildirilmiştir (Murkovic, Piironen, Lampi, Kraushofer ve Sontag, 2004).

Applequist vd. (2006), *C.pepo* çeşidine ait iki tanesi kabuksuz olmak üzere 12 farklı genotipi inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Bu çeşitlerden elde edilen yağların yağ asit bileşimleri; %11,66-15,57 aralığında C16:0, %4,16-8,10 aralığında C18:0, %20,97-37,22 aralığında C18:1, %40,36-57,24 aralığında C18:2 olarak açıklamışlardır. Kabuksuz bir genotipte C18:1 oranı %37,22, C18:2 oranı ise %41,68 ve başka bir kabuklu genotipte ise C18:1 oranı %37,22, C18:2 oranı ise %41,68 olarak bildirilmiş ve bu iki çeşit için C18:1-

C18:2 birbirine çok yakın değerler almışlardır. Baskın yağ asidi tüm genotipler için C18:2 olurken, toplam doymuş yağ asitleri (Σ SFA) oranını %18,58-21,72 aralığında, toplam doymamış yağ asitleri (Σ UFA) oranını ise %75,56-79,80 aralığında tespit etmişlerdir.

Parry vd. (2006), kavrulmuş kabak çekirdeklerinden soğuk presleme ile elde edilen yağların yağ asitleri kompozisyonunu incelemişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarında %47,2 C18:2, %36,3 C18:1, %8,9 C16:0, %6,4 C18:0, %0,5 araşidik asit (C20:0), %0,4 gadoleik asit (C20:1), %0,2 linolenik asit (C18:3) ve %0,1 miristik (C14:0) ve palmitoleik asit (C16:1) olduğu bildirilmiştir. Bu yağın Σ SFA oranını %15,9; Σ MUFA oranını %36,7; toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) oranını ise %47,4 olarak tespit etmişlerdir.

Ermış (2010), 2007 ve 2008 yıllarında Kırklareli, Ankara, Nevşehir lokasyonlarında 5 farklı *Cucurbita pepo* L. çeşidine ait kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların yağ asit bileşimlerini belirlemiş ve baskın yağ asitlerini C18:1, C18:2, C16:0 ve C18:0 olarak tespit etmiştir. Yağ asit bileşimine, çeşide ait hatların ve lokasyonların etkisinin olduğunu; C16:0 oranı dikkate alındığında en yüksek değerlerin sırasıyla Ankara (%14,62-13,90), Kırklareli (%13,75-11,36) ve Nevşehir (%12,69-12,16) olarak sıralandığını bildirmiştir. Çeşide ait tüm hatlar incelendiğinde en yüksek orana sahip yağ asidinin C18:1 olduğu her bir lokasyonda farklı hattın en yüksek C18:1 oranını içerdiği ve bu değerlerin Ankara için %51,50, Kırklareli için %46,87, Nevşehir için %45,90 olduğu bildirilmiştir. Çeşide ait tüm hatlar için C18:2 oranlarının %41,40-30,83 aralığında değiştiği ve Ankara lokasyonundan elde edilen çekirdeklerdeki C18:2 oranının diğer lokasyonlardan düşük olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 2.2' de farklı çalışmalara ait kabak çekirdeği yağlarının yağ asidi bileşimleri görülmektedir.

Çizelge 2. 2.Kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşimleri

| Kaynak | Srbinoska vd., 2012 | | Nyam vd., 2009 | Ardabili vd., 2011 |
|-----------|---------------------|----------------|----------------|--|
| | <i>C. maxima</i> | <i>C. pepo</i> | <i>C. pepo</i> | <i>C. pepo subsp. Pepo var. Styriaca</i> |
| C12:0 | 0,34 | 0,33 | - | - |
| C14:0 | 0,3 | 0,31 | - | - |
| C14:1 | 0,04 | 0,11 | - | - |
| C16:0 | 10,48 | 10,88 | 19,1 | 10,68 |
| C18:0 | 7,86 | 5,03 | 7,4 | 8,67 |
| C18:1 | 23,47 | 36,77 | 42,8 | 38,42 |
| C18:2 | 51,82 | 41,42 | 30,4 | 39,84 |
| C18:3 | 4,22 | 3,81 | - | 0,68 |
| C20:0 | 1,01 | 0,90 | - | - |
| C22:0 | 0,12 | 0,11 | - | - |
| 18:2/18:1 | 2,21 | 1,13 | - | - |
| SFA | 20,46 | 17,89 | 26,5 | 19,35 |
| MUFA | 23,51 | 36,88 | 43,1 | 40,14 |
| PUFA | 56,03 | 45,23 | 30,4 | 40,52 |

Romanya'nın çeşitli bölgelerinde yetiştirilen kabak çekirdeği tohumlarından çözen ekstraksiyonu ile elde edilen yağların yağ asit bileşiminin incelendiği bir başka çalışmada ise C18:2 oranı %49,62; C18:1 oranı %28,65; C16:0 oranı ise %13,16; C18:0 oranı ise %5,66 olarak bulunmuştur (Popa vd., 2010).

C.pepo çeşidine ait kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerinden belirli oranlarda karıştırılarak; iki kademeli presleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kabak çekirdeği yağlarının yağ asidi bileşimi; %10,21-11,88 oranında C16:0, %4,45-5,15 oranında C18:0, %30,35-42,07 oranında C18:1, %43,68-52,15 oranında C18:2, %0,16-0,26 oranında C18:3,

%0,08-0,1 oranında C14:0, %0,28-0,33 oranında C20:0 olarak verilmiştir. Bu yağların Σ MUFA oranı %30,35-43,68, Σ PUFA oranı %42,23-52,41, Σ PUFA/ Σ MUFA oranı ise 1,04-1,73 arasında bildirilmiştir (Vujasinovic, Djilas, Dimic, Romanic, Takaci, 2010).

Yapılan bir çalışmada *C.pepo* çeşidine ait kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşimi analiz sonuçlarında %12,97 oranında C16:0, %4,67 oranında C18:0, %32,40 oranında C18:1, %36,40 oranında C18:2, %18,62 oranında Σ SFA, %32,40 oranında Σ MUFA, %36,40 oranında Σ PUFA tespit edilmiştir. Yağ asit bileşiminde aynı zamanda C14:0 oranı %0,23; C20:0 oranı %0,39; behenik asit (C22:0) oranı %0,37 olarak, C20:1 ve C18:3' ün ise tespit edilmediği bildirilmiştir (Kim, Kim, Kim, Choi ve Lee, 2012).

Hırvatistan'ın kuzeyinde yetiştirilen kabuklu ve kabuksuz *C. pepo* L. kabak çekirdeklerinden kavrulmuş ve kavrulmadan soğuk presleme yöntemiyle elde edilen yağlarının yağ asit bileşimi incelenmiştir. Kabuklu çeşitlerde direk soğuk presle elde edilen yağlarda C18:2 oranı %52,8-53,02; C18:1 oranı %28,9-29,1; C16:0 oranı %11,8; C18:1 oranı %5,1; diğer yağ asitleri toplamı ise %1 olarak tespit edilmiştir (Nederal, Skevin, Kraljic, Obranonic, Papesa ve Bataljaku, 2012).

İtalya'dan eczanelerden ve Slovenya' dan gıda marketlerinden tedarik edilen 12 farklı kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşimleri incelenmiştir. C16:0 oranı %9,13-13,35; C18:1 oranı %0,27-0,55; Σ SFA oranı %10,02-15,34 olarak tespit edilmiştir. Yağlarda %33,6-42,59 oranında C18:1, %44,3-51,58 oranında C18:2 bulunmuştur. Kabak çekirdeği yağları, C18:3 oranının çok düşük olması (%0,22-0,62) ve yüksek ω 6/ ω 3 oranını sağlayan esansiyel yağ asitlerini içeren bir yağ olarak öne çıkmaktadır (Procida vd., 2012).

Badr vd. (2013) Mısır'da yetiştirilen *C. pepo* L. kabaklarının çekirdeklerinden hekzan ekstraksiyonu ile elde ettiklerin yağların yağ asit bileşimini %43,8 C18:1, %31,1 C18:2, %13,4 C16:0, %7,8 C18:0 olarak bildirmişlerdir. Bu yağ asitlerinin dışında %0,1 oranında C14:0, %0,5 oranında C20:0, %0,1 oranında C20:1, %0,1 oranında C18:3 içerdiğini belirtmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada; *C. pepo* çeşidinden Junona ve Miranda türlerine ait kabak çekirdeği yağlarının sırasıyla C18:2 oranları %46,9; %47; C18:1 oranları ise sırasıyla %31,3; %31,7 olarak bildirilmiştir. Junona çeşidine ait kabak çekirdeği yağlarında C16:0 oranı %12,8; C18:0 oranı %6,60; C18:3 oranı %0,3; Σ SFA oranı %20,3; Σ MUFA oranı %37,3; Σ PUFA oranı ise %47,3 olarak verilmiştir. Miranda çeşidine ait kabak çekirdeği

yağlarında C16:0 oranı %12,7; C18:0 oranı % 6,21; C18:3 oranı %0,35; Σ SFA oranı %19,8; Σ MUFA oranı %32,8; Σ PUFA oranı ise %47,4 olarak verilmiştir (Nawirska–Olszanska, Kita, Biesiada, Sokoł-Łetowska ve Kucharska, 2013).

Sırbistan’da yetiştirilen 4’ü kabuksuz, 2’si kabuklu *C.pepo* kabak çekirdeklerinden soğuk presle elde edilmiş yağlarının yağ asit bileşimleri incelenmiştir. Yağlarda %37,1-43,6 oranında C18:1, %37,3-44,5 C18:2 bulunduğu, kabak çekideği yağlarının oleik-linoleik sınıfına dahil olduğu belirtilmiştir. Yağlarda doymuş yağ asitlerinden %11,2-15,5 C16:0 ve %5,2-6,2 oranında C18:0 tespit edilmiştir. C14:0, C16:1, C18:3, araşidonik (C20:4) ve C22:0 yağ asitlerinin iz miktarda bulunduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda C18:1 ile C18:2 arasında ($r=-0,8$) negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir. Dört farklı kabuksuz çeşitten birinin C18:1 ve C18:2 oranları sırasıyla %40,7 ve %40,8 olmak üzere birbirine çok yakın iki değer almıştır. Bu çeşide ait Σ SFA oranı %18,2; Σ MUFA oranı %40,7; Σ PUFA oranı ise %41,0 olarak verilmiştir. Kabuksuz çeşitlerden bir tanesinde C18:1 oranı %43,6 ile C18:2’ nin %37,3 oranından daha yüksek elde edilmiştir. Bu çeşidin Σ SFA oranı %18,9; Σ MUFA oranı %43,6; Σ PUFA oranı ise %37,6 olarak verilmiştir. Kabuksuz çeşitlerin Σ SFA oranı %17,9-18,9; Σ MUFA oranı %37,5-43,6; Σ PUFA oranı ise 37,6-44,5 aralığında verilmiştir. C18:2’ si baskın kabuklu iki farklı çeşitte ise sırasıyla; Σ SFA oranı %21,1-16,4; Σ MUFA oranı %37,4-39,2; Σ PUFA oranı ise 41,8-44,7 aralığında verilmiştir (Rabrenovic, Dimic, Novakovic, Tesevic ve Basic, 2014).

Nederal vd. (2014) çalışmalarında 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 yılında ettikleri kabak çekirdeklerinden (*Cucurbita pepo* L. subsp. pepo var. styriaca Greb.) kavru olarak ve kavrulmadan soğuk presleme ile kabak çekirdeği yağı elde etmişler ve bu yağ örneklerinin yağ asit bileşimlerini karşılaştırmışlardır. Örneklerin yağ asitlerinin %98,8 \pm 0,18’ ini yüksek orandan düşüğe sırasıyla C18:2, C18:1, C16:0 ve C18:0 yağ asitlerinin oluşturduğu bildirilmiştir. Örneklerde C18:2 oranı %40,14-55,33 aralığında, C18:1 oranı ise %29,20-41,07 aralığında, C16:0 oranı %9,13-12,84 aralığında, C18:0 oranı ise %4,15-6,31 aralığında değiştiği bildirilmiştir. C18:1 ve C18:2 oranları arasında yapılan regresyon analizi sonrasında korelasyon katsayısı $r= -0,949$ olarak bildirilmiştir. C14:0, C16:1, C17:0, C18:3, C20:4, C22:0, C24:0 gibi diğer yağ asitlerinin oranlarının %0,5’ den düşük olduğu bulunmuştur. Örneklerde *trans* yağ asitlerinin varlığı kavrulmuş tohum yağı için %0,03–0,39 arasında değişirken, soğuk preslenmiş yağda ise %0,03-0,05 arasında değişmiştir. Soğuk preslenmiş yağların, kavrulmuş tohum yağlarından daha az *trans* yağ asidi içermesi beklenmektedir.

Çimlenme, çiçeklenme ve olgunlaşma dönemi boyunca ortalama hava sıcaklığı ve aylık yağış miktarının ekim yıllarının her birinde yağ asit bileşimi ile korelasyonları olduğu belirtilmiştir. Hava sıcaklığı ile C14:0 arasında ($r= 0,987$), C18:0 arasında ($r= 0,972$) ve C18:1 arasında ($r= 0,951$) arasında pozitif; C16:0 arasında ($r= -0,987$) ve C18:2 arasında ise ($r= -0,983$) negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, farklı yağ bitkilerinin çalışmalarına da dayandırılarak kabak çekirdeği ve diğer yağlı tohumlarda yüksek sıcaklıkların çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarını azalttığı yönünde açıklanmıştır. Ayrıca yaz dönemi sıcaklıklarının kabak çekirdeği yağlarındaki stearik asit oranı ile yüksek korelasyonu olduğu, bunun açıklaması olarak da yüksek sıcaklığın palmitik asitten stearik asit oluşumunu arttırdığı belirtilmiştir. Genel olarak yağış miktarının da yağlı bitkilerde yağ asidi bileşimini etkilediğine inanıldığı, ancak bu çalışmada böyle bir etkinin görülmediği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşenlerini incelemişler, C18:2 oranını %51,4; C18:1 oranını %32,8; C16:0 oranını %9,9; C18:0 oranını ise %4,0 olarak bildirmişlerdir. C18:3 oranı %0,9; C20:0 oranı %0,7; C20:1 oranı %0,3 olan soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının Σ SFA oranını %14,6; Σ PUFA oranını ise %52,3 olarak tespit etmişlerdir (Sielicka, Małecka, Purlan, 2014).

Kabak çekirdeğinden elde edilen soğuk pres yağların yağ asit bileşimini %47,2 oranında C18:2; %32,3 oranında C18:1; %12,3 oranında C16:0, %6,1 oranında C18:0 oluşturmaktadır. Bu yağ asitlerinin dışında; %0,2 oranında C14:0; %0,1 oranında C16:1; %0,4 oranında C18:3; %0,6 oranında C20:0; %0,3 oranında C20:1 ve %0,3 oranında diğer yağ asitleri bulunduğu bildirilmiştir. Yağların raf ömrü olan 12 ay boyunca depolanması esnasında her 3 ayda Σ MUFA, Σ PUFA ve Σ SFA oranlarının değişimi incelenmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağında %33,0 olan Σ MUFA oranı, 3. ayda %33,6; 6. ayda %33,6; 12. ayda %32,7 olarak tespit edilmiştir. %47,60 olan Σ PUFA oranı, 3. ayda %47,3; 6. ayda %46,5; 12. ayda %46,6 olarak; %19,4 olan Σ SFA oranı, 3. ayda %19,1; 6. ayda %19,9; 12. ayda %20,7 olarak değiştiği görülmüştür (Prescha, Grajzer, Dedyk ve Grajeta, 2014).

Broznić vd. (2016), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşiminde %11,1-12,3 oranında C16:0; %3,8-4,6 oranında C18:0; %35,7-36,7 oranında C18:1; %48,0-45,6 oranında C18:2 olduğunu bildirmişlerdir. Bu yağ asitleri dışında %0,8-0,1 oranında C18:3; %0,44-0,6 oranında C20:0; %0,08-0,04 oranında C22:0 olduğunu ve yağın Σ UFA oranını %84,5-82,46 olarak açıklamışlardır.

Tunus'ta hasat edilen (*C. pepo* L.) Bejaoui kabak çekirdeklerden soğuk presle elde edilen yağların yağ asit bileşimlerine bakılmıştır. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında %0,23 oranında C14:0; %0,015 oranında C16:1; %0,18 oranında C18:3; %0,43 oranında C20:0; %0,086 oranında C20:1, %0,058 oranında C22:0 tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği yağlarında fazla miktarda bulunan yağ asitleri ise; C16:0 %14,83; C18:0 %6,68; C18:1 %25,82 ve C18:2 %50,88 olarak açıklanmıştır (Bardaa vd. 2016).

Yapılan bir çalışmada 6 farklı ticari soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Kabak çekirdeği yağlarının C18:1 oranları %38-41,3; C18:2 oranları ise %42-44,2 aralığında; Σ UFA/ Σ SFA oranı ise 5,0-5,5 aralığında verilmiştir (Naziri, Mitić, Tsimidou, 2016).

Konopka vd. (2016), *C. pepo* çeşidine ait Herakles adı ile bilinen kabuksuz kabak çekirdeklerinin soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının yağ asit bileşimlerini %52,8 oranında C18:2; %28,6 oranında C18:1; %12,5 oranında C16:0; %4,6 oranında C18:0; %1,0 oranında C18:3; %0,6 oranında ise diğer yağ asitlerinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

C. pepo var. *oleifera* kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlar 3 ay boyunca oda sıcaklığında koyu renkli şişelerde depolanmış ve yağ asiti değişimleri incelenmiştir. Başlangıç ve depolama sonrası yapılan analizlerde yağ asitlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağının yağ asit bileşimi; C18:2 %44,9; C18:1 %37,7; C16:0 %10,4; C18:0 %6,4 olarak; Σ SFA oranı %17,3; Σ MUFA oranı %37,8; Σ PUFA oranı ise %44,9 olarak bildirilmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının C14:0 oranı %0,1; C16:1 oranı %0,1; C20:0 oranı ise %0,4 olarak bildirilmiştir (Raczyk, Siger, Radziejewska-Kubzdela, Ratusz, Rudzińska, 2017).

Türkmen vd. (2017) çalışmalarında Türkiye'de yetişen 6 farklı *C. pepo* çeşidi kabak çekirdeğinin yağ asit bileşimini incelemiştir. Bu çalışmada sadece 1 çeşit hariç diğer tüm çeşitlerin çözen ekstraksiyonu ile elde edilen yağlarında baskın yağ asidinin C18:2 olduğu, oranlarının ise %40,26-49,25 aralığında olduğu bildirilmiştir. C18:2' nin baskın olduğu çeşitlerde C16:0 oranları %11,04-12,41 aralığında, C18:0 oranları ise %6,2-7,28 aralığında değişmiştir. Baskın yağ asidi C18:1 olan çeşidin yağ asit bileşiminde; %43,43 oranında C18:1; %37,62 oranında C18:2; %9,98 oranında C16:0 ve %6,99 oranında C18:0 tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada *C. pepo* çeşidine ait 1 ticari hibrit ve 7 farklı kültür kabuklu kabak çekirdeklerinin yağ asit bileşimleri incelenmiştir. Bu çalışmada da bahsedilen tüm kabak çekirdeği yağlarında baskın yağ asitin C18:2 (%41,13-62,00) olduğu bildirilmiştir. C18:1 oranları ise %23,84-39,07 aralığında değişmektedir. C16:0 oranının %6,71-10,75 ve C18:0 oranının ise %3,35-7,17 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada incelenen bir çeşide ait yağ asit bileşimi %41,13 oranında C18:2, %38,39 oranında C18:1, %10,70 oranında C16:0 ve %7,17 oranında C18:0 olarak bildirilmiştir (Meru, Fu, Leyva, Sarnoski ve Yagiz, 2018).

Aktaş vd. (2018a) çalışmalarında Türkiye’ de *C. pepo* çeşidine ait “Nevşehir çerçevesi” ve “Ürgüp sivrisi” olarak bilinen kabak çekirdeklerinden presleme ile elde edilen yağlarının yağ asit bileşenlerini C18:2 %40,41-43,19; C18:1 %37,48-39,66; C16:0 %10,16-12,36; C18:0 %6,65-7,34 aralığında; ΣSFA oranını %17,90-19,73; ΣMUFA oranını %37,56-39,76; ΣPUFA oranını ise %40,50-43,31 olarak bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarının C14:0 oranlarını %0,10-0,15; C16:1 oranlarını %0,07-0,11; C18:3 oranlarını %0,09-0,17; C20:0 oranlarını ise %0,04-0,52 aralığında bildirmişlerdir.

Yakın zamanda Konya’ da yetiştirilen kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların yağ asit bileşenleri incelenmiştir. Bu yağların baskın yağ asidinin C18:2 (%53,19-53,27) olduğu, aynı zamanda C18:1 (%27,52-27,59) oranının da yüksek olduğu bildirilmiştir. Bunun dışında %11,90-11,97 oranında C16:0, %5,26-5,29 oranında C18:0 tespit edilmiştir. Bu yağların ΣSFA oranı %17,49-17,61; ΣMUFA oranı %27,77-27,86; ΣPUFA oranı ise %53,60-53,73 olarak verilmiştir. Kabak çekirdeği yağlarının C14:0 oranlarını %0,05-0,08; C16:1 oranlarını %0,10-0,14; C18:3 oranlarını %0,39-0,44; C22:0 oranlarını ise %0,10-0,14 aralığında bildirmişlerdir (Akın, Arslan, Karuk Elmas, Yılmaz, 2018).

Cucurbita pepo L. çeşidine ait kabuksuz “Golosemianaja”, “Herakles”, “Miranda” kabak çekirdeği kültürlerinden soğuk presle elde edilen yağların bazı özellikleri incelenmiştir. “Golosemianaja” kabak çekirdeklerinin kurumaddede yağ oranı %47,43, ΣSFA oranı %15,92; ΣMUFA oranı %18,49; ΣPUFA oranı %64,29 olarak tespit edilmiştir. “Herakles” kültürünün kuru maddede yağ oranı %47,24; ΣSFA oranı %15,71; ΣMUFA oranı %17,31; ΣPUFA oranı ise %66,20; “Miranda” kabak çekirdeklerinin ise %44,4 yağ oranı, ΣSFA oranı %15,50; ΣMUFA oranı %16,19; ΣPUFA oranı ise %66,71 olarak bildirilmiştir. Yağ asit bileşimlerine bakıldığında tüm çeşitler için C18:2 oranları %64,65-67,24; C18:1 oranları %16,01-18,33; C16:0 oranları %11,83-11,87; C18:0 oranları %3,18-3,58; C18:3 oranları %0,24-0,34; C20:0

oranları %0,24-0,25; C16:1 oranları %0,10-0,11; C14:0 oranları %0,09 olarak bildirilmiştir (Kulaitienė, Černiauskienė, Jarienė, Danilčenko, Levickienė, 2018).

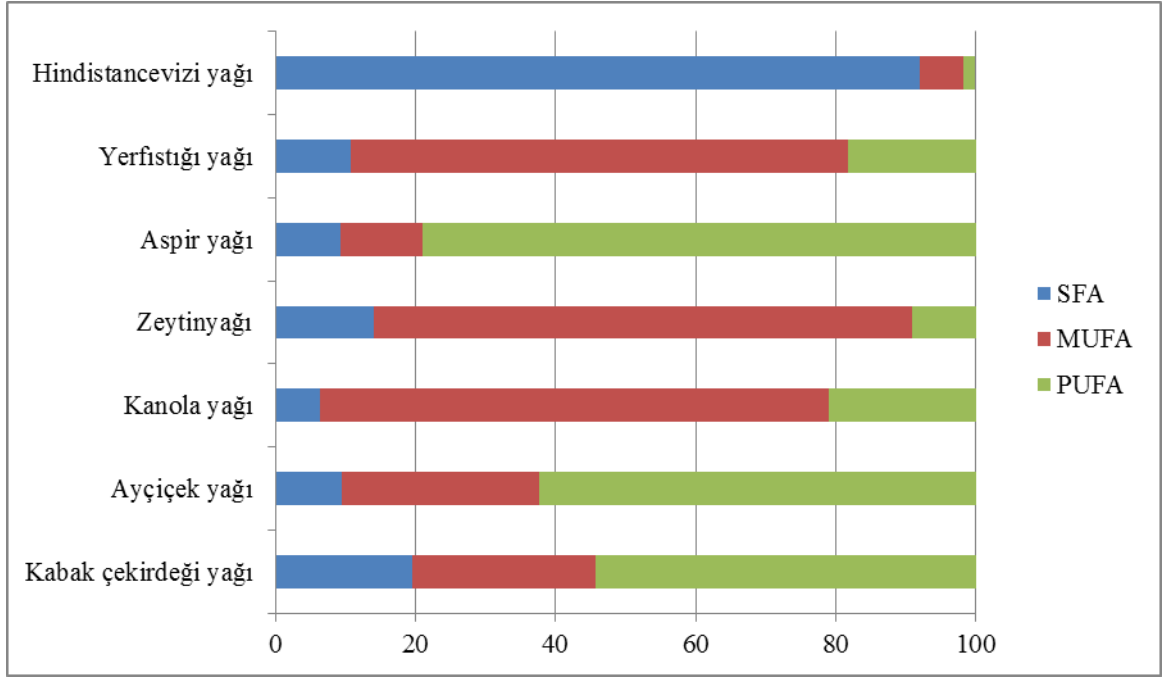
Yapılan bir çalışmada 15 farklı soğuk pres yağların yağ asit bileşimleri incelenmiştir. Fındık, kanola, yer fıstığı, susam ve kabak çekirdeği yağlarının baskın yağ asidini C18:1 olarak bildirmişler ve kabak çekirdeği yağının C18:1 oranını %36,481±0,2 olarak vermişlerdir. C18:2 miktarı yüksek olan yağlar ise haşhaş tohumu, ısırgan tohumu, ayçiçek tohumu, üzüm çekirdeği ve aspir tohumu yağları olarak belirtilmiştir (Çelenk, Gümüş, Argon, Büyükhelvacıgil, Karasulu, 2018).

Kırnak vd. (2019) çalışmalarında 2015 ve 2016 yılında farklı sulama uygulamalarının kabak çekirdeklerinin (*C. pepo* L.) yağ asit bileşimlerine etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak sulama miktarının yağların yağ asit bileşimine etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Kabak çekirdekleri yağlarının 2015 yılında %45,3-48,9 oranında C18:1; %33,0-34,35 oranında C18:2; %10,7-12,4 oranında C16:0; %6,4-8,5 oranında C18:1 içerdiği belirlenmiştir. 2016 yılında ise %39,6-44,5 oranında C18:1; %32,4-35,0 oranında C18:2; %10,8-12,6 oranında C16:0; %9,1-10,4 oranında C18:0 tespit edilmiştir.

Rezig vd. (2019) soğuk pres kabak çekirdeği yağının yağ asit bileşimini incelemiş, C14:0, C16:1, C18:3, C22:0 ve C24:0 yağ asitlerinin iz miktarda olduğunu belirtmişlerdir. Bunların dışında en yüksek oranda C18:2 %45,90; %29,30 ile C18:1; %15,65 ile C16:0; %7,80 ile C18:0; %0,56 ile C20:0 bulunduğunu bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarının ΣSFA oranı %24,01; ΣMUFA oranı %29,30; ΣPUFA oranı ise %45,90 olarak bildirmişlerdir.

C18:2, omega-6 (n-6 veya ω-6) olarak bilinen PUFA'nın metabolik serisinde yer alan ve aynı zamanda eikosanoidlerin (prostaglandinler, tromboksanler ve leukotrienler) sentezi için mutlaka gerekli olan bir yağ asiti konumundadır. Bu durum onu esansiyel yağ asit yapmaktadır (Iso vd., 2002). Kabak çekirdeği yağlarının C18:1 ve C18:2 oranlarının birbirine yakın ve yüksek oluşu, bu yağların; yemeklik yağ, salata yağı ve margarin üretiminde kullanımını öne çıkarabilir. Yüksek C18:1 oranı, bu yağların istenen besleyici özelliğini ve pişirme ile kızartma sırasında yüksek stabilitesini sağlamaktadır. Özellikle derin kızartma işleminde yüksek doymamış yağ asitlerini içeren yağların oksidasyonunun kolayca gerçekleştiği bilinmektedir. Bu nedenle yenilebilir yağ endüstrisi, özellikle yüksek oleik asitli yağlara ilgisini yönlendirmiştir (Nakić-Nederal vd., 2006; Nyam vd., 2009). Şekil 2.1' de görüldüğü üzere kabak çekirdeği yağı doymuş yağ asitlerini hindistancevizi yağı hariç

bahsedilen diğerk yağlardan daha yüksek oranda içermekle birlikte, çoğunluğu oleik asit olan tekli doymamış yağ asitlerini de içermektedir.



Şekil 2. 1. Bitkisel yağların yağ asidi bileşenlerinin oranları (%) (Anonim, 2019; Orsova vd.,2015)

2.4. Kabak Çekirdeği Yağlarının Biyoaktif Bileşenleri

Kabak çekirdeği yağının sabunlaşmayan kısmı tokoferoller, tokotrienoller, fitosteroller, mineraller ve karotenoidler yönünden oldukça zengindir. Birçok çalışmada kabak çekirdeği yağının prostat dokularındaki enflamasyonu azaltarak prostat kanserine ve sık idrara çıkma nedeni olan prostatta bulunan iyi huylu hiperplezilere karşı koruduğu aynı zamanda böbrek taşları oluşumunu önleyebildiği bildirilmiştir (Marks ve Hess, 2001; Anderson, 2005). Bu etki mekanizmaları, kabak çekirdeği yağının yüksek miktardaki E vitamininin, zeaxantin ve lutein gibi karotenoidlerinin yarattığı antioksidan özelliğiyle ilişkilendirilmiştir. Bu karotenoidlerin aynı zamanda retinada yüksek konsantrasyonlarda bulunarak oküler düzeyde de antioksidan özellik gösterdiği bildirilmiştir (Procida vd., 2012). *Cucurbita* sp. tohumları uzun süredir Çin tıbbında, bağırsak parazitleriyle mücadelede, safra kesesi ve prostat problemlerinin tedavisi ile ilgili kullanılmıştır. Ek olarak, tohumların hipoglisemik etkisinin yanında; ayrıca antioksidan, antikanser ve antienflamatuvar gibi davrandığı bilinmektedir (Adams vd., 2011).

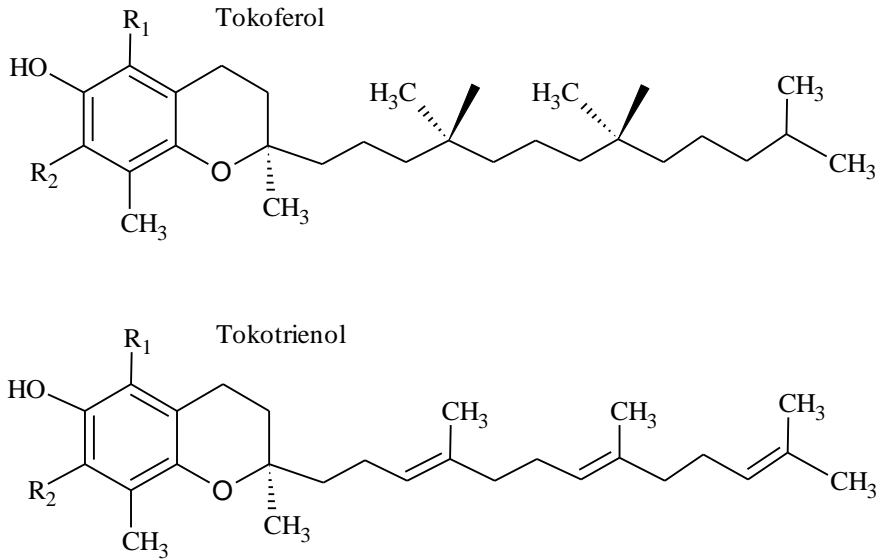
2.4.1. Kabak çekirdeği yağlarının tokoferol bileşimi

Tokoferoller ve tokotrienoller diyetdeki E vitamini aktivitesini oluşturmaktadırlar. E vitamini; 4 çeşit (α -, β -, γ -, δ -tokoferol) doymuş yan zinciri bulunan tokoferollerden ve 4 çeşit (α -, β -, γ -, δ -tokotriyenol) üç tane çift bağ içeren doymamış yan zinciri yapısında bulunduran tokotrienollerden oluşur. Şekil 2.2' de tokoferol ve tokotrienol kimyasal yapıları verilmiştir (Gagne, Wei, Fraser, Julien, 2009). Tokoferoller yapısında polar kromanol halkası ve lipofilik zincir içerirler ve yapıda bulunan metil gruplarının pozisyonu ve sayısına göre isimlendirilirler (Lushchak ve Semchuk, 2012).

Tokoferoller ve tokotrienoller bitkilerde geniş bir şekilde dağılmış olup (yaprak, kök, gövde, tohum vbg.), yaprakların plastidlerinde sentezlenir ve depolanırken; tohumların sitoplazmik yağ cisimlerinde bulunmaktadır. Bitkilerin yapraklarında daha çok α -tokoferol bulunurken, tohumlarda γ -tokoferole daha çok rastlanmaktadır (Lushchak ve Semchuk, 2012). Bitkisel yağlar E vitamininin en yoğun kaynağını teşkil ederler. Bu bileşikler farklı antioksidan aktivitelere sahip doğal bileşiklerdir (Gemrot, Barouh, Vieu, Pioch ve Montet, 2006). Tokotrienoller yapılarındaki doymamışlıktan dolayı tokoferollere göre daha etkili antioksidanlardır. Vitamin E bileşikleri tokoferol ve tokotrienoller, insan organizmasında

farklı metabolik proseslere katılmaktadırlar. Bazı hormonların sentezinde, dokuların yenilenmesinde, çocuklarda anemi (kansızlık) hastalığı karşısında koruyucu olarak görev yapmaktadırlar (Nagala-Kalucka, 2003). Bazı araştırmacılar tarafından tokoferoller ve tokotrienollerin kanser, koroner kalp rahatsızlığı ve damar tıkanıklığı hastalıklarını engelleyici etkiye sahip oldukları da bildirilmiştir (Meydani, 1995; Minhajaddin, Beg ve Iqbal, 2005).

Bitkilerin büyüme dönemlerinde tokoferol biyosentezi; yüksek ışık yoğunluğu, kuraklık, yüksek tuzluluk, ağır metaller ve sıcaklık düşüşlerine bağlı farklı stres kaynaklarından etkilenmektedir. Bu değişikliklerin fotosentez yapan tüm organizmalarda (bitkiler ve ökaryotik algler) farklı şekilde gerçekleştiği, her organizmadaki tokoferol sentez mekanizmasının aydınlatılarak stres kaynaklarına karşı tokoferollerin değişiminin incelenmesinin gerekliliği öne çıkarılmıştır. (Lushchak ve Semchuk, 2012).



Şekil 2. 2. Tokoferol ve tokotrienollerin kimyasal yapıları

Depolama süresince, gıdanın tadını, kokusunu ve vitaminlerini korumak için oluşabilecek lipid oksidasyonunu yavaşlatmada ya da geciktirmede bazı antioksidan maddelerin ilavesine ihtiyaç duyulur. Bütillenmişhidroksilamin (BHA) ve bütillenmişhidroksitoluen (BHT) gibi sentetik antioksidanlar depolama süresince lipid oksidasyonunu yavaşlatmak için gıdalarda kullanılan en yaygın maddelerdir (Chu ve Hus, 1999). Sentetik antioksidan maddeler üzerindeki güvenlik endişeleri, bitkisel materyallerde doğal olarak bulunan antioksidan maddelere ve bitkisel yan ürünlere olan ilgiyi arttırmıştır (Moure, Cruz, Franco, Dominguez, Sineiro ve Dominguez, 2001). Doğal kaynaklardan elde

edilen antioksidan maddeler ile sentetik antioksidan maddelerin yer değiştirmeleri, onların sahip olduğu, sağlık etkileri, çözünlülük ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı birçok fayda gösterebilirler (Chotimarkorn, Benjakul ve Silalai, 2008).

Tokoferoller ve tokotrienoller biyolojik sistemlerde ve gıdalarda lipid oksidasyonunu etkili bir şekilde engelledikleri için doğal antioksidan olarak tanınırlar. Lipit ihtiva eden gıdalarda, antioksidanlar oksidasyonun başlamasını geciktirirler ya da oksidasyon hızını yavaşlatırlar. Başka bir deyişle, gıdanın raf ömrünü uzatırlar ve gıdanın kalitesinin korunmasına yardımcı olurlar. Tokoferol izomerlerinden γ - ve δ - tokoferollerin antioksidan etkisinin diğer izomerler içinde daha yüksek vitamin potansiyeli gösteren α -tokoferollere ve β - tokoferollere göre daha yüksek olduğu bilinmektedir (Nakić-Nederal vd., 2006).

Kabak çekirdeği yağında α - ve γ - tokoferol miktarı β - ve δ - tokoferol miktarından daha yüksektir (Fruhirth ve Hermetter, 2008; Procida vd., 2012; Srbinoska vd., 2012). Çizelge 2.3.'de bazı bitkisel yağlardaki tokoferol ve tokotrienol içerikleri verilmiştir.

Çizelge 2. 3. Bazı bitkisel yağlardaki tokoferol ve tokotrienol içerikleri

| Yağ | Tokoferol (mg/100g yağ) | | | | Tokotrienol (mg/100g yağ) | | | |
|--|-------------------------|----------|-----------|-----------|---------------------------|----------|-----------|----------|
| | α | β | γ | δ | α | β | γ | δ |
| Kabak Çekirdeği ¹ | 0,3-22,0 | 8,5 | 2,3-64,8 | 4,8 | nd | 2,2-41,6 | nd | 0,6 |
| Ayçiçek ^{2,3} | 32,7-59,0 | tr-2,40 | 1,40-4,5 | 0,27-0,50 | 0,11 | nd | tr | tr |
| Kanola ^{3,4} | 18,9-24 | nd-tr | 37-51 | 0,98-1,9 | nd | nd | nd | nd |
| Zeytinyağı ^{3,4} | 11,9-7,0 | nd-0,27 | 0,89-1,34 | nd-tr | nd-tr | nd | nd | nd-tr |
| Mısır ^{3,4} | 18-25,7 | 0,95-1,1 | 44,0-75,2 | 2,2-3,25 | 0,94-1,5 | nd | 1,3-2,00 | nd-0,26 |
| Hindistan cevizi ^{3,4} | 0,2-1,82 | tr-0,25 | tr-0,12 | nd-0,39 | 1,09-3,0 | nd-0,17 | 0,33-0,64 | nd-0,10 |

nd: tespit edilemedi, tr: iz miktarda. (¹ Vanhanen vd., 2015; ² Schwartz vd., 2008; ³ Desai vd., 1988; ⁴ Syväoja vd., 1986.)

Murkovic vd. (1996b) 400 tane ekim hattından seçtikleri 100 tane *Cucurbita pepo* L. convar. citrullina var styriaca hattının tokoferol içeriklerini incelemiştir. Bu 100 hattın birinde α - tokoferol tespit edilmemiş, 17 hatta ise 12-19 mg/ kg α - tokoferol tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki 4 hatta ise α - tokoferol miktarları 70, 75, 81 ve 91 mg/kg olarak verilmiştir. Bunlar dışında α - tokoferol miktarları 48 hatta 20-39 mg/kg arasında, 29 hatta ise 40-64 mg/ kg arasında değişmektedir. Bu hatların γ - tokoferol miktarları 41-620 mg/ kg arasında değişmektedir. Bu 100 hattın 13 tanesinde γ - tokoferol 41- 97 mg/kg bulunmuş, 28 hat 100-190 mg/ kg olarak, 29 hat 200-290 mg/ kg olarak, 21 hat 300-380 mg/kg aralığında, 3 hat 410-460 mg/kg, 3 hat 560-590 mg/ kg, 2 hat ise 610 ve 620 mg/ kg γ - tokoferol tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği yağlarının δ - tokoferol miktarlarını 0-49 mg/ kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Bu 100 hattın 82 tanesinde δ - tokoferol tespit edilmemiş, 8 hatta 2,4- 9,4 mg/ kg olarak bunlardan 3 tanesi 6,5; 6,0; 6,6 mg/ kg olmak üzere, 2 hatta 11 mg/ kg, 2 hatta 16 mg/ kg δ - tokoferol tespit edilmiştir. Bu sonuçlara ek olarak 4 hatta 22-29 mg/ kg, 1 hatta 37 mg/ kg ve 1 hatta 49 mg/ kg δ - tokoferol sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca α - tokoferol ve γ - tokoferol biyosentezinin birbirleriyle bağlantılı olmadığı, farklı tokoferol izomerlerinin farklı yıkım hızlarına sahip olduğu belirtilmiştir.

Younis vd. (2000) yapmış olduğu çalışmada 2100±2400 m yükseklikteki “yüksek arazide”, 900±1800 m yükseklikteki “Kızıl Deniz dağlarında” ve 600±700 m yükseklikteki “alçak arazide” olmak üzere üç farklı ekolojik bölgede *C. pepo* L. (Afrika çeşidi) kabakları yetiştirmişlerdir. Bu kabakların çekirdeklerinden hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen yağlarının α - tokoferol ve kolesterol miktarları incelenmiştir. “Yüksek arazi” ve “Kızıl Deniz dağları” lokasyonlarında ekilen kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların kolestrol miktarları 0,2 mg/ 100 g yağ’ dan düşükken, “alçak arazi” de ekilen çekirdeklerden çıkarılan yağlarda ise 3 mg/ 100 g yağ olarak tespit edilmiştir. Tüm örneklerde α - tokoferol miktarı 30 mg/kg olarak bulunmuştur.

Murkovic ve Pfannhauser (2000) çalışmalarında kabuksuz *C.pepo* kabak çekirdeği yağlarının oksidasyon stabilitelerine; içerdikleri yağ asitlerinin ve tokoferol miktarlarının ve bileşimlerinin etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Kabak çekirdeği yağlarında α - tokoferol miktarını 16,7-51,6 mg/kg, γ - tokoferol miktarlarını 52,3-644mg/kg, δ -tokoferol miktarları ise 0,0-22,5 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Aynı numunelerde 2,3-15,5 mg/kg α - tokotrienol, 21,3-145 mg/kg γ - tokotrienol tespit etmişler, yağların C18:2 oranlarının %41,3-57,4 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Ransimat değerini 6,83 saat

bulmuşlar ve oksidasyonunun C18:1 ve C18:2 oranlarıyla korelasyonlarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. C18:2 oranının yüksek olması indüksiyon zamanını düşürmüştür. Çalışma sonucunda yağda bulunan tokoferollerin beklenildiği üzere oksidasyonu önleyici etki göstermediği gözlenmiştir. Aynı çalışmada, yağa dışarıdan α - tokoferol katılarak oksidasyona karşı direnci ölçülmüştür. Yağın içindeki E vitamini konsantrasyonunu 1 mg/g seviyesine çıkarmak α - tokoferolün prooksidan gibi davranarak oksidasyon direncinin düşmesine neden olmuştur.

Murkovic vd. (2004) kabak çekirdeği yağlarında α -tokoferol 37,5 mg/kg, γ - tokoferol 383 mg/kg, α -tokotrienol 15,9 mg/kg ve 128 mg/kg γ - tokotrienol olarak tespit edilmiştir. Kavurma işlemi sırasında 40. dakikaya kadar azalan tokoferol miktarlarının, sonrasında artarak başlangıç miktarlarına yükseldiği bildirilmiştir. Sıcaklığa karşı stabilitesi en düşük izomerin α - tokotrienol olduğu bildirilmiştir.

Kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerinden endüstriyel olarak ve laboratuvarında hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarının tokoferol içeriklerinin incelendiği bir çalışma yapılmıştır. Kabuklu çeşidin endüstriyel ve laboratuvarında elde edilen yağlarının sırasıyla α - tokoferol miktarları 9,91-11,84 mg/kg, γ - tokoferol miktarları 634,46-680,78 mg/kg, δ - tokoferol miktarları ise 7,63-16,45 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kabuksuz çeşitte ise endüstriyel ve laboratuvarında elde edilen yağların sırasıyla 7,49-10,61 mg/kg α -tokoferol, 441,06-499,62 mg/kg γ - tokoferol, 3,90-9,78 mg/kg δ -tokoferol içerdiği bildirilmiştir. Analiz edilen tüm sonuçlarda γ - tokoferol miktarları α -tokoferol miktarlarının yaklaşık 50 katı kadardır. Bitkisel yağların tokoferol miktarlarının bitkinin çeşidi, iklim koşulları, yağların elde edilme yöntemleri gibi birçok değişkene bağlı olduğu belirtilmiştir (Nakic- Nederal, Rade, Skevin, Skevin, Strucelj, Mokrovca ve Bartolic, 2006).

Yapılan bir çalışmada kavrulmamış ve hekzan ekstraksiyonuyla elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol miktarı 1074 mg/kg, α - tokoferol miktarı 76,9 mg/kg, β - tokoferol miktarı 13,5 mg/kg, γ - tokoferol miktarı 964 mg/ kg, δ - tokoferol miktarı 19,9 mg/ kg olarak bulunmuştur. Çalışmada, kavurma ön işleminin yağların tokoferol kompozisyonuna etkisi de incelenmiş, 140 °C' de 5 dak gerçekleştirilen kavurma işleminin α - tokoferol miktarını %41, δ - tokoferol miktarını %25, γ - tokoferol miktarını ise %36 azalttığı bildirilmiştir. γ - tokoferollerin, daha aktif olan α - tokoferollere göre yüksek sıcaklığa daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Gemrot vd., 2006).

Parry vd. (2006), kavrulduktan sonra soğuk presle elde edilen kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol miktarını 625,6 µmol/kg (362,3 mg/kg); α- tokoferol miktarını 26,8 mg/kg, γ- tokoferol miktarını 216,3 mg/kg, δ-tokoferol miktarı ise 19,2 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

12 farklı *C. maxima* D. çeşidinin yağlarının tokoferol kompozisyonunun incelendiği bir çalışmada α- tokoferol miktarı 27,1-75,1 mg/kg, γ- tokoferol miktarı 74,9-492,8 mg/kg, δ- tokoferol miktarı ise 35,3-1109,7 mg/kg, toplam tokoferol ise 589,4-1234,2 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada γ- tokoferol ile C18:1 arasında (r=0,79) pozitif korelasyon, C18:2 ile arasında ise (r= -0,88) negatif korelasyon olduğu; ancak α-tokoferol ile arasında herhangi bir korelasyonun olmadığı bildirilmiştir (Stevenson vd., 2007).

Özel kabuksuz bir çeşit olan Styrian kabak çekirdeği yağlarında yapılan çalışmalar sonucunda γ- tokoferolün baskın tokoferol çeşidi olduğu, 800 mg/kg miktarlarına ulaşabildiği, α- tokoferol miktarlarının ise 18-282 mg/kg aralığında olduğu; δ-tokoferolün ise yağda bulunduğu ancak az miktarda olduğu için tespit edilemediği bildirilmiştir (Fruhwirth ve Hermetter, 2008).

Kabuklu kabak çekirdeklerinden elde edilen soğuk pres yağların toplam E vitamini miktarı 58,6 mg/100 g, α- tokoferol miktarı 28,5 mg/100g; β- tokoferol miktarı 6,4 mg/ 100g; γ-tokoferol miktarı 2,1 mg/ 100g, δ-tokoferol miktarı ise 0,72 mg/ 100g olarak tespit edilmiştir. Numunelerin α- tokotrienol miktarı 14,1 mg/100g; β- tokotrienol miktarı 5,3 mg/ 100g; γ-tokotrienol miktarı 1,2 mg/100g, δ-tokotrienol miktarı ise 0,31 mg/100g olarak bulunmuştur. Kabukları ayrıldıktan sonraki kabak çekirdeklerinin soğuk presle elde edilen yağlarının toplam tokoferol miktarı 73,8 mg/100g; α- tokoferol miktarı 34,6 mg/100g; β- tokoferol miktarı 69,4 mg/100g; γ-tokoferol miktarı 3,4 mg/100g, δ-tokoferol miktarı ise 1,3 mg/100g olarak tespit edilmiştir. α- tokotrienol miktarı 17,4 mg/100g; β- tokotrienol miktarı 5,9 mg/100g; γ-tokotrienol miktarı 1,42 mg/ 100g, δ-tokotrienol miktarı ise 0,63 mg/100g olarak bulunmuştur (Uhrin, Mâthé, Dinya, Varga ve Vâgvölgyi, 2008).

Nyam vd. (2009), *C. pepo* L. kabak çekirdeği yağlarında 151,9 mg/kg α- tokoferol, 613,2 mg/kg γ- tokoferol, 41,4 mg/kg δ-tokoferol ve toplam tokoferol miktarını 806,5 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Ardabili vd. (2011) İran'da yetiştirilen kabuksuz kabak çekirdeklerinden elde ettikleri yağların toplam tokoferol miktarını $882,65 \pm 18,32$ mg α -tokoferol/kg yağ olarak bulmuşlardır.

Srbinoska vd. (2012), *C.pepo* kabak çekirdeği yağının α - tokoferol miktarını 38,59 mg/kg; γ - tokoferol miktarlarını 115,20 mg/kg, toplam tokoferol miktarını ise 153,79 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Aynı çalışmada *C. maxima* çeşidinin tokoferol miktarını *C.pepo* çeşidinden daha düşük bulmuşlardır.

Procida vd. (2012), 12 farklı kabak çekirdeği yağlarının $\alpha + \gamma$ - tokoferol miktarlarını 181-875 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Nederal vd. (2012), soğuk preslenmiş *C.pepo* kabak çekirdeği yağlarının α - tokoferol miktarını 15-15,9 mg/kg, β - tokoferol miktarını 4,7-5,4 mg/kg, γ - tokoferol miktarını 642,4-734,7 mg/kg, δ -tokoferol miktarını ise 13,4-14,4 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Toplam tokoferol miktarı ise 675,6- 770,5 mg/kg olarak bildirilmiştir.

Kim vd. (2012) *C.pepo* çeşidine ait kabak çekirdeklerinin tokoferol kompozisyon analiz sonuçlarında α -tokoferol miktarını 21,33 mg/kg, γ - tokoferol miktarını 61,65 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

6 farklı *C.pepo* kabak çekirdeği yağlarının α - tokoferol miktarları 9,7-65,2 mg/kg; γ - tokoferol miktarları 155-338 mg/kg; δ -tokoferol miktarları ise 14,4-67,3 mg/kg aralığında olduğu bildirilmiştir (Nawirska-Olszanska vd., 2013).

Rabrenovic vd. (2014), kabuklu *C. pepo* çeşidinden soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarında iki farklı çeşit için 47,2-26,1 mg/kg α - tokoferol, 299,2-345,1 mg/kg $\beta + \gamma$ - tokoferol, 33,9-104,4 mg/kg δ -tokoferol miktarları tespit etmişlerdir. Toplam tokoferol miktarı kabuklu çeşitler için 380,3-475,6 mg/kg olarak; kabuksuz çeşitler için 445,2-641,1 mg/kg aralığında verilmiştir.

Broznić vd. (2016), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol miktarını 263,4-346,6 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. α - tokoferol miktarını 10,1-11,5 mg/kg, γ - tokoferol 251-332,9 mg/kg ve δ -tokoferol miktarlarını 2,3-2,2 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Naziri vd. (2016), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının α -tokoferol miktarlarını 203-353 mg/kg; γ -tokoferol nı 663-775 mg/kg, skualen miktarlarını ise 1645-1842 mg/kg aralığında vermişlerdir.

Konopka vd. (2016), soğuk presle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol miktarını 445 mg/kg; tokoferol kompozisyonunu ise; α - tokoferol 130 mg/kg, β - tokoferol 22,3 mg/kg, γ -tokoferol 293 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Raczyk vd. (2017), bir çalışmada *C. pepo* var. *oleifera* kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağları 3 ay boyunca oda sıcaklığında koyu renkli şişelerde depolamışlar ve tokoferol değişimini incelemişlerdir. Başlangıç ve depolama sonrası sırasıyla; toplam tokoferol miktarı 60,1 mg/100g ve 49,6 mg/100g; α - tokoferol miktarı 5,5 mg/100g ve 1,1 mg/100g; β -tokoferol miktarı 0,1 mg/100g ve iz miktarda; γ -tokoferol miktarı 54,1 mg/100g ve 48,1 mg/100g; δ -tokoferol miktarlarını 0,4 mg/100g ve 0,8 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Aktaş vd. (2018a), Türkiye’ de *C. pepo* çeşidine ait “Nevşehir çerçevesi” ve “Ürgüp sivrisi” olarak bilinen kabak çekirdeklerine farklı ön işlemlerden sonra presleme ile elde edilen yağlarının tokoferol miktarlarını incelemişlerdir. Güneşte kurutulan ve kavurma işlemi uygulanmadan preslenen kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların Nevşehir çerçevesi için $\beta+\gamma$ - tokoferol miktarı 881,76 mg/kg, δ -tokoferol miktarı 4,82 mg/kg; Ürgüp sivrisi için $\beta+\gamma$ - tokoferol miktarı 634,78 mg/kg, δ -tokoferol miktarı 6,22 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Akın vd. (2018), Konya’ da yetiştirilen kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların toplam tokoferol miktarını 942,9-977,9 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarında β -tokoferol miktarını 830-862,3 mg/kg, α - tokoferol miktarını 36,6-43,9 mg/kg, γ - tokoferol miktarını 32,3-42,7 mg/kg olarak bildirmişler, δ -tokoferol ise tespit edememişlerdir.

Çelenk vd. (2018), 15 farklı soğuk pres yağın tokoferol kompozisyonlarını incelemişlerdir. Kabak çekirdeği soğuk pres yağlarında β -tokoferol tespit edememişler, α - tokoferol miktarını $25,73\pm 1,21$ $\mu\text{g/ml}$, γ - tokoferol miktarını $678\pm 3,2$ $\mu\text{g/ml}$, δ -tokoferol miktarını ise $10,01\pm 0,08$ $\mu\text{g/ml}$ olarak bulmuşlardır. Soğuk pres kabak çekirdeği yağının tokoferol kompozisyonuna en yakın değerler, soğuk pres ceviz yağında bulunmuştur. Soğuk pres ceviz yağında da β -tokoferol tespit edememişler, α - tokoferol miktarını $27,23\pm 0,51$ $\mu\text{g/ml}$, γ - tokoferol miktarını $417,73\pm 3,14$ $\mu\text{g/ml}$, δ -tokoferol miktarını ise $37,36\pm 0,66$ $\mu\text{g/ml}$ olarak bildirmişlerdir.

Potočnik vd. (2018), yaptıkları çalışmada Gleisdorf kabak çekirdeğinden ekstrakte edilen yağların α - tokoferol miktarını 51 ± 2 mg/kg, γ - tokoferol miktarını ise 356 ± 6 mg/kg

olarak tespit etmişlerdir. Rustikal kabak çekirdeği yağlarının ise α - tokoferol miktarı 98 ± 2 mg/kg, γ - tokoferol miktarı ise 619 ± 9 mg/kg olarak bildirilmiştir.

Kırnak vd. (2019), çalışmalarında 2015 ve 2016 yılında farklı sulama uygulamalarının kabak çekirdeklerinin (*C. pepo* L.) E vitamini miktarına etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak sulama miktarının 2015 yılında yağların E vitamini miktarına etkisi bulunmazken, 2016 yılında etkisinin olduğu belirtilmiştir. 2015 yılında E vitamini miktarları 415-553 mg/kg, 2016 yılına ait E vitamini miktarları ise 450-553 mg/kg olarak verilmiştir.

2.4.2. Kabak çekirdeği yağlarının sterol bileşimi

Fitosteroller bitkilerden elde edilen sterollerdir ve kimyasal yapıları kolesterolden farklıdır. Birçok gıdada sitosterol (%65) en fazla oranda bulunmaktadır. Bunu takiben sırası ile kampesterol (%30) ve stigmasterol (%3) yer almaktadır. Bitkilerdeki steroller serbest alkoller ya da yağ asitleri ve glikozitlerle esterleşmiş halde bulunur (Ostlund, 2002; Patel ve Thompson, 2006). Çizelge 2.4' de çeşitli bitkisel yağlardaki fitosterol içerikleri gösterilmiştir.

Çizelge 2. 4. Bazı bitkisel yağların sterol içerikleri (Phillips vd., 2002)

| Sterol kompozisyonu (mg/100g yağ) | | Ayçiçek | Kanola | Zeytinyağı | Mısır | Hindistan cevizi | Soya |
|--|---|---------|--------|------------|-------|------------------|-------|
| Sitosterol | F | 79,34 | 145,5 | 70,3 | 172,2 | 30,0 | 117,9 |
| | E | 114,84 | 235,9 | 52,0 | 290,8 | 12,2 | 40,3 |
| Kampesterol | F | 9,61 | 56,2 | 2,2 | 53,2 | 3,7 | 48,7 |
| | E | 17,48 | 108,2 | 2,1 | 70,9 | 2,0 | 6,4 |
| Stigmasterol | F | 12,99 | 7,6 | 1,6 | 18,2 | 8,3 | 56,2 |
| | E | 4,7 | 8,8 | 1,1 | 34,1 | 2,8 | 4,0 |
| Brassikasterol | F | 0,6 | 28,2 | Nd | Nd | Nd | 0,7 |
| | E | 1,5 | 22,7 | Nd | Nd | Nd | nd |
| Δ-5 avasterol | F | 4,7 | 3,6 | 6,7 | 10,1 | 6,2 | 2,4 |
| | E | 14,0 | 14,1 | 9,4 | 25,0 | 4,7 | 2,4 |
| Sitostanol | F | 1,0 | 2,3 | 1,8 | 4,5 | 0,5 | 4,1 |
| | E | 1,9 | 3,9 | 1,6 | 9,3 | <0,5 | 0,7 |
| Kampestanol | F | 1,2 | 3,7 | 0,7 | 4,1 | 1,5 | 2,4 |
| | E | Nd | 2,3 | Nd | 4,7 | Nd | Nd |
| Toplam sterol | F | 263 | 639 | - | 699 | 70 | 285 |
| | E | (270) | (659) | (150) | (732) | (71) | (297) |

F: serbest sterol, E: esterleşmiş sterol, nd: tespit edilemedi Toplam steroller = sitosterol+ kampesterol+ stigmasterol+ sitostanol+ kampestanol+ brassikasterol+ delta-5-avenasterol+ kolesterol Parantez içinde verilen direk sabunlaşmadan sonra toplam serbest ve esterleşmiş sterol miktarı

Genellikle yağlardan elde edilen ürünler ve yenilebilir bitkisel yağlar, fitosterollerin en zengin doğal kaynakları olarak düşünülmektedir. Fitosteroller; C-4 pozisyonundaki metil gruplarının sayısına göre üç grup altında kategorize edilir; 4,4-dimetilsteroller, 4-monometilsteroller ve bitkilerde en çok bulunan 4-desmetilsteroller (Herchi vd., 2009). Bitkisel yağlardaki steroller serbest formda olabildiği gibi yağ asitleriyle esterleşmiş halde de bulunabilir. Birçok bitkisel yağa nazaran kabak çekirdeği yağı Δ -7 sterollerini, Δ -5 sterollerinden daha yüksek miktarda içermekte, bu durum kabak çekirdeği yağını diğer bitkisel yağlardan ayırmaktadır (Mandl, Reich ve Lindner, 1999; Rabrenovic vd., 2014). Çizelge 2.5’ te kabak çekirdeği yağının sterol kompozisyonu verilmiştir. Birçok çalışmada, günlük 0,8 g’ dan 4,0 g’ a kadar değişen aralıklarda alınan fitosterollerin LDL kolesterol konsantrasyonunu %10 ile %15 oranında azalttığı bildirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Kolesterol Eğitim Programı tarafından tavsiye edilen miktar, günde yaklaşık 2 g fitosterol alımı olup, LDL kolesterol seviyesini %9,6 oranında azalttığı yönündedir. Fitosterollerin kolesterol düşürücü etkilerine ilave olarak, anti-kanser ve anti-oksidatif özelliklere de sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Piironen vd., 2000; Ostlund, 2002; Wang, Hichs ve Moreau, 2002; Patel ve Thomson, 2006)

Çizelge 2. 5. Kabak çekirdeği yağlarının sterol içerikleri (Srbinoska vd., 2012)

| Sterol kompozisyonu (mg/kg yağ) | <i>C. maxima</i> | <i>C. pepo</i> |
|--|-------------------------|-----------------------|
| Desmosterol | 89,10±0,59 | 90,19±1,28 |
| Stigmasterol | 49,85±0,85 | 52,04±0,88 |
| β -sitosterol | 121,91±2,44 | 117,54±3,11 |
| Spinasterol | 705,32±7,86 | 521,99±7,54 |
| Δ -7,22,25-stigmastatrienol | 353,29±3,05 | 493,96±7,28 |
| $\Sigma\Delta$ 7-stigmastenol+ Δ 7,25-stigmastadienol | 749,20±5,87 | 538,81±7,56 |
| Δ 7-avenasterol | 209,29±1,2 | 379,04±5,84 |
| Δ 5-sterol | 260,86±2,87 | 259,77±6,28 |
| Δ 7-sterol | 2017,10±17,93 | 1933,8±28,21 |
| Toplam | 2277,96±15,61 | 2193,57±21,83 |

Tsaknis vd. (1997), *C. pepo* ve *C. maxima* kabak çekirdekleri karışımından petrol eter ile ekstraksiyon sonucu elde ettikleri yağların sterol kompozisyonunu incelemişlerdir. %23,62 Δ 7,25-stigmastadienol, %22,80 Δ 7,22,25-stigmastatrienol, %20,20 α -spinasterol, %17,96 Δ 7-avenasterol, %3,97 Δ 7-stigmastenol olduğunu bildirmişlerdir.

Murkovic vd. (2004), kabak çekirdeği yağlarında toplam sterol miktarını 4030 ± 110 μ g/g yağ olarak bildirmiştir. Kabak çekirdeğinde 1710 ± 80 μ g/g yağ olan toplam sterol miktarı kavurma işlemi sırasında önemli bir değişikliğe uğramayarak 1600-1930 μ g/g yağ aralığında tespit edilmiştir.

Nakic-Nederal vd. (2006), kabuklu kabak çekirdeklerinden endüstriyel olarak ve laboratuarda hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağların toplam sterol miktarını sırasıyla 3452 ± 267 ve 3852 ± 157 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Yağların sterol kompozisyonunda %1,80-2,56 kampesterol; %1,04-1,31 Δ 5-stigmasterol; %7,87-12,08 β -sitosterol; %24,44-19,88 spinasterol, %25,27-24,03 Δ 7,22,25-stigmastatrienol; %21,36-22,68 Δ 7,25-stigmastadienol; %1,75-1,46 Δ 7-stigmasterol; %16,47-16,00 Δ 7-avenasterol olduğu bildirilmiştir.

Nyam vd. (2009), *C. pepo* L. kabak çekirdeği yağlarında toplam sterol miktarını 8646,9 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Bu sterolleri oluşturan ergosterol 224,0 mg/kg, kampesterol 226,0 mg/kg, stigmasterol 180,2 mg/kg ve sitosterol 2109,8 mg/kg olarak açıklanmıştır.

Roche vd. (2010) ayçiçeği tohumlarının sterol miktarlarına genotiplerin ve çevresel koşulların etkisini araştırdığı bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaya göre geç ekilen ayçiçeği tohumlarının (normal ekim tarihlerindeki sıcaklıklara göre; tohum ortaya çıkışında ve çiçeklenme döneminde $+4$ °C, çiçeklenme ile tohum olgunlaşması arasında $+2,5$ °C daha yüksek sıcaklıklarda olgunlaşma tamamlanmıştır) sterol miktarları en yüksek değerler almıştır. Sterol artışının özellikle tohum dolumunun gerçekleştiği ilk aşamalarda meydana geldiği bildirilmiştir. Sıcaklığın artışıyla tohumda artan sterol miktarı, sterollerin hücre membranlarının geçirgenliğini düzenleyici etkisinden dolayı, ayçiçeğinin sıcaklığa karşı verdiği bir tepki olarak görülmüştür. Çiçeklenme dönemindeki yüksek sıcaklıkların ayçiçeği tohumlarının β -sitosterol/kampesterol oranına etkisinin olduğu görülmüştür. Sıcaklığın artmasıyla hem β -sitosterol hem de kampesterol miktarı artmış, ancak kampesterola kıyasla β -sitosterolün sentezine katkısı daha çok olmuştur.

Kim vd. (2012), *C.pepo* çeşidine ait kabak çekirdeklerinin β -sitosterol miktarını 383,89 \pm 48,15 mg/kg kuru ağırlık olarak tespit etmişler ve *C. maxima* ile *C. moschata* çeşitlerine göre daha yüksek β -sitosterol içerdiğini bildirmişlerdir.

Srbinoska vd. (2012), *C.pepo* kabak çekirdeklerinin kabuklarıyla birlikte bütün tohumundan ve kabuklar ayrıldıktan sonra sadece tohum içinden yaptıkları çalışmada toplam sterol miktarlarını kabuklu tohum için 2753,64 \pm 6,08 mg/kg olarak, tohum içi için 2193,57 \pm 21,83 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bütün tohumun sterol kompozisyonunda 99,10 mg/kg desmosterol; 159,26 mg/kg stigmasterol; 360,31 mg/kg β -sitosterol; 618,52 mg/kg spinasterol, 579,16 mg/kg Δ 7,22,25-stigmastatrienol; 568,76 mg/kg $\Sigma\Delta$ 7-stigmastenol + Δ 7,25-stigmastadienol ve 368,53 mg/kg Δ 7-avenasterol olarak bildirmişlerdir. Δ 7-sterolleri 2134,97 \pm 16,82 mg/kg; Δ 5-sterolleri ise 618,67 \pm 10,65 olarak vermişler, tohumun bütünündeki sterol miktarlarının tohum içinden yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yapılan bir çalışmada *C. pepo* convar. *citrullina* kabak çekirdeği yağlarının sterol kompozisyonu incelenmiştir. Hakzanla ekstrakte edilen kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarı 2250 mg/kg olarak, toplam Δ 7-sterollerinin miktarı 2120 mg/kg olarak, Δ 5-sterollerinin miktarı ise 133 mg/kg olarak bildirilmiştir. Δ 7-sterollerini oluşturan; Δ 7,22,25-stigmastatrienol miktarı 618 mg/kg, Δ 7-stigmastenol+ Δ 7,25-stigmastadienol miktarı 584 mg/kg, Δ 7-avenasterol miktarı 369 mg/kg olarak bildirilmiştir. Kabak çekirdeği yağlarında spinasterol miktarı 551 mg/kg, β -sitosterol miktarı 51,9 mg/kg, desmosterol miktarı 44,1 mg/kg, kampesterol miktarı 27,1 mg/kg, stigmasterol miktarı ise 9,6 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Hrabovski, Fiser, Nikolovski, Sovilj ve Borota, 2012).

Rabrenovic vd. (2014), soğuk presleme ile elde edilmiş kabuklu ve kabuksuz *C. pepo* L. kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarını 718,1 \pm 6,81-897,8 \pm 6,8 mg/100 g yağ olarak bildirmişlerdir. İki farklı kabuklu çeşite ait toplam sterol miktarı 795,8 \pm 12,1-843,5 \pm 5,4 mg/100 g yağ olarak verilmiş; sırasıyla içeriği ise spinasterol+ β -sitosterol %43,3-48,4; Δ 7,22,25-stigmastatrienol %19,4-27,1; Δ 7,25-stigmastadienol %7,8-5,6; Δ 7-stigmasterol %20,1-16,6; Δ 7-avenasterol %9,4-2,3 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada kabuklu kabak çekirdeği yağlarının squalen miktarları 611,2-694,1 mg/100g yağ olarak tespit edilmiştir.

Bardaa vd. (2016), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarını 2086,5 mg/kg olarak bulmuşlar ve β -sitosterolün toplam sterol miktarının %44,41' ini (959 mg/kg) oluşturduğunu bildirmişlerdir. Sterol kompozisyonunda bulunan diğer bileşenler;

Δ 5,24-stigmastadienol %17,93; Δ 7-avenasterol %14,51; Δ 7-stigmastenol %7,75; sitostanol %3,44; kampesterol %2,80; stigmasterol %2,92; klerosterol %2,48; Δ 5-avenasterol %1,85; Δ 7-kampesterol %1,28; kampestanol %0,20; kolesterol %0,15 olarak verilmiştir.

Konopka vd. (2016), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarını 1806 mg/kg olarak belirlemişler, içeriğinde ise; 900 mg/kg spinasterol+ γ -sitosterol, 274 mg/kg Δ 7,22,25 stigmastatrienol, 264,4 mg/kg Δ 7,25 stigmastadienol, 165,9 mg/kg kampesterol, 120 mg/kg Δ 7 stigmastanol, 57 mg/kg Δ 7 avenasterol ve 23,8 mg/kg stigmasterol olduğunu açıklamışlardır. Squalen miktarı 952,3 mg/kg, toplam fitosteroller ise 3432 mg/kg olarak belirtilmiştir. Soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının karotenoidleri de incelenmiş, toplam karotenoid miktarı 228 mg/kg olarak tespit edilmiştir. α -karoten 17 mg/kg, γ -karoten 58 mg/kg, 9-cis- γ -karoten 18,8 mg/kg, tanımlanamayan karotenoidler ise 46 mg/kg olarak bildirilmiştir.

Raczyk vd. (2017), bir çalışmada *C. pepo* var. *oleifera* kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağları 3 ay boyunca oda sıcaklığında koyu renkli şişelerde depolamışlar ve sterol değişimini incelemişlerdir. Başlangıç ve depolama sonrası sırasıyla; toplam fitosterol miktarı 173,9 mg/100g ve 165,6 mg/100g; stigmasterol miktarı 1,2 mg/100g ve 0,8 mg/100g; 24-metil-kolest-7-en-3 β -ol miktarı 3,2 mg/100g ve 3,8 mg/100g; Δ 7,22,25 stigmastatrienol miktarı 34,6 mg/100g ve 29 mg/100g; α -spinasterol miktarı 51,4 mg/100g ve 48,8 mg/100g; Δ 7,25 stigmastadienol miktarı 40,8 mg/100g ve 42,4 mg/100g; Δ 7 stigmasterol miktarı 12,1 mg/100g ve 13,8 mg/100g; Δ 7 avenasterol miktarı 30,6 mg/100g ve 27,0 mg/100g olarak bildirilmiştir. Squalen miktarı ise başlangıçta 272 mg/100g olarak, depolama sonrasında ise 255 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Akın vd. (2018), Konya’da yetiştirilen kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarının sterol kompozisyonlarını incelemişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarının toplam fitosterol miktarını 782,1 \pm 9,7 ile 805,2 \pm 11,3 mg/100g yağ olarak tespit etmişler ve en çok bulunan fitosterolün spinasterol+ β -sitosterol (%42,4-47,20) olduğunu bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarında Δ 7,22,25-stigmastatrienol oranını %28,3-31,6; Δ 7-stigmasterol oranını %15,1-17,1; Δ 7,25-stigmastadienol oranını %4,9-5,9; Δ 7-avenasterol oranını ise %3,2-4,0 olarak bildirmişlerdir. Aynı zamanda kabak çekirdeği yağlarının squalen miktarını 591,3-632,5 mg/100g yağ olarak tespit etmişlerdir.

Rezig vd. (2019), soğuk pres kabak çekirdeği yağının sterol kompozisyonunu incelemişler, toplam sterol miktarını $4849,62 \pm 487,26$ mg/kg; sitosterol miktarını $1923,51 \pm 184,26$ mg/kg; $\Delta 5$ -avenasterol miktarını $1875,01 \pm 160,25$ mg/kg; stigmasterol miktarını $134,83 \pm 12,58$ mg/kg; sitostanol miktarını $182,36 \pm 19,57$ mg/kg; $\Delta 7$ -stigmastenol miktarını $523,32 \pm 55,26$ mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bunların dışında kolesterol $7,76 \pm 0,81$ mg/kg; brassikasterol $10,57 \pm 9,57$ mg/kg; 24-metilenkolesterol $2,43 \pm 0,23$ mg/kg; kampesterol $53,35 \pm 6,25$ mg/kg; kampestanol $2,91 \pm 0,31$ mg/kg; $\Delta 5,24$ -stigmastadienol $14,55 \pm 1,63$ mg/kg; $\Delta 7$ -kampesterol $46,08 \pm 5,26$ mg/kg; $\Delta 7$ -avenasterol $9,70 \pm 0,87$ mg/kg ve klerosterol $51,41 \pm 6,03$ mg/kg olarak bildirilmiştir.

2.4.3. Kabak çekirdeği yağlarının fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri

Fenolik bileşikler, in vitro olarak lipit peroksidasyonunu ve lipoksigenazı inhibe eden antioksidan aktivitelere sahip bileşiklerdir (Haslam, 1996). Epidemiyolojik çalışmalar, meyve ve sebzelerin düzenli olarak tüketilmeleri halinde bazı kardiyovasküler ve kanser hastalıklarının görülme sıklığının daha nadir olduğunu ve bu etkinin meyve ve sebzelerde bulunan yüksek miktarlardaki fenolik maddelere bağlı olduğu düşünülmektedir. Fenolik bileşikler, farklı şekillerde etki eden antioksidan özelliklere sahiptirler. Bu etkilere örnek olarak; serbest radikallerin süpürülmesi, radikallerle doğrudan reaksiyona girmesi, serbest radikallerin büyük ölçüde daha düşük bir reaktiviteye sahip bileşiklere ayrılması, pro-oksidan metallerin şelatlanması ve bazı enzimlerin aktivitesinin önlenmesi veya artırılması, verilebilir. Fenolik bileşikler ayrıca diğer antioksidanların, örneğin yağda çözünen vitaminlerin aktivitesini de artırabilirler (Druzynska, Strzecha, Wołosiak, Worobiej, 2008).

Karotenoidler provitamin-A aktivitesi gösterirler ve özellikle bu sınıfa dahil β -karoten %100 bu aktiviteyi sunar. Bu vitamin, immünolojik fonksiyona sahip olmasının yanı sıra, gece görüş, büyüme, gelişme ve epitel dokusunun korunması için gereklidir (Melendez-Martinez, Vicario ve Heredia, 2004). Karotenoidler ayrıca, fotooksidasyon ve düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksidasyonu oranlarını azaltabilen bir antioksidan aktivite gösterirler, böylece insan plazmasında yüksek karotenoid konsantrasyonları ile düşük oksidatif DNA hasarı seviyeleri arasında bir ilişki olduğu gözlemlenebilir (Møller ve Loft, 2004).

Parry vd. (2006), kavrulduktan sonra soğuk presle elde edilen kabak çekirdeği yağlarının toplam fenolik madde miktarını 0,98 mg GAE/g yağ olarak, ORAC değerini 1,1 µmol Trolox/g yağ; radikal süpürme aktivitesini ise %64,1 kalan DPPH olarak bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada 9 farklı soğuk pres bitkisel yağların antioksidan özellikleri incelenmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağının toplam fenolik madde miktarı $2,46 \pm 0,03$ mg (kafeik asit eşdeğeri) CAE/100g olarak bulunmuştur. Kabak çekirdeği yağının haşhaş yağıyla benzer toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu aynı zamanda bu iki yağın fenolik madde miktarının soya, ayçiçeği, kanola, mısır, üzüm çekirdeği ve keten tohumu yağından yüksek olduğu belirtilmiştir. Soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağında protokateşik asit ($3,1 \mu\text{g}/100 \text{ g}$), vanilik asit ($11,4 \mu\text{g}/100 \text{ g}$), *p*-kumarik asit ($3,8 \mu\text{g}/100 \text{ g}$), ferulik asit ($3,8 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) tespit edilmiş, toplam fenolik madde miktarı da $22,1 \pm 0,37 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ yağ olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada kabak çekirdeği yağlarının radikal süpürme aktivitesi (% DPPH) $65,3 \pm 3,1$ bulunmuştur (Siger, Nogala-Kalucka, Lampart-Szczapa, 2008).

Altı farklı kabak çekirdeği yağının toplam fenolik madde miktarı farklı ekstraksiyon metotları kullanarak incelenmiş ve 30-73 mg GAE/ kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek fenolik madde miktarına çözücü olarak asetonun kullanıldığı örneklerde rastlanmıştır. Kabak çekirdeklerinin %DPPH süpürme aktivitesi %32,28-65,33 aralığında tespit edilmiş; antioksidan madde konsantrasyonu ise 0,06-0,16 mM Trolox eq/kg olarak tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının iklim özelliklerine, depolama koşulları ve süresine bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Andjelkovic, Camp, Trawka, Verhe, 2010).

Veronezi ve Jorge' nin (2012) yapmış olduğu çalışmada *Cucurbita moschata* türünden üç farklı kabak çekirdeği ve *Cucurbita maxima* türünden bir çeşit kabak çekirdeğinin biyoaktif bileşikleri incelenmiştir. Bu çalışmaya göre *C. moschata* türüne ait kabak çekirdeklerinin lipit fraksiyonunda toplam karotenoid miktarları ($\mu\text{g}/\text{g}$) $7,67 \pm 1,16$; $26,8 \pm 0,93$; $26,03 \pm 1,70$ olarak tespit edilmiştir. *C. maxima* türüne ait kabak çekirdeğinin lipit fraksiyonunda ise $11,53 \pm 1,84 \mu\text{g}/\text{g}$ toplam karotenoid miktarı bulunmuştur. Aynı çalışmada *C. moschata* türüne ait kabak çekirdeklerinin toplam fenolik bileşikleri (mg GAE/g) 3,56; 3,62; 2,39; *C. maxima* türüne ait kabak çekirdeğinin ise 1,35 olarak tespit edilmiştir

Sielicka vd. (2014) çalışmalarında, soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam antioksidan kapasitesini 1,3 mM Trolox/L olarak bildirmişler ve çörek otu, çuha çiçeği yağı gibi yağlardan daha düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bunun

açıklaması olarak kabak çekirdeği yağının tokoferol çeşitliliği ve miktarının yüksek olmamasını göstermişlerdir. DPPH metoduyla soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antioksidan aktivitesini 0,5 mM Trolox/L bulmuşlardır.

Prescha vd. (2014), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının DPPH radikal süpürme aktivitesinin ortalama değerini $1,44 \pm 0,33$ mM TAEC/kg olarak, aralığı ise 1,11-1,77 mM TAEC/kg olarak bildirmişlerdir.

Naziri vd. (2016), soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının radikal süpürme aktivitesi (DPPH) %74-84,6 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Aktaş vd. (2018a), Türkiye’ de *C. pepo* çeşidine ait “Nevşehir çerçevesi” ve “Ürgüp sivrisi” olarak bilinen kabak çekirdeklerinden presleme ile elde edilen yağlarının toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 2,24 mg GAE/g, 2,18 mg GAE/g olarak, ABTS⁺ yöntemiyle TEAC değerlerini ise sırasıyla 1,1 µmol Trolox/g, 1,07 µmol Trolox/g olarak bildirmişlerdir.

Akın vd. (2018), Konya’ da yetiştirilen kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarını 3,96-5,82 mgGAE/100g olarak tespit etmişlerdir. Serbest radikal süpürme aktivitesini (DPPH) 5,70-7,35 mgGAE/ 100 g yağ; toplam antioksidan aktivite sonuçları ise 26,67-38,89 mgGAE/100g olarak belirlemişlerdir

Kulaitiené vd. (2018), bir çalışmada *Cucurbita pepo* L. çeşidine ait kabuksuz “Golosemianaja”, “Herakles”, “Miranda” kabak çekirdeği kültürlerinden soğuk presle elde edilen yağların sırasıyla toplam fenolik madde miktarını 52,6 µg/g; 37,0 µg/g; 60,6 µg/g olarak; antioksidan aktivitelerini (DPPH) ise 2,49 µmol/g; 1,64 µmol/g; 3,28 µmol/g olarak bulmuşlardır.

Potočnik vd. (2018), yaptıkları çalışmada Gleisdorf kabak çekirdeğinden ekstrakte edilen yağların % DPPH radikali süpürme aktivitesini %37,8 olarak tespit etmişlerdir. Rustikal kabak çekirdeği yağlarının ise % DPPH radikali süpürme aktivitesini %33,8 olarak bildirmişlerdir.

C. maxima türüne ait 6 farklı çeşit kabak çekirdeği yağlarının polifenol miktarları en düşük 35,4 mgGA/ 100g, en yüksek ise 65,7 mgGA/ 100g olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada *C. pepo* türüne ait 6 farklı çeşit kabak çekirdeği yağlarının polifenol miktarları ise en düşük ve en yüksek olarak sırasıyla; 34,3 mgGA/ 100g ve 113 mgGA/ 100g olarak bulunmuştur. Tespit edilen fenolik bileşenler ise kafeik asit türevleri, p-hidroksibenzoik asit,

vanilik asit, p-kumarik asit, sinapik asit ve dihidroksi benzoik asit olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada *C. pepo* türüne ait 6 farklı çeşit kabak çekirdeği yağlarının DPPH radikal temizleme aktivitesi 0,66-1,34 µmol Troloks/g yağ aralığında; ABTS⁺ yöntemiyle antioksidan aktivitesi ise 1,27-2,00 µmol Troloks/g yağ aralığında bildirilmiştir. Bu çeşitlerden kabuklu çeşitler olan “Junona” ve “Miranda” için DPPH radikal temizleme aktivitesi sırasıyla 1,34-1,28 µmol Troloks/g yağ; ABTS⁺ yöntemiyle antioksidan aktivitesi ise 2,00-1,88 µmol Troloks/g yağ olarak bulunmuştur (Nawirska-Olszanska vd., 2013).

Kulaitiené vd. (2018), bir çalışmada *Cucurbita pepo* L. çeşidine ait kabuksuz “Golosemianaja”, “Herakles”, “Miranda” kabak çekirdeği kültürlerinden soğuk presle elde edilen yağlarının sırasıyla toplam fenolik madde miktarını 52,6 µg/g; 37,0 µg/g; 60,6 µg/g; antioksidan aktivitelerini (DPPH) ise 2,49 µmol/g; 1,64 µmol/g; 3,28 µmol/g olarak belirlemişlerdir.

Rezig vd. (2019), soğuk pres kabak çekirdeği yağının %50 DPPH radikalini süpüren örnek miktarını ifade eden IC₅₀ değerini 64,71 µg/g olarak tespit etmişlerdir.

2.4.4. Kabak çekirdeği yağlarının antimikrobiyal ve antifungal etkileri

Badr vd. (2011), kabak çekirdeği yağlarının *S. cerevesiae*' a karşı yüksek antimikrobiyal etki gösterdiğini buna karşılık; *B. subtilis* ve *B. cereus*' a karşı antimikrobiyal etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Kırbaşlar vd. (2012)' nin yapmış olduğu çalışmada fındık, yerfıstığı, antepfıstığı, badem, ceviz, kestane, kabak çekirdeği ve ayçekirdeği tohumlarının antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Kabak çekirdeklerinin *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Kluyveromyces fragilis* mikroorganizmalarına karşı diğer çeşitlerden daha yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir.

Geçgel vd. (2015), farklı çeşitlerde soğuk pres yağların (argan, nar çekirdeği, aspir, üzüm çekirdeği, ceviz, hurma çekirdeği, keten tohumu ve altın çilek) antimikrobiyal özelliklerini inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Üzüm çekirdeği yağı dışında behsedilen diğer soğuk pres yağların *S. enteridis*, *E.coli* (ATCC25922), *S. aureus* ve *E.coli* (0157H7) bakterilerine antimikrobiyal etki gösterdiği; üzüm çekirdeği yağının ise *E.coli* (ATCC25922) ve *S. aureus*' a karşı antimikrobiyal etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Analizde kullanılan yağ miktarının arttırılmasıyla, antimikrobiyal ve antifungal etkinin de arttığı bulunmuştur. Nar

çekirdeği yağı dışında bahsedilen soğuk pres yağ çeşitlerinin hiçbiri 10µl konsantrasyonda *L. monocytogenes* (ATCC 7644)' e karşı antimikrobiyal etki göstermemiş ancak yağ konsantrasyonu arttıkça antimikrobiyal etkinin arttığı bulunmuştur. Bahsedilen tüm soğuk pres yağ çeşitlerinin çalışılan tüm konsantrasyonlarında *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 ve *Aspergillus parasiticus* NRRL 465 patojenik küflere karşı antifungal etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Soğuk pres yağların *A. parasiticus* NRRL 2999' e karşı antifungal etkileri *A. parasiticus* NRRL 465' e karşı etkilerinden daha yüksek bulunmuştur.

Bardaa vd. (2016), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının Gram(+) ve Gram(-) bakterilere karşı etkili olduğu, kabak çekirdeği yağlarının özellikle inhibisyon zonu 12 mm ölçülen *Bacillus subtilis*' ten gelen bozulmaları engelleyebileceğini bildirmişlerdir.

Ghaffar vd. (2018), kabak çekirdeği yağlarının antimikrobiyal aktivitesini *Escherichia coli* > *Bacillus subtilis* > *Xanthomonas campestris* > *Proteus mirabilis* olarak bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarının antifungal aktiviteleri ise *Rhizopus stolonifer* > *Trichoderma herzianum* > *Pythium ultimum* > *Paecilomyces lilacinus* olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada kabak çekirdeği yağlarının iyi bir antifungal aktivite potansiyeli olduğu belirtilmiştir.

2.4.5. Kabak çekirdeği yağlarının oksidatif stabilitesi

Tsaknis vd. (1997), kabak çekirdeği yağlarının asitliğini oleik asit cinsinden %0,97; peroksit sayısını 9,20 meqO₂/kg; indüksiyon zamanını 5,55 saat; K232 değerini 6,32 ve K270 değerini ise 3,93 olarak bildirmişlerdir.

Parry vd. (2006), kavrulduktan sonra soğuk presle elde edilen kabak çekirdeği yağlarının 80 °C' de 7 L/s hava akışı koşullarında indüksiyon zamanını 61,7±2,1 saat olarak bildirmişlerdir.

Andjelkovic vd. (2010), 6 farklı kabak çekirdeği yağının indüksiyon zamanını (120°C) 3,53-5,43 saat olarak bildirmişlerdir.

Vujasinovic vd. (2010), *C.pepo* çeşidine ait kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerini belirli oranlarda karıştırmış; iki kademeli presleme işlemini; pres çıkışı yağ sıcaklığı 42-46 °C olacak şekilde gerçekleştirmiş ve oda sıcaklığında yağları filtre etmişlerdir. Elde edilen 3 farklı kabak çekirdeği yağının peroksit sayıları sırasıyla; 1,94; 2,99; 1,58 mmol/kg (3,88; 5,98; 3,16 meqO₂/kg) olarak; 24 ay depolama sonundaki peroksit sayıları sırasıyla; 4,64; 5,38;

3,84 mmol/kg (9,28; 10,76; 6,32 meqO₂/kg) olarak tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği yağlarının asit sayıları sırasıyla; 1,13; 1,15; 0,85 mgKOH/g; 24 ay depolama sonundaki asit sayıları ise 3,64; 3,38; 3,05 mgKOH/g olarak bildirilmiştir. Soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının p-anisidin değerleri sırasıyla; 3,15; 3,46; 0,99 olarak; depolama sonundaki TOTOX değeri hesaplanmış ve sırasıyla 13,13; 14,31; 9,37 olarak bulunmuştur. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon zamanları (100 °C'de) ise sırasıyla 17,1; 17,0; 18,2 saat olarak bildirilmiştir. Bahsedilen kabak çekirdeği yağları 24 aya kadar depolanmış ve indüksiyon zamanlarındaki değişim 1. numune için %40; 2. numune için %30; 3. numune için ise %25 olarak açıklanmıştır.

Nederal vd. (2012), kabuklu (*C. pepo* L.) ve kabuksuz (var. *styriaca*) kabak çekirdeklerinin kavrulmuş ve kavrulmadan elde edilen soğuk pres yağlarının indüksiyon zamanlarını (100 °C' de) incelemişlerdir. Kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerinden elde edilen soğuk pres yağların; kavurma işlemi uygulananlarında başlangıç peroksit sayılarının yüksek olmasına rağmen, indüksiyon zamanlarının (kabuksuz çeşit için 30,3 saat, kabuklu çeşit için 23,8 saat) diğer yöntemlerden daha yüksek değerler aldığını bildirmişlerdir. Kavrulmadan soğuk preslenen kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların indüksiyon zamanları kabuksuz çeşit için 24,1 saat, kabuklu çeşit için 19,0 saat olarak verilmiştir. Kabuksuz çeşitlerden elde edilen yağların oksidatif stabilitelerinin kabuklu çeşitlerden daha iyi olduğu bildirilmiştir. Genel olarak yağların oksidatif stabilitelerinin; yağ asidi bileşenlerine, triaçil gliserollerine ve antioksidan özellik gösteren minör bileşenlerine bağlı olduğu bilinmektedir. İndüksiyon zamanının, yağlardaki C18:1 oranı ile pozitif korelasyon gösterdiğini ($r=0,797$), C18:2 ($r= -0,810$) ve C18:3 ($r= -0,677$) ile negatif korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir. Kabuksuz çeşitlerin daha yüksek indüksiyon zamanına sahip olmasını kabuklu çeşitlere göre C18:1 oranlarının yüksek, C18:2 oranlarının ise düşük olmasına bağlamışlardır. Toplam tokoferol ve γ - ile δ - tokoferol miktarlarının oksidatif stabiliteye negatif korelasyonları olduğu ($r= -0,898$, $-0,863$ ve $-0,888$) bildirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının ise oksidatif stabilite ile korelasyonu tanımlanamamıştır.

Nederal vd. (2014), çalışmalarında 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 yılında ettikleri kabak çekirdeklerinden (*Cucurbita pepo* L. subsp. *pepo* var. *styriaca* Greb.) kavrulmuş ve kavrulmadan soğuk presleme ile kabak çekirdeği yağı elde etmişlerdir. Bu yağ örneklerinin serbest yağ asitliğini ve peroksit değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre 2011 yılında kavrulmuş tohumdan elde edilen yağ örneği (%2,1 oleik asit) dışında tüm

numuneler için serbest yağ asitliği değerlerinin Kodeks Alimenterus standartlarında geçen limit değere (%2 oleik asit) uygun olduğu belirtilmiştir. Serbest yağ asitliği değerlerine ekim yıllarındaki iklim özelliklerinin etkisinin olduğu bildirilmiştir. Bu etki 2011 yılındaki toplam yağış miktarının (490,87 mm), 2012 (213,61 mm) ve 2013 (289,54 mm) yıllarındaki toplam yağış miktarına göre yüksek oluşunun, tohumlarda nem miktarını da yükselttiği bu sebeple hidrolizin artarak diğer yıllara göre 2011 yılında elde edilen serbest yağ asitliği değerlerinin yükseldiğini açıklamışlardır. Ekim dönemlerinin farklılığının tüm örneklere ait yağların peroksit sayısını da etkilediğini belirtmişlerdir.

Sielicka vd. (2014), çalışmalarında soğuk pres kabak çekirdeği yağının peroksit sayısını 8,86 meq O₂/kg yağ olarak bildirmişlerdir.

Prescha vd. (2014), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının 12 ay boyunca depolanması sırasında yağların asit sayısı, peroksit sayısı ve p-anisidin değerlerindeki değişimleri incelemiştir. Kabak çekirdeği yağlarının 0,26 mg KOH/g olan asit sayısı değeri, 3. ayda 0,21 mg KOH/g; 6. ayda 0,24 mg KOH/g; 12. ayda ise 0,69 mg KOH/g değerine yükselmiş ve asit sayısı 12. ayda %164 artmıştır. Kabak çekirdeği yağlarının 6,04 meqO₂/kg olan peroksit sayısı değeri, 3. ayda 6,97 meqO₂/kg; 6. ayda 7,24 meqO₂/kg; 12. ayda ise 7,39 meqO₂/kg değerine yükselmiş ve peroksit sayısı 12. ayda %22 artmıştır. Kabak çekirdeği yağlarının 4,83 olan p-anisidin değeri, 3. ayda 5,44; 6. ayda 6,15; 12. ayda ise 6,41 değerine yükselmiş ve p-anisidin değerinin 12. ayda %33 arttığı bildirilmiştir.

Kachel-Jakubowska vd. (2015), bir çalışmada 2014 yılında Polonya’da hasat edilen “Junona”, “Miranda” ve “Olga” çeşitlerine ait kabak çekirdeklerinden 60-70 °C presleme ile elde edilen yağlarının oksidatif stabilitelelerini incelemişler ve sırasıyla asit sayılarını 1,53; 2,44; 2,03 mg KOH/g, peroksit sayıları 1,37; 1,17; 1,23 mmolO₂/kg, indüksiyon zamanlarını ise 0,26; 4,16; 4,75 saat olarak tespit etmişlerdir.

Kabak çekirdeklerine ön işlem uygulanmadan soğuk presle elde edilmiş yağlarının ve kavrulduktan sonra preslenerek elde edilmiş yağlarının bazı özellikleri incelenmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının serbest yağ asitliği 0,90 mg KOH/g yağ ve 0,6 mg KOH/g yağ; peroksit sayıları ise 3,0 mg O₂/kg yağ, 2,5 mg O₂/kg yağ olarak bulunmuştur. Beş farklı kavrulmuş kabak çekirdeği yağlarının serbest yağ asitliği 0,65-0,90 mg KOH/g yağ aralığında; peroksit sayıları ise 2,5-5,6 mg O₂/kg yağ olarak tespit edilmiştir (Broznić, Jurešić ve Milin, 2016).

Bardaa vd. (2016), soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının oleik asit cinsinden serbest yağ asitliğini 1,4; peroksit değerini 8,66 meqO₂/kg; indüksiyon zamanını 3,04 saat olarak tespit etmişlerdir.

Naziri vd. (2016), soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının peroksit sayılarını 6,0-9,0 meq O₂/kg aralığında, 120 °C' de indüksiyon zamanlarını ise 4,4-5,0 saat aralığında olduğunu belirlemişlerdir.

Konopka vd. (2016), *C. pepo* çeşidine ait Herakles adı ile bilinen kabuksuz kabak çekirdeklerinin soğuk pres yağlarının asit sayısını 1,4 mg KOH/g; peroksit sayısını 1,2 meqO₂/kg, indüksiyon zamanını ise 9,4 saat olarak açıklamışlardır.

Santoz vd. (2016), kabak çekirdeklerinden ultrason destekli ekstraksiyon ile elde ettikleri yağların yağ asit bileşimlerini ve oksidasyon parametrelerini incelemişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarının serbest yağ asitliğini oleik asit cinsinden %2,75-4,93; peroksit sayısını 1,67-4,68 meq O₂/kg; p-anisidin değerini 1,94-3,69 ve toplam oksidasyon değerini ise 6,25-12,55 aralığında tespit etmişlerdir.

Raczyk vd. (2017), bir çalışmada *C. pepo* var. oleifera kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların oksidatif stabilitelerini incelemişlerdir. Bu amaçla kavrulmamış kabak çekirdeklerinin soğuk pres ile elde edilen yağları 3 ay boyunca oda sıcaklığında koyu renkli şişelerde depolanmış ve değişimleri incelenmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının başlangıçta 1,7 mg KOH/g olan asit sayısı ve 5,6 meqO₂/kg olan peroksit sayısı, depolama sonunda 2,5 mg KOH/g asit sayısına ve 12,2 meqO₂/kg peroksit sayısına yükselmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon periyodu 120 °C' de 4,62 saat olarak bildirilmiştir.

Aktaş vd. (2018a), Türkiye' de *C. pepo* çeşidine ait "Nevşehir çerçevesi" ve "Ürgüp sivrisi" olarak bilinen kabak çekirdeklerinden presleme ile elde edilen yağlarının oksidasyon parametrelerini incelemişlerdir. Nevşehir çerçevesi ve Ürgüp sivrisinin güneşte kurutulmuş ve presleme öncesi kavrulmamış çekirdeklerinden elde edilen yağlarının peroksit sayıları sırasıyla 0,17 ve 0,11 meq O₂/kg yağ; p-anisidin değerleri 0,68 ve 0,98 bulunmuş buna yakın bir değerde (0,16 meq O₂/kg yağ, p-anisidin değeri 0,56) Ürgüp sivrisinin bir gece boyunca tuzlu suda bekletildikten sonra kavrulmuş tohumlarının yağlarında tespit edilmiştir. Kuru tuzlama yapıp kavrulmuş ve tuzlama yapılmadan kavrulmuş kabak çekirdeklerinde peroksit sayıları 9,10-12,89 meq O₂/kg yağ; p-anisidin değerleri ise 4,21-10,45 olarak bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Konya'da yetiştirilen *C. pepo* eşidine ait ‘‘Nevşehir erevelisi’’ ve ‘‘Ürgüp sivrisi’’ olarak bilinen kabak çekirdeklerinden presleme ile elde edilen yağlarının indüksiyon zamanı incelenmiştir. Güneşte kurutulmuş ve kavrulmamış kabak çekirdeklerinin 110°C' de indüksiyon zamanları 511,70 ve 485,44 dak olarak tespit edilmiştir (Aktaş, Uzlaşır, Tungil, 2018b).

Potonik vd. (2018), yaptıkları çalışmada Gleisdorf kabak çekirdeğinden ekstrakte edilen yağların asit sayısını 2,49 mg KOH/g ve peroksit sayısını 0,11 mmol/kg olarak tespit etmişlerdir. Rustikal kabak çekirdeği yağlarının ise asit sayısını 2,19 mg KOH/g ve peroksit sayısını 0,19 mmol/kg olarak bildirmişlerdir.

Rezig vd. (2019), soğuk pres kabak çekirdeği yağının asit sayısını 8,95±0,84 mg KOH/g yağ; peroksit sayısını 9,56±0,97 meqO₂/kg yağ, indüksiyon zamanını ise 3,74±0,32 saat olarak bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında, Tarım ve Orman Bakanlığı Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (Edirne) 2013 yılında hibritleştirdiği VD1sn8, VD1sn6 genotipi ile Palancı genotipine ait bir çeşit ve bir de Nusem (ticari hibrit tohum) olmak üzere *Cucurbita pepo* türüne ait 4 farklı iri çekirdekli kabak çeşitlerinin tohumları kullanılmıştır (Şekil 3.1). Çeşitlere ait bazı özellikler Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Çalışmada kullanılan kabak çekirdeği çeşitleri ve bazı özellikleri

| Çeşit | 1000 Tane Ağırlığı (g) | Kabak büyüklüğü | Tohum boy- en indeksi (mm) | Bitki botanik özelliği |
|---------|------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|
| Palancı | 66 | Orta | 21 x 11 | Yarı sürünücü bitki tipi |
| VD1sn8 | 57 | Uzun | 24 x 11 | Çalimsı bitki tipi |
| VD1sn6 | 62 | Uzun | 22 x 11,4 | Çalimsı bitki tipi |
| Nusem | 52 | Uzun | 21,5 x 9,8 | Çalimsı bitki tipi |

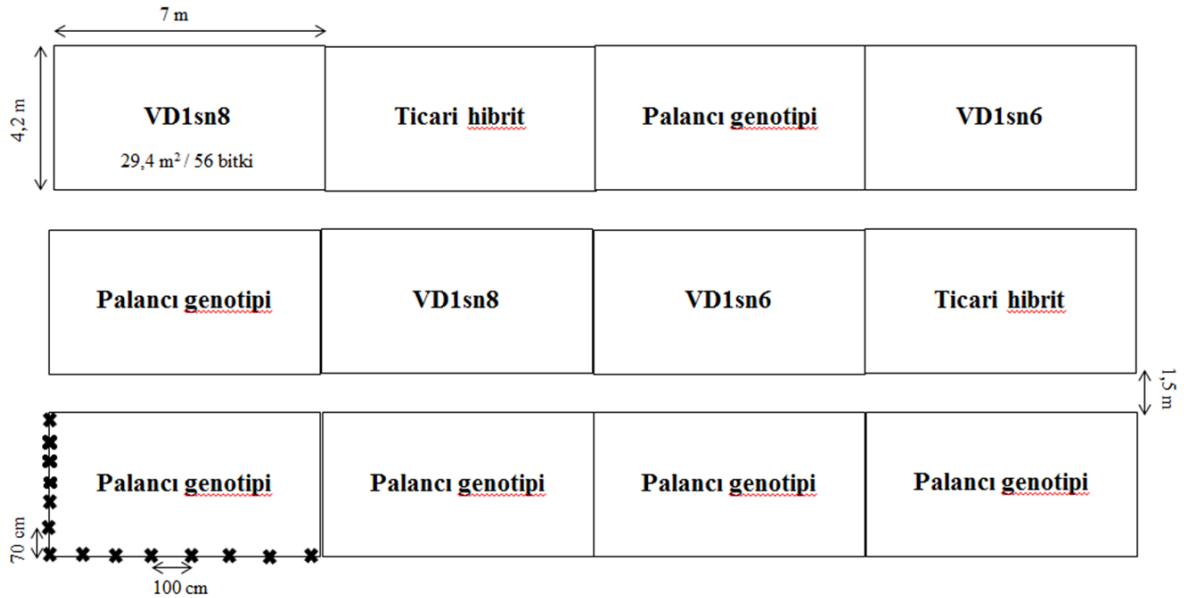


Şekil 3. 1. Çekirdeklik kabak çeşitlerinin tohumları

3.2. Metot

3.2.1. Tarla Denemeleri

Bu çalışma ilk yıl denemesi, 17.04.2014 tarihinde ikinci yıl denemesi ise 17.04.2015 tarihinde Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (Edirne) uygulama arazisinde (41°38'48.0"N 26°35'48.5"E) 3 Tekerrürlü Tesadüf Blokları Deneme Deseni ile kurulmuştur. Parselde sıra arası (SA) mesafe 70 cm, sıra üzeri (SÜ) mesafe 100 cm olacak şekilde 56 bitki yetiştirilmiştir. Parsel alanı 29,4 m² olup, deneme alanı 12 parselden oluşmuştur ve toplam parsel alanı 352,8 m²' dir. Deneme 436,8 m²' lik alan üzerine kurulmuştur. Şekil 3.2' de deneme alanının tesadüf parselleri deneme deseni görülmektedir. Ekim öncesi etkili maddesi Trifluarin olan ilaç pülverizatör ile 200cc/da oranında atılarak yabancı ot ilaçlaması yapılmıştır. Kabak denemeleri ocak usulü elle ekimi yapılmış, çıkış garantisi sağlamak için, her bir ocağa 2-3 tohum atılmıştır (Şekil 3.3). Çeşit başına parselde 56 bitkiden toplam 168 bitki bulunmaktadır. Daha sonra çıkan ve yabancı ot ilacının kontrol edemediği otlar için de, bitkiler 4-6 yaprak olduğunda sıra üzeri elle çapalanarak yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Aynı zamanda tohumlara Mildiyö ve Tel kurdu ilaçlaması yapılmış ve dekara 25 kg 20.20.0 kompozit gübresi atılmıştır.



Şekil 3. 2. Deneme alanının tesadüf parselleri deneme deseni

Şekil 3.3' te deneme alanında yapılmış olan toprak hazırlığı ve tohum ekimi görüntüleri verilmiştir. Şekil 3.4' te çiçeklenme sonrası deneme alanı genel görünümü verilmiştir.



Şekil 3. 3. Toprak hazırlığı ve tohum ekiminden görüntüler



Şekil 3. 4. Deneme alanı genel görünüm (Tarih 18.06.2014)

Araştırmanın yapıldığı Edirne (Merkez)'de kabak çekirdeği yetiştirme aylarına ait iklim verileri Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3. 2. Edirne (Merkez)'nin kabak yetiştirme aylarına ait iklim verileri*

| Aylar | Sıcaklık (°C) | | | Nisbi nem (%) | Toplam yağış (mm) | Yağışlı gün sayısı |
|---|---------------|------|------|---------------|-------------------|--------------------|
| | Min. | Max. | Ort. | | | |
| Uzun yıllar ortalaması (2003-2013) | | | | | | |
| Nisan | 0,9 | 27,5 | 13,2 | 67,4 | 33,6 | 9 |
| Mayıs | 6,5 | 32,4 | 18,8 | 65,7 | 51,7 | 9 |
| Haziran | 11,0 | 36,5 | 23,1 | 63,0 | 45,0 | 8 |
| Temmuz | 14,3 | 38,0 | 25,5 | 57,9 | 44,4 | 6 |
| Ağustos | 14,3 | 38,5 | 25,9 | 55,6 | 16,6 | 3 |
| 2014 yılı | | | | | | |
| Nisan | 3,6 | 25 | 13,9 | 76,0 | 48,7 | 14 |
| Mayıs | 4,8 | 31,1 | 18,3 | 71,6 | 89,0 | 16 |
| Haziran | 10,9 | 33,6 | 22,0 | 69,4 | 88,5 | 14 |
| Temmuz | 14,3 | 34,6 | 24,9 | 65,2 | 97,8 | 5 |
| Ağustos | 13,6 | 36,5 | 25,6 | 62,9 | 12,7 | 4 |
| 2015 yılı | | | | | | |
| Nisan | 0,7 | 25,4 | 12,6 | 64,5 | 37,2 | 10 |
| Mayıs | 9,8 | 32,8 | 20,9 | 59,4 | 22,0 | 5 |
| Haziran | 12,5 | 36,0 | 22,1 | 62,6 | 78,2 | 11 |
| Temmuz | 14,8 | 40,2 | 26,4 | 54,5 | 6,8 | 2 |
| Ağustos | 13,4 | 38,4 | 26,4 | 54,5 | 33,8 | 3 |

* Edirne Meteoroloji istasyonu verileri

3.2.2. Farklı Hasat Dönemlerinde Kabak Çekirdeklerinin Elde Edilmesi

Tohum oluşumunun başlamasından, son hasat dönemine kadar olan süreçte üç farklı dönemde; ekimi gerçekleştirilen dört farklı kabak çekirdeği çeşidine ait tohumların % yağ ve nem oranı, yağ asidi bileşimi, tokoferol ve sterol miktarlarındaki değişimlerin analiz edilmesi için numune alımları yapılmıştır. Çizelge 3.3’ te 2014-2015 yılı çiçeklenmenin başlaması ve numune alım dönemlerine ait tarihler verilmiştir. Numune alımları dört farklı çeşitten rasgele seçilen kabakların elle koparılması ve çekirdeklerin elle ayrılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 3. Kabak çekirdeği numune alım dönemleri

| Hasat adı | Yıl | Tarih | Açıklama |
|------------|------|--------------------|---|
| Çiçeklenme | 2014 | 15-16 Haziran 2014 | Çiçeklenmenin başlaması |
| | 2015 | 17-18 Haziran 2015 | |
| 1. hasat | 2014 | 07 Temmuz 2014 | Çiçeklenmeden sonra 21. gün (Kabaklarda tohum teşekkülünün oluşmaya başlaması) |
| | 2015 | 09 Temmuz 2015 | |
| 2. hasat | 2014 | 21 Temmuz 2014 | Çiçeklenmeden sonra 35. gün (Kabaklarda iri tohum çekirdeklerinin oluşması) |
| | 2015 | 24 Temmuz 2015 | |
| 3. hasat | 2014 | 19 Ağustos 2014 | Çiçeklenmeden sonra 65. gün (Tam olum zamanı) |
| | 2015 | 25 Ağustos 2015 | |

Son hasat gerçekleştirildikten sonra kabaklar çeşitler ve tekerrürlerine göre sınıflandırılmış ve çuvallanmış. Çuvallanan kabaklar bir gün boyunca tarlada bekletilmiştir. 2014 yılında son hasat dönemindeki kabak çekirdekleri makinayla ayıklanmıştır. 2015 yılındaki verim düşüklüğü nedeniyle son hasat döneminde kabak çekirdekleri elle ayıklanmıştır. Çekirdekler güneşte zaman zaman karıştırılarak, kontrollü bir şekilde %6,5-7,0 nem değerine kadar kurutulmuştur. Farklı hasat dönemlerindeki kabak çekirdeği görüntüleri Şekil 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8’ de verilmiştir.



a. 1. hasat



b. 2. hasat



c. 3. hasat

Şekil 3. 5. Palancı genotipine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri



a. 1. hasat



b. 2. hasat



c. 3. hasat

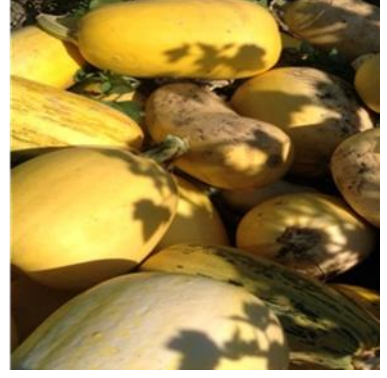
Şekil 3. 6. VD1sn8 genotipine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri



a. 1. hasat



b. 2. hasat



c. 3. hasat

Şekil 3. 7. VD1sn6 genotipine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri



a. 1. hasat



b. 2. hasat



c. 3. hasat

Şekil 3. 8. Nusem çeşidine ait kabak çekirdeklerinin hasat zamanlarındaki görselleri

3.2.3. Kabak Çekirdeği Yağlarının Eldesi

2014 ve 2015 yıllarında ekimi yapılan kabak çekirdeği çeşitlerinin 3 farklı hasat dönemlerinde alınan numunelerinden sokslet ekstraksiyon yöntemi ile yağ elde edilmiştir. Ekstraksiyonda çözücü olarak n-hekzan kullanılmıştır. Kabak çekirdekleri kabukları ile öğütölmüş 15-20 g tartılmış ve kartuşlara konularak sokslet aparatına yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon süresi tartılan numune miktarına göre değişkenlik göstermekle birlikte 65-70 °C’ de 6-8 saat aralığında sürmüş, kartuşun bulunduğu haznede yağ kalmayınca kadar devam edilmiştir.

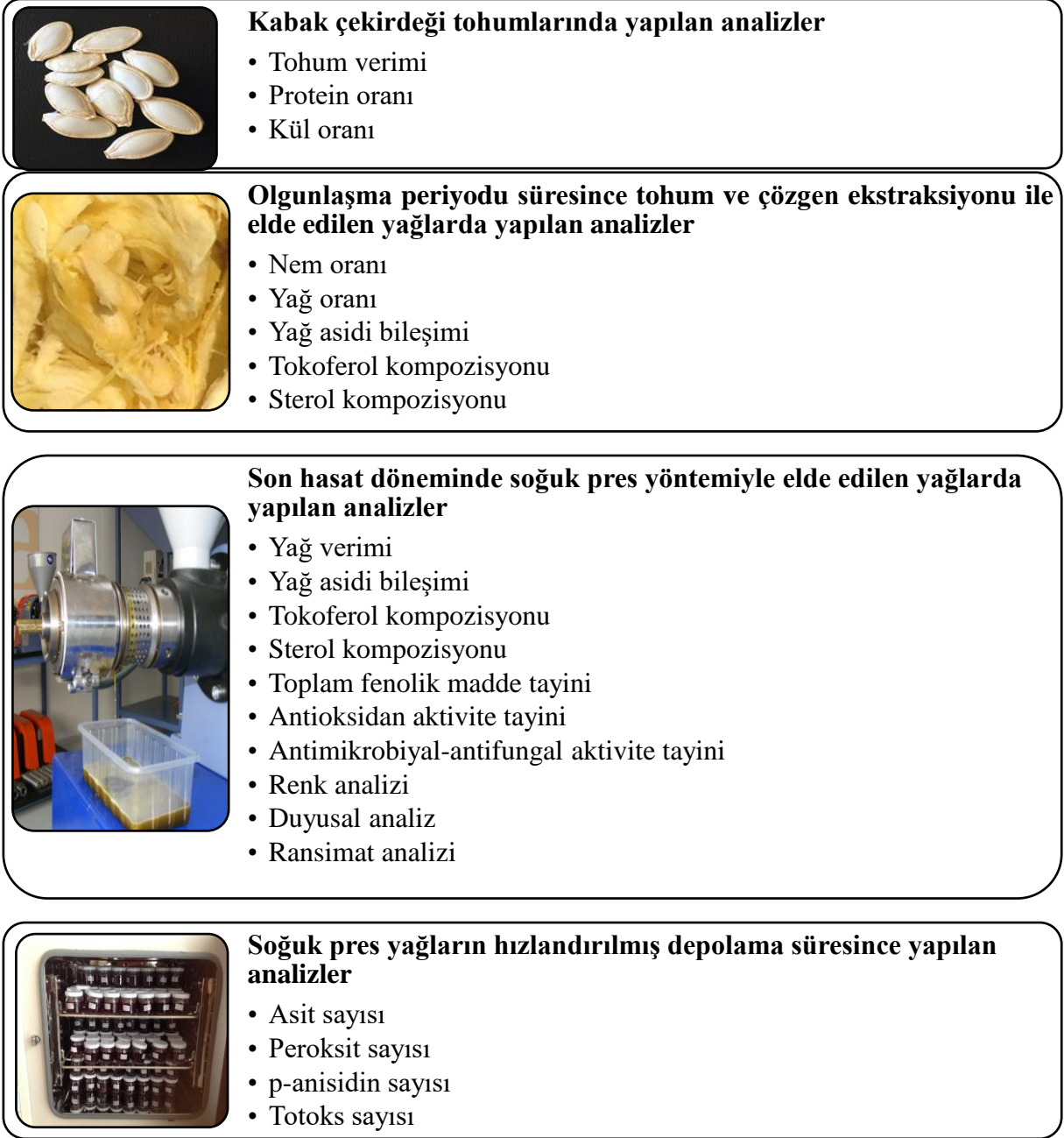
2014 ve 2015 yılında ekimi yapılan kabak çekirdeği çeşitlerinin son hasatta elde edilen tohumlarından soğuk pres yöntemiyle yağ elde edilmiştir. Bu işlemden Şekil 3.9’ da görölen soğuk pres makinası (Model Ekotok-1, Tokul Tarım Makinaları, İzmir, Türkiye) kullanılmıştır. İşlem parametreleri olarak 15 mm çaplı çıkış ucu, 30,5 rpm vida dönüş hızı ve 40 °C sabit çıkış sıcaklığı uygulanmıştır. Elde edilen yağlar tortunun çökmesi için 4 saat bekletilmiş sonrasında yağ süzölmüş ve kahverengi şişelere konularak etiketlenmesi yapılmıştır.



Şekil 3. 9. Kabak çekirdeklerinden soğuk presle yağ eldesi

3.2.4. Kabak Çekirdekleri ve Yağlarına Yapılan Analizler

Çalışmamızı oluşturan; kabak çekirdeklerinde, olgunlaşma periyodu boyunca elde edilen yağlarında, soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarda ve bu yağların hızlandırılmış depolama süresince yapılan analizler Şekil 3.10 ' da gösterilmiştir.



Şekil 3. 10. Çalışmada yapılan analizler

3.2.5. Kabak Çekirdeği Tohumunda Yapılan Analizler

3.2.5.1. Tohum verimi (kg/da)

Son hasat parsellerinden elde edilen kabak çekirdekleri ayrı ayrı tartılarak parseldeki tohum verimleri eşitlik 3.1 yardımıyla hesaplanmış, tekerrür ortalamaları alınarak ortalama yoluyla dekara kg cinsinden tohum verimleri bulunmuştur.

$$\text{Verim (kg/da)} = \frac{\text{tohum miktarı (kg)}}{\text{parsel alanı (da)}} \quad (3.1)$$

3.2.5.2. Protein analizi

Tohumların protein analizi Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında (NABİLTEM) Gerhardt Kjeldaterm Application metoduna göre hizmet alımı olarak yaptırılmıştır. Protein analizinde kullanılmak üzere homojenize edilmiş örneklerden yaklaşık 1 g örnek, 0,1 mg'a duyarlı hassas terazide tartılarak Kjeldahl cihazının tüplerine koyulmuştur. Bunun üzerine 2 adet Kjeldahl tablet ($K_2SO_4 + Cu_2SO_4$ karışımı) ve 12 ml H_2SO_4 eklenerek tüplerin içerisindeki örnek yeşil sarı saydam bir renk oluşturuncaya kadar $420\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta yaş yakma bloğunda yakılmıştır. Yakma işleminin ardından tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış, soğuma sağlandıktan sonra Gerhard Vapodest cihazında distilasyon yapılmıştır. Tüplere 50 ml distile su ve 50 ml %33'lük NaOH ilave edilmiştir. Destilat yakalama kısmına da, bir erlen içerisinde 35 ml N/7'lik H_2SO_4 ve 3 damla metil kırmızısı (0,1 g metil kırmızısı/100 ml alkol) eklenerek yerleştirilmiştir. Erende 100 ml sıvı toplanıncaya kadar destilasyona devam edilmiş, daha sonra erlendeki destilat N/7'lik NaOH ile titre edilerek örnekteki % ham azot miktarı eşitlik 3.2 yardımıyla hesaplanmıştır. % Azot değerleri 6,25 ile çarpılarak % protein değerleri elde edilmiştir (eşitlik 3.3).

$$\% \text{ Azot} = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 0,014}{m} \times 100 \quad (3.2)$$

V_1 ve V_2 : Şahit numune ve örnek için harcanan HCl' in hacmi (ml)

M: HCl'in tam normalitesi (N)

m: Deney numunesinin kütlesi (g)

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ azot} \times 6,25 \quad (3.3)$$

3.2.5.3. Kül analizi

Tohumların kül analizi Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında (NABİLTEM) hizmet alımı olarak TSE EN ISO 2171 (2010) metoduna göre yaptırılmıştır. Ham kül analizini gerçekleştirmek amacıyla kullanılan temiz inorganik maddelerinden arındırılmış porselen krozeler ilk önce kül fırınında (Prothern Furnaces) 550 °C sıcaklıkta 2 saat süreyle tutulmuş daha sonra desikatörde soğutulmuş 0,1 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krozeler içerisine daha önce homojenize edilmiş örnekten 3,5-5 g tartılıp, bu örnekler 550°C sıcaklıkta 4 saat tutularak renginin açık gri olduğu gözlenene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işleminin ardından desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır. Örneğe ait % ham kül sonuçları eşitlik 3.4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = \frac{\text{son kroze tartımı} - \text{ilk tartım}}{\text{örnek miktarı}} \times 100 \quad (3.4)$$

3.2.6. Olgunlaşma Periyodu Süresince Farklı Hasat Dönemlerinde Yapılan Analizler

3.2.6.1. Nem analizi

Nem analizi TSE EN ISO 712 (2009) metoduna göre yapılmıştır. Analiz için petri kutuları etüvde 105 °C sıcaklıkta 1 saat süreyle kurtulmuş ve desikatörde 30 dakika süreyle soğutulduktan sonra 0,1mg duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş örnekten darası alınan petrilere yaklaşık 4-5 g koyularak sabit bir ağırlığa ulaşana kadar (3 saat) kurutulmuştur. Bu işlemin ardından oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre yerleştirilmiş ve 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda örneğe ait nem miktarı eşitlik 3.5 yardımıyla hesaplanmıştır. %Kurumadde oranı hesaplanan nem oranınının 100'den çıkartılmasıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{Nem} = \frac{\text{ilk tartım} - \text{son tartım}}{\text{örnek miktarı}} * 100 \quad (3.5)$$

3.2.6.2. Ham yağ analizi

Kabak çekirdeği örneklerinin ham yağ tayini, soksalet ekstraktörü ile hekzan çözgeni kullanılarak, AOAC Ai 3-75 (2009) metoduna göre yapılmıştır. Buna göre, kabak çekirdeği örnekleri kabuklu şekilde öğütülüp, tartılarak darası alınmış kartuşların içerisine konulmuş ve son olarak soksalet ekstraktörünün içine yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemine 4 saat süre ile devam edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi bittikten sonra distilasyon ile hekzan yağdan uzaklaştırılmış ve örnekler etüvde 30 dk tutularak desikatörde soğumaları gerçekleştirilmiştir. Son olarak tartım işlemi yapılmış ve eşitlik 3.6' ya göre kurumadde üzerinden % yağ oranı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ(g/100 g KM)} = \frac{M2-M1}{m} * 100 \quad (3.6)$$

M1 = Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (g)

M2 =Balonda son tartımda bulunan toplam yağ miktarı (g)

m = Alınan örneğin kuru madde ağırlığı (g)' dir.

3.2.6.3. Yağ asidi bileşiminin belirlenmesi

Örnekler, AOCS (1993)' nin Ce 2-66 nolu metoduna göre BF3-metanol ile yağ asiti metil esterlerine dönüştürülmüştür. Yağ asiti metil esterleri kapiler gaz kromatografisi cihazına 0,5 µl enjekte edilerek yağ asidi bileşimlerini gösteren kromatogramlar elde edilmiştir. Bu amaçla kapiler gaz kromatografisi (Perkin-Elmer 8320B) cihazı ve alev iyonizasyon detektörü (FID) kullanılmıştır. Silika kapiler kolon (CP Sil 88, 50 m x 250 µm i.d., 0,20 µm film;Chrompack, Middelburg, Hollanda) sıcaklığı 177 °C, detektör sıcaklığı 250 °C, enjeksiyon bloğu sıcaklığı ise 250 °C'dir. Taşıyıcı gaz olarak akış hızı 1 ml/dk olan helyum kullanılmış, 250 ml/dk akış hızlı hava ve 35 ml/dk akış hızında hidrojen gazı kullanılmıştır. Elde edilen pikler göreceli çıkış zamanlarına göre tanımlanmış, pik alanları ise integratör vasıtasıyla her yağ asitinin bütünü içindeki oransal niceliği olarak hesaplanmıştır.

3.2.6.4. Tokoferol analizi

Tokoferol kompozisyonu analizi HPLC cihazı kullanılarak ISO 9936 (2006)' da belirtilen metoda göre TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'ne hizmet alım olarak yaptırılmıştır. Kullanılan bütün solventler HPLC saflıkta, diğer bütün malzemeler ise analitik saflıktadır. Analizde 250 x 4,6mm x 5 µm silika özellikli bir kolon ile etil asetat/asetik asit/hekzan (1:1:198 v/v/v) mobil fazı ve 25 µl enjeksiyon hacmi kullanılmıştır. Kromatografik okuma için akış oranı 1,5 ml/dk ya ayarlanarak sırasıyla 290-330 nm de eksitasyon ve emisyon dalga boylarında bir floresans dedektör kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisi standart α-tokoferol (SigmaAldrick; 0'dan 10 µg/ml; R²=0.999) kullanılarak oluşturulmuş ve tanımlama işlemi ise standart pikin çıkış zamanı ile karşılaştırılarak yapılmıştır.

3.2.6.5. Sterol analizi

Sterol analizi ISO 12228-1 (2014) metoduna göre TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi' ne hizmet alım olarak yaptırılmıştır. Numune, etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile geri soğutucu altında kaynatılarak sabunlaştırılır. Sabunlaşmayan madde, bir alüminyum oksit kolonunda katı-faz ekstraksiyonu ile izole edilir. Alüminyum oksit kolonu, yağ asidi anyonlarını korumak için kullanılır ve steroller kolondan geçer. Sabunlaşmayan maddeden, sterol fraksiyonu ince tabaka kromatografisi ile ayrılır. Sterol fraksiyonunun kalitatif ve kantitatif kompozisyonları, iç standart olarak betulin ya da kolestrol kullanılarak gaz kromatografisi ile belirlenir. Kullanılan bütün solventler GC saflıkta, diğer bütün reaktifler ise analitik saflıktadır. GC analizi ile ilgili bilgiler şunlardır; enjeksiyon miktarı 1 µl, GC SE-54 (50x 0,25x 0,10 mm) kolon, taşıyıcı gaz H₂ akış hızı 36cm/s, split 1:20, dedektör ve enjeksiyon sıcaklığı 320°C, kolon sıcaklık programı 245 °C'ten 265 °C' ye 5 °C/dak olacak şekilde yükseltilir ve 265°C'de 40 dak. bekletilir. Tanımlama işlemi metot ve iç standart baz alınarak yapılmıştır.

3.2.7. Soğuk Pres Yöntemi ile Elde Edilen Kabak Çekirdeği Yağlarında Yapılan Analizler

Soğuk presle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarında yukarıda açıklanan yağ asidi bileşimi, tokoferol analizi ve sterol analizi gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.1. Soğuk pres ham yağ verimi

Son hasat parsellerinden elde edilen kabak çekirdeklerinin soğuk presle çıkarılan yağları tartılmış, sıkılan çekirdek miktarına bölünerek verimleri hesaplanmıştır (Eşitlik 3.7).

$$\text{Soğuk pres yağ verimi (\%)} = \frac{\text{soğuk preste elde edilen yağ miktarı (g)}}{\text{prese giren tohum miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.7)$$

3.2.7.2. Toplam fenolik madde analizi

Kabak çekirdeği yağı örneklerini analize hazırlanmak amacıyla yağ, metanol (1:1) ile vortekste karıştırılmıştır, metanollü kısım ayrılmıştır. Kalan yağ tekrar metanolla (1:1) karıştırılmış ve metanollü kısım tekrar ayrılmıştır. Bu işlem toplamda 3 kez tekrarlanmıştır. Ayrılan metanollü ekstrakt analizde kullanılmıştır.

Kabak çekirdeği yağı ekstraktlarında toplam fenolik bileşik miktarı Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak Singleton ve Rossi (1965)'ye göre yapılmış, spektrofotometrede okumalar 765 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Değerler gallik asit cinsinden mg GAE/kg yağ, olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir. Toplam fenolik madde analizi her bir örnek için 3 kez tekrarlanmıştır.

Toplam fenolik madde tayini için, ekstraktan alınan 20 µl örnek spektrofotometre küvetine (mikro) konularak üzerine 1,58 ml distile su ve 100 µl Folin-Coicalteau ayırıcı çözeltisi (Sigma-Aldrich, St. Louis, ABD) ilave edilmiştir. 1-2 dk beklendikten sonra 300 µl doymuş Na₂CO₃ (Merck, Almanya) eklenmesini takiben küçük cam baget ile karıştırılan karışımın, oda sıcaklığındaki 2 s' lik beklemenin ardından spektrofotometrede (UV-Mini 1240, Shimadzu, Kyoto, Japonya) 765 nm dalga boyunda, ekstrakt yerine distile su kullanılarak hazırlanan şahite karşı absorbans değerleri okunmuştur (Waterhouse, 2005).

Gallik asidin farklı konsantrasyonlarından (mg/L) yapılan okumalar sonucu elde edilen absorbanslar grafiğe aktarılarak gallik asit standart eğrisi elde edilmiştir. Yapılan analiz sonunda okunan absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri (GAE) olan fenolik bileşik miktarı gallik asit standart eğrisi ($y=0,001x+0,017$) yardımıyla, mgGAE/kg olarak bulunmuştur. Yapılan tüm seyreltmeler dikkate alınarak ürünün fenolik bileşik toplamı hesaplanmıştır.

3.2.7.3. Antioksidan aktivite tayini

Toplam antioksidan yakalama kapasitesi tayini, DPPH serbest radikal yakalama kapasitesi ve ABTS+ radikal yakalama kapasitesi yöntemleriyle belirlenmiştir. Bu iki yöntemde de fenolik madde analizinde hazırlanışı anlatılan metanollü ekstraktlar kullanılmıştır.

DPPH serbest radikal yakalama kapasitesi analizi için, Garzón ve Wrolstad (2009)'ın bildirdiği yöntemden yararlanılmıştır. Farklı hacimlerde (50-100-150 µl) ekstrakt üzerine 0,1 mM DPPH (1,1-difenil 2-pikril hidrazil) (Sigma-Aldrich, St. Louis, ABD) metanolik çözeltisinden 1,9 ml eklenmiş ve karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında, karanlıkta 30 dk boyunca bekletildikten sonra absorbans değeri 517 nm dalga boyunda, spektrofotometrede (UV-Mini 1240, Shimadzu, Kyoto, Japonya) okunmuş ve kaydedilmiştir. Değişik hacimlere karşılık, Eşitlik 3.8 kullanılarak, elde edilen yüzde inhibisyon değerleri kullanılarak örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ilişkin eğrinin eğimi, daha önce standart Trolox solüsyonları (50–1000 µM) ile hazırlanan eğrinin eğimine oranlanarak, örneğin TEAC_{DPPH} (Trolox equivalent antioksidan capacity) değeri hesaplanmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

$$x = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (3.8)$$

x: % inhibisyon oranı

A₀: Kontrolün (ekstrakt yerine metanol) absorbansı

A₁: analizi yapılan ekstraktın absorbansı

ABTS+ radikal yakalama kapasitesi analizi için, Re vd. (1999) bildirdiği yöntemle dayanarak, potasyum persülfatla ($K_2S_2O_8$) (Sigma-Aldrich, St. Louis, ABD) kimyasal olarak okside edilerek hazırlanan koyu mavi renkli ABTS+(2,2-azino-bis-3-etilbenzo-tiyazolin-6-sülfonik asit) (Sigma-Aldrich, St. Louis, ABD) serbest radikali kullanılmıştır. Yöntem, örneklerin ABTS+ serbest radikalini nötralize ederek renksiz forma indirgeme oranının spektrofotometrik olarak belirlenerek hesaplanması ve sonuçların standart bir antioksidan olan troloks'un eşdeğeri olarak ifade edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu amaçla ABTS+ radikal katyon çözeltisi 7 mM ABTS+ ile 2,45 mM potasyum persülfat karıştırılıp 12-16 s karanlıkta tutulmuştur. Analize başlamadan önce radikal çözeltisinden 2 ml alınıp 600 ml'lik beher içerisinde PBS (tuzlu fosfat tamponu, phosphate buffered saline) ile 734 nm'de 0,7 absorbans değeri verecek şekilde seyreltilip spektrometrede absorbans değeri kaydedilmiştir.

Antioksidan kapasitesine göre ön denemeler yapıldıktan sonra 10 µl örnek ekstraktı üzerine 1 ml ABTS+ (0,700 absorbans değerine ayarlanmış) radikali eklenerek derhal kronometre çalıştırılmış ve 6 dk sonunda 734 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrede (UV-Mini 1240, Shimadzu, Kyoto, Japonya) okunarak kaydedilmiştir. Başlangıç değere göre yüzde azalma "inhibisyon oranı" Eşitlik 3.8 yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonra, örnek hacmi değiştirilip (5-20 µl) aynı işlemler uygulanarak ortalama yüzde inhibisyon değerleri örnek miktarlarına karşı bir grafiğe aktarılmış, örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ilişkin eğrinin eğimi, Troloks için hazırlanan standart eğrinin eğimine oranlanarak, örneğin TEAC_{ABTS} (Trolox equivalent antioksidan capacity) değeri hesaplanmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.4. Antimikrobiyal ve antifungal aktivite tayini

Kabak çekirdeği yağlarının test mikroorganizmaları üzerindeki engelleyici etkilerinin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, 37°C 24 saat inkübasyona bırakılan taze bakteri kültürleri kullanılmıştır. Bu yöntemde, 24 saatlik kültürler optik yoğunluğu 0,5 mcfarland değeri okunacak şekilde steril serum fizyolojik ile seyreltilmiştir. Test mikroorganizması için *Staphylococcus aureus* ssp *aureus* (ATCC 2592), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644), *Salmonella enterica* subsp. *Enterica* serovar *Enteritidis* (ATCC 13076), *Escherichia coli* (ATCC 25922) kullanılmıştır. Bu kültürlerden 0,1 ml alınarak, drigalski spatülü ile Nutrient Agar yüzeyine yayılmıştır. Besiyerinin inokulumu tamamen emmesi için yaklaşık 1 s beklendikten sonra, steril pipet ucu ile besiyeri üzerinde 5 mm çapınca bir delik (hendek) açılmış, iç kısımda kalan besiyeri parçası çıkarılmayarak petri

içerisinde bırakılmıştır. Sonrasında bu 5 mm çaplı besiyeri parçasının merkezine, daha önce hazırlanan yağ-metanol karışımlarından (1:1 oranında) 10 µl mikropipet yardımıyla boşaltılmıştır. Kontrol olarak steril boş disklere 10 µl metanol damlatılmıştır. Bütün uygulamalar aseptik koşullar altında yapılmıştır. Daha sonra petri ler 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda oluşan zon çapları ölçülmüştür (Özçelik, 1992).

Antifungal etkiyi belirlemek için test mikroorganizması olarak kullanılacak olan kültürler *Aspergillus parasiticus* NRRL 465 ve NRRL 2999, yatık PDA besin ortamına ekilip 7 gün boyunca 26,5°C sıcaklıkta inkübe edildikten sonra, 10 ml, %0,01 Tween 80 içeren serum fizyolojik ile tüp karıştırıcıda çalkalanarak besin ortamından steril bir cam tüpün içerisine alınmışlardır. Antifungal aktivitenin tespiti, Braga vd. (2007)’nin belirttiği agar çukuru difüzyon yönteminin kısmen modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre, 90 mm çaplı petri kaplarına 20 ml olarak aseptik koşullarda dökülüp hazırlanan PDA besiyerlerinin sertleşmesini ve oda sıcaklığına soğumasını takiben daha önceden hazırlanan küf süspansiyonlarından 0,1 ml mikropipet yardımı ile alınarak PDA besiyeri üzerine yüzeye yayma yoluyla ekim yapılmıştır. Besiyerinin inokulumu tamamen emmesi için yaklaşık 1 s beklendikten sonra, steril pipet ucu ile besiyeri üzerinde 5 mm çapınca bir delik (hendek) açılmış, iç kısımda kalan besiyeri parçası çıkarılmayarak petri içerisinde bırakılmıştır. Böylece besiyerinde 5 mm çapınca bir çember iz oluşturulmuştur. Sonrasında bu 5 mm çaplı besiyeri parçasının merkezine, daha önce hazırlanan yağ-metanol karışımlarından 10 µl mikropipet yardımıyla boşaltılmıştır. Boşaltılan tüm sıvı, öncelikle çember şeklindeki ize dolup sonrasında besiyeri üzerinde yayıldığı için dökülme noktası merkezli tam bir daire oluşturacak şekilde yayılım göstermiştir. Hem mikroorganizma süspansiyonu içeren hem de yağ-metanol karışımı içeren tüplerden alım yapılmadan önce tüpler, tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bütün uygulamalar aseptik koşullar altında yapılmıştır. Belirtilen şekilde hazırlanan tüm petri ler 26,5°C sıcaklıktaki inkübatörde 72 s inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda besiyeri yüzeyinde mikrobiyal gelişmenin olmadığı dairesel alanın çapı dijital kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Bu ölçüm direkt olarak inhibisyon zonu çapı olarak değerlendirilmiştir. Antifungal etkinin ölçülmesi için yapılan tüm analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.5. Renk analizi

Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının renk analizi, AOCS Cc 13j-97 (2009) metoduna göre Lovibond PFX 880/L cihazında 1 inch küvetle okuma yapılmıştır. Numunelerdeki bulanıklığı gidermek amacıyla renk analizinden önce 4000 rpm de 15 dak. santrifüj işlemi yapılmıştır.

3.2.7.6. Duyusal analiz

2014 yılına ait soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının duyusal analizlerinde “Lezzet Profil Analizi” yöntemi kullanılmıştır. Testler 6 adet eğitimli panelistle (3 erkek, 3 kadın; yaş aralığı 28-45) gerçekleştirilmiştir. Panel moderatörlüğünün liderliğinde kabak çekirdeği yağlarını tanımlayacak terimler oluşturulmuştur. Kabak çekirdeği yağlarını tanımlayıcı terimlerin şiddetini ölçmek için kullanılacak Çizelge 3.5’te görülen standart referans materyaller hazırlanmıştır (AOCS Cg 2-83, 2009; Bendini vd., 2011).

Çizelge 3. 4. Kabak çekirdeği yağı lezzet profil analizi için tanımlayıcı terimler ve referanslar

| Tanımlayıcı terim | Referans standart |
|--------------------------|---|
| Ham kabak çekirdeği | Ham kabak çekirdeği |
| Baharatımsı (Ferah/nane) | Taze nane |
| Odunsu | Talaş |
| Okside | 60 °C’de 5 gün ağzı açık bekletilmiş kabak çekirdeği yağı |
| Çimen | Taze koparılmış çimen |
| Geniz yanığı | Natürel sızma zeytinyağı |
| Papatya | Kuru papatya |
| Metalik | %0,2’lik 2-octenal |
| Mumsu | Erimiş parafin |
| Yağımsı | Margarin |
| Acı | %0,05’lik kafein çözeltisi |
| Tatlı | Bal kokusu |
| Samansı | Kuru saman |

Tadım testlerinin tekerrürleri; ilk gün sabah ve öğleden sonra, ertesi gün sabah olmak üzere 3 farklı zamanda, tüm panelistlerin aynı anda bulunduğu yuvarlak bir masa etrafında yapılmıştır. Her oturumda 3 rakamla kodlanmış 4 farklı kabak çekirdeği yağı duyuşal özelliklerinin daha iyi anlaşılması amacıyla ağzı kapalı küçük kavanozlarda yaklaşık 35 °C' ye ısıtılmıştır. Kavanozlar açıldığında ilk olarak koku değerlendirilmesi sonrasında tadım yapılmıştır. Panelistler 5 noktalı skala üzerinden (0: yok, 4: aşırı) tanımlayıcı terimler üzerinden değerlendirmelerini yapmışlardır. Örnek sunumu rastgele düzende gerçekleştirilmiştir. Panelistlerin duyularını dinlendirmeleri için su, elma ve ekmek verilmiştir (Çeliksaş, İşleten, Yüceer, Bedir and Sükan, 2009).

3.2.7.7. Ransimat analizi

Yağların oksidasyona karşı dirençleri doymuşluklarına, doğal ya da yapay antioksidan içermelerine, prooksidan maddeler içermelerine bağılı olarak değişir. Bu direnç kırılıncaya kadar oksidasyon yavaş seyrederken, kırıldıktan sonra hız kazanır. Hız kazanmadan önceki noktaya kadar geçen zaman indüksiyon periyodu olarak adlandırılır. AOCS metot Cd 12b-92' ye göre, indüksiyon periyodu; 2,5 g yağ örneği üzerinden Metrohm Rancimat 679 cihazında 110 °C' de 20 L/s hava geçirilerek iletkenlik eğrisindeki kırılma noktasından hesaplanmıştır.

3.2.8. Depolama Süresince Yapılan Analizler

Soğuk pres yöntemiyle elde edilen kabak çekirdeği yağlarının oksidasyona karşı direncinin incelenmesi için AOCS Cg 5-97 (2009) metodunda belirtilen hızlandırılmış etüv yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla 2014 yılında elde edilen soğuk pres yağlardan 20 ml' lik örnekler 40 ml'lik cam kapaklı kavanozlara konmuş ve hepsinde tepe boşluğu aynı olacak şekilde kapakları gevşek kapatılmıştır. Çalışmada tüm çeşitler için 0. günden 15. güne kadar her gün için iki paralelli ayrı numune hazırlanmıştır. Cam kavanozlar hava sirkülasyonu olan kurutma fırınında 60 °C' de 15 gün boyunca tutulmuş, her gün ilgili numune alındıktan sonra hızlıca kapak açılıp azot gazı verilerek sıkıca kapakları kapatılmış ve analiz süresine kadar -40 °C' de muhafaza edilmiştir.

Hızlandırılmış oksidasyon testine maruz kalan numunelerde % serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, p-anisidin sayısı analizleri 3 tekerrürlü yapılmış ve Totox değeri hesaplanmıştır.

3.2.8.1. Serbest yağ asitliği analizi

Serbest yağ asitliği analizi AOCS Ca 5a-40 (2009) metoduna göre uygulanmıştır. 2 g yağ örneği 0,01 g duyarlılıkta erlene tartılmış üzerine 50 ml etanol- dietil eter (1:1) eklenmiş ve çalkalanarak yağın çözülmesi sağlanmıştır. Üzerine 1-2 damla %1'lik fenolftaleyn indikatörü eklenmiş ve ayarlı 0,1 N KOH çözeltisiyle pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiş, harcanan KOH miktarı sarfiyat olarak kaydedilmiştir. Asit sayısı eşitlik 3.9' da verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Asit sayısı} = \frac{V}{m} \times 5,6 \text{ mg KOH/g yağ} \quad (3.9)$$

V: Harcanan NaOH hacmi (ml)

m: Deney numunesinin kütlesi (g)

3.2.8.2. Peroksit sayısı analizi

Peroksit sayısı analiz şartlarında potasyum iyodürü oksitleyen 1 kg yağdaki aktif oksijenin miliekivalan gram olarak ifadesidir. Deneyin prensibi asetik asit ve kloroform karışımı içinde çözülmüş numunenin içerisindeki iyodun, potasyum iyodür çözeltisi ile reaksiyonu sonucu açığa çıkması ve ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titrasyonu sonucunda miktarın belirlenmesidir.

Bu amaçla 2 g yağ örneği 0,01 g duyarlılıkta tartılmış üzerine 10 ml kloroform ve 15 ml glasiyel asetik asit eklenmiştir. 1 ml potasyum iyodür çözeltisi eklenerek 1 dk çalkalanmış ve ışıksız ortamda 5 dk bekletilmiştir. Yaklaşık 75 ml saf su ilave edilerek %0.5' lik 1 ml nişasta çözeltisi indikatör olarak damlatılmış ve açığa çıkan iyot ayarlı 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir (AOCS Cd 8-53, 2003). Numunelerin peroksit sayısı eşitlik 3.10' a göre hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit sayısı (miliekivalen O}_2\text{/kg)} = \frac{(V_1 - V_0) \cdot N \cdot 1000}{m} \quad (3.10)$$

V_0 : Şahit deney için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml)

V_1 : Numune için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml)

N : Sodyum tiyosülfat çözeltisinin tam normalitesi

m : Deney numunesinin kütlesi (g)

3.2.8.3. p-anisidin değeri analizi

AOCS Cd 18-90 (2009) metoduna göre yapılmıştır. Metotta açıklandığı üzere çözücü ve belirteç karışımının 100ml' sine konulan 1 g yağın 350 nm' de 1 cm lik küvette ile ölçülen optik yoğunluğunun 100 katı olarak tanımlanır. Bu metot hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlardaki aldehitlerin (prensipte olarak 2-alkenaller ve 2,4-dienaller) miktarını belirler. Asetik asit çözeltisi içinde yağdaki aldehit bileşikleriyle p-anisidin arasındaki reaksiyon sonucunda 350 nm de absorbansın ölçümüyle belirlenir.

0,5-4,0 g 0,001 duyarlılıkta yağ tartılmış 25 ml'lik balonjojeye alınmış, hacmi isooktan (2,2,4-trimetilpentan) (Sigma Aldrich- UV saflıkta) ile tamamlanmıştır. 350 nm' de çözeltinin absorbansı isooktan' a karşı okunmuştur (A_b). 10 ml' lik kapaklı test tüplerine 5 ml yağ örneği alınmıştır. Diğer test tüpüne 5 ml isooktan alınmıştır. İki tüpe de 1 ml p-anisidin çözeltisi (0,25g/100ml glasiyal asetik asit) ilave edilmiş ve çalkalanmıştır. Karanlıkta 10 dakika bekletildikten sonra 1. tüpün absorbansı (A_s) 2. tüpe karşı 350 nm'de okunmuştur. Numunelerin p-an değerleri eşitlik 3.11' e göre hesaplanmıştır.

$$p - an \text{ değeri} = \frac{25 \cdot (1,2A_s - A_b)}{m} \quad (3.11)$$

A_b = yağ çözeltisinin absorbansı

A_s = reaksiyondan sonra yağ çözeltisinin absorbansı

m = test örneğinin kütlesi (g)

3.2.8.4. Toplam oksidasyon değerinin hesaplanması

Toplam oksidasyon değeri (TOTOKS) yağın toplam oksidasyonu hakkında bilgi vermektedir. Wai, Saad ve Lim (2009) alışmalarında belirtildiği üzere TOTOKS değeri; eşitlik 3.12' ye göre hesaplanmıştır.

$$\text{Totoks değeri} = 2 \times \text{Peroksit sayısı} + p - \text{anisidin değeri} \quad (3.12)$$

3.2.9. İstatistiksel Analizler

Araştırmanın kabak çekirdeklerinin tarla denemeleri ve farklı hasat zamanlarında alınan numunelerinde yapılan analizlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla, istatistiksel analizlerin yapılmasında Minitab 16 (USA) paket programı kullanılmıştır. Verilere varyans analizi uygulanarak, farklılıklar %5 güven aralığında ($p < 0,05$) belirlenmeye çalışılmıştır. Varyasyon kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan's oklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır.

Soğuk presle elde edilen kabak çekirdeği yağlarında yapılan analiz sonucu elde edilen veriler JMP (5.0.1, USA) istatistik paket programı kullanılarak ikili ANOVA testine tabi tutulmuştur. İki farklı yıl ekilen dört farklı kabak çekirdeği çeşidinin üç farklı hasat zamanına göre değerlendirilmeleri $p < 0,05$ güven aralığında yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Kabak Çekirdeği Tohumunda Yapılan Analizler

4.1.1. Tohum Verimlerinin Karşılaştırılması

Son hasat döneminde hasat edilen kabak çeşitlerinin tohum verimleri Çizelge 4.1' de görülmektedir. 2014 ve 2015 yılında kurulan denemelerde tarladan hasat edilen çeşitler tekerrürlere göre sınıflandırılmış ve tartılmış, sonrasında istatistiki olarak analiz edilmiştir. Elde edilen verilere göre 2014 yılında ekimi yapılan çeşitler arasında istatistiki olarak önemli fark gözlenmezken ($p>0,05$), 2015 yılında çeşitler arasında önemli farklılık ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). Yıllara göre çeşitlerin karşılaştırılmasında da farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4. 1. Son hasat döneminde çeşitlere ait tohum verimleri

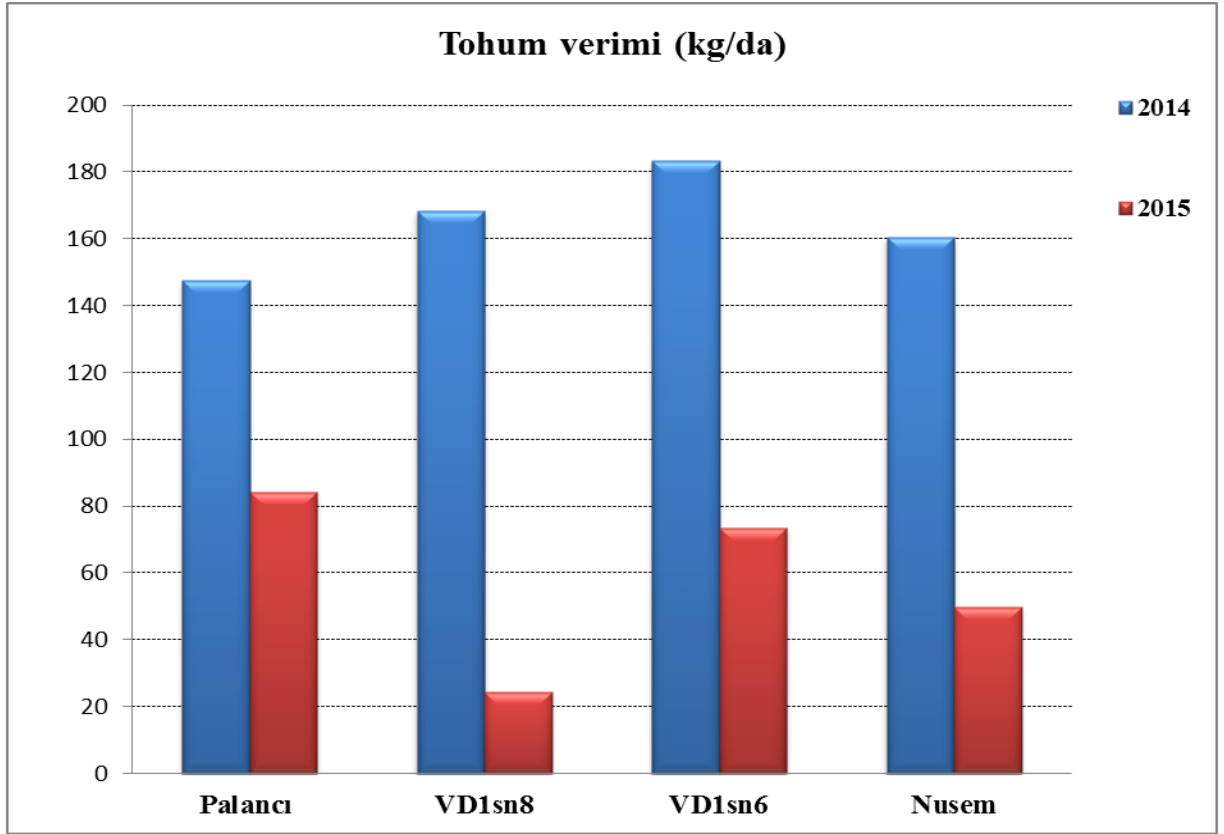
| Yıl | Çeşit | Tohum verimi (kg/da) |
|------|---------|----------------------------|
| 2014 | Palancı | 147,55 ±30,9 ^{Aa} |
| | VD1sn8 | 168,39±70,7 ^{Aa} |
| | VD1sn6 | 183,24±49,4 ^{Aa} |
| | Nusem | 160,61±45,2 ^{Aa} |
| 2015 | Palancı | 84,32±12,5 ^{Ab} |
| | VD1sn8 | 24,34±5,4 ^{Cb} |
| | VD1sn6 | 73,52±12,4 ^{ABb} |
| | Nusem | 49,89±12,4 ^{BCb} |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farkları, küçük harfler ise aynı çeşit için yıllar arasındaki farkları ifade etmektedir ($p<0,05$)

En yüksek tohum verimi 2014 yılında 183,24 kg/da ile VD1sn6 genotipinde elde edilirken; sırasıyla, VD1sn8 genotipii 168,39 kg/da, Nusem 160,61 kg/da, Palancı genotipi ise 147,55 kg/da olarak hesaplanmıştır. 2015 yılı hasat verimleri değerlendirildiğinde 84,32 kg/da ile en yüksek tohum verimi Palancı genotipinde elde edilmiştir. Sırasıyla 73,52 kg/da hasat verimi VD1sn6 genotipinde, 49,89 kg/da hasat verimi Nusem' de elde edilirken, en düşük verim 24,34 kg/da ile VD1sn8 genotipinde tespit edilmiştir. Bu değer iki yıl ve tüm çeşitler

için en düşük hasat verimi değeridir. Genel olarak bakıldığında 2015 yılında tüm çeşitler için verimde ciddi bir azalma görülmektedir. Bunun sebebi olarak iki yıl arasındaki Çizelge 3.2' den de görüldüğü üzere iklim verilerinin birbirinden farklı olması gösterilebilir. Yanmaz ve Düzeltir (2003) meyve tutulumu ve irileşmesi sürecinde suya ihtiyaç duyulduğunu ve bu dönemde sulamanın tohum verimini ve iriliğini etkilediğini bildirmişlerdir. Özellikle kabak bitkilerinin ilk çıkmaya başladığı Mayıs başı döneminde hem yağışlı gün sayısının hem de yağış miktarlarının 2014 yılında fazla olması bitkilerin suya ihtiyacının olduğu bu dönemde, verimi etkilediği düşünülmektedir. Amer'in (2011) bildirdiği değerlere göre kabak bitkisinin ihtiyacı olan suyun %30 az karşılanması durumunda, tohum veriminin %23 düşeceği; %30 daha fazla karşılanması durumunda ise tohum veriminin %9 düşeceği bildirilmiştir (Ünlükara 2014). Develi kabak yetiştiriciliğine sulama suyunun etkisinin ölçüldüğü bir başka çalışma sonuçlarına göre en düşük verim hiç sulama yapılmayan çeşitte 46,97 kg/da, en çok sulanan çeşitte ise en yüksek verim olan 141,65 kg/da değerlerine ulaşılmıştır (Kırnak vd., 2016). Çalışmamızdaki 2014 yılı yağış miktarı (336,7 mm) ve yağışlı gün sayısı (53 gün); 2015 yılındaki (178 mm/31gün) verilerden yaklaşık 2 kat fazladır. Ünlükara (2014) çalışmasında Kayseri'de yaz döneminde yetiştirilen kabak bitkileri için yetiştirme döneminde ihtiyaç duyduğu toplam su miktarını yaklaşık 430 mm olarak ve bitkinin en fazla su ihtiyacının Temmuz ayında olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda 2014 ve 2105 yıllarında yetiştiriciliğin gerçekleştiği aylarda ortalama sıcaklık değerlerinde önemli farklar olmamasına karşın, özellikle Temmuz ayında 2014 ve 2015 yılları arasında önemli farklılıklar vardır (Çizelge 3.2). Tanenin olgunlaşmasının hızlandığı bu dönem için 2015 yılında hem yağış olmamış hem de hava sıcaklığı yüksek seyretmiştir. Bahsedilen literatür bilgileri ve ölçülen meteorolojik veriler 2015 yılının verim düşüklüğünü açıklamaktadır.

Şekil 4.1' de her çeşit için 2014 ve 2015 yılında elde edilen tohum verimleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Yanmaz ve Düzeltir (2003) çekirdeklik kabağın tohum verimini sulu koşullarda 110-120 kg/da, kuru koşullarda 75-80 kg/da olarak bildirmişlerdir. Ünlükara ve Bakır (2018) Kayseri'de birincil ürün ve ikincil ürün olarak ettikleri kabak çekirdeklerinin ortalama verimlerini sırasıyla 107,9 kg/da ve 9,8-103,8 kg/da olarak elde etmişlerdir. Konya'da Ürgüp Sivrisi çeşidi için farklı sulama aralıklarının verime olan etkisinin incelendiği çalışmada, ilk yıl tohum verimi 54,5-113,1 kg/da, 2. yıl verimini 24,7-101,1 kg/da olarak elde edilmiştir (Yavuz vd., 2015). Çalışmamızdaki farklı çeşitlere ait tohum verimleri geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda elde edilen verilerle paralellik göstermektedir.



Şekil 4. 1. 2014-2015 yıllarında çeşitlere ait tohum verimlerinin ortalamaları (kg/da)

4.1.2. Protein ve Kül Oranları

2014 ve 2015 yılında son hasat dönemlerinde elde edilen kabak çekirdeklerinin % protein ve % kül değerleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Tüm kabak çekirdeği çeşitlerinin 2015 yılındaki protein miktarları 2014 yılındaki değerlerden yüksek ancak istatistik olarak farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Tüm çeşitlere ait protein oranları %37,94-39,28 aralığında birbirlerine oldukça yakın ve istatistik olarak benzer bulunmuştur. Ermiş (2010) üç farklı lokasyonda iki yıl ekilen kabak çekirdeklerinin protein değerlerini %30,77- 37,90 aralığında olduğunu bildirmiş ve en yüksek oran çalışmamızla örtüşmüştür. Kırnak vd. (2019) iki yıl ekilen farklı sulama koşullarına tabi tutulan kabaklardan elde edilen çekirdeklerin protein miktarlarını ilk yıl için %28,5-32,2, ikinci yıl için %29,61-37,7 oranında tespit etmişler ve çalışmamızdan düşük sonuçlar elde etmişlerdir.

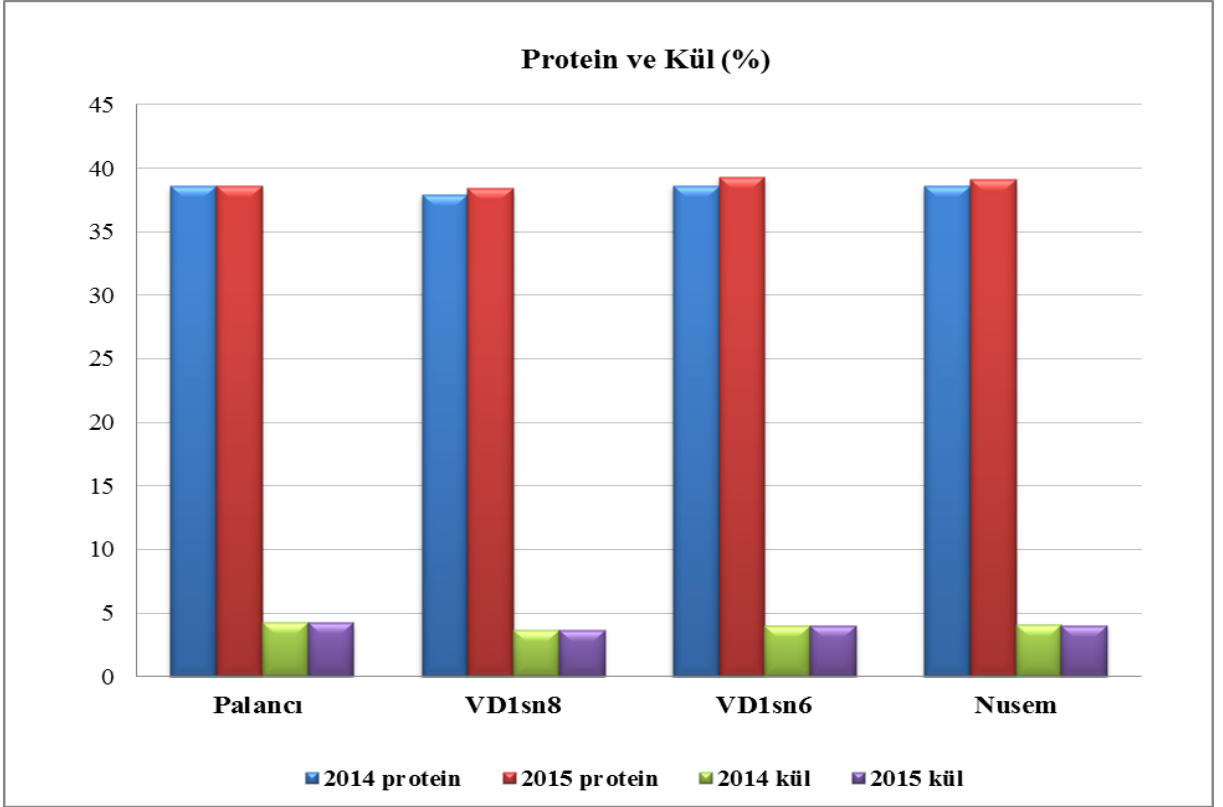
Srbinoska ve ark. (2012), Nyam ve ark. (2009), Ardabili vd. (2011), Meru vd. (2018), Nawirska-Olszanska vd. (2013), Kim vd. (2012) çalışma sonuçlarımızdan oldukça düşük protein oranları bildirmişlerdir.

Çizelge 4. 2. Kabak çekirdeği çeşitlerine ait protein ve kül oranları

| Yıl | Çeşit | Protein (%) | Kül (%) |
|------|---------|----------------|----------------|
| 2014 | Palancı | 38,5777±0,8 Aa | 4,2894±0,1 Aa |
| | VD1sn8 | 37,9399±0,2 Aa | 3,7043±0,0 Ca |
| | VD1sn6 | 38,6531±0,5 Aa | 3,9917±0,0 Ba |
| | Nusem | 38,5932±0,3 Aa | 4,0570±0,1 Ba |
| 2015 | Palancı | 38,6563±1,1 Aa | 4,2436±0,1 Aa |
| | VD1sn8 | 38,4375±0,5 Aa | 3,6972±0,0 Ba |
| | VD1sn6 | 39,2813±1,4 Aa | 3,9724±0,0 ABa |
| | Nusem | 39,1250±1,0 Aa | 4,0077±0,0 Aa |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farkları, küçük harfler ise aynı çeşit için yıllar arasındaki farkları ifade etmektedir (p<0,05)

2014 ve 2015 ekim yıllarının kabak çekirdeği çeşitlerinin kül oranlarına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamış ($p>0,05$), ancak çeşitlerin kül oranları istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Palancı genotipine ait kabak çekirdeklerinin kül oranları Nusem ile yakın bulunmuş ve diğer çeşitlerden yüksek olduğu görülmüştür. Tüm çeşitlerin kül değerleri %3,6972-4,2894 aralığında tespit edilmiştir. Geçmiş çalışmalarda kabak çekirdeklerinin kül oranlarını, Srbinoska vd. (2012) %4,41 ve Nyam vd. (2009) %4,6 olarak çalışmamızla benzer değerler tespit etmişler; Ardabili vd. (2011) %5,34 ve Kim vd. (2012) %5,502 olarak buldukları kül oranlarını çalışmamızdan yüksek bildirmişlerdir. 2014 ve 2015 yılında son hasat dönemlerinde elde edilen kabak çekirdeklerinin % protein ve % kül değerleri grafiksel olarak Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4. 2. 2014-2015 yıllarında çeşitlere ait tohum protein ve kül oranları (%)

4.2. Olgunlaşma Periyodu Süresince Farklı Hasat Zamanlarında Yapılan Analizler

4.2.1. Nem Oranı

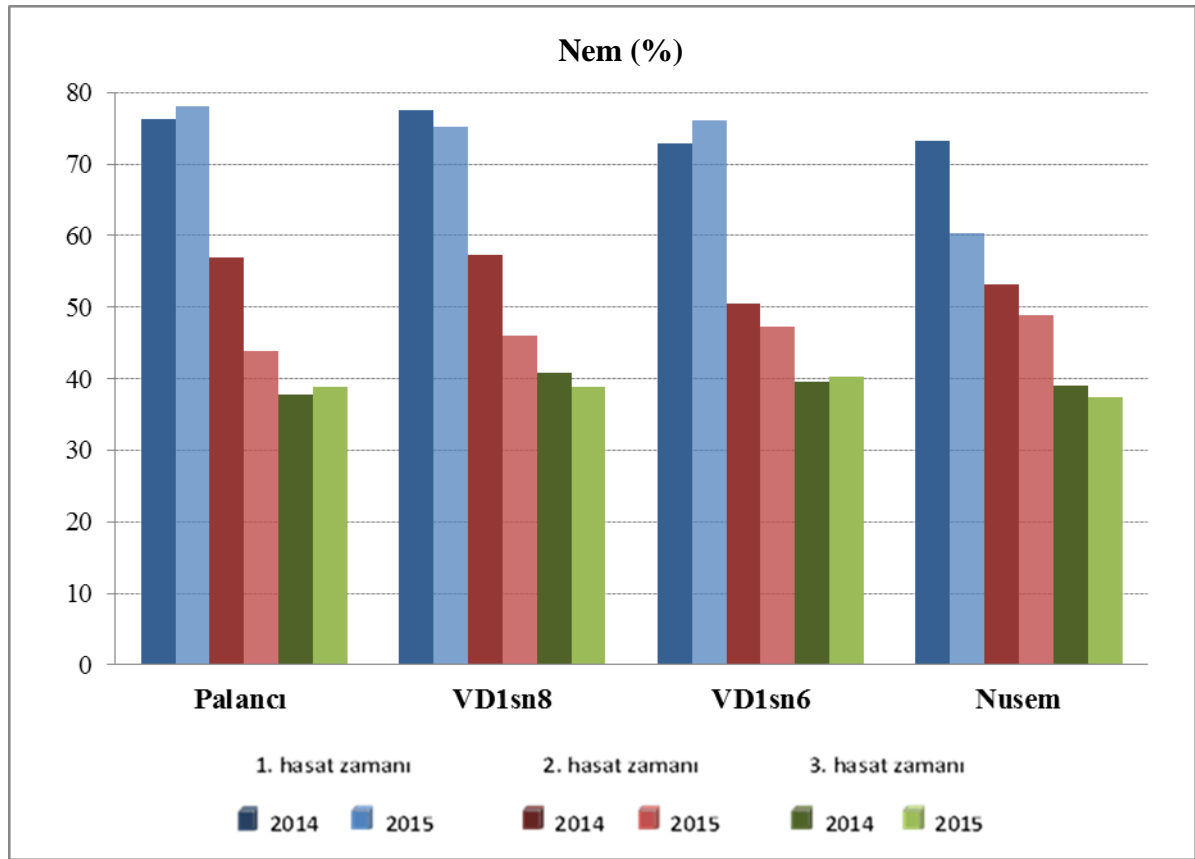
Edirne koşullarında 2014 ve 2015 yıllarında ilk çekirdek oluşum zamanından olgunlaşma zamanına kadar üç farklı zamanda hasat edilen dört farklı kabak çekirdeği çeşidinden elde edilen tohumların nem oranlarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir. 2014 yılında tüm çeşitler için hasat dönemlerinde elde edilen nem oranları istatistiki olarak farklı çıkmıştır ($p < 0,05$). 2014 yılı için en yüksek nem oranı %77,55 ile VD1sn8 genotipinin 1. hasat döneminde elde edilmiş; en düşük nem oranı ise %37,77 ile Palancı genotipinin 3. hasat döneminde elde edilmiştir. Olgunlaşma ilerledikçe çekirdeklerin suyunu kaybetmesi dolayısıyla nem oranının düşmesi beklenen sonuçlardandır. Tüm hasat dönemlerinde en yüksek nem oranı VD1sn8 genotipinde gözlenmektedir.

Çizelge 4. 3. Kabak çekirdeklerinin hasat zamanına göre nem oranları

| Yıl | Çeşit | Hasat zamanı | % Nem |
|------|---------|--------------|----------------|
| 2014 | Palancı | 1 | 76,33± 0,04 Ab |
| | | 2 | 57,00± 0,01 Ba |
| | | 3 | 37,77± 0,31 Cc |
| | VD1sn8 | 1 | 77,55± 0,10 Aa |
| | | 2 | 57,32± 0,02 Ba |
| | | 3 | 40,82± 0,95 Ca |
| | VD1sn6 | 1 | 72,82± 0,11 Ac |
| | | 2 | 50,47± 0,05 Bc |
| | | 3 | 39,63± 0,02 Cb |
| | Nusem | 1 | 73,31± 0,08 Ac |
| | | 2 | 53,17± 0,04 Bb |
| | | 3 | 39,10± 0,58 Cb |
| 2015 | Palancı | 1 | 78,02± 0,13 Aa |
| | | 2 | 43,78± 0,14 Bd |
| | | 3 | 38,85± 0,57 Cb |
| | VD1sn8 | 1 | 75,13± 0,38 Ab |
| | | 2 | 45,96± 0,21 Bc |
| | | 3 | 38,78± 0,33 Cb |
| | VD1sn6 | 1 | 76,16± 0,02 Ab |
| | | 2 | 47,24± 0,01 Bb |
| | | 3 | 40,35± 0,05 Ca |
| | Nusem | 1 | 60,42± 0,50 Ac |
| | | 2 | 48,90± 0,79 Ba |
| | | 3 | 37,40± 0,45 Cc |

Her yıl kendi içinde değerlendirilmek üzere; büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

2015 yılında tüm çeşitler için hasat dönemlerinde elde edilen % nem oranları istatistiki olarak farklı çıkmıştır ($p<0,05$). 2015 yılında tüm çeşitlerin olgunlaşma devam ederken nem oranlarının düştüğü gözlenmiştir. En yüksek ve en düşük nem oranları sırasıyla 1. hasat döneminde Palancı genotipi ve Nusem tohumunda; 2. hasat döneminde Nusem tohum ve Palancı genotipinde, 3. hasat döneminde ise Nusem tohum ve VD1sn6 genotipinde gözlenmiştir. 2014-2015 yılı tüm kabak çekirdeği tohumlarının farklı hasat zamanlarındaki nem oranları Şekil 4.3' de verilmiştir. Grafikten anlaşılacağı üzere hasat zamanları tam oluma doğru ilerledikçe nem oranının genel olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim bu durum Çizelge 3.2' de verilen iklim verileri ile de açıklanabilmektedir.



Şekil 4. 3. Hasat dönemi boyunca nem oranında meydana gelen değişimler (%)

1. hasat zamanı dikkate alındığında 2014 yılına kıyasla Palancı ve VD1sn6 genotiplerinin 2015 yılındaki nem oranları sırasıyla %1,69 ve %3,34 daha yüksek; VD1sn8 ve Nusem için ise 2015 yılındaki % nem oranları sırasıyla %2,42 ve %12,89 daha düşük bulunmuştur. 2. hasat zamanı incelendiğinde Palancı, VD1sn8, VD1sn6 genotipleri ve Nusem için 2015 yılındaki nem oranları 2014 yılındakilere göre sırasıyla %13,22; %11,36; %3,23 ve %4,27 oranında daha azdır. Son hasadın yapıldığı 3. hasat zamanında Palancı ve VDsn6

genotiplerinin 1. hasat dönemindekine benzer şekilde 2015 yılındaki % nem oranları 2014 yılına göre sırasıyla %1,08 ve %0,72 daha yüksek; VD1sn8 genotipi ve Nussem için ise 2015 yılındaki nem oranları sırasıyla %2,04 ve %1,7 daha düşüktür.

4.2.2. Yağ Oranı

Edirne koşullarında 2014 ve 2015 yıllarında ilk çekirdek oluşum zamanından olgunlaşma zamanına kadar üç farklı zamanda hasat edilen dört farklı kabak çekirdeği çeşidinden elde edilen tohumların kuru maddede yağ oranlarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Olgunlaşma esnasında çekirdeklerin suyunu kaybetmesi ve bununla birlikte yağ oranının artması beklenen sonuçlardandır. 2014 yılında Nussem çekirdeklerinden elde edilen yağ verimlerine bakıldığında hasat dönemleri boyunca yağ oranının arttığı görülmektedir. VD1sn8 genotipinde 2. hasat dönemindeki % 38,82 yağ oranı çok az artışla 3. hasat döneminde % 39,08' e çıkmıştır. Ayrıca Palancı ve VD1sn6 genotiplerine ait yağ oranları incelendiğinde 2. hasat döneminde en yüksek yağ oranına ulaşıldığı görülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak 2014 yılında Palancı ve VD1sn6 genotipleri için 2. hasat döneminde hasat olgunluğuna ulaştığı düşünülebilir. Çizelge 3.2' de açıklanan iklim verilerine göre 2014 yılındaki yağış miktarının fazlalığının tohum verimini pozitif yönde etkilediği sonucuna da dayanarak, bu çeşitler için hasat olgunluğunun daha erken dönemde yakalanmış olması söz konusu olabilir. 2014 yılı en yüksek yağ oranı %40,73 ile Palancı genotipi 2. hasat döneminde gözlemlenirken; en düşük yağ oranı ise %23,45 ile VD1sn8 genotipi 1. hasat döneminde elde edilmiştir.

2015 yılında tüm çeşitler için hasat dönemlerinde elde edilen kuru maddede % yağ oranları istatistiki olarak farklı çıkmıştır ($p<0,05$). 2015 yılında tüm çeşitlerde olgunlaşma devam ederken yağ oranlarının arttığı gözlenmiştir.

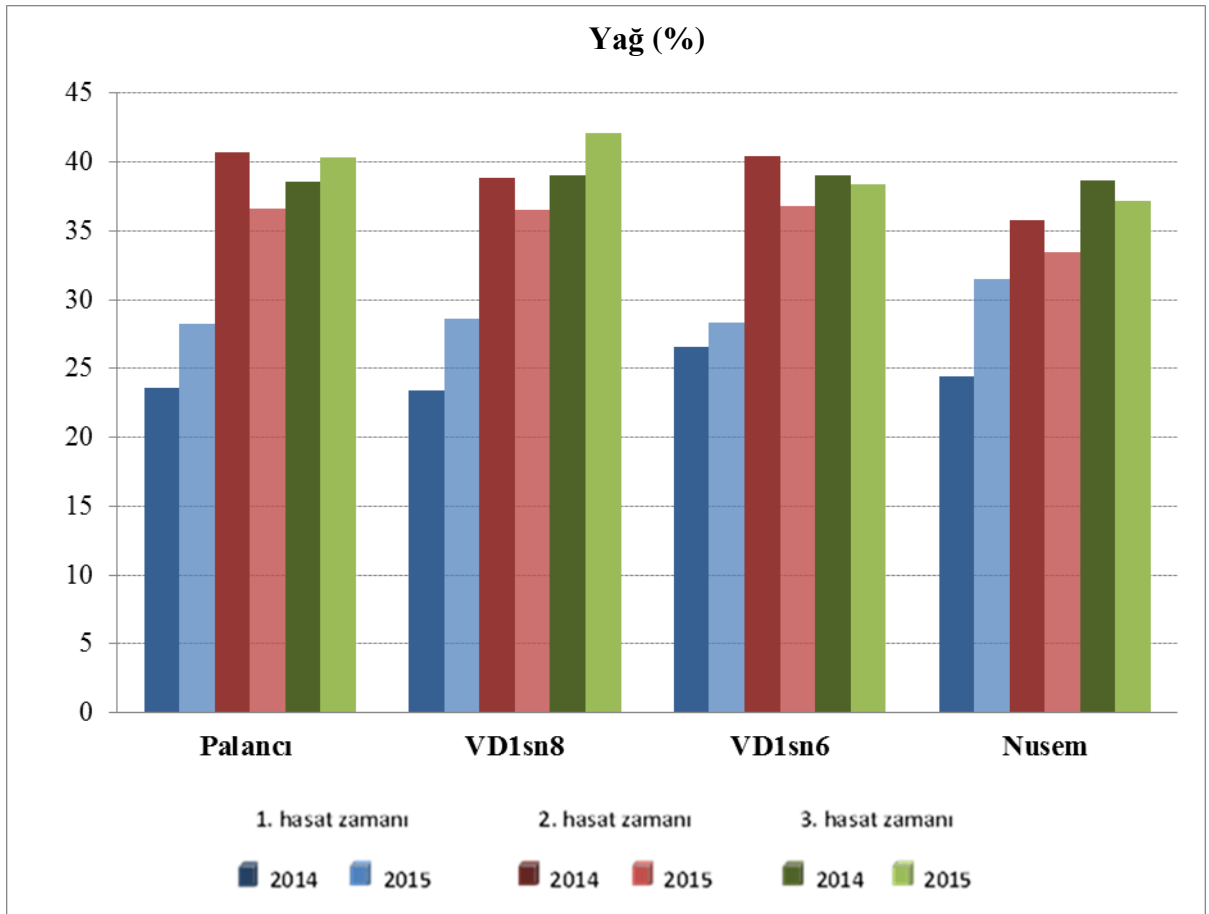
Çizelge 4. 4. Kabak çekirdeklerinin hasat zamanına göre kuru maddede yağ oranları

| Yıl | Çeşit | Hasat zamanı | % Yağ |
|------|---------|--------------|----------------|
| 2014 | Palancı | 1 | 23,64± 0,05 Cb |
| | | 2 | 40,73± 0,07 Aa |
| | | 3 | 38,62± 0,32 Ba |
| | VD1sn8 | 1 | 23,45± 0,16 Bb |
| | | 2 | 38,82± 0,35 Ab |
| | | 3 | 39,08± 0,31 Aa |
| | VD1sn6 | 1 | 26,54± 0,13 Ca |
| | | 2 | 40,41± 0,18 Aa |
| | | 3 | 39,02± 0,96 Ba |
| | Nusem | 1 | 24,43± 0,47 Cb |
| | | 2 | 35,79± 0,16 Bc |
| | | 3 | 38,65± 0,67 Aa |
| 2015 | Palancı | 1 | 28,29± 0,37 Cb |
| | | 2 | 36,59± 0,03 Ba |
| | | 3 | 40,33± 0,20 Ab |
| | VD1sn8 | 1 | 28,66± 0,25 Cb |
| | | 2 | 36,49± 0,13 Ba |
| | | 3 | 42,07± 0,09 Aa |
| | VD1sn6 | 1 | 28,38± 0,39 Cb |
| | | 2 | 36,81± 0,09 Ba |
| | | 3 | 38,42± 0,09 Ac |
| | Nusem | 1 | 31,47± 0,50 Ca |
| | | 2 | 33,46± 0,34 Bb |
| | | 3 | 37,21± 0,46 Ad |

Her yıl kendi içinde değerlendirilmek üzere; büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

2015 yılı en yüksek yağ oranları 3. hasat döneminde elde edilirken, en yüksekten düşüğe sırasıyla %42,07 ile VD1sn8 genotipi, %40,33 ile Palancı genotipi, %38,42 ile VD1sn6, %37,21 ile Nussem gelmektedir. En düşük yağ oranı ise Palancı genotipi ve VD1sn8 genotipi ile aralarında önemli farklılık olmaksızın %28,38 ile VD1sn6 genotipinde 1. hasat döneminde elde edilmiştir. 1. hasat döneminde en yüksek yağ oranı Nussem tohumunda elde edilmiştir. Tüm hasat dönemlerindeki çeşit farklılıkları incelendiğinde Nussem tohumun yağ oranlarının diğer çeşitlerden farklı olduğu görülmektedir.

2014-2015 yılı tüm kabak çekirdeği tohumlarının farklı hasat zamanlarındaki yağ oranları Şekil 4.4' te verilmiştir. Grafikten anlaşılacağı üzere hasat zamanları tam oluma doğru ilerledikçe yağ oranının genel olarak artış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4. 4. Hasat dönemleri boyunca kuru maddede yağ oranlarında meydana gelen değişimler (%)

1. hasat zamanı incelendiğinde 2014 yılına kıyasla tüm çeşitlerin 2015 yılındaki yağ oranları Palancı genotipi için %4,65, VD1sn8 genotipi için %5, 21; VD1sn6 genotipi için %1,84 ve Nussem için %7,04 daha yüksek bulunmuştur. 2. hasat zamanı incelendiğinde Palancı, VD1sn8, VD1sn6 ve Nussem için 2015 yılındaki yağ oranları 2014 yılındakilere göre sırasıyla %4,14; %2,33; %3,60 ve %2,33 oranında daha azdır. Son hasadın yapıldığı 3. hasat zamanında Palancı genotipi ve VD1sn8 genotipinin 1. hasat dönemindekine benzer şekilde 2015 yılındaki %yağ oranları 2014 yılına göre sırasıyla %1,71 ve %2,99 daha yüksek; VD1sn6 genotipi ve Nussem tohum için ise 2015 yılındaki %yağ oranları sırasıyla %0,60 ve %1,44 daha düşüktür.

Literatürde *C.pepo* kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca yağ oranını değişiminin incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, Petkova ve Antova (2015) *C. maschata* kabak çekirdeklerinin büyüme evresindeki yağ oranı değişimini incelemişlerdir. Çiçeklenmeden sonraki 30. günde %10,7 olan yağ oranı, 60. günde artarak %41,1 değerine, sonrasında artmaya devam ederek 90. günde ise %47,1 değerine ulaşmıştır. Olgunlaşma dönemi boyunca artan yağ oranı çalışmamızda elde edilen sonuçlarla da desteklenmiş olur, yağ oranlarının çalışmamızdan yüksek değerler almasının çeşit farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada elde edilen veriler literatürle karşılaştırıldığında; Türkmen vd. (2017) ve Younis vd. (2000)' den yüksek, Ermiş (2010) ve Applequist vd. (2006)' ne benzer, Badr vd. (2013), Murkovic vd. (1996b), Nawirska-Olszanska vd. (2013), Srbinoska vd. (2012)' den düşük değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Kirnak vd. (2019)' nin buldukları sonuçlarla karşılaştırıldığında bizim çalışmamızdan elde edilen verilerin yağış miktarıyla birebir ilişkisi tanımlanamamaktadır. Yıllık yağış miktarının yüksek olduğu 2014 yılında sadece Palancı ve VD1sn8 genotiplerinin yağ oranlarının yükseldiği diğer çeşitlerde ise yağ oranlarında azalma olduğu görülmektedir. Bu durumun tohumun yapısına ve özelliklerine bağlı olduğu düşünülmektedir. Yağlı tohum bitkilerinde yağ oranı başta iklim koşulları olmak üzere, lokasyon (yer), çeşit, tarımsal uygulamalar, toprak yapısı gibi diğer faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Bunun sonucu olarak, literatürde aynı çeşit için farklı yağ oranlarının tespit edildiği durumlar ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların literatüre uygun olduğu ancak literatürle olan küçük farklılıkların tohumların çeşit ve türüne, aynı zamanda da ekstraksiyon işleminde kabukların ayrılıp ayrılmamasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.2.3. Yağ Asidi Bileşimi

2014-2015 yıllarında ilk çekirdek oluşum zamanından olgunlaşma zamanına kadar üç farklı zamanda hasat edilen dört farklı kabak çekirdeği çeşidinden elde edilen tohumlardan çözen ekstraksiyonuyla elde edilen yağların yağ asidi bileşimleri Çizelge 4.5 ve 4.6' da verilmiştir. Tüm kabak çekirdeği çeşitlerinin yağlarında en çok bulunan yağ asitleri C18:1, C18:2, C16:0 ve C18:0 olup bunların toplamı yağ asitlerinin %98,09-98,72'sini oluşturmaktadır. Murkovic vd. (1996) bu oranı %98,1-98,7; Nederal vd. (2014) bu oranı %98,8±0,18; Procida vd. (2013) %97,5-98,7 olarak vermiştir. Literatürle de desteklenen bu sonuçlara göre geri kalan diğer yağ asitleri toplamı %1-2 civarında tespit edilmiştir.

2014 ve 2015 yılı tüm kabak çekirdeği çeşitleri için baskın yağ asitleri C18:1 (%39,49-46,95) ve C18:2 (%32,57-39,26) asitleridir. Bu yağ asitleri dışında tüm çeşitlerde C16:0 %10,65 ile %13,60 aralığında değişirken; %5,70-6,38 oranında C18:0 bulunmaktadır. Tsaknis vd. (1997), Applequist vd. (2006), Popa vd.(2010), Srbinska vd. (2012), Nawirska-Olszanska vd. (2013) ve Meru vd. (2018) yapmış olduğu çalışmalarda bizim çalışmamızdan farklı olarak kabak çekirdeği yağlarının baskın yağ asitlerinin C18:2 olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla C18:1 ve C18:2 miktarları çalışmamızda farklı olup, C18:0 ve C16:0 oranları genellikle bahsedilen literatürle paralel değerlerde bulunmuştur.

Nyam vd. (2009) yaptığı çalışmada ise; bizim çalışmamızdaki değerden yüksek oranda C16:0 (%19,10) bulmuştur. Çalışmada C18:0 oranı (%3,8) bizim çalışmamızda elde ettiğimiz orandan düşük, %42,80 C18:1, %30,40 C18:2 değerleri bizim çalışmamızdaki C18:1 ve C18:2 oranlarından düşük olmakla birlikte baskın yağ asidinin C18:1 olması çalışmamızdaki sonuçlarla örtüşmektedir. Türkmen vd. (2017) Türkiye'de ettikleri 6 farklı çeşit kabak çekirdeğinden elde ettikleri yağların 1 çeşidinde elde ettikleri yağ asitleri oranları çalışmamızla benzerdir. Kırnak vd. (2019)' nin çalışma sonuçlarıyla çalışmamızdan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında C18:0 oranı hariç diğer yağ asitleri oranları bizim çalışmamızla benzer çıktığı görülmüştür. İlgili çalışmada bulunan C18:0 oranı bizim çalışmamızdaki değerlerden yaklaşık %3-5 aralığında daha yüksek çıkmıştır.

Palancı, VD1sn6 genotipleri ve Nussem için son hasat dönemindeki kabak çekirdeği yağlarının baskın yağ asidi C18:1 olmakla birlikte oranlarının bu çeşitlerde birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. VD1sn8 genotipinde ise son hasat döneminde C18:1 ve C18:2 oranları

birbirine çok yakın değerlerde çıkmıştır. Bu özelliği nedeniyle VD1sn8 genotipi diğer çeşitlerden ayrılmaktadır.

2014 ve 2015 yılına genel olarak bakıldığında olgunlaşma periyodu boyunca C16:0 ve C18:0 oranlarının azaldığı görülmektedir. Nusem tohum hariç diğer tüm çeşitlerde 1. hasat döneminde C18:2 oranının C18:1 oranından yüksek olduğu görülmektedir. Hasat dönemi ilerledikçe C18:2' de azalış, C18:1' de ise artış gözlenmektedir. Literatürde *C.pepo* kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca yağ asidi bileşiminin incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak Petkova ve Antova (2015) *C. maschata* kabak çekirdeklerinin büyüme evresindeki yağ asidi bileşimini incelemişler ve olgunlaşma dönemi boyunca C16:0 ve C18:0 oranlarında azalma, C18:2 oranında ise artış tespit etmişler, C18:1 oranında ise herhangi bir değişim gözlememişlerdir. Nederal vd. (2014) üç farklı yıl yetiştirdikleri kabak çekirdeklerinden elde ettikleri yağların C18:1 ve C18:2 oranları arasında yaptıkları regresyon analizi sonrasında korelasyon katsayısını $r = -0,949$ olarak bildirmişlerdir. Murkovic vd. (1996) çalışmalarında C18:2 ve C18:1 arasında ($r = 0,984$) korelasyonun anlamlı olduğunu, bu sonucunda C18:2 oluşumunun direk C18:1' in dehidrojenasyonu ile gerçekleştiğini ve C18:1 oluşum limitinin ise kinetik parametrelerle bağlantılı olabileceğini bildirmişlerdir. Bu yüksek korelasyonların aynı zamanda tohum büyüme evresindeki desaturazların farklı aktivitelerinden kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada bitkisel yağların yağ asitleri bileşiminin; çeşit, bitkinin yetiştirildiği lokasyon, iklim şartları ve tohumun olgunluk derecesi gibi birçok faktöre bağlı olduğu da bildirilmiştir.

Çizelge 4. 5. 2014 yılı kabak çekirdeği yağlarının önemli yağ asitleri bileşimi

| Yağ asidi bileşimi (%) | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Yıl | Çeşit | Hasat | Palmitik asit C16:0 | Stearik asit C18:0 | Oleik asit C18:1 | Linoleik asit C18:2 | ΣSFA | ΣUFA | ΣMUFA | ΣPUFA |
| 2014 | Palancı | 1 | 15,37±0,50 ^{Ac} | 7,47±0,04 ^{Aa} | 35,15±0,52 ^{Bb} | 39,98±0,02 ^{Ab} | 23,87±0,52 ^{Ac} | 76,13±0,52 ^{Ba} | 35,54±0,51 ^{Bb} | 40,59±0,01 ^{Ab} |
| | | 2 | 12,98±0,02 ^{Bc} | 6,50±0,09 ^{Bab} | 44,74±0,08 ^{Ab} | 34,73±0,05 ^{Bb} | 20,13±0,04 ^{Bb} | 79,88±0,04 ^{Aa} | 44,99±0,08 ^{Ab} | 34,88±0,05 ^{Bb} |
| | | 3 | 12,58±0,04 ^{Bb} | 6,38±0,1 ^{Ba} | 44,56±0,19 ^{Ab} | 35,19±0,40 ^{Bb} | 19,67±0,15 ^{Bb} | 80,33±0,15 ^{Ab} | 44,99±0,23 ^{Ab} | 35,34±0,39 ^{Bb} |
| | VD1sn.8 | 1 | 18,00±0,01 ^{Aa} | 6,90±0,28 ^{Ab} | 28,69±0,21 ^{Cc} | 44,91±0,10 ^{Aa} | 25,93±0,29 ^{Aa} | 74,85±0,29 ^{Bb} | 29,18±0,20 ^{Cc} | 45,67±0,09 ^{Aa} |
| | | 2 | 14,07±0,08 ^{Ba} | 6,12±0,04 ^{Bb} | 42,36±0,20 ^{Ac} | 36,58±0,30 ^{Ca} | 20,85±0,10 ^{Ba} | 79,23±0,10 ^{Aa} | 42,47±0,20 ^{Ac} | 36,76±0,30 ^{Ca} |
| | | 3 | 13,57±0,08 ^{Ca} | 6,04±0,13 ^{Bab} | 39,51±0,39 ^{Bc} | 38,97±0,05 ^{Ba} | 20,55±0,07 ^{Ba} | 79,09±0,43 ^{Ac} | 39,98±0,38 ^{Bc} | 39,12±0,05 ^{Ba} |
| | VD1sn.6 | 1 | 17,30±0,08 ^{Ab} | 6,61±0,10 ^{Ab} | 34,66±0,04 ^{Bb} | 39,52±0,09 ^{Ab} | 24,79±0,04 ^{Ab} | 75,21±0,04 ^{Cb} | 35,17±0,03 ^{Bb} | 40,04±0,08 ^{Ac} |
| | | 2 | 13,54±0,10 ^{Bb} | 6,42±0,47 ^{Aab} | 44,75±0,20 ^{Ab} | 34,35±0,39 ^{Cb} | 20,59±0,58 ^{Bab} | 79,41±0,58 ^{Ba} | 44,88±0,19 ^{Ab} | 34,53±0,39 ^{Cb} |
| | | 3 | 12,94±0,04 ^{Cb} | 5,70±0,02 ^{Bb} | 44,47±0,04 ^{Cb} | 35,35±0,00 ^{Bb} | 19,49±0,03 ^{Cb} | 80,51±0,03 ^{Ab} | 45,02±0,03 ^{Ab} | 35,49±0,00 ^{Bb} |
| | Nusem | 1 | 14,11±0,18 ^{Ad} | 7,87±0,06 ^{Aa} | 39,49±0,08 ^{Ba} | 36,16±0,09 ^{Ac} | 23,04±0,25 ^{Ad} | 76,54±0,17 ^{Ca} | 39,87±0,10 ^{Ba} | 36,67±0,09 ^{Ad} |
| | | 2 | 12,82±0,18 ^{Bc} | 6,75±0,05 ^{Ba} | 46,36±0,42 ^{Aa} | 32,57±0,32 ^{Cc} | 20,47±0,11 ^{Bab} | 79,53±0,11 ^{Ba} | 46,80±0,43 ^{Aa} | 32,73±0,31 ^{Cc} |
| | | 3 | 11,36±0,05 ^{Cc} | 6,01±0,22 ^{Cab} | 46,95±0,16 ^{Aa} | 34,40±0,38 ^{Bc} | 18,23±0,20 ^{Cc} | 81,77±0,20 ^{Aa} | 47,22±0,18 ^{Aa} | 34,56±0,38 ^{Bc} |

Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

Çizelge 4. 6. 2015 yılı kabak çekirdeği yağlarının önemli yağ asitleri bileşimi

| Yağ asidi bileşimi (%) | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Yıl | Çeşit | Hasat | Palmitik asit C16:0 | Stearik asit C18:0 | Oleik asit C18:1 | Linoleik asit C18:2 | ΣSFA | ΣUFA | ΣMUFA | ΣPUFA |
| 2015 | Palancı | 1 | 14,30±0,07 ^{Ac} | 6,98± 0,08 ^{Aa} | 37,72±0,02 ^{Cb} | 39,07±0,08 ^{Ab} | 21,98±0,10 ^{Ac} | 78,02±0,09 ^{Bb} | 38,33±0,02 ^{Cb} | 39,70±0,08 ^{Ab} |
| | | 2 | 12,14±0,15 ^{Cc} | 6,39± 0,02 ^{Ba} | 44,84±0,14 ^{Bb} | 34,51±0,01 ^{Bb} | 19,65±0,09 ^{Bb} | 79,77±0,09 ^{Aa} | 45,11±0,11 ^{Bb} | 34,63±0,01 ^{Bb} |
| | | 3 | 12,63±0,01 ^{Bb} | 6,18±0,04 ^{Ba} | 46,17±0,17 ^{Aa} | 33,19±0,12 ^{Cc} | 20,01±0,06 ^{Bb} | 79,78±0,06 ^{Ab} | 46,31±0,18 ^{Ab} | 33,47±0,12 ^{Cc} |
| | VD1sn.8 | 1 | 17,48±0,01 ^{Aa} | 6,10±0,39 ^{Ab} | 35,84±0,30 ^{Cc} | 38,77±0,22 ^{Ab} | 24,60±0,47 ^{Aa} | 75,40±0,47 ^{Cd} | 36,15±0,25 ^{Cc} | 39,26±0,22 ^{Ab} |
| | | 2 | 13,41±0,00 ^{Ba} | 5,43±0,01 ^{Bb} | 43,90±0,01 ^{Ac} | 35,87±0,06 ^{Ba} | 19,88±0,02 ^{Cb} | 80,14±0,05 ^{Aa} | 44,13±0,01 ^{Ac} | 36,01±0,07 ^{Ba} |
| | | 3 | 13,60±0,00 ^{Ba} | 5,81±0,11 ^{ABa} | 39,49±0,04 ^{Bc} | 39,26±0,06 ^{Aa} | 20,69±0,10 ^{Ba} | 79,31±0,10 ^{Bb} | 39,78±0,04 ^{Bc} | 39,53±0,10 ^{Aa} |
| | VD1sn.6 | 1 | 15,95±0,05 ^{Ab} | 6,13± 0,01 ^{Ab} | 36,01±0,09 ^{Cc} | 40,09±0,09 ^{Aa} | 23,11±0,05 ^{Ab} | 76,89±0,05 ^{Bc} | 36,31±0,14 ^{Cc} | 40,58±0,09 ^{Aa} |
| | | 2 | 12,62±0,37 ^{Cb} | 5,16± 0,08 ^{Bb} | 43,80±0,19 ^{Bc} | 33,11±0,12 ^{Bc} | 22,81±0,02 ^{Aa} | 76,91±0,31 ^{Ba} | 43,80±0,19 ^{Bc} | 33,11±0,12 ^{Bc} |
| | | 3 | 13,18±0,00 ^{Ba} | 5,87±0,00 ^{Aa} | 46,75±0,02 ^{Aa} | 32,57±0,00 ^{Cd} | 20,18±0,01 ^{Bab} | 79,82±0,01 ^{Ab} | 47,11±0,02 ^{Aa} | 32,71±0,00 ^{Bd} |
| | Nusem | 1 | 12,34±0,11 ^{Ad} | 6,52±0,06 ^{Aab} | 45,24±0,00 ^{Ba} | 33,79±0,02 ^{Bc} | 20,15±0,04 ^{Ad} | 79,85±0,03 ^{Ba} | 45,84±0,02 ^{Ba} | 34,02±0,03 ^{Bc} |
| | | 2 | 11,67±0,02 ^{Bd} | 6,60±0,13 ^{Aa} | 46,63±0,10 ^{Aa} | 32,84±0,10 ^{Cc} | 19,50±0,11 ^{Bb} | 80,24±0,00 ^{Ba} | 47,31±0,02 ^{Aa} | 33,01±0,10 ^{Cc} |
| | | 3 | 10,65±0,01 ^{Cc} | 6,00±0,02 ^{Ba} | 45,34±0,01 ^{Bb} | 36,10±0,01 ^{Ab} | 17,89±0,02 ^{Cc} | 82,11±0,02 ^{Aa} | 45,80±0,02 ^{Bb} | 36,30±0,01 ^{Ab} |

Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

2014 ve 2015 yıllarında tüm çeşitlerden elde edilen yağların yağ asitleri bileşimine hasat dönemlerinin etkisinin olduğu görülmektedir ($p<0,05$) (Çizelge 4.5, 4.6). Kabak çekirdeği yağlarında C18:1' in baskın yağ asidi olması ve oran olarak C18:2' nin de yüksek olması, yağların Σ UFA oranınının yüksek olmasına neden olmuştur. 2014 ve 2015 yılında elde edilen Σ UFA ortalamaları; Palancı genotipinde %80,05; VD1sn8 genotipinde %79,2; VD1sn6 genotipinde %80,17; Nussem tohumda ise %81,94 olarak tespit edilmiştir. Literatür sonuçları incelendiğinde Σ UFA oranlarını; Applequist vd. (2006) %75,56- 79,80, Ardabili vd. (2011) %80,65, Kırnak vd. (2019) %79,1- 82,65 olarak bildirmişler, çalışmamıza yakın sonuçlar elde etmişlerdir. Nawirska–Olszanska vd.(2013) %84,6; Nederal vd. (2014) %83,74; Meru vd. (2018) %78,6- 86,1 olarak çalışmamızdan daha yüksek Σ UFA oranları tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda 2014 ve 2015 yılında elde edilen Σ SFA ortalamaları; Palancı genotipinde %19,84; VD1sn8 genotipinde %20,62; VD1sn6 genotipinde %19,84; Nussem tohumda %18,06 olarak tespit edilmiştir. Σ SFA oranını; Applequist vd. (2006) %18,58-21,72; Nyam vd. (2009) %26,5; Ardabili vd. (2011) %19,35; Kim vd. (2012) %18,62; Nawirska–Olszanska ve ark.(2013) %20,3-19,8; Nederal vd. (2014) %16,29 olarak tespit etmişlerdir. Genel olarak literatür sonuçlarından da görüldüğü üzere kabak çekirdeği yağlarında doymuş yağ asitlerinin çeşidi ve miktarları farklılık göstermediğinden çalışma sonuçlarımızla paralellik gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.7' de 2014 yılında farklı hasat zamanlarında elde edilen kabak çekirdeklerinin yağlarının içerisinde az miktarda bulunan yağ asitleri bileşimi verilmiştir. Tüm çeşitler için tüm hasat zamanlarında C14:0 oranları önemli bir değişiklik göstermemektedir ($p>0,05$). C16:1 oranları incelendiğinde, Nussem tohumda hasat dönemi boyunca herhangi bir değişiklik olmamış ve en düşük C16:1 oranına bu çeşitte rastlanmıştır. Palancı genotipine ait C16:1 oranları hasat zamanı arttıkça azalmıştır. VD1sn8 ve VD1sn6 genotipleri için 1. hasat zamanındaki C16:1 oranları 2. hasat zamanında azalmakta, 3. hasat zamanında tekrar artmaktadır. Tüm çeşitler için 1. hasat zamanındaki C18:3 oranları 2. hasat zamanında düşmekte, 3. hasat zamanında ya sabit kalmakta ya da az miktarda azalmaktadır. Son hasat döneminde bütün çeşitlerin C18:3 oranları aynı çıkmış, çeşitler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4. 7. 2014 yılı kabak çekirdeği yağlarının diğer yağ asitleri kompozisyonları

| | | | Yağ asidi kompozisyonu (%) | | | | | |
|------|----------|-------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Yıl | Çeşit | Hasat | Miristik asit C14:0 | Palmitoleik asit C16:1 | Linolenik asit C18:3 | Araşidik asit C20:0 | Gadoleik asit C20:1 | Behenik asit C22:0 |
| 2014 | Palancı | 1 | 0,12± 0,00 ^{Aa} | 0,14± 0,00 ^{Aa} | 0,61± 0,01 ^{Ab} | 0,67± 0,02 ^{Aa} | 0,11± 0,00 ^{Aa} | 0,19± 0,00 ^{Aa} |
| | | 2 | 0,11± 0,00 ^{Ac} | 0,12± 0,00 ^{Aa} | 0,15± 0,00 ^{Bb} | 0,43± 0,03 ^{Bb} | 0,00± 0,00 ^{Bb} | 0,00± 0,00 ^{Cb} |
| | | 3 | 0,11± 0,00 ^{Ab} | 0,12± 0,00 ^{Ab} | 0,15± 0,01 ^{Ba} | 0,44± 0,01 ^{Bc} | 0,12± 0,01 ^{Ac} | 0,10± 0,00 ^{Ba} |
| | VD1 sn.8 | 1 | 0,13± 0,00 ^{Ba} | 0,13± 0,01 ^{Bab} | 0,76± 0,01 ^{Aa} | 0,59± 0,01 ^{Ab} | 0,12± 0,00 ^{Ba} | 0,18± 0,00 ^{Aa} |
| | | 2 | 0,15± 0,00 ^{Aa} | 0,11± 0,00 ^{Ba} | 0,18± 0,00 ^{Ba} | 0,52± 0,02 ^{Ba} | 0,00± 0,00 ^{Cb} | 0,00± 0,00 ^{Cb} |
| | | 3 | 0,12± 0,01 ^{Ba} | 0,16± 0,00 ^{Aa} | 0,15± 0,01 ^{Ca} | 0,57±0,01 ^{Aa} | 0,14± 0,00 ^{Ab} | 0,10± 0,00 ^{Ba} |
| | VD1 sn.6 | 1 | 0,13± 0,00 ^{Aa} | 0,16± 0,01 ^{Ab} | 0,52± 0,01 ^{Ac} | 0,58± 0,02 ^{Ab} | 0,11± 0,00 ^{Ba} | 0,19± 0,00 ^{Aa} |
| | | 2 | 0,13± 0,00 ^{Ab} | 0,12± 0,01 ^{Ba} | 0,18± 0,00 ^{Ba} | 0,50± 0,00 ^{Ba} | 0,00± 0,00 ^{Cb} | 0,00± 0,00 ^{Cb} |
| | | 3 | 0,11± 0,00 ^{Bab} | 0,17± 0,00 ^{Aa} | 0,14± 0,00 ^{Ca} | 0,57± 0,01 ^{Aa} | 0,23± 0,01 ^{Aa} | 0,09± 0,00 ^{Ba} |
| | Nusem | 1 | 0,12± 0,00 ^{Aa} | 0,10± 0,00 ^{Ab} | 0,51± 0,00 ^{Ac} | 0,66± 0,01 ^{Aa} | 0,12± 0,01 ^{Aa} | 0,19± 0,00 ^{Aa} |
| | | 2 | 0,12± 0,00 ^{Abc} | 0,10± 0,00 ^{Aa} | 0,17± 0,01 ^{Ba} | 0,52± 0,00 ^{Ba} | 0,12± 0,00 ^{Aa} | 0,15± 0,01 ^{Ba} |
| | | 3 | 0,10± 0,00 ^{Bb} | 0,10± 0,00 ^{Ab} | 0,16± 0,00 ^{Ba} | 0,52± 0,02 ^{Bb} | 0,12± 0,01 ^{Ac} | 0,11± 0,00 ^{Ca} |

Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

C20:0 oranları incelendiğinde, tüm çeşitlerin tüm hasat zamanlarındaki C20:0 oranlarının, bahsedilen diğer yağ asitlerinden yüksek olduğu buna rağmen % 1' den düşük olduğu görülmektedir. Palancı ve Nusem tohumlarının 1. hasat zamanındaki C20:0 oranları birbirlerine çok yakın değerler almış, bu değerler 2. hasat zamanında düşmüş ve 3. hasat

zamanında ise herhangi bir değişikliğe uğramamıştır. Bu iki çeşit arasındaki benzerlik VD1sn8 ile VD1sn6 arasında da gözlenmiştir. Bu çeşitlerde ise Palancı ve Nusem tohumlarının 1. hasat zamanındaki C20:0 oranlarından düşük olmakla birlikte 1. hasat zamanında elde edilen C20:0 oranları, 2. hasat zamanında düşmüş, 3. hasat zamanında tekrar yükselerek 1. hasat zamanındaki C20:0 oranına yakın değerler elde edilmiştir. Nusem hariç diğer tüm çeşitlerde 1. hasat zamanında %0,11-0,12 C20:1 oranları, 2. hasat zamanında tespit edilememiş, 3. hasat zamanında ise Palancı ve VD1sn8 genotipleri için 1. hasat zamanındaki sonuçlara yakın, VD1sn6 genotipinde 1. hasat zamanındaki değerinin yaklaşık 2 katına çıkmıştır. Nusem çeşidinde ise hasat zamanı ilerledikçe C20:1 oranı değişmemiştir. C22:0 sonuçları incelendiğinde, gadoleik asitin sonuçlarına benzer durumun ortaya çıktığı görülmektedir. Nusem tohumu hariç diğer tüm çeşitlerde hasat zamanlarında elde edilen C22:0 oranları birbirlerine çok benzerdir. 1. hasat zamanından 2. hasat zamanına C22:0 oranları azalmış ve tespit edilememiş, 3. hasat zamanında ise az oranda yükselmiştir. Nusem dikkate alındığında 1. hasat zamanında diğer çeşitlerle aynı olan C22:0 oranının hasat zamanı ilerledikçe azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.8' de, 2015 yılında farklı hasat zamanlarında elde edilen kabak çekirdeklerinin yağlarının içerisinde az miktarda bulunan yağ asitleri bileşimi verilmiştir. Tüm çeşitler için tüm hasat zamanlarında C14:0 oranları önemli bir değişiklik göstermemektedir. C14:0 oranları %0,05- 0,14 aralığında değişmektedir. VD1sn6 genotipinde 2. hasat zamanında düşen C14:0 oranı 3. hasat zamanında tekrar artmış ve 1. hasat zamanında elde edilen sonuçla aynı orana ulaşmıştır. Nusem çeşidinde ise 1. ve 2. hasat zamanında aynı oranlarda olan C14:0 oranları, 3. hasat zamanında yarı yarıya azalmıştır. 2014 ve 2015 yıllarında tüm çeşitlerde birbirleriyle benzer C14:0 oranları elde edilmiştir. C16:1 oranları incelendiğinde, Nusem tohumunda hasat dönemi boyunca herhangi bir değişiklik olmamış ve en düşük C16:1 oranına bu çeşitte rastlanmıştır. Palancı ve VD1sn6 genotipleri için 1. hasat zamanındaki C16:1 oranları 2. hasat zamanında azalmakta, 3. hasat zamanında tekrar artmaktadır. VD1sn8 genotipinde hasat zamanlarında elde edilen C16:1 oranlarında önemli değişikler saptanmamıştır. Tüm çeşitler için C16:1 oranları %0,00-0,16 arasında değişmiştir. 2015 yılında elde edilen bu sonuçlar ile 2014 yılındaki C16:0 değişimleri birbirlerine paraleldir.

Çizelge 4. 8. 2015 yılı kabak çekirdeği yağlarının diğer yağ asitleri kompozisyonları

| | | | Yağ asidi kompozisyonu (%) | | | | | |
|------|----------|-------|------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Yıl | Çeşit | Hasat | Miristik asit C14:0 | Palmitoleik asit C16:1 | Linolenik asit C18:3 | Araşidik asit C20:0 | Gadoleik asit C20:1 | Behenik asit C22:0 |
| 2015 | Palancı | 1 | 0,13± 0,00 ^{Aab} | 0,15± 0,01 ^{Aa} | 0,63± 0,01 ^{Aa} | 0,56± 0,01 ^{Bb} | 0,14± 0,01 ^{Aa} | 0,18± 0,01 ^{Aa} |
| | | 2 | 0,12± 0,00 ^{Aa} | 0,05± 0,05 ^{Bb} | 0,12± 0,01 ^{Bc} | 0,60±0,01 ^{Aa} | 0,13± 0,00 ^{Aa} | 0,16±0,01 ^{ABa} |
| | | 3 | 0,13± 0,00 ^{Aab} | 0,15± 0,00 ^{Aa} | 0,13± 0,00 ^{Bb} | 0,55± 0,01 ^{Ba} | 0,00± 0,00 ^{Bc} | 0,14± 0,00 ^{Ba} |
| | VD1 sn.8 | 1 | 0,14± 0,00 ^{Aa} | 0,11± 0,00 ^{Ab} | 0,35± 0,01 ^{Ab} | 0,56± 0,02 ^{Bb} | 0,00± 0,00 ^{Bb} | 0,14± 0,04 ^{Ab} |
| | | 2 | 0,13± 0,00 ^{Aa} | 0,11± 0,00 ^{Aa} | 0,14± 0,01 ^{Bb} | 0,61± 0,01 ^{Aa} | 0,12± 0,01 ^{Aa} | 0,12± 0,01 ^{Ab} |
| | | 3 | 0,14± 0,00 ^{Aa} | 0,13± 0,00 ^{Aa} | 0,15± 0,01 ^{Ba} | 0,49± 0,01 ^{Cb} | 0,00± 0,00 ^{Bc} | 0,14± 0,00 ^{Aa} |
| | VD1 sn.6 | 1 | 0,12± 0,00 ^{Ab} | 0,14± 0,00 ^{Aa} | 0,35± 0,01 ^{Ab} | 0,53± 0,00 ^{Ab} | 0,00± 0,00 ^{Bb} | 0,19± 0,00 ^{Aa} |
| | | 2 | 0,09± 0,01 ^{Bb} | 0,00± 0,00 ^{Bc} | 0,13±0,00 ^{Bb} _c | 0,35± 0,01 ^{Cc} | 0,00± 0,00 ^{Bb} | 0,00± 0,00 ^{Cc} |
| | | 3 | 0,12± 0,00 ^{Ab} | 0,16± 0,00 ^{Aa} | 0,14±0,01 ^{Ba} _b | 0,45± 0,00 ^{Bc} | 0,12± 0,01 ^{Ab} | 0,14± 0,00 ^{Ba} |
| | Nusem | 1 | 0,10± 0,00 ^{Ac} | 0,07± 0,00 ^{Ac} | 0,23± 0,01 ^{Ac} | 0,71± 0,01 ^{Aa} | 0,15± 0,00 ^{Ba} | 0,20± 0,00 ^{Aa} |
| | | 2 | 0,10± 0,00 ^{Ab} | 0,09± 0,00 ^{Aa} | 0,16± 0,00 ^{Ba} | 0,48± 0,00 ^{Bb} | 0,13± 0,00 ^{Ca} | 0,15± 0,00 ^{Ba} |
| | | 3 | 0,05± 0,00 ^{Bc} | 0,08± 0,00 ^{Ab} | 0,11± 0,00 ^{Cc} | 0,42± 0,02 ^{Cc} | 0,17± 0,01 ^{Aa} | 0,12± 0,00 ^{Ca} |

Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

Tüm çeşitler için 1. hasat zamanındaki C18:3 oranları 2. hasat zamanında düşmekte, 3. hasat zamanında ya sabit kalmakta ya da az miktarda değişmektedir. 1. hasat döneminde C18:3 oranları %0,63-0,23 oranında seyrederken, 2. hasat zamanında %0,14-0,12, 3. hasat

zamanında ise %0,11-0,15 aralığında tespit edilmiştir. En yüksek C18:3 oranı olan %0,63 Palancı genotipinin 1. hasat zamanında görülmüştür. Hasat zamanları boyunca değişimler ve C18:3 oranları karşılaştırıldığında VD1sn8 ile VD1sn6 genotiplerinin birbirlerine benzerliği görülmektedir. 2015 yılında saptanan C18:3 oranları 1. hasat zamanında 2014 yılına göre daha düşük çıksa da, 2 yılda da son hasat zamanında elde edilen oranlar birbirlerine yakın değerlerde çıkmıştır.

Tüm çeşitlerin tüm hasat zamanlarındaki C20:0 oranları, C18:3, C16:1, C14:0, C20:1 ve C22:0' dan yüksek olduğu ancak %1' den düşük olduğu görülmektedir. Palancı ve VD1sn8 genotiplerinin 1. hasat zamanındaki C20:0 oranları birbirlerine çok yakın değerler almış, bu değerler 2. hasat zamanında yükselmiş ve 3. hasat zamanında ise düşmüştür. VDsn6 genotipinde ise 1. hasat zamanında Palancı ve VD1sn8 genotipleriyle yakın elde edilen C20:0 oranları, 2. hasat zamanında düşmüş ve 3. hasat zamanında tekrar yükselmiştir. Nusem çeşidinde 1. hasat döneminde elde edilen C20:0 oranı diğer çeşitler arasındaki en yüksek değer olmakla birlikte hasat zamanı ilerledikçe düşmüş ve son hasat zamanında çeşitler arasında en düşük değeri almıştır. 2014 yılı ile 2015 yılı karşılaştırıldığında; Palancı ve VD1sn8 genotiplerinde 2. hasat zamanında 2014 yılındaki düşüş, 2015 yılında yükseliş olarak gözlenmiştir. Son hasat zamanlarında elde edilen C20:0 oranlarının yıllara göre karşılaştırılmasında ise Palancı genotipi için 2014 yılında %0,44 oranı 2015 yılında %0,55'e yükselmiştir. Son hasat zamanlarında VD1sn8 genotipinde 2014 yılında %0,57 C20:0 oranı 2015 yılında %0,49'a, VD1sn6 genotipinde 2014 yılında %0,57 C20:0 oranı 2015 yılında %0,45'e, Nusem çeşidinde ise 2014 yılında %0,52 olan C20:0 oranı 2015 yılında %0,42'ye düşmüştür.

C20:1 sonuçları incelendiğinde; Palancı genotipi için 1. ve 2. hasat zamanında tespit edilen %0,14-0,13 C20:1 oranı 3. hasat zamanında tespit edilememiştir. VD1sn8 genotipinde ise sadece 2. hasat zamanında %0,12 C20:1 oranı görülmüştür. VD1sn6 genotipinde ilk iki hasat zamanında tespit edilmeyen C20:1, 3. hasat zamanında %0,12 oranında görülmüştür. Bahsedilen çeşitlerden farklı olarak Nusem çeşidinde ilk hasat zamanında %0,15'lik C20:1 oranı 2. hasat zamanında biraz azalmış 3. hasat zamanında ise %0,17 olarak tespit edilmiştir. 2015 yılında elde edilen son hasat zamanındaki değerler 2014 yılı ile karşılaştırıldığında; C20:1'in Nusem hariç diğer çeşitlerin yağlarında bulunmadığı ya da daha az oranda bulunduğu görülmüştür.

Palancı ve VD1sn8 genotiplerinde 1. hasat zamanında elde edilen C22:0 oranları 2. hasat döneminde %0,02'lik bir düşüş yaşamış 3. hasat zamanında ise aynı oranda yükselerek %0,14 değerini almıştır. VD1sn6 genotipinde 1. hasat zamanında tespit edilen C22:0 2. hasat zamanında tespit edilememiş, 3. hasat zamanında ise Palancı ve VD1sn8 genotipleriyle aynı oranda bulunmuştur. Nusem dikkate alındığında 1. hasat zamanında diğer çeşitlerle aynı olan C22:0 oranının hasat zamanı ilerledikçe azaldığı görülmüştür. 2015 yılında elde edilen C22:0 oranlarının 2014 yılından %0,1-0,4 oranında daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

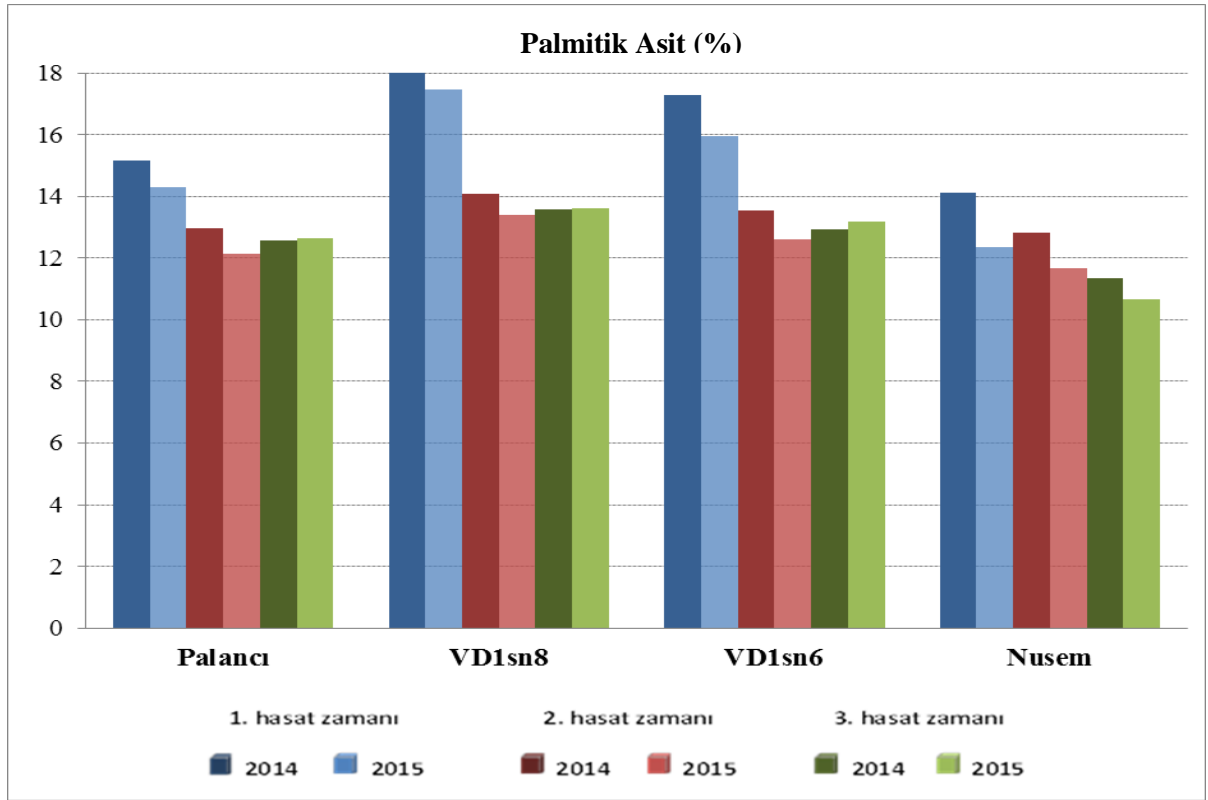
Çalışmamızda tüm kabak çekirdeği çeşitleri için son hasat döneminde elde edilen yağların oransal olarak az miktarda bulundurduğu yağ asitleri çeşitlere göre önemli bir değişiklik olmamakla birlikte şu şekildedir. 2014 ve 2015 yılları için C14:0 oranları %0,10-0,14; C16:1 oranları %0,08-0,16; C18:3 oranları %0,11-0,16; C20:0 oranları %0,42-0,57; C20:1 oranları %0,0-0,23 ve C22:0 oranları %0,09-0,14 arasında değişmiştir. Az miktarda bulunan yağ asitlerinin içerisinde C20:0 oranı diğer yağ asitlerine göre öne çıkmaktadır.

Srbinoska vd. (2012) bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden yüksek olarak %0,31 C14:0, %3,81 C18:3, %0,90 C20:0 tespit etmişler, çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzer olarak %0,11 C22:0 belirlemişlerdir. Nederal vd. (2014) çalışmalarında miristik, palmitoleik, heptadekanoik, linolenik, araşidonik, behenik, lignoserik gibi diğer yağ asitlerinin oranlarının %0,5' den düşük olduğunu bildirmişlerdir. Kim vd. (2012) çalışmalarında C14:0, C20:0, C22:0 oranlarını bizim çalışmamızdan yüksek, C20:1 ve C18:3' ü ise tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Ardabili vd. (2011) C16:1, C18:3, C20:1 oranlarını bizim çalışmamızdaki sonuçlardan daha yüksek bulmuşlardır. Badr vd. (2013) Mısır'da yetiştirilen *C. pepo* L. kabaklarından elde edilen yağların %0,1 C14:0, %0,5 C20:0, %0,1 C20:1 ve %0,1 C18:3 içerdiğini belirtmişler, bu çalışmada verilen sonuçların çalışmamızla benzer olduğu görülmüştür.

4.2.3.1. Palmitik asit

Şekil 4.5' te tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait C16:0 oranlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir. 2014 ve 2015 yılı sırasıyla çeşitler içindeki en yüksek C16:0 oranı ilk hasat zamanında %18-17,48 oranı ile VD1sn8 genotipinde, bunu takiben VD1sn6 genotipi için %17,3-15,95; Palancı genotipi için %15,17-14,3; Nussem tohum için ise %11,36-10,65 oranında tespit edilmiştir. 2. hasat döneminde C16:0 oranları VD1sn8 genotipinde %14,07-13,41; VD1sn6 genotipinde %13,54-12,62; Palancı genotipinde %12,98-12,14; Nussem çeşidinde ise %12,82-11,67 olarak bulunmuştur. Bu çeşit sıralaması son hasat döneminde de değişmemiş en yüksek %13,57-13,60 C16:0 oranı VD1sn8 genotipinde tespit edilmiştir. İkinci sırada %12,94-13,18 C16:0 oranı ile VD1sn6 genotipi, üçüncü sırada %12,58-12,63 oranı ile Palancı genotipi, son olarak %11,36-10,65 C16:0 oranıyla Nussem gelmektedir. Genel olarak tüm çeşitler için olgunlaşma ilerledikçe C16:0 oranlarının azaldığı görülmektedir. Çeşitler arasında en yüksek C16:0 oranı VD1sn8 genotipinde, en düşük C16:0 oranı ise Nussem çeşidinde tespit edilmiştir.

1. hasat zamanında tüm çeşitlerden alınan numunelerin 2015 yılındaki C16:0 oranları 2014 yılından Palancı için %0,87; VD1sn8 için %0,22; VD1sn6 için %1,35; Nussem için %1,77 daha azdır. 2. hasat zamanında tüm çeşitlerden alınan numunelerin 2015 yılındaki C16:0 oranları 2014 yılından Palancı genotipi için %0,84; VD1sn8 için %0,66; VD1sn6 için %0,92; Nussem için %1,15 daha azdır. Son hasat zamanında elde edilen sonuçlara bakıldığında 2015 yılında elde edilen sonuçlar 2014 yılına göre Palancı için %0,05; VD1sn8 için %0,03; VD1sn6 için %0,24 daha yüksektir. Sadece Nussem tohumunda diğer numune alım dönemlerinde olduğu gibi son hasat döneminde de 2015 yılı palmitik asit oranı 2014 yılına göre %0,71 azdır. Hasat zamanı ilerledikçe tüm çeşitler için her iki yılda da C16:0 oranları düşmüştür. Son hasat zamanı olan 3. dönemde 2014-2015 yılları için C16:0 oranları sırasıyla Palancı genotipinde %12,58-12,63; VD1sn8 genotipinde %13,57-13,60; VD1sn6 genotipinde %12,94-13,18; Nussem çeşidi için ise %11,36-10,65 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4. 5. Hasat dönemleri boyunca palmitik asit oranlarında meydana gelen değişimler (%)

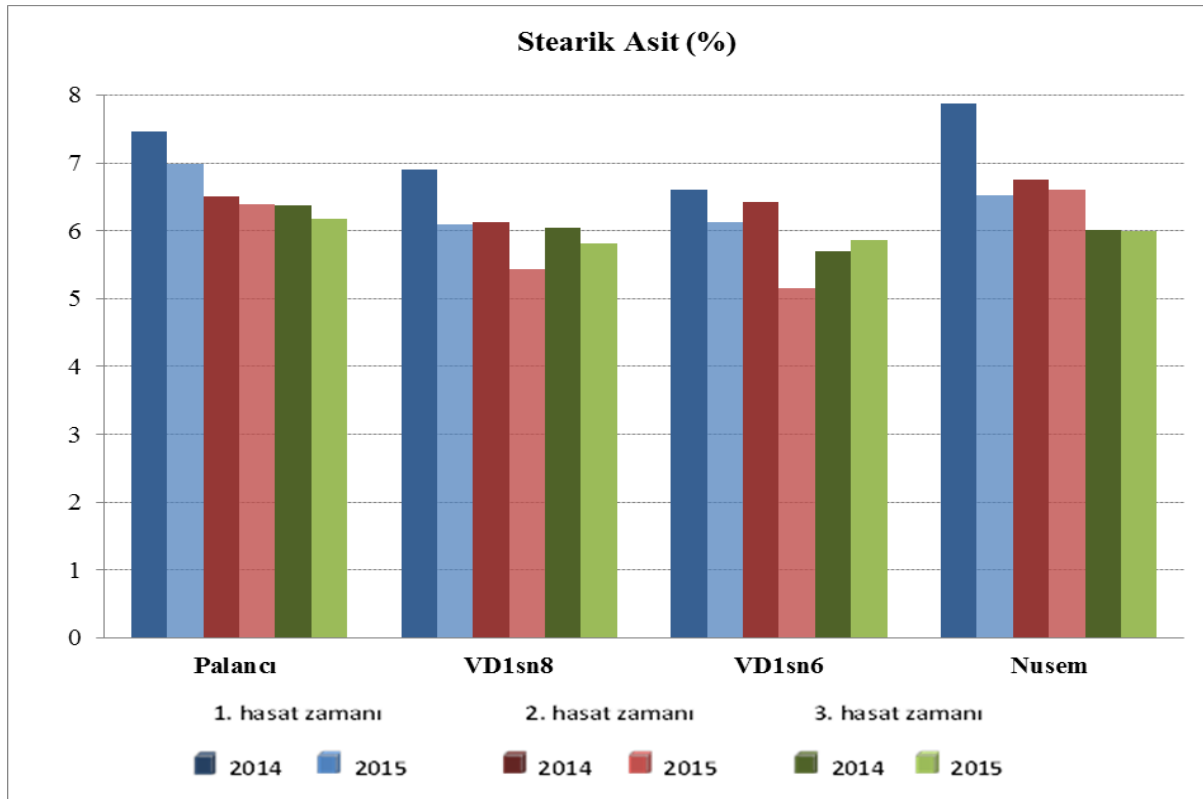
Nederal vd. (2014) 3 farklı yıl ektiği kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların C16:0 oranlarını %9,13-12,84 aralığında bildirmiştir. Ayrıca hava sıcaklığı ile C16:0 ($r = -0,987$) arasında negatif korelasyon olduğunu, yaz dönemi sıcaklıklarının kabak çekirdeği yağlarındaki C18:0 oranı ile yüksek korelasyonu olduğu, bunun açıklaması olarak da yüksek sıcaklığın palmitik asitten stearik asit oluşumunu arttırdığı belirtilmiştir. Çalışmamızda hasat dönemi boyunca palmitik asit oranının düşmesi sıcaklığa bağlanarak açıklanamaz, çünkü palmitik asitteki düşüşe karşı stearik asit miktarında bir artma gözlenmemiştir.

Yapılan benzer çalışmaların C16:0 sonuçları, Kırnak vd. (2019) 2015 yılında %10,7-12,4, 2016 yılında ise %10,8-12,6, Badr vd. (2013) %13,4, Popa vd. (2010) %13,16, Türkmen vd. (2017) C18:1 oranı baskın çeşit için %9,98, C18:2' si baskın çeşit için %11,04-12,41, Nawirska–Olszanska vd. (2013) %12,8, Younis vd. (2000) %11,1-14, Murkovic vd. (1996) %9,5-14,5, Kim vd. (2012) %12,97, Ardabili vd. (2011) %10,68, Applequist vd. (2006) %11,66- 15,57 olarak bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmalar incelendiğinde kabak çekirdeği yağının palmitik asit konsantrasyonlarının çok değişmediği baskın yağ asidi ne olursa olsun bundan etkilenmediği genelde aynı değerlerde seyrettiği görülmektedir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerleri de desteklemektedir. Tüm literatür tarandığında en

yüksek C16:0 oranı Nyam vd. (2009) yaptığı *C. pepo* çeşidinden elde edilen yağlarda %19,10 olarak tespit edilmiştir.

4.2.3.2. Stearik asit

Şekil 4.6' da tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait C18:0 oranlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir. Genel olarak tüm çeşitler için olgunlaşma ilerledikçe C18:0 oranlarının azaldığı görülmektedir. Palancı genotipi ve Nussem tohum çeşitleri birbirlerine yakın oranda en yüksek C18:0 oranına sahip çeşitlerdir. VD1sn8 ile VD1sn6 genotipleri diğer çeşitlerden daha az oranda ancak birbirlerine yakın değerlerde C18:0 oranına sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 6. Hasat dönemleri boyunca stearik asit oranlarında meydana gelen değişimler (%)

1. hasat zamanından 2. hasat zamanına C18:0 oranı Palancı genotipi için 2014 yılında %0,97, 2015 yılında %0,59 düşmüş; 2. hasat zamanından son hasat dönemine 2014 yılında %0,18 daha düşerek %6,38 oranına; 2015 yılında ise %0,21 daha düşerek %6,18 oranına ulaşmıştır. Nussem çeşidi için 2014 yılında C18:0 oranı 1.hasat döneminden 2. hasat dönemine

sırasıyla %1,12 düşmüş, 2. hasat zamanından son hasat zamanına kadar ise %0,74 azalmış ve %6,01 C18:0 oranına ulaşmıştır. Nussem çeşidi için 2015 yılı hasat dönemleri incelendiğinde, 1. hasat döneminde %6,52 olan oran 2. hasat döneminde %0,08 artmış, son hasat dönemine kadar %0,6 azalarak %6,0 C18:0 oranına ulaşmıştır. VD1sn8 ve VD1sn6 genotipleri için ise 1. hasat zamanından 2. hasat zamanına C18:0 oranı azalırken son hasat döneminde biraz artmıştır. VD1sn8 genotipi için 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine 2014 yılında %0,78; 2015 yılında %0,67 oranında C18:0 oranı azalmış, son hasat döneminde 2014 yılında %0,08' lik azalmayla %6,04; 2015 yılında ise %0,38' lik artışla %5,81 C18:0 oranı elde edilmiştir. VD1sn6 genotipinde ise 2014 yılında 1. hasat zamanından 2. hasat zamanına %0,19; 2. hasat zamanından son hasata %0,72 azalma yaşanarak %5,70 C18:0 oranı elde edilmiştir. Bu çeşit için 2015 yılı değerleri incelendiğinde 1. hasat zamanından 2.'ye %0,97 azalan C18:0 oranı son hasata kadar %0,71 artarak %5,87 değerine ulaşmıştır.

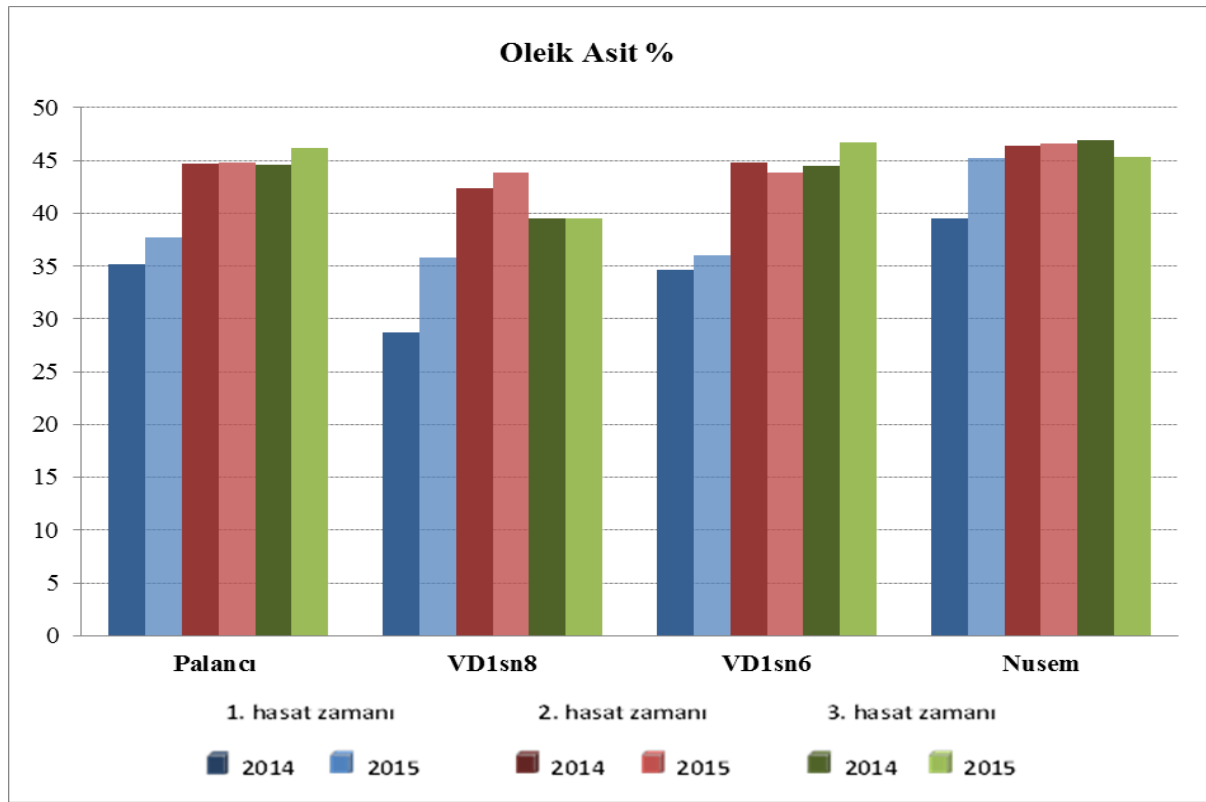
1. hasat zamanında tüm çeşitlerden alınan numunelerin 2015 yılındaki C18:0 oranları 2014 yılından Palancı genotipi için %0,49; VD1sn8 genotipi için %0,8; VD1sn6 genotipi için %0,48; Nussem çeşidi için %1,35 daha azdır. 2. hasat zamanında tüm çeşitlerden alınan numunelerin 2015 yılındaki C18:0 oranları 2014 yılından Palancı genotipi için %0,11; VD1sn8 genotipi için %0,69; VD1sn6 genotipi için %1,26; Nussem çeşidi için %0,15 daha azdır. Son hasat zamanında elde edilen sonuçlara bakıldığında 2015 yılında elde edilen sonuçlar 2014 yılına göre Palancı için %0,20; VD1sn8 için %0,23 daha düşük, VD1sn6 için %0,17 daha yüksek, Nussem çeşidinde ise son hasat döneminde 2015- 2014 yılı arasında farklılık yoktur.

Son hasat zamanı olan 3. dönemde 2014-2015 yılları için C18:0 oranları sırasıyla Palancı genotipinde %6,38-6,18; VD1sn8 genotipinde %6,04-5,81; VD1sn6 genotipinde %5,70-5,87; Nussem çeşidi için ise %6,01-6,00 olarak tespit edilmiştir.

Literatürde yer alan benzer çalışmalardaki C18:0 oranları; Kırnak vd. (2019) 2015 yılında %6,4-8,5, 2016 yılında ise %9,1-10,4; Badr vd. (2013) %7,8; Nyam vd. (2009) %7,40; Meru vd. (2018) %7,17; Younis vd. (2000) %8,0-8,2; Ardabili vd. (2011) %8,67 olarak bildirmişler ve çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan daha yüksek değerler elde etmişlerdir. Türkmen vd. (2017) C18:2 baskın çeşit için %6,2-7,28, C18:1 baskın çeşit için %6,99; Nawirska-Olszanska vd. (2013) %6,60; Murkovic vd. (1996) %3,1-7,4; Nederal vd. (2014) %4,15-6,31; Popa vd. (2010) %5,66; Tsaknis vd. (1997) %6; Kim vd. (2012) %4,67 olarak çalışmamızla benzer C18:1 oranlarını elde etmişlerdir.

4.2.3.3. Oleik asit

Şekil 4.7’ de tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait C18:1 oranlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir. Tüm çeşitler ve hasat dönemleri için en yüksek oleik asit miktarları Nusem tohumunda elde edilmiştir. Genel olarak hasat dönemleri boyunca C18:1 değişimleri dikkate alındığında; Palancı, VD1sn6 ve Nusem arasında benzerlik olduğu, olgunlaşma ilerlemesi ile C18:1 oranının arttığı görülmektedir. VD1sn8 genotipi ise hem C18:1 oranı hemde olgunlaşma boyunca değişimin farklı olması nedeniyle diğer çeşitlerden ayrılmaktadır.



Şekil 4. 7. Hasat dönemleri boyunca oleik asit oranlarında meydana gelen değişimler (%)

1. hasat zamanında tüm çeşitler için 2015 yılında elde edilen C18:1 oranları 2014 yılındaki değerlerden daha yüksektir. Bu yükseklikler; Palancı genotipinde %2,57; VD1sn8 genotipinde %7,15; VD1sn6 genotipinde %1,35; Nusem çeşidinde ise %5,75 olarak tespit edilmiştir. Palancı genotipi ve Nusem için 2. hasat zamanındaki C18:1 oranları 2014 ve 2015 yılında yaklaşık olarak aynı değerlerde seyretmiş, az bir artış 2015 yılında gözlenmiştir. 2. hasat döneminde VD1sn8 genotipinin 2015 yılındaki C18:1 oranı 2014 yılındakinden %1,54 daha yüksektir. VD1sn6 genotipinde ise 2015 yılında elde edilen C18:1 oranı 2014 yılındakinden %0,95 daha düşüktür. 3. hasat zamanı dikkate alındığında VD1sn8 genotipinde

2014 ve 2015 yılları arasında önemli bir fark yoktur. Palancı genotipi ve VD1sn6 genotipinde 2015 yılı C18:1 oranları 2014 yılındaki değerlerden sırasıyla %1,61 ve %2,28 daha yüksektir. Nusem çeşidinde ise son hasat dönemindeki 2015 yılında elde edilen C18:1 oranı 2014 yılına göre %1,61 daha düşüktür.

Palancı genotipinde 2014 yılında 1. hasat zamanında %35,15 C18:1 oranı 2. hasat zamanında %9,59 artarak %44,74' e ulaşmış ve son hasat döneminde bu değerde önemli bir değişiklik olmamış %44,56 C18:1 oranı tespit edilmiştir. Aynı çeşit için 2015 yılında 1. hasat zamanında %37,72 C18:1 oranı 2. hasat zamanında %7,12 artarak %44,84' e ulaşmış ve bu değer son hasat döneminde %1,33 artarak %46,17 değerine ulaşmıştır. Palancı genotipinde her iki yılda da hasat dönemleri boyunca tam oluma doğru gidildikçe C18:1 oranının arttığı görülmüştür.

VD1sn8 genotipi tüm hasat dönemlerinde en düşük C18:1 oranına sahip çeşit olarak öne çıkmıştır. 2014 yılında 1. hasat döneminde %28,69 olan C18:1 oranı %13,67 artarak 2. hasat zamanında %42,36' ya, 2015 yılında 1. hasat zamanında %35,84 olan C18:1 ise %8,06 artarak 2. hasat zamanında %43,9' ya ulaşmıştır. Bu çeşitte diğer çeşitlerden farklı olarak son hasat zamanında C18:1 oranı 2014 yılında %2,85 azalarak %39,51'e 2015 yılında ise %4,41 azalarak %39,49' a düşmüştür. Murkovic vd. (1996a) çalışmalarında C18:2 ve C18:1 asitleri arasında ($r= 0,984$) korelasyon olduğunu, bu sonucunda C18:2' nin oluşumunun direk C18:1'in dehidrojenasyonu ile gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bahsedilen literatüre dayanılarak, VD1sn8 genotipinde C18:1 oranındaki düşüşe yakın değerlerde C18:2 artışı görüldüğünden, 2. hasat döneminden 3. hasat dönemine geçişte C18:1' in C18:2' ye dönüştüğü düşünülebilir.

VD1sn6 genotipinin 2014 yılında 1. hasat zamanındaki %34,66 C18:1 oranı %10,09 artarak 2. hasat zamanında %44,75 oranına ulaşmıştır. Bu değer 3. hasat zamanına kadar önemli değişikliğe uğramamış ve %44,47 olarak elde edilmiştir. 2015 yılında ise 1. hasat dönemindeki %36,01 C18:1 oranı %7,79 artarak %43,8' e yükselmiş, 3. hasat zamanında yükseliş devam ederek %2,95 artarak %46,75 değerine ulaşmıştır. 2014 yılında değişmeyen 2. ve 3. hasat zamanı C18:1 oranları, 2015 yılında olgunlaşma periyodu boyunca artış göstermiş ve tam olum zamanında en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Nusem çeşidi 1. hasat zamanında 2014 yılında %39,49; 2015 yılında %45,24 C18:1 oranı ile çeşitler arasında ilk sırada yer almıştır. 2. hasat zamanında bu değerler 2014 yılında

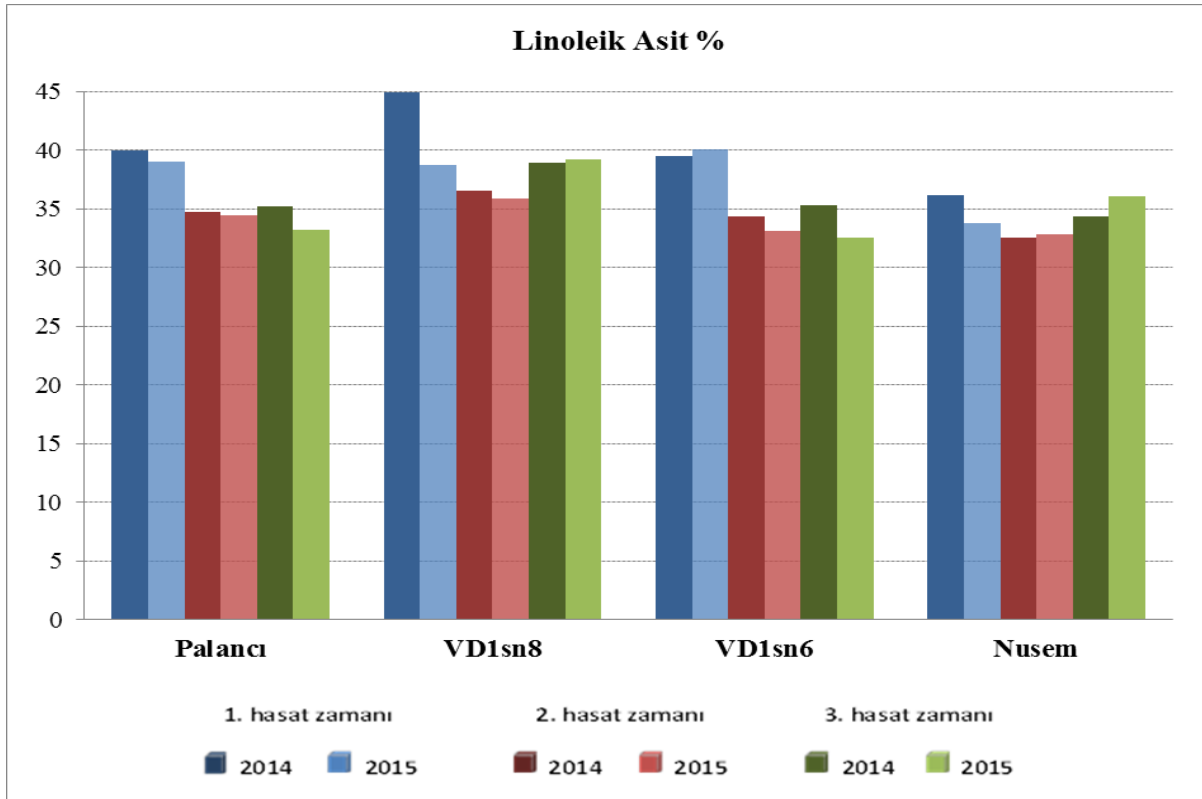
%6,87 artarak %46,36' ya, 2015 yılında %1,39 artarak %46,63'e yükselmiştir. Son hasat zamanında 2014 yılında %0,29 yükselerek %46,95 oranına, 2015 yılında ise %1,29 azalarak %45,34 oranına ulaşmıştır.

Son hasat zamanı olan 3. dönemde 2014-2015 yılları için C18:1 oranları sırasıyla Palancı genotipinde %44,56-46,17; VD1sn8 genotipinde %39,51-39,49; VD1sn6 genotipinde %44,47-46,75; Nussem için ise %46,95-45,34 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 3.2' deki meteorolojik veriler dikkate alındığında çalışmamızda 2015 yılı ortalama sıcaklık değeri 2014 yılına göre 0,74 °C daha yüksek geçmiş ve yağış miktarı da 2014 yılındaki yağış miktarının yarısı olarak kaydedilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde C18:1 oranları 2015 yılında özellikle Palancı ve VDsn6 genotiplerinde 2014 yılına göre daha yüksektir. Nederal vd. (2014) çalışmasında bahsettiği üzere sıcaklıkla oleik asit arasındaki pozitif korelasyonun olması bizim sonuçlarımızı da açıklamaktadır. Murkovic vd. (1996a) C18:1 oluşumunun limitinin kinetik parametrelerle bağlantılı olabileceğini bildirmişlerdir. Çeşitler arasındaki C18:1 oranlarının farklılığının çeşit özelliklerinden kaynaklı olduğu da düşünülmektedir.

Literatür çalışmalarına bakıldığında elde edilen yağların C18:1 oranları; Kırnak vd. (2019) 2015 yılı için %45,3-48,9; 2016 yılı için %39,6-44,5; Badr vd. (2013) %43,8; Nyam vd. (2009) %42,80; Türkmen vd. (2017) %43,43 olarak bildirmişlerdir. Bahsedilen çalışmalarda elde ettiğimiz sonuçlarla benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Ancak C18:2 oranı baskın olan yağ çeşitlerinin C18:1 oranları, Srbinoska vd. (2012) %36,77, Murkovic vd. (1996a) %21,0-46,9; Younis vd. (2000) %28,2-34,0; Nawirska-Olszanska vd. (2013) %31,3-31,7; Meru vd. (2018) %23,84- 39,07; Popa vd. (2010) %28,65 olarak bildirilmiştir. Bu sonuçların bizim elde ettiğimiz oleik asit oranlarından düşük olması baskın yağ asitlerinin linoleik asit olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

4.2.3.4. Linoleik asit

Şekil 4.8’ de tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait C18:2 oranlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir. İlgili grafik incelendiğinde tüm çeşitler ve hasat dönemleri için en yüksek C18:2 oranları VD1sn8 genotipinde elde edilmiştir. Genel olarak hasat dönemleri boyunca C18:2 değişimleri dikkate alındığında Palancı genotipi, VD1sn6 genotipi ve Nussem arasında benzerlik olduğu görülmektedir. VD1sn8 genotipi ise diğer çeşitlerden ayrılmaktadır. Tüm çeşitler için 1. hasat dönemindeki C18:2 oranları 2. hasat döneminde düşmüş, 3. hasat döneminde az miktarda yükselmiştir.



Şekil 4. 8. Hasat dönemleri boyunca linoleik asit oranlarında meydana gelen değişimler (%)

1. hasat zamanında elde edilen C18:2 verileri incelendiğinde Palancı genotipi, VD1sn8 genotipi ve Nussem için 2014 yılında elde edilen C18:2 oranları 2015 yılındaki verilerden daha yüksektir. Bu değerler; Palancı genotipinde %0,91; VD1sn8 genotipinde %6,14; Nussem çeşidinde ise %2,37 olarak tespit edilmiştir. Diğer çeşitlerden farklı olarak VD1sn6 genotipinde ise 2015 yılında elde edilen C18:2 oranları 2014 yılındakinden %0,57 daha yüksektir. 2. hasat döneminde 2014 yılında elde edilen C18:2 oranı 2015 yılındaki C18:2

oranlarına göre; Palancı için %0,22; VD1sn8 için %0,71; VD1sn6 için %1,24 daha yüksek; Nusem için ise %0,27 daha düşüktür. 3. hasat zamanı olan son hasat döneminde 2014 yılındaki C18:2 oranları 2015 yılındaki oranlara göre Palancı genotipi için %2; VD1sn6 genotipi için %2,78 daha yüksektir. VD1sn8 genotipinin son hasat zamanı dikkate alındığında 2014 ve 2015 yılları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Tüm çeşitlerden farklı olarak Nusem çeşidinin 2015 yılındaki C18:2 oranı 2014 yılındakine göre %1,7 daha yüksektir.

Palancı genotipinde 2014 yılında 1. hasat zamanında %39,98 C18:2 oranı 2. hasat zamanında %5,25 azalarak %34,73' e düşmüş ve son hasat döneminde bu değerde önemli bir değişiklik olmamakla birlikte %0,46 artarak %35,19 olarak bulunmuştur. Aynı çeşit için 2015 yılında 1. hasat zamanında %39,07 C18:2 oranı, 2. hasat zamanında %4,56 azalarak %34,51' e düşmüş ve bu değer son hasat döneminde %1,32 azalarak %33,19 sonucu elde edilmiştir. Palancı genotipi için her iki yılda da olgunlaşma dönemi boyunca C18:2 oranının azaldığı tespit edilmiştir.

VD1sn8 genotipi tüm hasat dönemlerinde en yüksek C18:2 oranına sahip çeşit olarak öne çıkmıştır. 2014 yılında 1. hasat döneminde %44,91 olan C18:2 değeri %8,33 azalarak 2. hasat zamanında %36,58' e, 2015 yılında 1. hasat zamanında %38,77 olan C18:2 ise %2,90 azalarak 2. hasat zamanında %35,87' ye düşmüştür. Bu çeşitte son hasat zamanında C18:2 oranı 2014 yılında %2,39 artarak %38,97'ye 2015 yılında ise %3,39 artarak %39,26' ya ulaşmıştır. VD1sn8 genotipinin son hasat zamanında ulaştığı bu linoleik asit değerleri diğer çeşitler arasındaki en yüksek linoleik asit miktarıdır. Genel olarak her iki yılda da VD1sn8 genotipi için başlangıçta yüksek olan C18:2 oranları olgunlaşma periyodunun ortalarına azalmış tam olum döneminde tekrar yükselmiştir.

VD1sn6 genotipinin 2014 yılında 1. hasat zamanındaki %39,52 C18:2 oranı %5,17 azalarak 2. hasat zamanında %34,35' e düşmüştür. Bu değer 3. hasat zamanına kadar %1 artarak %35,35' e ulaşmıştır. 2015 yılında ise 1. hasat dönemindeki %40,09 linoleik asit oranı %6,98 azalarak %33,11' e düşmüş, 3. hasat zamanında %0,57 azalarak %32,57 değerine ulaşmıştır. VD1sn6 genotipi için her iki yılda da olgunlaşma dönemi boyunca tam oluma gidildikçe, Palancı genotipine benzer şekilde C18:2 oranının azaldığı tespit edilmiştir.

Nusem için 1. hasat zamanında 2014 yılında %36,16; 2015 yılındaki %33,79 olan C18:2 oranları, 2. hasat zamanında 2014 yılında %3,59 azalarak %32,57' ye, 2015 yılında

%0,95 azalarak %32,84'e düşmüştür. Son hasat zamanında 2014 yılında %1,83 yükselerek %34,4 oranına, 2015 yılında ise %3,26 yükselerek %36,1 oranına ulaşmıştır. Genel olarak her iki yılda da Nusem çeşidi için başlangıçta yüksek olan C18:2 oranları olgunlaşma periyodunun ortalarına azalmış tam olum döneminde tekrar yükselerek VD1sn8 genotipiyle benzerlik göstermiştir.

Son hasat zamanı olan 3. dönemde 2014-2015 yılları için C18:2 oranı sırasıyla Palancı genotipinde %35,19-33,19; VD1sn8 genotipinde %38,97-39,26; VD1sn6 genotipinde %35,35-32,57; Nusem için ise %34,40-36,10 olarak tespit edilmiştir.

Literatür çalışmalarına bakıldığında elde edilen yağların C18:2 oranları; Kırnak vd. (2019) 2015 yılında %33,00-34,35; 2016 yılında ise %32,40-35,00; Badr vd. (2013) %31,10; Kim vd.(2012) %36,40; Ardabili vd. (2011) %39,84; Türkmen vd. (2017) %37,62; Nyam vd. (2009) %30,40 olarak bildirilmiştir. Bahsedilen literatürlerde de çalışmamızda olduğu gibi baskın yağ asidi C18:1 olduğundan, C18:2 oranları elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir. Nederal vd. (2014) çalışmalarında C18:2 oranını %40,14-55,33 olarak bildirmişler ve hava sıcaklığı ile C18:2 ($r = -0,983$) arasında ise negatif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. C18:2' nin baskın olduğu çeşitlerin C18:2 oranlarını; Srbinoska vd. (2012) %41,42, Popa vd. (2010) %49,62, Tsaknis vd. (1997) %42,10, Meru vd. (2018) %41,13, Nawirska–Olszanska vd. (2013) %46,9-47, Younis vd. (2000) %43,0-53,0 olarak bildirmişlerdir. Literatürdeki linoleik asit oranlarında görülen bu değişimlerin öncelikle kabak çekirdeklerinin çeşidine, yetiştirildiği lokasyona, iklim koşullarına, toprak yapısına, tozlaşmaya ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak değişiklik gösterebileceği söylenebilir (Baydar ve Turgut, 1999; Baydar, 2017).

4.2.4. Tokoferol Kompozisyonu

Çizelge 4.9 ve 4.10’ da 2014 ve 2015 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinin 3 farklı hasat dönemindeki tokoferol kompozisyonları gösterilmiştir. Tüm hasat dönemlerinde, tüm kabak çekirdeği çeşitleri için baskın tokoferolün γ -tokoferol olduğu sonuçlarda görülmektedir. 2014 ve 2015 yılında son hasat dönemindeki γ -tokoferol miktarları toplam tokoferolün sırasıyla %99,98-84,95’ini ve %86,91-89,86’sını oluşturmaktadır. Tüm kabak çekirdeği çeşitlerinde olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonunun değiştiği, olgunlaşmanın tokoferol çeşitleri ve miktarları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4. 9. 2014 yılında hasat dönemleri boyunca kabak çekirdeği çeşitlerinin tokoferol kompozisyonları

| Yıl | Çeşit | Hasat | Tokoferol kompozisyonu (mg/kg) | | | Toplam tokoferol |
|------|----------|-------|--------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| | | | α -tokoferol | γ -tokoferol | δ - tokoferol | |
| 2014 | Palancı | 1 | 689,61±0,0 Aa | 1004,8±2,16 Ab | 21,27±1,46 Aa | 1715,72±1,1 Aa |
| | | 2 | 45,61±2,2 Bc | 504,3±22,30 Bb | 15,33±1,86 Ba | 565,24±37,2 Bb |
| | | 3 | 0 Ca | 22,015±0,49 Cd | 0 Cc | 22,02±0,7 Cd |
| | VD1 sn.8 | 1 | 550,88±3,84 Ab | 1101,8±25,3 Ab | 20,65±0,08 Aa | 1673,37±41 Ab |
| | | 2 | 49,52±0,99 Bb | 568,16±3,38 Ba | 6,40±0,50 Bc | 624,07±4,1 Ba |
| | | 3 | 0 Ca | 73,38±1,28 Cc | 5,23±0,43 Bb | 78,6±1,2 Cc |
| | VD1 sn.6 | 1 | 398,95±2,03 Ad | 1144,7±8,61 Aa | 20,50±0,25 Aa | 1564,17±14,7 Ac |
| | | 2 | 48,64±1,22 Bbc | 482,58±5,69 Bb | 10,90±0,01 Bb | 542,11±9,6 Bb |
| | | 3 | 0 Ca | 151,39±1,29 Cb | 6,41±0,14 Cb | 157,8±2,0 Cb |
| | Nusem | 1 | 449,88±0,41 Ac | 574,25±1,91 Ac | 0 Bb | 1024,13±2,1 Ad |
| | | 2 | 55,95±0,37 Ba | 397,34±2,05 Bc | 0 Bd | 397,34±2,9 Cc |
| | | 3 | 0 Ca | 373,67±5,11 Ba | 10,25±0,71 Aa | 439,86±7,7 Ba |

Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

Çizelge 4. 10. 2015 yılında hasat dönemleri boyunca kabak çekirdeği çeşitlerinin tokoferol kompozisyonları

| Yıl | Çeşit | Hasat | Tokoferol kompozisyonu (mg/kg) | | | Toplam tokoferol |
|------|----------|-------|--------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| | | | α -tokoferol | γ -tokoferol | δ - tokoferol | |
| 2015 | Palancı | 1 | 190,92±1,52 Ab | 773,5±0,99 Ac | 18,54±0,17 Ac | 982,95±3,78 Ab |
| | | 2 | 61,00±0,32 Cd | 771,44±6,84 Ab | 18,69±0,47 Ab | 851,12±10,79 Bb |
| | | 3 | 84,85±0,98 Bc | 658,27±0,86 Bd | 14,33±0,26 Bb | 757,44±0,5 Cd |
| | VD1 sn.8 | 1 | 155,04±0,49 Ac | 991,76±2,03 Aa | 25,23±0,35 Aa | 1172,02±1,7 Aa |
| | | 2 | 87,79±0,28 Ba | 840,95±1,64 Ca | 16,22±1,39 Cc | 944,95±0,7 Ca |
| | | 3 | 89,08±0,12 Bb | 960,10±7,73 Ba | 19,28±1,21 Ba | 1068,46±9,39 Ba |
| | VD1 sn.6 | 1 | 104,14±0,22 Ad | 827,96±3,47 Ab | 20,68±0,40 Bb | 952,78±4,6 Ac |
| | | 2 | 75,38±0,56 Cb | 768,1±12,5 Bb | 24,04±0,57 Aa | 867,55±19,2 Bb |
| | | 3 | 99,23±0,07 Ba | 826,09±6,79 Ab | 20,59±0,46 Ba | 945,90±9,1 Ab |
| | Nusem | 1 | 216,00±1,92 Aa | 561,64±1,92 Bd | 0 Bd | 777,63±5,4 Bd |
| | | 2 | 69,67±2,37 Cc | 523,64±3,92 Cc | 0 Bd | 593,31±8,9 Cc |
| | | 3 | 97,47±0,37 Ba | 738,44±1,32 Ac | 10,89±0,63 Ac | 846,79±1,5 Ac |

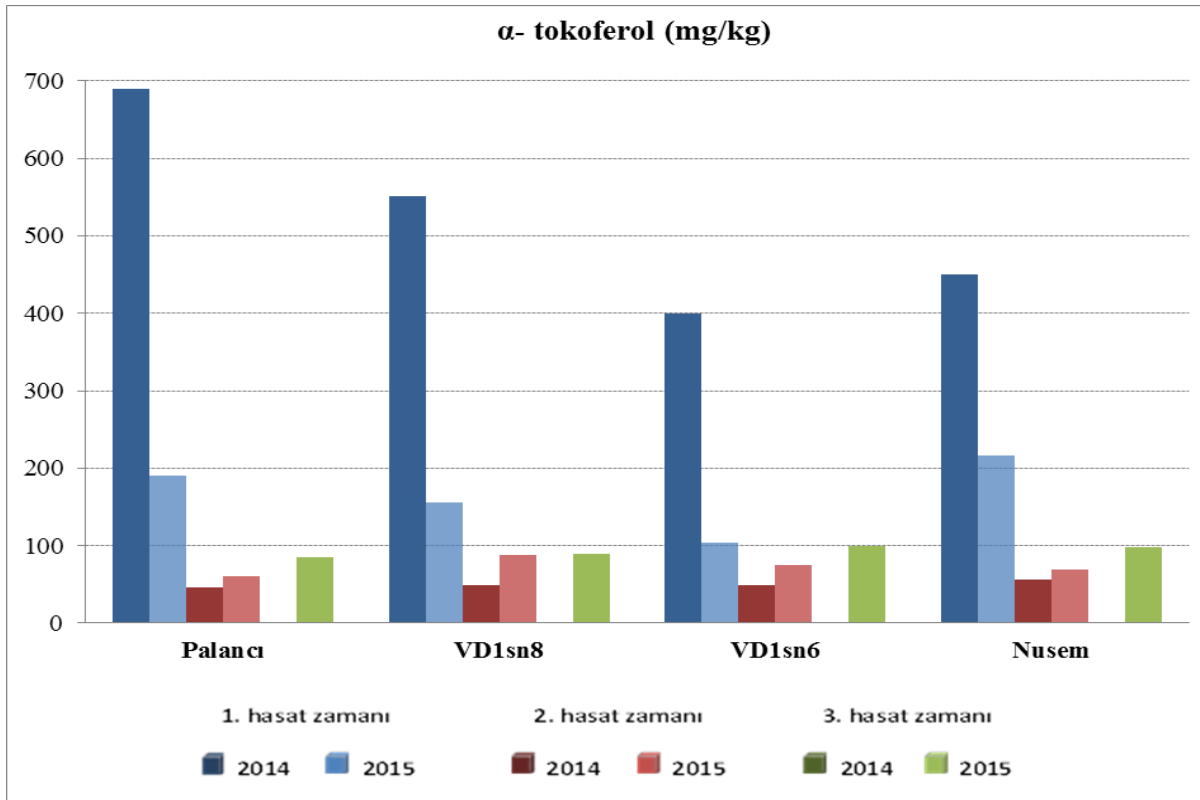
Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında baskın tokoferol izomerinin γ -tokoferol olduğu, bulunduğu miktar olarak da Styrian kabak çekirdeği yağlarına benzediği görülmektedir. Literatür incelendiğinde çeşitlere göre tokoferol kompozisyonunda bulunan izomerlerin çok değişmediği ancak miktar olarak farklılıkların olduğu görülmektedir. Srbinoska vd. (2012) yılında *C.pepo* kabak çekirdeği yağının α -tokoferol miktarını 38,59 mg/kg; γ -tokoferol miktarlarını ise 115,20 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Rabrenovic vd. (2014) kabuklarıyla soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarında iki farklı çeşit için 47,2-26,1 mg/kg α -tokoferol, 299,2-345,1 mg/kg γ -tokoferol, 33,9-104,4 mg/kg δ -tokoferol miktarları tespit edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada, 6 farklı *C.pepo* kabak çekirdeği yağlarının α -tokoferol miktarları 9,7-65,2 mg/kg; γ -tokoferol miktarları 155-338 mg/kg; δ -tokoferol miktarları ise 14,4-67,3 mg/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir (Nawirska-Olszanska vd., 2013). Özel kabuksuz bir çeşit olan Styrian kabak çekirdeği yağlarında yapılan çalışmalar sonucunda ise γ -tokoferolün baskın tokoferol çeşidi olduğu, 800 mg/kg

miktarlarına ulaşabildiği, α -tokoferol miktarlarının ise 18-282 mg/kg aralığında olduğu; δ -tokoferolün ise yağda bulunduğu ancak az miktarda olduğu için tespit edilemediği bildirilmiştir (Fruhirth ve Hermetter, 2008).

4.2.4.1. α -tokoferol

Şekil 4.9’ da tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait α -tokoferol miktarlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 9. Hasat dönemleri boyunca α -tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler (mg/kg)

2014 yılına ait α -tokoferol miktarları incelendiğinde; tüm çeşitler için 1. hasat döneminde yüksek olan değerlerin (398,95-689,61 mg/kg) 2. hasat döneminde ciddi oranda düştüğü (45,61-55,95 mg/kg) son hasat döneminde ise α -tokoferolün tüm çeşitlerde tespit edilmediği görülmüştür. 2015 yılında ise. 1. hasat dönemindeki değerlerin (1104,14-216 mg/kg) 2. hasat döneminde düştüğü (61-87,79 mg/kg) son hasat döneminde ise yükseldiği (84,85-99,23 mg/kg) görülmüştür. 2014 ve 2015 yılı hasat dönemlerinde elde edilen α -tokoferol miktarlarına genel olarak bakıldığında önemli farklılık olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). 2014 yılının 1. hasat döneminde elde edilen sonuçlar 2015 yılından oldukça yüksek

olmasına rağmen, son hasat döneminde α -tokoferol tespit edilememiştir. 2015 yılında 2. ve 3. hasat döneminde elde edilen α -tokoferol miktarları tüm çeşitler için 2014 yılından yüksek çıkmıştır.

Palancı genotipine ait kabak çekirdeği yağının α -tokoferol miktarı 2015 yılında diğer çeşitler arasında en düşük miktar olarak göze çarpmaktadır. En yüksek α -tokoferol miktarı ise VD1sn6 genotipinde 2015 yılında elde edilmiştir. Ayrıca 1. hasat döneminde diğer çeşitler arasında en az miktarda α -tokoferol içeren VD1sn6 genotipinin α -tokoferol miktarı diğer çeşitlere göre daha az miktarda azalarak, 3. hasat döneminde çeşitler arasındaki en yüksek değeri oluşturmuştur. Nusem çeşidi ile VD1sn6 genotipine ait kabak çekirdeği yağlarının son hasat dönemindeki α - tokoferol miktarlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Murkovic vd. (1996b) 400 tane ekim hattından seçtikleri 100 tane *Cucurbita pepo* L. convar. citrullina var styriaca hattının tokoferol içeriklerini incelemiştir. Bu 100 hattın 1 tanesinde α -tokoferol tespit edilmemiş, 17 hatta 12-19 mg/ kg α -tokoferol, 4 hatta ise α -tokoferol miktarları 70, 75, 81 ve 91 mg/kg olarak 2015 yılında son hasat döneminde elde ettiğimiz değerlerle benzer sonuçlar verilmiştir. Bunlar dışında α -tokoferol miktarları 48 hatta 20-39 mg/kg arasında, 29 hatta ise 40-64 mg/ kg arasında değişmektedir. Bu çalışmada elde edilen değerler aynı çeşit, lokasyon, iklim şartları, toprak yapısı gibi tokoferol miktarına etkisi düşünülen tüm faktörlerin aynı olmasına rağmen kabak çekirdeklerinin α -tokoferol miktarlarının oldukça değişken değerlerde olabildiğini göstermektedir. Bu çalışma sonuçları bizim çalışmamızdaki sonuçları da desteklemektedir.

Literatürde *C.pepo* kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonu değişiminin incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak bir çalışmada *C. maschata* kabak çekirdeklerinin büyüme evresindeki tokoferol değişimi incelenmiştir. Çiçeklenmeden sonraki 30. günde 894,5 mg/kg olan α -tokoferol miktarı, 60. günde azalarak 75,8 mg/kg değerine, sonrasında azalmaya devam ederek 90. günde ise 20,0 mg/kg değerine düşmüştür (Petkova ve Antova, 2015). Bahsedilen çalışmada elde edilen sonuçlarla çalışmamızın özellikle 2014 yılında elde edilen verilerinin paralel olduğu görülmektedir.

Dong vd. (2007)' de yapmış olduğu çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonunun değişimini incelemiş aynı zamanda sıcaklık değişikliklerinin etkilerini saptamışlardır. Tohum oluşumundan sonraki 12. günden 33. güne

kadar toplam tokoferol miktarı lineer olarak artmış, 33. günden itibaren ise sabit kalmıştır. Olgunlaşma periyodu boyunca ayçiçeği tohumlarındaki α -tokoferol miktarlarındaki değişimde toplam tokoferol değişimine benzerlik göstermiştir. Ayçiçeği tohumu oluşumundan itibaren 12-33. günler arası tohumda tokoferol birikiminin gerçekleştiği periyot olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca farklı gün aralıklarında 35, 37 ve 40 °C sıcaklığın tokoferollere etkisi incelenmiştir. Bu amaçla olgunlaşma periyodu boyunca tohum oluşumunun 12.-19. günleri arasında; 19.-26. günleri arasında ve 26.-33. günleri arasında bahsedilen sıcaklık değerleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Her 3 periyotta da uygulanan 35 °C' den yüksek sıcaklıklar ayçiçeği tohumlarının toplam tokoferol, α -tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol miktarlarında azalmaya neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda ayçiçek tohumunda en yüksek tokoferol miktarlarının oluşması için, tohum oluşumunun 19.-26. günleri arasında 35 °C sıcaklık uygulamasının yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir.

Horvath vd. (2006) üzüm (*Vitis vinifera*) meyvesinin çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonundaki değişimi incelemişlerdir. En yüksek toplam tokoferol miktarının çekirdeklerin oluşumunun başlangıcında gözlendiğini sonrasında azalarak olgunlaşmanın 30-60. günleri arasında sabitlendiğini, sonrasında 80. güne kadar hızlı bir düşüş yaşayarak, 80-120 gün aralığında başlangıç toplam tokoferol miktarının %25' i olacak şekilde sabitlendiğini bildirmişlerdir. Çalışmada baskın tokoferol izomeri olan α -tokoferolün toplam tokoferolle aynı davranışı sergilediğini bildirmişlerdir.

Diğer çalışmalardaki veriler kabak çekirdeği yağlarının son hasat dönemindeki α -tokoferol miktarlarını içermektedir. 2014 yılındaki son hasat dönemine ait α -tokoferol miktarları tespit edilemediğinden aşağıda bahsedilen literatür verileri ile karşılaştırılmamıştır. Ancak 2014 yılının 2. hasat zamanında elde edilen α - tokoferol miktarları (45,61-55,95 mg/kg); Younis vd. (2000), Murkovic vd. (2004), Nakic- Nederal vd. (2006), Srbinska vd. (2012), Nederal vd. (2012), Kim vd. (2012), Rabrenovic vd. (2014)' dan yüksek; Murkovic ve Pfannhauser (2000), Stevenson vd. (2007), Nawirska-Olszanska vd. (2013), Fruhwirth ve Hermetter, (2008) ile benzer, Gemrot vd. (2006) ve Nyam vd. (2009)' den düşük sonuçlar olduğu görülmektedir.

2015 yılının son hasat α -tokoferol miktarları (84,85-99,23 mg/kg) literatürle karşılaştırıldığında; Younis vd. (2000), Murkovic vd. (2004), Nakic- Nederal vd. (2006), Gemrot vd. (2006), Stevenson vd. (2007), Srbinska vd. (2012), Nederal vd. (2012), Kim vd.

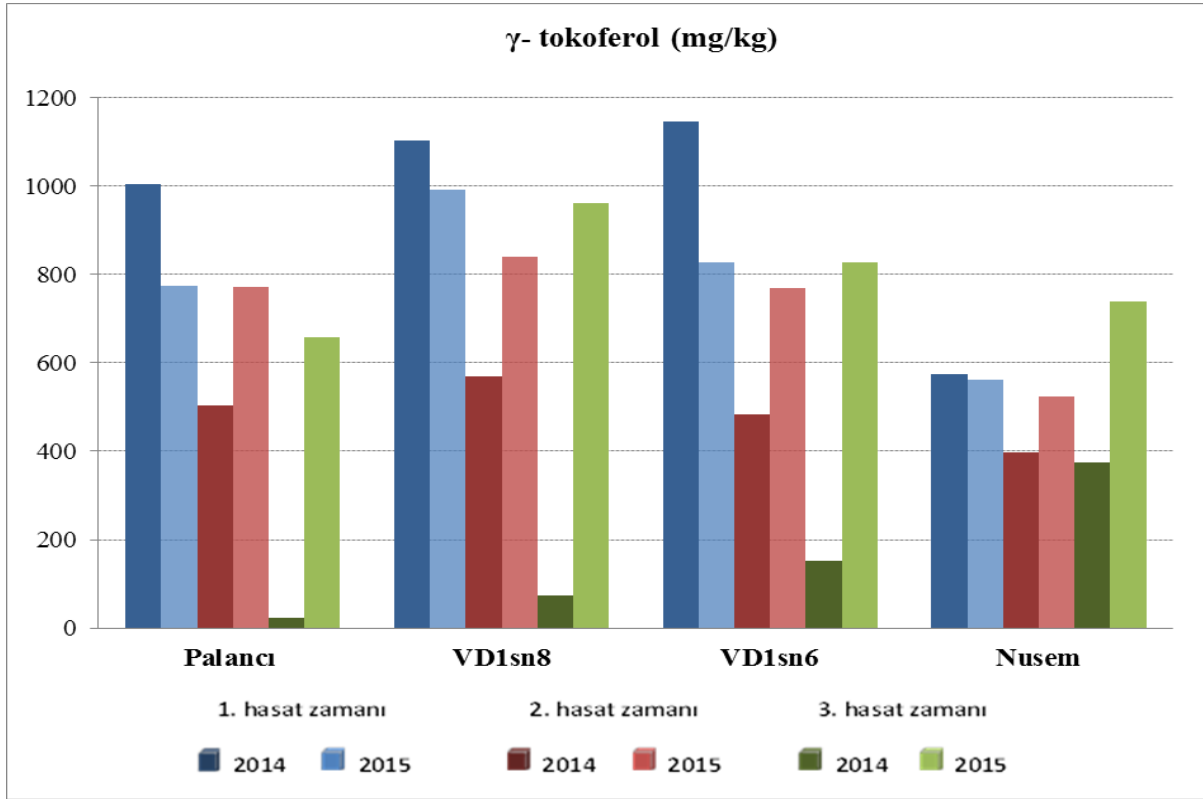
(2012), Rabrenovic vd. (2014), Nawirska-Olszanska vd. (2013)' dan yüksek, Murkovic ve Pfannhauser (2000), Fruhwirth ve Hermetter (2008) ile benzer, Nyam vd. (2009)' den düşük değerler elde edildiği görülmüştür.

Bahsedilen literatür verilerinin ışığında tohumlarda bulunan α -tokoferol miktarının olgunlaşma periyodu boyunca değişimi bitkinin çeşit ve genetik özelliklerine, yetiştirilme koşulları olan iklim verileri, tarımsal uygulamalar, lokasyon, kuraklık, ışık stresi, besin stresi gibi birçok faktöre bağlıdır. Kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol miktarındaki değişimlerin doğru incelenebilmesi için tüm bahsedilen parametrelerin dikkate alınması ve aynı zamanda bitkideki tokoferol sentezinin yapısının aydınlatılması gerekmektedir.

4.2.4.2. γ -tokoferol

Şekil 4.10' da tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait γ -tokoferol miktarlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir.

2014 yılı en yüksek γ -tokoferol miktarının 1144,7 mg/kg değeri ile VD1sn6 genotipinin ilk hasat zamanında olduğu görülmektedir. Diğer yüksek γ -tokoferol miktarları ise sırasıyla; VD1sn8 ve Palancı genotiplerinin 1. hasat döneminde elde edilmiştir. 1. hasat döneminde çeşitler içerisinde 574,25 mg/kg ile en düşük miktarda γ -tokoferol içeren Nusem kabak çekirdeği yağı olmuştur. Palancı, VD1sn8 ve VD1sn6 genotipleri için γ -tokoferol miktarları 2. hasat döneminde sırasıyla %49,81, %48,43 ve %57,84 azalırken, 3. dönemde de sırasıyla %95,63, %87,08 ve %68,63 oranında azalmaya devam etmiştir. Nusem eidinde ise 1. hasat dönemi γ -tokoferol miktarı diğer çeşitlerin yarısı kadar tespit edilmiş, 2. hasat döneminde %30,81 azalmış, 3. hasat döneminde ise %5,96 azalmıştır. Olgunlaşma periyodu boyunca γ -tokoferoldeki dn en az gözlendiği çeşit Nusem olmuştur.



Şekil 4. 10. Hasat dönemleri boyunca γ -tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler (mg/kg)

2015 yılı en yüksek γ -tokoferol miktarları 1. ve 2. hasat döneminde VD1sn8 genotipi için tespit edilmiş, bu çeşidi yüksekten düşüğe doğru sırasıyla VD1sn6, Palancı ve Nusem izlemiştir. 3. hasat döneminde ise Nusem çeşidinin γ -tokoferol miktarı yükselmiş ve Palancı genotipinden daha yüksek bulunmuştur. Nusem hariç diğer tüm çeşitler için en yüksek γ -tokoferol miktarları 1. hasat döneminde elde edilirken, γ -tokoferol miktarları 2. hasat döneminde belli miktar azalmıştır. Palancı genotipine ait kabak çekirdeği yağları hariç diğer tüm çeşitlerin yağlarında γ -tokoferol miktarları 2. hasat döneminden 3. hasat dönemine geçerken belli oranda artmış, yalnızca Palancı genotipi için bu dönemde azalma görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre 1. ve 3. hasat dönemindeki γ -tokoferol miktarlarındaki oransal değişim incelendiğinde; Palancı genotipi için 773,5 mg/kg γ -tokoferol %14,89 azalarak 658,27 mg/kg'a; VD1sn8 genotipi için 991,76 mg/kg γ -tokoferol %3,19 azalarak 960,1 mg/kg'a; VD1sn6 genotipi için 827,96 mg/kg γ -tokoferol %0,23 azalarak 826,09 mg/kg'a; Nusem için ise 561,64 mg/kg γ -tokoferol %31,48 oranında artarak 738,44 mg/kg' a değişmiştir.

Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde 2014 yılında tüm çeşitlere ait kabak çekirdeği yağlarında bulunan γ -tokoferol miktarları olgunlaşma periyodu boyunca azalmıştır. γ -tokoferol miktarındaki azalışın en az olduğu çeşit Nusem çeşidinde olmuştur. 2015 yılı sonuçları değerlendirildiğinde; olgunlaşma periyodu boyunca Nusem hariç tüm çeşitlerde γ -tokoferol miktarları azalırken, Nusem çeşidinde olgunlaşma periyodu boyunca γ -tokoferol miktarı artmıştır.

Son hasat döneminde 2014 yılında tüm çeşitlerden elde edilen kabak çekirdeği yağlarının γ -tokoferol miktarları 2015 yılından oldukça düşük seyretmiştir. 2014 yılındaki en yüksek γ -tokoferol Nusem tohumunda elde edilmiş, onu takiben 2. sırada ise Nusem çeşidin yaklaşık yarısı oranında γ -tokoferol içeren VD1sn6 genotipi gelmektedir. 2014 yılında özellikle Palancı genotipi ve VD1sn8 genotipinin γ -tokoferol miktarları oldukça düşüktür. 2015 yılının en yüksek γ -tokoferol değeri VD1sn8 genotipinde gözlenirken, sırasıyla VD1sn6, Nusem ve Palancı bu genotipi takip etmektedir.

Murkovic vd. (1996) 100 tane *Cucurbita pepo* L. convar. citrullina var styriaca hattının tokoferol içeriklerini incelemiş ve γ - tokoferol miktarlarını 41-620 mg/kg arasında bulmuşlardır. Bu 100 hattın 13 tanesinde γ - tokoferol 41-97 mg/kg bulunmuş, 28 hat 100-190 mg/kg olarak, 29 hat 200-290 mg/kg olarak, 21 hat 300-380 mg/kg aralığında, 3 hat 410-460 mg/kg, 3 hat 560-590 mg/kg, 2 hat ise 610 ve 620 mg/kg γ -tokoferol tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler aynı çeşide ait olsada kabak çekirdeklerinin γ -tokoferol miktarlarının oldukça değişken olduğunu göstermektedir. Bu çalışma sonuçları bizim çalışmamızdaki sonuçları da desteklemekle birlikte 2015 yılında elde ettiğimiz γ - tokoferol değerleri bu sonuçlardan yüksektir.

Bitkilerin büyüme dönemlerinde tokoferol biyosentezi; yüksek ışık yoğunluğu, kuraklık, yüksek tuzluluk, ağır metaller ve sıcaklık düşüşlerine bağlı farklı stres kaynaklarından etkilenmektedir. Bu değişikliklerin fotosentez yapan tüm organizmalarda (bitkiler ve ökaryotik algler) farklı şekilde gerçekleştiği, her organizmadaki tokoferol sentez mekanizmasının aydınlatılarak stres kaynaklarına karşı tokoferollerin değişiminin incelenmesinin gerekliliği öne çıkarılmıştır. (Lushchak ve Semchuk, 2012).

Dong vd. (2007)' de yapmış olduğu çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonunun değişimini incelemiş aynı zamanda sıcaklık değişikliklerinin etkilerini saptamışlardır. Ayçiçeği tohumu oluşumundan itibaren 12-33.

günler arası tohumda tokoferol birikiminin gerçekleştiği periyot olarak tespit edilmiştir. Ayçiçeği tohumundaki γ -tokoferol miktarı 12-33. gün aralığında artmış, 33. günden sonra belli oranda azalmıştır. Aynı çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca farklı gün aralıklarında 35, 37 ve 40 °C sıcaklığın tokoferollere etkisi incelenmiştir. Bu amaçla olgunlaşma periyodu boyunca tohum oluşumunun 12.-19. günleri arasında; 19.-26. günleri arasında ve 26.-33. günleri arasında bahsedilen sıcaklık değerleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Her 3 periyotta da uygulanan 35 °C' den yüksek sıcaklıklar ayçiçeği tohumlarının toplam tokoferol, α -tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol miktarlarında azalmaya neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda ayçiçek tohumunda en yüksek tokoferol miktarlarının oluşması için, tohum oluşumunun 19.-26. günleri arasında 35 °C sıcaklık uygulamasının yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir.

Horvath vd. (2006) üzüm (*Vitis vinifera*) meyvesinin çekirdeklerinde az miktarda bulunan γ - ve δ -tokoferoller, çekirdek oluşumunun başlangıcında en yüksek değerleri almış, olgunlaşma periyodunun 30. gününe kadar giderek azalmış ve tohumda tespit edilememişlerdir.

Literatürde *C.pepo* kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonu değişiminin incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak bir çalışmada *C. maschata* kabak çekirdeklerinin büyüme evresindeki tokoferol değişimi incelenmiştir. Çiçeklenmeden sonraki 30. günde 944,7 mg/kg olan γ -tokoferol miktarı, 60. günde azalarak 383,5 mg/kg değerine, 90. günde ise 453,7 mg/kg değerine artmıştır (Petkova ve Antova, 2015). Bahsedilen çalışmada olgunlaşma periyodu boyunca gerçekleşen γ -tokoferol miktarı değişiminin; çalışmamızın özellikle 2015 yılında elde edilen VD1sn8, VD1sn6 genotipleri ve Nussem çeşidinde gözlenen değişimlerle paralel olduğu görülmektedir. Diğer çalışmalardaki veriler kabak çekirdeği yağlarının son hasat dönemindeki γ -tokoferol miktarlarını içermektedir. Bu verilerle karşılaştırıldığında 2014 yılındaki γ -tokoferol miktarlarının (22,02-373,67 mg/kg); Murkovic ve Pfannhauser (2000), Nakic- Nederal vd. (2006), Gemrot vd. (2006), Fruhwirth ve Hermetter, (2008), Nederal vd. (2012), Nyam vd. (2009)' den düşük; Murkovic vd. (2004), Stevenson vd. (2007), Srbinoska vd. (2012), Procida vd. (2012), Kim vd. (2012), Rabrenovic vd. (2014), Nawirska-Olszanska vd. (2013) bildirdiği sonuçlarla benzer sonuçlar olduğu görülmektedir.

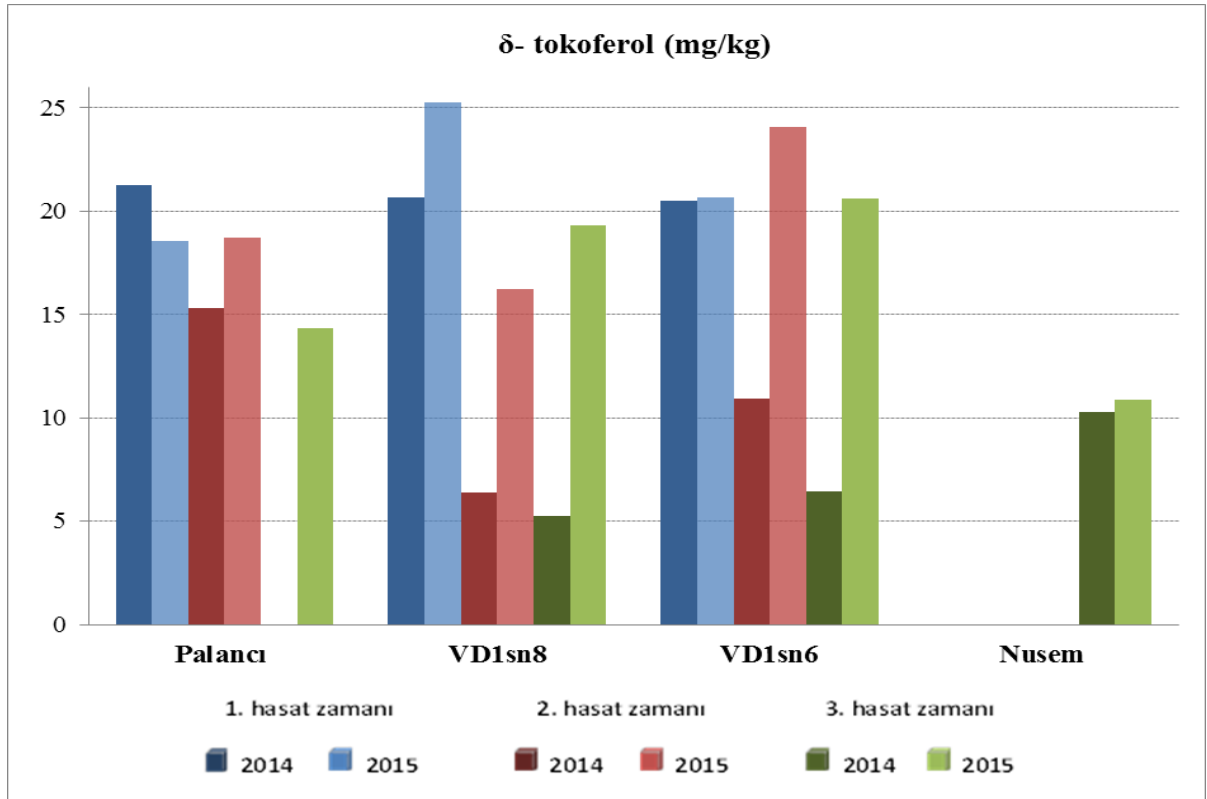
2015 yılının son hasat γ -tokoferol miktarları (658,27-960,10 mg/kg) literatürle karşılaştırıldığında; Murkovic ve Pfannhauser (2000), Murkovic vd. (2004), Stevenson vd. (2007), Srbinoska vd. (2012), Kim vd. (2012), Rabrenovic vd. (2014), Nawirska-Olszanska vd. (2013)' dan yüksek; Fruhwirth ve Hermetter (2008), Nakic- Nederal vd. (2006), Gemrot vd. (2006), Procida vd. (2012), Nederal vd. (2012), Nyam vd. (2009), Aktaş vd. (2018a)' le benzer değerler elde edildiği görülmüştür.

Bahsedilen literatür verilerinin ışığında tohumlarda bulunan γ -tokoferol miktarının olgunlaşma periyodu boyunca değişimi bitkinin çeşit ve genetik özelliklerine, yetiştirilme koşulları olan iklim verileri, tarımsal uygulamalar, lokasyon, kuraklık, ışık stresi, besin stresi gibi birçok faktöre bağlıdır. Kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol miktarındaki değişimlerin doğru incelenebilmesi için tüm bahsedilen parametrelerin dikkate alınması ve aynı zamanda bitkideki tokoferol sentezinin yapısının aydınlatılması gerekmektedir.

4.2.4.3. δ -tokoferol

Şekil 4.11' de tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait δ -tokoferol miktarlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir.

2014 yılı farklı kabak çekirdeği yağlarının hasat dönemlerindeki δ -tokoferol değerleri için 1. hasat dönemi incelendiğinde Palancı, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerine ait kabak çekirdeği yağlarının birbirlerine yakın oranda δ -tokoferol içerdiği grafikten gözlenmektedir. Bu durumdan farklı olarak 1. ve 2. hasat döneminde Nusem çeşidinde δ -tokoferol bulunmadığı görülmektedir. Palancı genotipine ait kabak çekirdeği yağının δ -tokoferol miktarı 1. dönemden 2. döneme kadar %27,93 azalırken; 3. dönemde ise tespit edilmemiştir. VD1sn8 genotipine ait kabak çekirdeği yağının 1. hasat dönemindeki 20,65 mg/kg olan δ -tokoferol miktarı 2. hasat döneminde %69,00 oranında azalarak 6,40 mg/kg değerine düşmüş, 3. hasat dönemine kadar %18,28 azalarak 5,23 mg/kg değerine düşmüştür. VD1sn6 genotipine ait kabak çekirdeği yağının 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine kadar δ -tokoferol miktarı %46,83 oranında azalmış; 2. hasat döneminden 3. hasat dönemine kadar ise %41,19 azalmıştır. Diğer çeşitlerden farklı olarak Nusem çeşidinde ilk iki hasat döneminde hiç bulunmayan δ -tokoferol, 3. hasat döneminde 10,25 mg/kg değerinde bulunmuştur.



Şekil 4. 11. Hasat dönemleri boyunca δ -tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler (mg/kg)

2015 yılı hasat dönemlerine göre δ -tokoferol miktarları incelendiğinde; Palancı genotipine ait kabak çekirdeği yağlarında 1. ve 2. hasat döneminde δ -tokoferol miktarı değişmezken, 3. dönemde biraz azalarak 14,33 mg/kg δ -tokoferol miktarı elde edilmiştir. VD1sn8 genotipine ait kabak çekirdeği yağında diğer çeşitlerden farklı olarak 1. dönemdeki 25,23 mg/kg δ -tokoferol %35,71 azalarak 2. dönemde 16,22 mg/kg'a düşmüş, 3. dönemde ise %18,87 yükselerek 19,28 mg/kg δ -tokoferol olarak tespit edilmiştir. VD1sn6 genotipine ait kabak çekirdeği yağları değerlendirildiğinde, 1. dönemde elde edilen 20,68 mg/kg δ -tokoferol miktarı 2. dönemde %16,25 artarak 24,04 mg/kg δ -tokoferol'e yükselmiş, 3. dönemde ise tekrar azalarak 1. dönemdeki miktarına yakın olan 20,59 mg/kg δ -tokoferol tespit edilmiştir. Nussem çeşidine ait kabak çekirdeği yağları değerlendirildiğinde, tüm diğer çeşitlerden farklı olarak 1. ve 2. hasat döneminde δ -tokoferol tespit edilememiş ancak son olgunluğa erişilen 3. numune alım döneminde 10,89 mg/kg δ -tokoferol tespit edilmiştir.

Son hasat dönemindeki farklı kabak çekirdeği yağlarının δ -tokoferol miktarlarının yıllara göre incelendiğinde; 2014 yılı ve 2015 yılı arasında Nussem çeşidi hariç diğer aynı çeşitler için önemli farklılıklar vardır ($p < 0,05$). Nussem çeşidinin 2014 ve 2015 yıllarında δ -

tokoferol miktarları birbirine çok yakın değerler almıştır. 2014 yılında Palancı genotipinde δ -tokoferol tespit edilemezken, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerinin δ -tokoferol miktarları Nusem çeşidinden düşük değerler almıştır. 2015 yılında en yüksek δ -tokoferol miktarı VD1sn6 genotipinde elde edilmiş, bu çeşidi sırasıyla VD1sn8 ve Palancı genotipi ile Nusem çeşidi takip etmektedir.

Petkova ve Antova, (2015) *C. maschata* kabak çekirdeklerinin büyüme evresindeki δ -tokoferol değişimini incelemişlerdir. Çiçeklenmeden sonraki 30. günde 50,2 mg/kg olan δ -tokoferol miktarı, 60. gün ve 90. günde tespit edilmemiştir. 2014 ve 2015 yıllarında olgunlaşma periyodu boyunca δ -tokoferol miktarlarının Palancı genotipi, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerinde azaldığı görülmüş ve bahsedilen çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

Murkovic vd. (1996) kabak çekirdeği yağlarının δ -tokoferol miktarlarını 0-49 mg/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Ektikleri 100 hattın 82 tanesinde δ -tokoferol tespit edilmemiş, 3 tanesi 6,5; 6,0; 6,6 mg/kg olmak üzere 8 hatta 2,4-9,4 mg/ kg, 2 hatta 11 mg/ kg, 2 hatta 16 mg/ kg δ -tokoferol tespit edilmiştir. Bu sonuçlara ek olarak 4 hatta 22-29 mg/kg, 1 hatta 37 mg/kg ve 1 hatta 49 mg/kg δ -tokoferol sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada elde edilen değerler kabak çekirdeklerinin δ - tokoferol miktarlarının genellikle tespit edilemediği ya da az miktarda bulunduğunu aynı zamanda farklı miktarlarda bulunduğunu da göstermektedir. Bu çalışma sonuçlarını bizim çalışmamızdaki sonuçlar da desteklemektedir.

Dong vd. (2007)' de yapmış olduğu çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonunun değişimini incelemiş aynı zamanda sıcaklık değişikliklerinin etkilerini saptamışlardır. Ayçiçeği tohumundaki en düşük miktarda bulunan δ -tokoferol miktarı 19. günde ilk kez tespit edilmiş, 26. güne kadar lineer artmış sonrasında ise artış ciddi oranda düşmüştür. Aynı çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca farklı gün aralıklarında 35, 37 ve 40 °C sıcaklığın tokoferollere etkisi incelenmiştir. Bu amaçla olgunlaşma periyodu boyunca tohum oluşumunun 12.-19. günleri arasında; 19.-26. günleri arasında ve 26.-33. günleri arasında bahsedilen sıcaklık değerleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Her 3 periyotta da uygulanan 35 °C' den yüksek sıcaklıklar ayçiçeği tohumlarının toplam tokoferol, α -tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol miktarlarında azalmaya neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda ayçiçek tohumunda en yüksek tokoferol miktarlarının oluşması için, tohum oluşumunun 19.-26. günleri arasında 35 °C sıcaklık uygulamasının yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir.

Horvath vd. (2006) üzüm (*Vitis vinifera*) meyvesinin çekirdeklerinde az miktarda bulunan δ -tokoferoller, çekirdek oluşumunun başlangıcında en yüksek değerleri almış 30. güne kadar giderek azalmış ve son hasat zamanında tohumda tespit edilememişlerdir.

2014 yılının son hasat δ -tokoferol miktarları (0,00-10,25mg/kg) literatürle karşılaştırıldığında; Murkovic ve Pfannhauser (2000), Nakic- Nederal vd. (2006), Aktaş vd. (2018a) ile benzer; Gemrot vd. (2006), Stevenson vd. (2007), Nederal vd. (2012), Rabrenovic vd. (2014), Nyam vd. (2009), Nawirska-Olszanska vd. (2013) ' den düşük değerler elde edildiği görülmüştür.

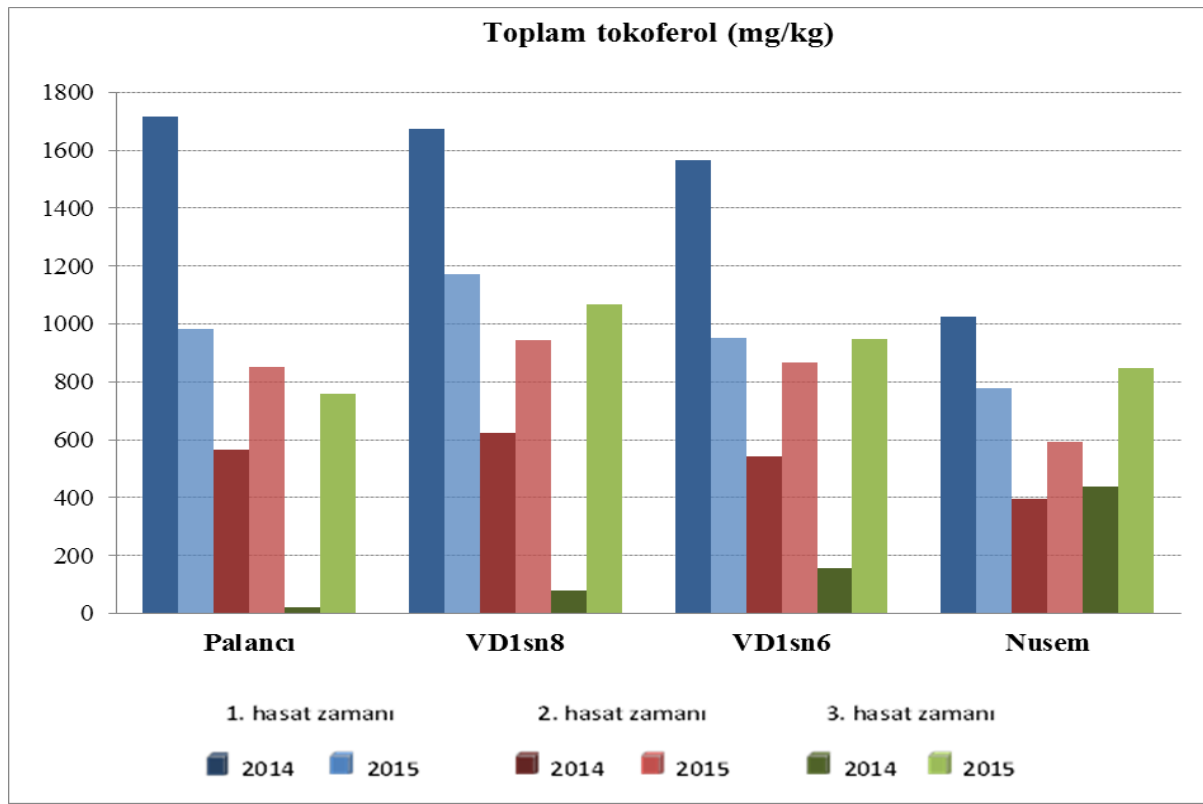
2015 yılının son hasat δ -tokoferol miktarları (658,27-960,10 mg/kg) literatürle karşılaştırıldığında; Aktaş vd. (2018a)' dan yüksek; Murkovic ve Pfannhauser (2000), Nakic- Nederal vd. (2006), Gemrot vd. (2006), Nederal vd. (2012) benzer; Stevenson vd. (2007), Rabrenovic vd. (2014), Nyam vd. (2009), Nawirska-Olszanska vd. (2013)' den düşük değerler elde edildiği görülmüştür. Fruhwirth ve Hermetter (2008), Srbinska vd. (2012), Kim vd. (2012), Procida vd. (2012) ise çalışmalarında kabak çekirdeği yağlarında δ -tokoferolün tespit edilmediğini bildirmişlerdir.

Bahsedilen literatür verilerinin ışığında tohumlarda bulunan δ -tokoferol miktarının olgunlaşma periyodu boyunca değişimi bitkinin çeşit ve genetik özelliklerine, yetiştirilme koşulları olan iklim verileri, tarımsal uygulamalar, lokasyon, kuraklık, ışık stresi, besin stresi gibi birçok faktöre bağlıdır. Kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol miktarındaki değişimlerin doğru incelenebilmesi için tüm bahsedilen parametrelerin dikkate alınması ve aynı zamanda bitkideki tokoferol sentezinin yapısının aydınlatılması gerekmektedir.

4.2.4.4. Toplam tokoferol

Şekil 4.12' de tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait toplam tokoferol miktarlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir.

2014 yılında hasat dönemi ilerledikçe toplam tokoferol miktarının azaldığı, 2015 yılında ise 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine toplam tokoferol miktarının azaldığı ancak 3. hasat döneminde tekrar yükseldiği tespit edilmiştir. Tüm çeşitler ve yıllar için en yüksek toplam tokoferol miktarları 1. hasat döneminde tespit edilmiştir.



Şekil 4. 12. Hasat dönemleri boyunca toplam tokoferol miktarlarında meydana gelen değişimler (mg/kg)

2014 yılında Nusem çeşidi hariç tüm çeşitlerde hasat dönemi boyunca toplam tokoferol miktarı azalmıştır. Palancı genotipi için 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine %67,10 azalan toplam tokoferol miktarı 3. hasat döneminde %96,10 daha azalarak 22,02 mg/kg değerine düşmüştür. VD1sn8 genotipinde Palancı genotipine benzer olarak; toplam tokoferol miktarı 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine %62,71 azalmış, 3. hasat döneminde %87,41 daha azalarak 78,6 mg/kg değeri elde edilmiştir. VD1sn6 genotipine ait toplam

tokoferol miktarları 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine %65,34 azalmış, 3. hasat döneminde %70,89 daha azalarak 157,8 mg/kg değeri elde edilmiştir. Nussem çeşidi için hasat dönemlerinde toplam tokoferol miktarları değerlendirildiğinde, 1. hasat döneminde elde edilen değer diğer çeşitlerin aynı dönemdeki toplam tokoferol miktarından daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca Nussem çeşidinin 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine toplam tokoferol miktarı %61,20 düşmüşken, 3. hasat döneminde %10,70 artarak çeşitler arasında 3. hasat dönemindeki en yüksek değer olan $439,86 \pm 7,7$ mg/kg değerine ulaşmıştır.

2015 yılında Palancı genotipinde 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine %13,41 azalan toplam tokoferol miktarı 3. hasat döneminde %11,00 daha azalarak 757,44 mg/kg değerine düşmüştür. VD1sn8, VD1sn6 genotipleri ve Nussem çeşidi için toplam sterol miktarı 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine sırasıyla, %19,37; %8,95; %23,70 azalmış; 3. hasat dönemine ise sırasıyla %13,07; %9,03; %42,72 Palancı genotipinden farklı olarak düşmüştür. 2015 yılında tüm hasat dönemlerinde çeşitler arasındaki en yüksek toplam tokoferol miktarı VD1sn8 genotipinde tespit edilmiştir.

Dong vd. (2007)' de yapmış olduğu çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol kompozisyonunun değişimini incelemiş aynı zamanda sıcaklık değişikliklerinin etkilerini saptamışlardır. Tohum oluşumundan sonraki 12. günden 33. güne kadar toplam tokoferol miktarı lineer olarak artmış, 33. günden itibaren ise sabit kalmıştır. Olgunlaşma periyodu boyunca ayçiçeği tohumlarındaki α -tokoferol miktarlarındaki değişimde toplam tokoferol değişimine benzerlik göstermiştir. Ayçiçeği tohumu oluşumundan itibaren 12-33. günler arası tohumda tokoferol birikiminin gerçekleştiği periyot olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada ayçiçeği tohumlarının olgunlaşma periyodu boyunca farklı gün aralıklarında 35, 37 ve 40 °C sıcaklığın tokoferollere etkisi incelenmiştir. Bu amaçla olgunlaşma periyodu boyunca tohum oluşumunun 12.-19. günleri arasında; 19.-26. günleri arasında ve 26.-33. günleri arasında bahsedilen sıcaklık değerleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Her 3 periyotta da uygulanan 35 °C' den yüksek sıcaklıklar ayçiçeği tohumlarının toplam tokoferol, α -tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol miktarlarında azalmaya neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda ayçiçek tohumunda en yüksek tokoferol miktarlarının oluşması için, tohum oluşumunun 19.-26. günleri arasında 35 °C sıcaklık uygulamasının yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir.

Horvart vd. (2006) üzüm (*Vitis vinifera*) çeşitlerinin olgunlaşma periyodu boyunca meyvenin perikarp, mezokarp ve çekirdeğindeki tokoferol değişimlerini incelemişler ve test

ettikleri tüm dokularda olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol miktarında kademeli düşüş gözlemişlerdir. En yüksek toplam tokoferol miktarının çekirdeklerin oluşumunun başlangıcında gözlendiğini sonrasında azalarak olgunlaşmanın 30-60. günleri arasında sabitlendiğini, sonrasında 80. güne kadar hızlı bir düşüş yaşayarak, 80-120 gün aralığında başlangıç toplam tokoferol miktarının %25' i olacak şekilde sabitlendiğini bildirmişlerdir.

Beringer ve Northdurft (1979) yağlı tohumlarda tokoferol birikiminin yağ miktarının artışından ziyade tohum yapısındaki plastitlerin oluşumuyla ilgili olduğunu bildirmişlerdir (Dong vd., 2007). Bitkisel yağların tokoferol miktarlarının bitkinin çeşidi, ekim yeri, iklim koşulları, yağların elde edilme yöntemleri gibi birçok değişkene bağlı olduğu belirtilmiştir (Nakic- Nederal vd., 2006). 2014 ve 2015 yılları arasında toplam tokoferol miktarları miktar olarak oldukça farklı olmakla birlikte; VD1sn8 genotipi hariç diğer çeşitlerde belirli hasat döneminde çeşitler arasındaki farklılık iki yılda aynı özellik göstermiştir. 2014 yılındaki tokoferol miktarlarının düşüklüğü tüm çeşitlerde gözlendiğinden, hasat yılındaki toprak yapısı, iklim özellikleri gibi çevresel farklılıklardan etkilendiği düşünülmektedir. Nitekim, Kırnak vd. (2019) çalışmalarında sulama miktarının 2015 yılında yağların E vitamini miktarına etkisinin bulunmadığını ancak 2016 yılında etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen 2015 yılı toplam tokoferol miktarları Rabrenovic vd. (2014) ve Kırnak vd. (2019) bulduğu sonuçlardan yüksek; Nederal vd. (2012), Stevenson vd. (2007), Nyam (2009) vd., Ardabili vd. (2011), Procida vd. (2012) ve Akın vd. (2018) sonuçlarıyla benzer olduğu görülmüştür. Gemrot vd. (2006) toplam tokoferol miktarını 1074 mg/kg olarak bildirmiş ve çalışmamızdaki VD1sn8 çeşidinin 2015 yılında son hasat dönemindeki değere yakın olduğu görülmüştür. Srbinoska vd. (2012) toplam tokoferol miktarını ise 153,79 mg/kg bildirerek 2014 yılındaki VD1sn6 genotipiyle benzer sonuç elde etmiştir.

Bahsedilen literatür verilerinin ışığında tohumlarda bulunan toplam tokoferol miktarının olgunlaşma periyodu boyunca değişimi bitkinin çeşit ve genetik özelliklerine, yetiştirilme koşulları olan iklim verileri, tarımsal uygulamalar, lokasyon, kuraklık, ışık stresi, besin stresi gibi birçok faktöre bağlıdır. Kabak çekirdeklerinin olgunlaşma periyodu boyunca tokoferol miktarındaki değişimlerin doğru incelenebilmesi için tüm bahsedilen parametrelerin dikkate alınması ve aynı zamanda bitkideki tokoferol sentezinin yapısının aydınlatılması gerekmektedir.

4.2.5. Sterol Kompozisyonu

Çizelge 4.11 ve 4.12' de 2014 ve 2015 yılı farklı kabak çekirdeği çeşitlerinden elde edilen yağların farklı hasat dönemlerindeki sterol kompozisyonları ve toplam sterol miktarları gösterilmiştir. Farklı dönemlerde yapılan hasatın, farklı kabak çekirdeği çeşitlerinden elde edilen yağların sterol kompozisyonunu etkilediği görülmüş, bu etki istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 2014 yılında tüm çeşitlerde 1. hasat döneminde en yüksek toplam sterol miktarı elde edilmiş, olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte toplam sterol miktarının azaldığı görülmüştür. Sterol kompozisyonu analizi sonuçlarına bakıldığında, kabak çekirdeği yağlarında; en fazla miktardan en az bulunana göre sırasıyla; β -sitosterol, 5,24-stigmastadienol, kampesterol, Δ -5 avenasterol, stigmasterol olduğu tespit edilmiştir.

2015 yılında farklı dönemlerde yapılan hasatın, farklı kabak çekirdeği çeşitlerinden elde edilen yağlarının sterol kompozisyonunu etkilediği görülmüş, bu etki istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). VD1sn8 genotipinde 2. hasat döneminde, diğer tüm çeşitlerde ise 1. hasat döneminde en yüksek toplam sterol miktarı elde edilmiş ve tüm çeşitlerde olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte 2. hasat döneminde toplam sterol miktarlarının azaldığı, 3. hasat döneminde tekrar arttığı görülmüştür. Sterol kompozisyonu analizi sonuçlarına bakıldığında, kabak çekirdeği yağlarında; en fazla miktardan en az bulunmasına göre sırasıyla; β -sitosterol, 5,24-stigmastadienol, kampesterol, Δ -5 avenasterol, stigmasterol bulunduğu tespit edilmiştir.

Petkova ve Antova, (2015) *C. maschata* kabak çekirdeklerinin büyüme evresindeki sterol değişimini incelemiştir. Bal kabağı çekirdeklerinde en yüksek oranda bulunan α -spinasterol oranını çiçeklenmeden sonraki 30. günde %71,9; 60. günde %45,2; 90. günde ise %44,8 olarak bildirmişlerdir. Olgunlaşma periyodu boyunca az miktarlarda bulunan kolesterol, kampesterol ve β -sitosterol oranları azalmış; Δ -5 avenasterol ve stigmasterol oranları değişmemiş; Δ 7,25-stigmastadienol ve Δ -7 avenasterol oranlarının ise artmış olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4. 11. 2014 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinin sterol kompozisyonları

| Yıl | Çeşit | Hasat | Sterol kompozisyonu (%) | | | | | Toplam sterol (mg/kg) | |
|------|----------|-------|-------------------------|--------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | | kampesterol | stigmasterol | β -sitosterol | Δ -5 avenasterol | 5,24-Stigma stadienol | | Tanımlanmayan steroller |
| 2014 | Palancı | 1 | 1,75±0,07Ab | 0,99±0,09Ab | 50,16±0,23Bb | 1,82±0,11Ba | 10,95±0,29Ab | 34,33±0,0 Ca | 5648,1±87,9Aa |
| | | 2 | 1,14±0,20Bab | 0,87±0Aa | 45,28±0,25Cb | 2,58±0,29Aa | 3,79±0,51Bb | 47,34±0,5 Ab | 3383,4±22,7Bc |
| | | 3 | 1,24±0,02Ba | 1,03±0,02Ab | 54,42±0,70Aa | 0,81±0,13Ca | 3,79±0,05Ba | 38,73±0,7 Bb | 3243,6±10,4Bc |
| | VD1 sn.8 | 1 | 1,88±0,01Ab | 1,28±0Aa | 53,27±0,02Aa | 1,45±0,05Abc | 11,06±0,37Ab | 31,07±0,5 Cb | 5661,4±46,0Aa |
| | | 2 | 1,21±0,04Bab | 0,74±0,04Ba | 40,94±0,29Cc | 0,66±0,08Bb | 6,72±0,45Ba | 49,75±0,4 Aa | 3924,3±20,8Ba |
| | | 3 | 0,82±0,12Cc | 0,80±0,11Bc | 51,44±0,15Bb | 0,67±0,00Ba | 3,80±0,47Ca | 42,47±0,8 Ba | 3734,7±4,49Ca |
| | VD1 sn.6 | 1 | 2,33±0,06Aa | 1,41±0,04Aa | 50,05±0,29Ab | 1,28±0,14Ac | 10,98±0,39Ab | 33,97±0,0 Ba | 5322,2±3,41Ab |
| | | 2 | 1,00±0,01Bb | 0,90±0,06Ba | 47,28±0,71Ba | 0,46±0,09Bb | 4,68±0,84Bb | 45,69±0,0 Ab | 3607,5±4,17Bb |
| | | 3 | 0,80±0,01Bc | 0,70±0,01Cc | 50,85±0,35Ab | 0,57±0,10Ba | 2,68±0,02Cb | 44,42±0,6 Aa | 3441,3±41,5Cb |
| | Nusem | 1 | 1,42±0,02 Ac | 1,31±0,17Aa | 49,49±0,62Ab | 1,71±0,14Ab | 16,41±0,23Aa | 29,68±1,0 Bb | 4047,1±9,76Ac |
| | | 2 | 1,22±0,04ABa | 0,87±0,10Ba | 46,26±0,10Bab | 0,52±0,08Bb | 6,04±0,77Ba | 45,10±0,9 Ab | 3331,3±9,01Cc |
| | | 3 | 1,03±0,02 Bb | 1,49±0,07Aa | 47,61±0,03Bc | 0,65±0,05Ba | 4,47±0,15Ca | 44,76±0,2 Aa | 3488,7±77,9Bb |

Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

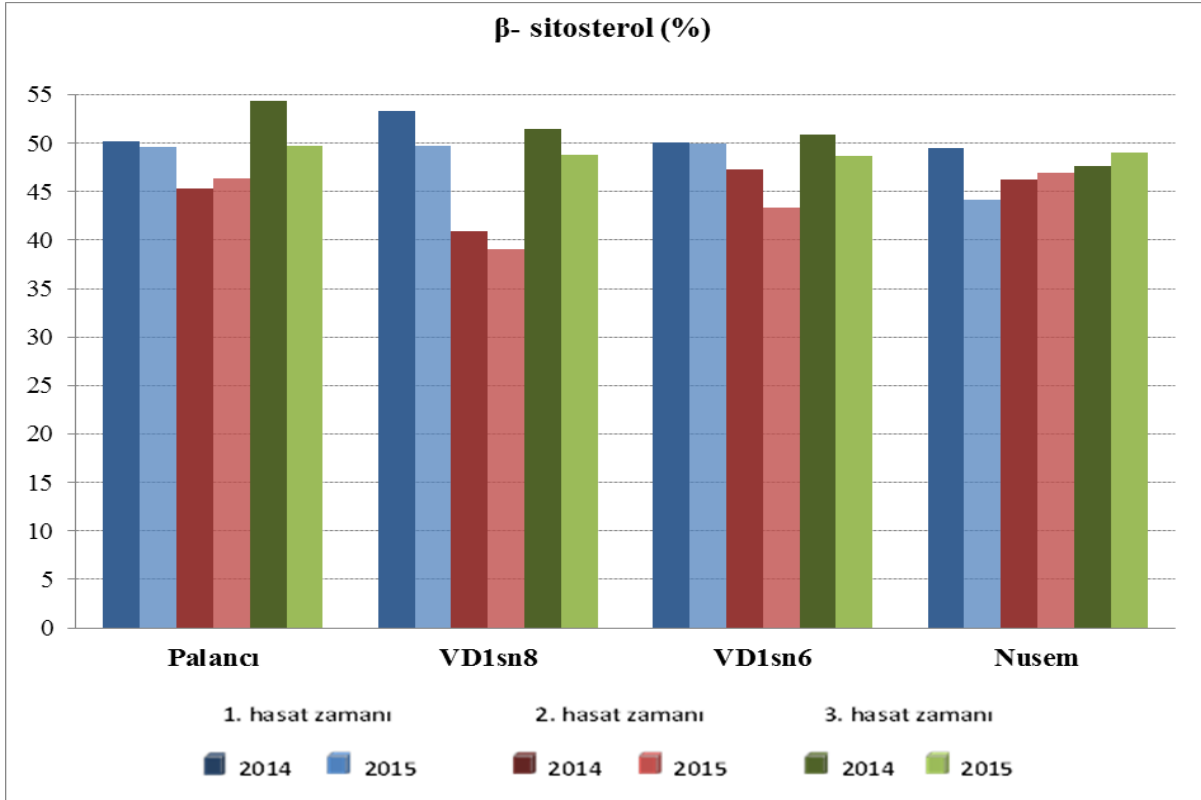
Çizelge 4. 12. 2015 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinin sterol kompozisyonları

| Yıl | Çeşit | Hasat | Sterol kompozisyonu (%) | | | | | | Toplam sterol (mg/kg) |
|------|----------|-------|-------------------------|--------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | | kampesterol | stigmasterol | β -sitosterol | Δ -5 avenasterol | 5,24-Stigma stadienol | Tanımlanmayan steroller | |
| 2015 | Palancı | 1 | 1,70±0,07Ab | 1,16±0,08Ab | 49,67±0,17Aa | 1,61±0,21Aa | 12,25±0,02Aa | 33,63±0,1 Bb | 5564,8±23,1Aa |
| | | 2 | 1,02±0,03Cb | 0,89±0,04Ba | 46,33±0,35Ba | 0,67±0,09Ba | 6,73±0,07Ba | 44,37±0,6 Ab | 3253±131 Cb |
| | | 3 | 1,24±0,05Ba | 0,94±0,05Bb | 49,72±0,0A a | 0,62±0,05Ba | 3,75±0,43Cab | 43,75±0,5 Aa | 3619,5±16,9Bb |
| | VD1 sn.8 | 1 | 2,17±0,10Aa | 1,56±0,02Aa | 49,77±1,20Aa | 1,42±0,16Aa | 8,78±0,15Ad | 36,32±1,4 Cb | 4113,5±2,19Ac |
| | | 2 | 0,82±0,01Cb | 0,74±0,07Ba | 39,08±0,07Bc | 0,46±0,00 Bab | 4,60±0,21Bb | 55,82±1,7 Aa | 3623,1±26,7Ba |
| | | 3 | 1,08±0,10Bab | 0,88±0,07Bb | 48,75±0,19Aa | 0,45±0,06Ba | 4,18±0,24Ba | 44,67±0,7 Ba | 4248,2±6,06Aa |
| | VD1 sn.6 | 1 | 2,06±0,06Aa | 1,53±0,03Aa | 50,02±1,06Aa | 0,76±0,02Ab | 11,05±0,44Ab | 34,60±0,8 Bb | 4530,2±72,0Ab |
| | | 2 | 1,63±0,09Ba | 0,77±0,11Ba | 43,38±0,21Bb | 0,62±0,09Aa | 7,02±0,02Ba | 46,60±0,5 Ab | 3156,6±31,2Cb |
| | | 3 | 1,15±0,04Cab | 0,87±0,07Bb | 48,74±0,35Aa | 0,46±0,02Aa | 2,77±0,04Cb | 46,03±0,5 Aa | 3695±128Bb |
| | Nusem | 1 | 1,77±0,01Ab | 1,44±0,01Aa | 44,17±0,82Cb | 1,36±0,11Aa | 10,00±0,18Ac | 40,28±0,6 Ba | 3457,8±0,74Ad |
| | | 2 | 0,92±0,06Bb | 0,78±0,05Ca | 46,90±0,80Ba | 0,27±0,04Bb | 5,37±0,01Bb | 45,76±1,3 Ab | 3217,3±35,4Bb |
| | | 3 | 1,00±0,10Bb | 1,20±0,05Ba | 49,05±0,08Aa | 0,42±0,05Ba | 2,89±0,10Cb | 45,45±0,5 Aa | 3439,5±24,4Ac |

Büyük harfler aynı çeşit için hasat dönemi arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı hasat dönemi için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

4.2.5.1. β - sitosterol

Şekil 4.13’ de tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait β -sitosterol oranlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 13. Hasat dönemleri boyunca β -sitosterol oranlarında meydana gelen değişimler (%)

2014 yılında tüm çeşitler için β -sitosterol oranları 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine belli miktar azalmakta, 3. hasat döneminde tekrar yükselmektedir. Palancı, VD1sn8, VD1sn6 ve Nussem için 1. hasat zamanından 2. hasat zamanına bu değişim sırasıyla %4,88; %12,33; %2,77; %3,23 azalma; 3. hasat zamanına ise sırasıyla, %9,14; %10,5; %3,57; %1,35 artış olarak görülmektedir.

2015 yılında da 2014 yılında gözlenen hasat dönemi değişimleri benzerdir. Nussem çeşidi hariç tüm çeşitler arasında 1. hasat döneminde önemli farklılıklar yoktur, aynı durum 3. hasat döneminde Nussem çeşidi de dahil olmak üzere tüm çeşitlerde geçerlidir. Başka bir deyişle, 2015 yılında son hasat dönemindeki β -sitosterol oranları tüm çeşitlerde benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Nussem çeşidi hariç 2014 yılı son hasat dönemi β -sitosterol oranları 2015 yılındaki değerlerden yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda elde edilen β -sitosterol oranları Nakic-Nederal vd. (2006)' dan düşük, Kim vd. (2012), Srbinoska vd. (2012), Hrabovski vd. (2012) Rabrenovic vd. (2014), Akın vd. (2018)' den yüksek bulunmuştur.

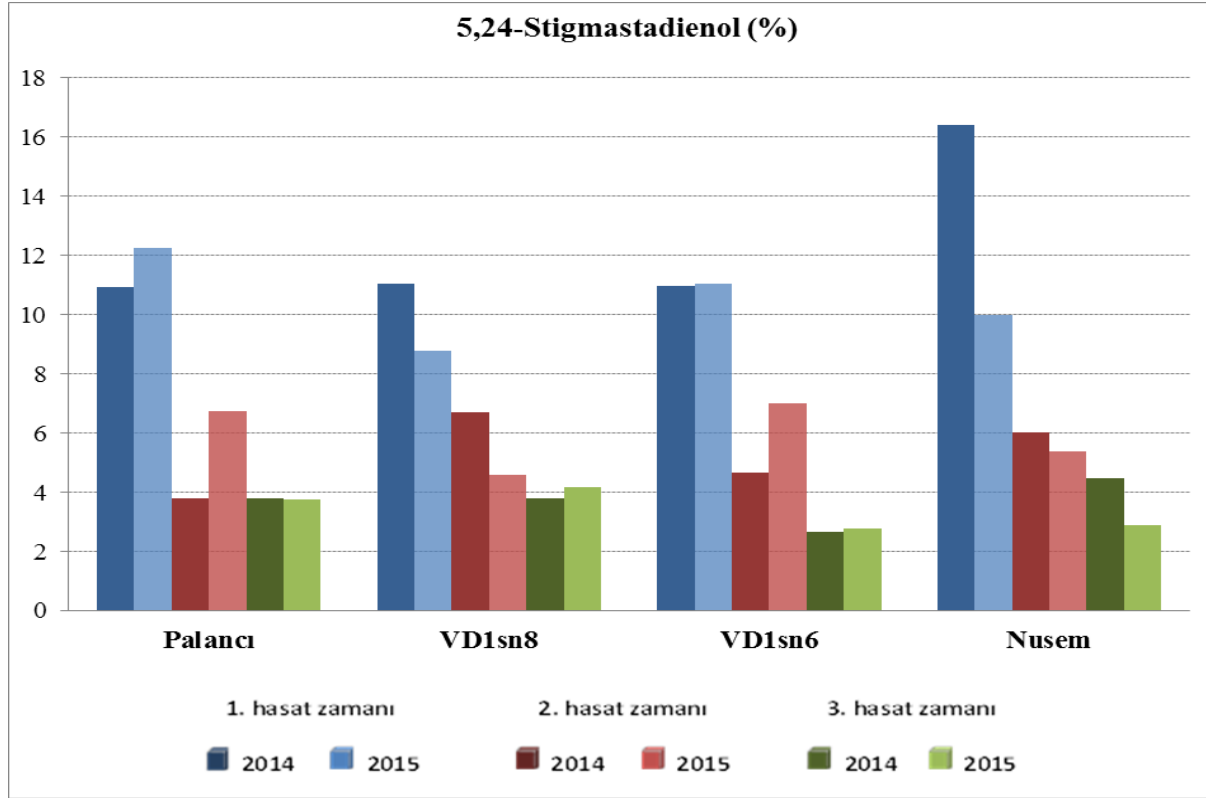
Genel olarak 2014 ve 2015 yıllarında tüm çeşitlerde β -sitosterol oranları 1. hasat döneminde yüksekken, 2. hasat döneminde bir miktar azalmış, 3. hasat dönemine kadar ki süreçte tekrar artarak, 1. hasat dönemindeki değerlere ulaşmıştır. Bir başka deyişle olgunlaşma başlangıcı ve sonunda β -sitosterol oranlarında herhangi bir farklılık yoktur.

Roche vd. (2010) çiçeklenme dönemindeki yüksek sıcaklıkların ayçiçeği tohumlarının β -sitosterol/kampesterol oranına etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Sıcaklığın artmasıyla hem β -sitosterol hem de kampesterol miktarı artmış, ancak kampesterola kıyasla β -sitosterolün sentezine katkısının daha çok olduğu belirtilmiştir. Herchi vd. (2009) keten tohumunun olgunlaşma periyodu boyunca β -sitosterol oranı değişimini incelemiştir. Tohum oluşumunun 7. gününde yüksek miktarda bulunan β -sitosterolün 14. güne kadar hızla azaldığı ve olgunlaşma tamamlanana kadar 14. gündeki miktarının çok değişmediğini bildirmişlerdir.

Literatürdeki bilgiler ışığında sterol içeriğinin ve miktarlarının özellikle tohum cinsine ve genetik özelliklerine bağlı olduğu; çevresel koşullardan tokoferoller kadar çok etkilenmediği, çalışmamızda da yıllar arasındaki iklimsel farklılıklara rağmen olgunlaşma periyotları boyunca sterol kompozisyonu ve miktarlarının, aynı zamanda olgunlaşma periyodu boyunca değişimlerinin iki yıl içinde benzer olduğu görülmektedir.

4.2.5.2. 5,24-Stigmastadienol miktarı

Şekil 4.14' de tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait 5,24-stigmastadienol miktarlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir. 2014 ve 2015 yılı tüm çeşitlerde hasat dönemi ilerledikçe 5,24-stigmastadienol miktarlarının azaldığı görülmektedir.



Şekil 4. 14. Hasat dönemleri boyunca 5,24-stigmastadienol oranlarında meydana gelen değişimler (%)

2014 yılı Palancı genotipi için 5,24-stigmastadienol miktarlarına bakıldığında 1 hasat zamanındaki 5,24-sitigmastadienol miktarı 2. hasat zamanına %7,16 azalarak, bu miktar 3. hasat zamanında sabit kalmıştır. VD1sn8, VD1sn6 genotipleri ve Nusem çeşidi için 1. hasat zamanından 2. hasat zamanına 5,24-stigmastadienol miktarları sırasıyla %4,34; %6,3; %10,37 azalmış; 3. hasat zamanına ise sırasıyla, %2,92; %2,00; %1,57 azalmıştır. 2014 yılı son hasat döneminde Palancı genotipi, VD1sn8 genotipi ve Nusem çeşidi arasında istatistiki olarak önemli farklılık yoktur, bu çeşitlerin 5,24-stigmastadienol miktarları birbirine benzerdir. VD1sn6 genotipinin son hasat dönemindeki 5,24-stigmastadienol miktarı çeşitler arasında en düşük değeri almıştır.

2015 yılında da 2014 yılında gözlenen hasat dönemi değişimleri benzerdir. Palancı, VD1sn8, VD1sn6 genotipleri ve Nusem çeşidi için 1. hasat zamanından 2. hasat zamanına bu değişim sırasıyla %5,52; %4,18; %4,03; %4,63 azalma; 3. hasat zamanına ise sırasıyla, %2,98; %0,42; %4,25; %2,48 azalma görülmektedir.

Palancı genotipi için son hasat dönemindeki 5,24-stigmastadienol miktarları 2014 ve 2015 yıllarında birbiriyle benzer bulunmuştur. Aynı benzerlik VD1sn6 genotipi için de geçerlidir. VD1sn8 genotipi için 2014 yılındaki 5,24-stigmastadienol miktarı 2015 yılından %0,38 daha az; Nusem çeşidi için ise 2014 yılındaki 5,24-stigmastadienol miktarı 2015 yılından %1,58 daha fazla bulunmuştur.

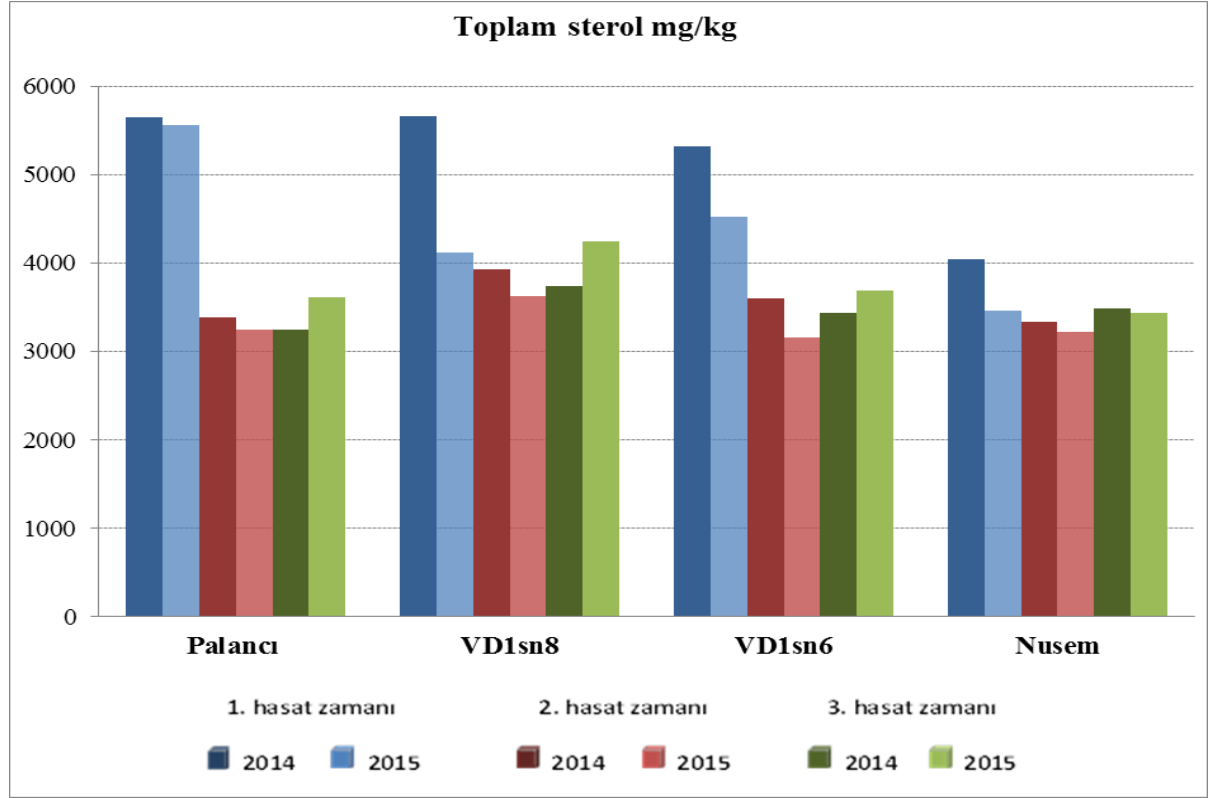
4.2.5.3. Toplam sterol

Şekil 4.15' de tüm çeşitler ve hasat zamanları için 2014-2015 yılına ait toplam sterol miktarlarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir.

2014 yılı farklı kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarlarına bakıldığında tüm çeşitler için toplam sterol miktarı olgunlaşma ilerledikçe azalmaktadır. 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine kadar toplam sterol miktarları Palancı genotipinde %40,10; VD1sn8 genotipinde %30,68; VD1sn6 genotipinde %32,22; Nusem çeşidinde ise %17,69 azalmıştır. 2. hasat döneminden 3. hasat dönemine kadar toplam sterol miktarları Palancı genotipinde %4,13; VD1sn8 genotipi için %4,83; VD1sn6 genotipi için %4,61 azalmış, Nusem çeşidi için ise %4,72 artmıştır.

2015 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinden elde edilen yağların toplam sterol miktarları incelendiğinde 1. hasat döneminden 2. hasat dönemine azalan sterol miktarı 3. hasat döneminde yükselmektedir. Palancı genotipi için 1. hasat dönemindeki 5564,8 mg/kg olan toplam sterol miktarı, 2. hasat döneminde %41,54 azalarak 3253 mg/kg' a düşmüş; 3. hasat döneminde ise %11,27 artarak 3619,5 mg/kg' a yükselmiştir. VD1sn8 genotipi için 1. hasat dönemindeki 4113,5 mg/kg olan toplam sterol miktarı, 2. hasat döneminde %11,92 azalarak 3623,1 mg/kg' a düşmüş; 3. hasat döneminde ise %17,25 artarak 4248,2 mg/kg' a yükselerek, hasat dönemleri ve çeşitler arasındaki en yüksek miktara ulaşmıştır. VD1sn6 genotipi için 1. hasat dönemindeki 4530,2 mg/kg olan toplam sterol miktarı, 2. hasat döneminde %30,32 azalarak 3156,6 mg/kg' a düşmüş; 3. hasat döneminde ise %17,06 artarak 3695 mg/kg' a yükselmiştir. Nusem çeşidine ait kabak çekirdeği yağının toplam sterol miktarları tüm hasat

dönemleri dikkate alındığında diğer çeşitlerden daha düşük miktarlardadır. Nusem çeşidi için 1. hasat dönemindeki çeşitler arasındaki en düşük miktar olan 3457,8 mg/kg olan toplam sterol miktarı, 2. hasat döneminde %6,96 azalarak 3217,3 mg/kg' a düşmüş; 3. hasat döneminde ise %22,45 artarak 3439,5 mg/kg' a yükselmiştir. VD1sn 8 genotipi ve Nusem çeşidinin 1. ve 3. hasat dönemleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık yoktur ($p>0,05$).



Şekil 4. 15. Hasat dönemleri boyunca toplam sterol miktarlarında meydana gelen değişimler (mg/kg)

2014 ve 2015 yılı 3. hasat dönemi toplam sterol miktarları karşılaştırıldığında Nusem çeşidi hariç tüm çeşitlerin 2015 yılındaki değerleri 2014 yılından yüksektir. Nusem çeşidinde ise iki yıl arasında önemli bir farklılık yoktur. 2014 ve 2015 yılları için en yüksek toplam tokoferol miktarına sahip çeşit VD1sn8 genotipi olmuştur. 2014 yılında VD1sn6 genotipi ile Nusem çeşidinin toplam tokoferol miktarları benzerken, 2015 yılında ise Palancı genotipi ve VD1sn6 genotipi arasında benzerlik vardır. Çalışmamızda elde edilen toplam sterol miktarı Nakic-Nederal vd. (2006)' la benzer; Murkovic vd. (2004), Rabrenovic vd. (2014), Akın vd. (2018)' den düşük; Srbinoska vd. (2012), Hrabovski vd. (2012) 'den yüksek bulunmuştur.

Roche vd. (2010) ayçiçeği tohumlarının sterol miktarlarının değişimini incelediği çalışmada geç ekilen ayçiçeği tohumlarının sterol miktarları yüksek değerler aldığını bildirmişlerdir. Sterol artışının özellikle tohum dolumunun gerçekleştiği ilk aşamalarda meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmamızda da 1. hasat dönemine denk gelen tohum dolumunun gerçekleşme aşamasında en yüksek toplam sterol miktarlarına ulaşılmıştır. Roche vd. (2010) çalışmalarında, sıcaklığın artışıyla tohumda artan sterol miktarının, sterollerin hücre membranlarının geçirgenliğini düzenleyici etkisinden dolayı, ayçiçeğinin sıcaklığa karşı verdiği bir tepki olarak görmüşlerdir.

Genel olarak 2014 ve 2015 yıllarında tüm çeşitler için olgunlaşma periyodu boyunca sterol miktarı azalmıştır. Herchi vd. (2009) keten tohumunun olgunlaşma periyodu boyunca sterol miktarı değişimini analiz etmişlerdir. Tohum oluşumunu 7. gününde en yüksek olan toplam sterol miktarı olgunlaşma periyodu boyunca azalmış, olgunlaşmanın son döneminde çalışmamızdaki gibi bir miktar artmıştır. Tohum gelişimin ilk aşamalarındaki yüksek fitosterol seviyelerinin; bu dönemde yoğun hücre bölünmelerinin olması ve bunun için fitosteroller gibi membranların yapımında kullanılan gerekli moleküllerin biyosentezinin artması olduğu düşünülmektedir. İlerleyen dönemlerdeki fitosterollerdeki azalma ise, fitosterollerin diğer lipid bileşiklerine dönüşmeleri ile açıklanabilir. Fitosterollerin olgunlaşmamış dokuların büyümesini ve gelişimini düzenleyen steroidal hormonlara ve vitaminlere dönüşebildiği bilinmektedir.

Literatürdeki bilgiler ışığında sterol içeriğinin ve miktarlarının özellikle tohum cinsine ve genetik özelliklerine bağlı olduğu; çevresel koşullardan tokoferoller kadar çok etkilenmediği, çalışmamızda da yıllar arasındaki iklimsel farklılıklara rağmen olgunlaşma periyotları boyunca sterol kompozisyonu ve miktarlarının aynı zamanda değişim davranışlarının değişmediği görülmektedir.

4.3. Soğuk Pres Yöntemiyle Elde Edilen Kabak Çekirdeği Yağlarında Yapılan Analizler

4.3.1. Soğuk Pres Ham Yağ Verimi

Son hasat dönemlerinde hasat edilen kabak çeşitlerinin soğuk presle elde edilmiş ham yağlarının verimleri Çizelge 4.13' de ve Şekil 4.16' da görülmektedir. Ekim yıllarında çeşitler arasında önemli farklılıklar gözlenmiş ($p<0,05$), aynı çeşitlerde yılların etkisi ise istatistiki olarak önemsizdir ($p>0,05$). Elde edilen verilere göre, 2014 yılında ekimi yapılan çeşitler arasında VD1sn8 ve VD1sn6 arasında istatistiki olarak önemli fark gözlenmezken ($p>0,05$), Palancı genotipi ve Nusem soğuk pres yağ verimleri diğer çeşitlerle karşılaştırıldığında farklı bulunmuştur ($p<0,05$). 2015 yılında çeşitler arasında önemli farklılık ortaya çıkmamıştır. Soğuk pres verimine yılların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

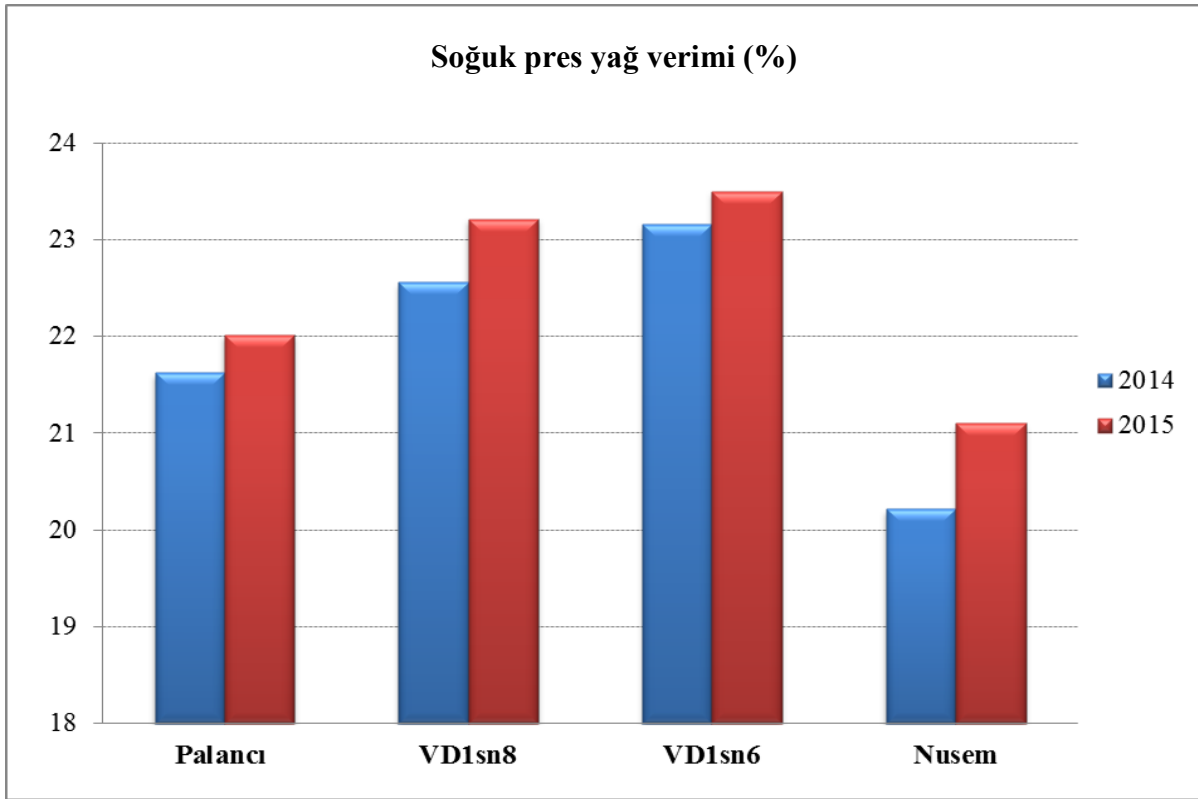
Çizelge 4. 13. Kabak çekirdeği tohumlarının soğuk pres yağ verimleri (%)

| Yıl | Çeşit | Soğuk Pres Verimi (%) |
|------|---------|-----------------------|
| 2014 | Palancı | 21,62±0,5 BCa |
| | VD1sn8 | 22,56±0,3 ABa |
| | VD1sn6 | 23,17±0,3 Aa |
| | Nusem | 20,21±0,3 Ca |
| 2015 | Palancı | 22,01±0,7 ABa |
| | VD1sn8 | 23,21±0,1 Aa |
| | VD1sn6 | 23,50±0,5 Aa |
| | Nusem | 21,10±0,1 Ba |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farkları, küçük harfler ise aynı çeşit için yıllar arasındaki farkları ifade etmektedir ($p<0,05$)

2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla %23,17 ve %23,50 ile en yüksek soğuk pres yağ verimi VD1sn6 genotipine aittir. Bu çeşit aynı zamanda en yüksek tohum veriminin de elde edildiği çeşittir. 2014 yılında %22,56; 2015 yılında %23,21 soğuk pres yağ verimi ile VD1sn8 genotipi ikinci sırada yer almaktadır. Palancı genotipine ait soğuk pres yağ verimleri 2014 yılında %21,62; 2015 yılında %22,01 olarak bulunmuştur. Çeşitler arasında en düşük soğuk pres yağ verimine sahip Nusem çeşidi ise 2014 yılında %20,21; 2015 yılında %21,10 yağ

verimine sahiptir. Nussem çeşidi çerezlik olarak üretilmiş olması ve kabuk kalınlığının diğer çeşitlerden fazla olması, çeşitler arasındaki en düşük soğuk pres yağ verimini açıklayabilir.



Şekil 4. 16. Kabak çekirdeği çeşitlerine ait 2014-2015 yılı soğuk pres yağ verimleri (%)

4.3.2. Yağ Asitleri Bileşimi

2014-2015 yılında olgunluğa ulaştıktan sonra elde edilen dört farklı kabak çekirdeği çeşidinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarının yağ asit bileşimleri Çizelge 4.14 ve 4.15’ de verilmiştir. Tüm kabak çekirdeği çeşitlerinin yağlarında en çok bulunan yağ asitleri C18:1, C18:2, C16:0 ve C18:0 olup bunların toplamı yağ asitlerinin %98,22-98,66’ sını oluşturmaktadır. Murkovic vd. (1996), Nederal vd. (2014); Procida vd. (2013), Rabrenovic vd. (2014), Aktaş vd. (2018a) çalışma sonuçlarımızla benzer oranlar bulmuşlar ve bu dört yağ asidinin dışındaki diğer yağ asitlerinin toplamını % 1-2 civarında tespit etmişlerdir.

2014 ve 2015 yılı tüm kabak çekirdeği çeşitleri için en yüksek miktarda bulunan yağ asitleri C18:1 (%39,59-47,18) ve C18:2 (%33,76-40,14) asitleridir. Bu yağ asitleri dışında tüm çeşitlerde C16:0 %11,04 ile %13,49 aralığında değişirken; %5,61-6,23 oranında C18:0 bulunmaktadır. Parry vd. (2006), Vujasinovic vd. (2010), Nederal vd.(2012), Prescha vd.

(2014), Rabrenovic vd. (2014), Sielicka vd. (2014), Bardaa vd. (2016), Broznić vd. (2016), Konopka vd. (2016), Naziri (2016), Raczkyk vd. (2017), Aktaş vd. (2018a), Akın vd. (2018), Kulaitienė vd. (2018) ve Rezig vd. (2019) çalışmalarında kabak çekirdeği yağlarının baskın yağ asitlerinin C18:2 olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla C18:1 ve C18:2 oranları çalışmamızdan farklı olup, C18:0 ve C16:0 oranları genellikle bahsedilen literatürle paraleldir. Çalışmamızla benzer olarak Nyam vd. (2009), Türkmen vd. (2017), Çelenk vd. (2018) ve Kırnak vd. (2019) bazı kabak çekirdeği yağlarının baskın yağ asidini C18:1 olarak bildirmişlerdir.

Palancı ve VD1sn6 genotipleri ile Nusem çeşidinin soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının baskın yağ asidi C18:1 olmakla birlikte oranlarının bu çeşitlerde birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. VD1sn8 genotipinden elde edilen soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında C18:1 ve C18:2 oranları birbirine çok yakın değerler almıştır. Ayrıca C18:2 ve C16:0 oranı diğer çeşitlerden yüksek, C18:0 ve C18:1 oranları ise diğer çeşitlerden düşüktür. Bu özellikleri nedeniyle VD1sn8 genotipi diğer çeşitlerden ayrılmaktadır.

Soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarında C18:1' in baskın yağ asidi olması ve miktar olarak C18:2' nin de yüksek olması, yağların Σ UFA oranının yüksek olmasını açıklamaktadır. Çeşitler arasında en düşük Σ UFA ve Σ MUFA oranı ile en yüksek Σ PUFA oranı; C18:2 oranı diğer çeşitlerden yüksek olan VD1sn8 genotipine aittir. Ayrıca bu genotipe ait Σ SFA oranı da; C16:0 oranının yüksek olmasından dolayı, diğer çeşitlerden yüksektir.

Rabrenovic vd. (2014) 'nin C18:1 oranı yüksek kabuksuz çeşidinin Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA oranlarının; çalışmamızdaki Palancı, VD1sn6 ve Nusem çeşidine ait sonuçlarla benzer olduğu görülmektedir. Aynı çalışmada C18:1 ve C18:2 oranları aynı olan kabuksuz çeşidin Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA oranları sırasıyla çalışmamızdaki VD1sn8 genotipinin Σ SFA oranından düşük, Σ MUFA oranıyla benzer, Σ PUFA oranından yüksektir. Çalışmamızda elde edilen Σ SFA oranları geçmiş çalışmalarla kıyaslandığında sonuçlarımızın; Prescha vd. (2014), Aktaş vd. (2018a) ile benzer: Parry vd. (2006), Sielicka vd. (2014), Raczkyk vd. (2017), Akın vd. (2018) ve Kulaitienė vd. (2018)' den yüksek; Rezig vd. (2019)' den ise düşük bulunmuştur. Kabak çekirdeği yağlarımızın Σ MUFA oranları geçmiş çalışmalarla kıyaslandığında; Parry vd. (2006), Prescha vd. (2014), Raczkyk vd. (2017), Aktaş vd. (2018a), Akın vd. (2018), Kulaitienė vd. (2018), Rezig vd. (2019)' den yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmamızda elde edilen Σ PUFA oranları geçmiş çalışmalarla kıyaslandığında; Parry vd. (2006), Vujasinovic vd. (2010), Sielicka vd. (2014), Prescha vd.

(2014), Raczkyk vd. (2017), Aktaş vd. (2018a), Akın vd. (2018), Kulaitienė vd. (2018) ve Rezig vd. (2019)'den düşük sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Literatürde bahsedilen çalışmalarda yağların baskın yağ asidi olarak C18:2' nin belirtilmesi, Σ PUFA oranlarının da yüksekliğini açıklamaktadır. Dolayısıyla çalışmamızda kabak çekirdeği yağlarındaki C18:1 oranının daha yüksek olması; literatüre göre Σ MUFA oranlarımızın yüksek; Σ PUFA oranlarımızın ise düşük olmasının nedeni olarak gösterilebilir.

Çizelge 4. 15' den görüldüğü üzere kabak çekirdeği yağlarında %0,98-1,91 aralığında diğer yağ asitleri de bulunmaktadır. Bu yağ asitlerinin miktarı çok düşük olmakla birlikte, içlerinden en yüksek miktarda (%0,43-0,55) bulunan C20:02 dir. Rabrenovic vd. (2014) kabak çekirdeği yağlarında C14:0, C16:1 ve C20:0 yağ asitlerini tespit etmemişler, C18:3 (%0,1-0,2) ve C22:0 (0,3-0,0) yağ asitlerini tespit etmişler ve çalışmamızdan daha düşük sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmamız sonucunda elde edilen diğer yağ asitleri miktarlarının; Parry vd. (2006), Prescha vd. (2014), Broznić vd. (2016), Raczkyk vd. (2017), Aktaş vd. (2018a), Akın vd. (2018), Kulaitienė vd. (2018) ve Rezig vd. (2019) ile benzer; Vujašinovic vd. (2010), Bardaa vd. 2016, Konopka vd. (2016)' den yüksek; Sielicka vd. (2014)' den düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. 14. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının başlıca yağ asitleri kompozisyonu

| Yağ asidi kompozisyonu (%) | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Yıl | Çeşit | Palmitik asit C16:0 | Stearik asit C18:0 | Oleik asit C18:1 | Linoleik asit C18:2 | ΣSFA | ΣUFA | ΣMUFA | ΣPUFA |
| 2014 | Palancı | 12,13±0,0 Bb | 6,05± 0,0 Ba | 45,15±0,0 Bb | 35,33±0,0 Ca | 18,93±0,0Bb | 81,07±0,0 Aa | 45,58±0,0 Bb | 35,49±0,0 Ca |
| | VD1sn8 | 13,20±0,1 Aa | 5,61± 0,1 Ca | 39,59±0,3 Da | 40,14±0,1 Aa | 19,69±0,2Aa | 80,32±0,2 Ba | 40,00±0,3 Da | 40,31±0,1 Aa |
| | VD1sn6 | 12,97±0,01 Aa | 5,81±0,1 BCa | 44,08±0,1 Cb | 35,76±0,0 Ba | 19,59±0,1Aa | 80,41±0,1 Ba | 44,50±0,1 Cb | 35,92±0,0 Ba |
| | Ticari | 11,55±0,1 Ca | 6,09± 0,0 Ab | 47,18±0,0 Aa | 33,76±0,1 Db | 18,53±0,1Ba | 81,47±0,1 Ab | 47,56±0,0 Aa | 33,91±0,1 Db |
| 2015 | Palancı | 12,40±0,0 Aa | 6,16±0,0 Aa | 46,19±0,3 Aa | 33,73±0,4 Cb | 19,45±0,0Ba | 80,55±0,0 Bb | 46,51±0,3 Aa | 34,02±0,4 Cb |
| | VD1sn8 | 13,49±0,0 Aa | 5,65±0,2 Ba | 40,07±0,1 Ca | 39,43±0,1 Ab | 20,01±0,2Aa | 79,99±0,2 Ca | 40,40±0,1 Ca | 39,59±0,1 Ab |
| | VD1sn6 | 12,30±0,6 Aa | 5,87±0,0 ABa | 45,04±0,1 Ba | 35,01±0, 0Bb | 19,44±0,1Ba | 80,56±0,1 Ba | 45,33±0,1 Ba | 35,22±0,1 Bb |
| | Ticari | 11,04±0,1 Bb | 6,23± 0,0 Aa | 46,26±0,0 Ab | 35,10±0,0 Ba | 18,10±0,1Cb | 81,90±0,1 Aa | 46,53±0,0 Ab | 35,36±0,0 Ba |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

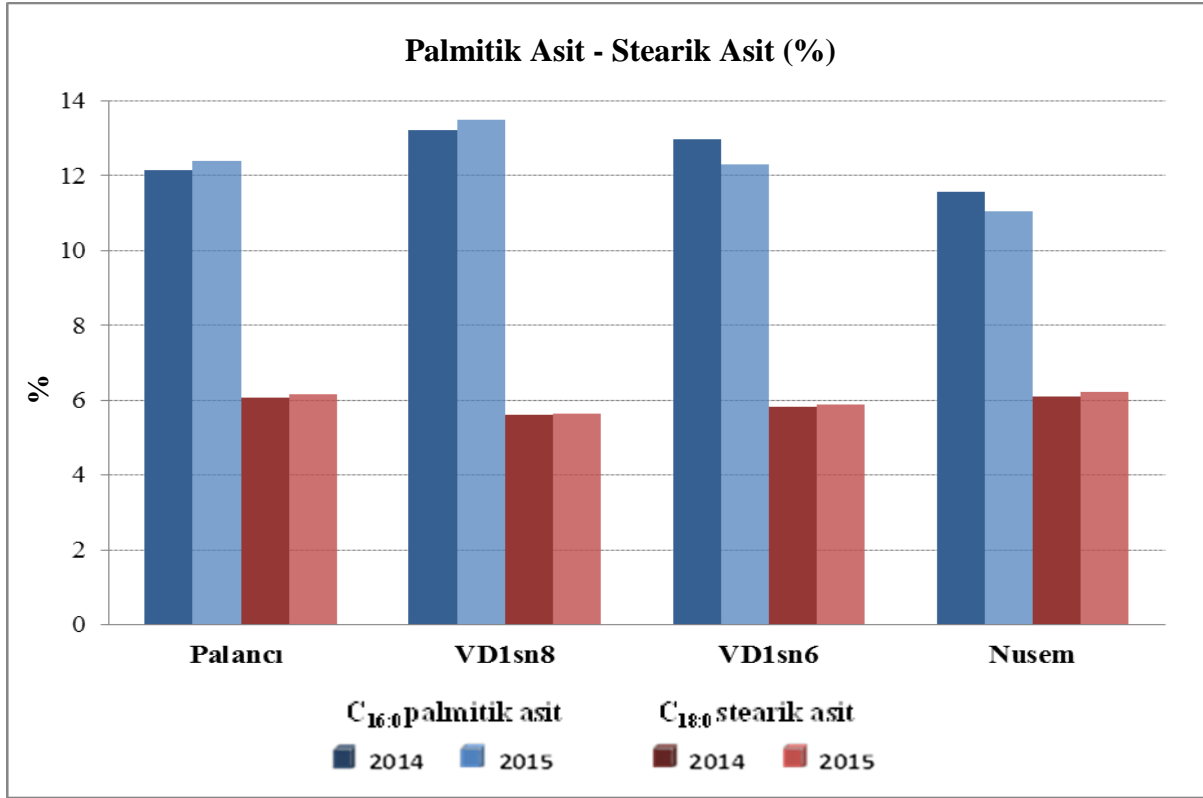
Çizelge 4. 15. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının diğer yağ asitleri kompozisyonları

| Yağ asidi kompozisyonu (%) | | | | | | | |
|----------------------------|---------|------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Yıl | Hasat | Miristik asit C14:0 | Palmitoleik asit C16:1 | Linolenik asit C18:3 | Araşidik asit C20:0 | Gadoleik asit C20:1 | Behenik asit C22:0 |
| 2014 | Palancı | 0,11± 0,0Bb | 0,13± 0,0ABb | 0,17± 0,0ABa | 0,43± 0,0Db | 0,11± 0,0Ba | 0,11± 0,0Aa |
| | VD1sn8 | 0,13± 0,0Ab | 0,12± 0,0BCa | 0,70± 0,0Aa | 0,51± 0,0Ba | 0,13± 0,0ABa | 0,09± 0,0Aa |
| | VD1sn6 | 0,11± 0,0Ba | 0,14± 0,0Aa | 0,16± 0,0BCa | 0,49± 0,0Ca | 0,12± 0,0ABa | 0,09± 0,0Ab |
| | Ticari | 0,11± 0,0Ba | 0,11± 0,0Cb | 0,15± 0,0Ca | 0,55± 0,0Aa | 0,13± 0,0Aa | 0,10± 0,0Ab |
| 2015 | Palancı | 0,12± 0,0Aa | 0,14± 0,00Aa | 0,16± 0,0Aa | 0,50± 0,0Aa | 0,00± 0,0Bb | 0,13± 0,0Aa |
| | VD1sn8 | 0,14± 0,0Aa | 0,13± 0,0Ba | 0,16± 0,0Ab | 0,50± 0,0Aa | 0,12± 0,0Aa | 0,13± 0,0Aa |
| | VD1sn6 | 0,60± 0,7Aa | 0,14± 0,0Aa | 0,16± 0,0Aa | 0,44± 0,0Bb | 0,00± 0,0Bb | 0,13± 0,0Aa |
| | Ticari | 0,06± 0,0Ab | 0,12± 0,0Ca | 0,15± 0,0Aa | 0,51± 0,0Ab | 0,00± 0,0Bb | 0,14± 0,0Aa |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

4.3.2.1. Palmitik-stearik asit oranları

Şekil 4.17’de 2014 ve 2015 yılı soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının C16:0 ve C18:0 oranları verilmiştir.



Şekil 4. 17. Kabak çekirdeği yağlarının palmitik ve stearik asit oranları

2014 ve 2015 yıllarında C16:0 oranı en yüksek soğuk pres kabak çekirdeği yağı VD1sn8 genotipine aittir. 2014 yılında VD1sn8 ile VD1sn6 genotipleri arasında önemli farklılık yoktur ($p>0,05$). 2015 yılında ise Palancı genotipi de bu çeşitlerle benzerlik göstermiştir. Her iki yılda Nussem çeşidine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının C16:0 oranları diğer çeşitlerden düşük ve farklıdır ($p<0,05$). VD1sn8 ile VD1sn6 genotiplerine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının C16:0 oranları 2014 ve 2015 yıllarında birbirine yakın değerlerde çıkmıştır ($p>0,05$). Palancı genotipine ait kabak çekirdeği yağlarının 2015 yılındaki C16:0 oranı 2014 yılından yüksek; Nussem çeşidine ait kabak çekirdeği yağlarının ise 2014 yılı C16:0 oranı 2015 yılından yüksektir.

2014 ve 2015 yılına ait C18:0 oranları incelendiğinde; en yüksek orana Nussem çeşidine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında rastlanmış, bu çeşiti Palancı genotipi takip

etmiştir. VD1sn6 genotipine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının C18:0 oranı VD1sn8 genotipinden biraz yüksektir. Nussem çeşidi hariç tüm çeşitlerde 2014 ve 2015 yılları arasında stearik asit miktarında önemli farklılık yoktur ($p>0,05$). Nussem çeşidinde 2015 yılındaki stearik asit miktarı 2014 yılındakinden biraz yüksek çıkmıştır.

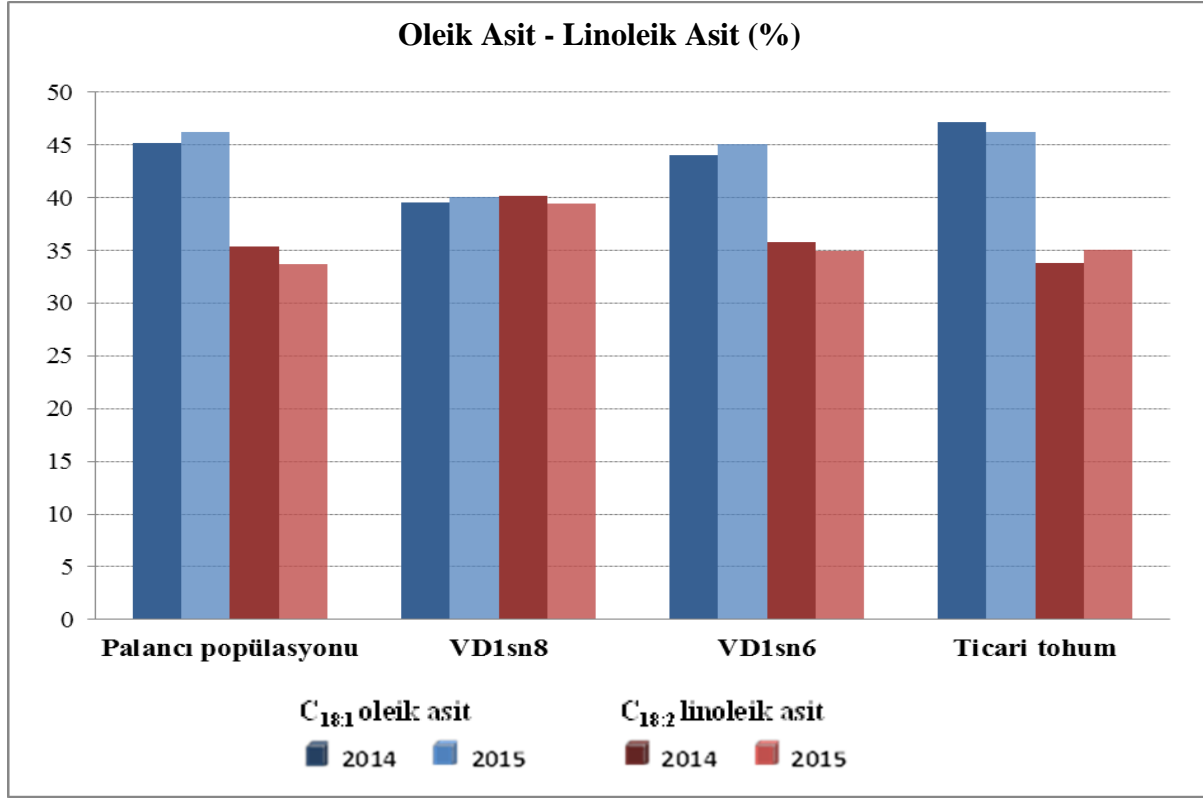
2014-2015 yılı C16:0 oranları sırasıyla Palancı genotipi için %12,13-12,40; VD1sn8 için %13,20-13,49; VD1sn6 için %12,97-12,30; Nussem için %11,55-11,04 olarak tespit edilmiştir. Vujasinovic vd. (2010), Nederal vd. (2012) ve Kulaitiené vd. (2018)'nin bildirdiği değerlerle Nussem çeşidin C16:0 oranı benzer, diğer çeşitlerin C16:0 oranları ise yüksek bulunmuştur. Tüm çeşitlerden elde edilen soğuk pres yağların C16:0 oranları Bardaa vd. (2016)' den düşük; Rabrenovic vd. (2014), Nederal vd. (2014), Prescha vd. (2014), Konopka vd. (2016), Broznić vd. (2016), ve Aktaş vd. (2018a) yapmış olduğu çalışmalar ile benzer; Parry vd. (2006), Sielicka vd. (2014), Raczkyk vd. (2017), Akın vd. (2018) ve Rezig vd. (2019)'den ise yüksektir.

2014-2015 yılı C18:0 oranları sırasıyla Palancı genotipi için %6,05-6,16; VD1sn8 için %5,61-5,65; VD1sn6 için %5,81-5,87; Nussem için %6,09-6,23 olarak tespit edilmiştir. Prescha vd. (2014) ile Palancı genotipi ve Nussem çeşidin C18:0 oranları benzer iken, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerinin C18:0 oranları ilgili literatürden düşük bulunmuştur. Tüm çeşitlerden elde edilen soğuk pres yağların C18:0 oranları; Vujasinovic vd. (2010), Nederal vd. (2012), Sielicka vd. (2014), Broznić vd. (2016), Konopka vd. (2016), Kulaitiené vd. (2018) ve Akın vd. (2018)'nin bildirdiği C18:0 oranlarından yüksek; Rabrenovic vd. (2014) ve Nederal vd. (2014) ile benzer, Parry vd. (2006), Bardaa vd. (2016), Raczkyk vd. (2017), Aktaş vd. (2018a) ve Rezig vd. (2019)'den düşük olduğu görülmüştür.'

Palmitik ve stearik asit oranlarının literatürle değişiklik göstermesinin sebebi olarak öncelikle kabak çekirdeği çeşidinin, lokasyonun, iklim koşullarının ve tarımsal uygulamaların etkilerinin olduğu söylenebilir.

4.3.2.2. Oleik– linoleik asit oranı

Şekil 4.18’ de 2014 ve 2015 yılı soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının C18:1 ve C18:2 oranları verilmiştir.



Şekil 4. 18. Kabak çekirdeği yağlarının oleik ve linoleik asit oranları

2014-2015 yıllarında en yüksek C18:1 oranı Nussem çeşitten elde edilen soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında tespit edilmiştir. Bu çeşidi takiben Palancı, VD1sn6 ve VD1sn8 genotipleri gelmektedir. VD1sn8 genotipi hariç diğer tüm çeşitlerde 2014 ve 2015 yıllarında elde edilen C18:1 oranlarında farklılık vardır ($p < 0,05$). Palancı ve VD1sn6 genotiplerinde 2015 yılında elde edilen C18:1 oranları yüksekken, Nussem çeşidinde 2014 yılında elde edilen C18:1 oranı 2015 yılındakinden yüksektir. Çizelge 3.2’ deki meteorolojik veriler dikkate alındığında çalışmamızda 2015 yılı ortalama sıcaklık değeri 2014 yılına göre 0,74 °C daha yüksek geçmiş ve yağış miktarı da 2014 yılındaki yağış miktarının yarısı olarak kaydedilmiştir. Nederal vd. (2014) çalışmasında bahsettiği üzere sıcaklıkla C18:1 arasındaki pozitif korelasyonun olması bizim sonuçlarımızı da açıklamaktadır. Murkovic vd. (1996) C18:1 oluşumunun limitini kinetik parametrelerle bağlantılı olabileceğini bildirmişlerdir.

Çeşitler arasındaki C18:1 oranlarının farklılığının çeşit özelliklerinden kaynaklı olduğu da düşünülmektedir.

2014-2015 yılı C18:1 oranları sırasıyla Palancı genotipi için %45,15-46,19; VD1sn6 için %44,08-45,04; Nusem için %47,18-46,26 olarak tespit edilmiştir. Geçmişte yapılan soğuk pres kabak çekirdeği çalışmalarına bakıldığında; çalışmamızda elde edilen yağların C18:1 oranlarının; Kırnak vd. (2019) ile benzer; Badr vd. (2013), Nyam vd. (2009) ve Türkmen vd. (2017)' den yüksek olduğu görülmektedir. Ancak C18:2 oranı baskın olan yağ çeşitlerinin C18:1 oranları, Parry vd. (2006) %36,3; Nederal vd. (2012) %28,9-29,1; Sielicka vd. (2014) %32,8; Prescha vd. (2014) %32,3; Broznić vd. (2016) %35,7-36,7; Bardaa vd. (2016) %25,817; Naziri vd. (2016) %38-41,3; Konopka vd. (2016) %28,6; Raczyk vd. (2017) %37,7; Kulaitienė vd. (2018) %16,01-18,33; Rezig vd. (2019) %29,30 olarak bildirilmiştir. Bu sonuçların bizim elde ettiğimiz C18:1 oranlarından düşük olması baskın yağ asitlerinin C18:2 olmasından dolayı beklenmektedir.

2014-2015 yılı en yüksek C18:2 oranı VD1sn8 genotipinde elde edilmiştir. 2014 yılında en yüksek C18:2' den düşüğe sırasıyla; VD1sn8, VD1sn6, Palancı genotipleri ve Nusem çeşidi gelmektedir. Bu sıralama 2015 yılında VD1sn8, Nusem, VD1sn6 ve Palancı olarak değişmiştir. 2014 yılında C18:2 açısından çeşitler arasında önemli farklılık varken ($p<0,05$), 2015 yılında VD1sn6 ve Nusem benzer, Palancı ve VD1sn8 genotipinde ise farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$). Nusem çeşidi hariç tüm çeşitlerde 2014 yılı C18:2 oranları 2015 yılından yüksek bulunmuştur.

Şekil 4.18' den de görüleceği üzere VD1sn8 genotipi C18:1 ve C18:2 oranları açısından diğer çeşitlerden ayrılmaktadır. Bu çeşitin 2014-2015 yılındaki C18:1 oranları sırasıyla %39,59-40,07; C18:2 oranları ise %40,14-39,43 olarak birbirlerine oldukça yakın değerler aldığı görülmektedir. Rabrenovic vd. (2014) çalışmasında kabuksuz bir kabak çekirdeği çeşidine ait yağda C18:1 ve C18:2 oranlarının %40,7 ve %40,8 olarak bildirilmiştir. Vujasinovic vd. (2010) kabuksuz kabak çekirdeğine ait yağların C18:1 oranını %42,07; C18:2 oranını ise %43,68 olarak bildirmiştir. Bahsedilen çalışmaların, çalışmamızdaki VD1sn8 genotipiyle benzer olduğu; bu çeşidin özellikle yağ asidi bileşimi açısından kabuksuz kabak çekirdeği çeşitlerinin özelliklerini gösterdiği görülmüştür.

2014-2015 yılları C18:2 oranları sırasıyla Palancı genotipi için %35,33-33,73; VD1sn6 genotipi için %35,76-35,01; Nussem çeşidi için %33,76-35,10 olarak tespit edilmiştir. Geçmiş çalışmalardaki C18:1 oranı yüksek yağların C18:2 oranları ile çalışmamız karşılaştırıldığında; Kırnak vd. (2019) ile benzer, Badr vd. (2013) ve Nyam vd. (2009)' den yüksek; Kim vd.(2012), Ardabili vd. (2011) ve Türkmen vd. (2017)' den düşük sonuçlar elde ettiğimiz görülmektedir. Bahsedilen literatürlerde de çalışmamızda olduğu gibi baskın yağ asidi C18:1 olduğundan C18:2 oranları elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir. Ancak Parry vd. (2006), Nederal vd. (2012), Sielicka vd. (2014), Prescha vd. (2014), Broznić vd. (2016), Bardaa vd. (2016), Naziri vd. (2016), Konopka vd. (2016), Raczkyk vd. (2017), Kulaitienė vd. (2018) ve Rezig vd. (2019) soğuk preslenmiş kabak çekirdekleri yağlarında yüksek oranda (%42,00-64,65) C18:2 bulunduğunu bildirmişlerdir.

Literatürde yağ asitleri bileşimlerinin farklı sonuçlar alması, öncelikle kabak çekirdeği çeşit özelliklerine, lokasyona, iklim koşullarına ve toprak yapısına ayrıca tarımsal uygulamalar (sulama, gübreleme, ilaçlama vbg.) gibi pek çok şarta bağlı olarak değişiklik göstermesinden kaynaklı olduğu söylenebilir.

4.3.3. Tokoferol kompozisyonu

Çizelge 4.16' da 2014 ve 2015 yılları farklı çeşitlere ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının tokoferol kompozisyonları gösterilmiştir. Tüm kabak çekirdeği çeşitleri için baskın tokoferolün γ -tokoferol olduğu sonuçlarda görülmektedir. 2014 ve 2015 yıllarındaki γ -tokoferol miktarları toplam tokoferolün sırasıyla %86,58-90,92'sini ve %86,64-87,58'ini oluşturmaktadır. Tüm kabak çekirdeği çeşitlerinde; δ -tokoferol miktarı hariç diğer tüm tokoferol çeşitleri ve toplam tokoferol miktarı incelendiğinde 2014 ve 2015 yılı arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0,05$).

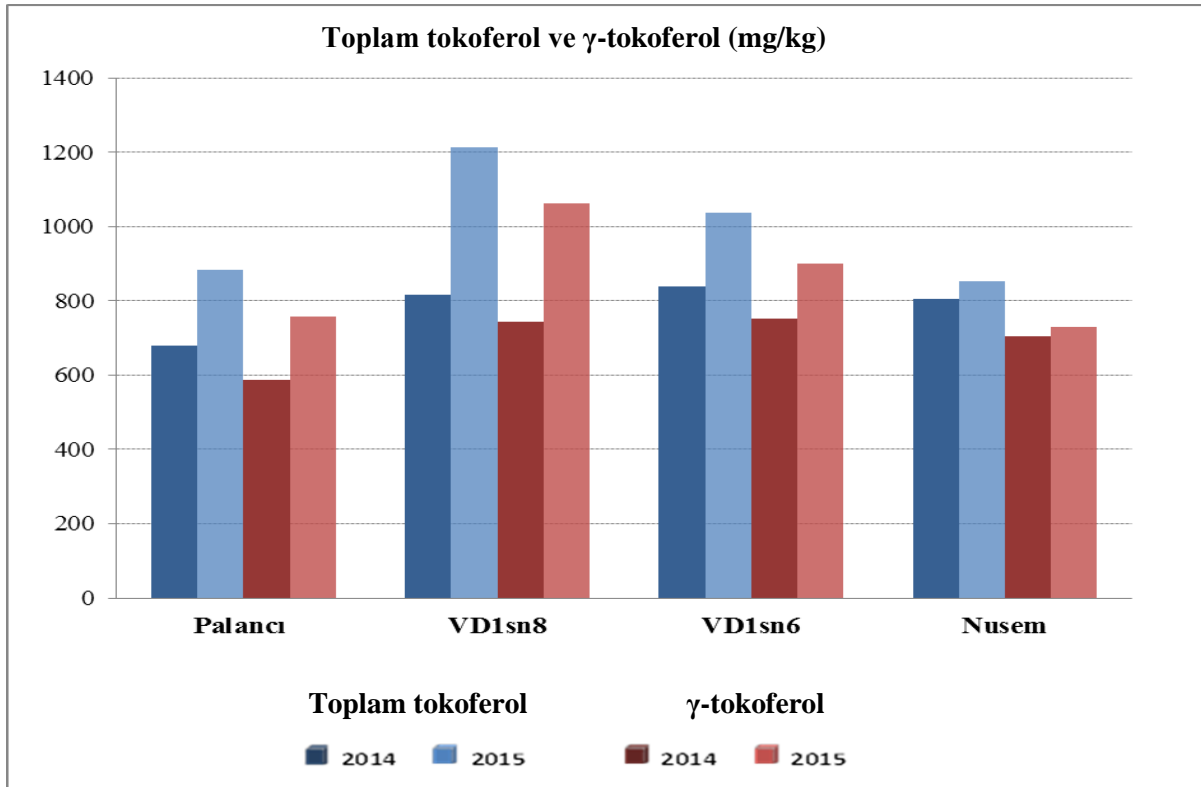
Çizelge 4. 16. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının tokoferol kompozisyonları

| Yıl | Çeşit | Tokoferol kompozisyonu (mg/kg) | | | Toplam tokoferol |
|------|----------|--------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| | | α -tokoferol | γ -tokoferol | δ - tokoferol | |
| 2014 | Palancı | 59,02±2,3 Bb | 587,6±1,0 Cb | 11,3±2,0 Ba | 678,68±5,3 Cb |
| | VD1 sn.8 | 62,67±0,7 Bb | 742,7±9,9 Ab | 11,5±1,1 Bb | 816,84±8,1 ABb |
| | VD1 sn.6 | 62,32±0,3 Bb | 752,77±0,8 Ab | 23,33±0,9 Aa | 838,41±1,4 Ab |
| | Nusem | 89,03±1,8 Ab | 705,62±6,1 Bb | 10,37±0,8 Ba | 805,01±5,1 Bb |
| 2015 | Palancı | 108,72±20,1 Ba | 758,07±7,1 Ca | 17,25±1,6 Ba | 884,04±3,4 Ca |
| | VD1 sn.8 | 129,4±0,5 Aa | 1061,68±15,4 Aa | 21,22±1,1 Ba | 1212,25±16,0 Aa |
| | VD1 sn.6 | 111,57±1,7 Ba | 899,99±3,0 Ba | 26,90±1,2 Aa | 1038,45±3,4 Ba |
| | Nusem | 111,81±0,5 Ba | 730,27±2,8 Ca | 10,68±0,3 Ca | 852,76±2,9 Ca |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

4.3.3.1. Toplam tokoferol ve γ -tokoferol miktarı

Şekil 4.19' da 2014 ve 2015 yılları soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol ve γ -tokoferol (mg/kg) miktarları grafiksel olarak gösterilmiştir. Tüm çeşitler için 2015 yılına ait toplam tokoferol ve γ -tokoferol miktarlarının 2014 yılındaki değerlerden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Bitkisel yağlarda tokoferol miktarlarında meydana gelen değişikliklerin; bitkinin çeşidi, lokasyon, iklim koşulları, yağların elde edilme yöntemleri gibi birçok değişkene bağlı olduğu belirtilmiştir (Nakic-Nederal vd., 2006). 2014 yılındaki tokoferol miktarlarının düşüklüğü tüm çeşitlerde gözlemlendiğinden, hasat yılındaki toprak yapısı, iklim özellikleri gibi çevresel farklılıklardan etkilendiği düşünülmektedir. Nitekim, Kırnak vd. (2019) çalışmalarında sulama miktarının 2015 yılında yağların E vitamini miktarına etkisinin bulunmadığını ancak 2016 yılında etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4. 19. Kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol ve γ -tokoferol miktarları (mg/kg)

2014 yılında toplam tokoferol miktarı en yüksek soğuk pres kabak çekirdeği yağı VD1sn6 genotipine aitken sırasıyla VD1sn8, Nussem ve Palancı; VD1sn6 genotipini takip etmektedir. 2014 yılında çeşitler arasında toplam tokoferol miktarı istatistiki olarak önemli farklılığa sahiptir ($p<0,05$). 2015 yılında ise en yüksek toplam tokoferol miktarı VD1sn8 genotipinde ortaya çıkmış, bunu takiben sırasıyla VD1sn6 ve Palancı genotipleri ve Nussem çeşidi gelmektedir. 2015 yılında Palancı genotipi ve Nussem çeşidi arasında istatistiki olarak benzerlik bulunmakta ($p<0,05$) ancak diğer çeşitlerle farklılığı da görülmektedir. Çeşitlerin yıllar arasındaki farklılığına bakıldığında en az değişim Nussem çeşidinde meydana gelmekle birlikte 2014 yılı toplam tokoferol miktarı 2015 yılında %5,93 artış göstermiştir. Bu 2014 yılından 2015 yılına artış VD1sn8 genotipi için %48,41; Palancı genotipi için %30,26; VD1sn6 genotipi için %23,86 olarak hesaplanmıştır.

2014-2015 yılı toplam tokoferol miktarları sırasıyla Palancı genotipi için 678,68-884,04 mg/kg; VD1sn8 genotipi için 816,84-1212,25 mg/kg; VD1sn6 genotipi için 838,41-1038,45 mg/kg; Nussem çeşidi için 805,01-852,76 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Geçmiş çalışmalardaki soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol miktarları ile tüm çeşitler için elde edilen çalışma sonuçlarımız karşılaştırıldığında; Parry vd. (2006), Uhrin vd. (2008), Nederal vd. (2012), Rabrenovic vd. (2014), Broznić vd. (2016), Raczyk vd. (2017) ve Konopka vd. (2016)'nden yüksek toplam tokoferol miktarı bulunmuştur. Akın vd. (2018) Konya' da yetiştirilen kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarının toplam tokoferol miktarını 942,9-977,9 mg/kg yağ olarak bildirmişler ve 2014 yılında tüm çeşitlerde elde ettiğimiz toplam tokoferol miktarlarından yüksek değerler bulmuşlardır. 2015 yılındaki birbirine istatistiki olarak da benzer çıkan Palancı genotipi ve Nussem çeşidin toplam tokoferol miktarı Aktaş vd. (2018)' den düşükken; VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerinin toplam tokoferol miktarları Aktaş vd. (2018)' den yüksek bulunmuştur.

Toplam tokoferol miktarında olduğu gibi 2014 yılının en yüksek γ -tokoferol miktarı VD1sn6 genotipinde tespit edilirken, VD1sn6 genotipi ile istatistiki olarak da benzer olan VD1sn8 genotipi ikinci sırada yer almıştır. Bu çeşitleri takiben Nussem çeşidi ve Palancı genotipi gelmektedir. 2015 yılının en yüksek γ -tokoferol miktarı VD1sn8 genotipinde diğer çeşitlerden oldukça yüksek miktarda bulunmuştur. Bu çeşidi takiben VD1sn6 genotipi ve istatistiki olarak benzer çıkan Palancı genotipi ile Nussem çeşidi ($p<0,05$) gelmektedir. Tüm çeşitler için 2015 yılı γ -tokoferol miktarları 2014 yılındaki miktarlardan yüksektir. 2015

yılındaki değerlerdeki çeşitlere ait yükseklikler toplam tokoferol miktarındaki oranlarla benzerdir.

2014-2015 yılı γ -tokoferol miktarları sırasıyla Palancı genotipi için 587,6-758,07 mg/kg; VD1sn8 genotipi için 742,7-1061,68 mg/kg; VD1sn6 genotipi için 752,77-899,9 mg/kg; Nussem çeşidi için 705,62-730,27 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Geçmiş çalışmalarda soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının γ -tokoferol miktarları ile tüm çeşitler için elde edilen çalışma sonuçlarımız karşılaştırıldığında; Parry vd. (2006), Uhrin vd. (2008), Rabrenovic vd. (2014), Broznić vd. (2016), Konopka vd. (2016), Raczkyk vd. (2017), Akın vd. (2018) ve Potočnik vd. (2018)'nden yüksek bulunmuştur. Aktaş vd. (2018a) Nevşehir çerçevesi çeşidi için $\beta+\gamma$ - tokoferol miktarı 881,76 mg/kg; Ürgüp sivrisi çeşidi için $\beta+\gamma$ - tokoferol miktarı 634,78 mg/kg olarak bildirmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla karşılaştırıldığında Palancı genotipi ve Nussem çeşidin Ürgüp sivrisi çeşidine yakın sonuçları olduğu, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerinin ise Nevşehir çerçevesi çeşidine benzer sonuçları olduğu görülmüştür.

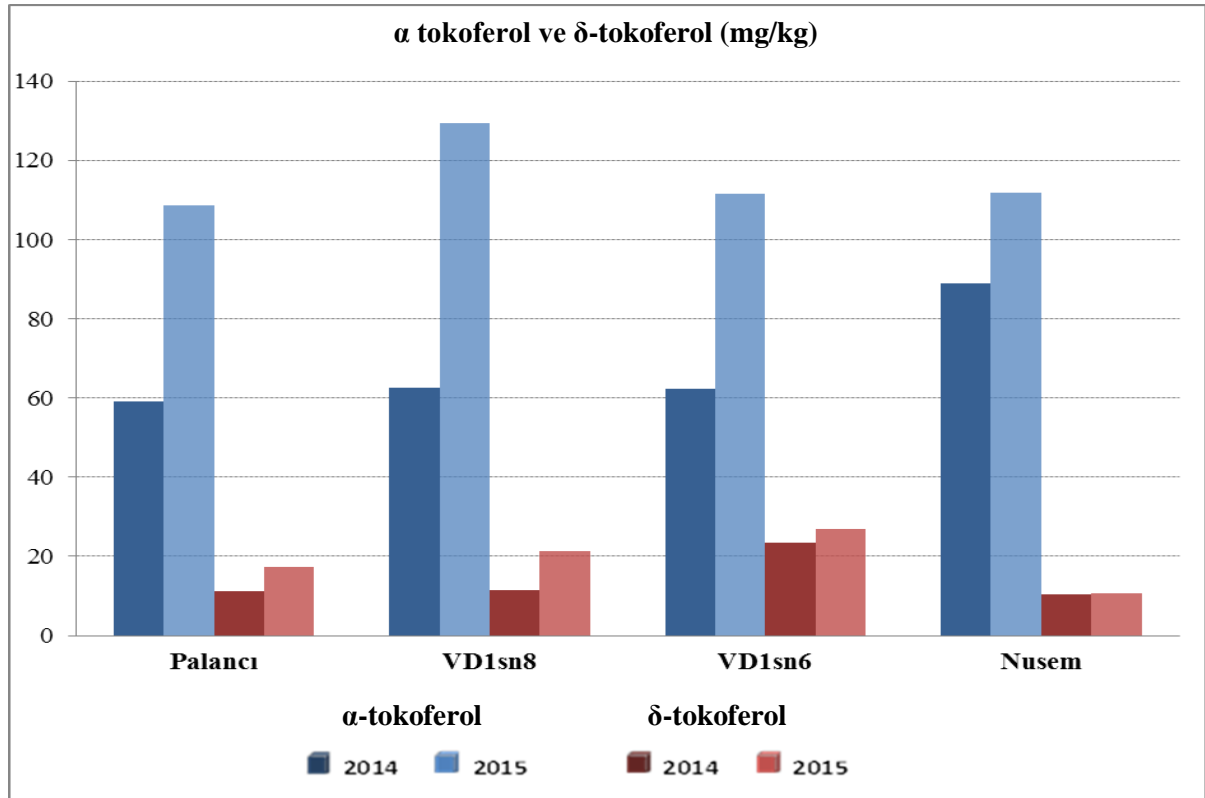
Britz ve Kremer (2002)' de 3 farklı çeşit soya tohumunun olgunlaşma periyodundaki sıcaklık ve kuraklığın tokoferol kompozisyonuna etkisini incelemişlerdir. Genellikle 28 °C sıcaklıkta ve kuraklığın olduğu toprakta yetiştirilen çeşitlerin toplam tokoferol miktarının, 23 °C sıcaklık ve nemli toprakta yetiştirilenlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ancak sadece bir çeşitte toplam tokoferol miktarına sıcaklığın ve sıcaklık x toprak neminin istatistiki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Bahsedilen çalışmada soya çeşitlerinin γ -tokoferol miktarlarının diğer tokoferol çeşitlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genellikle 23 °C sıcaklıkta yetiştirilen soya tohumlarının γ -tokoferol miktarları 28 °C' de yetiştirilenlere göre daha yüksek bulunmuş; kuraklığın etkisi ise değişkenlik göstermiştir.

Çalışmamızdaki farklı çeşitlere ait soğuk presleme yöntemiyle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının 2015 yılında elde edilen γ -tokoferol ve toplam tokoferol miktarları 2014 yılındaki verilerden yüksektir. Bahsedilen literatürler ışığında tohumlarda bulunan tokoferol miktarı ve kompozisyonunun değişimi bitkinin çeşit ve genetik özelliklerine, yetiştirilme koşulları olan iklim verileri, tarımsal uygulamalar, lokasyon, kuraklık, ışık stresi, besin stresi gibi birçok faktöre bağlıdır. Çizelge 3.2' den görüleceği üzere 2015 yılındaki min. ve max. sıcaklık farklarının yüksek oluşu, ortalama sıcaklığın ve yağış miktarının 2014 yılından daha yüksek oluşu; kabak çekirdeği yağlarının toplam tokoferol ve γ -tokoferol miktarlarını etkilemiş ve 2015 yılında daha yüksek değerler almasını sağlamış olduğu düşünülebilir.

Kabak çekirdeklerinin tokoferol miktarındaki değişimlerin doğru incelenebilmesi için tüm bahsedilen parametrelerin dikkate alınması ve aynı zamanda bitkideki tokoferol sentezinin yapısının aydınlatılması gerekmektedir.

4.3.3.2. α -Tokoferol ve δ -tokoferol miktarı

Şekil 4.20' de 2014 ve 2015 yılı soğuk presle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının α -tokoferol ve δ -tokoferol (mg/kg) miktarları grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 20. Kabak çekirdeği yağlarının α - ve δ - tokoferol miktarları

Tüm çeşitler için 2015 yılına ait α -tokoferol ve δ -tokoferol miktarlarının 2014 yılındaki değerlerden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. 2014 yılından 2015 yılına α -tokoferol için bu artış; Palancı genotipinde %84,21; VD1sn8 genotipinde %106,47; VD1sn6 genotipinde %79,03; Nussem çeşidinde ise %25,59 olmuştur. 2014 yılı en yüksek α -tokoferol miktarı Nussem çeşidinde tespit edilmiş, bu çeşidi takiben istatistiki olarak benzer sonuçların elde edildiği VD1sn8, VD1sn6 ve Palancı genotipleri gelmiştir ($p < 0,05$). 2015 yılında ise VD1sn8 genotipinde en yüksek α -tokoferol miktarı tespit edilmiştir, diğer çeşitler ise istatistiki olarak benzer çıkmakla birlikte birbirine yakın sonuçlar almışlardır ($p < 0,05$).

2014-2015 yılı α -tokoferol miktarları sırasıyla Palancı genotipi için 59,02-108,72 mg/kg; VD1sn8 genotipi için 62,67-129,4 mg/kg; VD1sn6 genotipi için 62,32-111,57 mg/kg; Nusem çeşit için 89,03-111,81 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Britz ve Kremer (2002)' de 3 farklı çeşit soya tohumunun olgunlaşma periyodundaki sıcaklık ve kuraklığın tokoferol kompozisyonuna etkisini incelemişlerdir. Soya çeşitlerinin α -tokoferol ve δ -tokoferol miktarına sıcaklığın ve kuraklığın etkisi olduğu, stres koşullarının olduğu (28 °C ve kuraklık) olgunlaşma periyodunda soya çeşitlerinde α -tokoferol miktarının kontrollü koşullara göre daha yüksek, δ -tokoferol miktarının ise kontrollü koşullara göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Geçmiş çalışmalardaki soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının α -tokoferol miktarları ile tüm çeşitler için elde edilen çalışma sonuçlarımız karşılaştırıldığında; Parry vd. (2006), Nederal vd. (2012), Rabrenovic vd. (2014), Broznić vd. (2016) ve Akın vd. (2018)'nden yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz α -tokoferol miktarları Uhrin vd. (2008) ve Naziri vd. (2016)'nin elde ettikleri sonuçlardan düşük tespit edilmiştir. Konopka vd. (2016) soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında α -tokoferol miktarlarını 130 mg/kg olarak bildirmiş; bu değer 2015 yılı VD1sn8 genotipine ait α -tokoferol miktarıyla benzediği görülmektedir. Potočnik vd. (2018) Gleisdorf ve Rustikal soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının α -tokoferol miktarlarını sırasıyla 51±2 mg/kg ve 98±2 mg/kg olarak bildirmişler ve bizimle benzer sonuçlar tespit etmişlerdir.

Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında en az miktarda bulunan tokoferol izomeri δ -tokoferoldür. 2014 ve 2015 yıllarında VD1sn6 genotipinde diğer çeşitlere göre daha yüksek miktarda δ -tokoferol bulunmaktadır. Bu çeşit hariç diğer çeşitlere ait soğuk pres kabak çekirdeği yağları istatistiki olarak birbirine benzer δ -tokoferol miktarlarına sahiptirler. Tüm çeşitler için 2015 yılındaki δ -tokoferol miktarları 2014 yılına göre biraz yüksek bulunmasına karşın; VD1sn8 genotipi hariç tüm çeşitlerde yıllar arasında önemli bir farklılığa rastlanmamış hatta Nusem çeşidinde iki yılda da tespit edilen δ -tokoferol miktarlarının oldukça yakın değerlerde olduğu görülmüştür.

2014-2015 yılı δ -tokoferol miktarları sırasıyla Palancı genotipi için 11,3-17,25 mg/kg; VD1sn8 genotipi için 11,5-21,22 mg/kg; VD1sn6 genotipi için 23,33-26,9 mg/kg; Nusem çeşidi için 10,37-10,68 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Geçmiş çalışmalardaki soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının δ -tokoferol miktarları incelendiğinde Akın vd. (2018) δ -tokoferol

tespit etmemişler; Broznić vd. (2016), Raczyk vd. (2017) ve Aktaş vd. (2018a) bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden daha düşük δ -tokoferol miktarı bulmuşlardır. Parry vd. (2006), Uhrin vd. (2008) ve Nederal vd. (2012) çalışmamızla yakın sonuçlar elde etmişlerdir. Rabrenovic vd. (2014) bizim çalışmamızda da uyguladığımız gibi kabuklarıyla preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının δ -tokoferol miktarını 33,9 mg/kg bulmuşlar ve VD1sn6 ve VD1sn8 genotiplerinden biraz yüksek değer elde etmişlerdir. Kabukları ayrıldıktan sonra preslenen kabak çekirdeği yağlarında ise δ -tokoferol miktarlarını 104,4 mg/kg tespit ederek, bizim elde ettiğimiz değerlerden oldukça yüksek bir sonuç elde etmişlerdir.

Çalışmamızdaki farklı çeşitlere ait soğuk presleme yöntemiyle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının 2015 yılında elde edilen α -tokoferol ve δ -tokoferol miktarları 2014 yılındaki verilerden yüksektir. Bahsedilen literatürler ışığında tohumlarda bulunan tokoferol miktarı ve kompozisyonunun değişimi bitkinin çeşit ve genetik özelliklerine, yetiştirilme koşulları olan iklim verileri, tarımsal uygulamalar, lokasyon, kuraklık, ışık stresi, besin stresi gibi birçok faktöre bağlıdır. Çizelge 3.2' den görüleceği üzere 2015 yılındaki min. ve max. sıcaklık farklarının yüksek oluşu, ortalama sıcaklığın ve yağış miktarının 2014 yılından daha yüksek oluşu; kabak çekirdeği yağlarının α -tokoferol ve δ -tokoferol miktarlarını etkilemiş ve 2015 yılında daha yüksek değerler almasını sağlamış olduğu düşünülebilir. Kabak çekirdeklerinin tokoferol miktarındaki değişimlerin doğru incelenebilmesi için tüm bahsedilen parametrelerin dikkate alınması ve aynı zamanda bitkideki tokoferol sentezinin yapısının aydınlatılması gerekmektedir.

4.3.4. Sterol kompozisyonu

Çizelge 4.17' de 2014 ve 2015 yılı farklı kabak çekirdeği çeşitlerinden soğuk pres ile elde edilen yağların sterol kompozisyonları ve toplam sterol miktarları gösterilmiştir. Sterol kompozisyonu analizi sonuçlarına bakıldığında, soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında; kampesterol, stigmasterol ve Δ -5 avenasterol oranları birbirine yakın olmakla birlikte yağlarda en az bulunan sterol çeşitleri olarak görülmektedir. Çalışmamızda elde edilen; kampesterol oranları Bardaa vd. (2016) ve Konopka vd. (2016)'den düşük; Rezig vd. (2019) ile benzer; stigmasterol oranları Bardaa vd. (2016) ve Rezig vd. (2019)'den düşük, Konopka vd. (2016) ve Raczkyk vd. (2017) ile benzer; Δ -5 avenasterol oranları ise Bardaa vd. (2016) ve Rezig vd. (2019)'den düşük bulunmuştur. Bu çeşitleri takiben 5,24-stigmastadienol oranları %2,77-4,22 arasında değişmekle birlikte Rezig vd. (2019)'nin bulduğu sonuçlardan yüksektir. Toplam sterol miktarının %48,71-52,57'sini oluşturan β -sitosterol soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında en yüksek miktarda bulunan sterol çeşididir. Tüm kabak çekirdeği çeşitleri için yılların sterol miktarına ve kompozisyonuna etkisi istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte ($p>0,05$), çeşitlerin etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

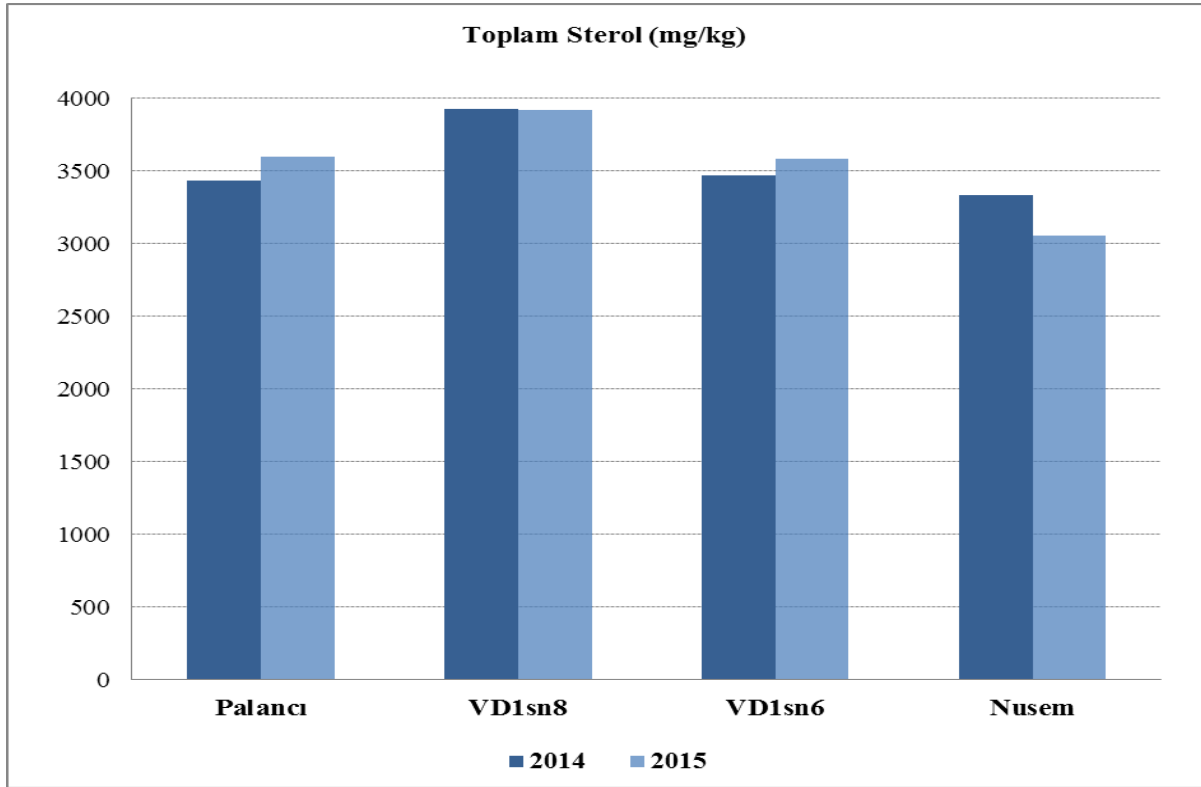
Çizelge 4. 17. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarları ve sterol kompozisyonu

| Yıl | Çeşit | Sterol kompozisyonu (%) | | | | | | Toplam sterol (mg/kg) |
|------|---------|-------------------------|--------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | kampesterol | stigmasterol | β -sitosterol | Δ -5 avenasterol | 5,24-Stigmstadienol | Tanımlanmayan steroller | |
| 2014 | Palancı | 0,87±0,1 Aa | 0,68±0,2 Aa | 49,93±1,2 Aa | 0,9±0,1 Aa | 3,77±0,1 ABa | 43,87±1,2 Aa | 3433,9±134,3 Ba |
| | VD1sn8 | 0,86±0,0 Aa | 0,77±0,0 Aa | 46,21±0,8 Ba | 1,02±0,0 Aa | 3,28±0,5 ABa | 47,87±1,3 Aa | 3928,9±16,7 Aa |
| | VD1sn6 | 0,79±0,1 Ab | 1,09±0,1 Aa | 49,65±0,7 ABa | 0,87±0,1 Aa | 2,77±0,0 Ba | 44,84±0,6 Aa | 3471,9±47,8 ABa |
| | Nusem | 0,83±0,1 Aa | 1,13±0,0 Aa | 49,47±0,8 ABa | 0,86±0,1 Aa | 3,91±0,2 Aa | 43,83±0,8 Aa | 3337,9±189,9 Ba |
| 2015 | Palancı | 1,18±0,0 Aa | 0,88±0,0 Aa | 48,71±0,1 BCa | 1,01±0,2 Aa | 4,22±0,5 Aa | 39,02±6,5 Aa | 3599±33,2 Ba |
| | VD1sn8 | 0,92±0,1 Ba | 0,66±0,0 Ba | 46,9±0,3 Ca | 1,01±0,3 Aa | 3,54±0,4 Aa | 46,98±0,6 Aa | 3919,5±4,3 Aa |
| | VD1sn6 | 1,1±0,0 ABa | 0,92±0,0 Aa | 50,25±0,8 Ba | 0,97±0,2 Aa | 3,88±0,5 Aa | 42,89±1,1 Aa | 3587,7±45,8 Ba |
| | Nusem | 0,93±0,0 Ba | 1,05±0,1 Aa | 52,57±0,7 Aa | 0,59±0,1 Aa | 3,21±0,4 Aa | 41,66±0,5 Aa | 3058,2±15,9 Ca |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

4.3.4.1. Toplam sterol miktarı

Şekil 4.21' de 2014 ve 2015 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinden soğuk presle elde edilen yağlarının toplam sterol miktarları grafiksel olarak gösterilmiştir. 2014 ve 2015 yıllarında en yüksek toplam sterol miktarı VD1sn8 genotipinde tespit edilmiştir. Her iki yılda VD1sn6 ile Palancı genotiplerinden elde edilen soğuk pres yağların toplam sterol miktarları birbirlerine yakın değerler alarak istatistiki olarak da benzer çıkmıştır ($p < 0,05$). 2014 ve 2015 yıllarında elde edilen toplam sterol miktarı incelendiğinde; Nussem çeşidin 2015 yılındaki toplam sterol miktarı 2014 yılından %8,38 daha düşük bulunmasına rağmen tüm çeşitlerde yıllar arasında önemli farklılık yoktur ($p > 0,05$).



Şekil 4. 21. Kabak çekirdeği yağlarının toplam sterol miktarları

2014-2015 yılı toplam sterol miktarları sırasıyla Palancı genotipi için 3433,9-3599 mg/kg; VD1sn8 genotipi için 3928,9-3919,5 mg/kg; VD1sn6 genotipi için 3471,9-3587,7 mg/kg; Nussem çeşidi için 3337,9-3058,2 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Rabrenovic vd. (2014) soğuk presleme ile elde edilmiş iki farklı kabuklu çeşite ait toplam sterol miktarı 7958-8435 mg/kg olarak bildirmiş, Akın vd. (2018)'nin çalışmasıyla benzer elde ettiği sonuçların çalışmamızdan yüksek olduğu görülmektedir. Tüm çeşitlerin toplam sterol miktarları birbirleriyle benzer olup, Bardaa vd. (2016), Konopka vd. (2016) ve Raczyk vd. (2017)'nin çalışmalarından yüksek olduğu; Rezig vd. (2019)'nin bildirdiği toplam sterol miktarından ise düşük olduğu gözlenmiştir.

Literatürdeki bilgiler ışığında sterol içeriğinin ve miktarlarının özellikle tohum cinsine ve genetik özelliklerine bağlı olduğu; çevresel koşullardan tokoferoller kadar çok etkilenmediği, çalışmamızda da yıllar arasındaki iklimsel farklılıklara rağmen sterol kompozisyonu ve miktarlarının değişmediği görülmektedir.

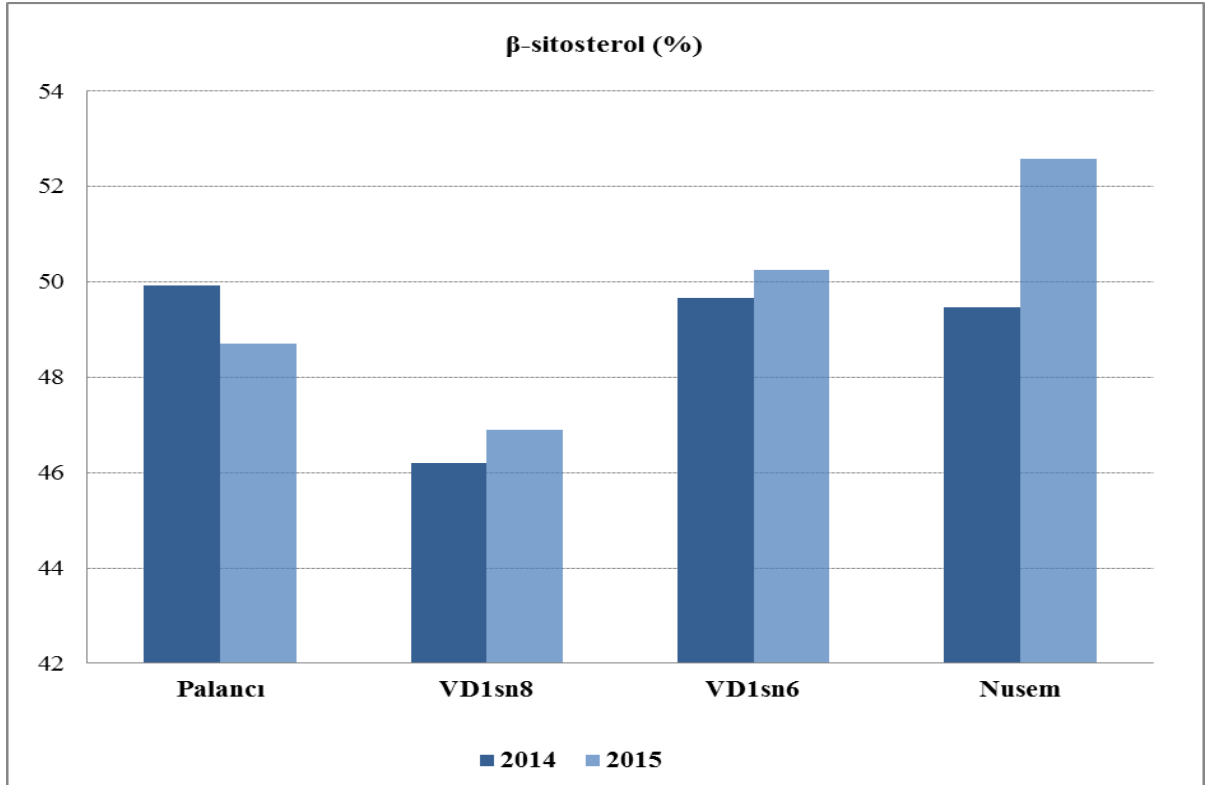
4.3.4.2. β -sitosterol miktarı

Şekil 4.22' de 2014 ve 2015 yılı kabak çekirdeği çeşitlerinden soğuk presle elde edilen yağlarının β -sitosterol miktarları grafiksel olarak gösterilmiştir.

2014 yılında en yüksek β -sitosterol miktarları birbirlerine çok yakın değerler alan ve istatistiki olarak benzer bulunan VD1sn6 genotipi ve Nussem çeşidinde tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu çeşitleri takiben Palancı genotipi ve VD1sn8 genotipi gelmektedir. 2015 yılında ise en yüksek β -sitosterol miktarı Nussem çeşidinde bulunmuşken, VD1sn6 genotipi, Palancı genotipi ve VD1sn8 genotipi, Nussem çeşidini takip etmektedir. Palancı genotipinin β -sitosterol miktarı 2015 yılında daha düşük miktarda tespit edilirken, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerinde yıllar arasında önemli bir değişim olmamıştır. Nussem tohumun β -sitosterol oranı 2015 yılında 2014 yılından %3,10 daha yüksek olmasına rağmen yıllar arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

2014-2015 yılı β -sitosterol miktarları sırasıyla Palancı genotipi için %49,93-48,71; VD1sn8 genotipi için %46,21-46,9; VD1sn6 genotipi için %49,65-50,25; Nusem çeşidi için %49,47-52,57 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar geçmiş yıllardaki çalışmalarla karşılaştırıldığında; Rabrenovic vd. (2014) ile benzer, Bardaa vd. (2016) ve Akın vd. (2018)'den yüksek olduğu görülmüştür.

Literatürdeki bilgiler ışığında sterol içeriğinin ve miktarlarının özellikle tohum cinsine ve genetik özelliklerine bağlı olduğu; çevresel koşullardan tokoferoller kadar çok etkilenmediği, çalışmamızda da yıllar arasındaki iklimsel farklılıklara rağmen sterol kompozisyonu ve miktarlarının değişmediği görülmektedir.



Şekil 4. 22. Kabak çekirdeği yağlarının β -sitosterol miktarları

4.3.5. Toplam fenolik madde

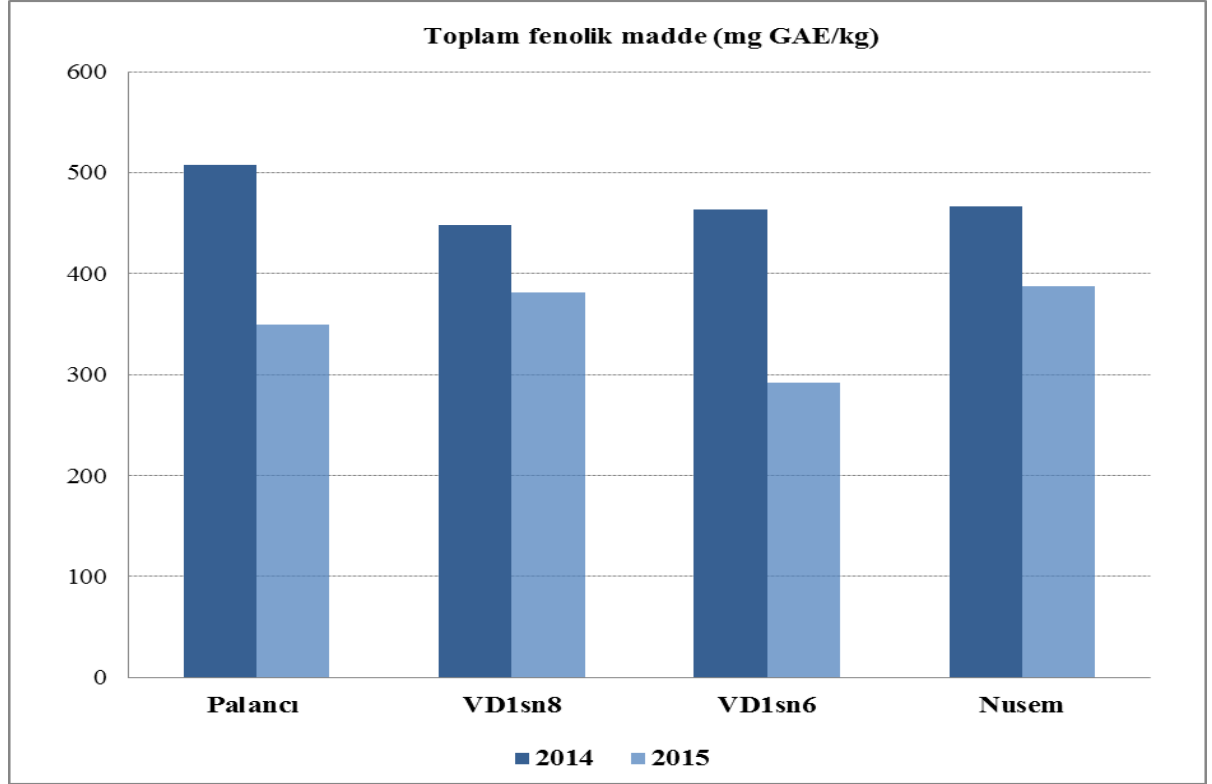
Çizelge 4.18’ de 2014 ve 2015 yılı farklı kabak çekirdeği çeşitlerinden soğuk pres ile elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4. 18. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının toplam fenolik madde miktarları

| Çeşit/ Yıl | Toplam fenolik madde (mg GAE/kg yağ) | |
|------------|---|--------------|
| | 2014 | 2015 |
| Palancı | 508±14,1 Aa | 349±4,2 Bb |
| VD1sn8 | 448±17 Aa | 381±9,9 ABb |
| VD1sn6 | 463,5±20,5 Aa | 291,5±6,4 Cb |
| Nusem | 467±15,6 Aa | 387,5±12 Ab |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder (p<0,05)

Şekil 4.23’ ten görüldüğü üzere 2014 yılında soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında en yüksek fenolik madde miktarı Palancı genotipine ait yağlarda gözlenmiştir. Bu çeşidi takiben Nusem tohum, VD1sn6 ve VD1sn8 genotipleri gelmektedir. Ancak 2014 yılında çeşitler arasındaki toplam fenolik madde miktarları farklı olsada istatistiki olarak benzer çıkmıştır. 2015 yılında ise en yüksek toplam fenolik madde miktarı Nusem çeşidinden elde edilen kabak çekirdeği yağlarında gözlenmiş; sırasıyla bu çeşidi VD1sn8, Palancı ve VD1sn6 genotipleri izlemiştir. 2015 yılında çeşitler arasındaki toplam fenolik madde miktarları istatistiki olarak farklı çıkmıştır. 2015 yılında tüm çeşitlerde elde edilen toplam fenolik madde miktarları 2014 yılında elde edilen miktarlardan düşüktür.



Şekil 4. 23. Kabak çekirdeği yağlarının toplam fenolik madde miktarları

Fenolik bileşiklerin konsantrasyonlarında gözlenen farklılıklar, üretim sırasındaki şartlardan etkilenebildiği gibi; tohumun yetiştiği toprak yapısından, iklim koşullarından, besin maddelerinden, tohumların depolama şartları ve süreleri vbg. birçok faktörden kolayca etkilendiği bilinmektedir (Parry vd.,2006; Fruhwirth ve Hermetter, 2008). Andjelkovic vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada fenolik maddelerin ekstraksiyonu için farklı çözücüler kullanmış ve Folin-Ciocalteu metodunda modifikasyonlar yapmışlar ve bu değişikliklerle kabak çekirdeği yağlarının fenolik madde içeriklerinin birbirlerinden oldukça farklı olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle, kabak çekirdeği yağı içindeki fenolik içeriğin farklı faktörlere göre değiştiği öne sürülebilir. Nitekim geçmişte yapılan birçok çalışmada kabak çekirdeği yağlarında oldukça farklı fenolik madde miktarları verilmiştir. Andjelkovic vd. (2010) 6 adet kabak çekirdeği yağında toplam fenolik madde miktarını 24,71-50,93 mg GAE/ kg olarak bildirmiş ve bizim çalışmamızdan daha düşük değer elde etmiştir. Parry vd. (2006) ise kabak çekirdeği yağlarının fenolik madde miktarını 0,98 mg/g olarak tespit etmiş ve Veronezi ve Jorge (2012)'un yaptığı çalışmaya benzer olarak; bizim çalışmamızdaki değerlerden yüksek sonuçlar elde etmişlerdir. Siger vd. (2008) soğuk pres kabak çekirdeği yağının toplam fenolik madde miktarını $2,46 \pm 0,03$ mg (kafeik asit eşdeğeri) CAE/100g olarak bildirmişlerdir. Aktaş

vd. (2018a) Türkiye’ de *C. pepo* çeşidine ait “Nevşehir çerçevesi” ve “Ürgüp sivrisi” olarak bilinen kabak çekirdeklerinden presleme ile elde edilen yağlarının toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 2,24 mg GAE/g, 2,18 mg GAE /g olarak; çalışmamızdan oldukça yüksek sonuçlar bildirmişlerdir. Akın vd. (2018) Konya’ da yetiştirilen kabak çekirdeklerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarının toplam fenolik madde miktarını 3,96-5,82 mg GAE/100g olarak bildirmişler; Kulaitiené vd. (2018) gibi çalışmamızdan daha düşük sonuçlar elde etmişlerdir. Nawirska-Olszanska vd. (2013)’nin bildirdiği kabak çekirdeği yağlarının fenolik madde miktarları (34,3- 113 mgGA/100g) çalışmamızla benzer bulunmuştur.

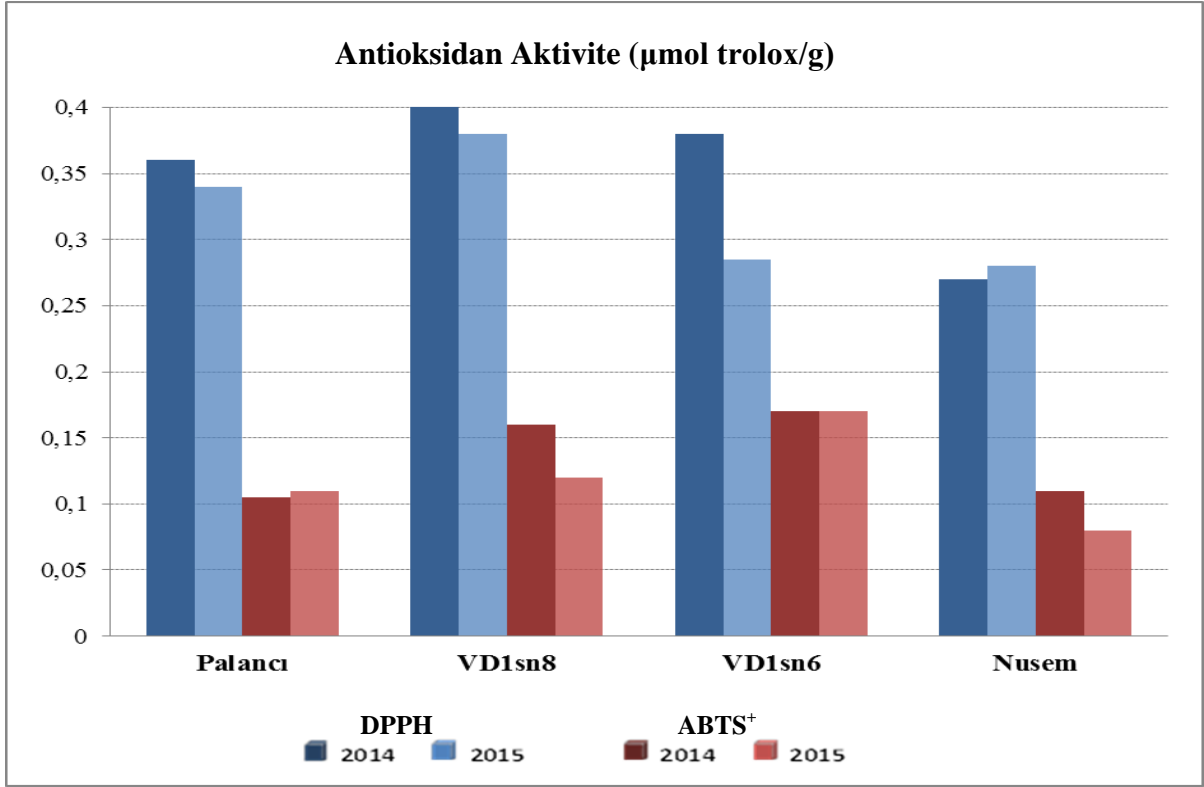
4.3.6. Antioksidan aktivite

Çizelge 4.19’ da 2014 ve 2015 yılı farklı kabak çekirdeği çeşitlerinden soğuk pres ile elde edilen yağların antioksidan kapasite değerleri gösterilmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antioksidan aktiviteleri yaygın olarak kullanılan DPPH radikal temizleme aktivitesi ve ABTS⁺ radikal katyonu tarafından tutulan antioksidan madde miktarı tayini kullanılarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 19. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antioksidan kapasite değerleri

| Yıl | Çeşit | DPPH ($\mu\text{mol trolox/g yağ}$) | ABTS ($\mu\text{mol trolox/g yağ}$) |
|------|---------|--|--|
| 2014 | Palancı | 0,36 \pm 0,01 Aa | 0,11 \pm 0,0 Aa |
| | VD1sn8 | 0,42 \pm 0,01 Aa | 0,16 \pm 0,02 Aa |
| | VD1sn6 | 0,38 \pm 0,01 Aa | 0,17 \pm 0,02 Aa |
| | Nusem | 0,27 \pm 0,02 Ba | 0,11 \pm 0,02 Aa |
| 2015 | Palancı | 0,34 \pm 0,0 ABa | 0,11 \pm 0,01 ABa |
| | VD1sn8 | 0,38 \pm 0,01 Aa | 0,12 \pm 0,01 ABa |
| | VD1sn6 | 0,29 \pm 0,02 Bb | 0,17 \pm 0,02 Aa |
| | Nusem | 0,28 \pm 0,01 Ba | 0,08 \pm 0,01 Ba |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder (p<0,05)



Şekil 4. 24. Kabak çekirdeği yağlarının antioksidan kapasite miktarları grafiği

Şekil 4.24' ten görüldüğü üzere 2014 ve 2015 yıllarında en yüksek DPPH radikal temizleme aktivitesi VD1sn8 genotipinden elde edilen kabak çekirdeği yağlarında tespit edilmiştir. 2014 yılında Nusem çeşidi dışındaki tüm çeşitlerin DPPH radikal temizleme aktivite sonuçları istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Nusem çeşidinden elde edilen soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının DPPH radikal temizleme aktivite sonuçları çeşitler arasındaki en düşük değerdir. Yıllar arasında tüm çeşitler için DPPH radikal temizleme aktivite sonuçlarında istatistiki olarak önemli farklılık yoktur ($p>0,05$). Andjelkovic vd. (2010) kabak çekirdeği yağlarının DPPH sonuçlarını 0,06-0,16 mM Trolox eq/kg olarak çalışmamızdaki değerlerden düşük bulmuşlardır. Sielicka vd. (2014) DPPH metoduyla soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antioksidan aktivitesini 0,5 mM Trolox/L olarak bildirmiştir. Prescha vd. (2014) soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının DPPH radikal temizleme aktivitesinin ortalama değerini $1,44\pm 0,33$ mM TAEC/kg olarak, aralığı ise 1,11-1,77 mM TAEC/kg olarak çalışmamızdaki değerlerden yüksek değerler bildirmişlerdir. Akın vd. (2018) Serbest radikal süpürme aktivitesini (DPPH) 5,70-7,35 mgGAE/100g yağ olarak belirtmişlerdir. Kulaitienė vd. (2018) bir çalışmada Cucurbita pepo L. çeşidine ait kabuksuz

“Golosemianaja”, “Herakles”, “Miranda” kabak çekirdeği kültürlerinden soğuk presle elde edilen yağların sırasıyla antioksidan aktiviteleri (DPPH) 2,49 $\mu\text{mol/g}$; 1,64 $\mu\text{mol/g}$; 3,28 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlemiş ve çalışmamızdan yüksek sonuçlar elde etmişlerdir.

ABTS⁺ metoduyla tespit edilen antioksidan kapasite miktarları incelendiğinde iki ekim yılı içinde VD1sn6 genotipinden elde edilen soğuk pres yağlar en yüksek antioksidan kapasite miktarını göstermiştir. 2014 yılında çeşitler arasında önemli bir fark gözlenmezken; 2015 yılında Palancı genotipi ve VD1sn8 genotipi birbirine benzer bulunmuştur ($p < 0,05$). Yılların ABTS⁺ metoduyla tespit edilen antioksidan kapasite miktarlarına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Aktaş vd. (2018a) ABTS⁺ yöntemiyle TEAC değerlerini “Nevşehir çerçevesi” ve “Ürgüp sivrisi” için sırasıyla 1,1 $\mu\text{mol Trolox/g}$, 1,07 $\mu\text{mol Trolox/g}$ olarak bildirmişler ve çalışmamızdan yüksek sonuçlar elde etmişlerdir. Nawirska-Olszanska vd. (2013) kabak çekirdeği yağlarını çözgen ekstraksiyonu yöntemiyle elde etmişler ve antioksidan aktivitelerini (DPPH; 0,664-1,34 $\mu\text{mol Trolox/g yağ}$) (ABTS⁺; 1,27-2,00 $\mu\text{mol Trolox/g yağ}$) çalışma sonuçlarımızdan daha yüksek olarak bildirmişlerdir.

Fenolik maddeler antiradikal aktiviteye katkıda bulunduğundan, toplam fenolik içerik ile antioksidan aktivite arasında ilişki olduğu düşünülmektedir. Fruhwirth vd. (2003) kabak çekirdeği yağlarının antioksidan aktivitelerine fenolik bileşenlerin etkisini %59; tokollerin etkisini ise %41 olarak bildirmişlerdir. Fenolik madde miktarının yüksek olduğu yağların antioksidan aktivite değerlerinin de yüksek olması beklenmektedir (Kulaitienė vd., 2018). Çalışmamızda bu görüşü destekleyen sonuçlara ulaşılmamıştır. Nitekim Xanthopoulou vd. (2009) yaptıkları çalışmalarında kabak çekirdeği yağlarından sulu fraksiyonla elde ettikleri ekstraktların fenolik madde miktarını, metanolla elde ettikleri fazdan oldukça yüksek bulmalarına karşı; bu iki fraksiyonun aynı DPPH radikal temizleme aktivitesi gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durumu ise, içerdikleri farklı fenoliklerin kalitesine ve dolayısıyla sahip oldukları farklı antioksidan aktiviteye ve ayrıca antioksidan aktiviteye katkıda bulunabilecek diğer bileşenlerin (karbonhidratlar, fosfolipitler, yağ asitleri) içeriğine bağlamışlardır.

4.3.7. Antimikrobiyal ve antifungal aktivite

Çizelge 4.20' de 2014 ve 2015 yıllarında ekimi yapılan 4 farklı kabak çekirdeği çeşidinden soğuk pres ile elde edilen yağlarının *Staphylococcus aureus* ssp *aureus* (ATCC 2592), *Salmonella enterica* subsp. *Enterica serovar Enteritidis* (ATCC 13076), *Escherichia coli* (ATCC 25922) ve *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 test mikroorganizmalarına etkileri verilmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) ve *Aspergillus parasiticus* NRRL 465 üzerine antimikrobiyal ve antifungal etkileri de incelenmiş ancak bahsedilen mikroorganizmalara herhangi bir etki görülmediğinden çizelgede gösterilmemiştir.

Çizelge 4. 20. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının antimikrobiyal ve antifungal etkileri

| Yıl | Çeşit | <i>S. aureus</i> (ATCC 2592) | <i>E.coli</i> (ATCC 25922) | <i>Salmonella</i> <i>enteritidis</i> (ATCC 13076) | <i>Aspergillus</i> <i>parasiticus</i> (NRRL 2999) |
|------|----------------|---------------------------------|-------------------------------|---|---|
| | | Zon çapı (mm) | | | |
| 2014 | Palancı | 5,07±0,1 Cb | 8,26±0,1 Ab | 4,87±0,1 Bb | 11,40±3,5 Aa |
| | VD1sn8 | 6,64±0,1 Bb | 7,92±0,3 Aa | 7,49±0,5 Aa | 13,25±3,6 Aa |
| | VD1sn6 | 8,08±0,5 Aa | 8,46±0,2 Aa | 7,90±0,1 Ab | 11,37±0,3 Aa |
| | Nusem | 7,94±0,1 Aa | 7,84±0,1 Aa | 8,04±0,2 Aa | 8,12±0,8 Ab |
| 2015 | Palancı | 8,10±0,1 Aa | 8,50±0,0 Aa | 8,45±0,1 Aa | 9,72±0,9 Aa |
| | VD1sn8 | 7,26±0,0 Aa | 8,66±0,2 Aa | 8,43±0,1 Aa | 12,79±0,1 Aa |
| | VD1sn6 | 7,26±0,4 Aa | 7,92±0,1 Aa | 8,30±0,0 Aa | 12,31±2,1 Aa |
| | Nusem | 5,12±0,1 Bb | 7,76±0,4 Aa | 7,42±0,3 Ba | 11,71±0,6 Aa |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

Tüm kabak çekirdeği çeşitlerine ait antifungal aktivite değerleri bahsedilen mikroorganizmalar için hesaplanan antimikrobiyal aktivite değerlerinden yüksek bulunmuştur. Tüm kabak çekirdeği çeşitlerinden elde edilen yağların *E.coli* ve *A. parasiticus*' a karşı gösterdiği antimikrobiyal ve antifungal etkinin çeşitler arasında istatistiki anlamda önemli farklılığının olmadığı görülmüştür.

Kırbaşlar vd. (2012)' nin yapmış olduğu çalışmada fındık, yerfıstığı, antepfıstığı, badem, ceviz, kestane, kabak çekirdeği ve ayçekirdeği tohumlarının antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Kabak çekirdeklerinin *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Kluyveromyces fragilis* mikroorganizmalarına karşı diğer çeşitlerden daha yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir. Ghaffar vd. (2018) kabak çekirdeği yağlarının antimikrobiyal aktivitesini *Escherichia coli* > *Bacillus subtilis* > *Xanthomonas campestris* > *Proteus mirabilis* olarak bildirmişlerdir. Kabak çekirdeği yağlarının antifungal aktiviteleri ise *Rhizopus stolonifer* > *Trichoderma herzianum* > *Pythium ultimum* > *Paecilomyces lilacinus* olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada kabak çekirdeği yağlarının iyi bir antifungal aktivite potansiyeli olduğu belirtilmiştir. Bardaa vd. (2016) soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının Gram(+) ve Gram(-) bakterilere karşı etkili olduğu, kabak çekirdeği yağlarının özellikle inhibisyon zonu 12 mm ölçülen *Bacillus subtilis*' ten gelen bozulmaları engelleyebileceği bildirmişlerdir. Badr vd. (2011) kabak çekirdeği yağlarının *S. cerevesiae* yüksek antimikrobiyal etki gösterdiğini buna karşılık; *B. subtilis* ve *B. cereus*' a karşı antimikrobiyal etki göstermediğini bildirmişlerdir. Geçgel vd. (2015) farklı çeşit soğuk pres yağların (argan, nar çekirdeği, aspir, üzüm çekirdeği, ceviz, hurma çekirdeği, keten tohumu ve altın çilek) antimikrobiyal özellikleri inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Üzüm çekirdeği yağı dışında bahsedilen diğer soğuk pres yağların *S. enteridis*, *E.coli* (ATCC25922), *S. aureus* ve *E.coli* (0157H7) bakterilerine antimikrobiyal etki gösterdiği; üzüm çekirdeği yağının ise *E.coli* (ATCC25922) ve *S. aureus*' a karşı antimikrobiyal etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarımızla bahsedilen çalışmadaki soğuk pres yağlara benzer sonuçlar aldığımız görülmektedir. Nar çekirdeği yağı dışından bahsedilen soğuk pres yağ çeşitlerinin hiçbiri 10µl konsantrasyonda *L. monocytogenes* (ATCC 7644)' e karşı antimikrobiyal etkisinin olmadığı ancak yağ konsantrasyonunun arttıkça antimikrobiyal etkinin arttığı bulunmuştur. Çalışmamızda kullandığımız yağ konsantrasyonunda *L. monocytogenes* (ATCC 7644)' e karşı antimikrobiyal etkinin görülmemesi; bu literatür bilgisiyle desteklenmektedir. Bahsedilen tüm soğuk pres yağ çeşitlerinin çalışılan tüm konsantrasyonlarında *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 ve *Aspergillus parasiticus* NRRL 465 patojenik küflere karşı antifungal etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Soğuk pres yağların *A. parasiticus* NRRL 2999' e karşı antifungal etkileri *A. parasiticus* NRRL 465' e karşı etkilerinden daha yüksek bulunmuştur.

4.3.8. Renk

Çizelge 4.21' de 2014 ve 2015 yıllarında ekimi yapılan 4 farklı kabak çekirdeği çeşidinden soğuk pres ile elde edilen yağlarının Lovibond renk değerleri verilmiştir. R değeri kırmızılığı, Y değeri sarılığı, B değeri ise maviliği ifade etmektedir.

Çizelge 4. 21. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının Lovibond renk değerleri

| Yıl | Çeşit | Lovibond renk değerleri | | |
|------|---------|-------------------------|-------------|-------------|
| | | R | Y | B |
| 2014 | Palancı | 68,0±0,0 Aa | 0,0 | 4,8±0,6 Ba |
| | VD1sn8 | 22,8±0,0 Ca | 42,6±0,0 Aa | 3,6±0,0 Ca |
| | VD1sn6 | 63,3±1,2 Ba | 0,0 | 0,5±0,0 Da |
| | Nusem | 68,0±0,0 Aa | 0,0 | 9,8±0,5 Aa |
| 2015 | Palancı | 68,7±1,2 Aa | 0,0 | 4,3±0,3 Ba |
| | VD1sn8 | 22,8±0,0 Ca | 31,9±1,2 Ab | 3,6±0,0 Ba |
| | VD1sn6 | 58,0±0,0 Bb | 2,3±0,5 Ba | 0,0 |
| | Nusem | 68,0±0,0 Aa | 0,0 | 9,8±0,52 Aa |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

Palancı genotipi ve Nusem çeşidine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının R ve Y değerleri birbirleriyle aynı, Nusem çeşidinin B değeri ise Palancı genotipinden yüksek bulunmuş ve renk değerlerinde yıllar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). VD1sn6 genotipi için R değeri ikinci yıl biraz düşmüş ve 1. yılda tespit edilemeyen Y değeri 2. yıl tespit edilmiştir. Bu çeşide ait B değeri ise önemsizdir. Çeşitler içinde tamamen farklı renk değerleri gösteren VD1sn8 genotipine ait yağların R değerleri diğer çeşitlerden oldukça düşük olarak tespit edilmiş aynı zamanda diğer çeşitlerde görülmeyen Y değeri bu çeşitte tespit edilmiştir. Bu çeşit için B değeri 3,6 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.21'de görüldüğü üzere VD1sn8 genotipi dışında kırmızılık değerinin baskın olduğu ve sarılığın görülmeyip, düşük miktarda maviliğe rastlandığı görülmektedir. Elde ettiğimiz soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının koyu yeşil-kahverengi renkleri vardır.

Parry vd. (2006), kavrulmuş kabak çekirdeklerinden soğuk presleme ile elde edilen yağların renk değerlerini L* 0,70; a* 2,6; b* 0,78 olarak bildirmişlerdir. Andjelkovic vd. (2010) yaptıkları çalışmada kavrulduktan sonra preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının renk değerlerini L* 43,09-43,99; a* 1,88-3,44; b* -0,46-1,44 aralığında bulmuşlardır. Bunların dışında bir çeşide ait renk değerlerini ise L* 49,53; a* -0,15; b* 8,47 olarak bildirmişlerdir. Gorjanović vd. (2011) *C. pepo* L. ait 3 farklı kabuksuz kabak çekirdeği çeşidinden elde edilen yağların L* 18,70-20,49; a* 0,68-5,51; b* -0,16-0,60 aralığında bulunmuştur. Kabuklu bir çeşide ait kabak çekirdeği yağının renk değerleri ise L* 20,39; a* 3,54; b* 0,33 olarak bildirilmiştir. Raczky vd. (2017) kavrulmamış kabak çekirdeklerinden elde edilen soğuk pres yağların başlangıç ve depolama sonrası sırasıyla renk değerleri; L* 6,6- 15,6; a* 9,3- 0,6; b* 7,5- (-)1,0 aralığında bulunmuştur. Aktaş vd. (2018) çalışmalarında Nevşehir çerçevesi ve Ürgüp sivrisi kabak çekirdeği çeşitlerine farklı kavurma işlemlerinin etkisini incelediği çalışmalarında; elde edilen soğuk pres kabak çekirdeği yağların renk değerlerini L* 7,41-9,55; a* 1,39-4,81; b* 1,71-4,02 aralığında bulmuşlardır. Rezig vd. (2019) soğuk pres *C. pepo* kabak çekirdeği yağlarının renk değerleri L* 23,34±0,49; a* 15±0,14; b* 34,96±0,72 bulunmuştur. Bu değerlere göre kabak çekirdeği yağlarının b* değerlerinin palm, soya, ayçiçek, zeytin ve mısır yağlarından daha yüksek olduğunu ve bunun da karotenoidlerin fazla olmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Bahsedilen geçmiş sonuçlardan da görüldüğü gibi sarı değerinin yüksek gözlendiği kabak çekirdeği yağlarının olduğu, bizim çalışmamızda VD1sn8 genotipinde diğer çeşitlerden farklı olarak sarı renge sahip olduğu görülmüştür. Bazı çalışmalarda ise b* değerinin negatif olduğu sonuçlar elde edilmiş ve yağlarda maviliğin olduğu görülmüştür. Aynı zamanda a* değeri pozitif değerler almış, yağların kırmızılığının olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçların bizim çalışmamızla paralel olduğu görülmektedir.

Tuberoso vd. (2007) kabak çekirdeği yağının soğuk pres bitkisel yağların (ayçiçek, zeytin, üzüm çekirdeği, mısır, yerfıstığı, kanola, soya ve keten tohumu) arasında en koyu renkli yağa sahip olduğunu bildirmiştir. Ancak bu durum diğer yağlardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmemektedir. İncelenen soğuk pres yağlardan yüksek olarak; kabak çekirdeği yağlarının klorofil miktarı 30,8 mg/kg; β -karoten miktarı ise 5,5 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada zeytinyağının klorofil miktarı 33,9 mg/kg; β -karoten miktarı ise 6,9 mg/kg olarak kabak çekirdeğine yakın sonuçlar bulunmuştur.

4.3.9. Duyusal analiz

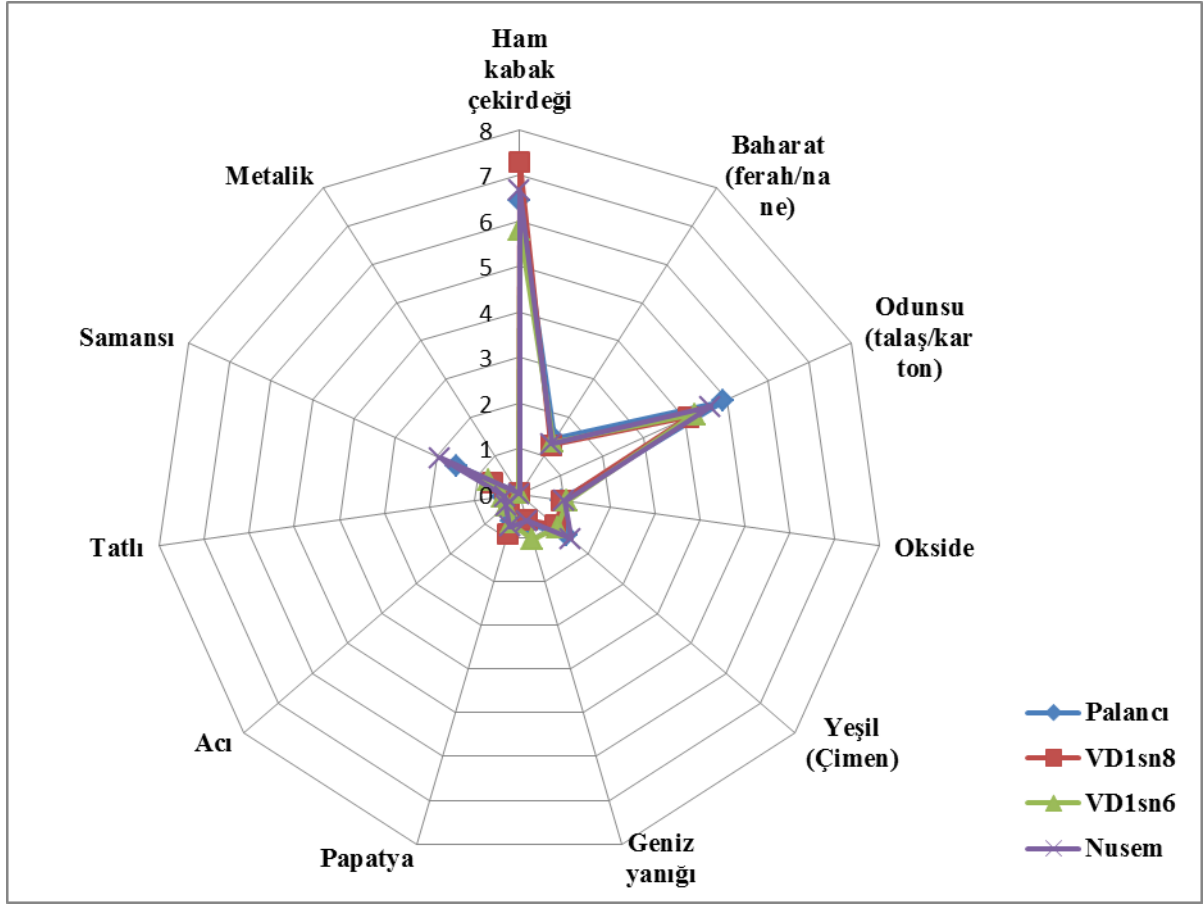
Çizelge 4.22’ de 2014 yılında ekimi yapılan 4 farklı kabak çekirdeği çeşidinden soğuk pres ile elde edilen yağların lezzet profil analiz sonuçları verilmiştir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının lezzet profil analizinde mumsu ve yağimsı tanımlayıcı terimleri de değerlendirilmiş, ancak hiçbir çeşitte bu terimleri ifade eden sonuçlar alınmadığından tabloda gösterilmemiştir.

Çizelge 4. 22. 2014 yılı soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının lezzet profil analizi

| Tanımlayıcı terim | Çeşit | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | Palancı | VD1sn8 | VD1sn6 | Nusem |
| Ham kabak çekirdeği | 6,44±1,1 AB | 7,28 ±1,9 A | 5,81 ±0,9 B | 6,67±0,8 AB |
| Baharatımsı (ferah/nane) | 1,44±0,6 A | 1,28±0,6 A | 1,36± 0,6 A | 1,31±0,5 A |
| Odunsu | 4,92±1,6 A | 4,08±0,9 A | 4,22±1,2 A | 4,61±1,0 A |
| Okside | 0,93±0,4 A | 0,94±0,38 A | 1,05±0,5 A | 1,00±0,3 A |
| Yeşil (Çimen) | 1,36±0,6 AB | 1,05±0,4 B | 1,11± 0,5 AB | 1,5±0,4 A |
| Geniz yanığı | 0,69± 0,3 B | 0,58±0,3 B | 1,03±0,3 A | 0,61±0,3 B |
| Papatya | 0,62± 0,4 A | 0,91±0,6 A | 0,66±0,4 A | 0,74±0,3 A |
| Acı | 0,31±0,3 A | 0,32±0,3 A | 0,38±0,3 A | 0,39±0,3 A |
| Tatlı | 0,37±0,3 A | 0,31±0,3 A | 0,37±0,3 A | 0,32±0,3 A |
| Samansı | 1,51±1,1 A | 0,64±0,9 B | 0,75±1,2 B | 1,92±1,3 A |
| Metalik | 0,00 A | 0,03±0,1 A | 0,03±0,1 A | 0,00 A |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

Çizelgeden de görüldüğü üzere “ham kabak çekirdeği”, “yeşil (çimen)”, “geniz yanığı” ve “samansı” terimleri açısından çeşitler arasında farklılık vardır ($p<0,05$). Diğer tanımlayıcı terimler açısından çeşitler birbirinden farklı bulunmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 4. 25. Kabak çekirdeği yağlarının duyu özellikleri

Çalışmamızda kullanılan tüm çeşitlere ait kabak çekirdeklerine kabuk ayırma ve kavurma işlemi uygulanmadan soğuk presleme işlemi uygulanmıştır. Kavurma işleminin uygulanmaması tüm çeşitler için baskın olan duyu terimin “ham kabak çekirdeği” olmasını açıklamaktadır. Kabuklar ayrılmadan yapılan ham yağ eldesi işlemi de “Odunsu” ve “Samansı” duyu terimlerin yüksek algılanmasını açıklamaktadır. “Yeşil” ve “Baharat” terimleri kabak çekirdeği içinden hissedilen duyu terimlerdir ve hoş bir aroma hissi yaratmaktadır. Çalışmamızda tadımı yapılan kabak çekirdeği yağlarının duyu olarak hoş bir aromasının olduğu tadımcılar tarafından belirtilmiş ancak, kabukların ayrılarak sıkılmasının duyu olarak kabul edilebilirliği daha yüksek bir yağ eldesinde önemli olabileceği bildirilmiştir. Şekil 4.25’ de soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının lezzet profil analizi örümcek ağı modellemesiyle de gösterilmiştir.

Vujasinovic vd. (2010) kavrulmadan soğuk preslenen kabak çekirdeği yağlarının yumuşak, meyvemsi, çiğ kabak çekirdeği aromasında olduğunu, kavurma işleminde ortaya çıkan pirazin türevi bileşenleri içermediğini bildirmişlerdir.

4.3.10. Ransimat değeri

Çizelge 4.23' te dört farklı çeşit kabak çekirdeklerinden soğuk pres ile elde edilen yağlarının indüksiyon zamanları verilmiştir. 2014 yılı için verilen değerler incelendiğinde, VD1sn8 genotipinin en düşük indüksiyon zamanına sahip olduğu görülmektedir. Bu çeşidi takiben Palancı genotipi, Nussem çeşidi ve VD1sn6 genotipi gelmektedir. 2014 ve 2015 yıllarında indüksiyon zamanlarının tüm çeşitlerde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). 2015 yılında elde edilen ransimat değerleri 2014 yılındaki değerlerden yüksek olmakla birlikte en yüksek ransimat değeri 2014 yılından farklı olarak Palancı genotipinde tespit edilmiştir. 2015 yılındaki ransimat değerleri büyükten küçüğe Palancı, Nussem, VD1sn6 ve VD1sn8 çeşitleri olarak görülmektedir.

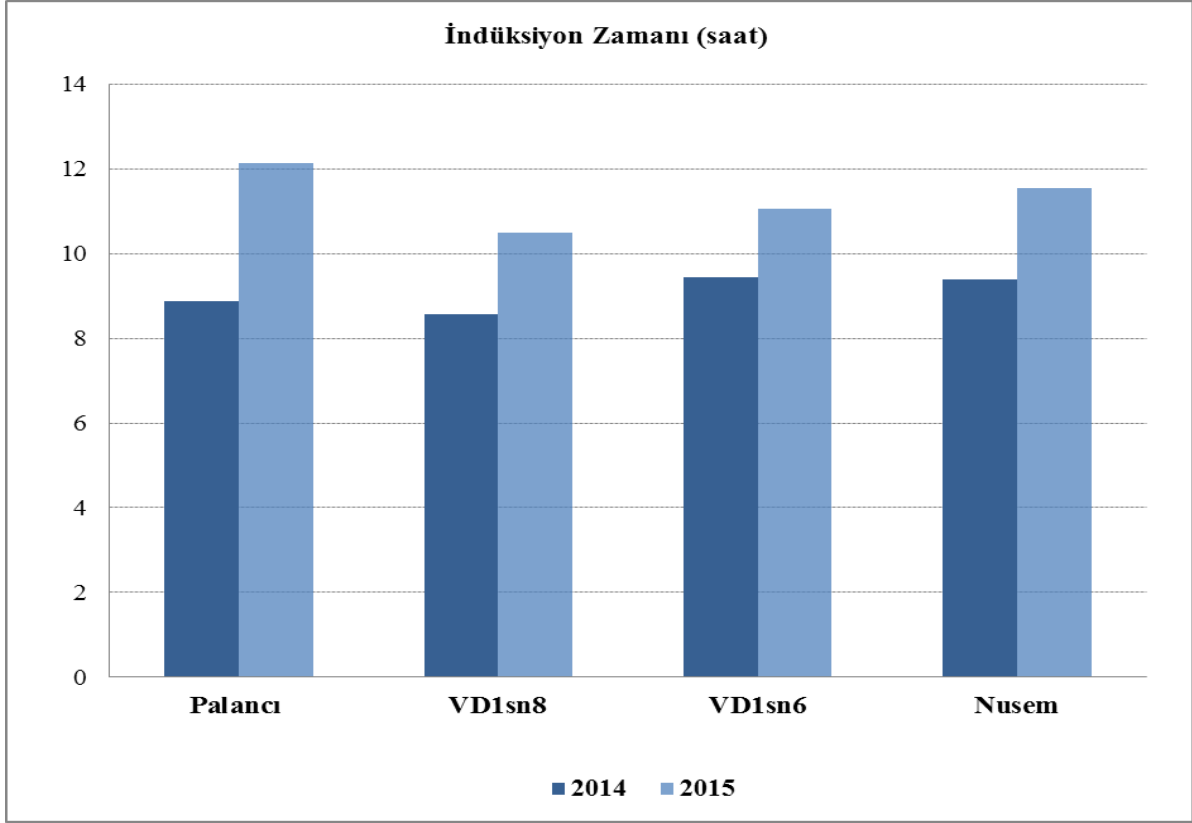
Çizelge 4. 23. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon zamanları

| Çeşit/ Yıl | Ransimat (saat) | |
|------------|-----------------|---------------|
| | 2014 | 2015 |
| Palancı | 8,87±0,01 Cb | 12,15±0,01 Aa |
| VD1sn8 | 8,57± 0,01 Db | 10,49±0,02 Da |
| VD1sn6 | 9,44±0,01 Ab | 11,05±0,07 Ca |
| Nussem | 9,38±0,01 Bb | 11,55±0,07 Ba |

Büyük harfler aynı yıl için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için yıllar arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)

2014 yılında ve 2015 yılında en düşük ransimat değeri VD1sn8 genotipi için tespit edilmiştir. Şekil 4.18' den de görüleceği üzere çeşitler arasında en yüksek C18:2 ve Σ PUFA oranına bu çeşitte rastlanmış, aynı zamanda toplam fenolik madde miktarı da çeşitler arasındaki en düşük değeri almıştır. Palancı genotipinin indüksiyon zamanı 2014 yılındaki en düşük ikinci ransimat değeridir. Çizelge 4.16' dan görüldüğü üzere bu çeşitin antioksidan özellikleri olduğu bilinen toplam tokoferol, γ -tokoferol ve α -tokoferol miktarları diğer çeşitler arasındaki en düşük değerlerdedir. Hilledbrand vd. (1996) tokoferol izomerlerinin antioksidan aktivitelerini büyükten küçüğe; $\gamma>\delta>\beta>\alpha$ olarak sıralamışlardır Raczyk vd. (2017).

Şekil 4.26' dan görüldüğü üzere, 2015 yılında elde edilen ransimat değerleri tüm çeşitler için 2014 yılındaki değerlerden yüksektir. Nitekim tüm çeşitler için 2015 yılında elde edilen oksidatif stabiliteye pozitif katkısı olduğu düşünülen; toplam tokoferol, γ -tokoferol, α -tokoferol, δ -tokoferol miktarları ile C18:1 oranları 2014 yılında elde edilen değerlerden yüksektir.



Şekil 4. 26. Kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon zamanı grafiği

Aktaş vd. (2018b) Konya’da yetiştirilen *C. pepo* çeşidine ait “Nevşehir çerçevesi” ve “Ürgüp sivrisi” olarak bilinen kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların 110°C’ de indüksiyon zamanını 511,70 (8,53 saat) ve 485,44 dak (8,09 saat) olarak tespit etmişler ve çalışmamızdan daha düşük sonuçlar bildirmişlerdir. Kachel-Jakubowska vd. (2015) bir çalışmada 2014 yılında Polonya’da hasat edilen “Junona”, “Miranda” ve “Olga” çeşitlerine ait kabak çekirdeklerinden 60-70 °C presleme ile elde edilen yağlarının oksidatif stabiliteleri incelenmiş, indüksiyon zamanları ise 0,26; 4,16; 4,75 saat olarak tespit edilmiştir. 120 °C’ de yapılan ransimat analizi sonrasında Naziri vd. (2016) soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon zamanını 4,4-5,0 saat; Raczyk vd. (2017) 4,62 saat; Rezig vd. (2019) ise 3,74 saat olarak; 110 °C’ de yapılan ransimat analizi sonrasında çalışmamızda

bildirdiğimiz değerlerden daha düşük sonuçlar elde etmişlerdir. Konopka vd. (2016) (*Cucurbita pepo*) çeşidine ait Herakles adı ile bilinen kabuksuz kabak çekirdeklerinin soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının indüksiyon zamanı ise 9,4 saat olarak çalışmamıza yakın değerler bildirmişlerdir. Vujasinovic vd. (2010) ve Nederal vd. (2012) soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının ransimat analizini 100 °C’de gerçekleştirdiğinden sırasıyla 17,1- 18,2 ve 19,0-24,1 saat olarak çalışmamızdan oldukça yüksek indüksiyon zamanı değerleri bildirmişlerdir.

Murkovic ve Pfannhauser (2000) kabak çekirdeği yağlarının oksidasyon stabilitelerinin birincil olarak C18:2/C18:1 oranından etkilendiğinin, doğal olarak kabak çekirdeği yağlarında bulunan E vitamininin ise etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Dışarıdan yüksek miktarlarda ilave edilen α - tokoferolün prooksidan davranışının olduğunu bildirmişlerdir. Nederal vd. (2012) oksidatif stabilite indeksinin; yağlardaki oleik asit miktarı ile pozitif korelasyon; linoleik asit, toplam tokoferol, γ - ve δ - tokoferol miktarlarının ile ise negatif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Bahsedilen literatürdeki sonuçlar ışığında, VD1sn8 genotipinin linoleik asit oranının diğer çeşitlerden yüksek olması, indüksiyon zamanının diğer çeşitlerden düşük olmasını açıklamaktadır. Ancak çeşitler arasında toplam tokoferol ve γ -tokoferol miktarı düşük olan Palancı genotipinin indüksiyon zamanının düşük olması bahsedilen literatürlerle örtüşmemektedir. Bu durumun açıklanmasında, yağların yapısında bulunan diğer antioksidan bileşenlerin (polifenol bileşenleri, skualen, karotenoidler vbg.), ya da prooksidatif yapıdaki (klorofil, protofeofitin vbg.) bileşenlerin tanımlanması ve oksidatif stabiliteye etkilerinin belirlenmesi önemli olacaktır.

4.3.11. Hızlandırılmış depolama

4.3.11.1. Asit Sayısı

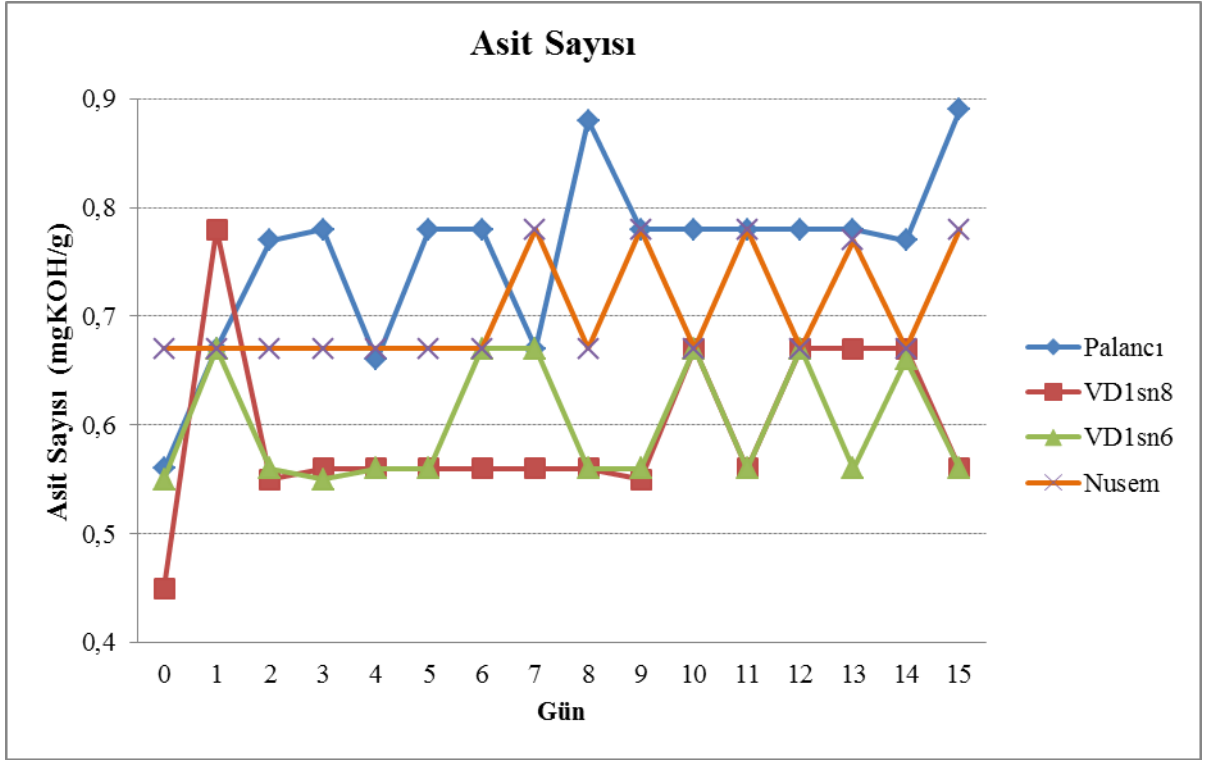
Çizelge 4.24' de hızlandırılmış depolama yapılan 2014 yılına ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının asit sayısı değişimleri verilmiştir.

Çizelge 4. 24. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince asit sayısı değişimleri

| Gün/Çeşit | Asit sayısı (mg KOH/g yağ) | | | |
|-----------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | Palancı | VD1sn8 | VD1sn6 | Nusem |
| 0 | 0,56±0,00 Bg | 0,45±0,00 Ce | 0,55±0,00 Bc | 0,67±0,00 Ac |
| 1 | 0,67±0,00 Bef | 0,78±0,00 Aa | 0,67±0,00 Ba | 0,67±0,00 Bbc |
| 2 | 0,77±0,00 Ad | 0,55±0,00 Dcd | 0,56±0,00 Cbc | 0,67±0,00 Bbc |
| 3 | 0,78±0,00 Ac | 0,56±0,00 Cc | 0,55±0,00 Cbc | 0,67±0,00 Bbc |
| 4 | 0,66±0,00 Af | 0,56±0,00 Bcd | 0,56±0,00 Bbc | 0,67±0,00 Abc |
| 5 | 0,78±0,00 Ac | 0,56±0,00 Ccd | 0,56±0,00 Cbc | 0,67±0,00 Bbc |
| 6 | 0,78±0,00 Acd | 0,56±0,00 Ccd | 0,67±0,00 Ba | 0,67±0,00 Bbc |
| 7 | 0,67±0,00 Be | 0,56±0,00 Ccd | 0,67±0,00 Ba | 0,78±0,00 Aa |
| 8 | 0,88±0,00 Ab | 0,56±0,00 Cc | 0,56±0,00 Cbc | 0,68±0,01 Bb |
| 9 | 0,78±0,00 Acd | 0,55±0,00 Bd | 0,56±0,00 Bbc | 0,78±0,00 Aa |
| 10 | 0,78±0,00 Acd | 0,67±0,00 Bb | 0,67±0,00 Ba | 0,67±0,00 Bbc |
| 11 | 0,78±0,00 Acd | 0,56±0,00 Bcd | 0,56±0,00 Bb | 0,78±0,00 Aa |
| 12 | 0,78±0,00 Acd | 0,67±0,00 Bb | 0,67±0,00 Ba | 0,67±0,00 Bbc |
| 13 | 0,78±0,00 Acd | 0,67±0,00 Bb | 0,56±0,00 Cbc | 0,77±0,00 Aa |
| 14 | 0,77±0,00 Ad | 0,67±0,00 BCb | 0,66±0,00Ca | 0,67±0,00Bbc |
| 15 | 0,89±0,00 Aa | 0,56±0,00 Ccd | 0,56±0,00Cbc | 0,78±0,00Ba |

Büyük harfler aynı gün için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için günler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

Şekil 4.27’ de görüldüğü üzere depolama boyunca asit sayısındaki değişim doğrusal olmamıştır. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama öncesi en düşük asit sayısı VD1sn8 genotipinde görülmüştür. Palancı genotipi ile VD1sn6 genotipinden elde edilen yağların 0. gün asit sayısı değerleri birbirlerine yakın, Nussem çeşidine ait yağın asit sayısı tüm çeşitlerinkinden yüksektir. Nussem çeşidinin asit sayısı 6. güne kadar aynı seyrederken sonrasında değişim başlamış ve 15. gün en yüksek ikinci değer olan 0,78 mgKOH/g olarak tespit edilmiştir. Palancı genotipine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama sonrası asit sayısı çeşitler arasında en yüksek 0,89 mgKOH/g değerini almıştır. VD1sn6 ve VD1sn8 genotiplerine ait kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca asit sayısı değişimleri birbirleriyle yakın değerler almışlardır.



Şekil 4. 27. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca asit sayısı değişimleri

Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama öncesi ve sonrasındaki asit sayıları sırasıyla; Palancı genotipi için 0,56-0,89; VD1sn8 genotipi için 0,45-0,56; VD1sn6 genotipi için 0,55-0,56; Nussem çeşidi için ise 0,67-0,78 mgKOH/g olarak tespit edilmiştir. Depolama sonrası asit sayısındaki değişim; Palancı genotipi için %58,93; VD1sn8 genotipi için %24,44; VD1sn6 genotipi için %1,79; Nussem çeşidi için ise %16,42 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmamızda depolama öncesi elde edilen sonuçlar Badr vd. (2013), Broznić vd. (2016) ve Aktaş vd. (2018a) bildirdiği sonuçlarla benzer; Kachel-Jakubowska vd. (2015), Bardaa vd. (2016), Konopka vd. (2016), Santoz vd. (2016), Potočnik vd. (2018) ve Rezig vd. (2019)'nin bildirdiği sonuçlardan düşüktür. Türk Gıda Kodeksi “Bitki adı ile anılan yağlar tebliği” ne göre soğuk preslenmiş yağların asit sayısı en çok 4,0 mg KOH/g yağ olmalıdır. Çalışmamızda elde edilen yağların asit sayıları tüm çeşitler için Türk Gıda Kodeksi ilgili tebliğine uygundur.

Vujasinovic vd. (2010) *C.pepo* çeşidine ait kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerinden belirli oranlarda karıştırılarak elde edilen yağların asit sayılarını sırasıyla; 1,13; 1,15; 0,85 mg KOH/g; 24 ay depolama sonundaki asit sayılarını ise 3,64; 3,38; 3,05 mgKOH/g olarak bildirmiştir. Prescha vd. (2014) kabak çekirdeği yağlarının 0,26 mg KOH/g olan asit sayısı değeri, 3. ayda 0,21 mg KOH/g; 6. ayda 0,24 mg KOH/g; 12. ayda ise 0,69 mg KOH/g değerine yükselmiş ve asit sayısı 12. ayda %164 artmıştır. Bu çalışmayla sonuçlarımız karşılaştırıldığında depolama sonrası ulaştığımız değer aynı olsada, başlangıçtaki asit sayısı değerlerimiz bu çalışmadıkilerden yüksek olduğundan % asit sayısı artışı düşüktür. Raczyk vd. (2017) bir çalışmada *C. pepo* var. *oleifera* ait 3 ay oda sıcaklığında depoladıkları kabak çekirdeği yağlarının başlangıçta 1,7 mg KOH/g olan asit sayısının, depolama sonunda 2,5 mg KOH/g asit sayısına yükseldiğini bildirmişlerdir. Bu yükseliş yaklaşık %32' ye karşılık gelmekte, Palancı genotipinde elde ettiğimiz artıştan düşük, diğer çeşitlerde elde ettiğimiz artışlardan ise yüksek bulunmuştur. Kachel-Jakubowska vd. (2015) ransimat zamanlarıyla asit sayısı arasında bir korelasyonun olmadığını bildirmişlerdir.

Bahsedilen literatürler ışığında, asit sayısının trigliseritlerin hidrolitik bozunması hakkında bilgi verdiği; yağların direk oksidasyon davranışına etkili olmadığı; ancak uzun süreli depolama sonunda artan asit sayısının, ortamda bulunan serbest yağ asitliğinin arttığını göstermesi ve bu sebeple özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunun kolaylaşması anlamına geldiği belirtilebilir.

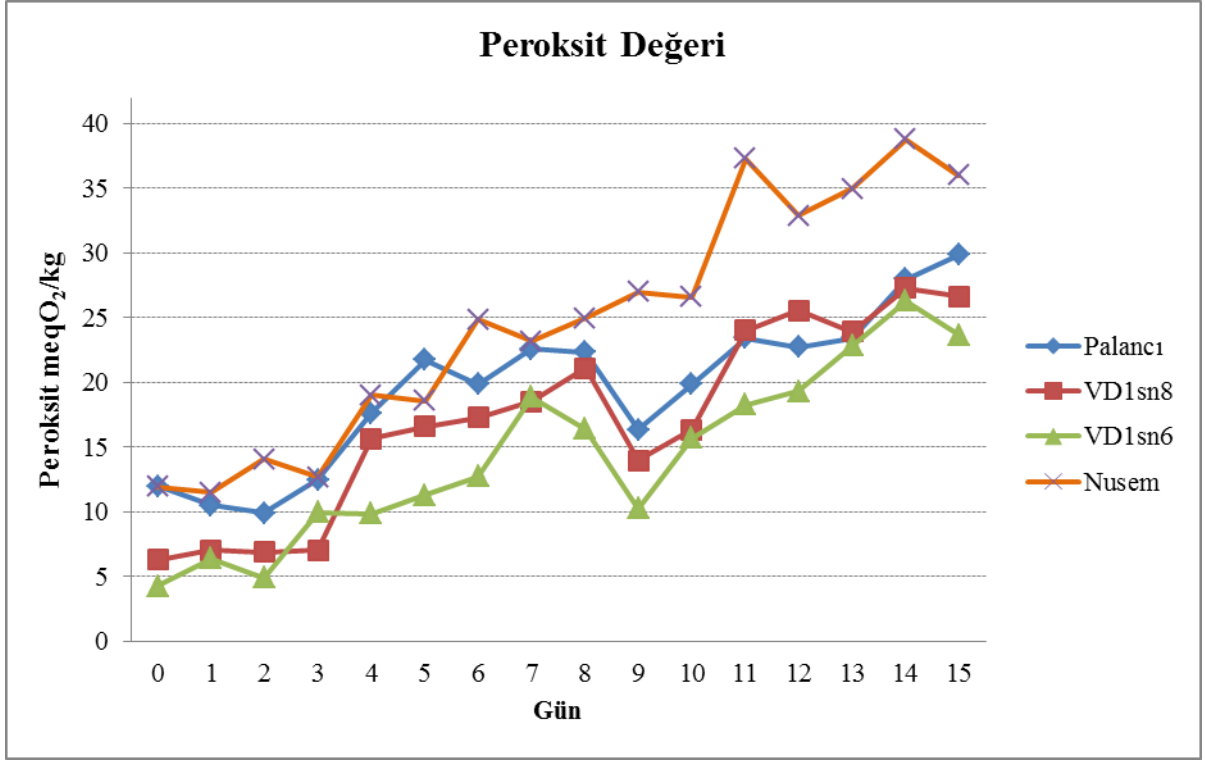
4.3.11.2. Peroksit sayısı

Çizelge 4.25' de 2014 yılında dört farklı çeşitten elde edilen soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının 60 °C' de 15 gün boyunca hızlandırılmış depolama koşullarında peroksit sayısı değişimleri verilmiştir.

Çizelge 4. 25. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince peroksit sayısı değişimleri

| Gün/Çeşit | Peroksit Sayısı (meqO ₂ /kg) | | | |
|-----------|---|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | Palancı | VD1sn8 | VD1sn6 | Nusem |
| 0 | 11,98±0,06 A ₁ | 6,32±0,05 B _j | 4,28±0,01 C _m | 11,94±0,06 A ₁ |
| 1 | 10,51±0,13 B _j | 7,05±0,07 C _j | 6,41±0,04 D _k | 11,50±0,17 A ₁ |
| 2 | 9,93±0,06 B _j | 6,91±0,12 C _j | 4,94±0,03 D ₁ | 14,10±0,16 A _j |
| 3 | 12,47±0,31 A ₁ | 7,06±0,08 C _j | 9,97±0,00 B _j | 12,67±0,02 A _k |
| 4 | 17,62±0,12 B _g | 15,64±0,02 C _h | 9,85±0,02 D _j | 19,04±0,06 A ₁ |
| 5 | 21,73±0,13 A _e | 16,62±0,31 C _f g | 11,30±0,00 D ₁ | 18,60±0,26 B ₁ |
| 6 | 19,89±0,17 B _f | 17,30±0,11 C _f | 12,75±0,08 D _h | 24,87±0,17 A _g |
| 7 | 22,58±0,32 A _d | 18,51±0,30 B _e | 18,87±0,14 B _d e | 23,18±0,24 A _h |
| 8 | 22,34±0,40 B _d e | 21,10±0,15 C _d | 16,39±0,01 D _f | 24,98±0,05 A _g |
| 9 | 16,36±0,03 B _h | 13,97±0,10 C ₁ | 10,28±0,38 D _j | 27,01±0,05 A _f |
| 10 | 19,89±0,16 B _f | 16,35±0,18 C _g h | 15,71±0,01 C _g | 26,62±0,25 A _f |
| 11 | 23,44±0,12 C _c | 24,03±0,18 B _c | 18,30±0,00 D _e | 37,29±0,08 A _b |
| 12 | 22,75±0,11 C _c d | 25,57±0,07 B _b | 19,33±0,10 D _d | 32,87±0,19 A _e |
| 13 | 23,45±0,25 B _C c | 23,95±0,08 B _c | 22,85±0,21 C _c | 34,95±0,07 A _d |
| 14 | 28,01±0,01 B _b | 27,27±0,36 B _C a | 26,32±0,36 C _a | 38,79±0,13 A _a |
| 15 | 29,87±0,19 B _a | 26,63±0,27 C _a | 23,67±0,19 D _b | 36,01±0,01 A _c |

Büyük harfler aynı gün için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için günler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)



Şekil 4. 28. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca peroksit sayısı değişimleri

Şekil 4.28' de soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca peroksit sayısındaki değişim görülmektedir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama öncesi en düşük peroksit sayısı VD1sn6 genotipinde görülmüş bu çeşidi takiben VD1sn8 genotipi gelmiştir. Palancı genotipi ile Nussem çeşidinden elde edilen yağların 0. gün peroksit sayısı değerleri birbirlerine oldukça yakın tespit edilerek istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Palancı genotipi, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının grafikten de anlaşılacağı üzere depolama boyunca peroksit sayısındaki değişim birbirlerine benzer davranışlar sergilemiştir. Palancı ve VD1sn8 genotiplerine ait peroksit sayıları 8. güne kadar artmış, 9. gün ani bir düşüş yaşadından sonra tekrar artmaya devam etmiştir. VD1sn6 genotipinde ise peroksit sayısında artış 7. güne kadar devam etmiş, sonrasında 9. güne kadar düşüş gerçekleşmiş ve tekrar peroksit sayılarında artış yaşanmıştır. Nussem çeşidinde ise peroksit sayısındaki değişim genellikle artma eğiliminde olmuştur.

Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama öncesi ve sonrasındaki peroksit sayıları sırasıyla; Palancı genotipi için 11,98-29,87; VD1sn8 genotipi için 6,32-26,63; VD1sn6 genotipi için 4,23-23,67; Nussem çeşidi için ise 11,94-36,01 meqO₂/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama sonrası peroksit sayısındaki değişim; Palancı genotipi için %149,33; VD1sn8 genotipi için %321,36; VD1sn6 genotipi için %453,04; Nussem çeşidi için ise %201,59 olarak hesaplanmıştır.

Peroksit değerleri yağlarda oksidasyonun biricil basamağında oluşan hidroperoksit ve peroksitlerin belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Başlangıçta yüksek peroksit sayısına sahip Palancı genotipinin ransimat değerinin de düşük olması; başlangıçta düşük peroksit sayısına sahip VD1sn6 genotipinin ransimat değerinin yüksek olması beklenen sonuçlardandır. Ancak aynı durum ransimat değeri düşük olan VD1sn8 genotipi ile ransimat değeri diğer çeşitlerden daha yüksek olan Nussem çeşidi için söylenememektedir. Nitekim literatürden elde edilen verilerde de benzer sonuçlarla karşılaşmıştır (Naziri vd., 2016; Kachel-Jakubowska vd., 2015; Vujasinovic vd., 2010).

Çalışmamızda elde edilen depolama öncesi sonuç aralığı; Tsaknis vd. (1997), Bardaa vd. (2016), Sielicka vd. (2014), Naziri vd. (2016) ve Rezig vd. (2019)' nin bildirdiği sonuçlarla benzer; Broznić vd. (2016), Kachel-Jakubowska vd. (2015), Konopka vd. (2016), Santoz vd. (2016), Aktaş vd. (2018a) ve Potočnik vd. (2018)'nin bildirdiği sonuçlardan yüksektir. Türk Gıda Kodeksi "Bitki adı ile anılan yağlar tebliği" ne göre "soğuk preslenmiş yağların" peroksit sayısı en çok 15 meqO₂/kg yağ olmalıdır. Çalışmamızda elde edilen yağların 0. gün peroksit sayıları tüm çeşitler için Türk Gıda Kodeksi ilgili tebliğine uygundur.

Vujasinovic vd. (2010) *C.pepo* çeşidine ait kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerinden belirli oranlarda karıştırılarak; iki kademeli presleme işlemi; pres çıkışı yağ sıcaklığı 42-46 °C olacak şekilde gerçekleştirilmiştir ve oda sıcaklığında fitre edilmiştir. Elde edilen 3 farklı kabak çekirdeği yağlarının peroksit sayıları sırasıyla; 1,94; 2,99; 1,58 mmol/kg (yaklaşık 3,88; 5,98; 3,16 meqO₂/kg) olarak; 24 ay depolama sonundaki peroksit sayıları sırasıyla; 4,64; 5,38; 3,84 mmol/kg (yaklaşık 9,28; 10,76; 6,32 meqO₂/kg) olarak tespit edilmiştir. Prescha vd. (2014) soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının 12 ay boyunca depolaması sırasında kabak çekirdeği yağlarının 6,04 meqO₂/kg olan peroksit sayısı değeri, 3. ayda 6,97 meqO₂/kg; 6. ayda 7,24 meqO₂/kg; 12. ayda ise 7,39 meqO₂/kg değerine yükselmiş ve peroksit sayısı 12. ayda %22 artmıştır. Raczyk vd. (2017) kavrulmamış kabak çekirdeklerinin soğuk pres ile elde edilen yağlarının başlangıçta 5,6 meqO₂/kg olan peroksit

sayısı 3 ay sonunda 12,2 meqO₂/kg peroksit sayısına yükselmiştir. Bu çalışmalarda depolama boyunca peroksit sayısının arttığı görülmektedir. Depolama sonunda elde edilen sonuçlar çalışmamızda elde edilen peroksit sayılarından oldukça düşük olup, bunun nedeninin çeşit özelliklerinin ve başlangıç peroksit sayılarının farklı olması ve çalışmamızda hızlandırılmış depolama yönteminin kullanılmasının etkisi olduğu düşünülmektedir.

4.3.11.3. p-anisidin değeri

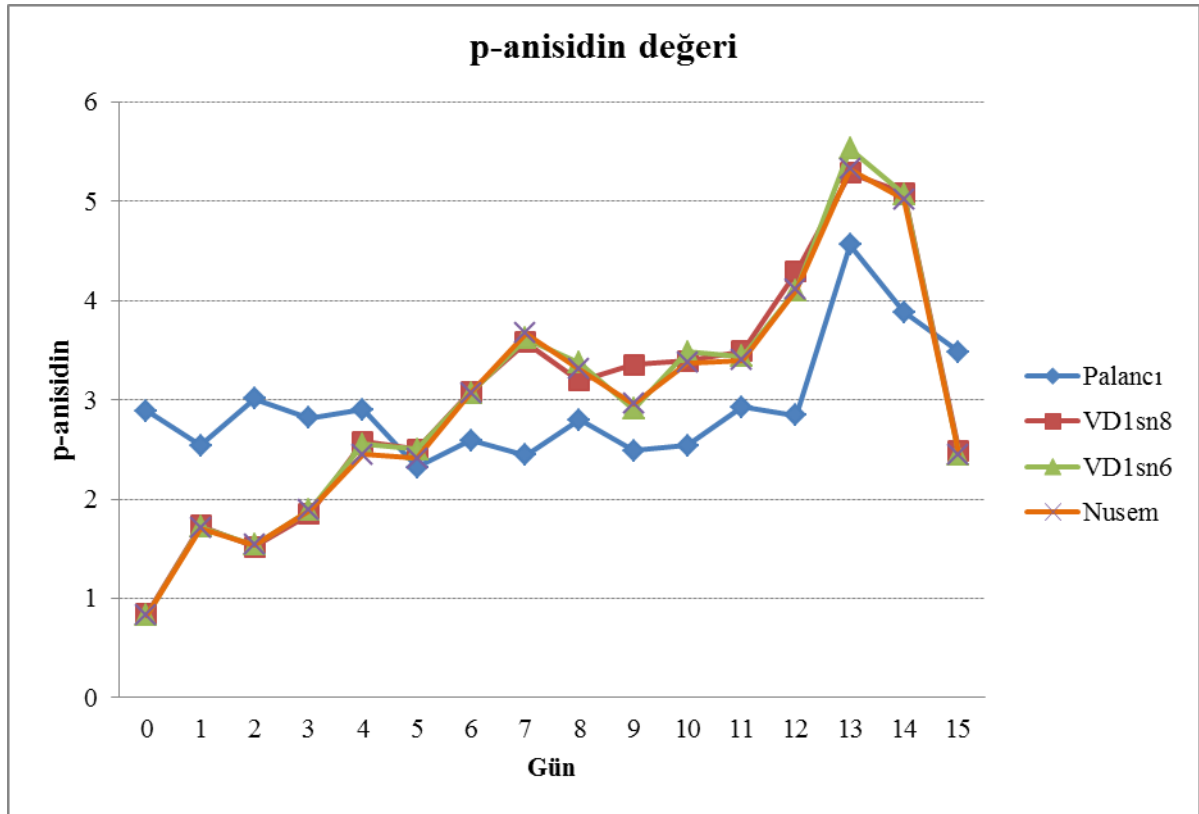
Çizelge 4.28' de 2014 yılında dört farklı çeşitten elde edilen soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının 60 °C' de 15 gün boyunca hızlandırılmış depolama koşullarında p-anisidin sayısı değişimleri verilmiştir.

Çizelge 4. 26. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince p-anisidin değeri değişimleri

| Gün/Çeşit | p-anisidin | | | |
|-----------|----------------|----------------|---------------------------|--------------------------|
| | Palancı | VD1sn8 | VD1sn6 | Nusem |
| 0 | 2,89±0,00 Ade | 0,84±0,00 Bg | 0,83±0,00 Bj | 0,83±0,00 B ₁ |
| 1 | 2,54±0,18 Adef | 1,73±0,00 Bf | 1,72±0,02 Bh ₁ | 1,71±0,03 Bgh |
| 2 | 3,01±0,02 Acd | 1,52±0,03 Bfg | 1,54±0,00 B ₁ | 1,54±0,00 Bh |
| 3 | 2,82±0,07 Adef | 1,85±0,07 Bef | 1,89±0,01 Bh | 1,89±0,01 Bg |
| 4 | 2,90±0,00 Ade | 2,58±0,04 Bde | 2,55±0,00 Bg | 2,45±0,15 Bf |
| 5 | 2,32±0,20 Af | 2,50±0,02 Ade | 2,50±0,02 Ag | 2,41±0,15 Af |
| 6 | 2,59±0,03 Bdef | 3,08±0,03 Acd | 3,07±0,02 Af | 3,07±0,02 Ade |
| 7 | 2,44±0,32 Bef | 3,58±0,07 Abc | 3,62±0,01 Ad | 3,67±0,06 Ac |
| 8 | 2,80±0,03 Bdef | 3,19±0,20 ABcd | 3,37±0,05 Ae | 3,31±0,03 Ad |
| 9 | 2,49±0,02 Adef | 3,35±0,63 Ac | 2,91±0,00 Af | 2,96±0,07 Ae |
| 10 | 2,54±0,14 Bdef | 3,39±0,10 Ac | 3,48±0,03 Ade | 3,37±0,12 Acd |
| 11 | 2,93±0,07 Bcde | 3,49±0,09 Ac | 3,44±0,02 Ade | 3,40±0,04 Acd |
| 12 | 2,84±0,07 Bdef | 4,29±0,14 Ab | 4,10±0,12 Ac | 4,11±0,11 Ab |
| 13 | 4,56±0,10 Ba | 5,28±0,22 Aa | 5,53±0,13 Aa | 5,32±0,17 Aa |
| 14 | 3,88±0,06 Bb | 5,08±0,05 Aa | 5,07±0,03 Ab | 5,02±0,03 Aa |
| 15 | 3,48±0,27 Abc | 2,49±0,09 Bde | 2,45±0,03 Bg | 2,45±0,03 Bf |

Büyük harfler aynı gün için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için günler arasındaki farklılığı ifade eder ($p < 0,05$)

Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama öncesi ve sonrasındaki p-anisidin sayıları sırasıyla; Palancı genotipi için 2,89-3,48; VD1sn8 genotipi için 0,84-2,49; VD1sn6 genotipi için 0,83-2,45; Nussem çeşidi için ise 0,83-2,45 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonrası p-anisidin sayısındaki değişim; Palancı genotipi için %20,42; VD1sn8 genotipi için %196,43; VD1sn6 genotipi ve Nussem çeşidi için ise %195,18 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. 29. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca p-anisidin değişimleri

Şekil 4.29' da soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca p-anisidin sayısındaki değişim görülmektedir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama öncesi en yüksek p-anisidin sayısı Palancı genotipinde görülmüştür. VD1sn8 ve VD1sn6 genotipleri ile Nussem çeşidinin p-anisidin değişimleri birbirleriyle istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Palancı genotipi diğer çeşitlerden bu anlamda ayrılmaktadır. Palancı genotipinin başlangıçta diğer çeşitlerden yüksek olan p-anisidin değeri ilk 5 gün azalarak diğer çeşitlerden daha düşük p-anisidin miktarında seyretmiştir. VD1sn8, VD1sn6 ve Nussem çeşitleri için depolama boyunca artan p-anisidin miktarı Palancı genotipinde de olduğu gibi 13. gün en yüksek değerine ulaşmış, daha sonra düşmüştür.

Vujasinovic vd. (2010) C.pepo çeşidine ait kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerinden belirli oranlarda karıştırılarak; iki kademeli presleme işlemi; pres çıkışı yağ sıcaklığı 42-46 °C olacak şekilde gerçekleştirilmiştir ve oda sıcaklığında filtre edilmiştir. Soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının p-anisidin değerleri sırasıyla; 3,15; 3,46; 0,99 olarak bulunmuş ve çalışmamızla benzer değerler bildirilmiştir. Prescha vd. (2014) ise kabak çekirdeği yağlarının 4,83 olan p-anisidin değeri, depolama esnasında 3. ayda 5,44; 6. ayda 6,15; 12. ayda ise 6,41 değerine yükselmiş ve p-anisidin değerinin 12. ayda %33 arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen p-anisidin değerleri çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden oldukça yüksektir. Aynı çalışmada antioksidan maddeleri fazla içeren yağların 12 ay boyunca depolanması sırasında p-anisidin değerlerindeki artışlara bakıldığında, ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunun çok yavaş ilerlediği de bildirilmiştir. Santoz vd. (2016) tarafından kabak çekirdeği yağlarının p-anisidin değeri 1,94-3,69 olarak bildirilmiş, bu değerler çalışmamızda Palancı genotipinde elde ettiğimiz değerlerle benzerken, diğer çeşitler için elde edilen değerlerden yüksektir. Aktaş vd. (2018a) Türkiye’ de C. pepo çeşidine ait Nevşehir çerçevesi ve Ürgüp sivrisinin güneşte kurutulmuş ve presleme öncesi kavrulmamış çekirdeklerinden elde edilen yağların p-anisidin değeri 0,68 ve 0,98 bularak, çalışmamızdaki VD1sn8, VD1sn6 ve Nussem çeşitlerine benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

p-anisidin sayısı yağların oksidasyonu sırasında hidroperoksitlerin yıkımından oluşan ikincil oksidasyon ürünleri hakkında bilgi verir ve peroksit sayısı ile birlikte yağların ransiditesini açıklar. Tüm çeşitler için hızlandırılmış depolama süresince artan peroksit sayısına bağlı olarak p-anisidin değerlerinde de artış olması çalışmanın beklenen sonuçlarındandır.

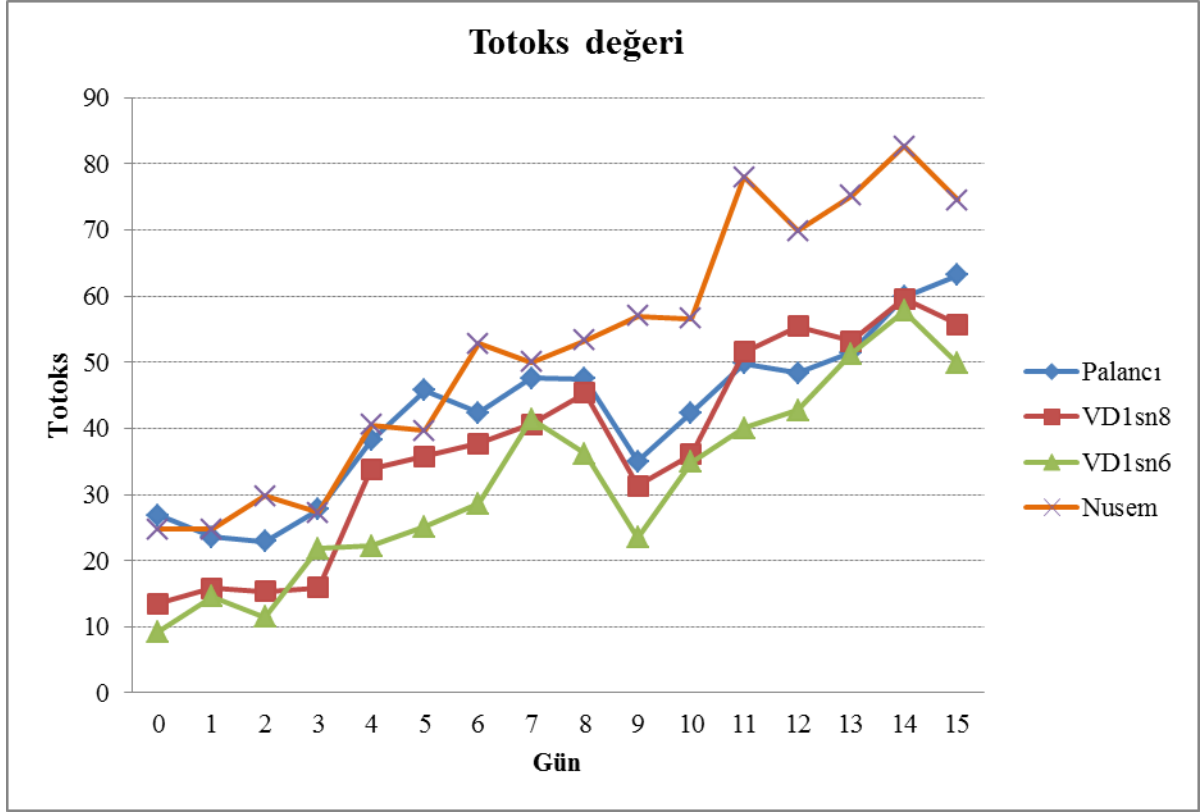
4.3.11.4. Totoks değeri

Çizelge 4.27' de 60 °C' de 15 gün boyunca hızlandırılmış depolama yapılan dört farklı çeşide ait soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının Totoks değeri değişimleri verilmiştir.

Çizelge 4. 27. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama süresince totoks değeri değişimleri

| Gün/Çeşit | Totoks | | | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | Palancı | VD1sn8 | VD1sn6 | Nusem |
| 0 | 26,85±0,13Aj | 13,48±0,09Cl | 9,28±0,00Dn | 24,72±0,19Bk |
| 1 | 23,57±0,07Bk | 15,83±0,15Ck | 14,55±0,06Dl | 24,71±0,31Ak |
| 2 | 22,86±0,11Bk | 15,33±0,27Ck | 11,42±0,06Dm | 29,74±0,31Aı |
| 3 | 27,77±0,68Aj | 15,96±0,24Ck | 21,84±0,00Bk | 27,22±0,04Aj |
| 4 | 38,15±0,23Bh | 33,85±0,00Cı | 22,24±0,04Djk | 40,52±0,26Ah |
| 5 | 45,78±0,46Af | 35,75±0,60Ch | 25,10±0,03Dı | 39,61±0,37Bh |
| 6 | 42,37±0,37Bg | 37,67±0,25Cg | 28,56±0,13Dh | 52,81±0,36Af |
| 7 | 47,60±0,96Ae | 40,59±0,54Bf | 41,36±0,29Be | 50,02±0,41Ag |
| 8 | 47,48±0,76Bef | 45,40±0,50Ce | 36,16±0,06Dg | 53,27±0,06Af |
| 9 | 35,02±0,05Bı | 31,29±0,43Cj | 23,47±0,76Dj | 56,98±0,03Ae |
| 10 | 42,33±0,17Bg | 36,09±0,27Cgh | 34,90±0,00Cg | 56,61±0,62Ae |
| 11 | 49,80±0,31Ccd | 51,54±0,28Bd | 40,03±0,02Df | 77,98±0,19Ab |
| 12 | 48,33±0,15Cde | 55,43±0,28Bb | 42,77±0,07Dd | 69,85±0,27Ad |
| 13 | 51,45±0,40Cc | 53,19±0,06Bc | 51,24±0,55Cb | 75,22±0,03Ac |
| 14 | 59,90±0,04Bb | 59,61±0,78Ba | 57,72±0,76Ba | 82,61±0,22Aa |
| 15 | 63,21±0,65Ba | 55,75±0,63Cb | 49,80±0,42Dc | 74,47±0,01Ac |

Büyük harfler aynı gün için çeşitler arasındaki farklılığı, küçük harfler aynı çeşit için günler arasındaki farklılığı ifade eder ($p<0,05$)



Şekil 4. 30. Kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca totoks değeri değişimleri

Şekil 4.30' da soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının depolama boyunca totoks değerlerindeki değişim görülmektedir. Grafikten de görüldüğü üzere genel olarak bakıldığında depolama boyunca totoks sayısı artmakta ancak Nussem çeşidi diğer çeşitlerden ayrılmaktadır. Palancı genotipi, VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerine ait totoks değerleri Şekil 4.28' de görülen peroksit sayısı değişimiyle bağlantılı olarak 9. gün azalmış sonraki günler tekrar artmıştır. Tüm çeşitler için en yüksek totoks değerleri 14. günde tespit edilmiştir.

Vujasinovic vd. (2010) C.pepo çeşidine ait kabuklu ve kabuksuz kabak çekirdeklerinden belirli oranlarda karışımından elde ettikleri yağların 24 ay depolama sonundaki Totoks değerlerini 13,13; 14,31; 9,37 olarak bulmuşlardır. Santoz vd. (2016) tarafından kabak çekirdeği yağlarının Totoks değeri ise 6,25-12,55 aralığında bildirmişlerdir.

Bahsedilen çalışmalardaki Totoks değerlerinin çalışmamızda elde edilen değerlerden oldukça düşük olması, çalışmamızda kullandığımız hızlandırılmış depolama yönteminde elde edilen yüksek peroksit değerlerinden kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Edirne koşullarında, 2014 ve 2015 yıllarında, meyve çekirdeği oluşumundan hasat dönemine kadar üç farklı zamanda, Palancı, VD1sn8 ve VD1sn6 genotipleri ile ticari bir çeşit olan Nussem kabak çekirdeklerinden elde edilen yağların bazı özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, farklı hasat zamanlarının çeşitlerin nem ve yağ oranları ile yağ asitleri bileşimleri, tokoferol miktarları ve sterol miktarlarına etkili olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma boyunca kabak çekirdeklerinin nem oranının düştüğü buna karşılık yağ oranının arttığı belirlenmiştir. Hasat zamanının doğru belirlenmesi yağ miktarının en fazla olduğu dönemde kabak çekirdeği eldesini mümkün kılmakta, gelişme dönemindeki iklim koşulları, çekirdek verimini ve yağ oranını etkilemektedir. Tüm çeşitlere ait yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde, olgunlaşma ilerledikçe palmitik ve stearik asit miktarının azaldığı; oleik asit miktarının artmasıyla bağlantılı olarak linoleik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği yağları oleik ve linoleik asitleri birbirine yakın oranda içeren, bu özellikleriyle yağ sanayinde; yemeklik yağ, salata yağı ya da margarin formülasyonlarında kullanılacak bir yağ kaynağı olarak öne çıkmaktadır.

Kabak çekirdeği yağlarının biyoaktif bileşenlerinden tokoferol miktarlarına ekim yıllarının etkisi olduğu görülmüştür. Genel olarak erken hasat edilen kabak çekirdeklerinden elde edilecek yağların toplam tokoferol miktarlarının daha yüksek olacağı öngörülebilir. Genellikle α -tokoferol miktarı yüksek olan diğer yenilebilir yağ kaynaklarından farklı olarak, kabak çekirdeği yağlarında γ -tokoferol miktarının yüksek olduğu görülmüştür. Bitkilerin genetik ve çeşit özellikleri, lokasyon, olgunlaşma periyodu boyunca maruz kaldığı iklimsel koşullar (sıcaklık, nem, yağış, güneş ışığı vbg.) ve tarımsal koşullar (toprak yapısı ve besin içeriği, gübreleme, ilaçlama vbg.) gibi birçok etken tokoferol miktarı ve kompozisyonunu etkilemektedir. Bu nedenle kabak çekirdeği çeşitlerinin tokoferol oluşum mekanizmasının aydınlatılması ve bahsedilen etkenler göz önünde bulundurularak, kontrollü koşullarda bahsedilen parametrelerin etkilerinin tam olarak belirlenmesi; tohumun tokoferol birikim zamanını ve koşullarını ortaya çıkararak istenen tokoferol miktar ve çeşitliliğine sahip ürün elde edilmesi için gerekli koşulların bilinmesini sağlayacaktır. Toplam sterol miktarının hasat dönemi boyunca düştüğü ve kabak çekirdeği yağlarının sterol kompozisyonunda yüksek oranda β -sitosterol bulunduğu tespit edilmiştir. Literatür bilgileri ışığında, bitkisel yağlı tohumların sterol içeriğinin ve miktarlarının özellikle tohum cinsine ve genetik özelliklerine bağlı olduğu; çevresel koşullardan tokoferoller kadar çok etkilenmediği bilinmektedir.

Çalışmamızda da yıllar arasındaki iklimsel farklılıklara rağmen olgunlaşma periyotları boyunca sterol kompozisyonu ve miktarlarının iki yıl içinde benzer olduğu görülmüştür.

Yağ verimlerinin VD1sn8 ve VD1sn6 genotiplerinde daha yüksek olduğu görülmüş, tüm çeşitlerde protein oranlarının oldukça yüksek olduğu ancak çeşitler arasında önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir. Kabak çekirdeklerinin protein oranlarının oldukça yüksek olması özellikle yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesinin kalitesi ve değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu durum, kabak çekirdeği küspesinin yem sanayinde önemli bir hammadde kaynağı olmasını veya fırıncılık ürünlerinde ya da atıştırılabilir yeni ürünlerin üretiminde değerlendirilebilmesini mümkün kılmaktadır.

Palancı ve VD1sn6 genotipleri ile Nusem çeşidinin soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının oleik asit oranlarının oldukça yüksek olması oksidatif bozulmaya dirençli yağ olmalarını da mümkün kılmaktadır. Nitekim bu etki 2015 yılında saptanan ransimat değerlerinin bu çeşitlerde yüksek olmasını açıklamaktadır. Özellikle VD1sn8 genotipinden elde edilen soğuk pres kabak çekirdeği yağlarında oleik ve linoleik asit oranlarının birbirine çok yakın değerler olması bu çeşidi diğer çeşitlerden ayırmaktadır. Ayrıca bu çeşidin, linoleik asit ve palmitik asit oranı diğer çeşitlerden yüksek, stearik asit ve oleik asit oranları ise diğer çeşitlerden düşüktür. Ancak bu çeşidin linoleik asit ve Σ PUFA oranlarının yüksek olması ransimat değerinin diğer çeşitlere göre daha düşük olmasına neden olduğu düşünülmektedir. VD1sn8 genotipine ait yağların tokoferol ve sterol miktarları da diğer çeşitlerden yüksektir. VD1sn8 genotipinin renk değerleri, kırmızı rengin baskın olduğu diğer çeşitlerden ayrılmakta ve sarılığın baskın olmasından dolayı, yeşil olarak algılanmasına sebep olmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle VD1sn8 genotipi diğer çeşitlerden ayrılmaktadır. Tüm çeşitlerin duyuşal değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, kabuklarıyla preslenmesinin tadı olumsuz etkilediği görüşüne varılmıştır. Bu durumu önlemek adına kabuksuz çeşitlerle ilgili çalışmaların artırılarak direk yağ endüstrisine hammadde kaynağı olacak şekilde tarımsal üretimin yapılması ya da yağ elde etme işleminden önce kabukların ayrılması tavsiye edilebilir.

Farklı çeşitlerden soğuk presle elde edilen kabak çekirdeği yağlarının fenolik madde miktarına ekim yılının etkisinin olduğu ancak bu etkinin antioksidan aktivite değerlerinde bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. Soğuk pres kabak çekirdeği yağlarının *S. aureus*, *S. enteritidis*, *E. coli* ve *A. parasiticus* NRRL 2999 test mikroorganizmaları üzerine etkili olduğu ancak *L. monocytogenes* ve *A. parasiticus* NRRL 465 üzerine etkilerinin ise olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada, soğuk presleme yöntemiyle elde edilmiş kabak çekirdeği yağlarının hızlandırılmış depolama koşullarındaki oksidasyon davranışları da incelenmiştir. Diğer çeşitlerden farklı olarak, Palancı genotipinin daha düşük miktarlarda γ -, α - ve δ -tokoferolleri içermesi ve toplam tokoferol miktarının az olması düşük ransimat değerini açıklamaktadır. Aynı zamanda düşük ransimat değeri, peroksit sayısının ve p-anisidin sayısının yüksek olmasını da desteklemektedir. Depolama koşullarında yağların peroksit ve p-anisidin değerlerinin artışına bağlı olarak toplam oksidasyonu ifade eden totoks değerinin yüksek olması da beklenmektedir. Depolama boyunca toplam oksidasyon davranışı incelendiğinde Nusem çeşidinin oksidasyonun diğer çeşitlerden daha yüksek değerler aldığı, bunun sebebinin ise başlangıç peroksit sayısının yüksek olmasının yanında çeşit özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. VD1sn6 genotipinin ise depolama süresince oksidasyonunun daha yavaş ilerlemesi antioksidan bileşikler olarak bilinen yüksek toplam tokoferol, γ -tokoferol ve δ -tokoferol içeriğine bağlı olduğu düşünülebilir. Tekli doymamış yağ asidi olan oleik asitin tüm çeşitlerde baskın yağ asidi olması kabak çekirdeği yağlarının oksidasyona karşı direncinin artmasını ve raf ömrünün uzun olmasını sağlamaktadır.

Ülkemizde hem Anadolu'da hem de Trakya bölgesinde yetiştirilme imkanı olan ve bu bölgelerde oldukça yüksek verimin elde edildiği kabak çekirdeğinin; yağ kaynağı olarak da bilinmesi, bitkisel yağ sanayinin bu yeni hammadde kaynağını tanıması, ülkemizde özellikle yağ üretimi için uygun olan çeşitlerin ıslahı gibi konulara dikkat çekilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2016). Erişim adresi <http://www.milliyet.com.tr/hibrit-kabak-cekirdegi-turlerine-tescil-edirne-yerelhaber-1687818/>.
- Anonim, (2017). Erişim adresi <https://www.businesswire.com/news/home/20170511005507/en/Pumpkin-Seeds-Market---Global-Forecasts-Opportunity>.
- Anonim, (2019). Erişim adresi <http://oregonstate.edu/instruct/css/330/seven/Unit14Notes.htm>.
- Adams, G. G., Imran, S., Wang, S., Mohammad, A., Kok, S., Gray, D. A., Channell, G. A., Morris, G. A. and Harding, S. E. (2011). The hypoglycaemic effect of pumpkins as anti-diabetic and functional medicines. *Food Research International*, 44, 862–867
- Anderson, M. L. (2005). A preliminary investigation of the enzymatic inhibition of 5 α -reduction and growth of prostatic carcinoma cell line LNCap-FGC by natural astaxanthin and Saw Palmetto lipid extract in vitro. *Journal Of Herbal Pharmacotherapy*, 5, 17–26
- Andjelkovic M., Camp, J. V., Trawka, A., Verhe, R. (2010). Phenolic compounds and some quality parameters of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112, 208-217
- Akın, G., Arslan, F. N., Karuk Elmas, S. N. and Yılmaz, I. (2018). Cold- pressed pumpkin seed (*Cucurbita pepo* L.) oils from the central Anatolia region of Turkey: Characterization of phytosterols, squalene, tocopherols, phenolic acids, carotenoids and fatty acid bioactive compounds. *Grasas Y Aceites*, 69(1), 1-12
- Aktaş, N., Gerçekaslan, K. E. and Uzlaşır, T. (2018a). The effect of some pre-roasting treatments on quality characteristics of pumpkin seed oil. *Oilseeds & fats Crops and Lipids*, 25(3), 1-10
- Aktaş, N., Uzlaşır, T. and Tunçgil, Y. E. (2018b). Pre-roasting treatments significantly impact thermal and kinetic characteristics of pumpkin seed oil. *Thermochimica Acta*. 669, 109-115
- AOCS (1993). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 4th Ed. Published by the American Oil Chemists Society, 1608, Broadmoor Drive, Champaign, Illinois 61826-3489

- AOCS Cd 8-53 (2003). Official Method “Peroxide Value—Acetic Acid-Chloroform Method”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- AOCS Ai 3-75 (2009). Official Method “Oil content”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- AOCS Ca 5a-40, (2009). Official method “Free fatty acids”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- AOCS Cc 13j-97 (2009). Official Method “Color”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- AOCS Cd 12b-92, (2009). Official method “Oil stability index”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- AOCS Cd 18-90, (2009). Official method “p-Anisidine value”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- AOCS Cg 2-83, (2009). Recommended Practice “Flavor panel evaluation of vegetable oils”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- AOCS Cg 5-97, (2009). Recommended Practice “Oven storage test for accelerated aging oils”. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society
- Applequist, W. L., Avula, B., Schaneberg, B. T., Wang, Y. H. ve Khan, I. A. (2006). Comparative fatty acid content of seeds of four *Cucurbita* species grown in a common (shared) garden. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19, 606-611
- Ardabili, A. G., Farhoosh, R. and Khodaparast, M. H. H. (2011). Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *Pepo* Var. *Styriaca*) grown in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13, 1053-1063
- Badr, S. E. A., Shaaban, M., Elkholy, Y. M., Helal, M. H., Hamza, A. S., Masoud, M. S. and El Safty, M. M. (2011). Chemical composition and biological activity of ripe pumpkin fruits (*Cucurbita pepo* L.) cultivated in Egyptian habitats. *Natural Product Research*, 25(16), 1524–1539
- Bardaa, S., Halima, N. B., Aloui, F., Mansour, R. B., Jabeur, H., Bouaziz, M. and Sahnoun Z. (2016). Oil from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds: evaluation of its functional properties on wound healing in rats. *Lipids in Health and Disease*, 15(73), 1-12

- Baydar, H., Turgut, İ. (1999). Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1), 81-86
- Baydar, H. (2017). Yağ bitkilerinde oleik asitçe zengin çeşitlerin ıslahında yaşanan gelişmeler. *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 20, 34-39
- Bendini, A., Barbieri, S., Valli, E., Buchecker, K., Canavari, M. and Toschi, T. G. (2011). Quality evaluation of cold pressed sunflower oils by sensory and chemical analysis. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 1375–1384
- Braga, F. G., Bouzada, M. L. M., Fabri, R. L., Matos, M. O., Moreira, F. O., Scio, E. and Coimbra, E. S. (2007). Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 111, 396–402
- Britz, S. J. and Kremer, D. F. (2002). Warm Temperatures or Drought during Seed Maturation Increase Free α -Tocopherol in Seeds of Soybean(*Glycine max* [L.] Merr.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6058-6063
- Broznić, D., Jurešić, G. Č. and Milin, Č. (2015). Involvement of α -, γ - and δ - tocopherol isomers from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil or oil mixtures in the biphasic DPPH disappearance kinetics. *Food Technology and Biotechnology*, 54(2), 200-210
- Chotimarkorn, C., Benjakul, S., Silalai, N. (2008). Antioxidant components and properties of five long-grained rice bran extracts from commercial available cultivars in Thailand. *Food Chemistry*, 111, 636-641
- Chu, Y., Hus, H. (1999). Effects of antioxidants on peanut oil stability. *Food Chemistry*, 66, 29-34
- Çelenk, V. U., Gümüş, Z. P., Argon, Z. U., Büyükhelvacıgil, M. and Karasulu, E. (2018). Analysis of chemical compositions of 15 different cold-pressed oils produced in Turkey: a case of tocopherol and fatty acid analysis. *Journal of The Turkish Chemical Society Chemistry*, 5(1), 1-18
- Çeliksaş, Ö. Y., İşleten, M., Yüceer, Y. K., Bedir, E. and Sükan, F. V. (2009). Influence of supercritical carbon dioxide and methanolic extracts of rosemary on oxidaton and sensory properties of wheat germ oil. *Journal of Food Quality*, 32, 709–724

- Desai, I. D., Bhagavan, H., Salkeld, R., Dutra de Oliveira, J. E. (1988). Vitamin E content of crude and refined vegetable oils in southern Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 1, 231–238
- Dong, G., Liu, X., Chen, Z., Pan, W., Li, H. and Liu, G. (2007). The dynamics of tocopherol and the effect of high temperature in developing sunflower (*Helianthus annuus* L.) embryo, *Food Chemistry*, 102, 138–145
- Druzynska, B., Strzecha, I., Wołosiak, R., Worobiej, E. (2008). The contents of selected biologically active compounds in the extracts of the dried apricots and their antioxidant properties. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6(61), 77–87
- Ermiş, S. (2010). *Ekolojinin kabuklu ve kabuksuz çekirdek kabak (Cucurbita pepo L.) hatlarında tohum verimi ve çerezlik kalitesine etkisi* (Doktora tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- FAO (2017). Erişim adresi <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.
- Fidan, S. (2014, Kasım 26-27). Türkiye’de çerezlik kabak yetiştiriciliği. Çerezlik Kabak Çalıştayı, Kayseri, 58-68
- Fruhirth, G. O., Wenzl, T., El-Toukhy, R., Wagner, F. S., Hermetter, A. (2003). Fluorescence screening of antioxidant capacity in pumpkin seed oils and other natural oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105, 266-274
- Fruhirth, G. O. and Hermetter, A. (2008). Production technology and characteristics of Styrian pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 637-644
- Ghaffar, F., Kamat, B., Shah, H., Akram, M. (2018). Nutritional, physico-chemical, antimicrobial and antioxidant screening of seed and seed oil of *Cucurbita pepo* grown in Kpk, Pakistan. *FUUAST Journal of Biology*, 8(1), 41-48
- Gagné, A., Wei, S. Q., Fraser, W. D., Julien, P. (2009). Absorption, Transport, and Bioavailability of Vitamin E and its Role in Pregnant Women. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 31(3), 210–217
- Garzón, G. A., Wrolstad, R. E. (2009) Major anthocyanins and antioxidant activity of *Nasturtium* flowers (*Tropaeolum majus*). *Food Chemistry*, 114, 44–49

- Geçgel, Ü., Demirci, A. Ş., Dülger, G. Ç., Geçgel, Ü., Taşan, M., Arıcı, M. ve Ay, O. 2015. Some physicochemical properties, fatty acid composition and antimicrobial characteristics of different cold-pressed oils. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 93(3), 187-194
- Gemrot, F., Barouh, N., Vieu, J.-P., Pioch, D., Montet, D. (2006). Effect of roasting on tocopherols of gourd seeds (*Cucurbita pepo*). *Grasas y Aceites*, 57(4), 409–414
- Gorjanović, S. Ž., Rabrenović, B. B., Novaković, M. M., Dimić, E. B., Basić, Z. N. and Sužnjević D. Ž. (2011). Cold-pressed pumpkin seed oil antioxidant activity as determined by a dc polarographic assay based on hydrogen peroxide scavenge. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88, 1875–1882
- Gossel-Williams, M., Davis, A. and O'Connor, N. (2006). Inhibition of testosterone-induced hyperplasia of the prostate of Sprague-Dawley rats by pumpkin seed oil. *Journal of Medicinal Food*, 9, 284-286
- Haslam, E. (1996). Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *Journal of Natural Products*, 59(2), 205-2015
- Herchi, W., Harrabi, S., Sebei, K., Rochut, S., Boukhchina, S., Pepe, C., Kallel, H. (2009). Phytosterols accumulation in the seeds of *Linum usitatissimum* L. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47, 880–885
- Horvath, G., Wessjohann, L., Bigirimana, J., Monica, H., Jansen, M., Guisez, Y., Caubergs, R., Horemans, N. (2006) Accumulation of tocopherols and tocotrienols during seed development of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Albert Lavallee). *Plant Physiology and Biochemistry*, 44, 724–731
- Hrabovski, N., Fiser, S. S., Nikolovski, B., Sovilj, M., Borota, O. (2012). Phytosterols in pumpkin dees oil extracted by organic solvents and supercritical CO₂. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114, 1204-1211
- ISO 9936 (2006). Animal and vegetable fats and oils -- Determination of tocopherol and tocotrienol contents by high-performance liquid chromatography
- ISO 12228-1 (2014). Determination of individual and total sterols contents -- Gas chromatographic method -- Part 1: Animal and vegetable fats and oils
- Iso, H., Sato, S., Umemura, U., Kudo, M., Kolke, K., Kitamura, A., Imano, H., Okamura, T., Naito, Y. and Shimamoto, T. (2002). Linoleic acid, other fatty acids, and the risk of stroke. *Stroke*, 33, 2086-2093

- Kachel-Jakubowska, M., Kraszkiwicz, A., Lorencowicz, E., Koszel, M., Przywara, A. (2015). Effects of thermal treatment of seeds on quality and oxidative stability of oils. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, 255 – 259
- Kim, M. Y., Kim, E. J., Kim, Y. N., Choi, C. and Lee, B. H. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. *Nutrition Research and Practice*, 6(1), 21-27
- Kırbaşlar, F. G., Türker, G., Özsoy-Günes, Z., Ünal, M., Dülger, B., Ertas, E. and Kızılkaya, B. (2012). Evaluation of fatty acid composition, antioxidant and antimicrobial activity, mineral composition and calorie values of some nuts and seeds from Turkey. *Records of Natural Product*, 6(4), 339-349
- Kırnak, H., Ünlükara, A., İrik, H. A. ve Köksal, E. S. (2016, Eylül 26-28). Use of crop water stress index for pumpkin seed. 27th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry kongresinde sunulan sözlü bildiri, *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, özel sayı 30, 301-306
- Kırnak, H., İrik, H. A., Sipahioğlu, O. ve Ünlükara, A. (2019). Variations in oil, protein, fatty acids and vitamin E contents of pumpkin seeds under deficit irrigation. *Grasas Y Aceites*, 70(2), 1-8
- Konca, Y. (2014, Kasım 26-27). Çekirdek kabağı artıklarından silaj yapma imkânları. *Çerezlik Kabak Çalıştayı*, Kayseri, 88-98
- Konopka, I., Roszkowska, B., Czaplicki, S. and Tańska, M. (2016). Optimization of aqueous enzymatic pumpkin oil extraction. *Food Technology and Biotechnology*, 54(4), 413–420
- Kulaitienė, J., Černiauskiene, J., Jariene, E., Danilčenko, H. and Levickienė, D. (2018). Antioxidant activity and other quality parameters of cold pressing pumpkin seed oil. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(1), 161-166
- Kurtar, E. S., Seymen, M., Türkmen, Ö. ve Paksoy, M. (2018). Bazı çekirdek kabağı (*Cucurbita pepo L.*) ıslah hatlarının Bafra koşullarındaki performansları. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 8(2), 1-9
- Lushchak, V. I. and Semchuk, N. M. (2012). Tocopherol biosynthesis: chemistry, regulation and effects of environmental factors. *Acta Physiol Plant*, 34, 1607–1628

- Mandl, A., Reich, G. and Lindner, W. (1999). Detection of adulteration of pumpkin seed oil by analysis of content and composition of specific Δ^7 -phytosterols. *European Food Research and Technology*, 209, 400–406
- Marks, L. S. and Hess, D. L. (2001). Tissue effects of saw palmetto and finasteride: use of biopsy cores for in situ quantification of prostatic androgens. *Urology*, 57, 999–1005
- Melendez-Martinez, A.J., Vicario, I.M. and Heredia, F.J., (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54, 149–154
- Meru, G., Fu, Y., Leyva, D., Sarnoski, P. and Yagiz, Y. (2018). Phenotypic relationships among oil, protein, fatty acid composition and seed size traits in *Cucurbita pepo*. *Scientia Horticulturae*, 233, 47-53
- Meydani, M. (1995). Vitamin E. *The Lancet*, 345, 170-175
- Minhajaddin, M., Beg, Z. H. and Iqbal, J. (2005). Hypolipidemic and antioxidant properties of tocotrienol rich fraction isolated from rice bran oil in experimentally induced hyperlipidemic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 747-753
- Møller, P., Loft, S. (2004). Interventions with antioxidants and nutrients in relation to oxidative DNA damage and repair. *Mutation Research*, 551: 79–89
- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Dominguez, J. M., Sineiro, J. and Dominguez, H. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72, 145-171
- Murkovic, M., Hillebrand, A., Winkler, J., Leitner, E. and Pfannhauser, W. (1996a). Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 203, 216-219
- Murkovic, M., Hillebrand, A., Winkler, J. and Pfannhauser, W. (1996b). Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 202, 275-278
- Murkovic, M. and Pfannhauser, W. (2000). Stability of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102, 607-611
- Murkovic, M., Piironen, V., Lampi, A. M., Kraushofer, T. and Sontag, G. (2004). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food Chemistry*, 84, 359–365

- Nagala-Kalucka, M. (2003). Fat soluble vitamins, p. 105. In Z, E. Sikorski and A. Kolakowska, eds. *Chemical and Functional Properties of Food Lipids*. CRC Pres, Florida.
- Nakic- Nederal, S., Rade, D., Skevin, D., Skevin, D., Strucelj, D., Mokrovcak, Z. And Bartolic, M. (2006). Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 936-943
- Nawirska-Olszanska, A., Kita, A., Biesiada, A., Sokoł-Łetowska, A. and Kucharska, A. Z. (2013). Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oils in 12 cultivars. *Food Chemistry*, 139, 155–161
- Naziri, E., Mitić, M. N. and Tsimidou, M. Z. (2016). Contribution of tocopherols and squalene to the oxidative stability of cold-pressed pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118, 898–905
- Nederal, S., Skevin, D., Kraljic, K., Obranonic, M., Papesa, S. ve Bataljaku, A. (2012). Chemical composition and oxidative stability of roasted and cold pressed pumpkin seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89, 1763–1770
- Nederal, S., Petrovic, M., Vincek, D., Puhec, D., Skevin, D., Kraljic, K. and Obranovic, M. (2014). Variance of quality parameters and fatty acid composition in pumpkin seed oil during three crop seasons. *Industrial Crops and Products*, 60, 15-21
- Nyam, K. L., Tan, C. P., Lai, O. M., Long, K. and Che Man, Y. B. (2009). Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oil. *Food Science and Technology*, 42, 1396-1403
- Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J. V., Vicha, R. And Mlcek, J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 12871-12890
- Ostlund, R. E. (2002). Phytosterols in human nutrition. *Annual Review of Nutrition*, 22, 533-549
- Özçelik, S. (1992). Gıda Mikrobiyolojisi. *Ders Notları No:1, Yayın No:1, Fırat Üni., Fen-Edebiyat Fakültesi*, Elazığ.
- Parry, J., Hao, Z., Luther, M., Su, L., Zhou, K. ve Yu, L. (2006). Characterization of cold-pressed onion, parsley, cardamom, mullein, roastes pumpkin, and milk thistle seed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(10), 847–854

- Patel, M. D. and Thompson, P.D. (2006). Phytosterols and vascular disease. *Atherosclerosis*, 186(1), 9-12
- Petkova, Z. Y. and Antova, G. A. (2015). Changes in the composition of pumpkin seeds (*Cucurbita moschata*) during development and maturation. *Grasas y Aceites*, 66(1), e058, 1-9
- Piironen, V., D.G. Lindsay, T.A. Miettinen, J. Toiro and A-M. Lampl, 2000. Plantsterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 939-966
- Phillips, K. M, Ruggio, D. M., Toivo, J. I., Swank, M. A., Simpkins, A. H. (2002). Free and esterified sterol composition of edible oils and fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 123–142
- Popa, V. M., Hadaruga, N. G., Hadaruga, D. I., Gruia, A., Raba, D. N., Moldovan, C. and Poiana, A.M. (2010). Fatty acids composition of some vegetable oils obtained in the West area of Romania. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 16(3), 394-398
- Potočnik, T., Cizej, M. R. and Košir, I. J. (2018). Influence of seed roasting on pumpkin seed oil tocopherols, phenolics and antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 7-12
- Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M. and Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 1291-1301
- Procida, G., Stancher, B., Cateni, F. and Zacchigna, M. (2012). Chemical composition and functional characterisation of commercial pumpkin seed oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 1035-1041
- Rabrenovic, B. B., Dimic, E. B., Novakovic, M. M., Tesevic, V. V. and Basic, Z.N. (2014). The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds. *Food Science and Technology*, 55: 521-527
- Raczyk, M., Siger, A., Radziejewska-Kubzdela, E., Ratusz, K. and Rudzińska, M. (2017). Roasting pumpkin seeds and changes in the composition and oxidative stability of cold-pressed oils. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 16(3), 293-301

- Re, R., Pellegrinni, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radicals in Biology and Medicine*, 26, 1231–1237
- Rezig, L., Chouaibi, M., Msaada K. and Hamdi, S. (2012). Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil. *Industrial Crops and Products*, 37, 82– 87
- Rezig, L., Chouaibi, M., Meddeb, W., Msaada, K. and Hamdi, S. (2019). Chemical composition and bioactive compounds of Cucurbitaceae seeds: Potential sources for new trends of plant oils. *Process Safety and Environmental Protection*, 127, 73-81
- Roche, J., Alignan, M., Bouniols, A., Cerny, M., Mouloungui, Z., Vear, F. and Merah, O. (2010). Sterol content in sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) as affected by genotypes and environmental conditions. *Food Chemistry*, 121, 990–995
- Santos, B. H., Miranda, J., R., Lara, E. H., Uco, J. G. T., Garcia, R. C., Barrientos, J. M. J., Zamudio, R. C. and Sanchez, C. E. M. (2016). Effect of oil extraction assisted by ultrasound on the physicochemical properties and fatty acid profile of pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo*). *Ultrasonics Sonochemistry*, 31, 429-436
- Schwartz, H., Ollilainen, V., Piironen, V., Lampi, A. M. (2008). Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 152–161
- Sielicka, M., Małecka, M. and Purlan, M. (2014). Comparison of the antioxidant capacity of lipid-soluble compounds in selected cold-pressed oils using photochemiluminescence assay (PCL) and DPPH method. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116, 388-394
- Siger, A., Nogala-Kalucka, M. and Lampart-Szczapa, E. (2008). The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *Journal of Food Lipids*, 15, 137-149
- Singleton, V. L. and Rossi, J.R. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic - phosphothungstic acid. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158
- Srbinoska, M., Hrabovski, N., Rafajlovska, V. and Sinadinović-Fišer, S. (2012). Characterization of the seed and seed extracts of the pumpkins *Cucurbita maxima* D. and

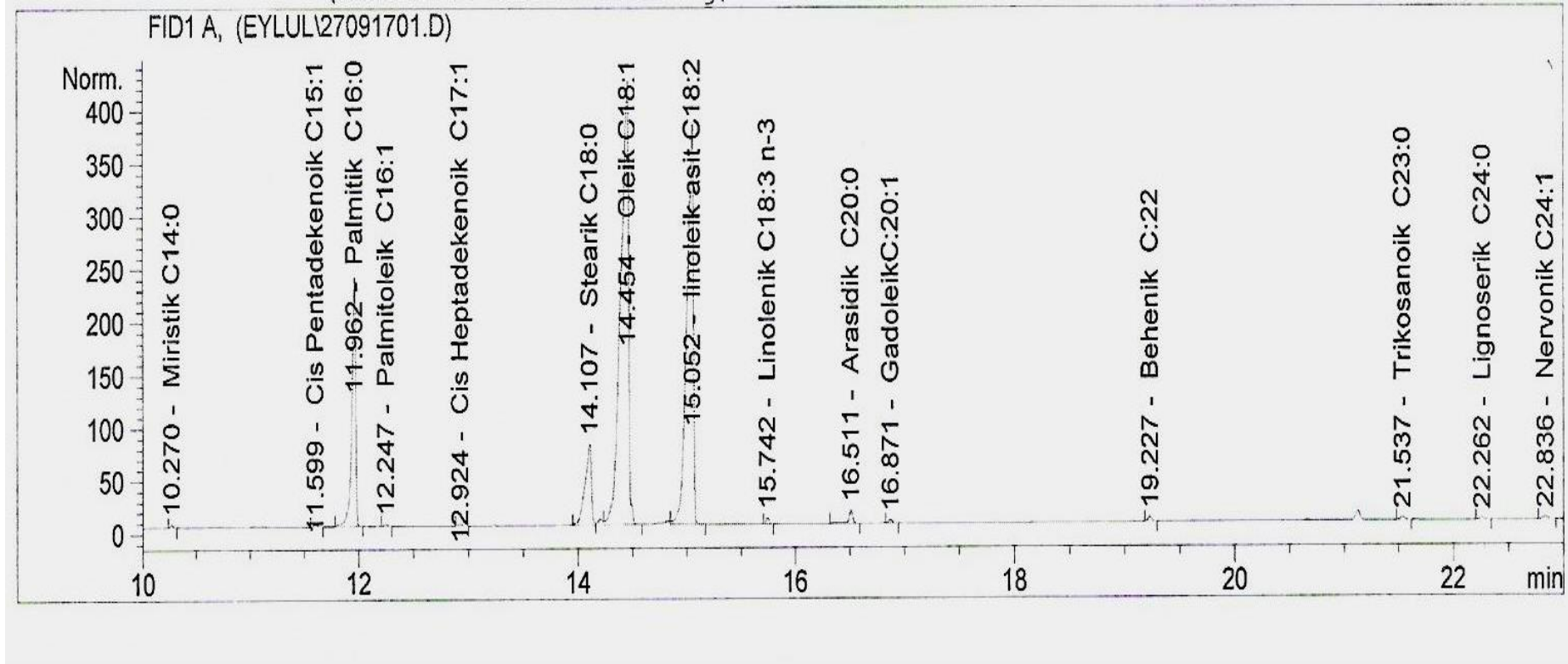
- Cucurbita pepo* L. from Macedonia. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 31(1), 65–78
- Stevenson, D. G., Eller, F. J., Wang, L., Jane, J. L., Wang, T. ve Inglett, G. E. (2007). Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4005-4013
- Sunulu, S. ve Yağcıoğlu, M. (2014, Kasım 26-27). Kayseride çerezlik kabak (*Cucurbita pepo* L.) üreticilerinin işletme, pazarlama ve üretim teknikleri durumu. *Çerezlik Kabak Çalıştayı*, Kayseri, 13-44
- Syvöoja, E. L., Pilonen, V., Varo, P., Koivistoinen, P., Salminen, K. (1986). Tocopherols and tocotrienols in finnish foods: Oils and fats. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 63, 328–329
- TGK, (2012). Türk Gıda Kodeksi, Bitki adı ile anılan yağlar tebliği, Tebliğ No: 2012/29, <https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.16053&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=bitki%20adı>
- Tsaknis, J., Lalas, S. and Lazos, E. S. (1997). Characterization of crude and purified pumpkin seed oil. *Grasas y Aceites*, 48(5), 267-272
- TSE EN ISO 712 (2009). Türk Standardı, Tahıl ve tahıl ürünleri-Rutubet muhtevası tayini-Referans yöntem
- TS EN ISO 2171 (2010). Türk standardı, Tahıllar, baklagiller ve yan ürünleri - Yakılarak kül muhtevasının tayini
- Tuberoso, C. I. G., Kowalczyk, A., Sarritzu, E., Cabras, P. (2007). Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. *Food Chemistry*, 103, 1494-1501
- TUİK (2017). Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Turgut, G. (20105). *Çerezlik kabak genotiplerinin Erzurum şartlarında adaptasyonu, verim ve kalitelerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Türkmen, Ö., Özcan, M. M., Seymen, M., Paksoy, M., Uslu, N. ve Fidan, S. (2017). Physico-chemical properties and fatty acid compositions of some edible pumpkin seed genotypes and oils. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 23(4), 229-235

- Uhrin, H. N., M ath e, E., Dinya, Z., Varga, C. and V agv olgyi, S. (2008). Analysis of vitamin E isomers and phytosterols in different Hungarian oil seed samples. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia, 531-534
-  n l kara, A. ve Bakır, R. (2018). Birinci ve ikinci ürün  erezlik kabağın (*Cucurbita pepo* L.) su kullanımı ve veriminin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi  zel Sayısı, 309-318
- Vanhanen, L. P., Savage, G. P., Dutta, P. C. (2015). Tocopherol content of pumpkin seed oil. Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand, 30, 66-70
- Veronezi, C. M. ve Jorge, N. (2012). Bioactive compounds in lipid fractions of pumpkin (*Cucurbita* sp) seeds for use in food. Journal of Food Science, 77, 653-657
- Vujasinovic, V., Djilas, S., Dimic, E., Romanic, R. ve Takaci, A. (2010). Shelf life of cold-pressed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil obtained with screw press. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 1497–1505
- Wai, W. T., Saad, B. and Lim, B. P. (2009). Determination of totox value in palm oleins using a FI-potentiometric analyzer. *Food Chemistry*, 113, 285-290
- Wang, T., Hichs, K.B. and Moreau, R. (2002). Antioxidant activity of phytosterols, oryzanol, and other phytosterol conjugates. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 79(12), 1201-1206
- Waterhouse, A. L. (2005). Determination of total phenolics. *Handbook of food analytical chemistry*, (463-471). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Xanthopoulou, M. N., Nomikos, T., Fragopoulou, E. and Antonopoulou, S. (2009). Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International*, 42, 641–646
- Yanmaz, R., Düzeltir, B. (2003).  ekirdek kabağı yetiştiriciliği. *Ekin Dergisi*, 7(6), 22-24
- Yanmaz, R. (2014). Türkiye'nin çekirdek kabağı potansiyeli. * erezlik Kabak  alıştayı*, 26-27 Kasım, Kayseri, 1-12
- Yavuz, D., Seymen, M., Yavuz, N. ve Türkmen, O. (2015). Effects of irrigation interval and quantity on the yield and quality of confectionary pumpkin grown under field conditions. *Agricultural Water Management*, 159, 290-298

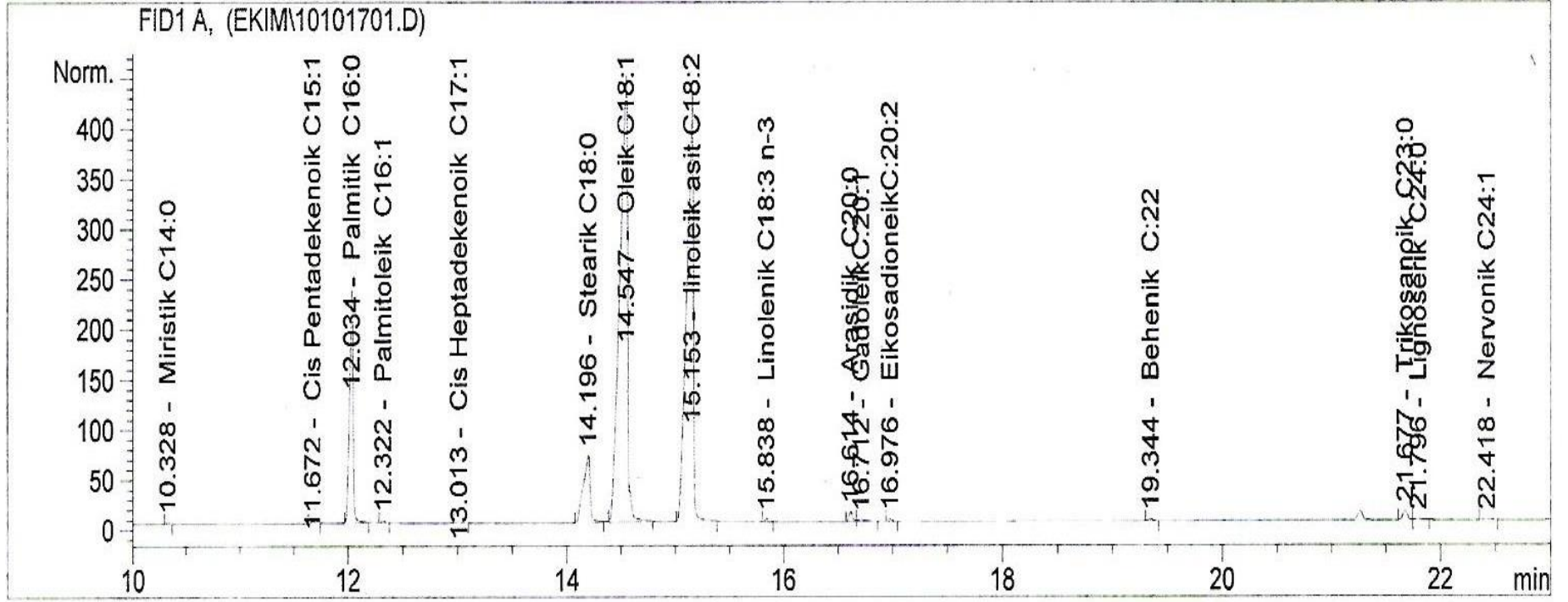
Younis, M. H., Ghirmay, S. and Al-Shihry, S. S., (2000). African *Cucurbita pepo* L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry*, 54, 71–75

EKLER

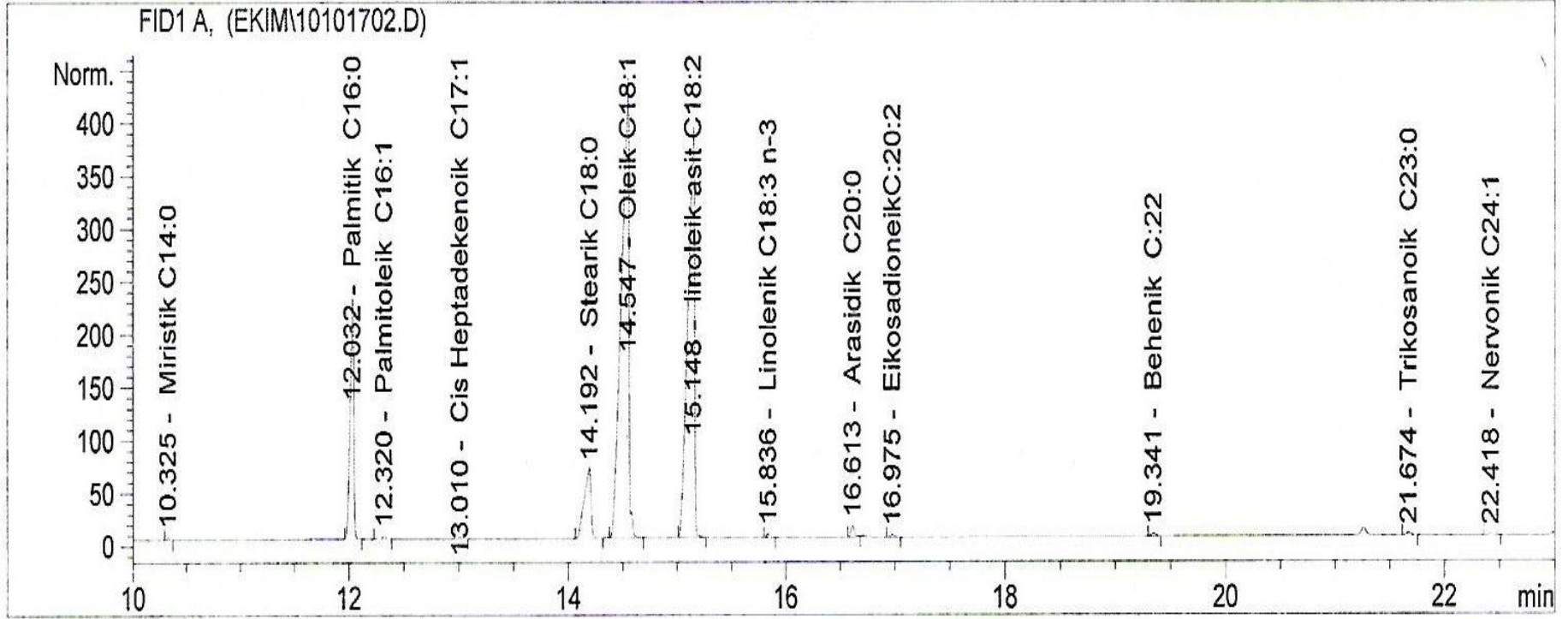
Ek 1. 2015 yılı 2. hasat dönemi Ticari çeşite ait yağ asit kompozisyonu kromatogramı



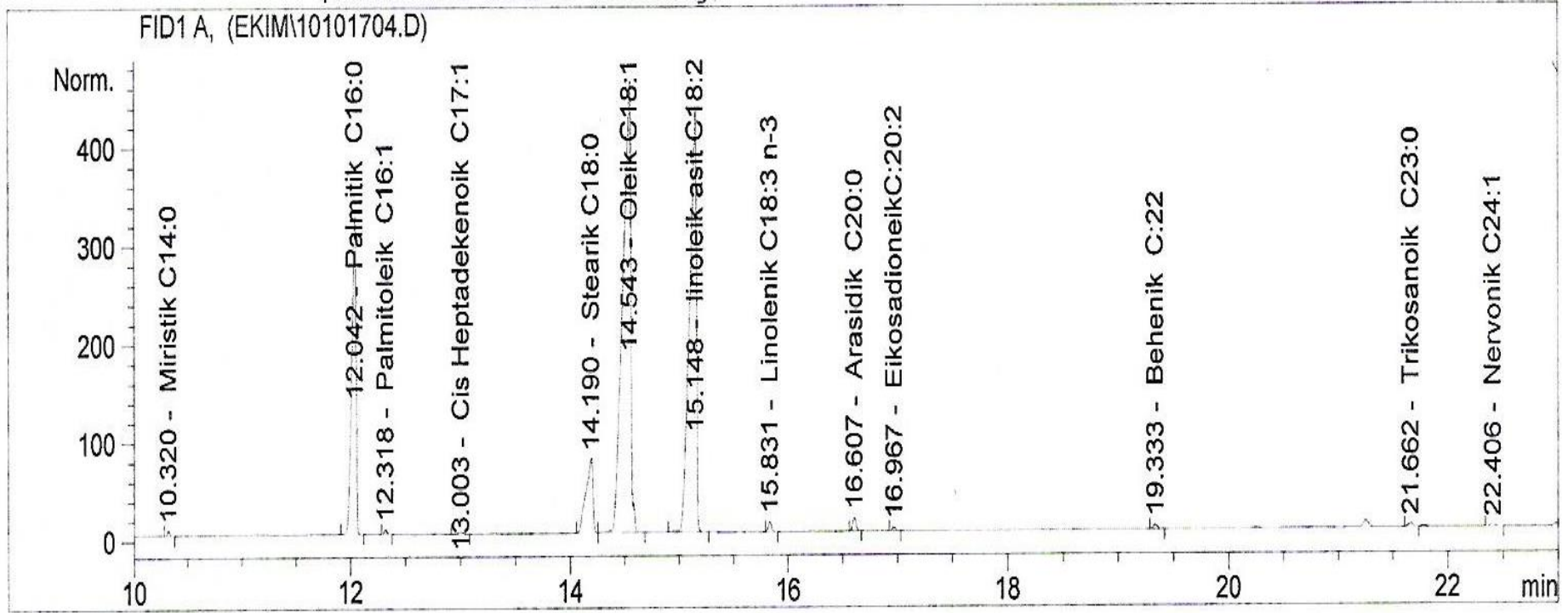
Ek 2. 2015 yılı 3. hasat dönemi Ticari çeşite ait yağ asit kompozisyonu kromatogramı



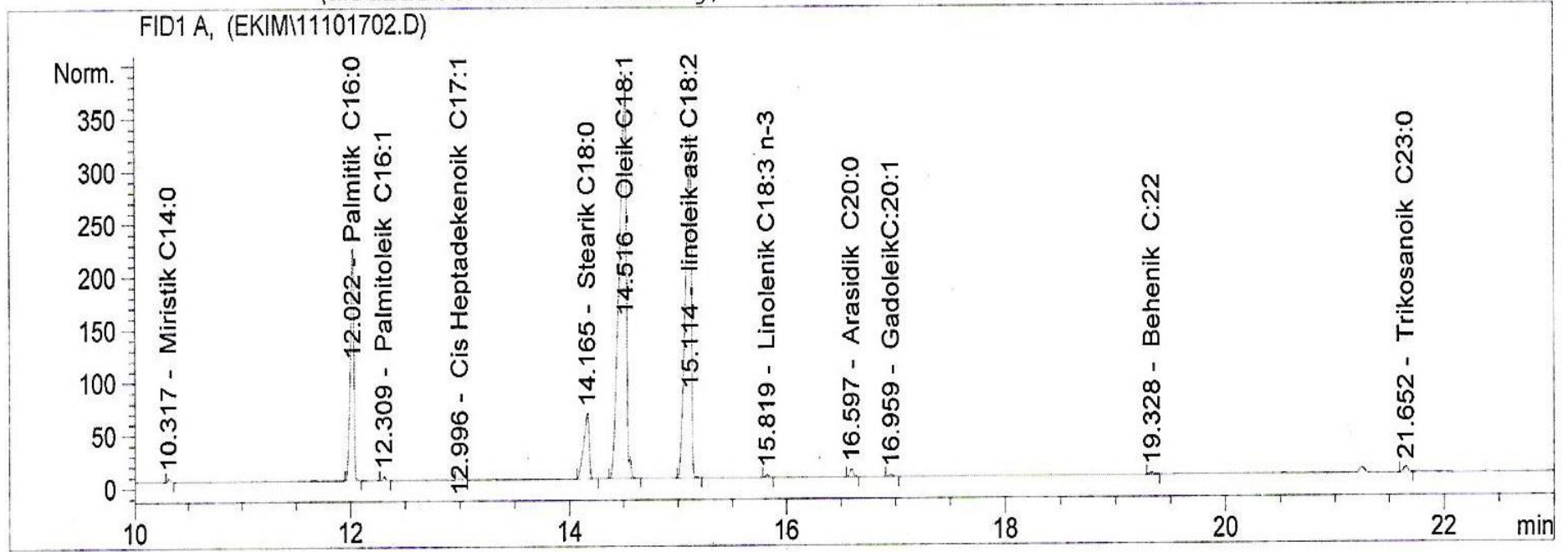
Ek 3. 2015 yılı Ticari çeşit soğuk pres kabak çekirdeği yağ asit kompozisyonu kromatogramı



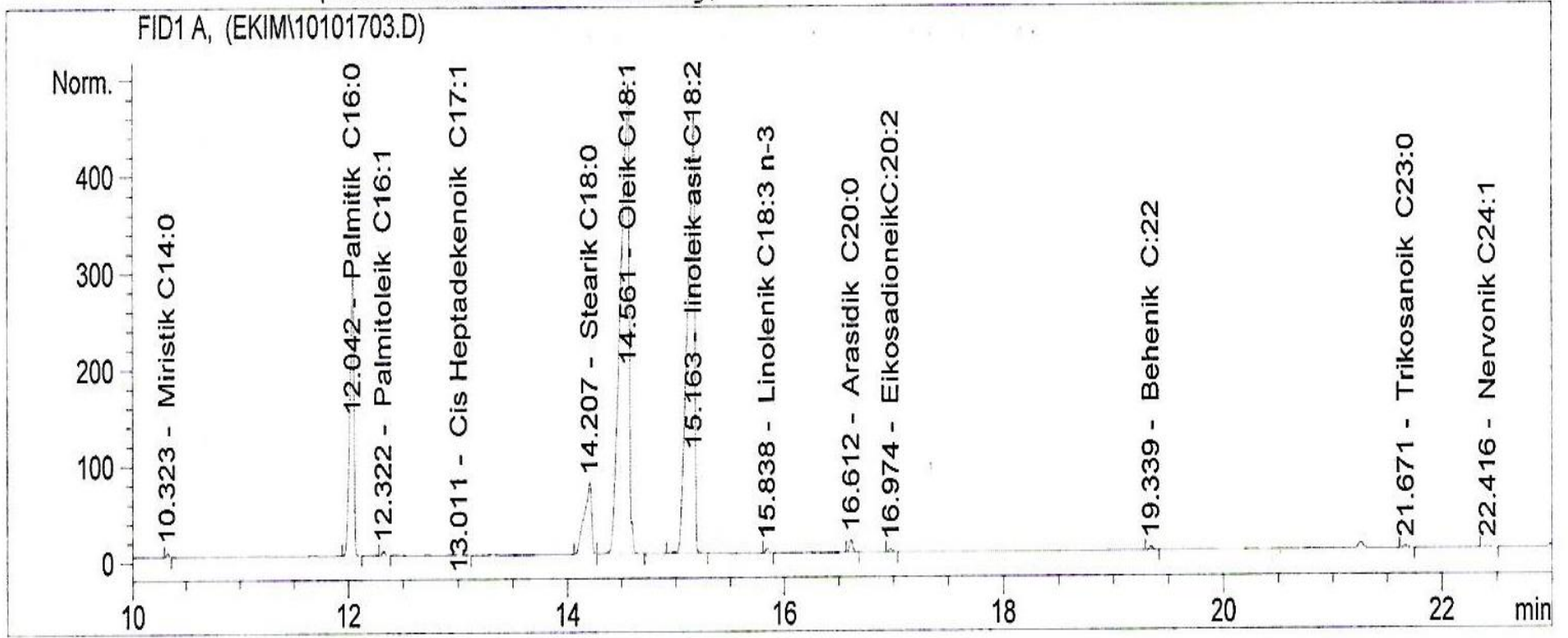
Ek 4. 2015 yılı 1. hasat dönemi VD1sn6 çeşidine ait yağ asit kompozisyonu kromatogramı



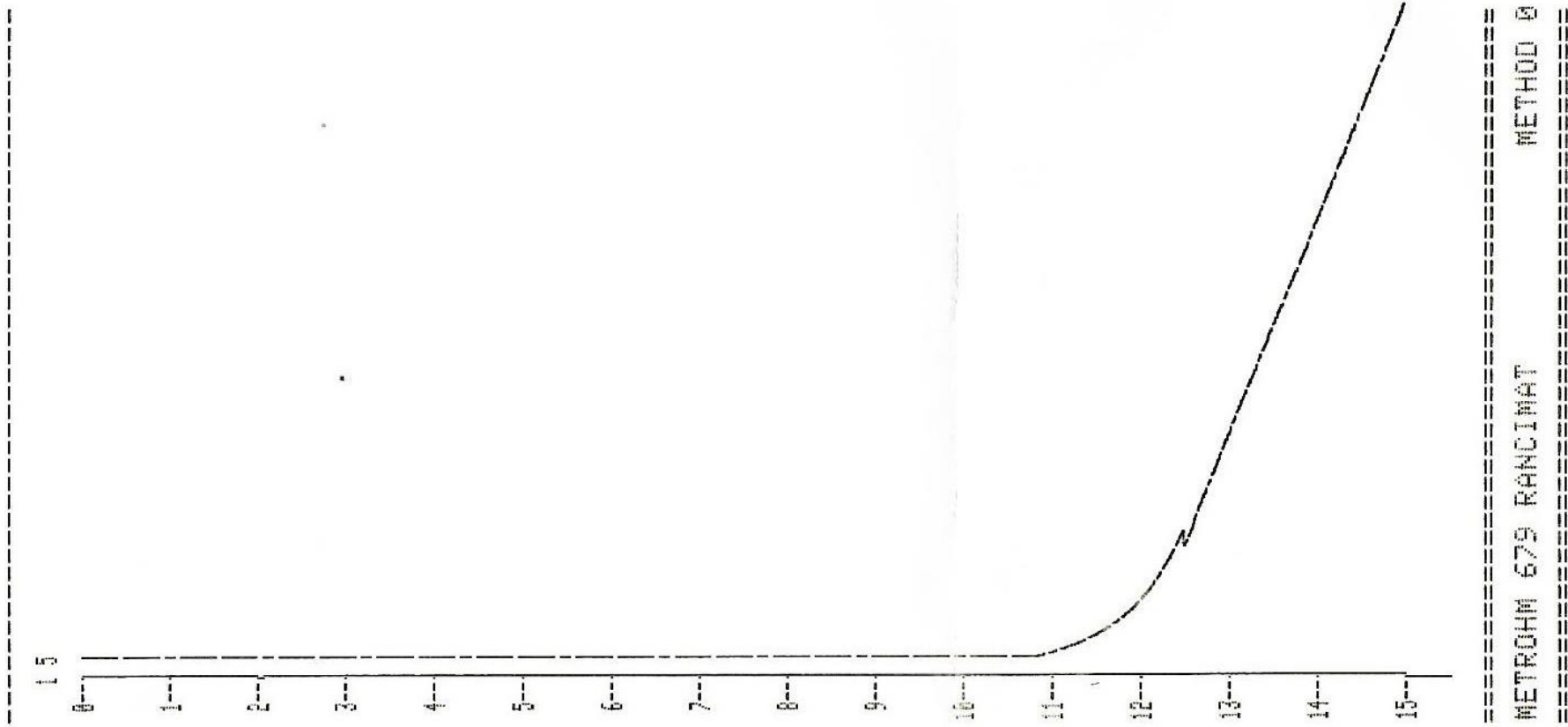
Ek 5. 2015 yılı 3. hasat dönemi VD1sn6 çeşidine ait yağ asit kompozisyonu kromatogramı



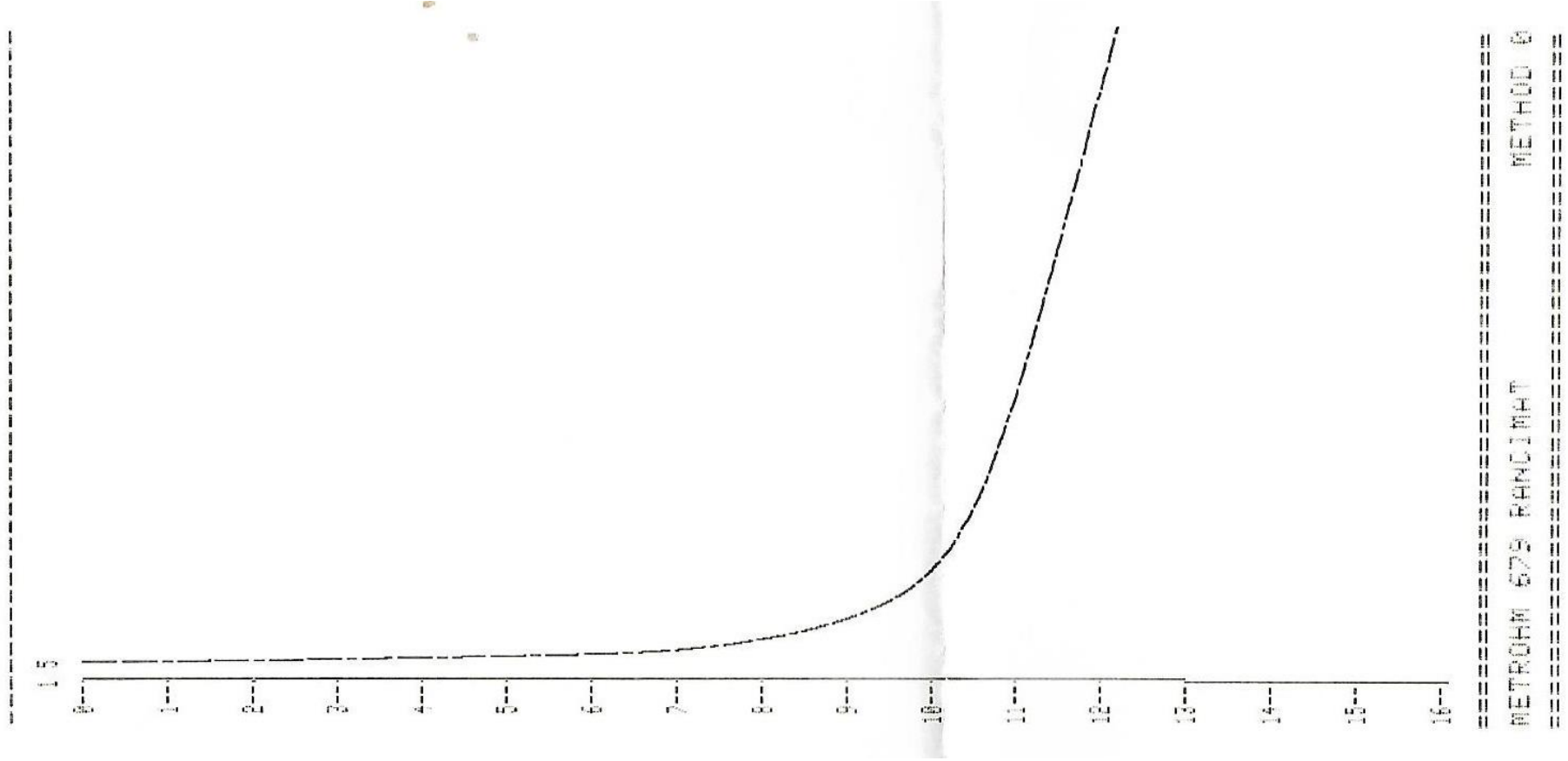
Ek 6. 2015 yılı VD1sn6 çeşidine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağının asit kompozisyonu kromatogramı



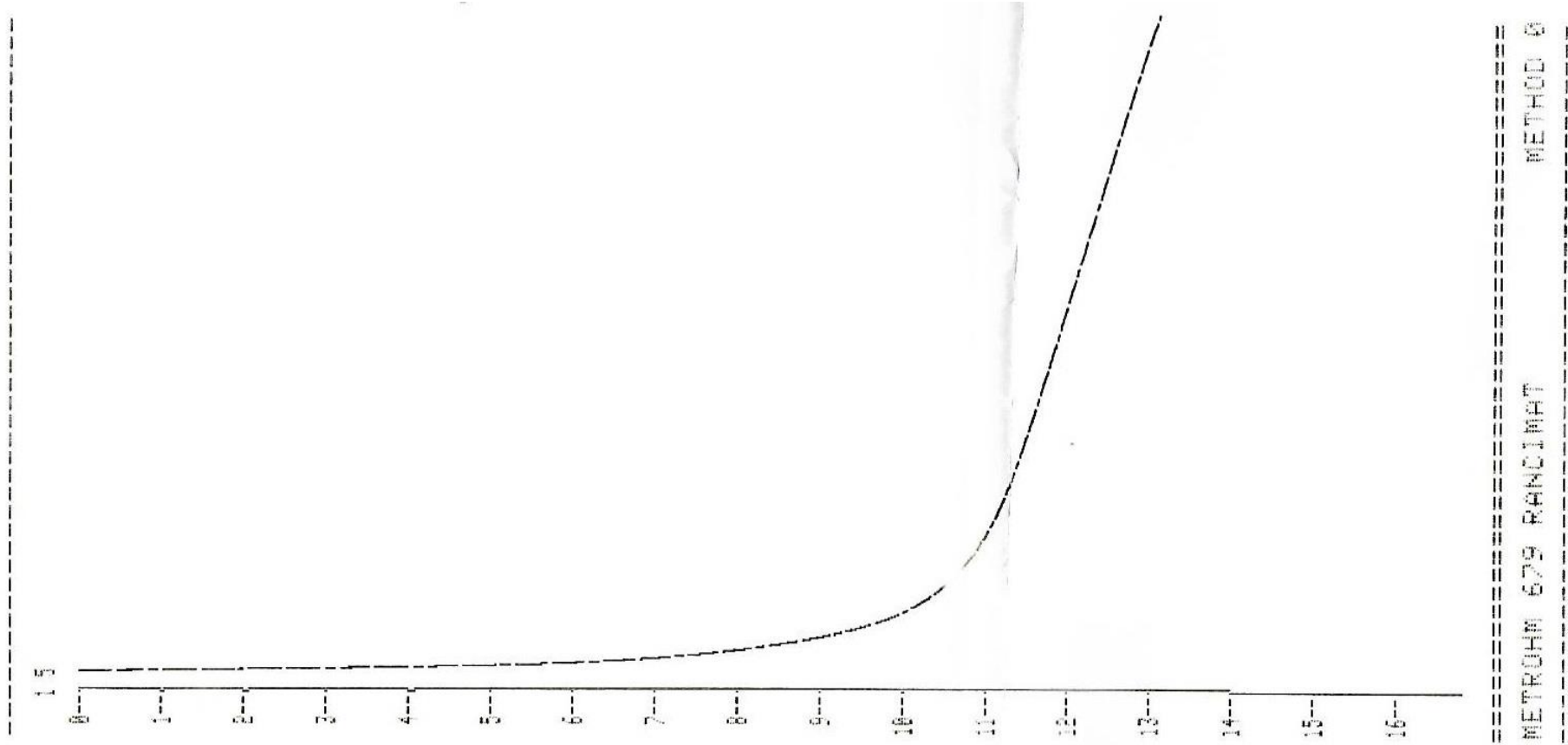
Ek 7. 2015 yılı Palancı genotipine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağının rancimat grafiği



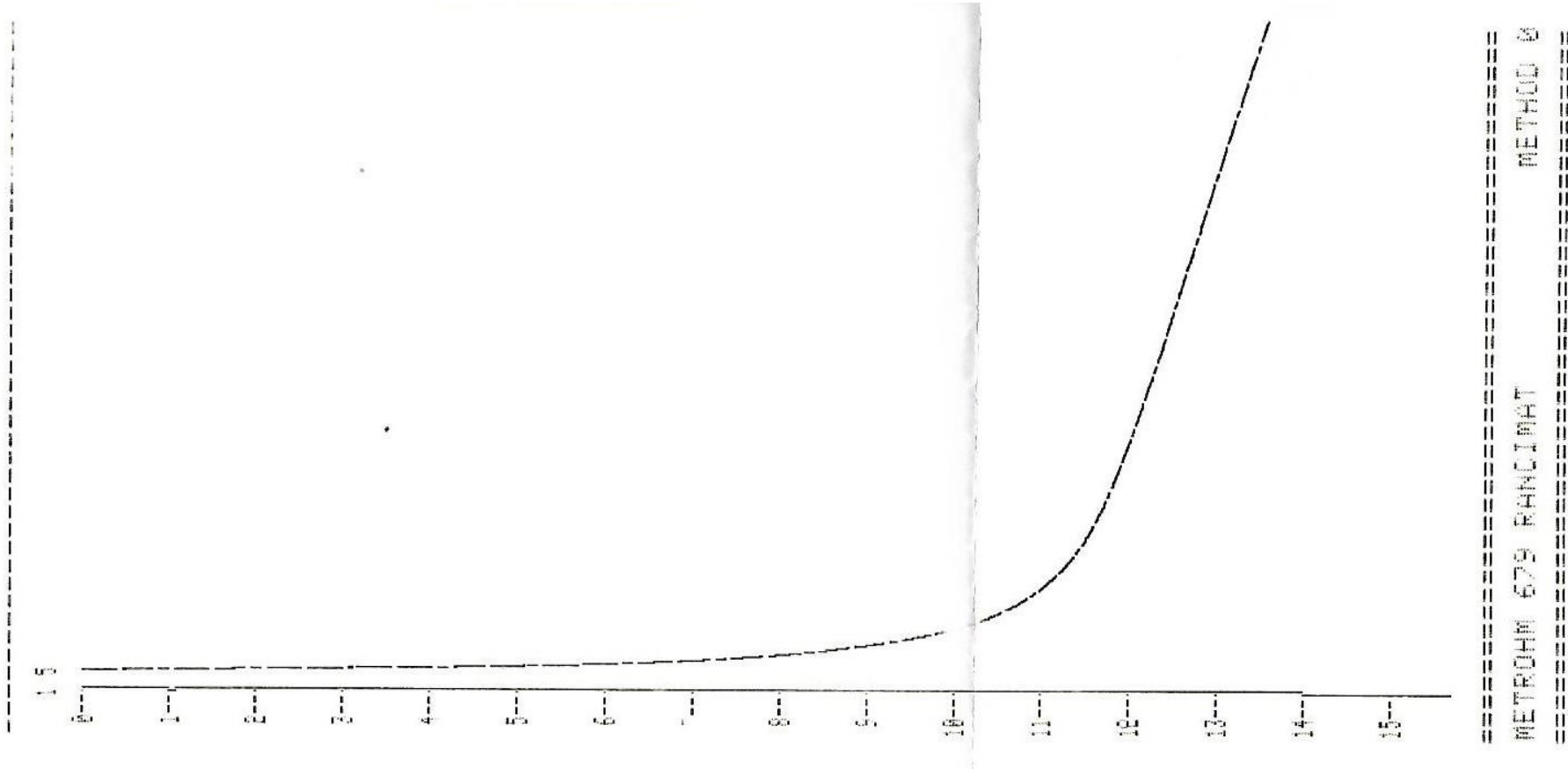
Ek 8. 2015 yılı VD1sn8 çeşidine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağının rancimat grafiği



Ek 9. 2015 yılı VD1sn6 çeşidine ait soğuk pres kabak çekirdeği yağının rancimat grafiği



Ek 10. 2015 yılı Ticari çeşide ait soğuk pres kabak çekirdeği yağının rancimat grafiği



ÖZGEÇMİŞ

02/12/1985 tarihinde Edirne' de doğmuş, ilk, orta ve lise öğrenimini aynı ilde tamamlamıştır. 2003-2007 yılları arasında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini tamamlamıştır. 2007-2009 yılları arasında özel sektörde Gıda Mühendisi olarak çalışmış, 2009 yılında Trakya Üniversitesi Arda Meslek Yüksekokulu Yağ Endüstrisi Programında Öğretim Görevlisi olarak göreve başlamıştır. 2009-2011 yılları arasında Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamlamış, aynı sene doktora eğitimine başlamıştır. Halen Trakya Üniversitesi Arda Meslek Yüksekokulu Yağ Endüstrisi Programında Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Doktora öğrencisinin uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleleri aşağıda verilmiştir.

- Geçgel, Ü., Dağlıoğlu, O., Yılmaz, İ., Arıcı, M., Güner, K. G., Apaydın, D., Dülger, G. Ç., Ay, O., Ersöz, B., Çotra, Y., Taşan, M. (2017). Pirinç kepeği yağlarının fiziko-kimyasal özellikleri ve oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14 (01), 93-102
- Geçgel, Ü., Yılmaz, İ., Ay, A., Apaydın, D., Dülger, G. Ç. (2016). Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 13 (04), 1-11
- Geçgel, Ü., Demirci, A. Ş., Dülger, G. Ç., Geçgel, Ü., Taşan, M., Arıcı, M., Ay, O. (2015). Some physicochemical properties, fatty acid composition and antimicrobial characteristics of different cold-pressed oils, *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 92 (3), 187-200 Q4
- Geçgel, Ü., Yılmaz, İ., Gürcan, E. S., Karasu, S., Dülger, G. Ç. (2015). Comparison of fatty acid composition between female and male japanese quail meats. *Journal of Chemistry*, 1-8
- Coşkuntuna, L., Geçgel, Ü., Yılmaz, İ., Geçgel, Ü., Dülger, G. Ç. (2015). Investigating fatty acid composition of samples were homogenized various meat and offal products from Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92, 659-665
- Dülger, G. Ç., Geçgel, Ü. (2014). Bleaching process of sunflower oil by using bentonite activated with different chemical substances. *Asian Journal of Chemistry*, 26, 3615-3619
- Geçgel, Ü., Özcan, G., Gürpınar, G. Ç., (2013). Removal of methylene blue from aqueous solution by activated carbon prepared from pea shells (*Pisum Sativum*). *Journal of Chemistry*, 1-9