T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTİOKSİDAN KATKI MADDELERİNİN YARDIMIYLA FINDIK YAĞININ OKSİDATİF DİRENCİNİN ARTIRILMASI

Durdane CAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ ix
1.GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
3. MATERYAL ve YÖNTEM 12
3.1. Materyal 12
3.2. Yöntem 14
3.2.1. Antioksidan katkı maddelerinin temini 14
3.2.2. Antioksidan katkıların fındık yağına ilavesi 16
3.2.3. Fındık yağlarının hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılması 17
3.2.4. Fizikokimyasal analizler 19
3.2.4.1. Peroksit analizi 19
3.2.4.2. Serbest yağ asidi ve asit sayısı tayini 19
3.2.4.3. UV ışığı soğurma tayini 20
3.2.4.4. Toplam fenolik madde miktarı tayini 20
3.2.4.5. Toplam flavonoid madde miktarı tayini 21
3.2.4.6. DPPH ile antioksidan madde analizi 22
3.2.4.7. Antioksidan katkı maddesi ilave edilen fındık yağlarının GC-FID cihazı ile yağ asidi tayini 22
3.2.4.8. Kondense tanen miktarı analizi 23
3.2.4.9. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) 24
3.2.4.10. LS-MS/MS Analizi 25
3.2.4.11. İstatiksel analiz 27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 28
4.1. Çalışmada kullanılan fındık yağının fizikokimyasal özellikleri 28
4.2. Antioksidan katkı maddelerinin optimizasyonu 28
4.2.1. Meşe palamudu kondense tanen analizi 29

4.2.2. Antioksidan katkı madde ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı tayini 29
4.2.3. Antioksidan katkı madde ekstraktlarının toplam flavonoid madde miktarı tayini 30
4.2.4. Antioksidan katkı maddeleri üzerinde DPPH ile antioksidan madde tayini 31
4.2.5. Buğday tohumunun fındık yağı içerisindeki kullanım şeklinin belirlenmesi amacıyla yapılan peroksit optimizasyonu 31
4.2.6. Yağın raf ömrünü etkileyen parametrelerin optimizasyonu 32
4.2.7. Antioksidan katkı maddelerinin konsantrasyonlarının ayarlanması 33
4.3. Oksidatif Direnç Çalışmaları 34
4.3.1. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin peroksit tayin sonuçları 34
4.3.2. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin serbest yağ asidi ve asit sayısı tayin sonuçları 43
4.3.3. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin UV ışığı soğurma tayin sonuçları 44
4.3.4. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarı analiz sonuçları 54
4.3.5. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin toplam flavonoid madde miktarı analiz sonuçları 60
4.3.6. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları 65
4.3.7. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin GC-FID ile yağ asidi tayin sonuçları 72
4.3.8. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi (FT-IR) Analiz sonuçları 74
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 106
KAYNAKLAR 118
ÖZGEÇMİŞ 124
EKLER 125
EK 1. MPKE ve kuersetin eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları 125
EK 2. C vitamini ve kuşburnu ekstresi eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları 126
EK 3. E vitamini ve buğday tohumu eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları 127
EK 4. MS, MSU ve MİK eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları ... 128
EK 5. MPKE ve kuersetin eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları 129

EK 6. C vitamini ve kuşburnu ekstresi eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları 130

EK 7. E vitamini ve buğday tohumu eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları 131

EK 8. MS, MSU ve MİK eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları . 132

EK 9. MPKE ve kuersetin eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları 133

EK 10. C vitamini ve kuşburnu ekstresi eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları 134

EK 11. E vitamini ve buğday tohumu eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları 135

EK 12. MS, MSU ve MİK eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları 136

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANTİOKSİDAN KATKI MADDELERİNİN YARDIMIYLA FINDIK YAĞININ OKSİDATİF DİRENCİNİN ARTIRILMASI

Durdane CAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç Dr. Eyyüp KARAOĞUL
Yıl: 2021 Sayfa: 136

Bu tez kapsamında fındık yağının çevresel koşullara karşı oksidatif direncin artırılması için çeşitli antioksidan koruyucu katkı maddeler ilave edilmiş ve karakteristik özellikleri incelenmiştir. Koruyucu katkı maddelerin kimyasal özellikleri ön planda tutulmuştur. Bu yüzden katkı maddeleri; tanen fenolikler (hidroliz olabilen tanen fenolikleri ve kondanse tananler veya flavanoidler için), vitaminler (suda çözünen ve çözünmeyen vitaminler için) ve sakızlar olmak üzere üç ana gruba ayrılmıştır. Sakız grubu haricindeki her bir koruyucu katkı malzemeleri, kendi içinde aynı özellikleri barındıran doğal ve sentetik katkılar olarak belirlenmiş ve standartları ile karşılaştırılmıştır. Birinci grup olan tanen fenolikler grubunda gallik asit ile fıstık kabuğu ekstresi (Ana madde içeriğinde yüksek oranda gallik asit olması nedeniyle) ve kuersetin ile meşe palamudu kabuk ekstresi (Ana madde içeriğinde yüksek oranda kuersetin olması nedeniyle) yer almaktadır. İkinci grup olan vitamin grubunda C vitamini ile kuşburnu ekstresi (Zengin C vitamini içeriği nedeniyle) ve E vitamini ile buğday tohumu (Zengin E vitamini içeriği nedeniyle) bulunmaktadır. Üçüncü grup olarak da sakız grubu menengiç sakızının farklı formları (sakız, uçucu yağ ve mikroenkapsüle uçucu yağ) oluşturulmuştur. Ayrıca katkılar ilgili gruplar için 3 farklı konsantrasyon formunda yağa eklenmiştir. Hiçbir katkı malzemesinin eklenmediği yağ ise referans örnek olarak bütün gruplara karşı kullanılmıştır. Fındık yağına katkı maddeleri ilave edildikten sonra tüm örnekler; UV, nem ve sıcaklık olarak üç ana bozucu etmen altında hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılmış ve belirli aralıklar ile fiziko-kimyasal analizlere tabii tutulmuştur. Numunelerin fizikokimyasal analizleri için peroksit tayini, serbest yağ asidi ve asit sayısı tayini, UV absorbans tayini (232 ve 270 nm), toplam fenolik madde miktarı tayini, toplam flavonoid madde miktarı tayini, DPPH ile antioksidan madde tayini, GC-FID ile yağ asidi tayini ve FT-IR analizi (Fourier Transform Infrared Refraktometre) yapılmıştır. Ayrıca sonuçlar istatiksel olarak da mukayese edilmiştir. Veriler değerlendirildiğinde raf ömrü açısından hızlı yaşlandırma sonrası 24. Gün yağların maksimum peroksit değeri verdiği ve oksidasyonun ikinci evresine geçtiği gün olarak tespit edilmiştir. 24. günde G12000 (12000 ppm gallik asit eklenmiş fındık yağı) örneği 16,51±0,12 meqgrO2/kg ve F12000 (12000 ppm fıstık kabuğu ekstresi eklenmiş fındık yağı) örneği 23,77±0,17 meqgrO2/kg'a ulaşarak peroksit oluşumuna karşı en iyi direnç sağlayan örnekler olmuştur. Referans örnek 40,5±0,06 meqgrO2/kg'a ulaşmış ve katkıların bozulmaya karşı önemli bir direnç sergilediğini göstermiştir. Yağ örneklerinde serbest yağ asidi ve asit sayılarının önemsenecek düzeyde değişim olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Örneklerin UV absorbans değerlerine bakıldığı zaman 24. Günde 232 nm de MSU1000 (1000 ppm menengiç sakızı uçucu yağı eklenmiş fındık yağı) örneği 2,41±0,14 abs/(g/L) değeriyle, 270 nm de ise MİK3000 (3000 ppm mikroenkapsüle menengiç sakızı uçucu yağı eklenmiş fındık yağı) örneği 0,44±0,01 abs/(g/L) değeri ile en yüksek absorbans değerini vermiştir. Referans örnek ise 232 nm de 1,89±0,05 abs/(g/L), 270 nm de ise 0,34±0,01 abs/(g/L) değerini vermiştir. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM) analizine bakıldığında 24. Günde MS6000 örneği 141,05±4,50 mg GAE/kg ile TFMM değeri en iyi çıkan örnek olurken referans 91,20±7,47 GAE/kg bulunmuştur. Toplam flavonoid madde miktarı (TFM) analizine bakıldığında 24. Günde M6000 örneği 1539±89,82 µg QCE/mg ile TFM değeri en iyi çıkan örnek olurken referans 241,59±29,94 µg QCE/mg değerini vermiştir. DPPH ile antioksidan madde analizi yapılan örneklerde maksimum peroksitin görüldüğü 24. Günde en iyi antioksidan özellik gösteren örnek 75 µL/mL konsantrasyonda 96,47±0,42 µL/mL ile MİK3000 örneği olmuştur. Referans örnek ise 87,4±0,21 µL/mL bulunmuştur. GC-FID ile yağ asidi tayini sonuçlarında referans örneğin 24. günde, toplam

doymamış yağ asidi miktarı referans örnekte % 92,37 bulunmuştur. Katkı maddesi ilave edilmiş yağ örneklerine bakıldığında ise 24.günde % 91,77 ile % 94,89 değerleri arasında sonuçlar tespit edilmiştir. Ayrıca FT-IR analiz sonucu değerlendirildiğinde; örneklerin cis, trans, metil, peroksit, ester ve eter indeks değerleri incelenmiştir. FT-IR analiz sonuçları ile birlikte örneklerin oksidasyon sonrası oluşan fonksiyonel gruplarının kimyasal etkileşimi incelenmiştir. Tüm yapılan analizlere bakılarak gruplar genel olarak değerlendirildiğinde en iyi oksidatif direnç sağlayan sakız ve tanen grupları olmuştur. Vitamin grubunda ise daha az etki görülmüştür. Fenolik ve flavonoidler açısından kıyas yapıldığında fenoliklerin peroksit oluşuma karşı önemli bir direnç gösterdiği belirlenirken, meşe palamudunun kabuğunda bulunan ve yağa geçen yüksek flavonoid etkisi de yağda bozucu etmenlere karşı etkili olmuştur. Çalışma sonunda yapılan değerlendirmeler sonucunda tüm katkı maddelerinin fındık yağında antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Fındık yağı, oksidasyon, FT-IR, antioksidan aktivite, peroksit, oksidatif direnç

ABSTRACT

MSc Thesis

INCREASING THE OXIDATIVE RESISTANCE WITH THE HELP OF ANTIOXIDATIVE ADDITIVES IN SOME EDIBLE OILS

Durdane CAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof.
Dr. Eyyüp KARAOĞUL
Year:2021, Page: 136

Within the scope of this thesis, various antioxidant protective additives were added to increase the oxidative resistance of hazelnut oil against environmental conditions and its characteristics were examined. Chemical properties of the protective additives have been prioritized. So additives; Tannin is divided into three main groups as phenolics (for hydrolyzable tannin phenolics and condensed tannins or flavonoids), vitamins (for water-soluble and insoluble vitamins) and gums. All preservative additives, except for the chewing gum group, have been determined as natural and synthetic additives with the same properties and compared with their standards. In the first group of tannin phenolics, there are gallic acid and peanut shell extract (due to the high percentage of gallic acid in the main ingredient) and quercetin and acorn shell extract (due to the high content of quercetin in the main ingredient content). In the second group of vitamins, there are vitamin C and rosehip extract (due to its rich vitamin C content) and vitamin E and wheat germ (due to its rich vitamin E content). As the third group, different forms of the chewing gum group (chewing gum, essential oil and microencapsulated essential oil) were formed. In addition, additives were added to the oil in 3 different concentration forms for the relevant groups. Oil to which no additives were added was used as a reference example against all groups. After adding additives to hazelnut oil, all examples; It was left to accelerated aging device under three main disturbing factors as UV, humidity and temperature and subjected to physico-chemical analysis at certain intervals. For physico-chemical analysis of samples, determination of peroxide, determination of free fatty acid and acid number, determination of UV absorbance (232 and 270 nm), determination of total phenolic substance, determination of total flavonoid substance, antioxidant substance determination with DPPH, oil with GC-FID acid determination and FT-IR analysis (Fourier Transform Infrared Refractometer) was performed. In addition, the results were compared statistically. When the data were evaluated, it was determined that the 24th day after rapid aging in terms of shelf life is the day when the oils give the maximum peroxide value and the second phase of oxidation. On the 24th day, G12000 (hazelnut oil with 12000 ppm gallic acid added) sample 16.51 ± 0.12 meqgrO2 / kg and F12000 (12000 ppm hazelnut oil added with peanut shell extract) sample reached 23.77 ± 0.17 meqgrO2 / kg They have been examples that provide the best resistance to peroxide formation. The reference sample reached 40.5 ± 0.06 meqgrO2 / kg and showed that the additives exhibited a significant resistance to degradation. It was found that the free fatty acid and acid numbers in oil samples did not change significantly ($p > 0.05$). When the UV absorbance values of the samples are examined, MSU1000 (hazelnut oil with 1000 ppm tincture gum essential oil added) at 232 nm on the 24th day, the sample with a value of 2.41 ± 0.14 abs / (g / L), and the MIC3000 (3000 ppm microencapsulation) at 270 nm. The sample of hazelnut oil with the essential oil of turpentine gum added 0.44 ± 0.01 abs / (g / L) gave the highest absorbance value. The reference sample gave a value of 1.89 ± 0.05 abs / (g / L) at 232 nm and 0.34 ± 0.01 abs / (g / L) at 270 nm. When the total amount of phenolic substance (TFMM) analysis was examined, the MS6000 sample on the 24th day was the best sample with 141.05 ± 4.50 mg GAE / kg, while the reference was 91.20 ± 7.47 GAE / kg. When the total amount of flavonoid substance (TFM) analysis is examined, M6000 sample on the 24th day was the best sample with 1539 ± 89.82 µg QCE / mg, while the reference gave 241.59 ± 29.94 µg QCE / mg value. The sample showing the best antioxidant properties on the 24th day when the

maximum peroxide was seen in the samples analyzed with DPPH for antioxidant substance was the MIC3000 sample with 96.47 ± 0.42 µL / mL at 75 µL / mL concentration. The reference sample was found to be 87.4 ± 0.21 µL / mL. In the fatty acid determination results by GC-FID, on the 24th day of the reference sample, the total amount of unsaturated fatty acid was found to be 92.37% in the reference sample. Looking at the oil samples with additives, results were found between 91.77% and 94.89% on the 24th day. In addition, when the FT-IR analysis result is evaluated; cis, trans, methyl, peroxide, ester and ether index values of the samples were examined. Chemical interactions of functional groups formed after oxidation of samples were investigated with FT-IR analysis results. Considering all the analyzes performed, when the groups were evaluated in general, the chewing gum and tannin groups that provided the best oxidative resistance were. Less effect was seen in the vitamin group. When compared in terms of phenolics and flavonoids, it was determined that phenolics showed a significant resistance to peroxide formation, while the high flavonoid effect in the shell of acorn and transferred to the oil was effective against the deteriorating factors in the oil. As a result of the evaluations made at the end of the study, it was determined that all additives showed antioxidant activity in hazelnut oil.

KEYWORDS: Hazelnut oil, oxidation, FT-IR, antioxidant activity, peroxide, oxidative resistance

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bana danışmanlık yapan, gerek bilgi birikimi ve bilimsel katkıları, gerekse manevi desteğiyle hiçbir yardımı esirgemeden yanımda olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞUL'a, tez jüri üyelerim Sayın Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU'na ve Doç.Dr. Yekta GEZGİNÇ' e, bilgisini ve desteğini esirgemeden yüksek lisans eğitim hayatımda beni motive eden Araş. Gör. Bülent BAŞYİĞİT'e,

Çalışmalarımda desteğini esirgemeden yardım eden Kimyager Hamza ADIGÜZEL'e, her zaman yanımda olup desteğini esirgemeyen değerli eşim Mesut CAN ile oğlum Ömer Rıfat CAN'a, sevgili büyükbabam Nurettin KAY ve büyükannem Durdane KAY başta olmak üzere tüm aileme teşekkür ediyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan fındık yağı 12
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan antioksidan katkı maddeleri....13
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan meşe palamutları....14
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan kuşburnu bitkisi 14
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan öğütülmüş fıstık kırmızı dış kabuğu 15
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan sakız grubu (a: menengiç sakızı, b: mikroenkapsüle edilmiş menengiç sakızı uçucu yağı, c: menengiç sakızı uçucu yağı)....15
Şekil 3.7. Fındık yağlarına AKM'lerin ilave edilme aşaması 16
Şekil 3.8. Hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan yağ örnekleri ve kullanılan UV lambalar (a: UV ışık açık, b: UV ışık kapalı c: kullanılan UV lambalar) 18
Şekil 3.9. TFMM tayini için oluşturulan kalibrasyon eğrisi....21
Şekil 3.10. TFM tayini kalibrasyon grafiği 22
Şekil 3.11. Yağ asidi tayini yapılan GC-FID cihazı....23
Şekil 3.12. Meşe palamudunda kondense tanen miktarı analizi....24
Şekil 3.13. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) 25
Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan LS-MS/MS cihazı....26
Şekil 4.1. Gallik asit ve FKE bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı 37
Şekil 4.2. Kuersetin ve MPKE bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı....38
Şekil 4.3. Kuşburnu ekstresi ve C vitamini bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı....40
Şekil 4.4. Buğday tohumu ve E vitamini bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı 41
Şekil 4.5. MSU, MS ve MİK bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı 42
Şekil 4.6. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları 47
Şekil 4.7. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları....48
Şekil 4.8. MSU, MS ve MİK (sakız grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları....49
Şekil 4.9. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin bulunduran fındık yağı örneklerinin (tanen grubu) 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları 52
Şekil 4.10. Kuşburnu, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları 53
Şekil 4.11. MSU, MS MİK (sakız grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları....54
Şekil 4.12. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları....57
Şekil 4.13. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları....58
Şekil 4.14. MSU, MS ve MİK (sakız grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları 59
Şekil 4.15. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetinin (tanen grubu) TFM analiz sonuçları....62
Şekil 4.16. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamininin (vitamin grubu) TFM analiz sonuçları 63
Şekil 4.17. MSU, MS ve MİK eklenen (sakız grubu) örneklerin TFM analiz sonuçları....64
Şekil 4.18. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları 67
Şekil 4.19. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları....70
Şekil 4.20. MSU, MS ve MİK (sakız grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları....72
Şekil 4.21. Gallik asit ve FKE eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları 75
Şekil 4.22. Gallik asit ve FKE eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları 76
Şekil 4.23. Gallik asit ve FKE eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları 76
Şekil 4.24. FT-IR analizi sonucunda yağlar üzerinde incelenen fonksiyonel gruplar 77

Şekil 4.25. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin cis indeks hesaplama değerleri.....79
Şekil 4.26. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin cis indeks hesaplama değerleri 81
Şekil 4.27. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin cis indeks hesaplama değerleri.....82
Şekil 4.28. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin trans indeks hesaplama değerleri 84
Şekil 4.29. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin trans indeks hesaplama değerleri 85
Şekil 4.30. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin trans indeks hesaplama değerleri 86
Şekil 4.31. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin ester indeks hesaplama değerleri 89
Şekil 4.32. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin ester indeks hesaplama değerleri 90
Şekil 4.34. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin metil indeks hesaplama değerleri.....94
Şekil 4.35. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin metil indeks hesaplama değerleri.....95
Şekil 4.36. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin metil indeks hesaplama değerleri.....96
Şekil 4.37. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin peroksit indeks hesaplama değerleri 99
Şekil 4.38. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin peroksit indeks hesaplama değerleri 100
Şekil 4.39. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin peroksit indeks hesaplama değerleri 101
Şekil 4.40. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin eter indeks hesaplama değerleri 104
Şekil 4.41. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin eter indeks hesaplama değerleri 104
Şekil 4.42. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin eter indeks hesaplama değerleri 105

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan LS-MS/MS metotları 26
Çizelge 4.1. Fındık yağının fizikokimyasal özellikleri....28
Çizelge 4.2. Meşe palamudu kondense tanen analizi 29
Çizelge 4.3. AKM ekstraktlarının TFMM tayin sonuçları 30
Çizelge 4.4. AKM ekstraktlarının TFM tayin sonuçları....30
Çizelge 4.5. AKM'lere yapılan DPPH ile antioksidan madde tayininin sonuçları....31
Çizelge 4.6. Buğday tohumunun fındık yağı içerisindeki kullanım şeklinin belirlenmesi için yapılan peroksit analizinin sonuçları 32
Çizelge 4.7. Bozucu etmenlerin optimizasyonu için uygulanan peroksit analiz sonuçları....33
Çizelge 4.8. Fındık yağları içerisine ilave edilen AKM'lerin konsantrasyon miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan LC-MS/MS analiz sonuçları 34
Çizelge 4.9. AKM ilave edilmiş fındık yağı örneklerinin peroksit sayısı analiz sonuçları 35
Çizelge 4.10. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin serbest yağ asidi analiz sonuçları 43
Çizelge 4.11. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin 232 nm dalga boyunda UV ışığı soğurma tayini ölçüm sonuçları....45
Çizelge 4.12. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin 270 nm dalga boyunda UV absorbans analiz ölçüm sonuçları....50
Çizelge 4.13. AKM eklenmiş fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları....55
Çizelge 4.14. AKM eklenen fındık yağı örneklerinin TFM tayini sonuçları 60
Çizelge 4.15. DPPH ile antioksidan madde analizinin tanen grubu sonuçları 65
Çizelge 4.16. DPPH ile antioksidan madde analizinin vitamin grubu sonuçları....69
Çizelge 4.17. DPPH ile antioksidan madde analizinin sakız grubu sonuçları....71
Çizelge 4.18. GC-FID ile yağ asidi tayini sonuçları....73
Çizelge 4.19. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin cis indeks sonuçları 78
Çizelge 4.20. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin trans indeks sonuçları....83
Çizelge 4.21. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin ester indeks sonuçları 87
Çizelge 4.22. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin metil indeks sonuçları 92
Çizelge 4.23. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin peroksit indeks sonuçları....97
Çizelge 4.24. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin eter indeks sonuçları....102

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

µl	Mikrolitre
AKM	Antioksidan katkı maddesi
B1000	1000 ppm buğday tohumu ilave edilmiş fındık yağı
B3000	3000 ppm buğday tohumu ilave edilmiş fındık yağı
B6000	6000 ppm buğday tohumu ilave edilmiş fındık yağı
BHA	Bütillenmiş hidroksianisol
BHT	Bütillenmiş hidroksitoluen
C1200	1200 ppm C vitamini ilave edilmiş fındık yağı
C2400	2400 ppm C vitamini ilave edilmiş fındık yağı
C400	400 ppm C vitamini ilave edilmiş fındık yağı
cm	Santimetre
dk	Dakika
DPPH	Difenil-1-pikrihidrazil
E1000	1000 ppm E vitamini ilave edilmiş fındık yağı
E3000	3000 ppm E vitamini ilave edilmiş fındık yağı
E6000	6000 ppm E vitamini ilave edilmiş fındık yağı
F12000	12000 ppm fıstık kabuğu ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
F2000	2000 ppm fıstık kabuğu ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
F6000	6000 ppm fıstık kabuğu ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
FKE	Fıstık kabuğu ekstresi
FKEE	Etanol ile yapılan fıstık kabuğu ekstresi
FKES	Su ile yapılan fıstık kabuğu ekstresi
FT-IR	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi
g	Gram
G12000	12000 ppm gallik asit ilave edilmiş fındık yağı
G2000	2000 ppm gallik asit ilave edilmiş fındık yağı
G6000	6000 ppm gallik asit ilave edilmiş fındık yağı
GC-FID	Gaz kromatograifisi-Alev iyonlaştırma dedektörü
IR	Kızılötesi
K1200	1200 ppm kuşburnu ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
K2400	2400 ppm kuşburnu ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
K400	400 ppm kuşburnu ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
KE	Etanol ile yapılan kuşburnu ekstresi
kg	Kilogram
KS	Su ile yapılan kuşburnu ekstresi
LC-MS/MS	Sıvı kromatografisi-Kütle/kütle spektrometresi
M1000	1000 ppm meşe palamudu kabuk ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
M3000	3000 ppm meşe palamudu kabuk ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
M6000	6000 ppm meşe palamudu kabuk ekstresi ilave edilmiş fındık yağı
mg	Miligram
MİK	Mikroenkapsüle edilmiş menengiç sakızı uçucu yağı
MİK1000	1000 ppm mikroenkapsüle uçucu yağ ilave edilmiş fındık yağı

MİK1000	1000 ppm mikroenkapsüle uçucu yağ ilave edilmiş fındık yağı
MİK3000	3000 ppm mikroenkapsüle uçucu yağ ilave edilmiş fındık yağı
MİK3000	3000 ppm mikroenkapsüle uçucu yağ ilave edilmiş fındık yağı
MİK6000	6000 ppm mikroenkapsüle uçucu yağ ilave edilmiş fındık yağı
MİK6000	6000 ppm mikroenkapsüle uçucu yağ ilave edilmiş fındık yağı
ml	Mililitre
MPE	Etanol ile yapılan meşe palamudu kabuk ekstresi
MPKE	Meşe palamudu kabuk ekstresi
MPS	Su ile yapılan meşe palamudu kabuk ekstresi
MS	Menengiç sakızı
MS1000	1000 ppm menengiç sakızı ilave edilmiş fındık yağı
MS3000	3000 ppm menengiç sakızı ilave edilmiş fındık yağı
MS6000	6000 ppm menengiç sakızı ilave edilmiş fındık yağı
MSU	Menengiç sakızı uçucu yağı
MSU1000	1000 ppm menengiç sakızı uçucu yağı ilave edilmiş fındık yağı
MSU3000	3000 ppm menengiç sakızı uçucu yağı ilave edilmiş fındık yağı
MSU6000	6000 ppm menengiç sakızı uçucu yağı ilave edilmiş fındık yağı
N	Normalite
Nm	Nanometre
Ppm	Milyonda bir
Q1000	1000 ppm kuersetin ilave edilmiş fındık yağı
Q3000	3000 ppm kuersetin ilave edilmiş fındık yağı
Q6000	6000 ppm kuersetin ilave edilmiş fındık yağı
TBHQ	Tersiyer bütil hidrokinon
TFM	Toplam flavonoid madde miktarı
TFMM	Toplam fenolik madde miktarı
UV	Ultraviyole

1.GİRİŞ

Bitkisel yağ, kaynak olarak sadece bitkisel ürünlerden üretilen, yağ asitleri gliseridlerinden meydana gelen, içerisinde doğal yapısı itibariyle fosfatidler gibi lipidleri barındıran, sabunlaşmayan bileşen ve serbest yağ asitleri mevcut olan yağı ifade etmektedir (Anonim, 2012). Bitkisel yağların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri hayvansal kaynaklı yağlara oranla daha az olduğu için dünya genelinde tüketimi giderek artmaktadır. Bu yağlara örnek verilebilecek önemli yağlardan bir tanesi fındık yağıdır (Frega ve ark., 1999; Şahin ve ark., 2017).

Çalışma da kullanılan bitkisel yağ çeşidi fındık yağıdır. Fındık, latince ismi *'Corylus avellana'* olan ağacın meyvesidir. Çoğunlukla Türkiye'de Karadeniz Bölgesinde yetişmektedir. Dünya genelinde Güney Avrupa ve Amerika'nın bazı kısımlarında yetiştiğide bilinmektedir. Dünya fındık üretiminin %75'lik kısmını Türkiye üretmektedir (FAO, 2013). Hayatımızda önemli bir yere sahip olan fındık %80 çikolata sanayisinde, %10-12 unlu mamullerde, %3-4 kuruyemiş ve az miktarda da yağ ile dondurma sanayisinde kullanılmaktadır (Tunç ve ark., 2014). Fındıktan elde edilen yağ değerli bir bitkisel yağdır. Fındık genelde kuruyemiş olarak ham şekilde tüketilen bir gıdadır. Günümüzde kavrularak, öğütülerek, yağı çıkarılarak çeşitli alanlarda değerlendirilmektedir. Kuruyemiş olarak tüketimi en çok tercih edilen şekli olsa da fındık yağının yemeklerde ve soslarda kullanımı giderek artmaktadır.

Fındık yağı diğer bitkisel yağlarla kıyaslandığı zaman yağ sektöründeki konumunun üretim ve tüketim açısından geride kaldığı görülmektedir. Bu durumun başlıca nedeni diğer bitkisel yağların üretimi için özellikle yağlık tohum yetiştirilirken fındık yağı üretiminde bu durumun mevcut olmamasıdır. Yemeklik olarak üretilen fındık yağı ve sanayide kullanılmak için üretilen ham fındık yağında, yağlık olarak fındık üretimi yetersiz kaldığı için sorunlar yaşanmaktadır.

Fındık, diğer yağlık tohumlara göre daha fazla yağ içeren (%60) bir kuruyemiştir. Oldukça hassas olan bu kuruyemiş aşırı soğuk, yağış azlığı, fazla

sıcaklık ve kuraklık gibi çeşitli olumsuz durumlardan etkilenmektedir. Bu şartlar sonucunda rekolte düşük olmakta dünyanın fındık tüketim miktarını karşılayabilecek üretim elde edilememektedir. Şartların olumlu olması sonucunda ise rekolte dünya fındık tüketiminin üzerinde olabilmektedir. Bu durumlarda üretim fazlası olan fındıklar stok edilerek farklı dönemlerde değişen miktarlar da yağlık olarak kullanılabilmektedir. Yağlık fındık miktarı stabil olmadığı için gerek yemeklik olarak gerekse sanayide kullanım açısından geniş tüketim kitlelerine erişilememektedir. Bu durumlara ilaveten diğer yağlık tohumlara göre ekonomik açıdan pahalı olması fındığa dezavantaj sağlamaktadır. Yaklaşık olarak 3,6 kg kabuklu fındıktan, 1,8 kg fındık içi bu içtende 1 kg fındık yağı elde edilmektedir (Anonim, 2019).

Ham fındık yağı, fiziksel işlemler ile ekstraksiyon sonucu üretilmekte ve kimyasal herhangi bir işlem görmeden elde edilmektedir. Rafine fındık yağında ise ham yağda olup da istenmeyen tüm maddeler elimine edilmektedir. Yüksek sıcaklık muamelesi yapılan rafinasyon işleminin deodorizasyon safhasında ketonlar, yağ alkolleri, aldehitler gibi uçucu maddeler yok olmaktadır.

Fındık yağı bileşim olarak en çok kullanılan ve tüketilen bitkisel yağlardan olan zeytinyağına benzemektedir. Fındık yağının yağ asidi bileşimini fındığın yetiştirildiği bölge, kullanılan gübre, hasat vakti, sıcaklık ve depolama şartları gibi faktörler değiştirebilmektedir (Alasalvar ve ark., 2003). Mevcut yağ asitlerinin yaklaşık %80'ini oleik ait oluştururken palmitik, linoleik, linolenik ve stearik yağ asitleri de fındık yağında mevcuttur (Amaral ve ark., 2006; Alasalvar ve ark., 2010).

Fındık yağının bileşiminde doymamış yağ asidi miktarı yüksek ve doymuş yağ asidi miktarı düşük düzeydedir. Bu yüzden fındık yağı insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Alasalvar ve ark., 2003). Oleik asit içeriğinin yüksek olması fındık yağına dayanıklılık kazandırmaktadır. Fındık yağının kolesterol değerini düşürücü etkisi bulunmaktadır ve bu yağ kolay sindirilebilmektedir.

Son yapılan bilimsel çalışmalara göre yüksek oleik asit varlığı kolesterol düzeyi haricinde kan şekerinin düzenlenmesi ile kalp ve damar sağlığının korunması gibi etkileri olduğu bildirilmektedir (Bail ve ark., 2009; FAO, 2013). Diğer sıvı yağlara oranla oksitlenme ile acılaşma süresi daha uzun sürmektedir.

Fındık yağında bulunan tokoferoller oleik asit miktarı kadar önemli bir yere sahiptir. Kardiyovasküler sorunlar ve kolesterol gibi hastalıklarda olumlu yönde etkisi bulunduğu belirtilmektedir (Bernardo-Gil ve ark., 2002). Ayrıca tokoferollerin antioksidan etkisi nedeniyle fındık yağında oksidatif etkiyi olumlu yönde değiştirdiği bilinmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar giderek artmakta ve önem kazanmaktadır (Alasalvar ve ark., 2003).

Her gıda maddesinde olduğu gibi yağlar üzerinde de raf ömrünün kısalmasına ve besin değeri ile duyusal özelliklerinde değişimlere neden olan bozulmalar görülmektedir. Katı ve sıvı yemeklik yağların kalitesini olumsuz etkileyen bozucu etkinin başında yağ oksidasyonu gelmektedir. Yağ oksidasyonu, yağlar ve yağ içeren gıda ürünlerinde oksijenin etkisi ile ortaya çıkan istenilmeyen tat, koku ve lezzete neden olan değişimler olarak ifade edilmektedir. Oksidasyona ışık, sıcaklık, oksijen, su ve bazı metaller gibi dış etmenler neden olmaktadır. Dış etmenler haricinde bakteri, küf ve maya gibi mikroorganizmalarda yağlarda bozucu etmen olarak görülmektedir (Targan ve ark., 2008). Oksidasyon sonucunda ransit tat, kötü aroma, besin değerinde azalma, renk değişimleri, lezzet ve koku da kayıplar ile tekstür de bozulmalar meydana gelmektedir (Çakmakçı ve Gökalp, 1992). Bunların yanı sıra oksidasyon toksik maddelerin oluşumuna da sebep olmaktadır. Oksidasyon sonucu gliserid molekülü parçalanarak serbest yağ asitleri oluşmakta ve yağlarda asitlik artışı görülmektedir. Doymamış yağ oranı yüksek olan yağlarda oksidasyon daha hızlı olmaktadır. Doymamış yağ asitleri oksijen ile yükseltgendiği zaman parçalanma sonucu aldehitler, ketonlar, peroksitler, alkoller gibi ürünler oluşup yağlarda istenmeyen değişimlere sebep olmaktadır. Meydana gelen bozucu etmenleri ortadan kaldırmak, raf ömrünü uzatmak ve insan sağlığına olumsuz etkileri gidermek açısından antioksidanlar kullanılmaktadır (Targan ve ark., 2008).

Antioksidanlar, gıdalarda meydana gelen oksidatif bozulma sonucu ortaya çıkan ve istenmeyen olumsuz etkileri oksijen ile reaksiyona girerek önleyen ya da gecikmesini sağlayan maddelerdir. Antioksidan maddelerin gıdalarda etkin bir şekilde aktivite gösterebilmesi için oksidasyon başlamadan önce uygulanması gerekmektedir. Bu etki için de kaliteli bir üretim, depolama ve taşıma safhaları da önem arz etmektedir. Bazı durumlar da tek bir antioksidan madde yeterli olmayıp birbiri ile uyumlu aktivite gösteren antioksidan maddelerin birlikte kullanıldığı da bilinmektedir (Dziezak, 1986; Dinçer, 1987). Antioksidanlar gıdalar da kullanılırken belirli kriterlere uymalıdır. En önemli kriter olarak antioksidanların insan sağlığına zararlı etkisi bulunmamalıdır. Ayrıca küçük oranlarda kullanılmalı, maliyeti uygun olmalı, kullanılan gıda içerisinde iyi çözünmeli ve üretim sırasında etkisini koruyabilmelidir (Sezgin, 2006).

Gıdalar da kullanılan antioksidanlar doğal ve yapay olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğal antioksidanlardan β-karotenler, aromatik bitkiler, C ve E vitaminlerinin kullanımı yaygın iken yapay antioksidanlardan ise butil hidroksitoluen (BHT), butil hidroksianisol (BHA), tersiyer butil hidroksikinon (TBHQ) ve propil gallatların kullanımı yaygındır. Doğal antioksidanlar eskiden beri kullanılmaktadır (Kurt ve Karaoğul, 2018). Fakat yapay antioksidanların ortaya çıkışı ile doğal antioksidanların kullanımı gün geçtikçe azalmıştır. Maliyet uygunluğu, stabilite de yüksek etki ve antioksidan aktivitelerinin yüksek olması nedeni ile yapay antioksidanlar tercih edilmeye başlamıştır (Bandoniene ve ark., 2002). Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda bu tercih sebeplerinin aksine olumsuz etkiler ortaya çıkmıştır. Yapay antioksidanların kızartılmış ürünlerde yüksek stabilite sağlayamadıkları, istenilmeyen koku ve tat oluşturdukları ve insan sağlığı açısında kanserli hücrelerde uyarı etkileri olduğu konusunda araştırmalar ortaya çıkmıştır (Akgül, 1989; Akgül ve Ayar, 1993). Bu bilgiler ışığında doğal antioksidanların maliyetinin uygun olması, çeşitli bileşiklerde yüksek antioksidan etki göstermeleri ve doğal olmaları yapay antioksidanlara olan rağbeti azaltmış olup tekrar doğal antioksidan maddeler üzerine olan çalışmaları ve araştırmaları artırmıştır.

Antioksidan maddelerin, antioksidan etkilerinin moleküler yapıları ile ilgili olduğu tespit edilmiştir (Rice-Evans ve ark., 1997; Pannala ve ark., 2001; Apak ve ark., 2007). Bu bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin tespiti için çeşitli analitik metodlar uygulanmaktadır. Bu metodlar doğal ve sentetik antioksidan maddeler arasında da yapılmaktadır. Böylece sentetik yerine doğal antioksidan aktivitesi yüksek olan gıdalar tercih edilebilmektedir (Huang ve ark., 2005).

Pek çok gıdanın içeriğinde doğal olarak antioksidan bulunmaktadır. Bunun haricinde çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucunda da antioksidanlar oluşmakta ya da doğal ürünlerden ekstrakte edilerek kullanılabilmektedirler. Gıdalar da bulunan başlıca bileşik fenolik maddelerdir. Sebze ve meyveler de bulunan karotenoidler, fenolik maddeler, C ve E vitaminleri yüksek oranda antioksidan özellik göstermektedir. Bu bileşiklerin insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koyan çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır (Davies, 2000; Öğüt, 2014).

Günümüzde doğal antioksidan maddeler içerisinden çeşitli aromatik bitki ekstraktlarının kullanımı gıda endüstrisinde hızla yayılmakta ve araştırmalar artmaktadır (Karagözler ve ark., 2008). Çalışmada antioksidan katkı maddeleri (AKM) fındık yağına farklı konsantrasyonlarda eklenerek, çeşitli bozucu etmenler altında hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılarak incelemeye alınacaktır. Kullanılan farklı doğal antioksidan etkiye sahip katkıların oksidatif direnç üzerinde ki etkileri ile sentetik antioksidanlara karşı alternatif doğal antioksidan maddeler elde edilmesi hedeflenmiştir. Elde edilecek bilgiler ışığında en önemli hedef yayın, tebliğ ve makale yoluyla literatüre katkı sağlanması ve bu konudaki yetersizliğin azaltılmasıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yağ ve yağ ihtiva eden maddelerin oksidasyonunu önlemek için antioksidan maddelerin kullanımı ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Doğal ve yapay antioksidanların karşılaştırmalı olarak kullanımı yaygın olan çalışmalardandır. Özellikle antioksidan etkisi bulunan çeşitli baharat ve bitkilerin kullanılması irdelenmiştir.

Dziezak (1986), doymamış bitkisel yağlar ile yapılarında fazla tokoferol bulunan maddelere fazla tokoferol ilavesinin faydalı olmadığını, kullanım miktarının %0.01 ile 0.02 arasında değişmekte olduğunu ve ısıya karşı hassas olup etkisini çabuk kaybettiklerini saptamıştır. Ayrıca askorbik asitin yağda eriyen formu olan askorbil palmitatın %0.01 düzeyinde kullanıldığında bitkisel sıvı yağların raf ömrünü arttırdığını belirtmiştir.

Nakatani ve ark. (1986), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi çeşitli sentetik antioksidanlara göre karabiberin antioksidan etkisinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Dziezak (1986), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) birlikte kullanıldıklarında sinerjist etki gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca oksidasyonu engellemek için daha çok palm çekirdeği yağı ve hindistan cevizi yağı gibi kısa zincirli yağ asitlerinde etkili olduklarını ifade etmiştir. Kahveci ve Bayındırlı (1991), bahsedilen sentetik antioksidan maddelerin fazla kullanımının insan sağlığı üzerinde çeşitli kanserojenik etkileri olduğunu ve bu konudaki araştırma ve tartışmaların devam ettiğini belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada pamuk yağına %0.03 oranında metanollü yulaf ekstraksiyonu eklenerek 30ºC'de ışıklı ortamda ve 60ºC'de ışıksız ortamda antioksidan etkileri incelenmiştir. Sonuca göre yüksek antioksidan etki gösterdikleri belirlenmiştir. Ayrıca tersiyer bütil hidrokinon (TBHQ) ile metanollü yulaf

ekstraksiyonu mukayese edildiğinde yulafın daha fazla antioksidan etkisi bulunduğu tespit edilmiştir (Tian ve White, 1994).

Tsimidou ve ark. (1995), Uskumru yağının kontrollü oksidasyonunda %1 kekiğin, 200 ppm miktarındaki BHA ile eş değer etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

A ve E vitaminlerinin antioksidan etkilerinin karşılaştırılması için yapılan çalışma da Palace ve ark. (1998), A vitaminine göre E vitaminin 3 kat daha fazla etkisi olduğunu fakat beraber kullanıldıklarında lipid oksidasyonuna karşı sinerjist etki de gösterdiklerini tespit etmiştir.

Atta ve Imaizumi (1998), mısır özü yağı üzerinde çörek otunun etanollü ve sulu ekstraksiyonlarını inceleyerek çörek otunun antioksidan etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

He ve ark. (1999), zencefilin metanollü ekstraksiyonunun yer fıstığı yağı üzerinde antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda sentetik antioksidan olan bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) 'e göre daha iyi etki gösterdiği tespit edilmiştir. Yer fıstığı yağı üzerinde yapılan başka bir çalışma da ise kakule tohumlarının etil eter ve metanol ekstraksiyonları incelenerek 200 ppm civarında kullanıldıkları takdirde yüksek antioksidan etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Adegoke ve Gopala Krishna, 1998).

Yapılan başka bir çalışmada ise, 40°C'de depolanmış uskumru balığına %0.5 oranında kekik, %0.5 biberiye ve 200 ppm BHT uygulanmıştır. Sonuç olarak kekiğin antioksidan etkinliğinin biberiye ve BHT ile aynı etkinlikte olduğunu tespit etmişlerdir (Yanishlieva and Marinova, 2001).

Yapılan başka bir araştırmada flavonoidlerin antioksidan etkileri araştırılmış, α-tokoferole göre BHT'nin daha etkili olduğunu ortaya koymuştur (Burda ve Oleszek, 2001).

Yapılan bir çalışmada oda ısısında saklanan pamuk yağı üzerinde karanfil ile kekik yağının antioksidan etkisinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu etkinin karanfil bitkisinde kekikten daha fazla olduğu belirtilmiştir (Yanishlieva ve Marinova, 2001).

Kekiğin antioksidan etkisi üzerine yapılan bir çalışmada farklı oranlarda kekik uçucu yağı ilavesinin, hindi etlerinde yağ oksidayonunu azalttığı tespit edilmiştir (Botsoglou ve ark., 2003).

Zia-ur-Rehman ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada ayçiçek yağına diklorometan ile elde edilen zencefil ekstraktı, bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) eklemişlerdir. Ayçiçek yağı 6 ay boyunca 25ºC ve 45ºC olmak üzere 2 farklı sıcaklıkta depolanmış antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. 45ºC'de yapılan depolama sonucunda 1600 ve 2400 ppm zencefil ekstraktının ayçiçek yağında yüksek antioksidan etki gösterdiği görülmüştür. Aynı etki 200 ppm olarak uygulanan BHT ve BHA ilavelerinde de tespit edilmiştir.

Gıdalarda zerdeçal kullanımının peroksit oluşumunu önleyerek raf ömrünü uzattığı ayrıca E vitaminine göre yağ oksidasyonunu engellemede daha başarılı olduğu ifade edilmiştir (Jayaprakasha ve ark., 2005).

Yağcı ve ark. (2006), yaptıkları bir çalışma da Rancimat metodu ile kara kekik uçucu yağını kullanarak mısır yağının oksidatif dayanıklılığını araştırmışlardır. 90, 100 ve 120 °C olarak farklı üç sıcaklık derecesi kullanılmıştır. Üç sıcaklıkta da ekstrakt olarak farklı oranlarda (1.39, 2.33, 4.29 ve 5.49 mg/ml) kekik uçucu yağı ektraktı ile ekstrakt içermeyen kontrol örneği test edilmiştir. İndüksiyon süresi, artan sıcaklık ile birlikte dört konsantrasyonda da azalma göstermiştir. Kekik uçucu yağı ekstraktının konsantrasyon artışı ile 90 ve 100°C sıcaklıklarda indüksiyon süresinde artış gözlemlenmiştir. Fakat konsantrasyon miktarının artışı 120°C sıcaklıkta indüksiyon süresi üzerinde etki etmemiştir.

Ülkemizde aromatik özelliğinden dolayı çok kullanılan Satureja (kekik) bitki türünün tereyağlarındaki antioksidan özelliğini ölçmek için yapılan bir çalışmada,

Satureja cilicia türü kullanılmış ve tereyağlarında bu türün içerdiği timol, karvakrol, p-simen dolayısıyla güçlü antioksidan etkili olduğu yapılan testlerde ortaya konmuştur (Ozkan ve ark., 2007).

Ak ve Gülçin (2008), Zerdeçalda büyük bir oranda bulunan ve fenolik bir bileşen olan kurkuminin antioksidan özelliğini araştırmış ve çalışma sonucunda kurkuminin gıda endüstrisinde güvenle kullanılacak bir antioksidan olduğunu saptamışlardır.

Pokorny (2008), yaptığı bir çalışmada doğal antioksidan maddeler içerisinden en önemlisinin bitki fenolikleri olduğunu ve günlük insan beslenmesin de 1 gram kadar vücuda alındığını vurgulamıştır. Fazla tüketimin güvenli olmadığını ve baharatlar, kahve, çay, kırmızı şarap gibi ürünlerde yüksek oranda bulunduğunu belirtmiştir.

Yapılan bir çalışmada naturel zeytinyağı, rafine fındık ve rafine bitkisel yağ karışımı olmak üzere 3 farklı yağa %2.5 oranında kekik, nane ve biberiye eklenmiştir. Bu yağlar 7 gün boyunca 75ºC altında ısıl işleme tabii tutulmuştur. Peroksit sayılarının yüzde değişimleri gözlemlenerek oksidatif stabiliteleri incelenmiştir. Örnekler arasından naturel zeytinyağında biberiye ve nane, rafine fındık yağında kekik ve biberiye, rafine bitkisel yağ karışımında ise kekik ilavesi yağların oksidasyon stabilitelerini arttırmıştır (Dıraman ve Hışıl, 2009). Karaoğul ve ark., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada tıbbi aromatik bitkiler arasında kekiğin en çok ihraç edilen bitkilerin başında geldiği tespit edilmiştir.

Çetinyürek (2012), yaptığı bir çalışmada buğday ruşeymi ve süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu ile üretilmiş buğday ruşeym yağının antioksidan parametreleri incelemiştir. Bunun için örnekler uygun ekstraksiyon çözgeni kullanılarak antioksidan içerik ekstrakte edilmiş ve bu ekstraktlarda farklı antioksidan özellikleri ölçen antioksidan kapasite tayin yöntemleri ile kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre buğday ruşeym un ekstraktları ve yağ ekstraktı bazı yöntemlerde yüksek aktivite gösterirken bazı yöntemlerde ise

düşük aktivite göstermesine rağmen buğday ruşeym un ve buğday ruşeym yağ ekstraktlarının antioksidan aktivite içerdikleri ortaya konmuştur.

Yapılan bir çalışmada katı-sıvı ekstraksiyon sistemiyle kuşburnu bitkisinin meyve, dal, yaprak ve çekirdek kısımlarından üç farklı çözücü (metanol, su ve etil asetat) ile ekstraktlar elde edilmiştir. Elde edilen bu ekstraktlarda bulunan ve antioksidan özellik gösteren kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan antioksidan tayin yöntemleri ile analiz edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda kuşburnu bitkisinde antioksidan özelliğin yüksek olduğu uygulanan tüm tayin yöntemleri ile belirlenmiştir (Aydemir ve ark., 2012).

Yapılan bir çalışmada ayçiçek yağında retinol palmitat kullanılarak rancimat metodu ile birlikte oksidayon kararlığı incelenmiştir. 3 gram ayçiçek yağı içerisine 1, 5 ve 10 mikrolitre olarak farklı oranlarda retinol palmitat eklenerek indüksiyon zamanı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak doğrusal bir grafik elde edilmiş ve ayçiçek yağının oksidasyona karşı kararlılığın da retinol palmitatın arttırıcı etkisi olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda yağlara retinol palmitat eklenerek raf ömrünün uzatılabileceği vurgulanmıştır (Duman ve ark., 2015).

Karaoğul ve ark., (2016) yaptıkları bir çalışmada meşe palamudu kökünde bulunan ekstrakte edilebilir fenolik bileşikleri incelemişlerdir. Çalışma sonununda palamudu kökünün akitf bileşenlerinin kafeik asit, (-) gallokateşin, fumarik asit, gallik asit, kateşin, protokatekuik asit etil ester, siringik asit, t-3-hidroksisinamik asit, 4-hidroksibenzoik asit ve ellagik asit olduğunu tespit etmişlerdir.

Şahin ve ark. (2017), yaptıkları bir çalışmada zeytinyağı içerisine %0.15 oranında ekstrakte edilmiş zeytin yaprağı ekleyerek yapmış oldukları analizler sonucunda raf ömründe %46 oranında artma olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde ayçiçek yağı üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda da %24 raf ömründe artış gözlemlenmiştir.

Kaya ve ark. (2017), zeytinyağı, fındık ve pamuk yağları üzerinde peroksit oluşum kinetiğinin tespiti için yaptıkları çalışmada kullanılan yağlar içerisinden fındık yağının içeriğinde düşük palmitik, yüksek oleik ve linoleik asit olması nedeniyle zeytinyağı ve pamuk yağına göre daha az Doymuş yağ asitleri/Doymamış yağ asitleri oranına sahip olduğu için daha iyi nitelikli olduğunu belirtmişlerdir.

Yeşiltaş ve ark. (2018), zeytinyağı içerisine değişen ppm'lerde zeytin yaprağının ekstraktını ilave ederek örneklere peroksit tayini yapmışlardır. Sonuç olarak örneklerde oleuropeinin artışı ile peroksit direncinde artma oksidasyon da ise azalma tespit edilmiştir.

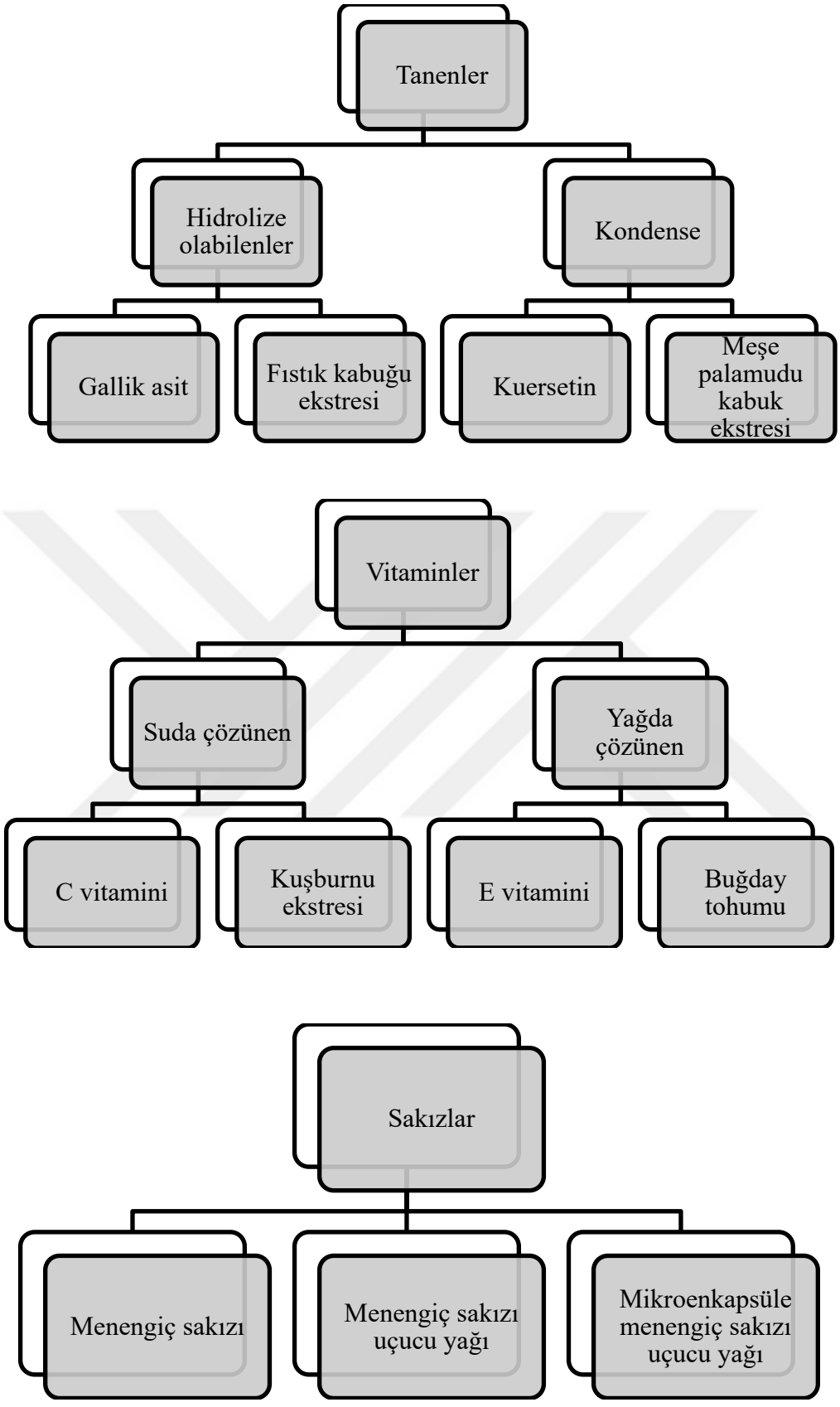
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Yapılan çalışmada fındık yağı içerisinde kullanılan AKM'ler tanenler, vitaminler ve sakızlar olarak gruplandırılmıştır. Tanenler kondense ve hidrolize olabilen tanenler olarak, vitaminler ise suda ve yağda çözünenler olarak alt gruplara ayrılmıştır. Sakızlar grubunda ise menengiç sakızının 3 farklı formu (menengiç sakızı, sakızın uçucu yağı, mikroenkapsüle uçucu yağ) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bu 3 grup ve alt gruplar Şekil 3.2.'de verilmiştir. Çalışma da Türkiye Tarım ve Kredi Kooperatiflerinin üretimini gerçekleştirdiği fındık yağı kullanılmıştır. Kullanılan fındık yağı Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan fındık yağı



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan antioksidan katkı maddeleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Antioksidan katkı maddelerinin temini

Fındık yağına ilave edilen AKM'lerden fıstık kabuğu Mardin ilinden, meşe palamudu ve kuşburnu bitkileri Şanlıurfa ilinden toplanmıştır (Şekil 3.3., Şekil 3.4., Şekil 3.5. ve Şekil 3.6.). Buğday tohumları ise Adana ilinden toplanarak temin edilmiştir.



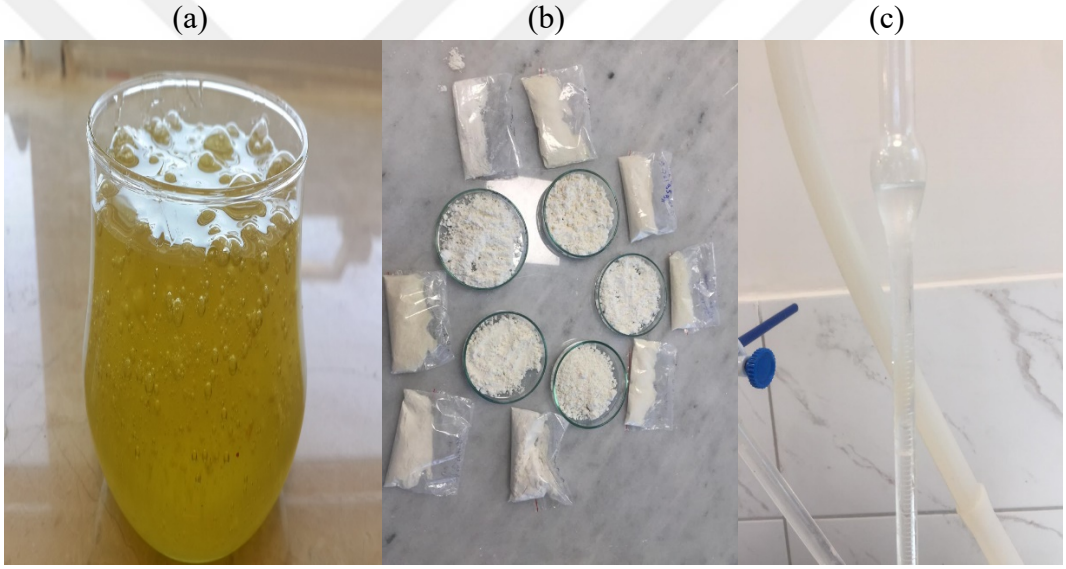
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan meşe palamutları



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan kuşburnu bitkisi



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan öğütülmüş fıstık kırmızı dış kabuğu



Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan sakız grubu (a: menengiç sakızı, b: mikroenkapsüle edilmiş menengiç sakızı uçucu yağı, c: menengiç sakızı uçucu yağı)

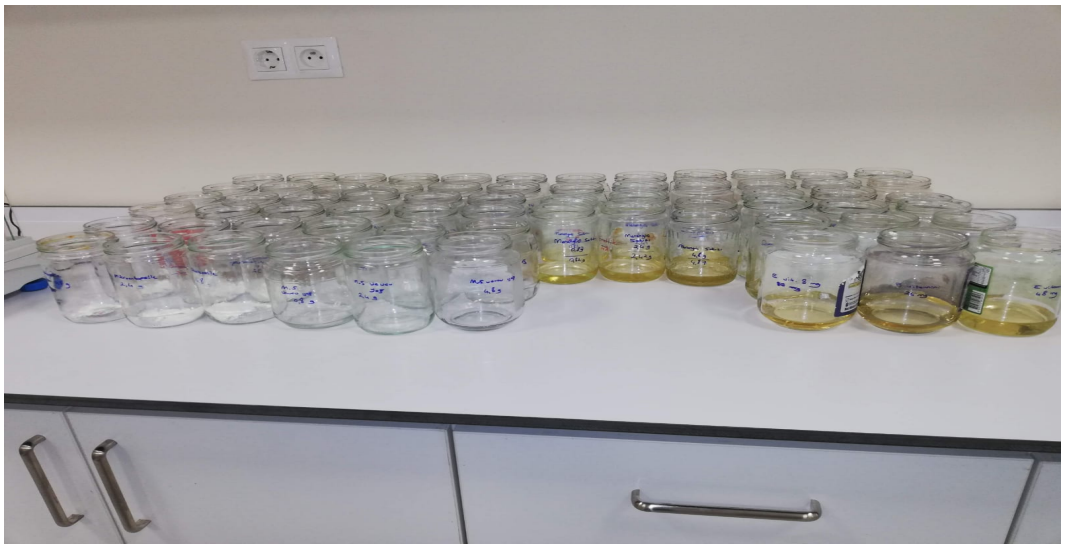
Menengiç sakızı Şanlıurfa ilinden toplanmıştır. Sakız grubu menengiç sakızı (MS), menengiç sakızının uçucu yağı (MSU) ve mikroenkapsüle edilmiş menengiç sakızı uçucu yağı (MİK) olmak üzere 3 farklı formda kullanılmıştır. MSU ve kapsüle tozları, GAP tarafından desteklenen "Urfa menengiç (*Pistacia terebentus*) sakızından uçucu yağın üretilmesi, karakterizasyonu ve mikroenkapsülasyonu" başlıklı projeden üretilen ürünler kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılacak olan fıstık kabuğu ekstresi (FKE), meşe palamudu dış kabuk ekstresi (MPKE) ve kuşburnu öğütülerek kullanıldı (Karaoğul ve ark., 2016). Buğday tohumu tane halinde örneklere eklendi. Gallik asit, C vitamini ve kuersetin sigma aldrich, E vitamini ise alfasol markasından temin edilerek kullanıldı.

3.2.2. Antioksidan katkıların fındık yağına ilavesi

Fındık yağları 400 ml olarak kavanozlara konulmuştur (Karaoğul ve ark., 2016). Her katkı maddesi kendi arasında üç farklı konsantrasyona ayrılarak kullanılmıştır. LC-MS/MS cihazında doğal AKM'lerin içlerindeki etken maddelerin miktarları analiz edilerek belirlenmiştir. Bu miktarlar baz alınarak karşılığında kullanılacak olan sentetik AKM'lerle birlikte konsantrasyon hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda doğal ve sentetik AKM'ler yağlara ilave edilmiştir (Şekil 3.5.).

Gallik asit ve FKE 2000, 6000 ve 12000 ppm olarak yağlara eklenmiştir. C vitamini ve kuşburnu bitkisi 400, 1200 ve 2400 ppm olarak ilave edilmiştir. MPKE, kuersetin, buğday tohumu ve E vitamini 1000, 3000 ve 6000 ppm olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan menengiç bitkisi; MS, MSU VE MİK olarak 3 şekilde ve 1000, 3000, 6000 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Fındık yağlarına AKM'lerin ilave edilme aşaması

3.2.3. Fındık yağlarının hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılması

AKM eklenen yağlar, daha hızlı okside olması açısından kapaksız bir şekilde bozucu etmenler (UV, nem ve sıcaklık) altında hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılmıştır. Bozucu etmenler ASTM G26/95 standardına göre ayarlanmıştır (Spiridon ve ark., 2012). Standarda göre 360 nm ışık dalga boyunda UV, 40°C sıcaklık, %60 bağıl nem olarak ayarlanmıştır. Fındık yağlarının konulduğu iklimlendirme cihazına 5 adet UV lamba eklenmiştir. Eklenen lambalar 90 cm uzunluğunda 360 nm (0.38 W/m^2 ışık yoğunluğu miktarı) ışık dalga boyundadır (Spiridon ve ark., 2012; Karaoğul, 2019; Karaoğul ve Alma, 2019). Cihaza bırakılan yağların fizikokimyasal analizleri yapılmıştır. Analizlerin sonucunda antioksidan katkıların fındık yağı üzerindeki oksidatif direnci incelenmiştir. Cihaza bırakılan yağ örnekleri ve kullanılan UV lambalar Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.

(a)



(b)



(c)



Şekil 3.8. Hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan yağ örnekleri ve kullanılan UV lambalar (a: UV ışık açık, b: UV ışık kapalı c: kullanılan UV lambalar)

3.2.4. Fizikokimyasal analizler

3.2.4.1. Peroksit analizi

Peroksit miktarı yağların bozulma derecesi ile raf ömürleri hakkında bilgi vermektedir. Oksidasyon derecesini gösteren bir parametredir. Belirli aralıklarla alınan yağ numunelerine peroksit analizi uygulanmıştır. Tartımı yapılan örneğe asetik asit-kloroform çözeltisi eklenerek doymuş potasyum iyodür ilave edilmiş, karanlıkta reaksiyona bırakılarak sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir (MEGEP, 2012a). Hesaplamada; peroksit sayısı=10x(V_2-V_1)xF/m meq/gr O_2/kg formülü kullanılmıştır.

V_2=Titrasyonda harcanan 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi (ml)

V_1=Şahit denemede harcanan 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi (ml)

F=0.01 N Na_2CO_3 çözeltisinin ayar faktörü

M=Alınan numunenin ağırlığı (g)

3.2.4.2. Serbest yağ asidi ve asit sayısı tayini

Serbest yağ asidi tayini yağlar için raf ömrü takibinde önemli bir parametredir. Yağlarda serbest yağ asitliğinin yüksek olması veya zamanla artması yağların oksidasyona olan direncinin azaldığını göstermektedir. Bu nedenle belirli periyotlarla fındık yağlarına bu analiz yapılmıştır. Yağlar alkol-eter karışımında çözündürülerek fenolftalein indikatörü eşliğinde sodyumhidroksit çözeltisi ile titre edilmiştir (MEGEP, 2012b). Hesaplamada; % serbest yağ asitleri= V/m x 2.8 (% oleik asit olarak) formülü kullanılmıştır.

V= Titrasyonda harcanan, 1 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi hacmi (ml)

m= Alınan numunenin ağırlığı (g)

Asit sayısı tayini yağlara serbest yağ asidi tayinini ile aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Titrasyon sonucunda hesaplamalar yapılmıştır (MEGEP, 2012).

1 N potasyum hidroksit çözeltisinin 1 ml'si 56.1 mg potasyum hidroksiti karşıladığı için; Asit sayısı=V/m x c x 5.61 mg KOH/g olarak hesaplanmıştır.

V=Kullanılan N potasyum hidroksit çözeltisinin hacmi, ml

m=Deney numunesinin ağırlığı, g

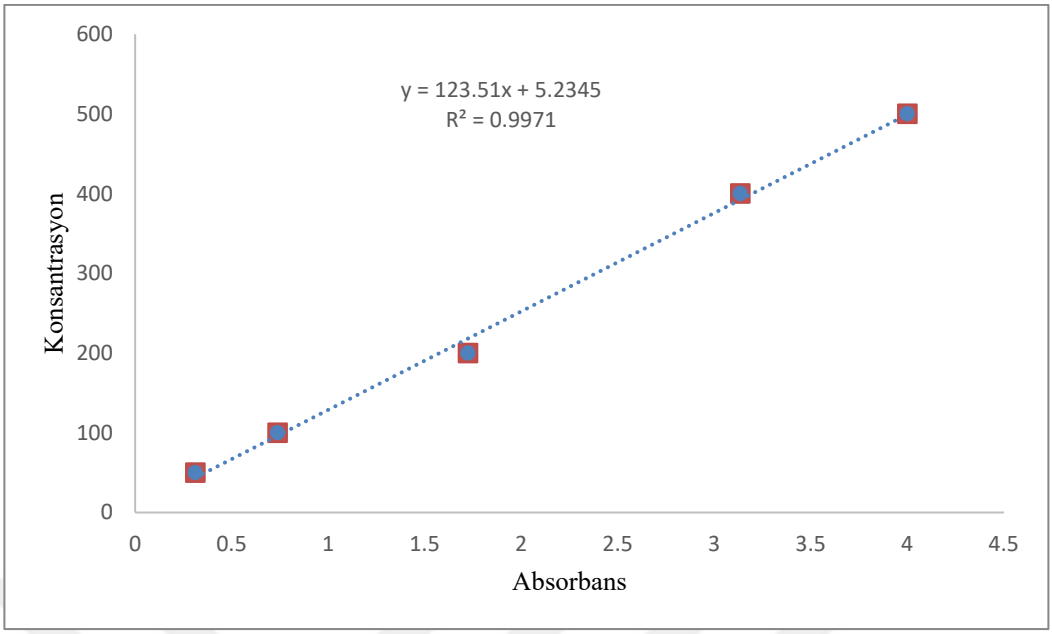
c=Ayarlı sodyum veya potasyum hidroksit çözeltilerinin konsantrasyonu

3.2.4.3. UV ışığı soğurma tayini

UV absorbans değeri yağların oksidasyona karşı dayanıklılığını gösteren bir parametredir. Oksidasyonun birinci basamağı için 232 nm, ikinci basamağı için 270 nm dalga boylarına bakılmıştır. Analiz UV-Vis spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır. Deney tüplerine tartılan yağ üzerine standart çözelti olarak izooktan eklenmiştir. 1 dk süre ile vortex cihazında karıştırılmıştır. Belirlenen 232 nm ve 270 nm dalga boylarında örneklerin SHIMADZU UV-1280 UV-VIS spektrofotometresi kullanılarak absorbans okumaları yapılmıştır (Anonim, 2006; Anonim 2006b).

3.2.4.4. Toplam fenolik madde miktarı tayini

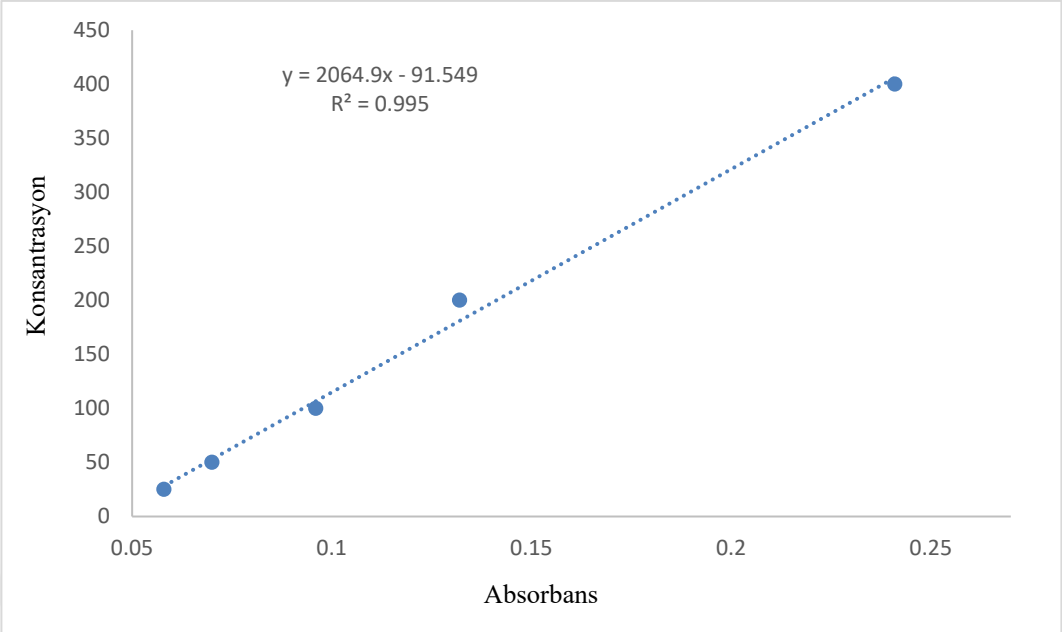
AKM eklenen fındık yağları içerisindeki toplam fenolik madde miktarını (TFMM) belirlemek için 1:9 oranında Folin&Ciocalteau reaktifi ile %7.5'lik NA_2CO_3 çözeltisi hazırlanmıştır. Deney tüplerine 0.4 ml örnek alınmıştır. Örneklerin üzerine 2 ml Folin&Ciocalteau reaktifi ile 1.6 ml %7.5'lik Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilmiştir. 1 saat boyunca karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletilmiştir. 765 nm dalga boyunda SHIMADZU UV-1280 UV-VIS spektrofotometresinde absorbans okuması yapılmıştır (Singleton ve ark., 1965). Örneklerin absorbanslarının ortalamaları, gallik asit kalibrasyon çözeltileri ile çizilen kalibrasyon eğrisine göre, TFMM mg GAE/kg ekstre±standart hata olarak hesaplanmıştır. Kalibrasyon eğrisi Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.9. TFMM tayini için oluşturulan kalibrasyon eğrisi

3.2.4.5. Toplam flavonoid madde miktarı tayini

AKM eklenen fındık yağları üzerinde yapılan toplam flavonoid madde miktarı (TFM) analizi için %5'lik $NaNO_2$, %10'luk $AlCI_3$ ve 1 M NaOH çözeltileri hazırlanmıştır. Yağ numunelerinden deney tüplerine 1 ml örnek alınmıştır. Üzerine 4 ml çözücü, 0.3 ml $NaNO_2$ ve 0.3 ml $AlCI_3$ çözeltileri eklenmiştir. Vortexlenen tüpler karanlıkta ve oda ısısında 5 dk bekletilmiştir. Karanlıktan çıkan tüplerin üzerine 2 ml NaOH çözeltisi eklenerek 6 dk tekrar beklemeye alınmıştır. Süre sonunda tekrar tüpler çıkarılarak saf su ile 10 mililitreye tamamlanmıştır. 4000 devirde 10 dk santrifüjlenen tüplerin 510 nm dalga boyunda SHIMADZU UV-1280 UV-VIS spektrofotometresinde absorbans okumaları yapılmıştır (Zhishen ve ark., 1999). Örneklerin absorbanslarının ortalamaları, kuersetin kalibrasyon çözeltileri ile çizilen kalibrasyon eğrisine göre, TFM µg QCE/mg ekstre±standart hata olarak hesaplanmıştır. Kalibrasyon eğrisi Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.10. TFM tayini kalibrasyon grafiği

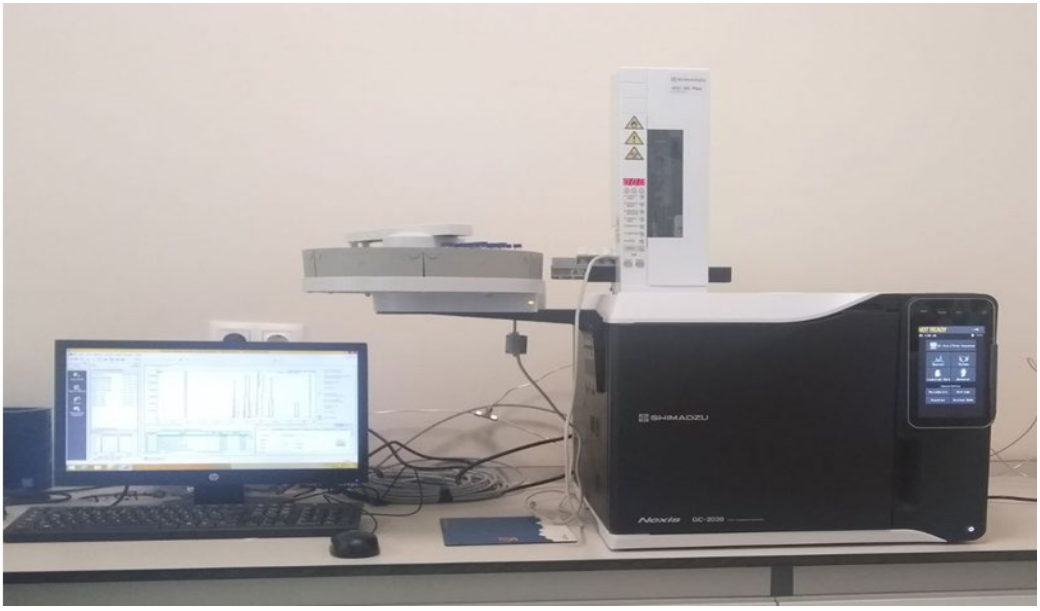
3.2.4.6. DPPH ile antioksidan madde analizi

AKM eklenen fındık yağlarına uygulanacak olan antioksidan tayini için öncelikle DPPH çözeltisi hazırlanmıştır. Bu tayinde her örnek 25, 50 ve 75 ppm olmak üzere 3 farklı miktarda alınarak yapılmıştır. Deney tüplerine 25 ppm alınan örneklere 2.9 ml çözücü, 50 ppm alınan örneklere 2.8 ml çözücü 75 ppm alınan örneklere 2.7 ml çözücü eklenmiştir. Örnek ve çözücü eklenen tüm tüplere 1 ml DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler yarım saat boyunca karanlıkta ve oda ısısında bekletilmiştir. Süre sonunda 517 nm dalga boyunda SHIMADZU UV-1280 UV-VIS spektrofotometresinde örneklerin okumaları yapılmıştır (Brand-Williams ve ark., 1995).

3.2.4.7. Antioksidan katkı maddesi ilave edilen fındık yağlarının GC-FID cihazı ile yağ asidi tayini

AKM ilave edilen fındık yağlarının yağ asit kompozisyonuna gaz kromatografi sistemi kullanılarak bakılmıştır. Bu amaçla Shimadzu Nexis GC-2030 marka Gaz Kromotografisi, Alev İyonlaşma Dedektörü (FID) ve Teknokroma capilary column TR-

CN100 (100m X 0,25mm X 0,20µm) kapiler kolonu kullanılmıştır (Şekil 3.9.). Sistemde taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun akış hızı 1 ml/dk, enjeksiyon hacmi 1µL, split: 1/20, enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240ºC, dedektör sıcaklığı 240ºC olarak kullanılmıştır. Analizde öncelikle örnekleri metil ester türevine dönüştürme işlemi gerçekleştirilmiştir. 0.1 g yağ örneği santrifüj tüpüne alınmış ve üzerine 10 ml n-hekzan eklenmiştir. Tüpler kapatılarak iyice çalkalanmıştır. Daha sonra 1 ml 2N metanollü KOH çözeltisi eklendikten sonra 10 dk boyunca 4000 devirde santrifiüjlenmiştir. Berrak hale gelmiş olan üst faz GC vialine alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Hesaplama işlemi yüzde alan cinsinden 37 yağ asidi kompozisyonuna göre yapılmıştır (Şekil 3.9) (Alma ve ark., 2012).

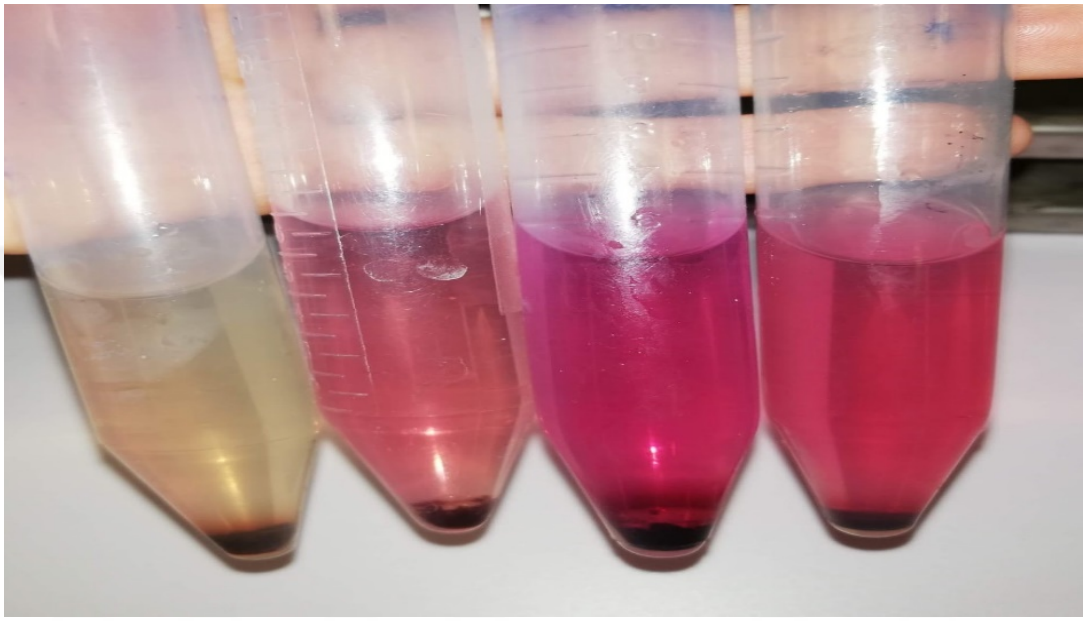


Şekil 3.11. Yağ asidi tayini yapılan GC-FID cihazı

3.2.4.8. Kondense tanen miktarı analizi

Fındık yağı içerisinde AKM olarak kullanılacak olan meşe palamudu bitkisinin dış, iç ve kadeh olmak üzere üç ayrı bölümüne toplam kondense tanen miktarı analizi Karaoğul ve ark. (2017)'nın yaptıkları çalışmaya göre uygulanmıştır. Analiz için 95 ml n-bütanol, 0.05 gr Fe_2SO_4 ve 5 ml HCI (35'lik) çözeltileri ile metoda uygun olarak tanen çözeltisi hazırlanmıştır. 3 kısma ayrılan meşe palamudunun her bir kısmı ayrı ayrı öğütülerek toz haline getirilmiştir. Örneklerden 0.01 gr tartılarak

tüplere eklenmiş ve üzerlerine 10 ml tanen çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 1 saat boyunca su banyosunda kaynayan su içerisinde bekletilmiştir. Süre sonunda 580 nm dalga boyunda örneklerin absorbans değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. Absorbans ölçümü için SHIMADZU UV-1280 UV-VIS model spektrofotometre kullanılmıştır (Şekil 3.10.).



Şekil 3.12. Meşe palamudunda kondense tanen miktarı analizi

3.2.4.9. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR)

FT-IR analiz tekniği çalışmada kullanılan yağ örneklerinin fonksiyonel gruplarının kimyasal etkileşimini incelemek için kullanılmıştır. Bu amaçla FT-IR cihazında QATR-S tek yansıtma ATR aksesuarı (Kyoto, JAPAN) ile SHIMADZU-IRSpirit spektrometre teknolojisi tercih edilmiştir (Şekil 3.11). FT-IR cihazı 400 cm^{-1} ile 4000 cm^{-1} dalga sayısı aralığında çalıştırılmıştır. Bunlarla beraber ilgili pik alanları kullanılarak cis index (CI), trans index (TI), ester index (EstI), metil index (MI), peroksit index (PI) ve eter index (EtI)' in pik alanları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan ilgili eşitlikler verilmiştir (Karaoğul, 2019; Spiridon ve ark., 2012).

$$CI = \frac{I_{722}}{I_{2854}} \quad (3.1)$$

$$TI = \frac{I_{913}}{I_{1460}} \quad (3.2)$$

$$EstI = \frac{I_{1743}}{I_{1460}} \quad (3.3)$$

$$MI = \frac{I_{1363}}{I_{1460}} \quad (3.4)$$

$$PI = \frac{I_{3650}}{I_{1460}} \quad (3.5)$$

$$EtI = \frac{I_{1159}+I_{1096}}{I_{1460}} \quad (3.6)$$

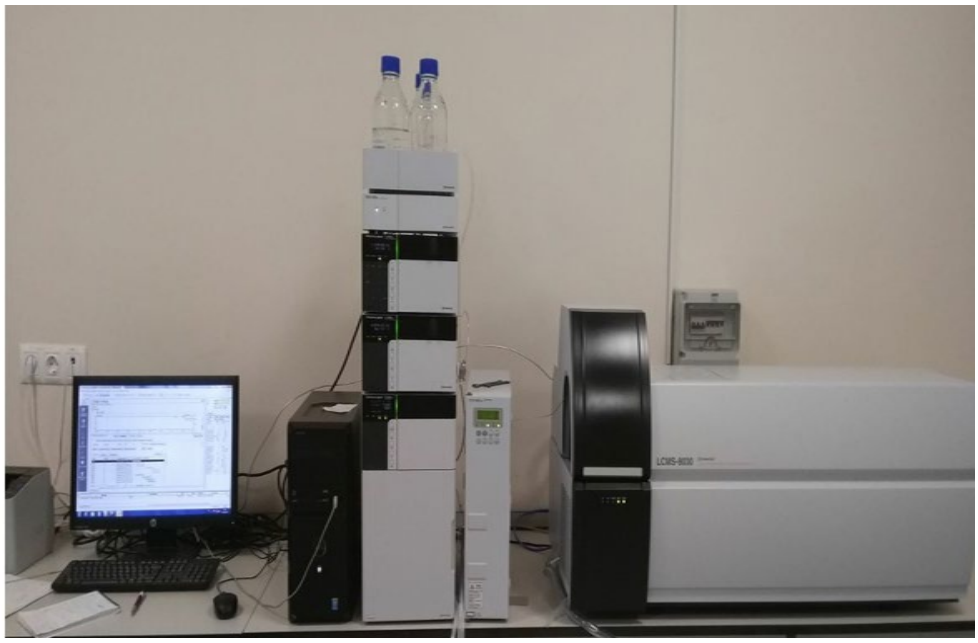


Şekil 3.13. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR)

3.2.4.10. LS-MS/MS Analizi

LS-MS/MS analiz tekniği kullanılarak doğal AKM'lerin belirlenen standartlarına karşılık olarak fındık yağına hangi konsantrasyonlarda eklenmesi gerektiği hesaplanmıştır. Analizde çift MS cihazına bağlanmış Nexera Shimadzu UHPLC cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.12.). Cihazda LC-20AD iki adet pompa, DGU-

20A3R degaser, CTO-10ASVP kolon fırını ve SIL-20AC autosampler kullanılmıştır. C-18 Intersil ODS-4 (3.0mm x 100mm, 2µm) analitik kolon kullanılan cihazda kolonun sıcaklığı 40˚C olarak belirlenmiştir. Mobil faz olarak A (Su, %0,1 Formik asit) ve B (Metanol, %0,1 Formik asit) fazları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan akış hızı 0.3 ml/dk ve enjeksiyon hacmi 2µL'dir (Çakır ve ark., 2018). LS-MS/MS cihazında kullanılan metotlar ise Çizelge 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan LS-MS/MS cihazı

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan LS-MS/MS metotları

Standartlar	Esı İyon Modu	Mrm	Ret.Time	R2	Denklem
Kuersetin	neg	301,1>151	6,091	0,9990363	Y=(13,7831)X+(-146,951)
Gallik Asit	neg	169,20>125,00	4,134	0,998971	Y = (65,3835)X + (-2699,84)
C Vitamini	neg	177,00>141,00	2,47	0,9959	Y = 398,64x - 39968

3.2.4.11. İstatiksel analiz

Çalışma da kullanılan AKM ilave edilmiş fındık yağı örneklerinin analiz sonuçlarının yorumlanması için istatistiksel analiz değerlendirmesi yapılmıştır. Normal dağılım gruplar için ANOVA testi uygulanmıştır. Çoklu grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar için DUNCAN testi tercih edilmiştir. Yapılan istatistik için 22.0 SPSS (SPSS ınc., chicago, usa) paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada fındık yağının oksidatif direncinin artırılmasına yönelik olarak kullanılan antioksidan etkili katkı maddeleri üzerinde çalışmalar yapılarak elde edilen sonuçlar doğrultusunda katkıların optimizasyonu sağlanmıştır.

4.1. Çalışmada kullanılan fındık yağının fizikokimyasal özellikleri

Çalışmada kullanılan fındık yağına ilk temin edildiği zaman peroksit, serbest yağ asitliği ve asit sayısı analizleri yapılmıştır. Fındık yağının fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Kesen ve ark., (2016) yaptıkları bir çalışmada fındık yağının peroksit değerini 0.90±0.10 meqgrO_2/kg, serbest yağ asitliğini ise 0.05±0.03 KOH/g yağ olarak tespit etmiştir.

Çizelge 4.1. Fındık yağının fizikokimyasal özellikleri

Analizler	Fındık Yağı
Peroksit Değeri	0.34 meqgrO_2/kg
Serbest Yağ Asiti	0.16 KOH/g yağ
Asit Sayısı	1.00 KOH/g yağ

4.2. Antioksidan katkı maddelerinin optimizasyonu

Yapılan çalışmada fındık yağının oksidatif direncinin arttırılmasına yönelik olarak kullanılan AKM'ler üzerinde çalışmalar yapılarak elde edilen sonuçlar doğrultusunda katkıların optimizasyonu sağlanmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılacak olan bozucu etmenlerinde optimizasyonu sağlanmıştır.

4.2.1. Meşe palamudu kondense tanen analizi

Çalışmada kondense tanen grubunda ele alınan meşe palamudu bitkisinin fındık yağı üzerindeki antioksidan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla meşe palamudunun; dış kısım, iç kısım ve kadeh olmak üzere 3 bölümü, kondanse tanen açısından zenginliğine bağlı olarak incelenmiştir. Bunlar üzerinde toplam kondanse tanen analizi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Analiz sonucuna bakıldığı zaman tanen miktarı en fazla meşe palamudunun dış kısmında 126,68±8,43 mg/L olarak tespit edilmiştir. Palamudun iç ve kadeh kısmında ise sırasıyla 2,84±0,3 mg/L ve 5,55±0,3 mg/L kondanse tanen değerleri bulunmuştur. Bu analiz sonucunda AKM olarak meşe palamudunun dış kısmının kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.2. Meşe palamudu kondense tanen analizi

Meşe Palamudu	Tanen Değeri(mg/L)
İç Kısım	2,84±0,3
Dış Kısım	126,68±8,43
Kadeh	5,55±0,3

4.2.2. Antioksidan katkı madde ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı tayini

Öğütme ve ekstraksiyon aşamalarından geçirilen AKM'ler çalışmada kullanılmak üzere TFMM analizine tabii tutulmuştur. Analiz sonuçları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Analiz sonuçlarında TFMM en yüksek FKE numunesinde 581,58±0,06 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir. Kuşburnu ekstresi ve MPKE de TFMM sırasıyla 557,37±0,06 ve 532,67±0,05 mg GAE/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3. AKM ekstraktlarının TFMM tayin sonuçları

Örnek	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/kg)
Fıstık Kabuğu Ekstresi	**581,58±0,06**
Kuşburnu Ekstresi	557,37±0,06
Meşe Palamudu Kabuk Ekstresi	532,67±0,05

4.2.3. Antioksidan katkı madde ekstraktlarının toplam flavonoid madde miktarı tayini

Öğütme ve ekstraksiyon aşamalarından geçirilen AKM'ler çalışmada kullanılmak üzere TFM analizine tabii tutulmuştur. Analiz sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Analiz sonuçlarında TFM en yüksek kuşburnu ekstresinde 7366,87±0,74 µg QCE/mg olarak tespit edilmiştir. FKE'nin flavonoid miktarı açısından MPKE'den daha zengin olduğu görülmüştür. FKE ve MPKE'nin TFM'si sırasıyla 4143,56±0,41 ve 3148,28±0,31 µg QCE/mg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. AKM ekstraktlarının TFM tayin sonuçları

Örnek	Toplam Flavonoid Madde Miktarı (µg QCE/ mg)
Fıstık Kabuğu Ekstresi	4143,56±0,41
Kuşburnu Ekstresi	**7366,87±0,74**
Meşe Palamudu Kabuğu Ekstresi	3148,28±0,31

4.2.4. Antioksidan katkı maddeleri üzerinde DPPH ile antioksidan madde tayini

Çalışmada kullanılan AKM'ler antioksidan aktivitelerini belirlemek amacıyla DPPH reaktifi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizden önce örnekler öğütme ve ekstraksiyon aşamalarından geçirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Analiz sonucunda 75 ppm konsantrasyonda MPKE 84,19±1,12 ppm ile en yüksek, kuşburnu ekstresi 2,11±0,01 ppm ile en düşük antioksidan aktiviteyi göstermiştir.

Çizelge 4.5. AKM'lere yapılan DPPH ile antioksidan madde tayininin sonuçları

	Antioksidan Miktarı(ppm)		
Örnek/Konsantrasyon	25	50	75
Fıstık Kabuğu Ekstresi	80,23±0,3	**81,82±0,5**	67,30±0,3
Kuşburnu Ekstresi	**71,79±0,2**	40,91±0,6	2,11±0,01
Meşe Palamudu Kabuk Ekstresi	74,69±0,11	82,61±0,3	**84,19±1,12**

4.2.5. Buğday tohumunun fındık yağı içerisindeki kullanım şeklinin belirlenmesi amacıyla yapılan peroksit optimizasyonu

İçerisinde E vitamini ihtiva eden buğday tohumu AKM olarak vitaminler grubunda yer almaktadır. Fındık yağı içerisine eklendiğinde yağa en iyi oksidatif direnci sağlayan buğday tohumunun kullanım şeklini belirlemek amacıyla peroksit analizi uygulanmıştır. Bu amaçla buğday tohum, yağ ve un olmak üzere 3 farklı şekilde fındık yağına eklenerek 5 gün boyunca bozucu etmenler altına bırakılmıştır. Bu örneklere ilaveten karşılaştırma yapılmak üzere içerisinde AKM bulunmayan fındık yağıda diğer örneklerle eş zamanlı olarak bozucu etmenlere tabii tutulmuştur.

Sonuçlarda referans almak için saf fındık yağına da analiz uygulanmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Sonuçlara göre saf fındık yağının peroksit miktarı 4±0,1 meqgr/O_2 bulunmuştur. Bu fındık yağı bozucu etmenlere maruz kaldıktan sonra okside olmuş ve peroksit değeri 7,5±0,3 meqgr/O_2 olarak tespit edilmiştir. Oksidatif direnci en yüksek olan ve peroksit değeri fındık yağına en yakın olan buğday formunun 4,5±0,11 meqgr/O_2 peroksit değeri ile buğday tohumu olduğu tespit edilmiştir. Yağ ve un formları ise sırasıyla 4,5±0,4 ve 4,5±0,5 meqgr/O_2 bulunmuştur. Analiz sonucunda tüm formların oksidasyona karşı direnç gösterdiği fakat en iyi direnç gösteren form olarak fındık yağı içerisine buğday tohumunun eklenmesine karar verilmiştir.

Çizelge 4.6. Buğday tohumunun fındık yağı içerisindeki kullanım şeklinin belirlenmesi için yapılan peroksit analizinin sonuçları

Buğday	Peroksit Sonuçları (meqgrO_2/kg)
Tohum	4±0,11
Yağ	4,5±0,4
Un	4,5±0,5
Fındık Yağı	4±0,1
Okside Fındık Yağı	7,5±0,3

4.2.6. Yağın raf ömrünü etkileyen parametrelerin optimizasyonu

AKM ilave edilmiş olan fındık yağı örneklerinin oksidatif dirençlerini incelemek için sıcaklık, nem ve UV ışık olarak 3 bozucu etmen belirlenmiştir. Bu bozucu etmenlerin optimizasyonunu belirlemek amacıyla örnekler 11 gün boyunca sırayla sıcaklık, nem ve UV ışık altında incelenmiştir. Son olarak fındık yağı bu 3 bozucu etmene aynı anda maruz bırakılmıştır. Bekleme süresi sonunda peroksit analizi uygulanan fındık yağı örneklerinin sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre en yüksek bozucu etkinin 25,64±0,49 meqgrO_2/kg peroksit değeri ile tüm etmenler aynı anda açıldığında meydana geldiği tespit edilmiştir. Tüm

etmenlere en yakın bozucu etkiyi ise 24,51±0,7 meqgrO_2/kg peroksit değeri ile UV ışık göstermiştir. Nem ve sıcaklığın peroksit değerleri ise sırasıyla 8,82±0,08 ve 6,12±0,19 meqgrO_2/kg olarak bulunmuştur. Optimizasyon çalışması sonucunda AKM eklenen fındık yağı örneklerinin tüm bozucu etmenlerin aynı anda açılmış şekilde hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.7. Bozucu etmenlerin optimizasyonu için uygulanan peroksit analiz sonuçları

Bozucu Etmenler	**Peroksit Sonuçları (meqgrO_2/kg)**
Uv Işık	24,51±0,7
Nem	8,82±0,08
Sıcaklık	6,12±0,19
Tüm Etmenler	25,64±0,49

4.2.7. Antioksidan katkı maddelerinin konsantrasyonlarının ayarlanması

Fındık yağları içerisine ilave edilen AKM'lerin konsantrasyon miktarları, LC-MS/MS cihazı kullanılarak gerçekleşmiştir. Tayininin sonuçları Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılacak olan doğal AKM'lerin her birine içeriklerinde mevcut olan bir standart AKM belirlenmiştir. Tüm örneklerin konsantrasyon hesaplamaları kendileri için belirlenen bu standart maddelere ve LC-MS/MS sonuçlarına göre ayarlanmıştır. LC-MS/MS analizi sonucunda kuşburnu bitkisinin içerisinde C vitamini 443.63 ppm, MPKE içerisinde kuersetin 1398.04 ppm ve FKE içerinde gallik asit 2547.07 ppm olarak bulunmuştur. AKM olarak kullanılacak olan kuşburnu, meşe palamudu ve fıstık kabuğu bitkilerinin ppm hesabı bu sonuçlar neticesinde belirlenen standartlarına karşılık olarak hesaplanmıştır.

E Vitamini standardına karşılık olarak kullanılacak olan buğday tohumunun ppm cinsinden oranı ise Yıqang ve ark. (2002)'nın yapmış oldukları çalışmalardan faydalanılmıştır. Çalışmada süperkritik karbondioksit kullanılarak buğday tohumundan doğal E Vitamini elde edilmiştir. Yaptıkları çalışmanın sonuçları referans alınarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.8. Fındık yağları içerisine ilave edilen AKM'lerin konsantrasyon miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan LC-MS/MS analiz sonuçları

Katkı Maddeleri/Standartlar (ppm, mg/kg)	Kuşburnu		Meşe Palamudu		Fıstık Kabuğu	
	KE*	KS*	MPE*	MPS*	FKEE*	FKES*
Kuersetin	1550,36	34,17	**1398,04**	-	3612,15	-
Gallik asit	170,07	46,08	175,84	284,83	**1608,17**	**2547,07**
C Vitamini	**443,63**	**337,45**	-	-	-	-

*K: Kuşburnu bitkisi, MP: Meşe palamudu bitkisi, FKE: Fıstık kabuğu ekstresi.
Örneklerin kısaltmalarının sonunda bulunan E harfi ekstraksiyonun etanol ile S harfi ise su ile yapıldığını ifade etmektedir.

4.3. Oksidatif Direnç Çalışmaları

4.3.1. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin peroksit tayin sonuçları

AKM'lerin fındık yağında raf ömrü açısından bozulma sürecini yavaşlatma etkilerinin incelenmesi, numunelerin işlem sonrası peroksit tayini yapılması ile değerlendirilmiştir. Bu yüzden hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan yağ örnekleri; 3. Gün, 12. Gün, 24. Gün, 34. Gün ve 44. Gün sonunda alınarak peroksit analizi uygulanmıştır. Tüm bekleme sürelerinin sonunda elde edilen peroksit analiz sonuçları Çizelge 4.9.' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. AKM ilave edilmiş fındık yağı örneklerinin peroksit sayısı analiz sonuçları

Numune/Gün	Peroksit sayısı tayini				
	3.Gün	12.Gün	24.Gün	34.Gün	44.Gün
G2000	3,1±0,02^{d}	12,14±0,42^{d}	28,04±0,12^{e}	13,7±1,47^{d}	10,5±0,01^{c}
G6000	2,08±0,02^{c}	12,8±0,28^{e}	25,42±0,19^{c}	11,9±1,2^{c}	10,34±0,15^{c}
G12000	1,54±0,03^{b}	9,84±0,07^{c}	16,51±0,12^{a}	9,32±0,65^{b}	8,69±0,66^{b}
F2000	0,52±0,006^{a}	7,36±0,11^{b}	27,49±0,37^{d}	6,44±0,48^{a}	4,53±0,26^{a}
F6000	0,52±0,004^{a}	7,21±0,03^{b}	25,63±0,16^{c}	5,97±0,25^{a}	5,04±0,21^{a}
F12000	0,52±0,001^{a}	5,36±0,27^{a}	23,77±0,17^{b}	6,13±0,11^{a}	5,20±0,03^{a}
REFERANS	1,90±0,3^{c}	18,47±0,21^{f}	40,5±0,06^{f}	16,51±0,1^{e}	13,41±0,31^{d}
M1000	1,56±0,1^{b}	9,94±0,01^{c}	6,59±0,08^{b}	8,69±0,66^{cd}	16,49±1,03^{d}
M3000	1,03±0,009^{a}	9,00±0,26^{b}	7,43±0,19^{c}	9,62±1,41^{d}	21,47±1,05^{e}
M6000	1,03±0,1^{a}	7,30±0,02^{a}	3,19±0,21^{a}	9,72±0,37^{d}	24,33±0,17^{f}
Q1000	2,26±0,25^{d}	7,30±0,008^{a}	26,42±0,51^{f}	7,07±0,3^{b}	10,59±1,04^{b}
Q3000	2,6±0,01^{e}	7,29±0,03^{a}	24,18±0,1^{e}	7,25±0,83^{bc}	7,77±0,74^{a}
Q6000	2,23±0,21^{cd}	7,18±0,05^{a}	16,74±0,09^{d}	3,78±0,37^{a}	7,62±0,79^{a}
REFERANS	1,90±0,3^{c}	18,47±0,21^{d}	40,5±0,06^{g}	16,51±0,1^{e}	13,41±0,31^{c}
K400	1,03±0,001^{b}	7,49±0,23^{b}	31,33±0,15^{c}	9,18±0,96^{cd}	6,10±0,25^{c}
K1200	0,52±0,002^{a}	4,65±0,04^{a}	24,22±0,03^{a}	9,17±0,21^{cd}	3,11±0,05^{a}
K2400	0,52±0,004^{a}	4,67±0,009^{a}	24,84±0,15^{a}	8,51±0,29^{bc}	7,33±0,75^{d}
C400	2,07±0,2^{c}	9,83±0,07^{d}	34,83±0,57^{d}	10,13±0,48^{d}	6,75±0,01^{cd}
C1200	2,08±0,003^{c}	7,22±0,11^{b}	27,43±0,69^{b}	6,19±0,09^{a}	4,87±0,23^{b}
C2400	2,05±0,3^{c}	7,84±0,01^{c}	27,00±0,51^{b}	7,76±0,73^{b}	5,93±0,49^{c}
REFERANS	1,90±0,3^{c}	18,47±0,21^{e}	40,5±0,06^{e}	16,51±0,1^{e}	13,41±0,31^{e}
B1000	3,06±0,04^{d}	12,5±0,09^{e}	33,34±0,55^{e}	9,39±0,74^{a}	8,78±0,89^{d}
B3000	2,07±0,01^{bc}	10,96±0,06^{c}	29,2±0,08^{d}	7,97±0,9^{a}	3,46±0,26^{a}
B6000	2,38±0,23^{c}	10,91±0,03^{c}	28,48±0,08^{c}	8,65±1,01^{a}	4,82±0,5^{b}
E1000	2,05±0,02^{bc}	8,89±0,02^{a}	26,83±0,44^{b}	8,84±0,72^{a}	5,84±0,5^{b}
E3000	1,22±0,23^{a}	9,94±0,06^{b}	29,05±0,25^{cd}	8,26±0,79^{a}	5,01±0,25^{b}
E6000	3,1±0,01^{d}	11,95±0,39^{d}	24,36±0,1^{a}	8,56±0,22^{a}	7,07±0,25^{c}
REFERANS	1,90±0,3^{b}	18,47±0,21^{f}	40,5±0,06^{f}	16,51±0,1^{b}	13,41±0,31^{e}
MSU1000	2,08±0,01^{d}	12,18±0,13^{d}	41,47±0,16^{e}	11,54±0,01^{bcd}	10,09±0,5^{ab}
MSU3000	3,09±0,05^{e}	12,28±0,17^{de}	44,26±0,61^{g}	11,85±0,58^{cd}	10,11±0,33^{ab}
MSU6000	3,12±0,02^{e}	12,56±0,02^{ef}	47,11±0,48^{h}	10,88±0,51^{bc}	9,91±0,06^{ab}
MS1000	3,06±0,02^{e}	12,98±0,01^{g}	42,42±0,42^{f}	12,9±1,21^{d}	14,14±1,36^{c}
MS3000	3,07±0,02^{e}	12,84±0,4^{fg}	39,71±0,55^{d}	12,78±1,32^{d}	14,05±1,51^{c}
MS6000	3,06±0,009^{e}	10,32±0,09^{c}	40,25±0,21^{d}	12,52±0,36^{cd}	11,44±0,13^{b}
MİK1000	1,55±0,009^{b}	8,32±0,14^{b}	36,63±0,09^{c}	9,97±0,85^{ab}	8,79±0,82^{a}
MİK3000	1,04±0,003^{a}	8,29±0,04^{b}	27,01±0,12^{a}	9,07±0,27^{a}	8,50±0,24^{a}
MİK6000	1,56±0,004^{b}	7,85±0,01^{a}	31,63±0,33^{b}	10,97±0,55^{bc}	9,24±0,22^{a}
REFERANS	1,90±0,3^{c}	18,47±0,21^{h}	40,5±0,06^{d}	16,51±0,1^{e}	13,41±0,31^{c}

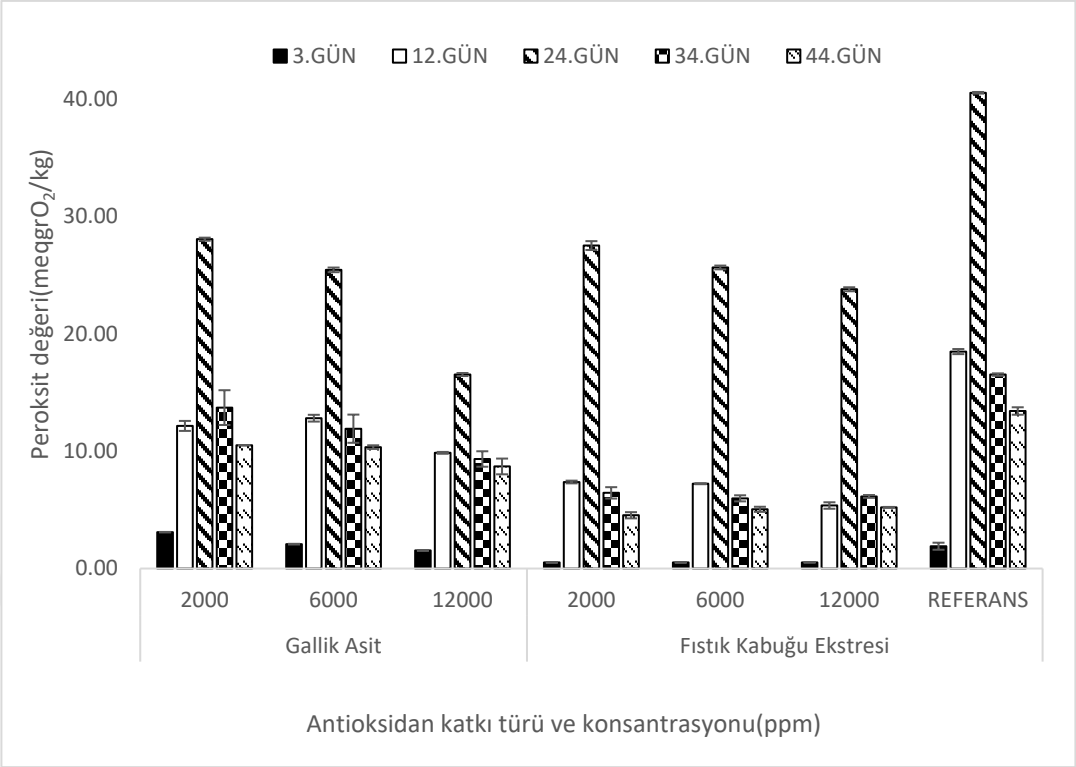
Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

Gallik asit ve FKE'nin bulunduğu yağ numunelerinin peroksit analiz sonuçları Şekil 4.1.'de verilmiştir. Bu iki örneğin gün bazında peroksit analiz sonuçlarına bakıldığı zaman peroksit değerinin maksimuma ulaştığı 24. Günde, G2000 örneği 28,04±0,12 meqgrO_2/kg'a ulaşırken F2000 27,49±0,37 meqgrO_2/kg'a ulaşmıştır. 2000 ppm de F2000 örneği G2000'e göre peroksit oluşumuna karşı daha iyi direnç göstermiştir. 24. Günde maksimum konsantrasyon olan 12000 ppm sonuçlarında ise G12000 örneği 16,51±0,12 meqgrO_2/kg'a ulaşırken F12000 23,77±0,17 meqgrO_2/kg'a ulaşmıştır ve ppm artışı ile gallik asit bulunduran yağın, FKE bulunduran yağa göre oksidasyona karşı daha iyi direnç gösterdiği tespit edilmiştir.

Referans olarak kullanılan içerisinde AKM bulunmayan fındık yağı 24. günde 40,5±0,06 meqgrO_2/kg'a ulaşarak gallik asit ve FKE bulunduran yağ numunelerine göre peroksit oluşumuna karşı daha az direnç göstermiştir. Oksidasyona karşı iyi bir stabilite gösteren gallik asit ve FKE AKM'lerinin kendi aralarında değişen konsantrasyonlarına bakıldığı zaman konsantrasyon arttıkça fındık yağının oksidasyona olan direncinde artışlar olduğu ve istatistiksel olarak eklenen koruyucu malzemeler arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Doğal AKM olarak kullandığımız FKE'nin, sentetik AKM olan gallik asit gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. AKM eklenmiş yağ numuneleri, referans olarak adlandırdığımız AKM bulundurmayan örneğe göre daha iyi oksidatif direnç sağlamıştır.

Kıralan (2006)'nın ayçiçek yağının oksidatif stabilitesi üzerine ısırgan, keten, kişniş ve çörekotu tohum ekstraktlarının farklı konsantrasyonlar kullanarak etkilerini incelediği bir çalışmada, 16 gün depolama süresi sonunda peroksit tayini yapılmıştır. Analizin değerlendirilmesi sonucunda sadece çörekotu alkol ekstraktında antioksidan aktivite gözlemlenmiştir. Bu çalışma kapsamında ise FKE ilave edilmiş yağ numuneleri bozucu etmenler altında uzun süre depolanmış ve sonucunda peroksit oluşuma karşı yüksek direnç göstermiştir.



Şekil 4.1. Gallik asit ve FKE bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı

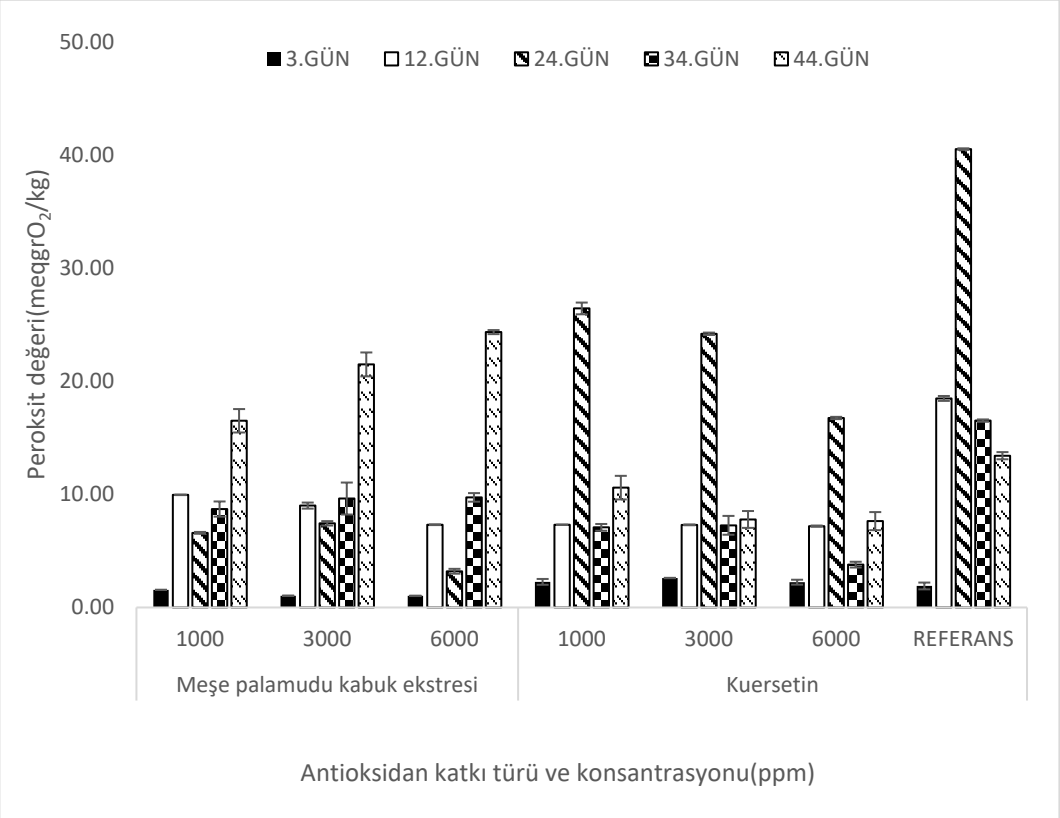
MPKE ve kuersetinin bulunduğu yağ numunelerinin peroksit analiz sonuçları Şekil 4.2.'de verilmiştir. Bu iki örneğin gün bazında peroksit analiz sonuçlarına bakıldığı zaman peroksit değerinin maksimuma ulaştığı 24. Günde, M1000 örneği 6,59±0,08 meqgrO_2/kg'a ulaşırken Q1000 26,42±0,51 meqgrO_2/kg'a ulaşmıştır. 24. Günde maksimum konsantrasyon olan 6000 ppm sonuçlarında ise M6000 örneği 3,19±0,21 meqgrO_2/kg'a ulaşırken Q6000 16,74±0,09 meqgrO_2/kg'a ulaşmıştır. En düşük konsantrasyon olan 1000 ppm ve en yüksek konsantrasyon olan 6000 ppm de MPKE bulunduran yağ örneği kuersetin bulunduran yağ örneğine göre peroksit oluşumuna karşı daha iyi direnç göstermiştir.

Oksidasyona karşı iyi bir stabilite gösteren MPKE ve kuersetin AKM'lerin kendi aralarında değişen konsantrasyonlarına bakıldığı zaman konsantrasyon arttıkça MPKE eklenmiş yağlarda değişim gözlenmezken, kuersetin eklenmiş yağ örneklerinde konsantrasyon arttıkça fındık yağının oksidasyona olan direncinde artışlar olduğu gözlemlenmiştir. İstatiksel analiz olarak peroksit sonuçları

değerlendirildiğinde eklenen koruyucu malzemeler arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Doğal AKM olarak kullandığımız MPKE'nin, sentetik AKM olan kuersetin gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. AKM eklenmiş yağ numuneleri, referans olarak adlandırdığımız AKM bulundurmayan örneğe göre daha iyi oksidatif direnç sağlamıştır.

Oksidasyonun maksimuma ulaştığı 24. günde referans örneğinin peroksit değeri 40,5±0,06 meqgrO_2/kg ulaşmıştır. MPKE ve kuersetinin eklendiği yağ örnekleri referans ile karşılaştırıldığı zaman her iki katkının da antioksidan etkisinin olduğu görülmüştür.



Şekil 4.2. Kuersetin ve MPKE bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı

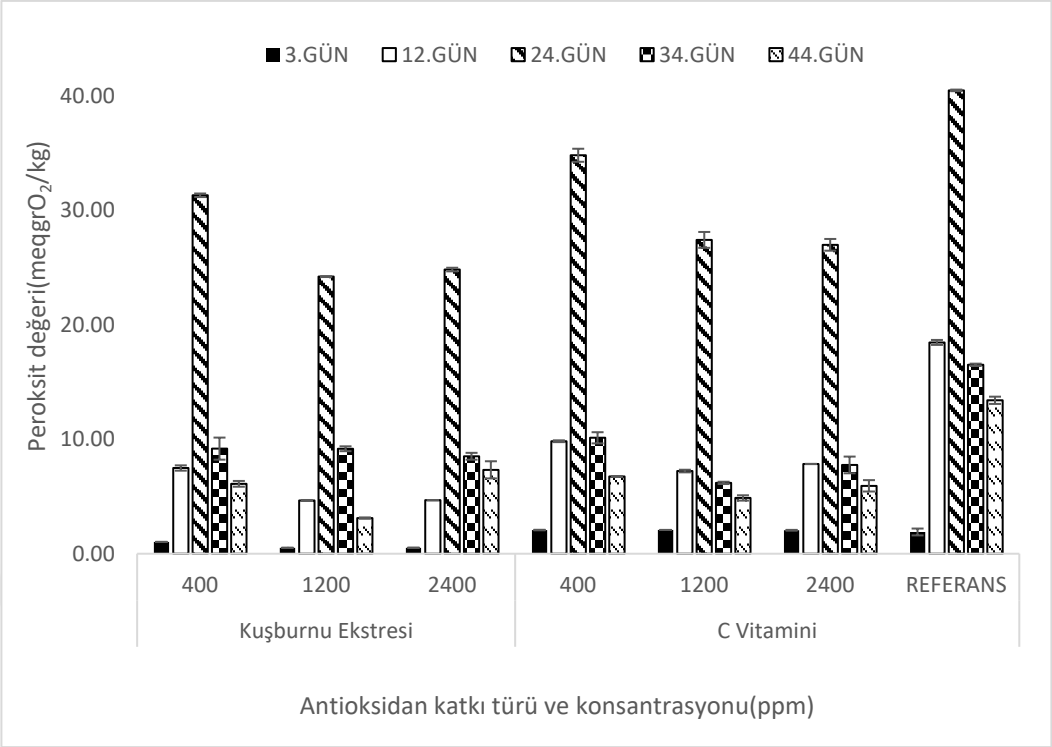
Kuşburnu ekstresi ve C vitamininin bulunduğu yağ numunelerinin peroksit analiz sonuçları Şekil 4.3.'de verilmiştir. Peroksit analiz sonuçlarına göre fındık

yağının peroksit direnci üzerinde kuşburnu ve C vitamini katkılarının olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Peroksit değerinin maksimuma ulaştığı 24. günde en yüksek konsantrasyonda K2400 örneği 28,84±0,15 meqgrO_2/kg'a ulaşırken, C2400 örneği 27,00±0,51 meqgrO_2/kg'a ulaşmıştır. Kuşburnu ekstresi ve C vitamini katkıları eklenmiş yağ numunelerinin kendi aralarında değişen konsantrasyonlarına bakıldığı zaman konsantrasyon arttıkça fındık yağının oksidasyona olan direncinde artışlar olduğu ve istatistiksel olarak eklenen koruyucu malzemeler arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Doğal AKM olarak kullandığımız kuşburnu ekstresinin, sentetik AKM olan C vitamini gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. Hem gün bazında hem de konsantrasyon olarak ayrı ayrı ele alındığında kuşburnu ekstresinin C vitamininden daha iyi AKM olduğu ve fındık yağında daha fazla oksidatif direnç sağladığı belirlenmiştir.

Oksidasyonun maksimuma ulaştığı 24. günde referans örneğinin peroksit değeri 40,5±0,06 meqgrO_2/kg ulaşmıştır. Kuşburnu ekstresi ve C vitamininin eklendiği yağ örnekleri referans ile karşılaştırıldığı zaman katkıların daha iyi peroksit direnci gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada olduğu gibi doğal AKM'lerin yağların oksidasyonu üzerindeki etkilerini incelemek adına yapılan bir çalışmada rafine soya yağına 1600 ve 2400 ppm patates kabuğu petrol eter ekstraktları eklenmiş ve 45°C'de 60 gün depolanmıştır. Depolama sonunda soya yağının oksidasyona karşı direncinde önemli derecede artışlar olduğu belirlenmiştir (Zia-ur-Rehman ve ark., 2003). Doğal ve sentetik antioksidanlar üzerine yapılan başka bir çalışmada 80°C'de bekletilmiş kolza yağının peroksit değeri gözlemlenmiştir. Gözlemler sonucunda adaçayı aseton ekstresinin bütillendirilmiş hidroksi toluenden (BHT) daha etkili antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir (Bandoniene ve ark., 2002).



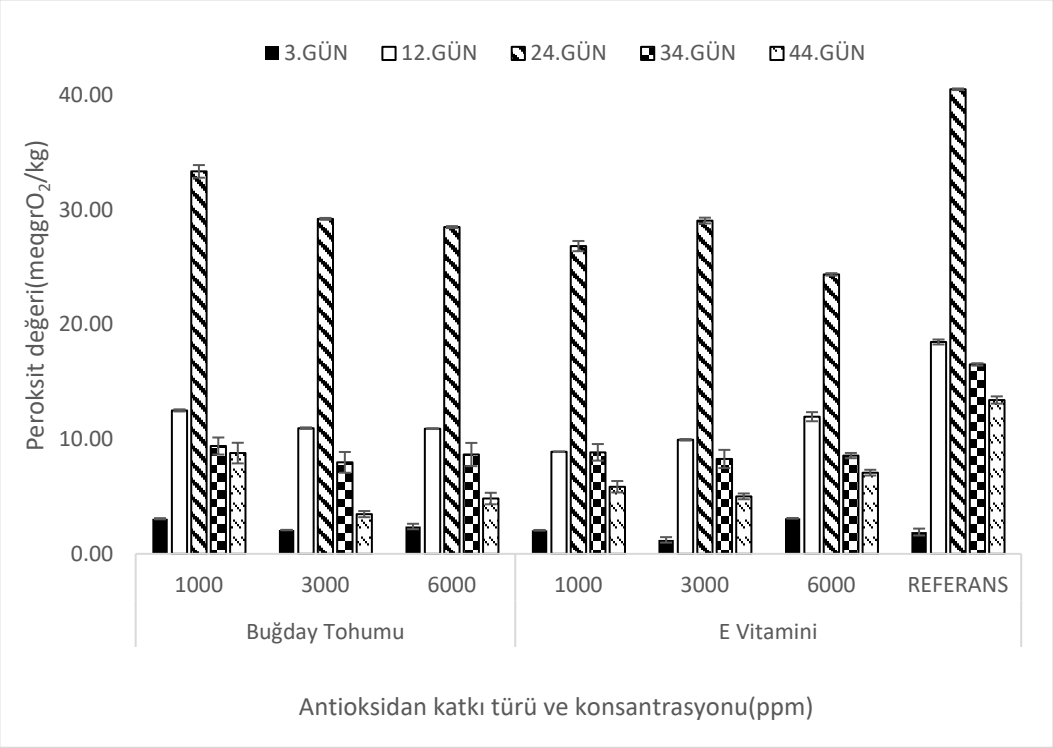
Şekil 4.3. Kuşburnu ekstresi ve C vitamini bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı

Buğday tohumu ve E vitamininin bulunduğu yağ numunelerinin peroksit analiz sonuçları Şekil 4.4.'de verilmiştir. Peroksit analiz sonuçlarına göre fındık yağının peroksit direnci üzerinde buğday tohumu ve E vitamini katkılarının olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Peroksit değerinin maksimuma ulaştığı 24. günde en yüksek konsantrasyonda E6000 örneği 24,36±0,1 meqgrO_2/kg'a ulaşırken, B6000 örneği 28,48±0,08 meqgrO_2/kg'a ulaşmıştır.

Doğal AKM olarak kullandığımız buğday tohumunun, sentetik AKM olan E vitamini gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. Hem gün bazında hem de konsantrasyon olarak ayrı ayrı ele alındığında E vitamininin, buğday tohumundan daha iyi AKM olduğu ve fındık yağında daha fazla oksidatif direnç sağladığı belirlenmiştir.

Oksidasyonun maksimuma ulaştığı 24. günde referans örneğinin peroksit değeri 40,5±0,06 meqgrO_2/kg ulaşmıştır. Buğday tohumu ve E vitamininin eklendiği

yağ örnekleri referans ile karşılaştırıldığı zaman katkıların daha iyi peroksit direnci gösterdiği belirlenmiştir.



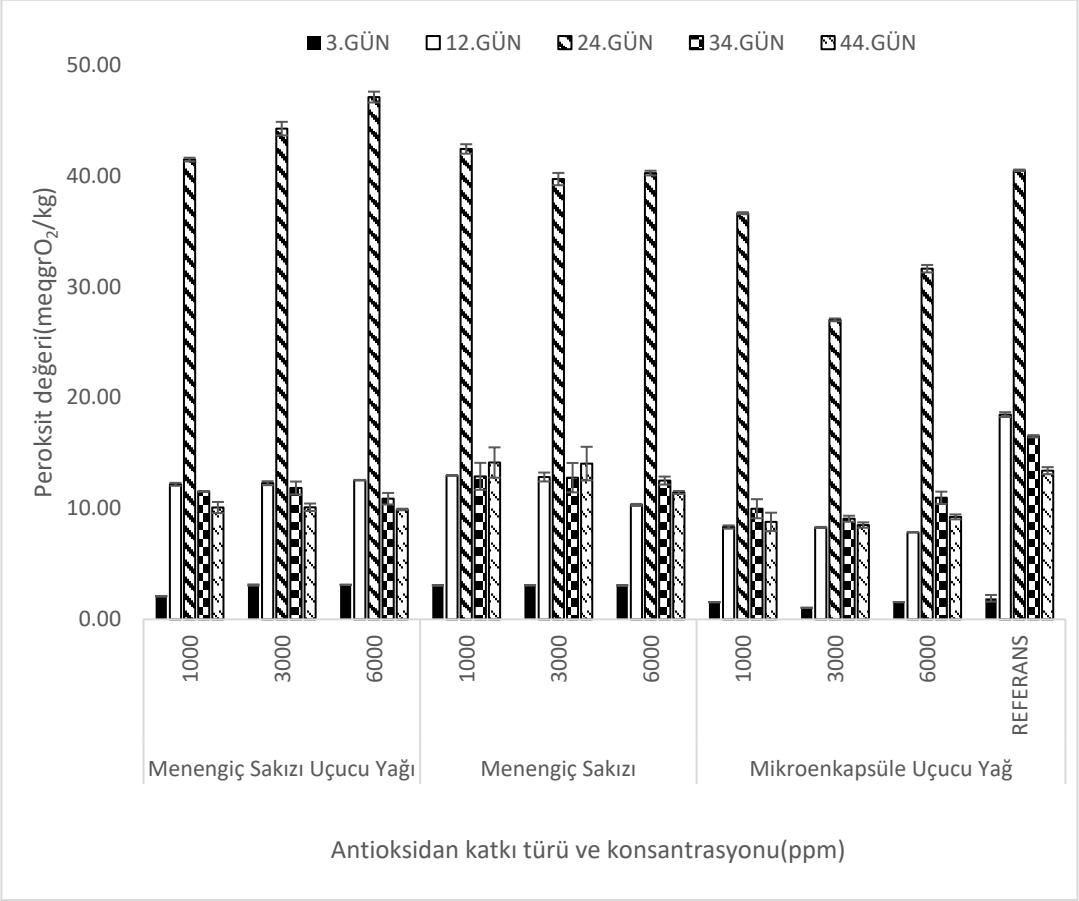
Şekil 4.4. Buğday tohumu ve E vitamini bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı

MS, MSU ve MİK'in bulunduğu yağ numunelerinin peroksit analiz sonuçları Şekil 4.5.'de verilmiştir. Oksidasyonun maksimuma çıktığı 24. Günde, en yüksek konsantrasyonda (6000 ppm) MİK ve MS eklenmiş örneklerin peroksit sonuçları sırasıyla 31,63±0,33 meqgrO_2/kg ve 40,25±0,21 meqgrO_2/kg olarak bulunmuştur. Peroksit analiz sonuçlarına göre MİK eklenmiş yağ örneği, MS eklenmiş yağ örneğine göre oksidasyona karşı daha iyi direnç göstermiştir. MSU eklenmiş yağ örneği ise diğer iki katkı maddesinin eklendiği yağlara göre daha az direnç sağlamıştır.

Genel olarak MS, MSU ve MİK katkıları AKM içermeyen referans adlı örnek ile karşılaştırıldığında, MİK eklenen fındık yağları referansa göre daha iyi peroksit direnci gösterdiği belirlenmiştir. MSU ve MS eklenen fındık yağları ise referans örneğe yakın sonuçlar vermiştir. MSU içeren yağların değişen konsantrasyonlarının 24. Gün sonuçları kendi arasında karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça peroksit

direncinin azaldığı görülmüştür ($p<0.05$). MS ve MİK katkıları kullanılan yağ örneklerinde ise konsantrasyon arttıkça peroksit direncinin arttığı ve istatiksel olarak farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Dıraman ve Hışıl (2009), yaptıkları bir çalışmada rafine fındık, naturel zeytinyağı ve rafine bitkisel karışım olarak üç farklı bitkisel kaynaklı yağa %2.5 oranında nane, biberiye ve kekik baharatlarını doğrudan ekleyerek, örnekleri ağzı kapalı ve açık olmak üzere 75°C'de 7 gün boyunca ısıl işleme tabii tutmuşlardır. Süre sonunda örneklerin peroksit sayılarındaki % değişime bakılarak oksidatif stabiliteleri hakkında tespitlerde bulunmuşlardır. Sonuç olarak rafine fındık yağına kekik ve biberiye, zeytinyağına biberiye ve nane, rafine bitkisel karışım yağa ise kekik ilavesinin yağlardaki oksidasyon stabilitesini arttırdığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5. MSU, MS ve MİK bulunduran yağların peroksit analiz diyagramı

4.3.2. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin serbest yağ asidi ve asit sayısı tayin sonuçları

Yağlarda serbest asitliğin yüksek olması oksidasyon direncinde azalmayı işaret eden bir parametre olduğu için AKM eklenen fındık yağlarına serbest yağ asidi ve asit sayısı tayini uygulanmıştır. Hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan fındık yağı örnekleri; 3. Gün, 12. Gün, 24. Gün, 34. Gün ve 44. Gün sonunda alınarak serbest yağ asidi ve asit sayısı tayini uygulanmıştır. Serbest yağ asidi analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Asit sayısı analiz sonuçlarında belirli bir değişim gözlemlenmediği için tabloya dahil edilmemiştir.

Çizelgede verilen serbest yağ asidi tayini sonuçlarına göre MPKE ve MS katkılarının eklendiği yağlar hariç diğer tüm AKM eklenen fındık yağlarında 24. güne kadar serbest yağ asitliğinde önemsenmeyecek bir seviyede artış gözlemlenmiştir ve 24. günden sonra artış olmamıştır. AKM'ler arasından MPKE ve MS ilave edilmiş tüm yağlarda serbest yağ asidi miktarında 24. günden sonra artış devam etmiştir. MS örneklerinde bu artış 34. Günde durmuştur.

Çizelge 4.10. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin serbest yağ asidi analiz sonuçları

Numune/Gün	Serbest Yağ Asidi Tayini				
	3. Gün	12. Gün	24.Gün	34.Gün	44.Gün
G2000	0,17*	0,22	0,22	0,22	0,22
G6000	0,17	0,22	0,28	0,22	0,22
G12000	0,17	0,22	0,27	0,22	0,22
F2000	0,17	0,22	0,28	0,22	0,22
F6000	0,17	0,22	0,28	0,22	0,22
F12000	0,17	0,22	0,28	0,22	0,22
M1000	0,17	0,22	0,28	0,33	0,33
M3000	0,17	0,22	0,22	0,33	0,44
M6000	0,17	0,22	0,22	0,35	0,62
Q1000	0,17	0,22	0,28	0,22	0,22
Q3000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
Q6000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22

Çizelge 4.10. (devam)

K400	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
K1200	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
K2400	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
C400	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
C1200	0,17	0,22	0,28	0,22	0,22
C2400	0,17	0,22	0,28	0,28	0,28
B1000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
B3000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
B6000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
E1000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
E3000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
E6000	0,17	0,22	0,28	0,22	0,22
MSU1000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
MSU3000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
MSU6000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
MS1000	0,17	0,22	0,28	0,28	0,28
MS3000	0,17	0,22	0,22	0,33	0,33
MS6000	0,17	0,22	0,22	0,28	0,28
MİK1000	0,17	0,22	0,33	0,22	0,22
MİK3000	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22
MİK6000	0,17	0,17	0,17	0,22	0,22
REFERANS	0,16	0,22	0,22	0,22	0,22

*****Bütün değerlerin standart sapmaları sıfırın altında küçük değerlerdir. Varyasyon değerleri de maksimum için % 0,7'den küçüktür. Bu yüzden tabloda standart sapmalar yazılmamıştır. n=3 (Analizler 3 tekrar halinde yapılmıştır). Ayrıca tüm örnekler istatiksel açıdan anlamlı benzerlik göstermiştir ($p>0.05$).

4.3.3. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin UV ışığı soğurma tayin sonuçları

Oksidasyona karşı dayanıklılığı gösteren UV ışığı soğurma (absorbsiyon) tayini, hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan AKM eklenmiş fındık yağı örneklerine belirli aralıklar ile uygulanmıştır. 232 nm dalga boyunda yapılan absorbans ölçüm sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin 232 nm dalga boyunda UV ışığı soğurma tayini ölçüm sonuçları

232 nm	UV ışığı soğurma tayini		
	3.Gün	24.Gün	44.Gün
G2000	1,49±0,09^{bA}	1,81±0,03^{aAB}	1,98±0,22^{aB}
G6000	1,19±0,08^{aA}	2,24±0,18^{bB}	2,32±0,13^{aB}
G12000	1,32±0,06^{abA}	1,74±0,16^{aB}	2,26±0,11^{aC}
F2000	1,47±0,08^{bA}	1,48±0,09^{aA}	2,3±0,16^{aB}
F6000	1,19±0,08^{aA}	1,75±0,14^{aB}	2,25±0,1^{aC}
F12000	1,42±0,09^{bA}	1,75±0,21^{aA}	2,23±0,1^{aB}
REFERANS	-*	1,89±0,05	2,6±0,05
M1000	1,5±0,09^{aA}	2,06±0,01^{bA}	2,44±0,09^{cB}
M3000	1,45±0,11^{bA}	1,64±0,13^{bA}	2,68±0,13^{abcB}
M6000	1,75±0,2^{aA}	1,82±0,08^{bA}	2,76±0,21^{bcB}
Q1000	1,9±0,11^{bA}	1,93±0,01^{bA}	2,27±0,07^{aA}
Q3000	1,65±0,08^{bA}	1,65±0,14^{bA}	2,11±0,16^{abB}
Q6000	1,58±0,07^{bA}	1,59±0,06^{bA}	1,81±0,15^{abcB}
REFERANS	-	1,89±0,05	2,6±0,05
K400	1,35±0,08^{aA}	1,79±0,29^{cB}	2,51±0,07^{bcC}
K1200	1,69±0,11^{aA}	1,77±0,11^{aA}	2,22±0,01^{cB}
K2400	1,39±0,02^{abA}	1,7±0,1^{abA}	2,37±0,22^{cB}
C400	1,64±0,12^{bA}	1,67±0,11^{bcA}	2,02±0,15^{bB}
C1200	1,83±0,03^{abA}	1,86±0,08^{aA}	2,18±0,02^{abB}
C2400	1,63±0,05^{abA}	1,79±0,12^{aA}	2,31±0,007^{aA}
REFERANS	-	1,89±0,05	2,6±0,05
B1000	1,71±0,12^{abA}	2,06±0,05^{abB}	2,24±0,1^{aB}
B3000	1,5±0,05^{aA}	1,75±0,12^{aA}	2,2±0,18^{aB}
B6000	1,48±0,16^{aA}	2,13±0,25^{bB}	2,18±0,1^{aB}
E1000	2,01±0,2^{bA}	2,06±0,06^{abA}	2,3±0,14^{aA}
E3000	1,39±0,06^{aA}	2,05±0,07^{abB}	2,21±0,08^{aB}
E6000	1,46±0,05^{aA}	1,75±0,03^{aB}	2,25±0,007^{aC}
REFERANS	-	1,89±0,05	2,6±0,05
MSU1000	2,22±0,24^{dA}	2,41±0,14^{cA}	2,44±0,02^{abcA}
MSU3000	1,93±0,2^{deA}	2,04±0,05^{abA}	2,51±0,1^{bcdB}
MSU6000	2±0,13^{deA}	2,2±0,15^{bcA}	2,77±0,08^{cdB}
MS1000	1,7±0,01^{cdA}	2,08±0,1^{abcA}	2,81±0,23^{dB}
MS3000	1,03±0,07^{aA}	2,04±0,22^{abB}	2,73±0,0007^{cdC}
MS6000	1,49±0,1^{bcA}	2,28±0,14^{bcB}	2,49±0,16^{abcdB}
MİK1000	2,02±0,09^{dA}	2,11±0,01^{abcA}	2,15±0,03^{aA}
MİK3000	2,09±0,09^{dA}	2,1±0,2^{abcA}	2,35±0,28^{abA}
MİK6000	1,38±0,06^{bA}	1,79±0,01^{aB}	2,25±0,01^{abC}
REFERANS	-	1,89±0,05	2,6±0,05

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinden istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

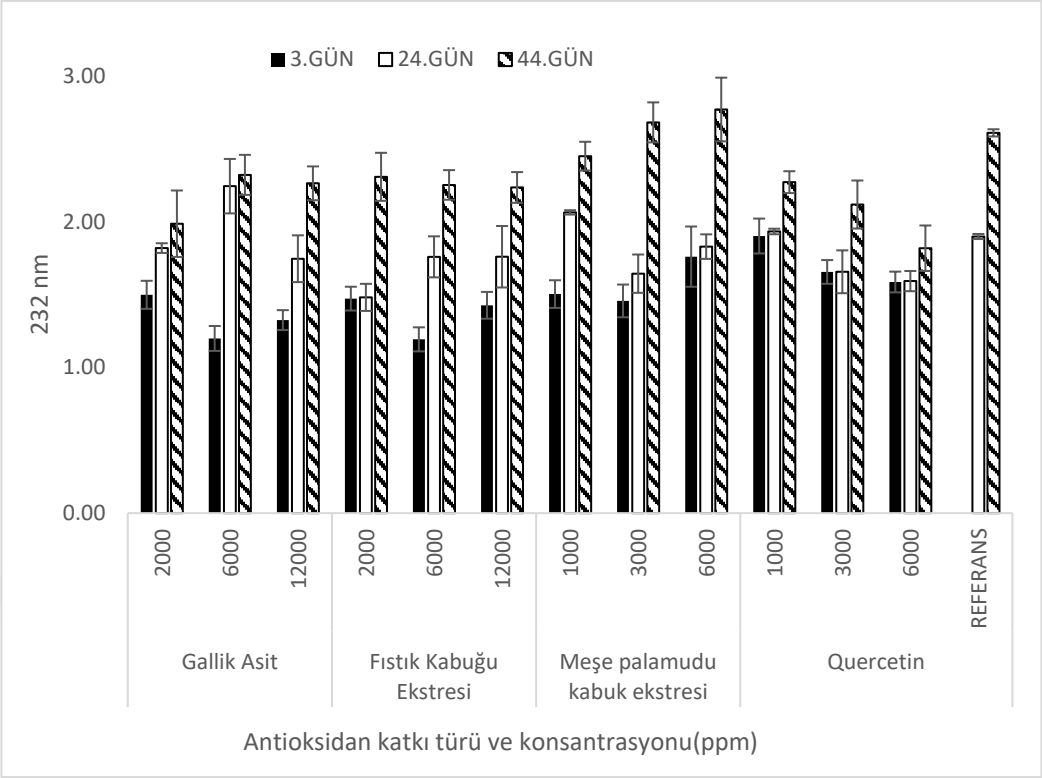
*UV ışığı soğurma tayini çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi elimizde mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği 232 nm dalga boyu ölçüm sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetinin (tanen grubu) bulunduğu fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları Şekil 4.6.'da verilmiştir. Tanen grubu örneklerinin UV absorbans değerleri gün geçtikçe artmaya devam ettiği için yağların maksimum peroksit değerine ulaştığı 24. gün sonuçları karşılaştırılmıştır.

Gallik asit ve FKE bulunduran fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman, en yüksek konsantrasyonda (12000 ppm) G12000 örneği 1,74±0,16 abs/(g/L) değeriyle, en düşük konsantrasyonda (2000 ppm) ise F2000 örneği 1,48±0,09 abs/(g/L) değeri ile oksidasyona karşı daha iyi direnç sağlamıştır.

Kuersetin ve MPKE bulunduran fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman, kuersetin bulunduran yağ örnekleri en yüksek konsantrasyonda (12000 ppm) 1,59±0,06 abs/(g/L) değeri ile en düşük konsantrasyonda (2000 ppm) ise 1,93±0,01 abs/(g/L) değeri ile oksidasyona karşı daha iyi direnç sağlamıştır.

Genel olarak tanen grubunda yer alan AKM'ler mukayese edildiğinde yağ örnekleri içerisinde FKE katkısı gallik asite göre fındık yağında oksidasyona karşı daha iyi stabilite sağlarken, kuersetin ile MPKE katkıları birbirlerine yakın stabilite göstermiştir. İstatistiksel açıdan bakıldığında da kuersetinle MPKE katkıları arasında önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman tanen grubunda yer alan AKM'ler eklenmiş fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha fazla olduğu görülmüştür.



Şekil 4.6. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları

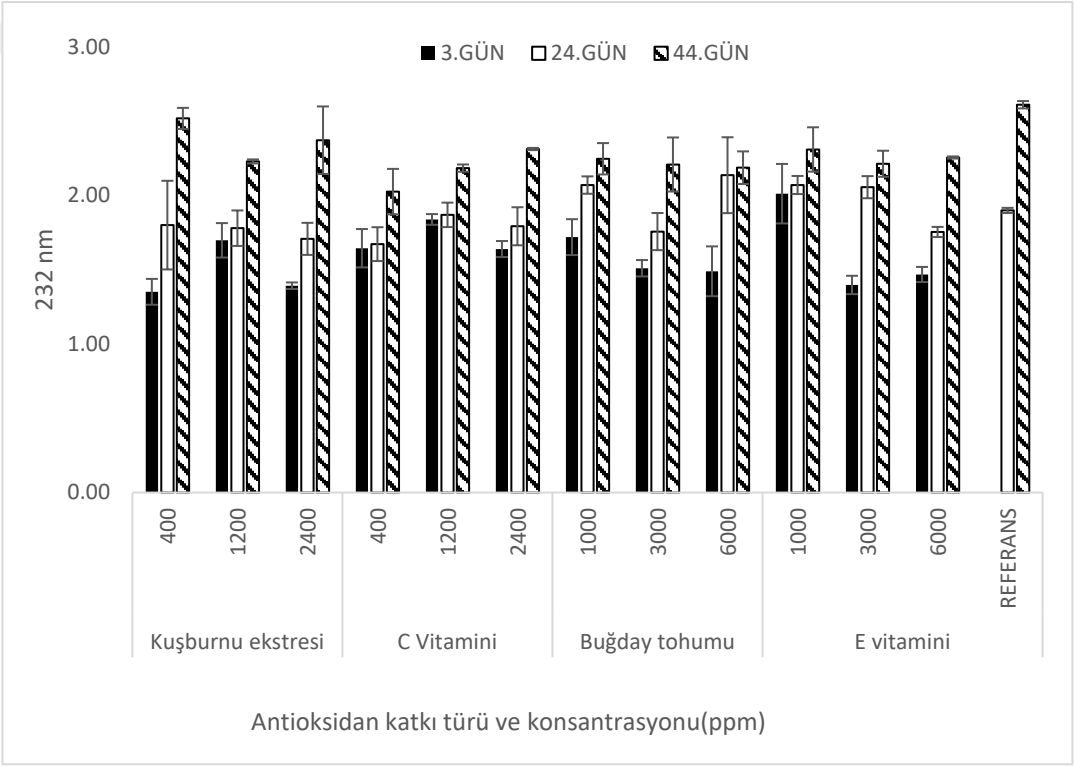
Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamininin (vitamin grubu) bulunduğu fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları Şekil 4.7.'de verilmiştir. Vitamin grubu örneklerinin UV absorbans değerleri gün geçtikçe artmaya devam ettiği için yağların maksimum peroksit değerine ulaştığı 24. gün sonuçları karşılaştırılmıştır.

Kuşburnu ekstresi ve C vitamini bulunduran fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman, en yüksek konsantrasyonda (2400 ppm) iki örnek yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç gösterirken, en düşük konsantrasyonda (400 ppm) C vitamini eklenen yağ numunesi 1,67±0,11 abs/(g/L) değeri ile oksidasyona karşı daha iyi direnç sağlamıştır ($p<0.05$).

Buğday tohumu ve E vitamini bulunduran fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman, en yüksek konsantrasyonda (6000 ppm) E vitamini eklenen yağ numunesi 1,75±0,03 abs/(g/L) değeri oksidasyona karşı daha iyi direnç

sağlamıştır. En düşük konsantrasyonda (1000 ppm) ise buğday tohumu ve E vitamini eklenen yağ örnekleri yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç göstermiştir.

Genel olarak vitamin grubunda yer alan AKM'ler mukayese edildiğinde kuşburnu ekstresi ve buğday tohumu eklenen yağlara karşılık C ve E vitaminleri eklenmiş yağlar oksidasyona karşı daha güçlü direnç göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenen fındık yağları daha iyi oksidatif direnç sağlarken, buğday tohumu ve E vitamini eklenen fındık yağları referans ile yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç göstermiştir.

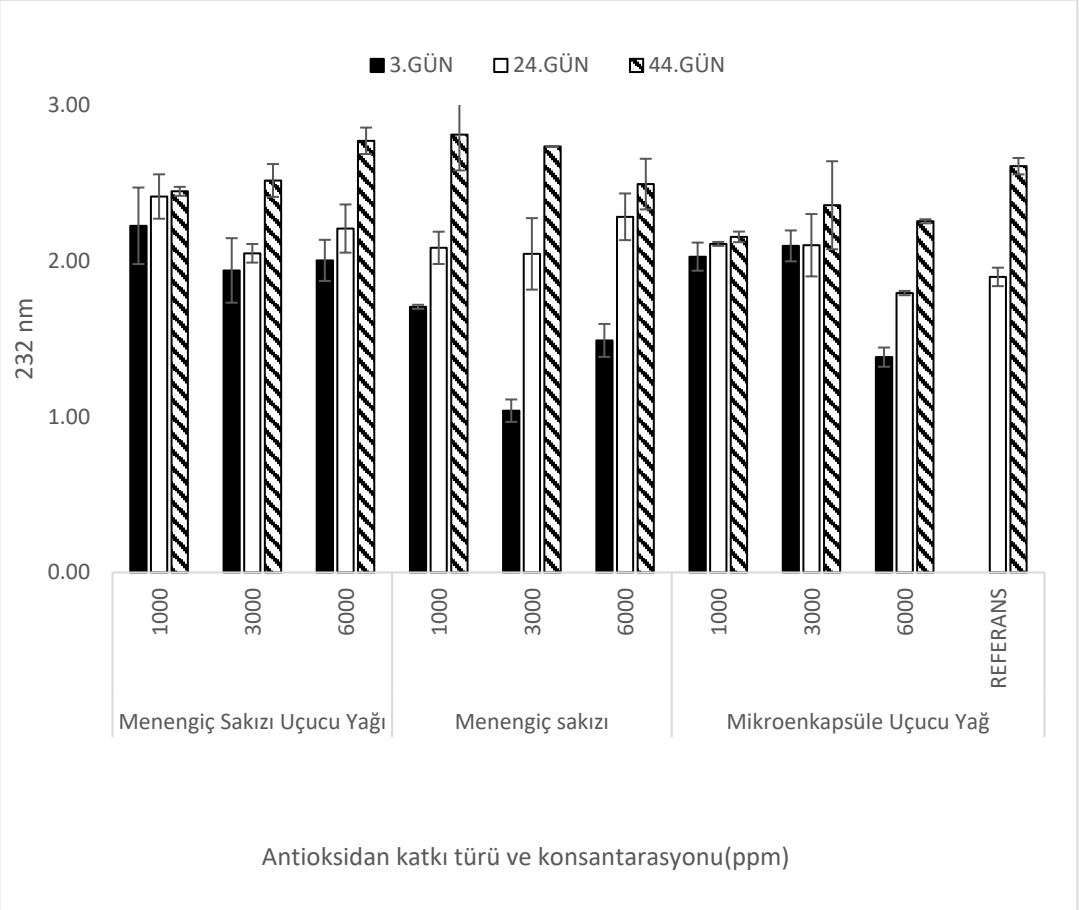


Şekil 4.7. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları

MSU, MS ve MİK (sakız grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları Şekil 4.8.'de verilmiştir. Sakız grubu bulunduran örneklerin UV absorbans değerleri gün geçtikçe artmaya devam ettiği için yağların maksimum peroksit değerine ulaştığı 24. gün sonuçları karşılaştırılmıştır. En yüksek konsantrasyonun (6000 ppm) absorbans sonuçlarına

bakıldığında MİK eklenen yağ 1,79±0,01 abs/(g/L) değeri ile MS ve MSU bulunduran yağ örneklerine göre daha iyi oksidatif direnç sağlamıştır.

Genel olarak sakız grubunda yer alan AKM'ler eklenen örnekler hem kendi aralarında hem de referans ile mukayese edildiğinde, MİK eklenen fındık yağının oksidasyona karşı daha iyi oksidatif direnç sağladığı görülmüştür. İstatiksel olarak bakıldığında da genel anlamda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.8. MSU, MS ve MİK (sakız grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 232 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları

Hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan AKM eklenmiş fındık yağı örneklerine uygulanan 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin 270 nm dalga boyunda UV absorbans analiz ölçüm sonuçları

270 nm	UV ışığı soğurma tayini		
	3.Gün	24.Gün	44.Gün
G2000	0,33±0,01^{bA}	0,33±0,02^{bcA}	0,34±0,008^{aA}
G6000	0,32±0,02^{bA}	0,38±0,02^{cAB}	0,4±0,01^{bB}
G12000	0,29±0,02^{abA}	0,3±0,03^{bcAB}	0,4±0,01^{bB}
F2000	0,26±0,01^{aA}	0,27±0,002^{aA}	0,34±0,01^{aB}
F6000	0,3±0,01^{bA}	0,31±0,01^{abA}	0,35±0,007^{abB}
F12000	0,25±0,01^{aA}	0,31±0,007^{abAB}	0,36±0,04^{abB}
REFERANS	-	0,34±0,01	0,35±0,02
M1000	0,33±0,01^{abA}	0,34±0,009^{aA}	0,36±0,03^{abB}
M3000	0,26±0,01^{abcA}	0,25±0,007^{cB}	0,33±0,01^{bB}
M6000	0,31±0,01^{abA}	0,34±0,007^{abAB}	0,36±0,01^{abB}
Q1000	0,32±0,01^{aA}	0,34±0,005^{aA}	0,36±0,002^{aA}
Q3000	0,33±0,02^{cA}	0,34±0,004^{bcA}	0,36±0,01^{bB}
Q6000	0,32±0,01^{bcA}	0,33±0,01^{abcA}	0,34±0,002^{bB}
REFERANS	-	0,34±0,01	0,35±0,02
K400	0,27±0,01^{bA}	0,28±0,007^{cA}	0,33±0,008^{aA}
K1200	0,29±0,005^{aA}	0,33±0,01^{aA}	0,35±0,003^{aB}
K2400	0,27±0,01^{bA}	0,29±0,01^{bcAB}	0,33±0,01^{aB}
C400	0,26±0,01^{bA}	0,28±0,01^{cAB}	0,29±0,03^{aB}
C1200	0,3±0,01^{bA}	0,32±0,004^{bcA}	0,36±0,002^{aA}
C2400	0,29±0,009^{bA}	0,31±0,004^{bA}	0,34±0,002^{aA}
REFERANS	-	0,34±0,01	0,35±0,02
B1000	0,28±0,02^{aA}	0,32±0,01^{aA}	0,33±0,01^{aA}
B3000	0,32±0,008^{abA}	0,33±0,03^{aA}	0,33±0,02^{aA}
B6000	0,3±0,003^{abA}	0,32±0,01^{aA}	0,34±0,01^{aA}
E1000	0,31±0,03^{abA}	0,34±0,02^{aA}	0,37±0,006^{abA}
E3000	0,35±0,03^{bA}	0,36±0,02^{aA}	0,38±0,01^{bA}
E6000	0,35±0,009^{bA}	0,35±0,004^{aA}	0,35±0,002^{abA}
REFERANS	-	0,34±0,01	0,35±0,02
MSU1000	0,31±0,01^{abA}	0,33±0,007^{abAB}	0,34±0,0007^{abB}
MSU3000	0,3±0,01^{abA}	0,32±0,02^{abA}	0,33±0,01^{aA}
MSU6000	0,34±0,006^{bA}	0,34±0,01^{abcA}	0,35±0,007^{abA}
MS1000	0,32±0,003^{abA}	0,33±0,01^{abA}	0,36±0,02^{abA}
MS3000	0,29±0,01^{aA}	0,31±0,03^{aA}	0,34±0,005^{aA}
MS6000	0,31±0,01^{abA}	0,33±0,005^{abAB}	0,35±0,01^{abB}
MİK1000	0,3±0,03^{abA}	0,36±0,01^{bcA}	0,36±0,04^{abA}
MİK3000	0,42±0,02^{cA}	0,44±0,01^{dA}	0,45±0,01^{cA}
MİK6000	0,34±0,01^{bA}	0,38±0,01^{cA}	0,4±0,04^{bcA}
REFERANS	-	0,34±0,01	0,35±0,02

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

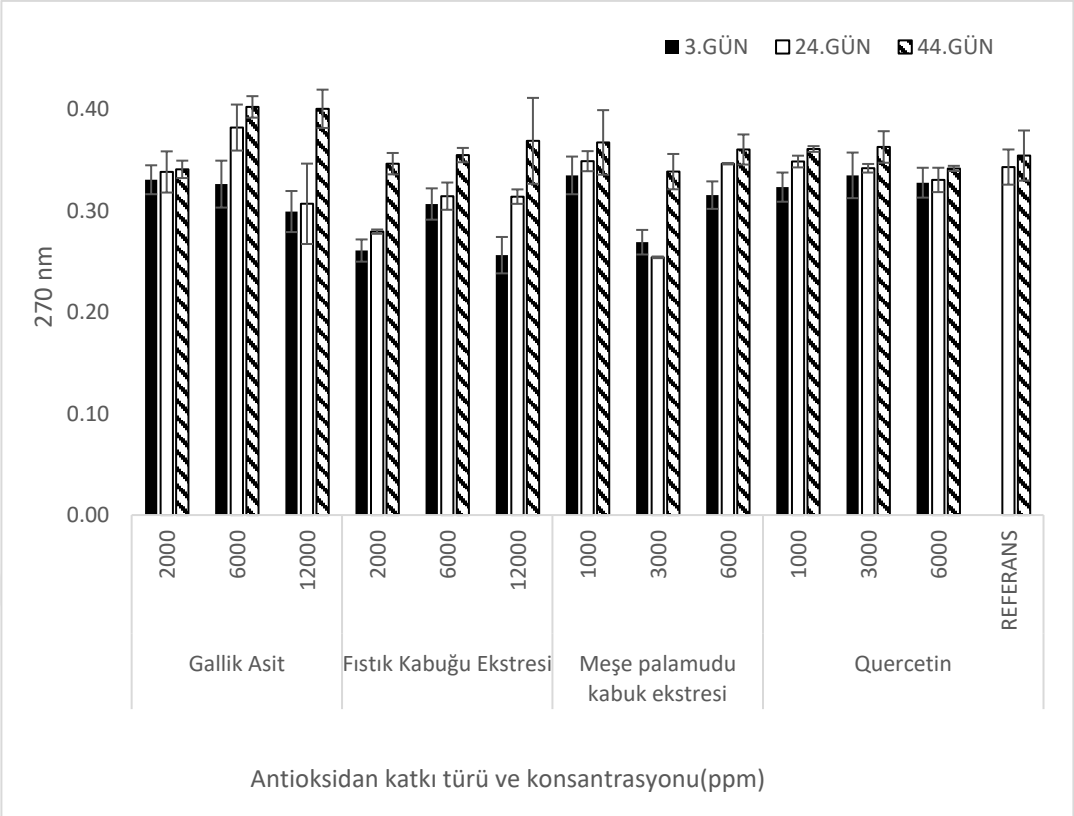
*UV ışığı soğurma tayini çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi elimizde mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği 270 nm dalga boyu ölçüm sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetinin (tanen grubu) bulunduğu yağ örneklerinin 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları Şekil 4.9.'da verilmiştir. Tanen grubu eklenen örneklerin UV absorbans değerleri gün geçtikçe artmaya devam ettiği için yağların maksimum peroksit değerine ulaştığı 24. gün sonuçları karşılaştırılmıştır.

Gallik asit ve FKE bulunan fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman en yüksek konsantrasyonda (12000 ppm) her iki örnek yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç göstermiştir. En düşük konsantrasyonda (2000 ppm) ise FKE eklenmiş yağ örneği 0,27±0,0002 abs/(g/L) değeri ile oksidasyona karşı daha iyi direnç göstermiştir.

Kuersetin ve MPKE bulunan fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman en yüksek (12000 ppm) ve en düşük konsantrasyonda (2000 ppm) her iki katkıda yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç göstermiştir. İstatiksel olarak bakıldığında da çok büyük farklılıklar tespit edilmemiştir ($p<0.05$).

Genel olarak tanen grubunda yer alan AKM'lerin eklendiği yağ numuneleri mukayese edildiğinde, FKE ile gallik asit eklenen yağlar kendi aralarında ve kuersetin ile de MPKE eklenen yağlar kendi arasında birbirlerine yakın oksidatif direnç göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman tüm tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı örneklerinin referansa yakın oksidatif direnç gösterdiği görülmüştür.



Şekil 4.9. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin bulunduran fındık yağı örneklerinin (tanen grubu) 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları

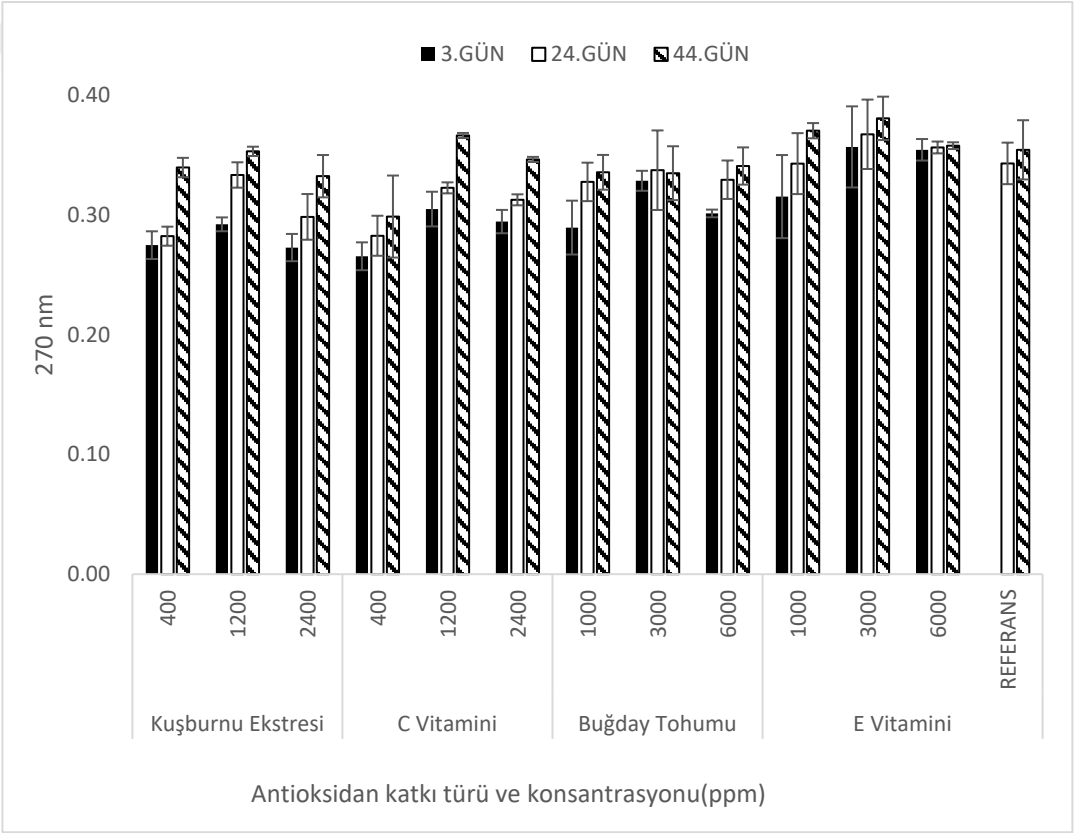
Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamininin (vitamin grubu) bulunduğu yağ örneklerinin 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları Şekil 4.10.'da verilmiştir. Vitamin grubu örneklerinin UV absorbans değerleri gün geçtikçe artmaya devam ettiği için yağların maksimum peroksit değerine ulaştığı 24. gün sonuçları karşılaştırılmıştır.

Kuşburnu ekstresi ve C vitamini bulunan fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman en yüksek konsantrasyonda (2400 ppm) kuşburnu ekstresi eklenmiş yağ örneği 0,29±0,01 abs/(g/L) değeri ile daha iyi oksidatif direnç gösterirken, en düşük konsantrasyonda (400 ppm) her iki örnek yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç göstermiştir.

Buğday tohumu ve E vitamini bulunan fındık yağı örneklerinin absorbans sonuçlarına bakıldığı zaman, en yüksek konsantrasyonda (6000 ppm) 0,32±0,01 abs/(g/L) değeri ile en düşük konsantrasyonda (1000 ppm) ise 0,32±0,01 abs/(g/L)

değeri ile buğday tohumu eklenmiş fındık yağı E vitamini eklenmiş olan fındık yağlarına göre oksidasyona karşı daha iyi direnç sağlamıştır.

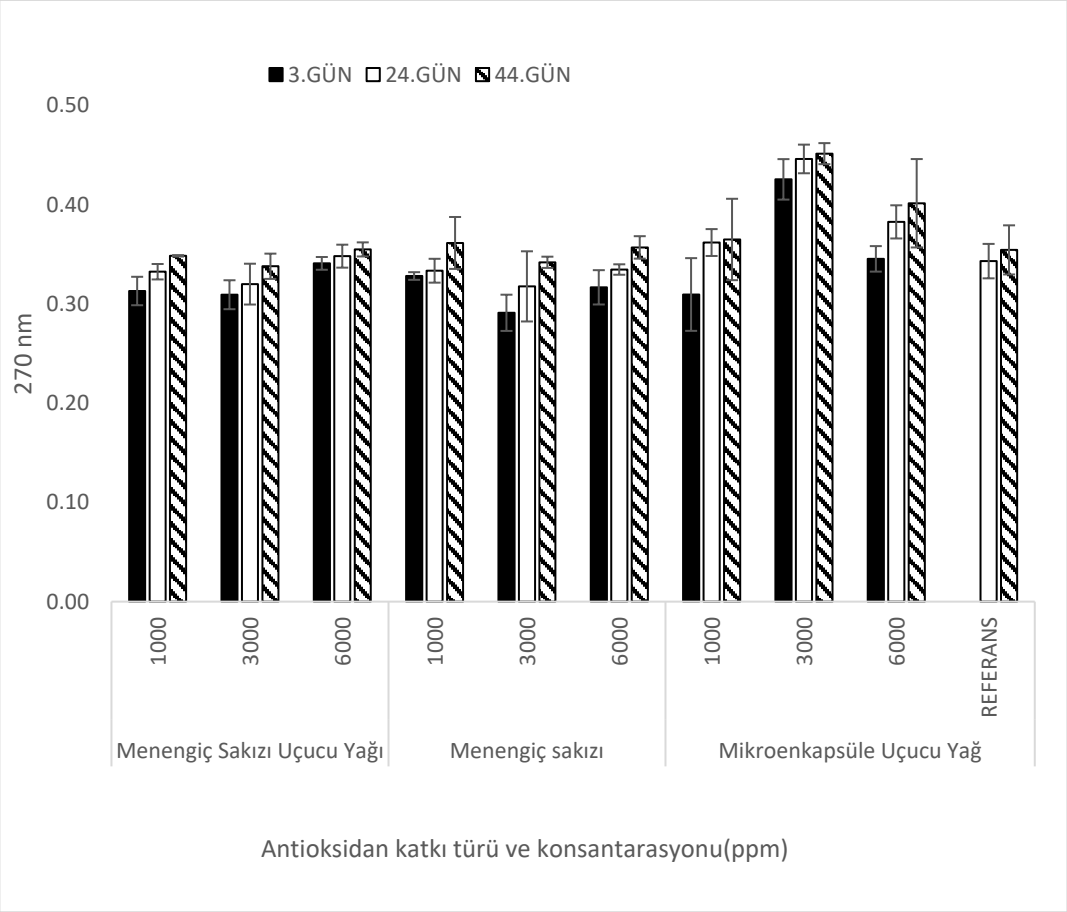
Genel olarak vitamin grubunda yer alan AKM'lerin eklendiği yağ numuneleri mukayese edildiğinde buğday tohumu eklenen yağlar E vitamini eklenen yağlara göre daha iyi oksidatif direnç sağlarken, kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenmiş yağ örnekleri birbirlerine yakın oksidatif direnç göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman tüm vitamin grubu AKM'leri eklenen fındık yağı örneklerinin referansa yakın oksidatif direnç gösterdiği görülmüştür.



Şekil 4.10. Kuşburnu, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları

MSU, MS ve MİK (sakız grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları Şekil 4.11.'de verilmiştir. Sakız grubu bulunduran örneklerin UV absorbans değerleri gün geçtikçe artmaya devam ettiği için yağların maksimum peroksit değerine ulaştığı 24. gün sonuçları

karşılaştırılmıştır. En yüksek (6000 ppm) ve en düşük (1000 ppm) konsantrasyonlar da sakız grubunda bulunan AKM'lerin eklendiği örnekler hem kendi aralarında hem de referansla karşılaştırıldığında tüm örneklerin yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç sağladığı görülmüştür.



Şekil 4.11. MSU, MS MİK (sakız grubu) bulunduran fındık yağı örneklerinin 270 nm dalga boyu absorbans ölçüm sonuçları

4.3.4. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarı analiz sonuçları

Fenolik bileşikler, yağların oksidasyona direnç sağlamalarında önemli rol oynayan ve yüksek antioksidan özellik gösteren maddelerdir. Bu yüzden hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan AKM eklenmiş fındık yağı örneklerine belirli aralıklar ile TFMM analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. AKM eklenmiş fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları

Numune/Gün	TFMM analizi		
	3.Gün	24.Gün	44.Gün
G2000	63,74±5,59^{bB}	52,42±2,10^{abA}	83,38±5,17^{cdC}
G6000	92,27±4,33^{dC}	55,05±3,31^{bA}	78,85±6,05^{bcB}
G12000	73,04±5,93^{bcA}	76,83±4,51^{cB}	90,25±4,69^{deC}
F2000	83,12±8,85^{cdB}	57,15±4,23^{bA}	70,08±3,29^{abAB}
F6000	88,81±9,31^{dB}	56,16±5,27^{bA}	98,98±4,11^{eB}
F12000	91,36±4,59^{dB}	45,70±4,54^{aA}	96,14±9,50^{eB}
REFERANS	35,74±5,66^{aA}	91,20±7,47^{dC}	62,46±2,56^{aB}
M1000	70,9±12,78^{bB}	50,60±0,87^{bA}	115,28±5,82^{dC}
M3000	83,7±8,79^{bcA}	80,45±1,74^{cA}	135,37±2,25^{eB}
M6000	103±13,37^{dA}	114,75±6,82^{eA}	144,59±3,95^{fB}
Q1000	78,27±1,74^{bB}	50,48±3,55^{bA}	52,04±3,95^{abA}
Q3000	75,72±6,49^{bC}	33,72±1,21^{aA}	48,67±5,61^{aB}
Q6000	97,78±8,15^{cdB}	52,95±5,11^{bA}	59,13±6,15^{bcA}
REFERANS	35,74±5,66^{aA}	91,20±7,47^{dCK}	62,46±2,56^{cB}
K400	85,19±4,75^{bcB}	46,40±0,37^{bA}	80,25±7,87^{bB}
K1200	88,81±12,45^{bcB}	59,04±3,99^{cA}	93,71±6,73^{cB}
K2400	88,81±9,12^{bcB}	53,53±0,32^{bcA}	118,74±3,47^{dC}
C400	75,31±9,12^{bB}	38,21±1,33^{aA}	73,00±3,41^{bB}
C1200	85,27±9,96^{bcB}	36,69±3,45^{aA}	92,72±5,44^{cB}
C2400	98,2±1,53^{cC}	47,06±4,91^{bA}	80,70±2,23^{bB}
REFERANS	35,74±5,66^{aA}	91,20±7,47^{dC}	62,46±2,56^{aB}
B1000	75,06±3,52^{bB}	45,87±2,34^{aA}	52,17±3,83^{bA}
B3000	86,34±8,00^{cdB}	63,86±3,34^{cA}	59,21±4,48^{bcA}
B6000	77,36±7,14^{bcA}	74,65±6,32^{dA}	81,03±8,35^{dA}
E1000	92,76±7,16^{dB}	47,76±5,39^{aA}	39,32±4,16^{aA}
E3000	79,88±0,25^{bcC}	57,31±1,17^{bcB}	37,47±0,56^{aA}
E6000	82,02±0,60^{bcC}	53,69±0,58^{abB}	40,7±4,28^{aA}
REFERANS	35,74±5,66^{aA}	91,20±7,47^{eC}	62,46±2,56^{cB}
MSU1000	70,32±10,81^{bcB}	46,57±4,62^{aA}	60,57±5,87^{bcAB}
MSU3000	58,26±7,54^{bA}	50,97±2,05^{abA}	55,87±4,33^{abcA}
MSU6000	69,67±4,88^{bcC}	59,37±4,90^{bB}	47,27±3,88^{aA}
MS1000	71,15±2,10^{bcB}	49,62±6,33^{abA}	56,20±3,35^{abcA}
MS3000	86,38±6,11^{dB}	73,41±8,68^{cA}	94,78±3,53^{dB}
MS6000	69,67±4,88^{bcA}	141,05±4,50^{eB}	170,98±15,80^{eC}
MİK1000	72,42±10,79^{cB}	52,04±3,28^{abA}	65,05±1,37^{cAB}
MİK3000	72,14±6,76^{cB}	47,72±4,52^{aA}	49,99±3,64^{abA}
MİK6000	64,64±6,84^{bcB}	71,85±6,13^{cB}	50,89±2,56^{abA}
REFERANS	35,74±5,66^{aA}	91,20±7,47^{dC}	62,46±2,56^{cB}

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları Şekil 4.12.'de verilmiştir.

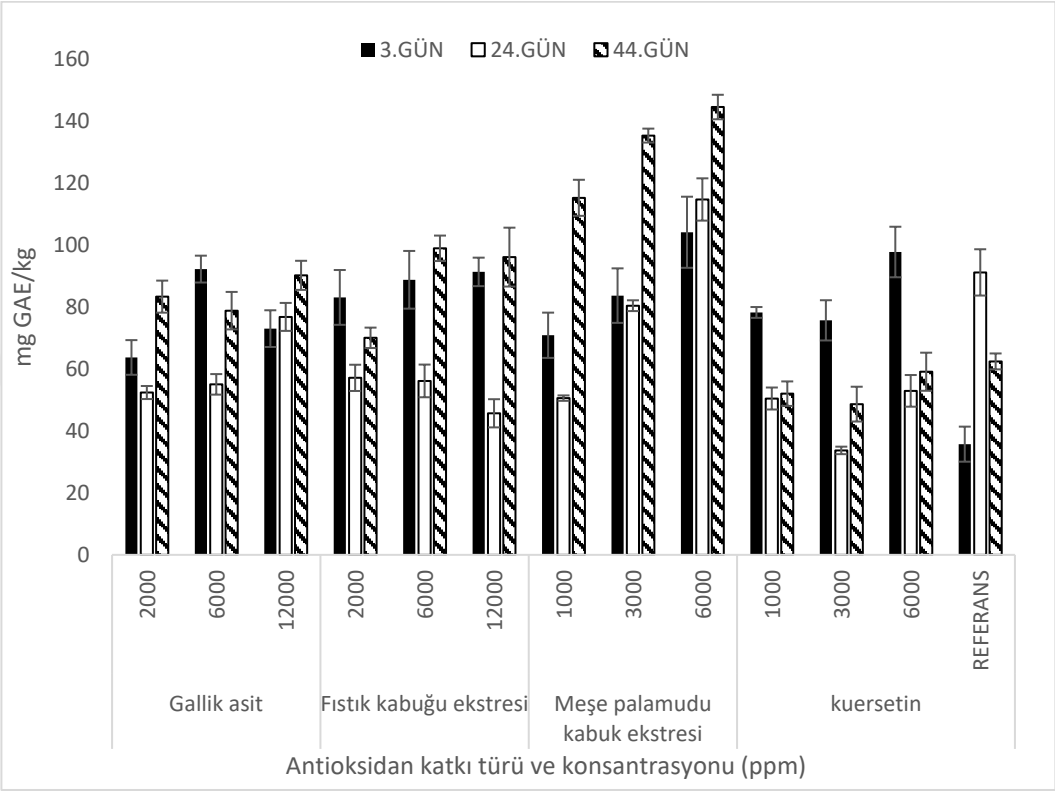
Gallik asit eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. Günde G6000 örneği 92,27±4,33 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği gösteren örnek olmuştur ($p<0.05$). Artajo ve ark., (2006) zeytinyağının oksidatif direncini arttırma üzerine yaptıkları bir çalışmada, AKM olarak aralarında gallik asitin de bulunduğu birçok fitokimyasal denemişlerdir. Çalışmanın sonucunda en iyi performansı gallik asitin gösterdiğini belirlemişlerdir. Gallik asit üzerine Kurtulbaş ve ark. (2018)'nın yaptığı farklı bir çalışmada ise bir litre pamuk yağına 200 mg gallik asit ilavesi sonucunda pamuk yağının raf ömrünün 46 günden 639 güne uzadığı tespit edilmiştir.

FKE eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında 44. Günde F6000 örneği 98,68±4,4 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği gösteren örnek olmuştur. Antep fıstığının yeşil kabukları üzerine Rajaei ve ark. (2010)'nın yaptığı bir çalışmada çözücü olarak su kullanılmış ve hiçbir bozucu etmene maruz bırakılmamış olan örnekte TFMM 49.32 mg GAE/kg olarak bulunmuştur.

MPKE eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 44. Günde M6000 örneği 144,59±3,95 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği gösteren örnek olmuştur. Kuersetin eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 3. Günde Q6000 örneği 97,78±8,15 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği gösteren örnek olmuştur.

Genel olarak tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri mukayese edildiğinde FKE eklenen örnekler gallik asit eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik gösterirken, kuersetin ile MPKE eklenen örneklerde ise M6000 örneği en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFMM'ye bağlı olarak tanen grubunda yer alan AKM'lerin ilave edildiği fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 4.12. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları

Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları Şekil 4.13.'de verilmiştir.

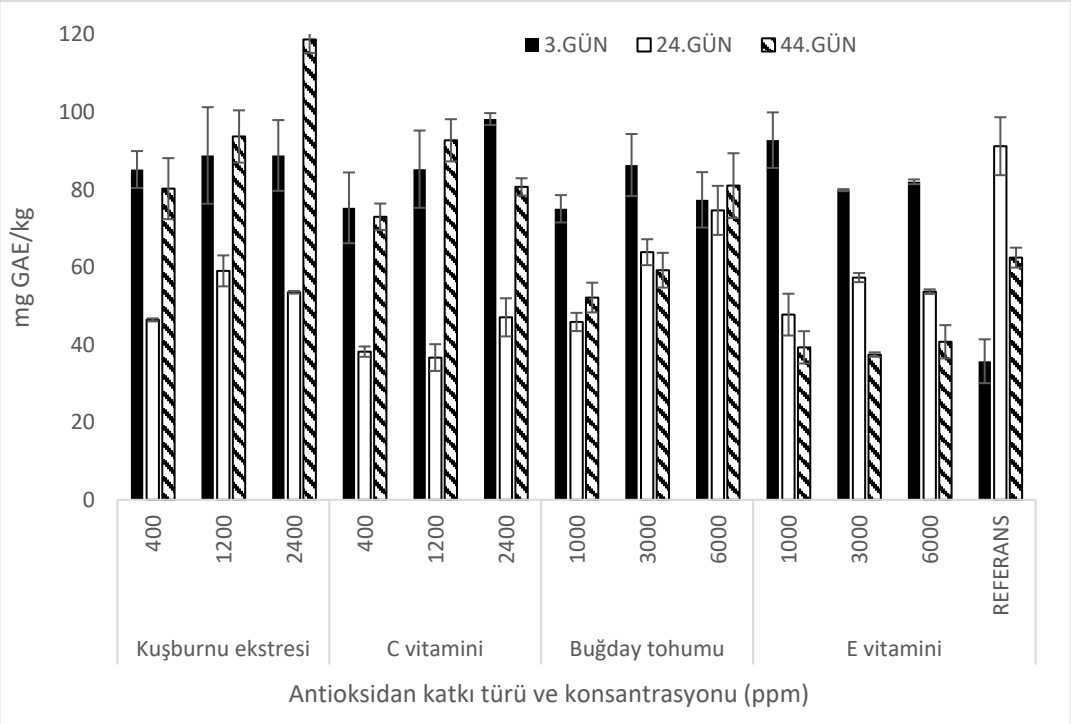
Kuşburnu ekstresi eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 44. günde K2400 örneği 118,74±3,47 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği gösteren örnek olmuştur. C vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 3. Günde C2400 örneği 98,2±1,53 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği gösteren örnek olmuştur.

Buğday tohumu eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. günde B3000 örneği 86,34±8,00 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği

gösteren örnek olmuştur. E vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 3. günde E1000 örneği 92,76±7,16 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özelliği gösteren örnek olmuştur.

Genel olarak vitamin grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri mukayese edildiğinde artan TFMM'ye bağlı olarak kuşburnu ekstresi eklenen örnekler C vitamini eklenenlere göre daha iyi antioksidan özellik gösterirken, buğday tohumu ile E vitamini eklenen örneklerde ise E1000 örneği en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

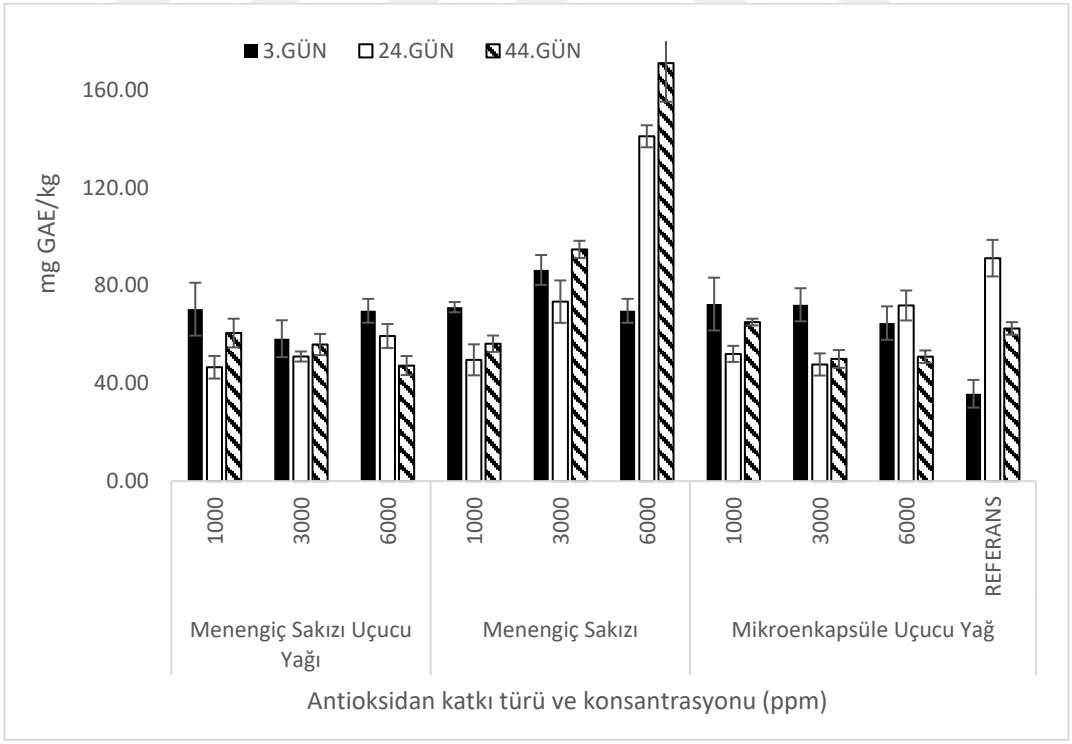
Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFMM'ye bağlı olarak vitamin grubunda yer alan AKM'lerin ilave edildiği fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 4.13. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları

MSU, MS ve MİK (sakız grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları Şekil 4.14.'de verilmiştir.

MSU eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. Günde MSU1000 örneği 70,32±10,81 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. MS eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında 44. Günde MS6000 örneği 170,98±15,80 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Çalışmada fındık yağına MS eklendikten sonra yağda oksidasyon oluşumuna karşı direnç artışı olmuştur. Menengiç meyvesi üzerine yapılan bir çalışmada, menengiç meyvesinden elde edilen ektraktların TFMM'si ortalama 510 mg GAE/kg örnek olarak bulunarak iyi bir fenolik madde olduğu görülmüştür (Kaçar, 2008). Doğal antioksidanların en önemli bölümünü fenolik maddelerin oluşturduğu bilinmektedir (Gray, 1978; Javonovic ve ark., 1984; Shahidi ve Wanasundara, 1992; Moure ve ark., 2001). MİK eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında 3. günde Mik1000 örneği 72,42±10,79 mg GAE/kg TFMM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Genel olarak artan TFMM'ye bakıldığında MS eklenen örnekler, hem MSU ve MİK eklenen örneklere göre hem de referans örneğe göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir.



Şekil 4.14. MSU, MS ve MİK (sakız grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFMM analiz sonuçları

4.3.5. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin toplam flavonoid madde miktarı analiz sonuçları

Harborne ve Mabry, (1982) yaptıkları bir çalışmada doğal AKM'lerin arasında flavonoid maddelerin önemli yere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu yüzden hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan AKM eklenmiş fındık yağı örneklerine belirli aralıklar ile TFM analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. AKM eklenen fındık yağı örneklerinin TFM tayini sonuçları

Numune/Gün	TFM tayini		
	3.Gün	24.Gün	44.Gün
G2000	$439,1\pm14,45^{bB}$	$518,97\pm46,92^{bC}$	$190\pm19,84^{aA}$
G6000	$605,7\pm68,68^{cB}$	$634,61\pm60,63^{cB}$	$220,3\pm18,35^{abA}$
G12000	$481,1\pm12,61^{bB}$	$784,66\pm12,61^{dC}$	$251,2\pm25,12^{bA}$
F2000	$734,4\pm20,64^{dB}$	$874,82\pm43,11^{eC}$	$408,8\pm44,87^{cA}$
F6000	$1168\pm80,61^{eC}$	$823,89\pm6,63^{deB}$	$625,7\pm38,64^{dA}$
F12000	$1377\pm106,95^{fC}$	$832,15\pm52,41^{deB}$	$188,6\pm12,44^{aA}$
REFERANS	$278,07\pm31,18^{aB}$	$241,59\pm29,94^{aB}$	$176,9\pm15,58^{aA}$
M1000	$629,1\pm27,31^{bA}$	$1057,9\pm67,55^{dC}$	$761,9\pm83,63^{cB}$
M3000	$684,2\pm40,26^{bA}$	$1098,5\pm25,81^{dB}$	$779,2\pm84,87^{cA}$
M6000	$1185\pm129,84^{dB}$	$1539\pm89,82^{eC}$	$841,1\pm81,72^{cA}$
Q1000	$735,1\pm72,13^{bcC}$	$362,73\pm39,39^{bB}$	$223,7\pm24,11^{abA}$
Q3000	$717,9\pm3,57^{bC}$	$419,17\pm29,94^{bcB}$	$241,6\pm20,05^{abA}$
Q6000	$834,2\pm20,37^{cC}$	$491,44\pm37,64^{cB}$	$289,8\pm13,74^{bA}$
REFERANS	$278,07\pm31,18^{Abk4}$	$241,59\pm29,94^{aB}$	$176,9\pm15,58^{aA}$
K400	$602,9\pm51,51^{bB}$	$676,59\pm10,92^{eC}$	$247,8\pm20,68^{bA}$
K1200	$886,5\pm23,93^{eA}$	$609,83\pm15,22^{dB}$	$513,5\pm48,38^{dA}$
K2400	$956,7\pm7,25^{fC}$	$770,2\pm64,02^{fB}$	$659,4\pm69,6^{eA}$
C400	$667,6\pm53,89^{dC}$	$378,56\pm39,52^{bB}$	$255,4\pm26,36^{bA}$
C1200	$660,1\pm25,79^{cdC}$	$395,77\pm27,08^{bcB}$	$274,6\pm11,74^{bA}$
C2400	$624,3\pm43,37^{bcA}$	$429,49\pm18,04^{cB}$	$344,1\pm37,56^{cA}$
REFERANS	$278,07\pm31,18^{aB}$	$241,59\pm29,94^{aB}$	$176,9\pm15,58^{aA}$
B1000	$869,3\pm74,8^{efC}$	$441,2\pm18,00^{bcdB}$	$331,1\pm30,65^{cA}$
B3000	$944,3\pm3,15^{fB}$	$503,83\pm41,73^{dA}$	$496,3\pm41,72^{dA}$
B6000	$767,4\pm82,9^{dA}$	$641,49\pm73,67^{eA}$	$639,43\pm56,59^{eA}$
E1000	$430,9\pm42,16^{bB}$	$419,17\pm44,87^{bcB}$	$261,5\pm22,99^{bA}$
E3000	$653,9\pm69,74^{cC}$	$368,24\pm34,2^{bB}$	$257,4\pm3,57^{bA}$
E6000	$827,3\pm35,82^{deA}$	$474,92\pm32,93^{cdB}$	$291,8\pm31,6^{bcA}$
REFERANS	$278,07\pm31,18^{aB}$	$241,59\pm29,94^{aB}$	$176,9\pm15,58^{aA}$

Çizelge 4.14 (devam)

MSU1000	553,4±47,73^{eB}	289,77±20,37^{abA}	273,9±8,26^{deA}
MSU3000	386,8±37,86^{cC}	322,81±30,08^{bcB}	227,1±18,62^{bcdA}
MSU6000	364,1±42,13^{bcB}	271,19±20,78^{aA}	256±26,94^{cdA}
MS1000	446,7±49,57^{dB}	457,71±27,08^{dB}	266,4±28,93^{deA}
MS3000	505,9±42,43^{eB}	481,12±26,94^{dB}	215,4±17,8^{abcA}
MS6000	350,3±3,57^{bcA}	437,75±33,38^{dB}	397,8±42,66^{fAB}
MİK1000	313,9±30,08^{abAB}	359,29±34,07^{cB}	261,5±27,93^{cdeA}
MİK3000	346,9±28,93^{bcA}	322,81±10,59^{bcA}	308,4±33,63^{eA}
MİK6000	316,6±5,19^{abC}	253,98±18,73^{aB}	200,3±19,84^{abA}
REFERANS	278,07±31,18^{aB}	241,59±29,94^{aB}	176,9±15,58^{aA}

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

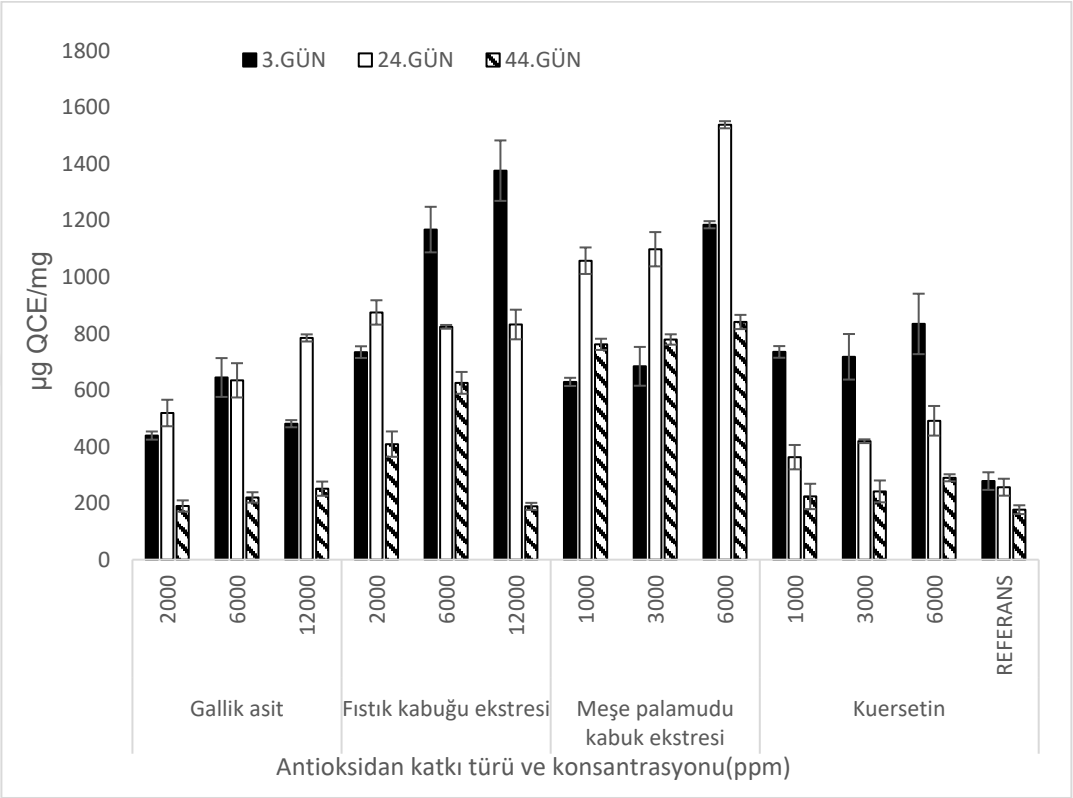
Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFM analiz sonuçları Şekil 4.15.'de verilmiştir.

Gallik asit eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 24. Günde G12000 örneği 784,66±12,61 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. İstatistiki olarak bakıldığı zamanda önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$). FKE eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 3. Günde F12000 örneği 1377±106,95 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

MPKE eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 24. Günde M6000 örneği 1539±89,82 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Kuersetin eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 3. Günde Q6000 örneği 834,2±20,37 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

Genel olarak tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri TFM açısından karşılaştırıldığında FKE eklenen örnekler gallik asit eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik gösterirken, MPKE eklenen örneklerde kuersetin eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir.

Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFM'ye bağlı olarak tanen grubunda yer alan AKM'lerin ilave edildiği fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 4.15. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetinin (tanen grubu) TFM analiz sonuçları

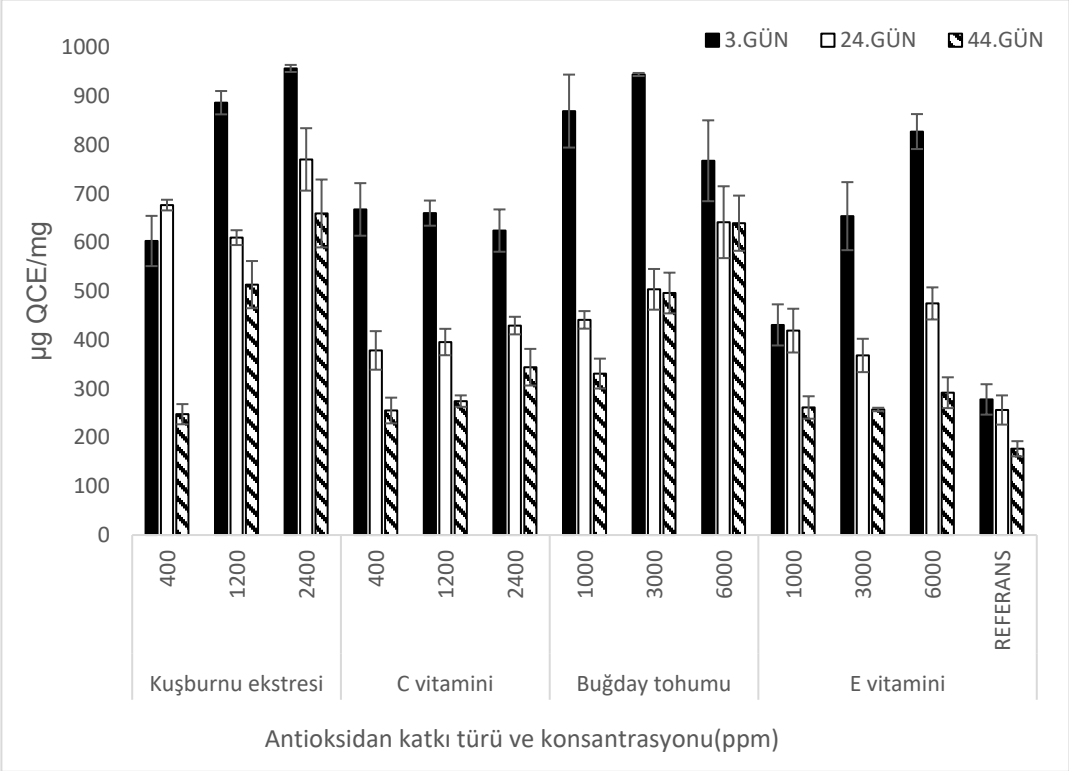
Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFM analiz sonuçları Şekil 4.16.'da verilmiştir.

Kuşburnu ekstresi eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. günde K2400 örneği 956,7±7,25 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. C vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 3. günde C400 örneği 667,6±53,89 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Bu örnekler istatistiki olarak değerlendirildiği zamanda önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$).

Buğday tohumu eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. günde B3000 örneği 944,3±3,15 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. E vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 3. günde E6000 örneği 827,3±35,82 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. İstatistiki açıdan değerlendirildiğinde de önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$).

Genel olarak tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri TFM açısından karşılaştırıldığında kuşburnu ekstresi eklenen örnekler C vitamini eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik gösterirken, buğday tohumu eklenen örnekler de E vitamini eklenenlere göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir.

Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFM'ye bağlı olarak vitamin grubunda yer alan AKM'lerin ilave edildiği fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin arttığı görülmüştür.

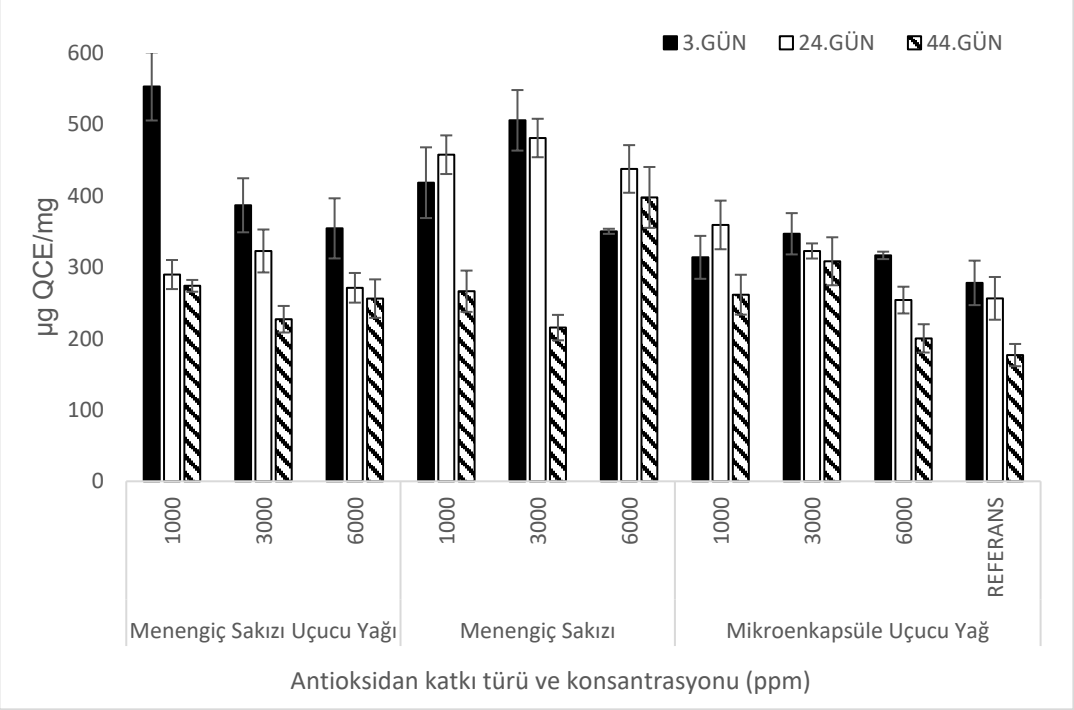


Şekil 4.16. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamininin (vitamin grubu) TFM analiz sonuçları

MSU, MS ve MİK (sakız grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin TFM analiz sonuçları Şekil 4.17.'de verilmiştir.

MSU eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. Günde MSU1000 örneği 553,4±47,73 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. MS eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığı zaman 3. Günde MS3000 örneği 505,9±42,43 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. MİK eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 24. günde MİK1000 örneği 359,29±34,07 µg QCE/mg TFM ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Tüm sakız grubu örneklerine ve bu örneklerin değişen konsantrasyonlarına bakıldığı zaman aralarında önemli derecede istatistiki fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Genel olarak sakız grubu AKM'leri eklenen fındık yağı örnekleri TFM açısından karşılaştırıldığında MSU eklenen örnekler hem diğer örneklere hem de referans örneğe göre daha iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. MSU eklenen örneklere en yakın TFM barındıran örnekler MS eklenen örnekler olmuştur.



Şekil 4.17. MSU, MS ve MİK eklenen (sakız grubu) örneklerin TFM analiz sonuçları

4.3.6. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları

AKM eklenerek hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan fındık yağı örneklerine antioksidan aktiviteleri tespit etmek için DPPH kullanılarak antioksidan madde analizi uygulanmıştır.

Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları Çizelge 4.15. ve Şekil 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. DPPH ile antioksidan madde analizinin tanen grubu sonuçları

Konsantrasyon	Örnek	3. Gün	24. Gün	44. Gün
25 ppm	**G2000**	98,12±5,45^{efA}	95,41±0,22^{eA}	95,48±0,8^{eA}
	G6000	76,51±4,17^{aA}	91,53±0,74^{deB}	97,09±0,28^{eC}
	G12000	80,42±5,25^{bcA}	82,17±5,05^{abA}	95,9±0,23^{eB}
	F2000	87,03±9,33^{bcdeA}	87,44±6,21^{abcA}	95,57±0,79^{eA}
	F6000	90,14±10,11^{cdefA}	90,27±0,15^{cdeA}	94,53±0,6^{eA}
	F12000	76,52±0,50^{bA}	78,38±3,39^{aA}	93,85±0,81^{eB}
	M1000	87,57±10,36^{cdeC}	83,02±5,69^{abAB}	69,24±6,37^{bcA}
	M3000	99,83±1,72^{fC}	90,07±3,12^{cdeB}	64,85±1,93^{bA}
	M6000	99,66±2,83^{fC}	82,05±5,83^{abB}	52,15±6,19^{aA}
	Q1000	93,1±6,43^{defB}	91,73±2,13^{deB}	71,89±2,84^{cC}
	Q3000	86,4±1,49^{bcdA}	94,16±2,08^{eB}	87,71±1,43^{dA}
	Q6000	97,92±5,12^{efB}	86,2±3,88^{bcdA}	84,2±0,43^{dA}
	REFERANS	76,43±4,05^{bB}	82,62±3,26^{abC}	66,42±0,49^{bA}
50 ppm	**G2000**	89,19±5,65^{cdA}	93,94±1,68^{deAB}	97,26±0,27^{gB}
	G6000	83,89±3,86^{aA}	90,24±0,14^{bcdeB}	92,96±1,31^{efB}
	G12000	85,7±10,11^{bcA}	90,06±7,1^{abA}	96,08±0,23^{gA}
	F2000	85,45±3,51^{aA}	88,43±4,07^{bcdB}	95,96±1,17^{gC}
	F6000	97,88±1,02^{efB}	96,35±0,54^{eAB}	95,51±1,45^{fgA}
	F12000	81,26±3,46^{bA}	84,74±7,67^{aA}	96,37±0,69^{gB}
	M1000	99,87±2,56^{fC}	83,07±3,47^{abB}	72,75±1,69^{cA}
	M3000	99,58±0,64^{fA}	87,81±2,99^{bcdB}	60,64±2,32^{aA}
	M6000	97,09±1,3^{efB}	91,68±3,48^{cdeB}	58,8±4,09^{aA}
	Q1000	90,27±6,57^{cdeB}	88,11±3,16^{bcdB}	77,5±0,72^{dA}
	Q3000	95,13±0,87^{defB}	93,39±1,09^{deAB}	92,04±1,87^{eA}
	Q6000	86,52±1,12^{bcA}	92,92±3,04^{deB}	91,12±1,42^{eB}
	REFERANS	83,09±2,85^{bcB}	84,67±3,33^{abcB}	69,39±0,53^{bA}

Çizelge 4.15. (devam)

75 ppm	**G2000**	84,16±2,59^{cB}	94,34±1,55^{dB}	**96,94±0,59^{gA}**
	G6000	82,87±8,35^{cA}	88,4±4,39^{bcdA}	**91,83±2,29^{fA}**
	G12000	82,33±2,51^{cA}	90,63±4,56^{aA}	**94,62±0,31^{fgB}**
	F2000	84,67±6,49^{abA}	84,93±2,83^{abcB}	**94,12±0,49^{fgC}**
	F6000	91,31±5,32^{dA}	92,26±1,15^{cdA}	**96,85±0,27^{gA}**
	F12000	82,37±2,1^{cA}	91,77±6,99^{abcA}	**95,13±0,66^{gB}**
	M1000	**99,7±1,9^{eC}**	82,97±5,68^{abB}	73,67±2,37^{cA}
	M3000	**99,41±0,40^{eC}**	89,82±4,17^{bcdB}	65,39±2,86^{bA}
	M6000	**99,45±1,81^{eC}**	90,04±6,36^{bcdB}	62,54±2,05^{aA}
	Q1000	91,98±3,34^{aA}	**92,08±3,18^{cdC}**	76,69±1,03^{dB}
	Q3000	**91,72±0,68^{dA}**	89,12±2,95^{bcdA}	88,31±2,27^{cA}
	Q6000	91,25±5,84^{dA}	91,26±4,14^{cdA}	**94±0,71^{fgA}**
	REFERANS	79,66±0,13^{bcB}	**87,4±0,21^{abcdC}**	71,14±0,96^{cA}

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

Gallik asit eklenen örnekler (75 ppm) kendi arasında mukayese edildiği zaman 44. Günde G2000 örneği 96,94±0,59 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. FKE eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 44. Günde F6000 örneği 96,85±0,71 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

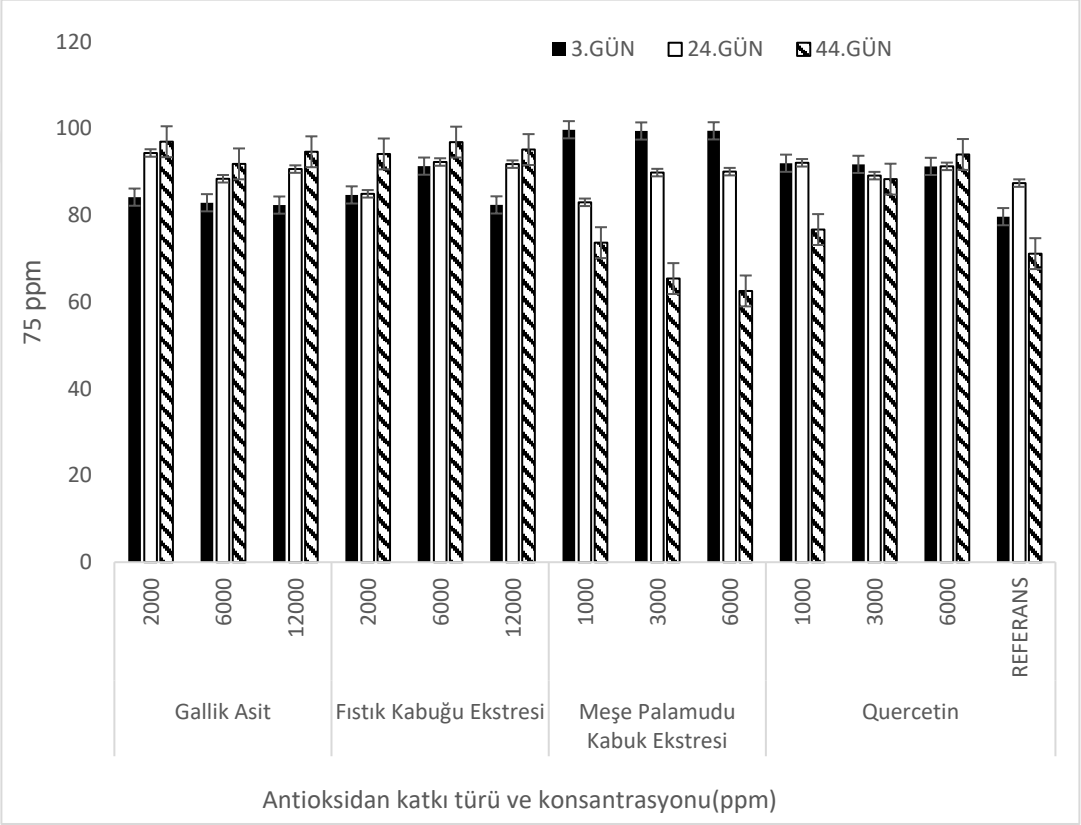
MPKE eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. Günde M1000 örneği 99,7±1,9 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Kuersetin eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 44. Günde Q6000 örneği 94±0,71 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

AKM eklenen fındık yağı örneklerine yapılan DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları genel olarak mukayese edildiğinde FKE eklenen örnekler ile gallik asit eklenen örnekler aynı oranda antitoksidan özellik gösterirken, MPKE eklenen örnekler kuersetin eklenenlere göre daha fazla antioksidan özellik göstermiştir.

Pamuk yağı üzerinde yapılan benzer bir çalışmada metanol ile ektrakte edilmiş yulafı %0.03 oranında pamuk yağına ekleyerek 30°C aydınlıkta ve 60°C karanlıkta

oksidasyonu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak her iki sıcaklık derecesinde de karanlıkta daha iyi antioksidan etkilerinin olduğunu, konsantrasyon arttıkça etkininde arttığını ayrıca karanlıkta 60°C'de sentetik bir antioksidan olan tersiyer bütil hidrokinondan (TBHQ) daha güçlü olduğu tespit edilmiştir (Tian ve White, 1994).

Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman AKM eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 4.18. Gallik asit, FKE, MPKE ve kuersetin (tanen grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları

Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları Çizelge 4.16.'da ve Şekil 4.19.'da verilmiştir.

Kuşburnu ekstresi eklenen örnekler (75 ppm) kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. Günde K2400 örneği 92,76±2,7 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren

örnek olmuştur. C vitamini örnekleri kendi arasında karşılaştırıldığında ise 24. Günde C1200 örneği 88,45±4,21 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

Buğday tohumu eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. Günde B3000 örneği 92,17±1,19 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. E vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 24. Günde E6000 örneği 96,1±0,78 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

AKM eklenen fındık yağı örneklerine yapılan DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları genel olarak mukayese edildiğinde kuşburnu ekstresi eklenen örnekler C vitamini eklenenlere göre daha iyi antitoksidan özellik gösterirken, E vitamini eklenen örneklerde buğday tohumu eklenenlerden daha fazla antioksidan özellik göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman AKM eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.

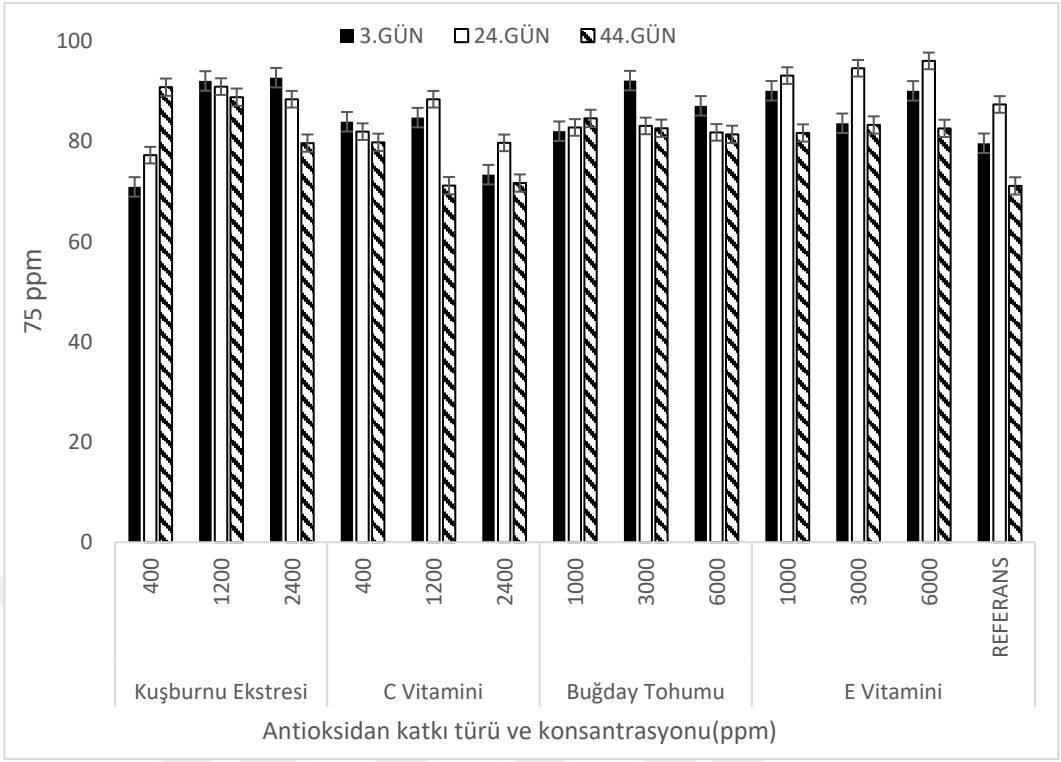
Saldamlı (1985) antioksidanlar üzerine yaptığı bir çalışmada E vitaminin yağları havanın oksijeninin bozucu etkisine karşı koruduğunu belirtmiştir. Yağlar üzerinde doğal antioksidan maddelerin incelendiği bir çalışmada biberiye ve adaçayının kolza yağı üzerinde çok güçlü antioksidan etkisi olduğu tespit edilmiştir (Korczak ve ark., 1990; Takacsova ve ark., 1995).

Çeşitli baharatların etanol ekstraktlarının 60°C'de kolza yağı üzerindeki antioksidan özelliklerinin incelendiği başka bir çalışmada ise sırasıyla yenibahar, karanfil ve hindistan cevizinin güçlü antioksidan özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Nguyen ve ark., 2000a; Nguyen ve ark., 2000b).

Çizelge 4.16. DPPH ile antioksidan madde analizinin vitamin grubu sonuçları

Konsantrasyon	Örnek	3. Gün	24. Gün	44. Gün
25 ppm	**K400**	95,92±1,18^{efB}	88,83±1,10^{cdA}	87,44±0,38^{cdA}
	K1200	93,14±6,24^{defA}	90,34±1,83^{deA}	88,78±0,81^{dA}
	K2400	97,67±3,06^{fB}	81,29±2,57^{abA}	78,83±1,03^{bA}
	C400	88,73±2,49^{cdA}	87,71±2,83^{bcdA}	80,05±7,66^{bA}
	C1200	90,89±2,7^{deB}	87,76±2,3^{bcdB}	63,99±4,32^{aA}
	C2400	93,84±4,28^{defC}	79,94±4,95^{aB}	64,55±2,14^{aA}
	B1000	90,16±2,23^{deB}	82,65±1,53^{abcA}	81,12±0,94^{bA}
	B3000	76,59±1,08^{aA}	77,95±6,15^{aA}	80,97±1,11^{bA}
	B6000	80,9±3,02^{abA}	81,95±6,03^{abcA}	81,95±3,13^{bA}
	E1000	83,5±6,99^{bcAB}	91,78±4,01^{deB}	81,77±0,89^{bA}
	E3000	82,72±3,03^{abcA}	88,08±5,16^{bcdA}	83,64±1,3^{bcA}
	E6000	90,2±2,44^{deB}	95,63±1,14^{eC}	82,13±0,99^{bA}
	REFERANS	76,43±4,05^{aB}	82,62±3,26^{abcC}	66,42±0,49^{aA}
50 ppm	**K400**	93,8±4^{cdA}	90,05±2,28^{bcA}	89,43±1,35^{cA}
	K1200	95,96±1,93^{dA}	93,55±3,90^{cA}	90,29±2,1^{cA}
	K2400	93,76±4,08^{cdB}	85,28±6,62^{abAB}	81,35±3,28^{bA}
	C400	96,96±1,49^{dB}	84,85±4,03^{abA}	81,77±1,39^{bA}
	C1200	84,28±1,81^{abB}	91,26±1,25^{bcC}	69,84±1,6^{aA}
	C2400	80,5±9,51^{aA}	83,22±3,79^{abA}	71,44±3,13^{aA}
	B1000	89,36±3,73^{bcdA}	81,88±7,99^{aA}	81,3±2,03^{bA}
	B3000	83,24±3,07^{abA}	81,11±5,15^{aA}	80,94±0,3^{bA}
	B6000	83,65±0,19^{abB}	84,73±0,85^{abB}	81,47±0,55^{bA}
	E1000	85,1±4,82^{abA}	94,19±3,77^{cB}	81,59±0,8^{bA}
	E3000	79,55±6,46^{aA}	95,13±0,55^{cB}	82,42±2,83^{bA}
	E6000	86,26±3,66^{abcA}	92,97±4,18^{cB}	81,21±0,15^{bA}
	REFERANS	83,09±2,85^{abB}	84,67±3,33^{abB}	69,39±0,53^{aA}
75 ppm	**K400**	70,94±3,02^{aA}	77,28±4,01^{aB}	**90,85±1,69^{dC}**
	K1200	**92,1±2,89^{eA}**	90,97±4,42^{cdeA}	88,86±1,39^{cdA}
	K2400	**92,76±2,7^{eB}**	88,45±1,03^{bcdAB}	79,69±9,27^{bA}
	C400	**83,95±2,51^{bcA}**	81,98±3,36^{abA}	79,85±2,84^{bA}
	C1200	84,78±1,79^{bcdB}	**88,45±4,21^{bcdB}**	71,2±4,45^{aA}
	C2400	73,39±2,81^{aAB}	**79,74±5,06^{aB}**	71,71±2,05^{aA}
	B1000	82,07±0,78^{bcA}	82,82±1,09^{abA}	**84,62±2,42^{bcA}**
	B3000	**92,17±1,19^{eB}**	83,12±5,31^{abA}	82,66±1,49^{bA}
	B6000	**87,13±0,62^{cdeA}**	81,83±7,17^{abA}	81,44±0,49^{bA}
	E1000	90,14±3,77^{deB}	**93,17±3,22^{cdeB}**	81,71±1,07^{bA}
	E3000	83,65±8,54^{bcA}	**94,63±1,58^{deB}**	83,31±0,82^{bcA}
	E6000	90,12±0,53^{deB}	**96,1±0,78^{eC}**	82,63±0,4^{bA}
	REFERANS	79,66±0,13^{bB}	**87,4±0,21^{bcC}**	71,14±0,96^{aA}

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).



Şekil 4.19. Kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu ve E vitamini (vitamin grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları

MSU, MS ve MİK (sakız grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları Çizelge 4.17.'de ve Şekil 4.20.'de verilmiştir.

MSU eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 24. Günde MSU3000 örneği 91,21±1,34 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. MS eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 24. Günde MS1000 örneği 90,69±0,93 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. MİK eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 44. günde MİK1000 örneği 96,91±0,35 ppm ile en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur.

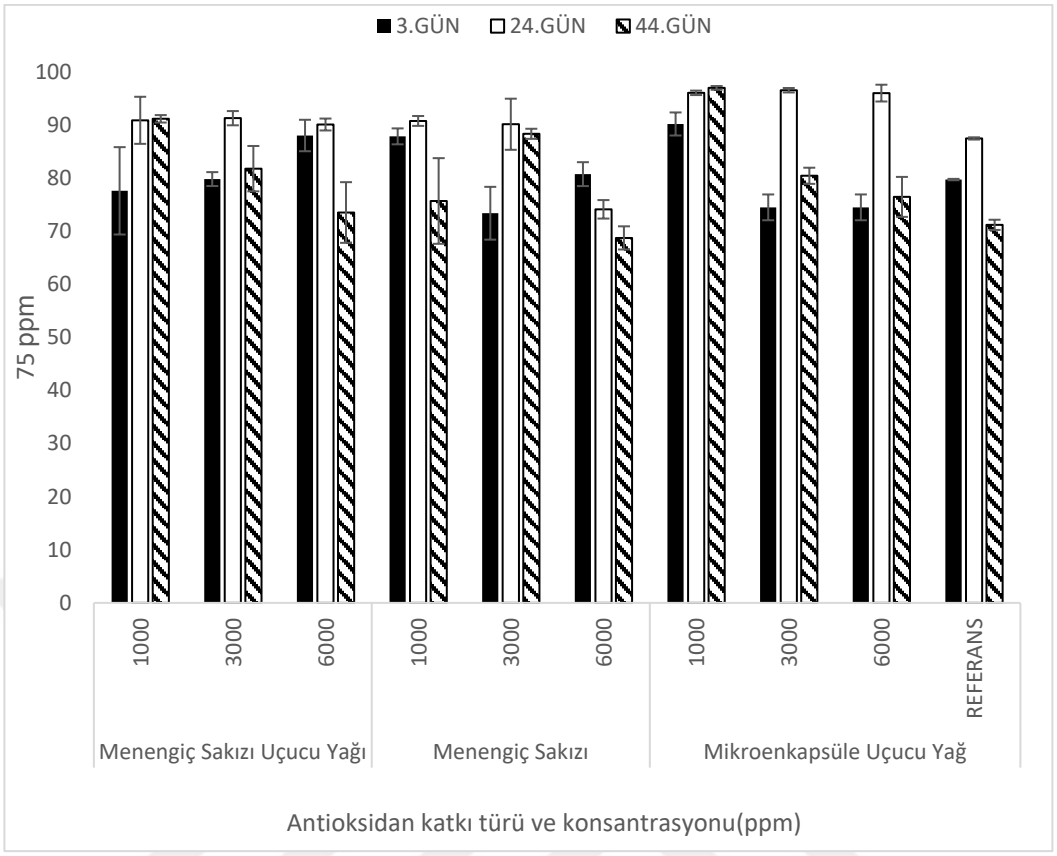
AKM eklenen fındık yağı örneklerine yapılan DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları genel olarak mukayese edildiğinde MİK eklenen örnekler, hem MSU ve MS eklenen örneklere hem de referans örneğe göre daha iyi oksidatif direnç sağlamıştır. MSU ve MS eklenen örnekler ise aynı oranlarda antioksidan aktivite göstermiştir.

Türkiye'de yetiştirilmiş olan 31 çeşit aromatik bitkinin Ayçiçek yağındaki antioksidan etkisinin incelendiği yapılan çalışmaya benzer bir araştırmada, başta biberiye olmak üzere sırasıyla adaçayı, sumak ve kekik bitkilerinin güçlü antioksidan etkiye sahip olduğu görülmüştür (Akgül ve Ayar, 1993).

Çizelge 4.17. DPPH ile antioksidan madde analizinin sakız grubu sonuçları

Konsantrasyon	Örnek	3. Gün	24. Gün	44. Gün
25 ppm	**MSU1000**	82,11±3,26^{cB}	89,69±0,72^{bC}	69,99±1,73^{bA}
	MSU3000	91,29±0,33^{dB}	88,75±2,45^{bB}	80,35±3,6^{cA}
	MSU6000	76,89±3,07^{bcA}	91,16±1,19^{bcdC}	81,32±1,65^{cB}
	MS1000	74,97±0,99^{bcB}	90,32±3,61^{bcC}	68,95±0,13^{abA}
	MS3000	77,54±8,74^{bcA}	91,71±2,6^{bcdB}	84,68±1,89^{dAB}
	MS6000	76,65±0,3^{aA}	94,48±2,47^{cdC}	85,15±0,2^{dB}
	MİK1000	76,63±0,67^{bcA}	95,36±1,38^{dC}	88,27±0,8^{eB}
	MİK3000	73,31±8,6^{bA}	92,17±1,97^{bcdB}	82,42±1,68^{cdAB}
	MİK6000	79,34±0,5^{bcB}	89,13±1,29^{bC}	71,44±0,4^{bA}
	REFERANS	76,43±4,05^{bcB}	82,62±3,26^{aC}	66,42±0,49^{aA}
50 ppm	**MSU1000**	77,93±3,41^{abcB}	88,33±1,25^{bcC}	66,1±7,91^{aA}
	MSU3000	85,85±2,02^{bcB}	91,23±1,01^{cdC}	80,43±3,7^{cdA}
	MSU6000	77,17±1,9^{abA}	89,35±1,97^{bcC}	83,19±1,51^{cdeB}
	MS1000	70,44±1,47^{aA}	86,54±1,63^{abB}	72,51±3,77^{abA}
	MS3000	78,78±9,33^{abcA}	93,47±0,44^{deB}	88,33±1,23^{efAB}
	MS6000	82,33±8,15^{bcA}	**95,35±1,6^{eB}**	86,01±2,31^{deAB}
	MİK1000	87,76±9,2^{cA}	95,39±1,32^{eA}	94,33±0,75^{fA}
	MİK3000	80,75±3,8^{bcA}	93,85±2,09^{deB}	80,08±8,47^{cdA}
	MİK6000	80,75±3,8^{bcA}	94,56±2,18^{deB}	77,82±0,71^{bcA}
	REFERANS	83,09±2,85^{bcB}	84,67±3,33^{aB}	69,39±0,53^{aA}
75 ppm	**MSU1000**	77,54±8,22^{bcA}	90,81±4,43^{aB}	**91,09±0,7^{deB}**
	MSU3000	79,75±1,31^{bcA}	**91,21±1,34^{aB}**	81,71±4,27^{cA}
	MSU6000	87,95±2,96^{dB}	**90,02±1,12^{aB}**	73,46±5,71^{abA}
	MS1000	87,79±1,5^{aA}	**90,69±0,93^{aB}**	75,63±8,06^{bcA}
	MS3000	73,32±4,97^{bA}	**90,07±4,81^{aB}**	88,27±0,95^{dB}
	MS6000	**80,68±2,25^{cB}**	74,06±1,74^{bC}	68,68±2,18^{aA}
	MİK1000	90,12±2,17^{dA}	95,98±0,42^{bB}	**96,91±0,35^{eB}**
	MİK3000	74,43±2,43^{bcA}	**96,47±0,42^{bC}**	80,37±1,52^{cB}
	MİK6000	74,43±2,43^{bcA}	**95,93±1,58^{bB}**	76,4±3,76^{bcA}
	REFERANS	79,66±0,13^{bcB}	**87,4±0,21^{aC}**	71,14±0,96^{abA}

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).



Şekil 4.20. MSU, MS ve MİK (sakız grubu) eklenen fındık yağı örneklerinin DPPH ile antioksidan madde analiz sonuçları

4.3.7. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin GC-FID ile yağ asidi tayin sonuçları

Yaşlandırma cihazına bırakılan AKM eklenmiş fındık yağı örneklerine belirli aralıklarla GC-FID cihazı kullanılarak yağ asidi tayini uygulanmıştır. Analiz sonuçları toplam doymamış, toplam tekli doymamış, toplam çoklu doymamış ve toplam doymuş yağ asidi miktarları şeklinde gruplandırılarak Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. GC-FID ile yağ asidi tayini sonuçları

ÖRN/GÜN	Toplam Doymamış			Toplam Tekli Doymamış			Toplam Çoklu Doymamış			Toplam Doymuş		
	3	24	44	3	24	44	3	24	44	3	24	44
G2000	**91,44**	92,44	91,61	0,29	0,42	0,36	91,16	91,45	91,25	8,84	8,55	8,75
G6000	91,46	92,47	91,54	0,28	0,43	0,34	91,18	91,46	91,20	8,82	8,55	8,80
G12000	91,54	92,24	91,42	0,28	0,32	0,35	91,25	91,45	91,06	8,75	8,55	8,94
F2000	91,82	92,33	91,48	0,28	0,39	0,36	91,54	91,40	91,12	8,46	8,60	8,88
F6000	91,76	92,14	91,54	0,28	0,26	0,32	91,48	91,54	91,23	8,52	8,46	8,78
F12000	91,69	91,87	91,51	0,31	0,28	0,34	91,38	91,33	91,17	8,62	8,67	8,83
M1000	91,79	92,03	91,65	0,29	0,27	0,46	91,50	91,32	91,19	8,50	8,68	8,81
M3000	91,73	93,68	91,59	0,28	0,41	0,31	91,44	91,53	91,28	8,56	8,47	8,72
M6000	91,74	-	91,53	0,29	-	0,31	91,45	-	91,23	8,55	-	8,77
Q1000	91,67	92,76	91,62	0,27	0,36	0,30	91,40	91,43	91,32	8,60	8,57	8,68
Q3000	91,48	92,59	91,58	0,30	0,43	0,31	91,18	91,22	91,27	8,82	8,78	8,73
Q6000	91,70	93,17	91,63	0,29	0,39	0,31	91,41	91,49	91,33	8,59	8,51	8,68
K400	91,81	92,07	90,47	0,27	0,27	0,35	91,54	91,45	90,13	8,46	8,55	9,87
K1200	**92,57**	**94,89**	**90,34**	0,28	0,45	0,39	92,28	93,84	89,95	7,72	6,16	10,05
K2400	91,63	91,98	91,52	0,27	0,25	0,38	91,36	91,38	91,14	8,36	8,62	8,86
C400	91,75	92,40	91,52	0,29	0,45	0,36	91,45	91,33	91,16	8,55	8,67	8,84
C1200	91,71	92,26	91,61	0,29	0,29	0,32	91,42	91,52	91,29	8,58	8,48	8,71
C2400	91,66	**91,77**	91,55	0,31	0,22	0,31	91,35	91,22	91,24	8,65	8,78	8,76
B1000	91,88	93,70	91,71	0,27	0,38	0,30	91,61	93,00	91,41	8,39	7,00	8,59
B3000	91,80	93,93	91,75	0,27	0,24	0,28	91,53	91,06	91,47	8,47	8,94	8,53
B6000	91,79	93,57	91,60	0,28	0,23	0,30	91,50	90,96	91,30	8,50	9,04	8,70
E1000	91,77	92,41	91,71	0,28	0,38	0,34	91,48	91,43	91,37	8,52	8,57	8,63
E3000	91,74	92,62	91,58	0,31	0,42	0,30	91,43	91,38	91,28	8,57	8,63	8,72
E6000	91,64	92,29	91,67	0,30	0,34	0,31	91,34	91,46	91,37	8,66	8,54	8,63
MSU1000	91,59	92,31	**92,56**	0,33	0,38	0,27	91,27	91,36	92,29	8,73	8,64	7,71
MSU3000	91,67	92,21	91,69	0,31	0,31	0,27	91,36	91,40	91,42	8,64	8,61	8,58
MSU6000	91,66	91,31	91,73	0,30	0,30	0,27	91,36	90,75	91,47	8,64	9,25	8,53
MS1000	91,69	93,55	91,85	0,31	0,47	0,41	91,38	91,35	91,44	8,62	8,65	8,56
MS3000	91,74	92,51	91,85	0,32	0,47	0,42	91,43	91,53	91,43	8,57	8,48	8,57
MS6000	91,52	92,51	91,85	0,31	0,18	0,43	91,21	91,44	91,43	8,79	8,56	8,57
MİK1000	91,71	94,73	91,70	0,35	0,38	0,27	91,36	93,81	91,43	8,64	6,19	8,58
MİK3000	91,62	92,28	91,76	0,32	0,33	0,28	91,29	91,49	91,47	8,71	8,51	8,53
MİK6000	91,68	92,21	91,47	0,31	0,43	0,27	91,37	91,20	91,21	8,63	8,80	8,80
REFERANS	91,63	**92,37**	90,88	0,30	0,42	0,79	91,33	91,33	90,09	8,67	8,67	9,91

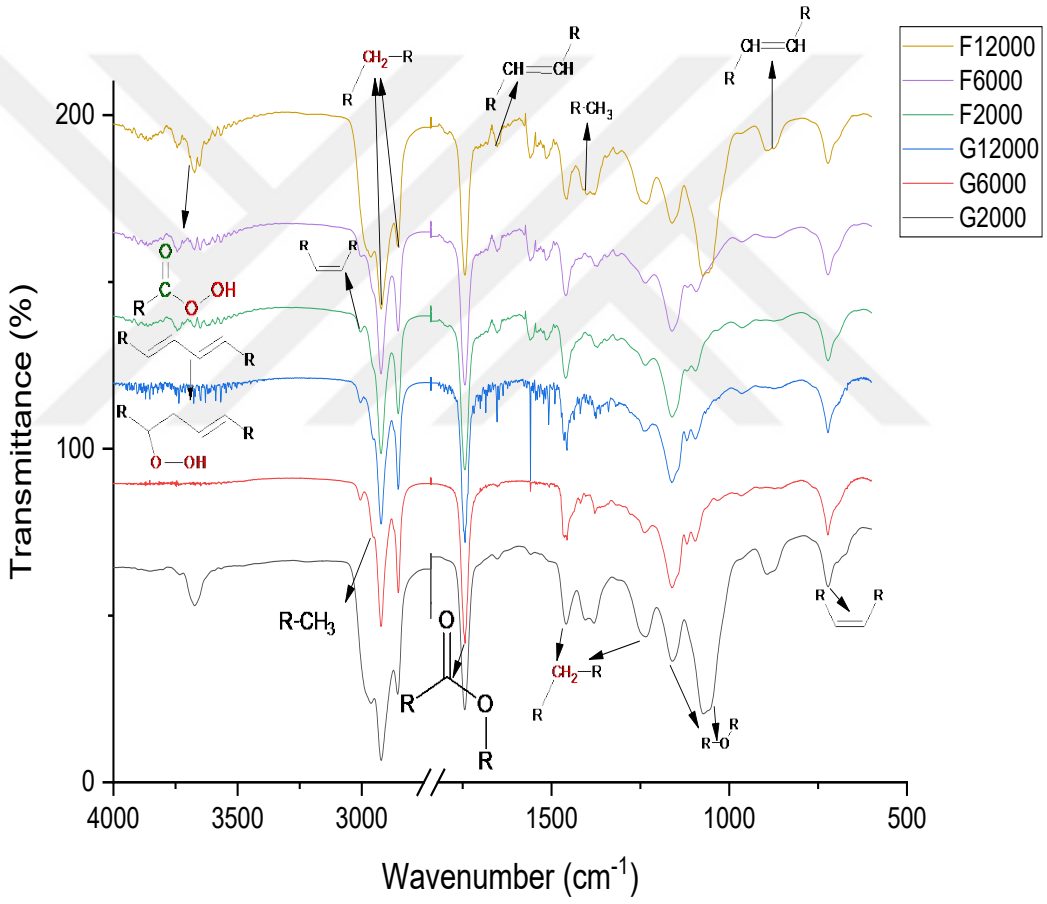
Yağ asidi tayini sonuçlarına bakıldığı zaman çalışma da genel olarak tüm fındık yağı örneklerinin peroksit değerlerinin maksimumu gördüğü 24. günde, toplam doymamış yağ asidi miktarının referans örnekte % 92,37 ile en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir. Referans örnek en düşük toplam doymamış yağ asidi oranını % 90,82 değeri ile 44. günde vermiştir. AKM eklenmiş fındık yağı örnekleri ile referansın sonuçları mukayese edildiği zaman 24.günde K1200 örneğinin % 94,89 ile referans örnekten daha fazla toplam doymamış yağ asidi barındırdığı tespit edilmiştir. Muhtemelen doymamış yağ asitleri bekleme sürecinde bozulma göstererek GC-FID'de yüzde oran olarak doymamış yağ asitlerinin oransal miktarını etkilemiştir. Bu durum doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine göre bozulma sürecinde daha stabil olması ile yorumlanabilmektedir.

Çalışılan yağ numunelerinin toplam doymamış yağ asidi sonuçlarına genel olarak bakıldığı zaman 3. günde % 91,44 ile % 92,57, 24.günde % 91,77 ile % 94,89 ve 44. Günde % 90,34 ile % 92,56 değerleri arasında sonuçlar verdiği görülmüştür.

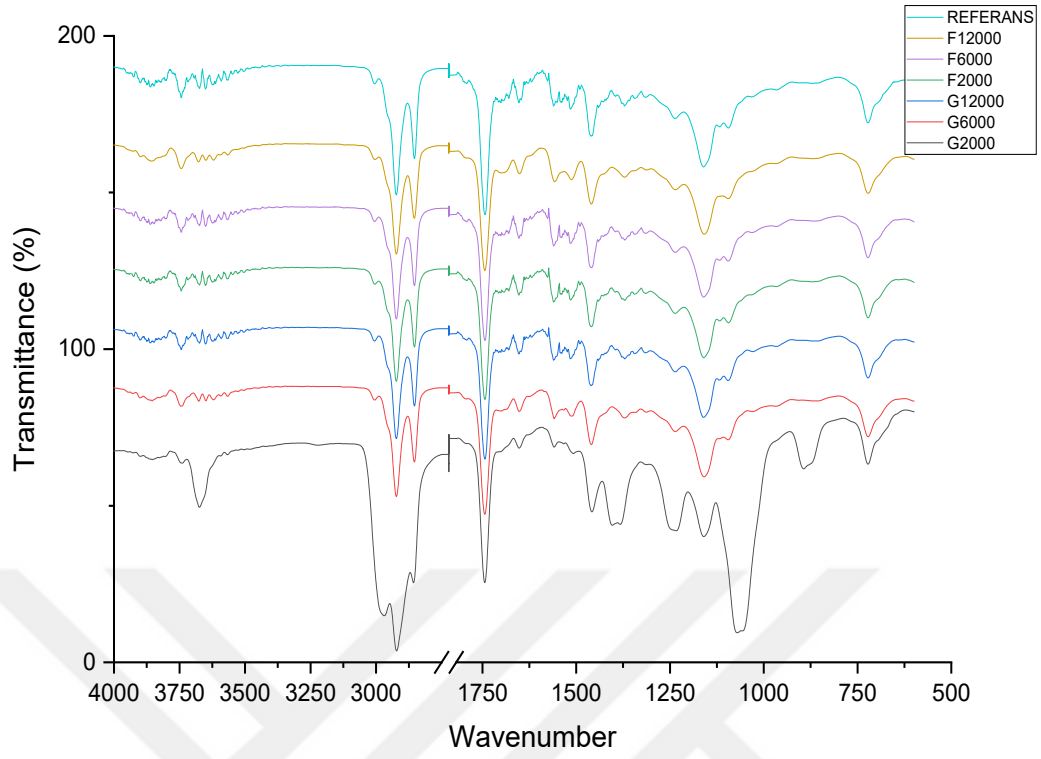
4.3.8. Antioksidan katkı maddesi eklenen yağ örneklerinin Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi (FT-IR) Analiz sonuçları

Fourier Transform Infirared Refraktometre (FT-IR) ışığın kızılötesi (IR) ışın yoğunluğuna karşı dalga sayısını ölçen kimyasal bir analitik yöntemdir. Gıda sektöründe kalite ve kontrol alanlarında kullanılan bir tekniktir (Downey, 1985, Skoog ve ark., 1998). FT-IR çalışmalarda hassas, güvenilir, ekonomik ve az miktarda numune ile hızlı sonuç vermesi nedeniyle tercih edilen önemli bir yöntemdir. Bu yöntem kızılötesi radyasyonun absorbe edilmesi ile birlikte kimyasal bağlarda meydana gelen gerilme, bükülme ve büzülme gibi farklı titreşimlerin ölçülmesi sonucunda spektral piklerin oluşması esasına dayanmaktadır (Naumann ve ark., 1991, Ergin ve ark., 2013). FT-IR yağların bozulması sonucu oluşan oksidasyonla birlikte ortaya çıkan oksidatif stabilitenin tespiti için kullanılmaktadır (Guillén ve Cabo, 2002; Karaogul, 2019; Karaoğul ve Alma, 2019; Narlıoğlu ve ark., 2018; Karaoğul ve ark., 2020).

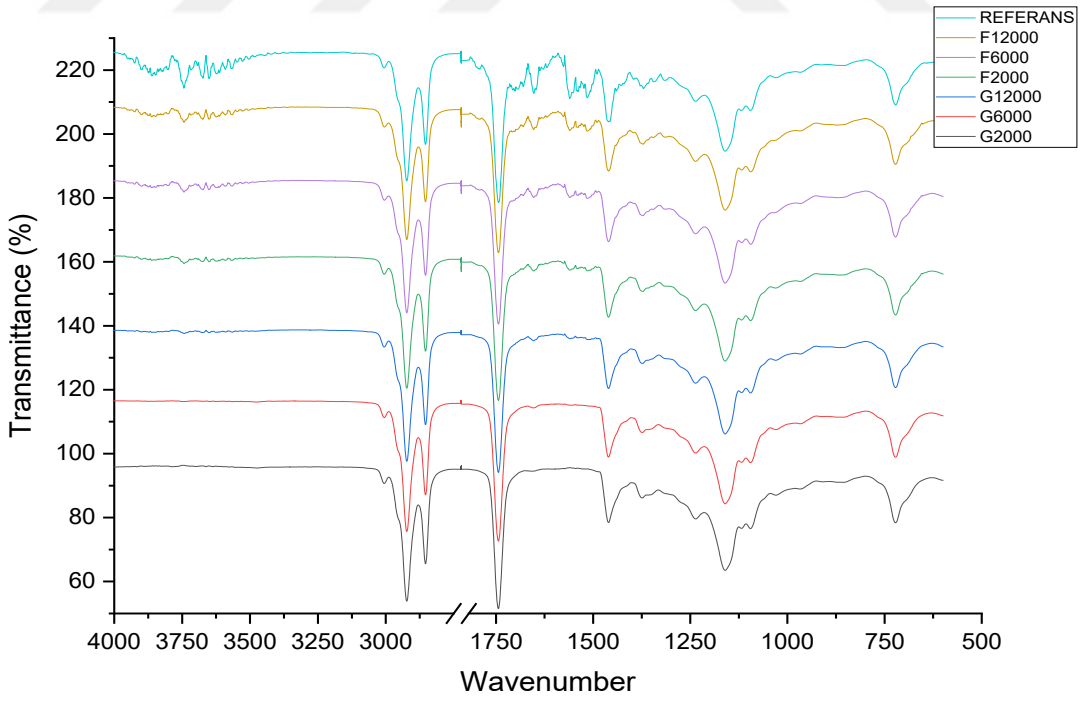
Yapılan çalışmada FT-IR analizi AKM eklenen fındık yağı örneklerinin fonksiyonel gruplarının kimyasal etkileşimini incelemek amacıyla kullanılmıştır. Gallik asit ve FKE eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçlarının indeks hesaplarının toplu bir şekilde grafiksel gösterimi Şekil 4.21'de, 24. Gün sonuçları Şekil 4.22'de ve 44. Gün sonuçları Şekil 4.23'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan MPKE ile kuersetin, kuşburnu ekstresi ile C vitamini, buğday tohumu ile E vitamini, MS, MSU ve MİK örneklerinin 3,24 ve 44. Gün sonuçlarının indeks hesaplarının grafiksel gösterimi eklerde verilmiştir.



Şekil 4.21. Gallik asit ve FKE eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları

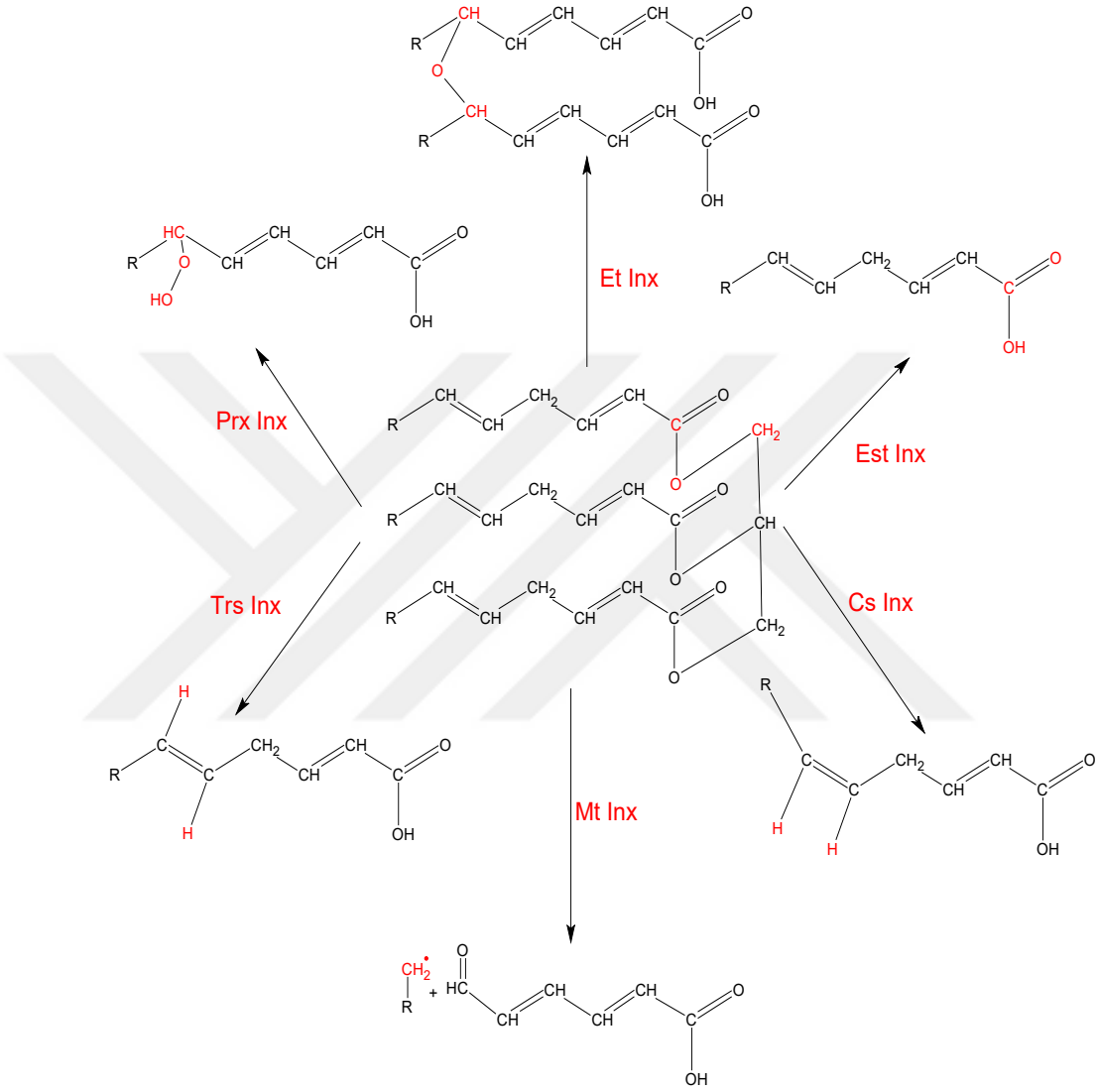


Şekil 4.22. Gallik asit ve FKE eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları



Şekil 4.23. Gallik asit ve FKE eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları

FT-IR analizinin sonuçları hesaplanan cis, trans, metil, ester, peroksit ve eter indeks sonuçlarına göre yorumlanmıştır. FT-IR analizi sonucunda yağlar üzerinde incelenen fonksiyonel gruplar Şekil 4.24.'de verilmiştir.



Şekil 4.24. FT-IR analizi sonucunda yağlar üzerinde incelenen fonksiyonel gruplar

AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin FT-IR analizi ile cis indeks hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 4.19.). Grup halinde cis indeks sonuçlarına bakıldığında tanen grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.25'de, vitamin grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.26.'da, sakız grubu eklenen numunelerin sonuçları ise Şekil 4.27.'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin cis indeks sonuçları

ÖRN/GÜN	Cis Indeks		
	3	24	44
G2000	0,9406±0,0199^{eC}	0,3681±0,0125^{cB}	0,25±0,00786^{bA}
G6000	0,6464±0,0058^{cC}	0,2574±0,0066^{abA}	0,24±0,00616^{abA}
G12000	0,7182±0,0274^{dC}	0,258±0,006^{abB}	0,24±0,00057^{abA}
F2000	0,1584±0,0149^{aA}	0,2605±0,0019^{bC}	0,24±0,00126^{abB}
F6000	0,1696±0,0011^{aA}	0,2608±0,0018^{bC}	0,25±0,00048^{abB}
F12000	0,1983±0,0016^{bA}	0,2572±0,0104^{abB}	0,25±0,00328^{abB}
M1000	0,165±0,0011^{aA}	0,2485±0,0064^{aB}	0,25±0,00055^{abB}
M3000	0,165±0,0012^{aA}	0,2578±0,0086^{abB}	0,25±0,00114^{abB}
M6000	0,1682±0,0006^{aA}	0,2539±0,0023^{abC}	0,24±0,00755^{aB}
Q1000	0,168±0,0014^{aA}	0,2516±0,0011^{abC}	0,24±0,00089^{abB}
Q3000	0,1712±0,0006^{aA}	0,2509±0,0002^{aC}	0,24±0,00007^{abB}
Q6000	0,1647±0,0006^{aA}	0,2506±0,0007^{abC}	0,24±0,00265^{abB}
REFERANS	ND	0,2464±0,0011	0,24±0,00105
K400	0,18±0,0069^{dA}	0,2639±0,0006^{cC}	0,24±0,01242^{aB}
K1200	0,1704±0,0082^{bcA}	0,2662±0,0025^{cB}	0,25±0,00139^{bB}
K2400	0,1667±0,0019^{abA}	0,2603±0,002^{bcB}	0,25±0,00118^{bB}
C400	0,1718±0,0039^{cA}	0,2575±0,01^{abB}	0,24±0,00068^{abB}
C1200	0,1699±0,003^{abcA}	0,2605±0,0103^{cC}	0,24±0,00809^{abB}
C2400	0,1668±0,0013^{abA}	0,2649±0,0009^{cC}	0,24±0,00069^{abB}
B1000	0,1669±0,0019^{aA}	0,2485±0,0017^{aC}	0,24±0,00148^{abB}
B3000	0,1705±0,0011^{abcA}	0,2478±0,0009^{aB}	0,24±0,00865^{abB}
B6000	0,1654±0,0012^{aA}	0,2484±0,0015^{aB}	0,25±0,01193^{abB}
E1000	0,2568±0,0108^{fB}	0,2491±0,0015^{aA}	0,24±0,00428^{abA}
E3000	0,2583±0,0021^{fC}	0,2518±0,0008^{aB}	0,24±0,00128^{abA}
E6000	0,2528±0,0039^{eB}	0,2517±0,0016^{abC}	0,24±0,00082^{abA}
REFERANS	ND	0,2464±0,0011	0,24±0,00105
MSU1000	0,4081±0,0013^{cB}	0,2455±0,007^{aA}	0,24±0,0005^{bA}
MSU3000	0,4068±0,0013^{cB}	0,2479±0,0014^{aA}	0,24±0,00122^{bA}
MSU6000	0,4198±0,0127^{eB}	0,2457±0,0007^{aA}	0,24±0,00485^{bA}
MS1000	0,1822±0,0033^{bA}	0,2469±0,001^{aB}	0,24±0,0063^{bB}
MS3000	0,177±0,0012^{abA}	0,2464±0,006^{aB}	0,24±0,00236^{bB}
MS6000	0,1741±0,0014^{aA}	0,2479±0,0006^{aB}	0,23±0,01272^{aB}
MİK1000	0,4181±0,0019^{deC}	0,2439±0,0061^{aB}	0,24±0,00095^{abA}
MİK3000	0,4204±0,0034^{eB}	0,2478±0,001^{aA}	0,24±0,00095^{abA}
MİK6000	0,4104±0,0028^{cdC}	0,2465±0,0008^{aB}	0,24±0,00051^{abA}
REFERANS	ND	0,2464±0,0011	0,24±0,00105

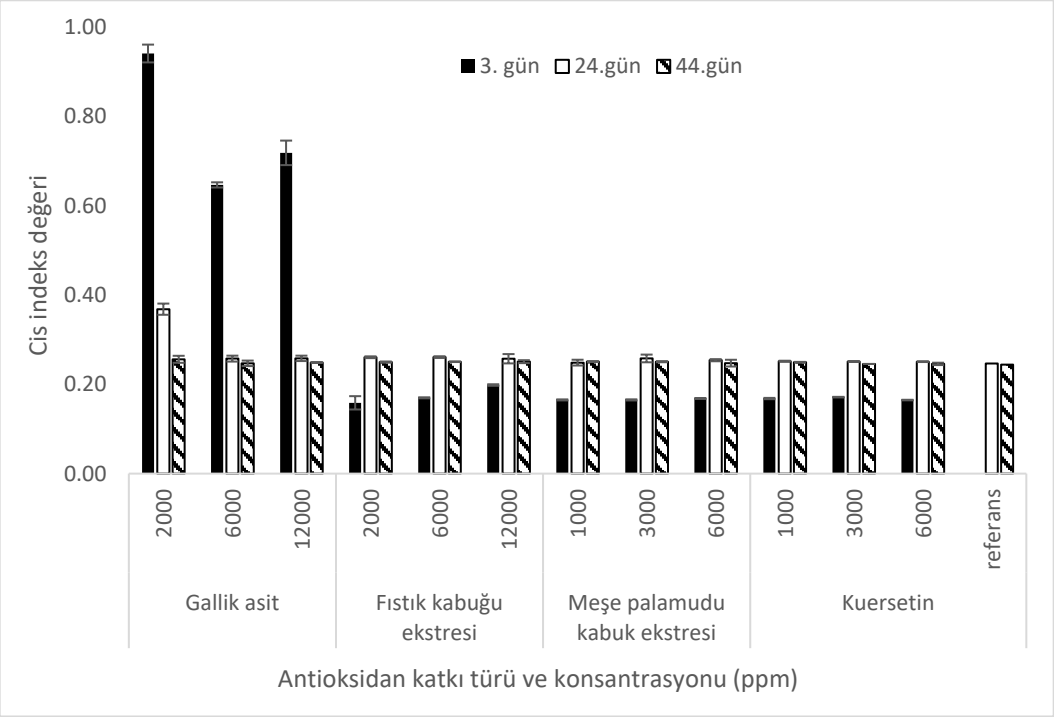
Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

*FT-IR analizi çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi elimizde mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği FT-IR sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

Tanen grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında 3.günden sonra cis indeks değerlerinde azalma görülürken 24. günden sonra bu azalma durmuştur. Bu nedenle örneklerin 24. Gün sonuçlarının cis indeks değerleri mukayese edilmiştir.

Gallik asit eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman G2000 örneği 0,036±0,0125 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur. FKE eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise F2000 örneği 0,2625±0,001 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur. MPKE eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman M3000 örneği 0,2578±0,0064 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur. Kuersetin eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise Q1000 örneği 0,2516±0,0011 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur.

Genel olarak tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri cis indeks değeri açısından karşılaştırıldığında G2000 örneği haricindeki tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.



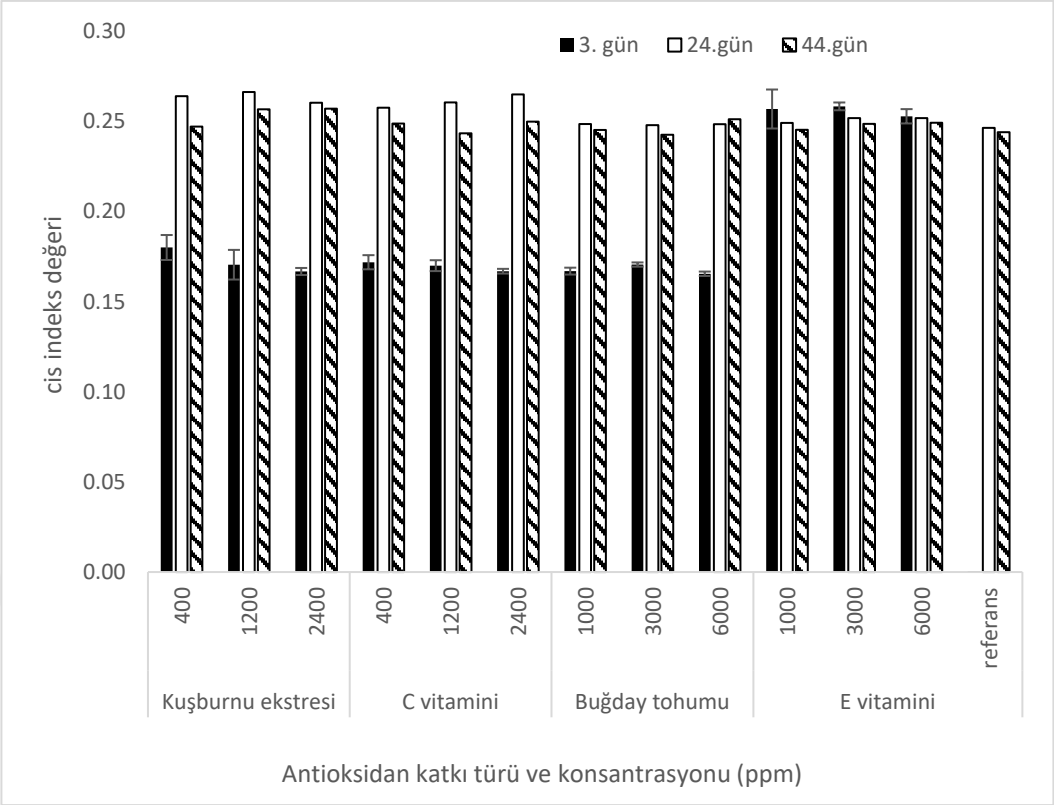
Şekil 4.25. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin cis indeks hesaplama değerleri

Vitamin grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında E vitamini bulunan örnekler haricindeki numunelerin 3.günden sonra cis indeks değerlerinde azalma görülürken 24. günden sonra bu azalma durmuştur. E vitamininde ise önemsenecek düzeyde artma ve azalma görülmemiştir. Bu nedenle örneklerin 24. Gün sonuçlarının cis indeks değerleri mukayese edilmiştir.

Kuşburnu ekstresi eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman K12000 örneği 0,2662±0,0025 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur. C vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise C2400 örneği 0,2649±0,0009 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur.

Buğday tohumu eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman B1000 örneği 0,2485±0,0017 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur. E vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise E3000 örneği 0,2518±0,0008 sonucu ile en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur.

Genel olarak vitamin grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri cis indeks değeri açısından karşılaştırıldığında tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.

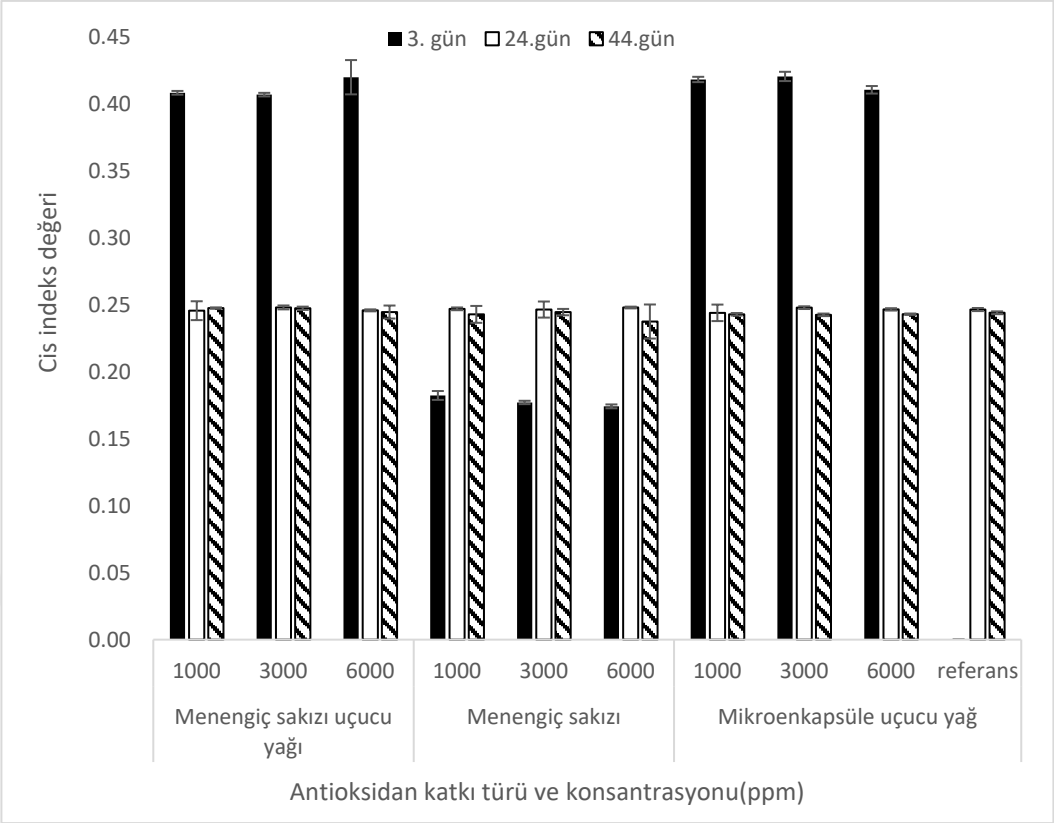


Şekil 4.26. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin cis indeks hesaplama değerleri

Sakız grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında örneklerin 3.günden sonra cis indeks değerlerinde azalma görülürken 24. günden sonra bu azalma durmuştur. Bu nedenle örneklerin 24. Gün sonuçlarının cis indeks değerleri mukayese edilmiştir.

MSU, MS ve MİK eklenen örnekler kendi konsantrasyonları arasında mukayese edildiği zaman MSU3000 örneği 0,2479±0,0014 sonucuyla, MS6000 örneği 0,2479±0,0006 sonucuyla ve MİK3000 örneği 0,2478±0,0001 sonucuyla en iyi cis indeks değerini veren örnek olmuştur.

Genel olarak sakız grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri cis indeks değeri açısından karşılaştırıldığında tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.



Şekil 4.27. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin cis indeks hesaplama değerleri

AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin FT-IR analizi ile trans indeks hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 4.20.). Grup halinde trans indeks sonuçlarına bakıldığında tanen grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.28.'de, vitamin grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.29.'da, sakız grubu eklenen numunelerin sonuçları ise Şekil 4.30.'da verilmiştir.

Çizelge 4.20. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin trans indeks sonuçları

ÖRN/GÜN	Trans Indeks		
	3	24	44
G2000	5,89809±0,08855^{aB}	1,84887±0,27204^{cAB}	0,43608±0,06738^{abcA}
G6000	0,81451±0,07694^{aC}	0,37897±0,00308^{abA}	0,48206±0,0058^{bcdB}
G12000	1,07607±0,04753^{abB}	0,3629±0,00882^{abA}	0,4151±0,0435^{abA}
F2000	0,35065±0,01101^{aA}	0,39474±0,04213^{abA}	0,45191±0,01559^{abcB}
F6000	0,59416±0,03147^{aC}	0,35595±0,00731^{abA}	0,4886±0,04134^{bcdB}
F12000	2,26944±0,34582^{bB}	0,39966±0,00192^{abA}	0,44682±0,04622^{abcA}
M1000	0,32938±0,02867^{aA}	0,43135±0,0503^{abB}	0,54999±0,03493^{deC}
M3000	0,47867±0,02607^{aA}	0,49952±0,00805^{bA}	0,50522±0,0439^{cdeA}
M6000	0,66979±0,03427^{aC}	0,45489±0,01111^{bA}	0,56906±0,03214^{eB}
Q1000	0,71098±0,05235^{aC}	0,41987±0,0184^{abA}	0,57113±0,04837^{eB}
Q3000	0,70598±0,04703^{aC}	0,28474±0,03973^{aA}	0,40502±0,04852^{aB}
Q6000	0,48812±0,04067^{aC}	0,29±0,04856^{aA}	0,38001±0,03738^{aB}
REFERANS	ND	0,3185±0,04585	0,32816±0,00394
K400	1,43104±0,08495^{fC}	0,41392±0,01061^{cA}	0,52859±0,03663^{eB}
K1200	0,58694±0,02968^{cAB}	0,53081±0,03469^{dA}	0,61833±0,04081^{fB}
K2400	0,51866±0,04478^{bB}	0,3774±0,03277^{bcA}	0,72477±0,03419^{gC}
C400	0,489±0,0315^{abB}	0,34809±0,04072^{bA}	0,42179±0,03972^{bcAB}
C1200	0,81343±0,02719^{eB}	0,47858±0,03592^{dA}	0,54205±0,06994^{eA}
C2400	0,49313±0,02388^{abA}	0,52771±0,00391^{dB}	0,50489±0,00031^{deAB}
B1000	0,43742±0,02695^{aA}	0,38338±0,03186^{bcA}	0,43353±0,04619^{bcdA}
B3000	0,78016±0,03432^{eC}	0,26782±0,0153^{aA}	0,47676±0,05444^{cdeB}
B6000	0,50316±0,02673^{abB}	0,34314±0,04728^{bA}	0,36818±0,04131^{abA}
E1000	0,67991±0,0182^{dC}	0,40616±0,03303^{cB}	0,30376±0,04055^{aA}
E3000	0,79732±0,03174^{eC}	0,41456±0,03502^{cA}	0,47521±0,003^{cdeB}
E6000	0,45111±0,00393^{abA}	0,52765±0,00247^{dB}	0,48063±0,03181^{cdeA}
REFERANS	ND	0,3185±0,04585	0,32816±0,00394
MSU1000	0,84532±0,07554^{aB}	0,46625±0,02724^{cA}	0,46178±0,00348^{cA}
MSU3000	1,01108±0,01856^{bC}	0,36022±0,04023^{abA}	0,4482±0,03137^{cB}
MSU6000	0,90352±0,00269^{aC}	0,34472±0,04568^{abA}	0,44007±0,00283^{cB}
MS1000	1,62174±0,03988^{dB}	0,40198±0,05259^{bcA}	0,36266±0,05791^{abA}
MS3000	1,27283±0,0187^{cC}	0,45665±0,03382^{cB}	0,34386±0,04283^{abA}
MS6000	1,26679±0,00178^{cB}	0,31367±0,05275^{aA}	0,30252±0,03765^{abA}
MİK1000	1,19876±0,05786^{cB}	0,35427±0,05782^{abA}	0,3157±0,03686^{abA}
MİK3000	1,26043±0,02952^{cB}	0,3498±0,05268^{abA}	0,29614±0,02891^{aA}
MİK6000	1,22259±0,01463^{cC}	0,28596±0,00591^{aA}	0,32446±0,01773^{abB}
REFERANS	ND	0,3185±0,04585	0,32816±0,00394

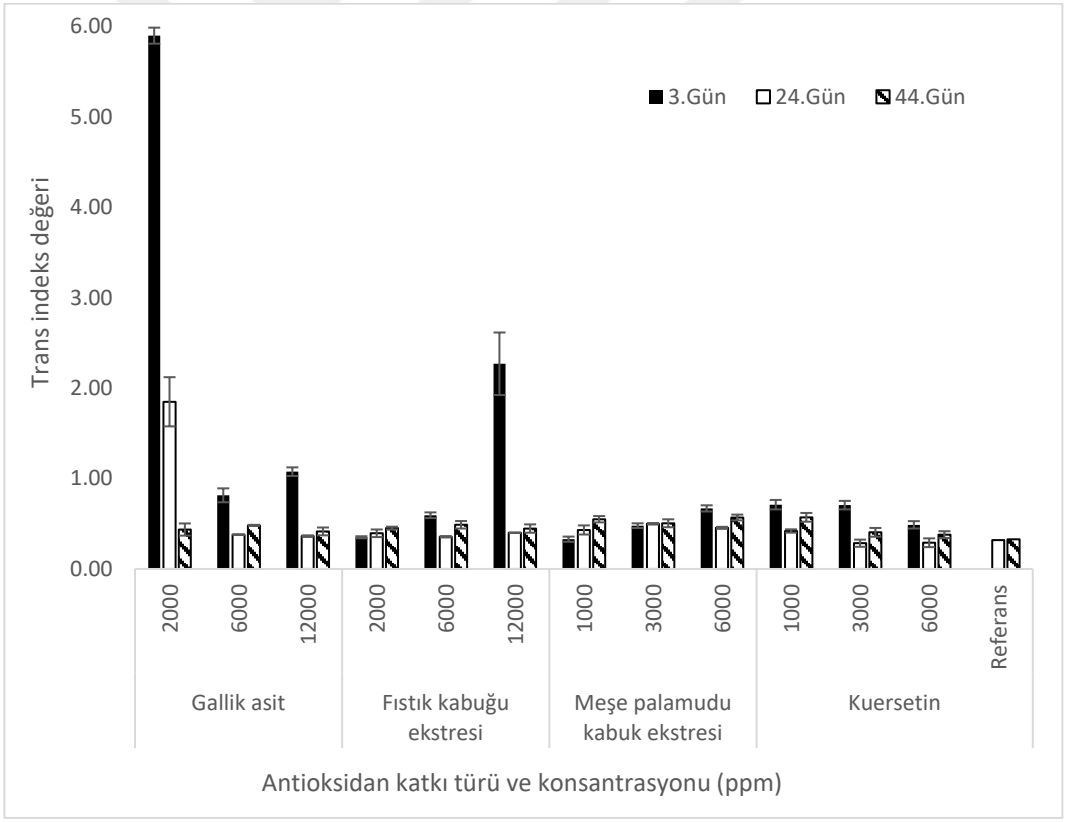
Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

*FT-IR analizi çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi elimizde mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği FT-IR sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

Gallik asit ve fısık kabuğu ekstresi eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçlarına bakıldığı zaman G2000 örneği 3. Günde 5,89809±0,08855 değeri ile en yüksek trans indeks değerine ulaşan örnek olmuştur. 3. Günde F2000 örneği 0,35065±0,01101 değeri ile en düşük trans indeksi veren örnek olmuştur.

Meşe palamudu kabuk ekstresi ve kuersetin eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçlarına bakıldığı zaman 3.günde Q1000 örneği 0,71098±0,05235 değeri ile en yüksek trans indeks değerine ulaşan örnek olmuştur. 24. Günde Q3000 örneği 0,28474±0,03973 değeri ile en düşük trans indeksi veren örnek olmuştur.

Referans örnek ise 44. Günde 0,32816±0,00394 trans indeks değerine ulaşmıştır.



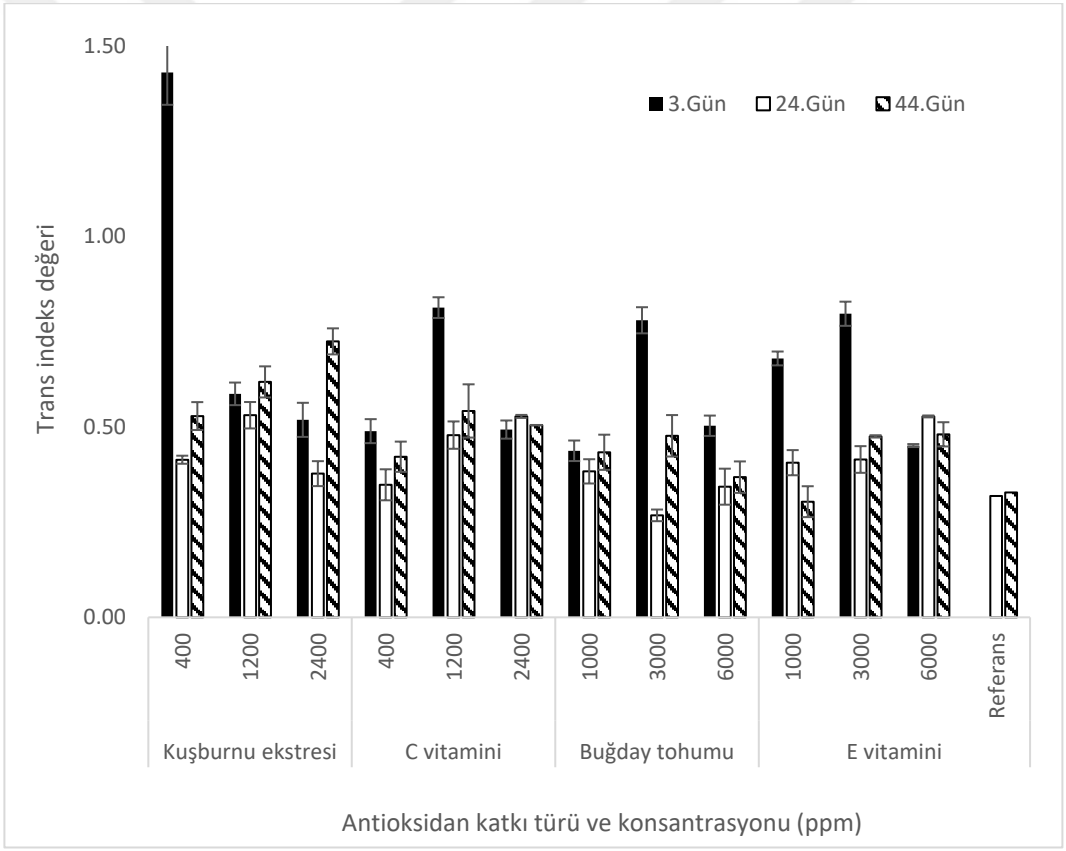
Şekil 4.28. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin trans indeks hesaplama değerleri

Kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçlarına bakıldığı zaman K400 örneği 3. Günde 1,43104±0,08495 değeri ile en yüksek trans

indeks değerine ulaşan örnek olmuştur. 24. Günde C400 örneği 0,34809±0,04072 değeri ile en düşük trans indeksi veren örnek olmuştur.

Buğday tohumu ve E vitamini eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçlarına bakıldığı zaman 3. Günde E3000 örneği 0,79732±0,03174 değeri ile en yüksek trans indeks değerine ulaşan örnek olmuştur. 24. Günde B3000 örneği 0,26782±0,0153 değeri ile en düşük trans indeksi veren örnek olmuştur.

Referans örnek ise 44. Günde 0,32816±0,00394 trans indeks değerine ulaşmıştır.

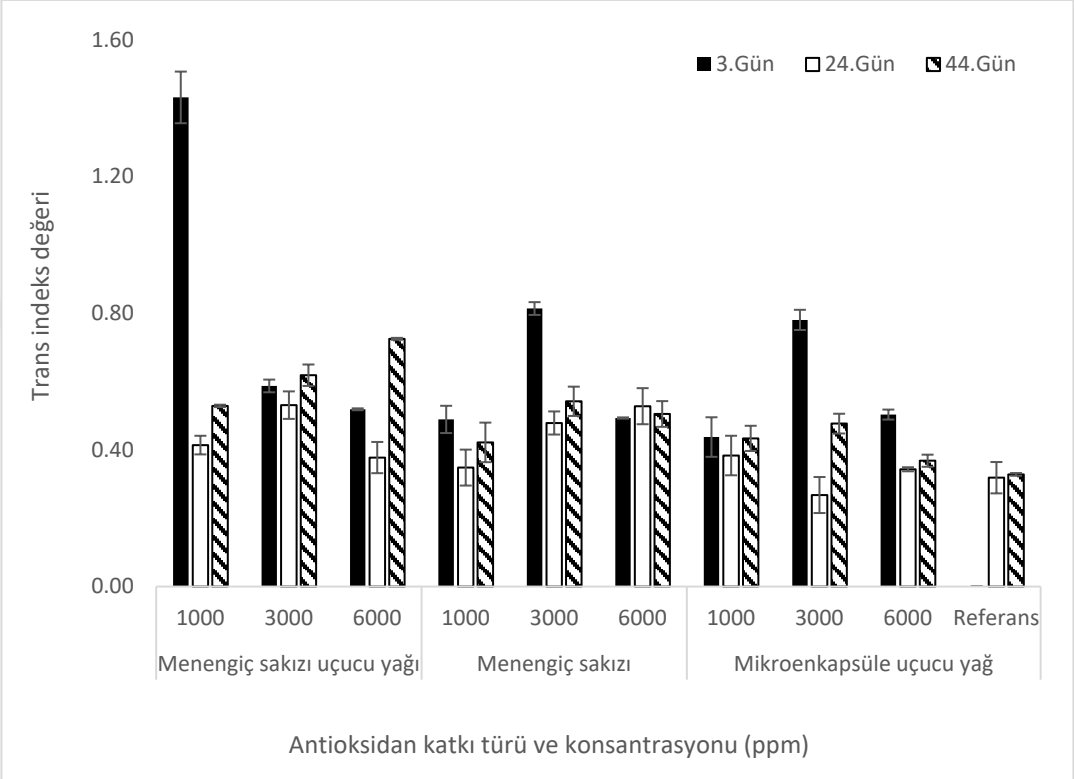


Şekil 4.29. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin trans indeks hesaplama değerleri

Menengiç sakızı uçucu yağı, menengiç sakızı ve mikroenkapsüle uçucu yağ eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçlarına bakıldığı zaman 3. Günde MS1000 örneği 1,62174±0,03988 değeri ile en yüksek trans indeks değerine ulaşan örnek

olmuştur. 24. Günde MİK6000 örneği 0,28596±0,00591 değeri ile en düşük trans indeksi veren örnek olmuştur.

Referans örnek ise 44. Günde 0,32816±0,00394 trans indeks değerine ulaşmıştır.



Şekil 4.30. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin trans indeks hesaplama değerleri

AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin FT-IR analizi ile ester indeks hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 4.21.). Grup halinde ester indeks sonuçlarına bakıldığında tanen grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.31.'de, vitamin grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.32.'de, sakız grubu eklenen numunelerin sonuçları ise Şekil 4.33.'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin ester indeks sonuçları

ÖRN/GÜN	Ester Indeks		
	3	24	44
G2000	6,2045±0,0817^{hB}	4,5239±0,101^{eA}	4,3814±0,3722^{gA}
G6000	4,887±0,1086^{fB}	3,9848±0,1276^{bcA}	4,6±0,076^{iB}
G12000	5,3677±0,0413^{gC}	3,9494±0,0065^{abcA}	4,4786±0,2441^{hB}
F2000	4,0639±0,0229^{deB}	3,869±0,0475^{abA}	4,3257±0,0402^{fC}
F6000	3,9845±0,022^{dB}	3,797±0,0244^{aA}	4,2088±0,0395^{cdC}
F12000	4,0819±0,0252^{eA}	3,8678±0,178^{abcA}	4,078±0,0355^{bA}
M1000	3,6772±0,0097^{cA}	4,6777±0,0718^{fC}	4,3744±0,0752^{gB}
M3000	3,6391±0,0096^{bcA}	4,3333±0,1825^{dB}	4,2449±0,005^{eB}
M6000	3,6193±0,0127^{abcA}	4,2849±0,0551^{dB}	4,2307±0,1141^{deB}
Q1000	3,5376±0,0253^{aA}	4,0669±0,1311^{cB}	4,1786±0,019^{cC}
Q3000	3,5657±0,0003^{abA}	4,0319±0,0171^{bcB}	4,0723±0,0154^{bC}
Q6000	3,6177±0,0268^{abcA}	3,9071±0,0161^{abcB}	3,971±0,036^{aC}
REFERANS	ND	3,6954±0,0089	3,4937±0,2181
K400	3,8839±0,052^{cdA}	3,8174±0,0039^{bcdeA}	3,9727±0,022^{cB}
K1200	4,5414±0,208^{eB}	3,8693±0,1031^{deA}	3,8976±0,0202^{bA}
K2400	4,3485±0,111^{eB}	3,8161±0,0088^{bcdeA}	3,8304±0,0223^{aA}
C400	4,1677±0,202^{eB}	4,0176±0,1865^{deA}	4,6129±0,0169^{hC}
C1200	3,88±0,033^{dA}	3,9182±0,189^{eA}	4,6032±0,1125^{hB}
C2400	3,824±0,033^{cdA}	3,8414±0,0091^{cdeA}	4,571±0,1406^{gB}
B1000	3,6126±0,007^{abA}	3,7195±0,0758^{abcdB}	4,5583±0,0164^{gC}
B3000	3,6453±0,005^{abcA}	3,6144±0,1493^{aA}	4,5583±0,1441^{gB}
B6000	3,587±0,027^{aA}	3,6484±0,0049^{abcB}	4,4065±0,0621^{eC}
E1000	3,7498±0,118^{bcdB}	3,6207±0,0206^{abA}	4,4124±0,1637^{eC}
E3000	3,7037±0,003^{abcdB}	3,5813±0,0059^{aA}	4,4923±0,1768^{fC}
E6000	4,4779±0,059^{eC}	3,58±0,0119^{aA}	4,2772±0,037^{dB}
REFERANS	ND	3,6954±0,0089	3,4937±0,2181
MSU1000	4,2017±0,162^{eA}	4,334±0,1356^{fB}	4,1657±0,0346^{dAB}
MSU3000	4,0929±0,05^{eA}	4,1525±0,0457^{eB}	4,078±0,0345^{cA}
MSU6000	3,9589±0,043^{deA}	4,0001±0,0328^{dB}	4,0635±0,2029^{cC}
MS1000	3,8902±0,038^{cdA}	4,637±0,0033^{iB}	3,9317±0,1201^{cA}
MS3000	3,7739±0,028^{bcA}	4,5948±0,1075^{hB}	3,7476±0,0621^{bA}
MS6000	3,637±0,047^{abA}	4,4503±0,0413^{gB}	3,6234±0,0139^{aA}
MİK1000	3,6011±0,013^{aA}	3,9919±0,1046^{cB}	3,6155±0,0094^{aA}
MİK3000	3,6011±0,140^{abAB}	3,8534±0,0304^{bB}	3,572±0,0121^{aA}
MİK6000	3,4883±0,026^{aA}	3,7425±0,0194^{aC}	3,5667±0,0038^{aB}
REFERANS	ND	3,6954±0,0089	3,4937±0,2181

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

*FT-IR analizi çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi elimizde mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği FT-IR sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

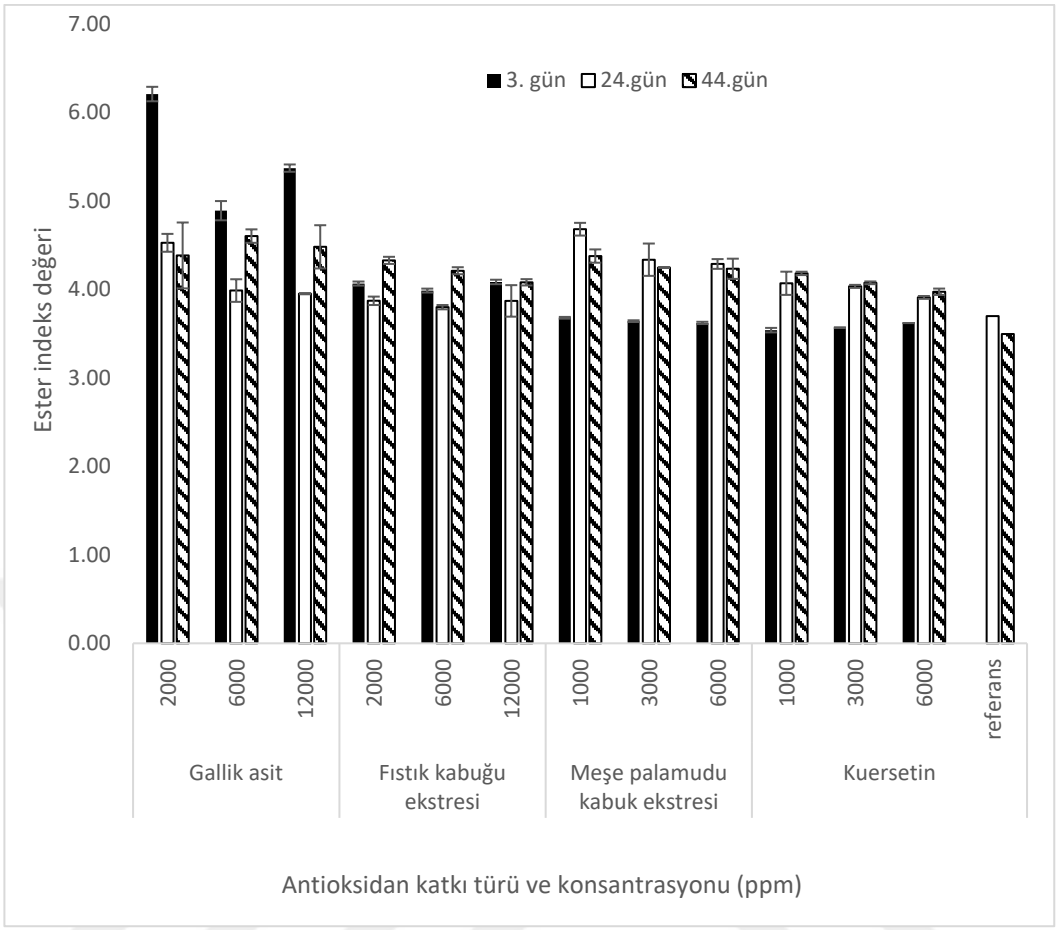
Sonuçlara bakıldığında 3. Günden 44. Güne kadar ester indeks sonucunda düzenli artış olan örneklerin karbonil kısmında doymamış yağ asitlerinden dolayı kırılan ve oksitlenen hidroksil bölümlerinin tekrar ester oluşumu gerçekleşmiştir. Bu oluşumdan sonra örnekler üçüncül bozulma evresine geçmiştir. Artışın fazla olduğu örneklerde eklenen katkı maddelerinin yağlar üzerinde etkisinin az olduğu gözlemlenmiştir.

3. gün tespit edilen ester indeks sonuçları halihazırda çevresel şartlar ve depolama koşullarının yağlarda meydana getirdiği ester bağlarıdır. 3. Günden sonra azalan ester indeks sonuçları trigliseritlerin kırılarak yağ asitlerine dönüştüğünü göstermektedir.

3. günden itibaren üçüncül bozulma evresine girmiş olan ve 24. Güne kadar ester indeksi artan bazı örneklerde 44. Günden sonra gözlemlenen indeks azalması bu örneklerin muhtemel radikalik polimerizasyon ile bağlanan ester bağlarında tekrar kırılma olduğunu yani dördüncü bozulma evresine geçtiğini göstermektedir.

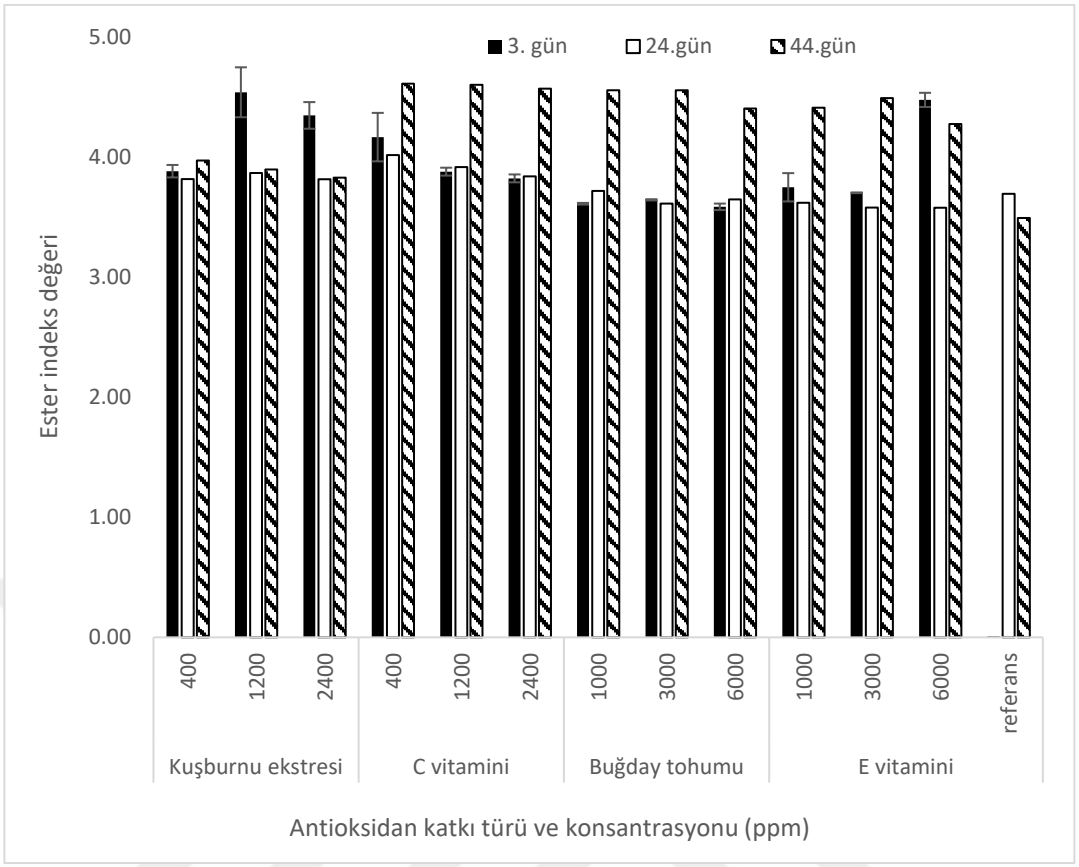
Tanen grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında FKE eklenen örnekler ile G6000 ve G12000 örneklerinin ester indeks değerleri 3. Günden sonra 24. Günde azalırken 44. Günde tekrar artış göstermiştir. G2000 örneğinde ise 3. Günden 44. Güne kadar düzenli azalma tespit edilmiştir.

MPKE eklenen örnekler ve Q1000 örneğinde ester indeks değerleri 3. Günden sonra 24. Günde artarken 44. Günde tekrar azalma göstermiştir. Q3000 ve Q6000 örneklerine bakıldığında ise 3. Günden 44. Güne kadar düzenli artış tespit edilmiştir.



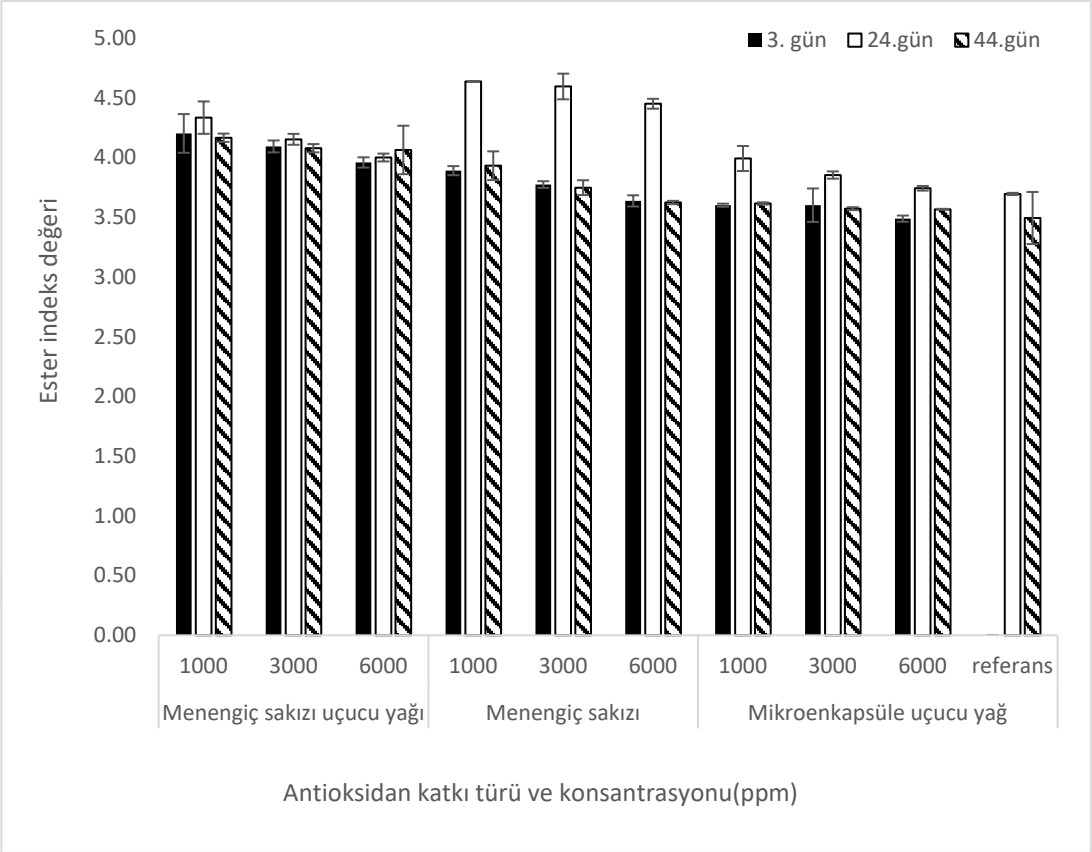
Şekil 4.31. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin ester indeks hesaplama değerleri

Vitamin grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında kuşburnu ve E vitamini eklenen örnekler ile C400 ve B3000 örneklerinin ester indeks değerleri 3. Günden sonra 24. Günde azalırken 44. Günde tekrar artış göstermiştir. C1200, C2400, B1000 ve B6000 örneklerine bakıldığında ise 3. Günden 44. Güne kadar düzenli artış tespit edilmiştir.



Şekil 4.32. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin ester indeks hesaplama değerleri

Sakız grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında MS ve MİK eklenen örnekler ile MSU1000 ve MSU3000 örneklerinin ester indeks değerleri 3. Günden sonra 24. Günde artarken 44. Günde tekrar azalma göstermiştir. MSU6000 örneğine bakıldığında ise 3. Günden 44. Güne kadar düzenli artış tespit edilmiştir.



Şekil 4.33. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin ester indeks hesaplama değerleri

AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin FT-IR analizi ile metil indeks hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 4.22.). Grup halinde metil indeks sonuçlarına bakıldığında tanen grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.34.'de, vitamin grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.35.'de, sakız grubu eklenen numunelerin sonuçları ise Şekil 4.36.'da verilmiştir.

Çizelge 4.22. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin metil indeks sonuçları

ÖRN/GÜN	Metil Indeks		
	3	24	44
G2000	ND	0,2485±0,0239^{aA}	0,5801±0,0563^{hB}
G6000	0,044±0,0054^{bA}	0,3175±0,0119^{dB}	0,5845±0,0209^{hC}
G12000	0,0395±0,0034^{bA}	0,3099±0,0032^{dB}	0,5657±0,0453^{gC}
F2000	0,0028±0,000^{aA}	0,2838±0,005^{cB}	0,5176±0,0095^{fC}
F6000	0,0035±0,0004^{aA}	0,2613±0,0093^{bB}	0,4771±0,0125^{deC}
F12000	ND	0,2711±0,0374^{bA}	0,4271±0,0144^{bB}
M1000	0,0154±0,0002^{aA}	0,6106±0,0101^{jB}	0,519±0,0245^{fC}
M3000	0,0153±0,0006^{aA}	0,5449±0,02^{iC}	0,4803±0,0031^{eB}
M6000	0,0117±0,0006^{aA}	0,5059±0,0161^{hC}	0,4608±0,0083^{dB}
Q1000	0,0165±0,0019^{aA}	0,4486±0,018^{gB}	0,4436±0,0049^{cB}
Q3000	0,0137±0,0004^{aA}	0,4211±0,0053^{fB}	0,4222±0,0031^{bB}
Q6000	0,0172±0,0016^{aA}	0,3764±0,008^{eB}	0,3885±0,0122^{aB}
REFERANS	ND	0,2924±0,0057	0,2381±0,0152
K400	ND	0,2516±0,0054^{dA}	0,3768±0,0131^{cB}
K1200	ND	0,2449±0,0004^{cA}	0,338±0,0082^{bB}
K2400	ND	0,2497±0,0028^{dA}	0,3053±0,0067^{aB}
C400	ND	0,3256±0,0347^{iA}	0,6056±0,0097^{iB}
C1200	0,0051±0,0004^{aA}	0,2601±0,0381^{eB}	0,5586±0,0079^{efC}
C2400	0,0066±0,0009^{bA}	0,2443±0,0011^{cB}	0,5618±0,0042^{fgC}
B1000	0,0172±0,0021^{dA}	0,3101±0,0256^{hB}	0,5894±0,0136^{hC}
B3000	0,0109±0,0006^{cA}	0,2827±0,0113^{gB}	0,5716±0,0254^{gC}
B6000	0,0184±0,0014^{eA}	0,2705±0,004^{fB}	0,5672±0,0193^{fgC}
E1000	0,1714±0,0158^{fA}	0,2476±0,0089^{cB}	0,562±0,0406^{efgC}
E3000	0,1728±0,0008^{gA}	0,2281±0,0027^{bB}	0,55±0,0219^{eC}
E6000	0,5363±0,0498^{hC}	0,2205±0,0016^{aA}	0,4932±0,0136^{dB}
REFERANS	ND	0,2924±0,0057	0,2381±0,0152
MSU1000	0,0893±0,0096^{bA}	0,4998±0,0164^{fC}	0,4609±0,0106^{iB}
MSU3000	0,1131±0,0069^{cA}	0,455±0,0118^{eC}	0,4286±0,0107^{hB}
MSU6000	0,1268±0,0043^{dA}	0,4184±0,0111^{dC}	0,4106±0,0217^{gB}
MS1000	ND	0,6052±0,005^{iB}	0,375±0,0147^{fA}
MS3000	ND	0,5758±0,0088^{hB}	0,3237±0,0215^{eA}
MS6000	0,0485±0,0041^{aA}	0,5377±0,0119^{gC}	0,2874±0,0051^{dB}
MİK1000	0,1641±0,001^{eA}	0,3801±0,009^{cC}	0,2655±0,0044^{cB}
MİK3000	0,1623±0,02^{fA}	0,3436±0,0098^{bC}	0,251±0,0047^{bB}
MİK6000	0,1759±0,002^{fA}	0,3078±0,0065^{aC}	0,2397±0,0029^{aB}
REFERANS	ND	0,2924±0,0057	0,2381±0,0152

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

*FT-IR analizi çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi elimizde mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği FT-IR sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

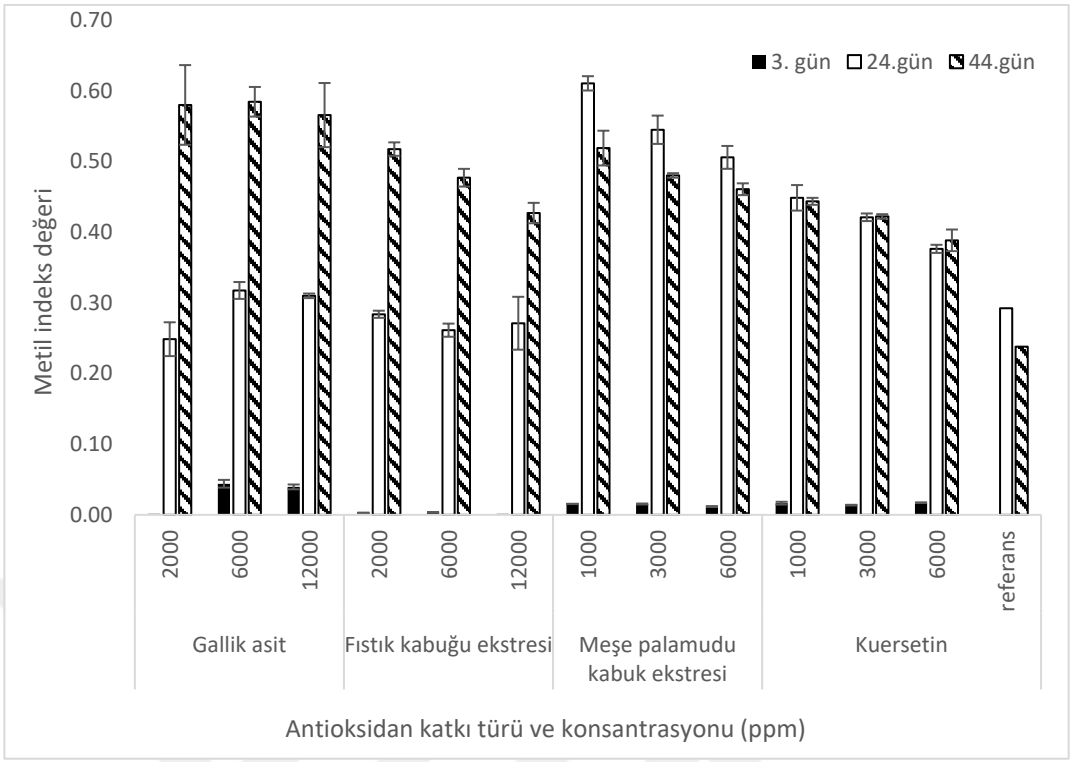
Tanen grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında MPKE eklenen örnekler ve Q1000 örneği haricindeki numunelerin 3. Günden sonra metil indeks değerlerinde giderek artış gözlemlenmiştir. MPKE eklenen örnekler ile Q1000 örneğinin sonuçlarında ise 3. Günden sonra artış gözlemlenirken bu durum 24. Günden sonra azalma evresine geçmiştir.

3. Günden 44. Güne kadar olan metil indeks artışı, yağların kimyasal bileşiminde doymuş hidrokarbonların peroksit sonrası çift bağlarından kırılarak iki zincire ayrılması ile gerçekleşmektedir. Burada iki zincire ayrılan uç metil gruplarını bu analiz sonuçları göstermektedir. Bu yüzden yağların ikinci bozulma evresini bu artış işaret etmektedir. MPKE eklenmiş örnek grubu ile Q1000 örneğinin metil indeks değerinin 24. Günden sonra azalması ise ikinci bozulma evresi sonra uç grup metillerin moleküller içinde eterleşme, esterleşme ve polimerleşme aşamasına geçmiş olması ile yorumlanmaktadır (Karaoğul ve ark., 2020.). Bu yüzden bu örnekler de üçüncül bozulma evresinin bu aşamada gerçekleştiğini işaret etmektedir.

Gallik asit eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında 44. Günde 0,5845±0,0209 değeriyle G6000 örneği maksimum metil indeks sonucunu veren örnek olmuştur. FKE eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 44. Günde 0,5176±0,0095 değeriyle F2000 örneği maksimum metil indeks sonucunu veren örnek olmuştur.

MPKE eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 3. Günden 24. Güne kadar olan aşamada en çok artış 0,6106±0,0464 sonucu ile M1000 örneğinde olmuştur. Kuersetin eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise Q1000 örneği 0,4486±0,018 sonucu ile maksimum metil indeks değerini veren örnek olmuştur.

Genel olarak tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numunelerinin metil indeks sonuçları karşılaştırıldığında en fazla artış gösteren örnek M1000 örneği olmuştur. Referans örneğe bakıldığında 3. Gün verisi bulunamazken 24. Gün ile 44 gün arasında örneğin metil indeks değerinde azalma tespit edilmiştir.



Şekil 4.34. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin metil indeks hesaplama değerleri

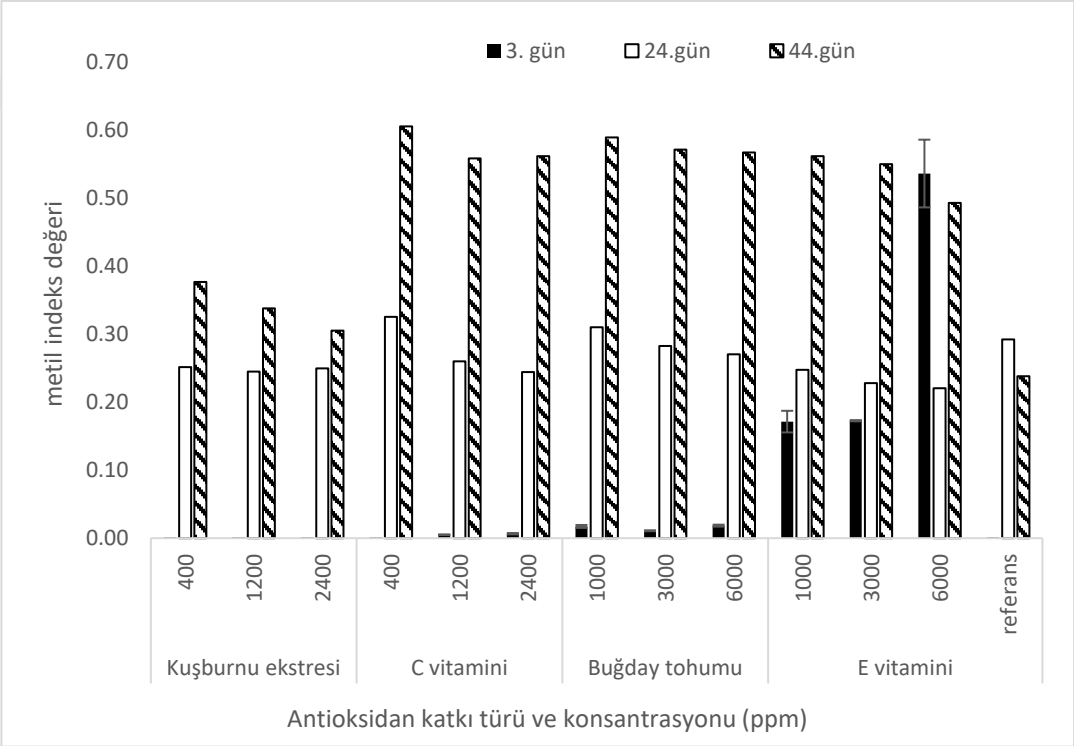
Vitamin grubu örneklerine bakıldığında E6000 dışındaki tüm örneklerin metil indeks sonuçlarında düzenli artış olmuştur. E6000 örneğinde ise 3. Günden 24. Güne kadar olan evrede metil indeks değerinde azalma görülürken bu değer 44. Günde artış göstermiştir. 3. Günden 44. Güne kadar olan metil indeks artışı yağ numunelerinin Şekil 4.35.'in yorumlanmasında da bahsedilen ikinci bozulma evresini işaret etmektedir. E6000 örneğinin metil indeks değerinin 24. Günden sonra azalması ise örneklerde üçüncül bozulma evresinin başladığını işaret etmektedir.

Kuşburnu ekstresi eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında 44. Günde 0,3768±0,0131 değeriyle K400 örneği maksimum metil indeks sonucunu veren örnek olmuştur. C vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 44. Günde 0,6056±0,0097 değeriyle C400 örneği maksimum metil indeks sonucunu veren örnek olmuştur.

Buğday tohumu eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında 44. Günde 0,5894±0,0136 değeriyle B1000 örneği maksimum metil indeks sonucunu veren

örnek olmuştur. E vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise 44. Günde 0,562±0,0406 değeriyle E1000 örneği maksimum metil indeks sonucunu veren örnek olmuştur.

Genel olarak tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numunelerinin metil indeks sonuçları karşılaştırıldığında en fazla artış gösteren örnek C400 örneği olmuştur. Referans örneğe bakıldığında 3. Gün verisi bulunamazken 24. Gün ile 44 gün arasında örneğin metil indeks değerinde azalma tespit edilmiştir.

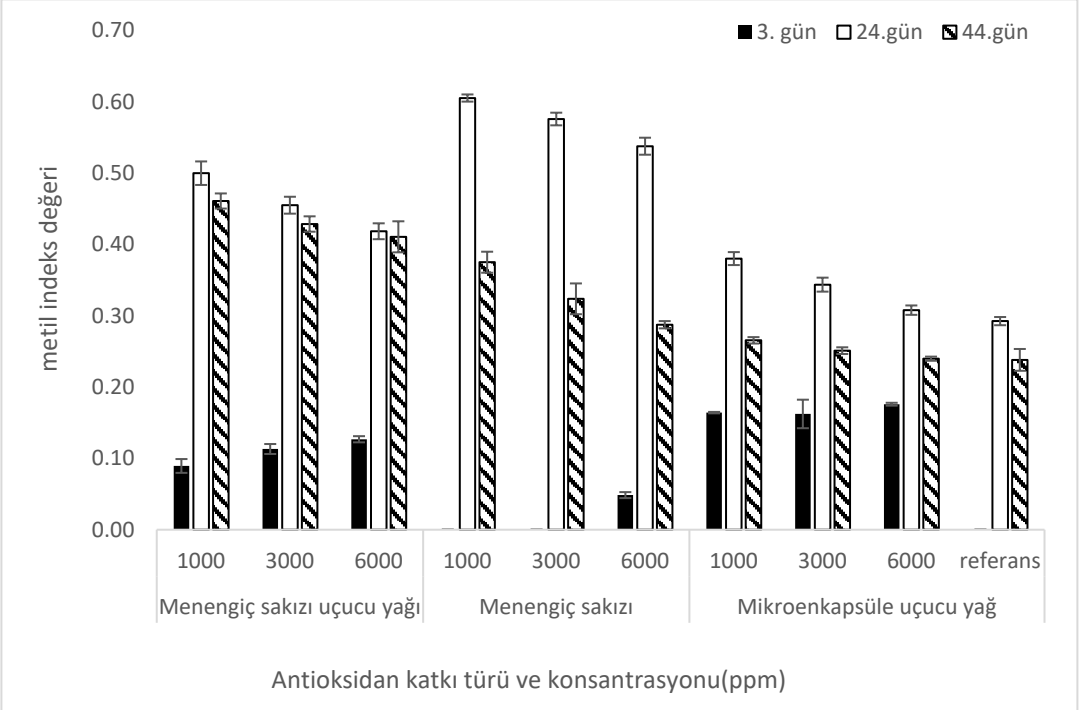


Şekil 4.35. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin metil indeks hesaplama değerleri

Sakız grubuna bakıldığında MSU ve MİK eklenen örneklerin metil indeks sonuçlarında 24. Güne kadar artış, 24. Günden sonra azalma olduğu gözlemlenmiştir. MSU eklenen örnekler arasından en çok artış gösteren örnek 0,4998±0,0164 sonucuyla 24. Günde MSU1000 olmuştur. MİK eklenen örnekler arasından en çok artış gösteren örnek ise 0,3801±0,009 sonucuyla 24. Günde MİK1000 olmuştur.

MS eklenen örnekler değerlendirildiğinde MS1000 ve MS3000 örneklerinde 3. Gün verisi kayıt edilemezken 24. Günden 44. Güne kadar olan süreçte azalma görülmüştür. MS6000 örneğinde ise 24. Güne kadar metil indeks artışı olmuş bu durum 44. Günden sonra azalmaya dönüşmüştür.

Genel olarak sakız grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numunelerinin metil indeks sonuçları karşılaştırıldığında 0,6052±0,005 değeri ile maksimuma ulaşan örnek MS1000 örneği olmuştur. Referans örneğe bakıldığında 3. Gün verisi bulunamazken 24. Gün ile 44 gün arasında örneğin metil indeks değerinde azalma tespit edilmiştir.



Şekil 4.36. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin metil indeks hesaplama değerleri

AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin FT-IR analizi ile peroksit indeks hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 4.23.). Grup halinde peroksit indeks sonuçlarına bakıldığında tanen grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.37.'de, vitamin grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.38.'de, sakız grubu eklenen numunelerin sonuçları ise Şekil 4.39.'da verilmiştir.

Çizelge 4.23. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin peroksit indeks sonuçları

ÖRN/GÜN	Peroksit Indeks		
	3	24	44
G2000	0,1444±0,0218^{iA}	3,0295±0,1694^{jB}	ND
G6000	0,1985±0,0096^{jB}	0,3483±0,0165^{bC}	0,0708±0,0008^{aA}
G12000	0,2647±0,0202^{kB}	0,3594±0,018^{cC}	0,2502±0,0346^{bA}
F2000	0,0562±0,0027^{aB}	0,4554±0,0202^{eA}	0,3256±0,0381^{cC}
F6000	0,0656±0,0023^{bA}	0,4519±0,0331^{eB}	0,5199±0,0414^{eC}
F12000	0,0768±0,0036^{cA}	0,495±0,0411^{fB}	0,6911±0,0619^{gC}
M1000	0,0945±0,0009^{dA}	ND	0,4386±0,056^{dB}
M3000	0,0976±0,0017^{eA}	0,2138±0,0159^{aB}	0,5201±0,0173^{eC}
M6000	0,1022±0,0019^{fA}	0,4392±0,0608^{dB}	0,5905±0,0589^{fC}
Q1000	0,1067±0,0014^{hA}	0,6105±0,0613^{gB}	0,6842±0,019^{gC}
Q3000	0,104±0,0014^{gA}	0,7191±0,0289^{hC}	0,7051±0,0026^{gB}
Q6000	0,0987±0,0005^{eA}	0,8749±0,0274^{iC}	0,7816±0,0222^{hB}
REFERANS	ND	1,1318±0,0185	1,1842±0,0757
K400	0,0849±0,0039^{eA}	1,1933±0,0059^{fC}	0,9282±0,0731^{gB}
K1200	0,0044±0,0006^{aA}	1,2218±0,016^{hC}	1,1072±0,0235^{hB}
K2400	0,0373±0,0049^{bA}	1,1376±0,0191^{dB}	1,2569±0,023^{iC}
C400	0,0539±0,0054^{cB}	0,8522±0,0914^{aC}	0,044±0,002^{aA}
C1200	0,0755±0,0027^{dA}	1,1661±0,0993^{eC}	0,2135±0,0187^{dB}
C2400	0,0811±0,0042^{eA}	1,1873±0,0203^{fC}	0,2192±0,0158^{dB}
B1000	0,0982±0,0024^{fB}	1,0878±0,0785^{bC}	0,0703±0,0102^{bA}
B3000	0,0997±0,0015^{fA}	1,1264±0,0526^{cC}	0,1962±0,0184^{dB}
B6000	0,099±0,0019^{fA}	1,206±0,0131^{gB}	0,0986±0,0056^{eA}
E1000	1,4225±0,1659^{hC}	1,3342±0,0565^{iB}	0,2117±0,0232^{dA}
E3000	1,4197±0,0132^{hB}	1,4207±0,0198^{jC}	0,3566±0,0409^{eA}
E6000	0,3403±0,0219^{gA}	1,4343±0,0217^{kC}	0,451±0,037^{fB}
REFERANS	ND	1,1318±0,0185	1,1842±0,0757
MSU1000	0,0471±0,0047^{aA}	0,4438±0,059^{dB}	0,5459±0,0258^{aC}
MSU3000	0,0626±0,0056^{bA}	0,624±0,0343^{eB}	0,651±0,027^{bC}
MSU6000	0,0799±0,0053^{cA}	0,7363±0,0159^{fC}	0,729±0,0496^{cB}
MS1000	0,0885±0,0014^{dB}	0,022±0,0023^{aA}	0,7707±0,0931^{dC}
MS3000	0,0973±0,0041^{eA}	0,1367±0,019^{bB}	0,9686±0,076^{eC}
MS6000	0,1124±0,0041^{fA}	0,2891±0,0392^{cB}	1,073±0,0229^{fC}
MİK1000	0,1156±0,001^{gA}	0,8071±0,0683^{gB}	1,1355±0,0129^{gC}
MİK3000	0,1208±0,0018^{hA}	0,9643±0,0348^{hB}	1,1805±0,0215^{hC}
MİK6000	0,1251±0,0017^{iA}	1,0752±0,0313^{iB}	1,2263±0,0072^{iC}
REFERANS	ND	1,1318±0,0185	1,1842±0,0757

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

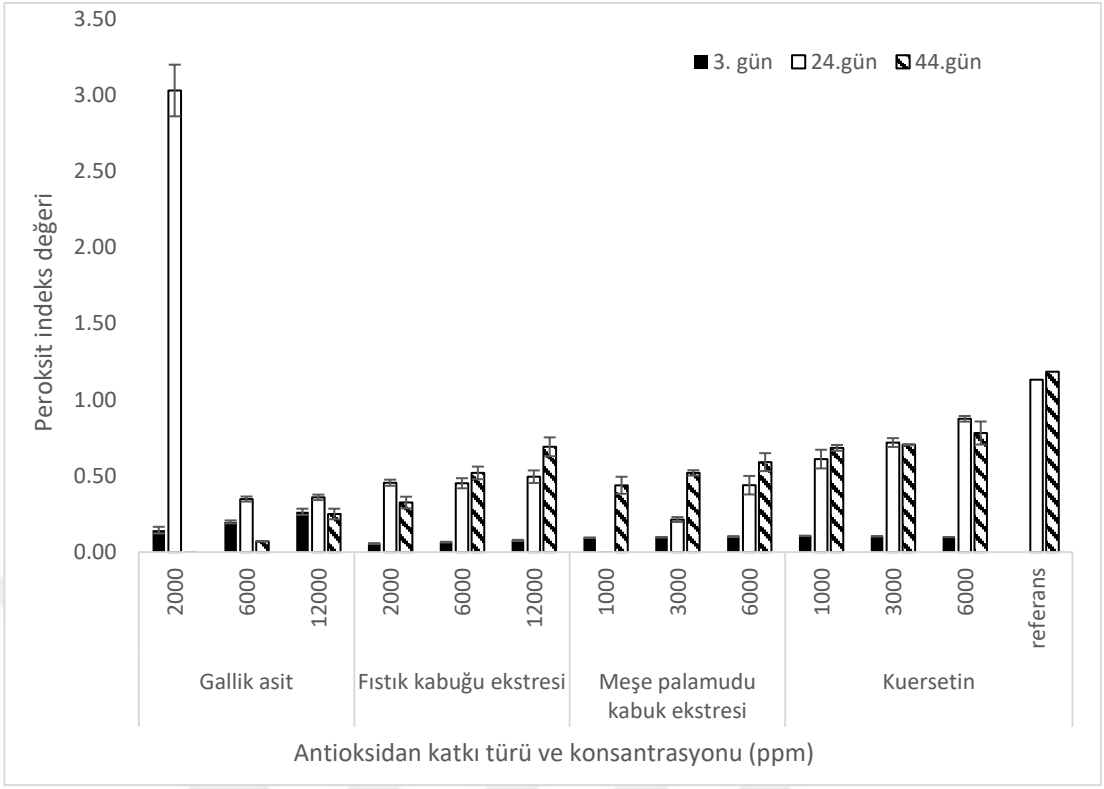
*FT-IR analizi çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği FT-IR sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

Tanen grubu örneklerinin peroksit indeks sonuçlarına bakıldığında çoğu örnekte 3.günden 44. Güne kadar artış gözlemlenmiştir. bbvnvbbbbbnn Bu nedenle örneklerin 24. Gün sonuçlarının peroksit indeks değerleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

Gallik asit eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman G2000 örneği 3,0295±0,1694 sonucu ile en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur. FKE eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise F12000 örneği 0,495±0,0411 sonucu ile en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur.

MPKE eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman 24. Günde M1000 örneğinden sonuç alınamazken, M6000 örneği 0,4392±0,0608 sonucu ile M12000 örneğinden daha fazla peroksit indeks değerini vermiştir. Kuersetin eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise Q6000 örneği 0,8749±0,0274 sonucu ile en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur.

Genel olarak tanen grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri peroksit indeks değeri açısından karşılaştırıldığında G2000 örneği maksimum peroksit indeksine ulaşan örnek olmuştur. En az değere ulaşan örnek ise 0,2138±0,0159 değeri ile M3000 örneği olmuştur. Referans örneğe bakıldığında 1,1318±0,0185 değeri ile G2000 örneği haricindeki diğer örneklerden daha fazla peroksit indeksine ulaşmıştır.



Şekil 4.37. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin peroksit indeks hesaplama değerleri

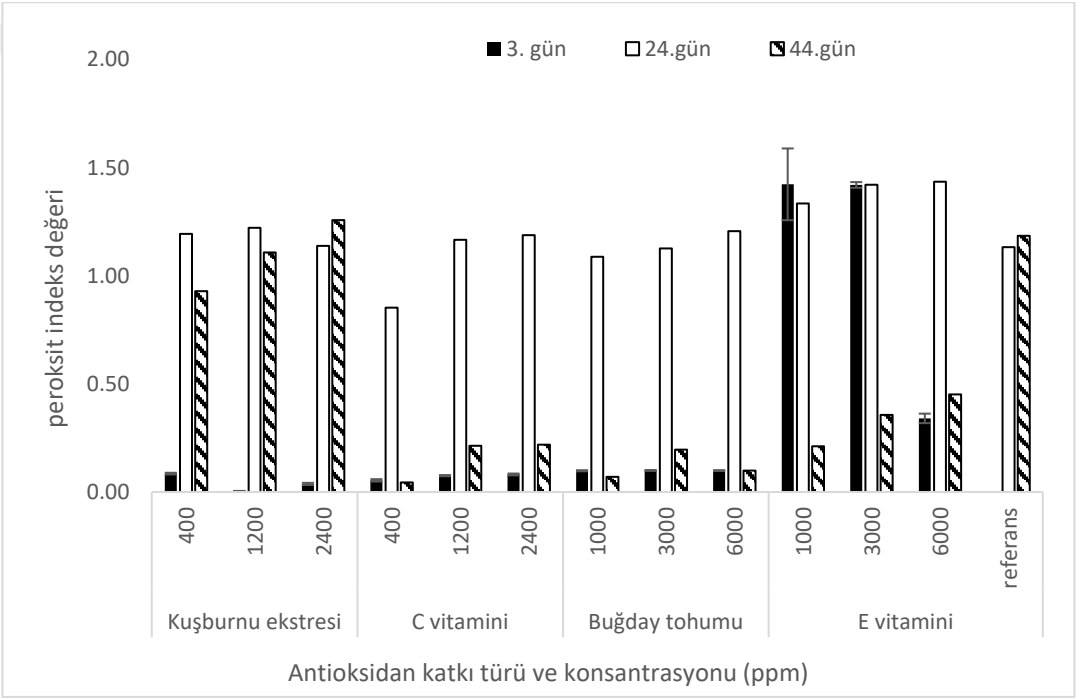
Vitamin grubu örneklerinin peroksit indeks sonuçlarına bakıldığında çoğu örnekte 3. günden 44. Güne kadar artış gözlemlenmiştir. Bazı örneklerde ise maksimum peroksit değerine 24. Günde ulaşan örnekler 24. Günden sonra ikincil peroksit evresine geçip yeni bağlar oluşturması nedeniyle 44. Günde rakamsal olarak azalma göstermiştir. Bu nedenle örneklerin 24. Gün sonuçlarının peroksit indeks değerleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

Kuşburnu eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman K12000 örneği 1,2218±0,016 sonucu ile en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur. C vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise C2400 örneği 1,1873±0,0203 sonucu ile en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur.

Buğday tohumu eklenen örnekler kendi arasında mukayese edildiği zaman B6000 örneği 1,206±0,0131 sonucu ile en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur. E vitamini eklenen örnekler kendi arasında karşılaştırıldığında ise E6000

örneği 1,4343±0,0217 sonucu ile en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur.

Genel olarak vitamin grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri peroksit indeks değeri açısından karşılaştırıldığında E6000 örneği maksimum peroksit indeksine ulaşan örnek olmuştur. En az değere ulaşan örnek ise 0,8522±0,0914 değeri ile C400 örneği olmuştur. C400 örneği dışında diğer örneklerle referans örnek karşılaştırıldığında 1,1318±0,0185 değeri ile referans diğer örneklerden daha az peroksit indeksine ulaşmıştır.

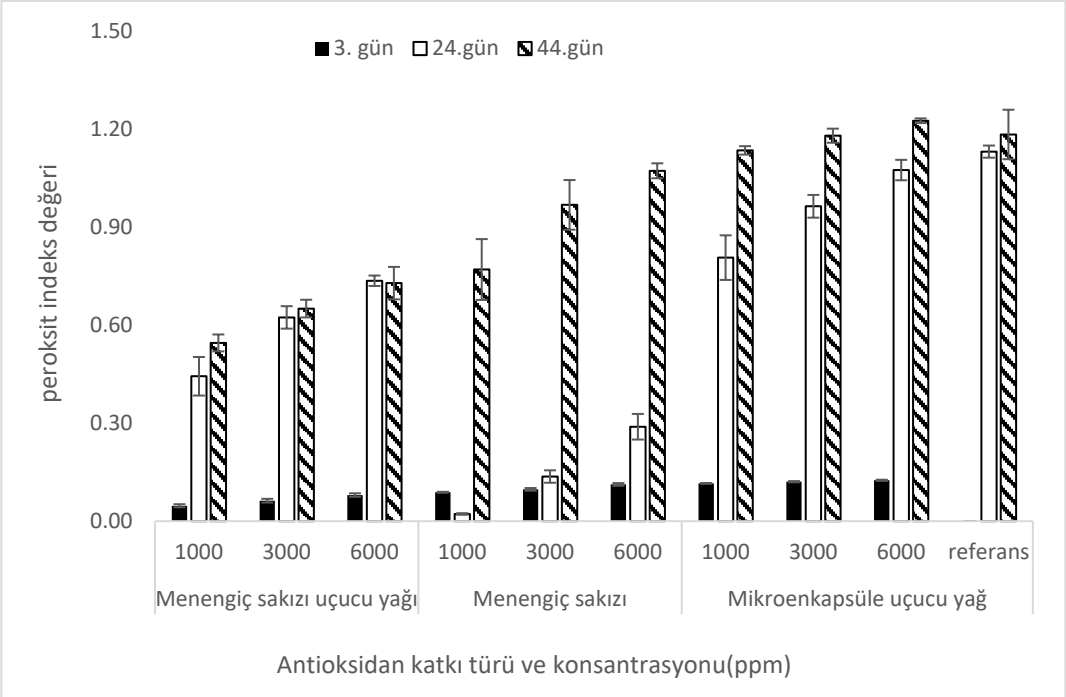


Şekil 4.38. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin peroksit indeks hesaplama değerleri

Sakız grubu örneklerinin peroksit indeks sonuçlarına bakıldığında çoğu örnekte 3. günden 44. Güne kadar artış gözlemlenmiştir. Bazı örneklerde ise maksimum peroksit değerine 24. Günde ulaşan örnekler 24. Günden sonra ikincil peroksit evresine geçip yeni bağlar oluşturması nedeniyle 44. Günde rakamsal olarak azalma göstermiştir. Bu nedenle örneklerin 24. Gün sonuçlarının peroksit indeks değerleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

MSU, MS ve MİK eklenen örnekler kendi konsantrasyonları arasında mukayese edildiği zaman MSU6000 örneği 0,7363±0,0159 sonucuyla, MS6000 örneği 0,2891±0,0392 sonucuyla ve MİK6000 örneği 1,0752±0,0313 sonucuyla en fazla peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur.

Genel olarak sakız grubu AKM'leri eklenen fındık yağı numuneleri peroksit indeks değeri açısından karşılaştırıldığında MİK6000 örneği diğer örneklere göre maksimum peroksit indeksini vermiştir. 0,022±0,0023 değeri ile MS1000 örneği ise 24. Günde minimum peroksit indeksi veren örnek olmuştur. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda tüm örneklerin daha az peroksit indeksine ulaştığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.39. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin peroksit indeks hesaplama değerleri

AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin FT-IR analizi ile eter indeks hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 4.24.). Grup halinde eter indeks sonuçlarına bakıldığında tanen grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.40.'da, vitamin grubu eklenen numunelerin sonuçları Şekil 4.41.'de sakız grubu eklenen numunelerin sonuçları ise Şekil 4.42.'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. AKM eklenmiş fındık yağı numunelerinin eter indeks sonuçları

ÖRN/GÜN	Eter Indeks		
	3	24	44
G2000	11,3463±0,2931^{eA}	1,6279±0,0559^{aB}	2,5966±0,0402^{iC}
G6000	6,6488±0,1457^{fA}	2,2638±0,072^{gB}	2,6124±0,0288^{jC}
G12000	7,2815±0,2773^{gA}	2,2286±0,0133^{fB}	2,5647±0,1008^{hC}
F2000	1,8625±0,0189^{aA}	2,1499±0,0221^{dB}	2,4206±0,0395^{gC}
F6000	1,7973±0,0152^{abA}	2,1005±0,0279^{bB}	2,3409±0,0222^{eC}
F12000	1,6004±0,0086^{bA}	2,1356±0,1138^{cB}	2,2317±0,0342^{cC}
M1000	1,5838±0,0053^{cA}	2,6512±0,0283^{kC}	2,3723±0,0519^{fB}
M3000	1,5498±0,0115^{cdA}	2,5433±0,0447^{jC}	2,2861±0,0089^{dB}
M6000	1,5074±0,0055^{cdA}	2,4193±0,0318^{iC}	2,2854±0,0703^{dB}
Q1000	1,4845±0,0021^{dA}	2,2864±0,0745^{hC}	2,2276±0,0045^{bB}
Q3000	1,4853±0,0031^{cdA}	2,2572±0,0063^{gC}	2,2313±0,0078^{cB}
Q6000	1,5415±0,0029^{cdA}	2,1793±0,0137^{eC}	2,1737±0,0175^{aB}
REFERANS	ND	2,0288±0,0164	1,9322±0,1209
K400	1,628±0,0269^{fA}	2,0665±0,0045^{fB}	2,1111±0,0304^{cC}
K1200	2,0407±0,0264^{aA}	2,05±0,0026^{eC}	2,0208±0,0142^{bB}
K2400	1,8838±0,0713^{bA}	2,0906±0,0103^{gC}	1,9528±0,0069^{aB}
C400	1,7852±0,1082^{cA}	2,2714±0,1088^{iB}	2,5972±0,0289^{iC}
C1200	1,6555±0,0133^{eA}	2,1088±0,1165^{hB}	2,5001±0,0463^{fC}
C2400	1,6408±0,0192^{efA}	2,0574±0,007^{eB}	2,4667±0,0078^{eC}
B1000	1,5278±0,0105^{gA}	2,0665±0,0409^{fB}	2,5669±0,0276^{hC}
B3000	1,5065±0,0028^{gA}	1,9957±0,0815^{dB}	2,556±0,0918^{hC}
B6000	1,522±0,0098^{gA}	1,9964±0,0069^{dB}	2,5482±0,0334^{ghC}
E1000	1,7972±0,1149^{iA}	1,943±0,0186^{cB}	2,531±0,0753^{fgC}
E3000	1,7866±0,0064^{iA}	1,8943±0,0104^{bB}	2,53±0,0982^{fgC}
E6000	2,4471±0,1248^{hA}	1,8882±0,011^{aB}	2,3734±0,0558^{dC}
REFERANS	ND	2,0288±0,0164	1,9322±0,1209
MSU1000	2,3096±0,0906^{aA}	2,4168±0,0742^{fB}	2,3368±0,0204^{iB}
MSU3000	2,2287±0,0318^{aA}	2,3003±0,018^{eB}	2,2771±0,015^{hB}
MSU6000	2,1385±0,0195^{aA}	2,219±0,021^{dB}	2,2933±0,1145^{gB}
MS1000	1,6312±0,0225^{aA}	2,6291±0,0069^{iC}	2,2146±0,0696^{fB}
MS3000	1,6012±0,0152^{aA}	2,5873±0,047^{hB}	2,0994±0,0377^{eB}
MS6000	1,9334±0,0243^{aA}	2,4923±0,0272^{gC}	2,0262±0,0099^{dB}
MİK1000	1,9032±0,0075^{aA}	2,1996±0,0607^{cC}	2,0083±0,0064^{cB}
MİK3000	1,908±0,0967^{aA}	2,1099±0,019^{bC}	1,9823±0,0084^{bB}
MİK6000	1,8479±0,0053^{aA}	2,0532±0,0083^{aC}	1,972±0,002^{aB}
REFERANS	ND	2,0288±0,0164	1,9322±0,1209

Duncan testine göre aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler birbirinde istatistik olarak farklıdır ($p<0.05$).

*FT-IR analizi çalışmaya sonradan eklenmiştir. Referans örneğin 3. Gün numunesi elimizde mevcut olmadığı için analiz edilememiştir. Bu nedenle referans örneği FT-IR sonuçlarının istatiksel karşılaştırılmasına dahil edilmemiştir.

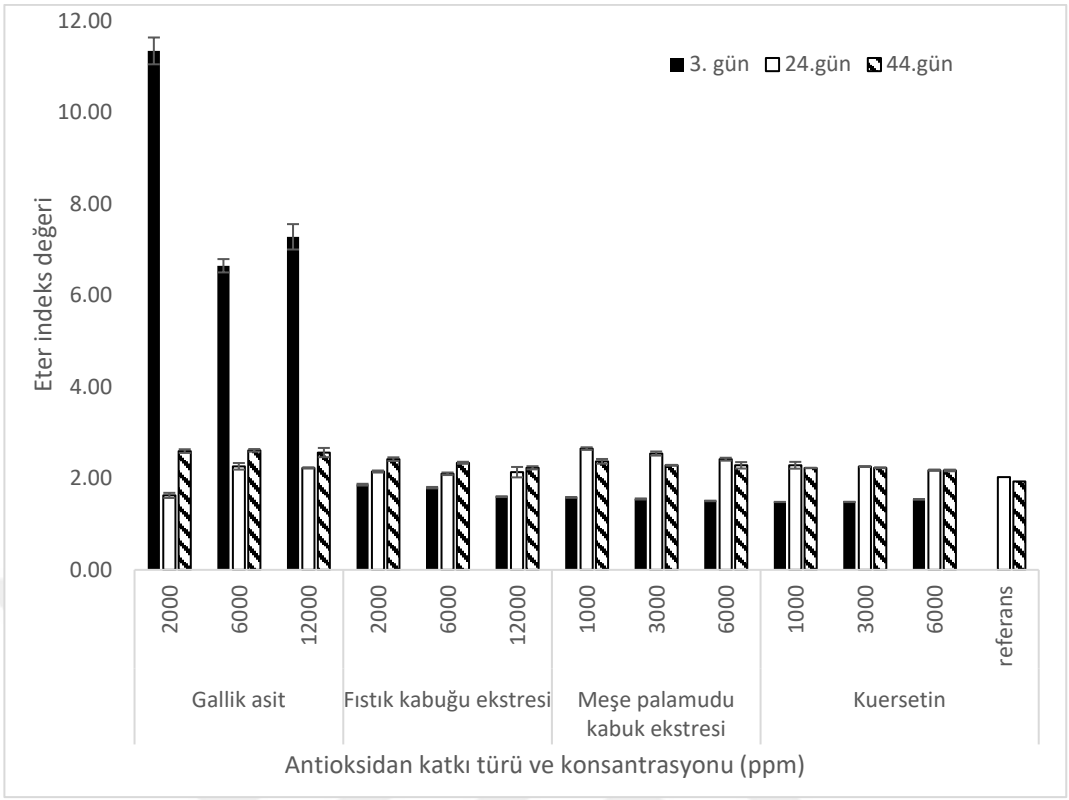
Sonuçlara bakıldığında 3. Günden 44. Güne kadar eter indeks sonucunda düzenli artış olan örneklerde yağ asidi oluştuktan sonra ikinci bozulma evresiyle doymuş bağlar kırılarak tekrar eter bağları ile uzun zincirler bozulmuştur ve örnekler üçüncül bozulma evresine geçmiştir. Artışın fazla olduğu örneklerde eklenen katkı maddelerinin yağlar üzerinde etkisinin az olduğu gözlemlenmiştir. 3. gün tespit edilen eter indeks sonuçları halihazırda çevresel şartlar ve depolama koşullarının yağlarda meydana getirdiği eter bağlarıdır.

3. Günden sonra azalan eter indeks sonuçları yağlara ilave edilen AKM'lerin bu bağları kırarak geri dönüş sağladığını göstermektedir. 3. günden itibaren üçüncül bozulma evresine girmiş olan ve 24. Güne kadar eter indeksi artan bazı örneklerde 44. Günden sonra gözlemlenen indeks azalması bu örneklerin muhtemel radikalik polimerizasyon ile bağlanan eter bağlarında tekrar kırılma olduğunu yani dördüncü bozulma evresine geçtiğini göstermektedir.

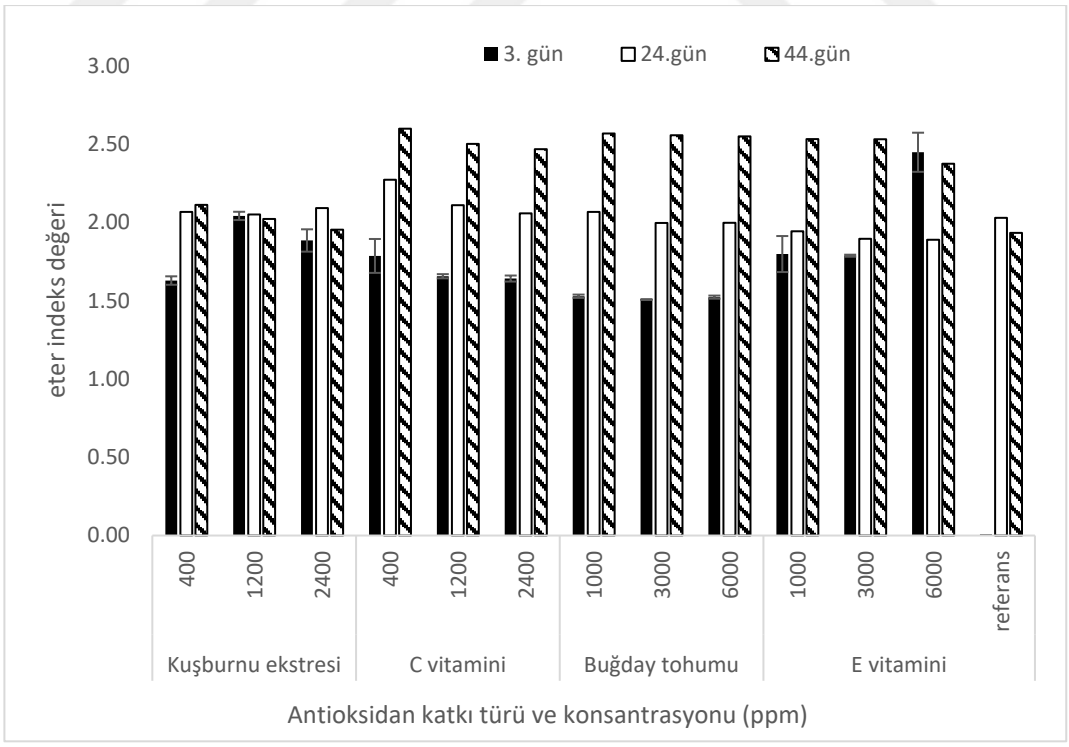
Tanen grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında gallik asit eklenen örneklerin eter indeks değerleri 3. Günden sonra 24. Günde azalırken 44. Günde tekrar artış göstermiştir. FKE eklenen örneklerde ise 3. Günden 44. Güne kadar düzenli artış tespit edilmiştir. MPKE ve kuersetin eklenen örnekler de ise eter indeks değerleri 3. Günden sonra 24. Günde artarken 44. Günde tekrar azalma göstermiştir.

Vitamin grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında kuşburnu ekstresi, C vitamini, buğday tohumu eklenen örnekler ile E1000 ve E3000 örneklerinde 3. Günden 44. Güne kadar düzenli artış tespit edilmiştir. E6000 örneğinde ise eter indeks değeri 3. Günden sonra 24. Günde azalırken 44. Günde tekrar artış göstermiştir.

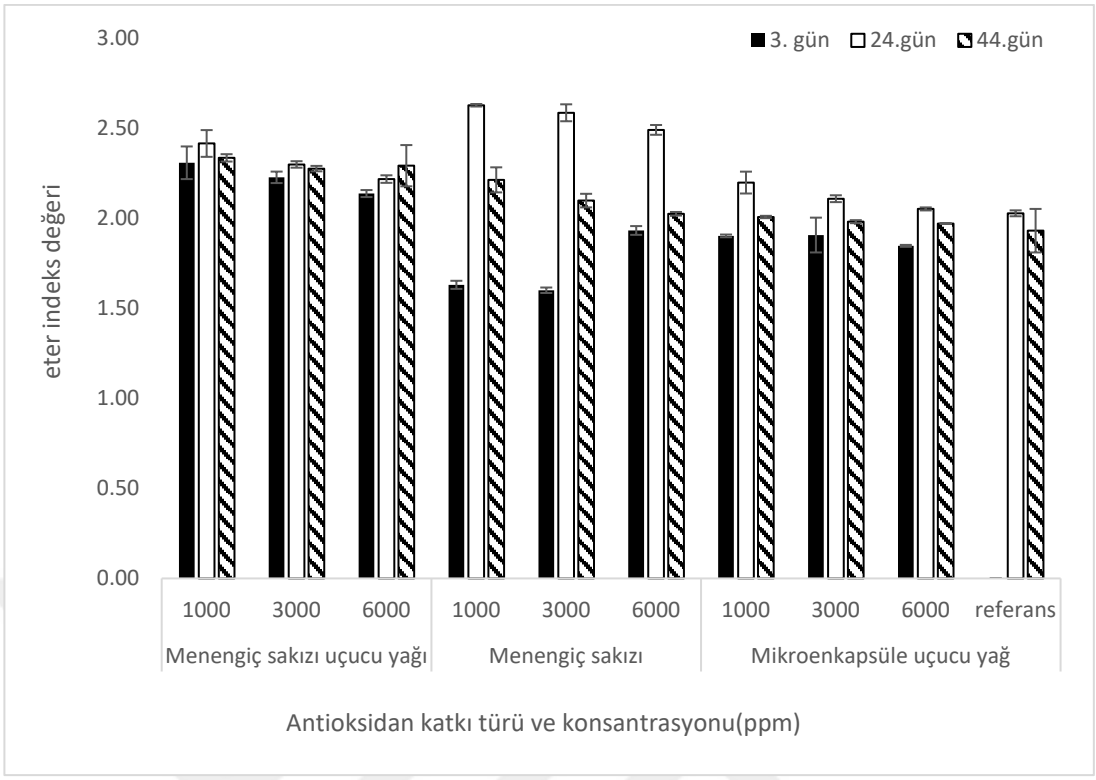
Sakız grubu örneklerinin sonuçlarına bakıldığında MSU6000 örneğinin eter indeks değeri 3. Günden sonra 24. Günde azalırken 44. Günde tekrar artış göstermiştir. MS ve MİK eklenen örnekler ile MSU1000 VE MSU3000 örneklerinin eter indeks değerlerinde ise 3. Günden sonra 24. Günde artış gözlemlenirken 44. Günde tekrar azalma gözlemlenmiştir.



Şekil 4.40. Tanen grubu eklenen yağ numunelerinin eter indeks hesaplama değerleri



Şekil 4.41. Vitamin grubu eklenen yağ numunelerinin eter indeks hesaplama değerleri



Şekil 4.42. Sakız grubu eklenen yağ numunelerinin eter indeks hesaplama değerleri

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada yağların oksidasyonunu önlemek için kullanılan antioksidan maddelere muadil olabilecek farklı doğal antioksidan katkı maddelerinin (AKM) kullanımı amaçlanmıştır. Bazı bitki ekstraktları ve/veya doğrudan spesifik olarak fenoliklerin yağlara ilave edilmesi ile fındık yağının oksidatif direncinin arttırılması hedeflenmiştir. Bu maksatla fındık yağı içersinde standart AKM olarak gallik asit, kuersetin, C vitamini ve E vitamini kullanılmıştır. Doğal AKM olarak ise fıstık kabuğu ekstresi (FKE), meşe palamudu kabuk ekstresi (MPKE), kuşburnu ekstresi, buğday tohumu, menengiç sakızı uçucu yağı (MSU), menengiç sakızı (MS) ve mikroenkapsüle edilmiş menengiç sakızı uçucu yağı (MİK) kullanılmıştır. Kullanılan AKM'ler kendi aralarında tanen, vitamin ve sakız gubu olarak 3'e ayrılmış ve her örnek kendi içinde 3 farklı konsantrasyonda kullanılmıştır. Çeşitli AKM'lerin ilave edildiği fındık yağı örnekleri hızlandırılmış yaşlandırma cihazı içerisinde UV, nem ve sıcaklık olarak belirlenen bozucu etmenler altında tutulmuştur. Bu cihazdan farklı günlerde alınan numuneler ile fizikokimyasal analizlerin sonuçları karşılaştırılarak çalışmanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

Saf fındık yağına peroksit tayini, serbest yağ asidi ve asit sayısı tayini yapılmıştır. Kullanılan AKM'ler içerisinden meşe palamuduna kondense tanen analizi, buğday tohumuna peroksit tayini uygulanmıştır. AKM ekstraktlarının her birine toplam fenolik madde miktarı tayini (TFMM), toplam flavonoid madde miktarı tayini (TFM), DPPH ile antioksidan madde tayini yapılmıştır. AKM eklenen örneklere peroksit tayini, serbest yağ asidi ve asit sayısı tayini, UV absorbans tayini (232 ve 270 nm), TFMM, TFM, DPPH ile antioksidan madde tayini, GC-FID ile yağ asidi tayini ve FT-IR analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarının istatiksel değerlendirmesi de yapılarak çalışmaya eklenmiştir.

Tezde kullanılacak olan katkı maddeleri yağlara ilave edilmeden önce ön denemeler yapılarak çeşitli optimizasyon aşamalarından geçmiştir. Bu aşamalar değerlendirildiğinde;

• Çalışmada kullanılan fındık yağı temin edildikten sonra peroksit tayini, serbest yağ asidi ve asit sayısı tayinleri yapılarak standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir.

• Tanenler grubunda kuersetin standardına karşılık olarak kullanılacak olan meşe palamudu bitkisinin hangi bölümünün tanen açısından daha zengin olduğunu belirlemek için kondense tanen analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda en yüksek tanen oranını meşe palamudu dış kabuğu vermiştir.

• Doğal AKM'ler arasından kuşburnu bitkisi, fıstık kabuğu ve meşe palamudu kabuğunun fenolik madde zenginliğini tespit etmek için TFMM analizi yapılmış ve sonucunda en fazla fenolik madde oranını veren katkının fıstık kabuğu olduğu görülmüştür.

• Çalışmada kullanılan doğal AKM'ler arasından kuşburnu bitkisi, fıstık kabuğu ve meşe palamudu kabuğunun flavonoid madde zenginliğini tespit etmek için TFM analizi yapılmış ve sonucunda en fazla flavonoid madde oranını veren katkının kuşburnu bitkisi olduğu görülmüştür.

• Katkı maddeleri DPPH ile antioksidan madde analizine tabii tutularak antioksidan aktivitelerine bakılmıştır. 25 µL/mL konsantrasyonda fıstık kabuğu ekstresi en yüksek aktiviteyi göstermiştir. 50 µL/mL ve 75 µL/mL konsantrasyonlarında ise meşe palamudu kabuk ekstresi en yüksek aktivite gösteren katkı olurken kuşburnu ekstresi tüm konsantrasyonlarda en az aktivite gösteren örnek olmuştur.

• Buğday tohumunun fındık yağı içerisindeki kullanım şeklinin belirlenmesi amacıyla yapılan peroksit optimizasyonu sonucunda en iyi peroksit direncini gösteren tohum şekli olmuştur. Buğdayın un ve yağ formları eşit miktarlarda direnç sağlayarak tohum şeklinin gerisinde kalmıştır.

• Hızlandırılmış yaşlandırma cihazına bırakılan örneklerin hangi bozucu etmenler altına konulması gerektiğini belirlemek için ayrı ayrı UV, nem ve sıcaklık etmenleri ile tüm etmenlerin hepsinin bir arada olduğu denemeler yapılmıştır. Deneme sonunda tüm etmenlere aynı anda maruz kaldığında örneklerin peroksit direncinin azaldığı yapılan peroksit tayini ile belirlenmiştir.

• Fındık yağları içerisine ilave edilen AKM'lerin konsantrasyon miktarları için LC-MS/MS cihazı kullanılmıştır. Verilere bakılarak kuersetin, C vitamini ve gallik

asite karşılık olarak belirlenen katkı maddelerinin konsatrasyon hesaplamaları yapılmıştır. E vitamini standardına karşılık olarak kullanılacak olan buğday tohumunun ppm cinsinden oranı ise Yıqang ve ark. (2002)'nın yapmış oldukları çalışmalardan faydalanılmıştır. Konsantrasyon ayarlamalarının sonunda tüm katkıların içerisinde belirlenen etken maddeler aynı ppm düzeyinde fındık yağına eklenmiştir.

Gallik asit ve fıstık kabuğu ekstresi (FKE) katkıları eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde;

• Gallik asit ve FKE'nin bulunduğu yağ numunelerinin peroksit analiz sonuçlarına bakıldığında gallik asit ve FKE katkılarının kendi aralarında değişen konsantrasyonlarına bakıldığı zaman konsantrasyon arttıkça fındık yağının oksidasyona olan direncinde artışlar olmuştur. Sonuç olarak doğal AKM olarak kullandığımız FKE'nin, sentetik AKM olan gallik asit gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. AKM eklenmiş yağ numuneleri, referans olarak adlandırdığımız AKM bulundurmayan örneğe göre daha iyi oksidatif direnç sağlamıştır.

• Serbest yağ asidi tayini sonuçlarına bakıldığında 24. Güne kadar gallik asit ve FKE'nin bulunduğu yağ numunelerinin serbest yağ asitliğinde önemsenmeyecek bir seviyede artış gözlemlenmiştir ve 24. günden sonra artış olmamıştır.

• 232 nm UV absorbans sonuçlarına göre FKE katkısı gallik asite göre fındık yağında oksidasyona karşı daha iyi stabilite sağlamıştır. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkılar eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

• 270 nm UV absorbans sonuçlarına göre FKE ile gallik asit eklenen örnekler birbirlerine referansa yakın sonuçlar vermiştir.

• TFMM analizine bakıldığında FKE eklenen örnekler içerdikleri fenolik madde miktarları ile gallik asit eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFMM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• TFM analizine bakıldığında FKE eklenen örnekler içerdikleri flavonoid madde miktarları ile gallik asit eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik

göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları mukayese edildiğinde FKE eklenen örnekler ile gallik asit eklenen örnekler aynı oranda antitoksidan özellik gösterirken, referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkı eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan cis indeks değerlerine bakıldığında gallik asit ve FKE eklenen örneklerde G2000 örneği haricindeki tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan trans indeks değerlerine bakıldığında gallik asit ve FKE eklenen örneklerde G2000 örneği bozulma etmenleri altında en yüksek trans indeks değerini veren örnek olmuştur.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan ester indeks değerlerine bakıldığında gallik asit ve FKE eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan metil indeks değerlerine bakıldığında gallik asit ve FKE eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan peroksit indeks değerlerine bakıldığında gallik asit ve FKE eklenen örneklerde G2000 örneği bozulma etmenleri altında en yüksek peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman G2000 örneği haricindeki diğer örneklerden daha fazla peroksit indeksine ulaşmıştır.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan eter indeks değerlerine bakıldığında gallik asit ve FKE eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

Kuersetin ve meşe palamudu ekstresi (MPKE) katkıları eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde;

• MPKE bulunduran yağ örnekleri kuersetin bulunduran yağ örneğine göre peroksit oluşumuna karşı daha iyi direnç göstermiştir. Oksidasyona karşı iyi bir

stabilite gösteren MPKE ve kuersetin AKM'lerin kendi aralarında değişen konsantrasyonlarına bakıldığı zaman konsantrasyon arttıkça MPKE eklenmiş yağlarda değişim gözlenmezken, kuersetin eklenmiş yağ örneklerinde konsantrasyon arttıkça fındık yağının oksidasyona olan direncinde artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak doğal AKM olarak kullandığımız MPKE'nin, sentetik AKM olan kuersetin gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. AKM eklenmiş yağı numuneleri, referans olarak adlandırdığımız AKM bulundurmayan örneğe göre daha iyi oksidatif direnç sağlamıştır.

• Serbest yağ asidi tayini sonuçlarına bakıldığında 24. Güne kadar kuersetin bulunan yağ numunelerinin serbest yağ asitliğinde önemsenmeyecek bir seviyede artış gözlemlenmiştir ve 24. günden sonra artış olmamıştır. MPKE ilave edilmiş yağlarda serbest yağ asidi miktarı 24. günden sonra artmaya devam etmiştir.

• 232 nm UV absorbans sonuçlarına göre kuersetin ile MPKE katkıları birbirlerine yakın stabilite göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkılar eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

• 270 nm UV absorbans sonuçlarına göre MPKE ile kuersetin eklenen örnekler birbirlerine referansa yakın sonuçlar vermiştir.

• TFMM analizine bakıldığında M6000 örneği içerdiği fenolik madde miktarları en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Genel olarak referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFMM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• TFM analizine bakıldığında MPKE eklenen örnekler içerdikleri flavonoid madde miktarları ile kuersetin eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları mukayese edildiğinde MPKE eklenen örnekler ile kuersetin eklenen örneklerden daha iyi antitoksidan özellik gösterirken, referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkı eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan cis indeks değerlerine bakıldığında MPKE ve kuersetin eklenen tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan trans indeks değerlerine bakıldığında MPKE ve kuersetin eklenen örneklerde Q1000 örneği en fazla trans indeksine ulaşan örnek olmuştur.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan ester indeks değerlerine bakıldığında MPKE ve kuersetin eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan metil indeks değerlerine bakıldığında MPKE ve kuersetin eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan peroksit indeks değerlerine bakıldığında M3000 örneği haricindeki MPKE ve kuersetin eklenen tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. M3000 örneği ise en az peroksit indeks değerini veren örnek olmuştur. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman referansın daha az direnç sağladığı gözlemlenmiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan eter indeks değerlerine bakıldığında MPKE ve kuersetin eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

C vitamini ve kuşburnu ekstresi katkıları eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde;

• Peroksit analiz sonuçlarına göre fındık yağının peroksit direnci üzerinde kuşburnu ve C vitamini katkılarının olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Kuşburnu ekstresi ve C vitamini katkıları eklenmiş yağ numunelerinin kendi aralarında değişen konsantrasyonlarına bakıldığı zaman konsantrasyon arttıkça fındık yağının oksidasyona olan direncinde artışlar olmuştur. Sonuç olarak doğal AKM olarak kullandığımız kuşburnu ekstresinin, sentetik AKM olan C vitamini gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. Hem gün bazında hem de konsantrasyon olarak ayrı ayrı ele alındığında kuşburnu ekstresinin C vitamininden daha iyi AKM olduğu ve fındık yağında daha fazla oksidatif direnç

sağladığı belirlenmiştir. Referans örneğe göre bakıldığında da katkılar daha iyi peroksit direnci göstermiştir.

• Serbest yağ asidi tayini sonuçlarına bakıldığında 24. Güne kadar C vitamini ve kuşburnu ekstresinin bulunduğu yağ numunelerinin serbest yağ asitliğinde önemsenmeyecek bir seviyede artış gözlemlenmiştir ve 24. günden sonra artış olmamıştır.

• 232 nm UV absorbans sonuçlarına göre C vitamini ile kuşburnu ekstresi katkıları birbirlerine yakın stabilite göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkılar eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

• 270 nm UV absorbans sonuçlarına göre kuşburnu ekstresi ile C vitamini eklenen örnekler birbirlerine referansa yakın sonuçlar vermiştir.

• TFMM analizine bakıldığında kuşburnu ekstresi eklenen örnekler içerdikleri fenolik madde miktarları ile C vitamini eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFMM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• TFM analizine bakıldığında kuşburnu ekstresi eklenen örnekler içerdikleri flavonoid madde miktarları ile C vitamini eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları mukayese edildiğinde kuşburnu ekstresi eklenen örnekler ile C vitamini eklenen örneklerden daha iyi antitoksidan özellik gösterirken, referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkı eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan cis indeks değerlerine bakıldığında kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenen tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan trans indeks değerlerine bakıldığında K400 örneği diğer örneklere göre en fazla trans indek artışı gözlemlenen örnek olmuştur.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan ester indeks değerlerine bakıldığında kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan metil indeks değerlerine bakıldığında kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan peroksit indeks değerlerine bakıldığında kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenen örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. C400 örneği hem en az indeks değerini veren hemde referans örnekten daha iyi sonuç veren tek örnek olmuştur.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan eter indeks değerlerine bakıldığında kuşburnu ekstresi ve C vitamini eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

E vitamini ve buğday tohumu katkıları eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde;

• Doğal AKM olarak kullandığımız buğday tohumunun, sentetik AKM olan E vitamini gibi fındık yağında peroksit oluşumuna karşı direnç sağladığı görülmüştür. Hem gün bazında hem de konsantrasyon olarak ayrı ayrı ele alındığında E vitamininin, buğday tohumundan daha iyi AKM olduğu ve fındık yağında daha fazla oksidatif direnç sağladığı belirlenmiştir. Buğday tohumu ve E vitamininin eklendiği yağ örnekleri referans ile karşılaştırıldığı zaman katkıların daha iyi peroksit direnci gösterdiği belirlenmiştir.

• Serbest yağ asidi tayini sonuçlarına bakıldığında 24. Güne kadar E vitamini ve buğday tohumunun bulunduğu yağ numunelerinin serbest yağ asitliğinde önemsenmeyecek bir seviyede artış gözlemlenmiştir ve 24. günden sonra artış olmamıştır.

• 232 nm UV absorbans sonuçlarına göre E vitamini ile buğday tohumu katkıları birbirlerine yakın stabilite göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkılar referans ile yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç göstermiştir.

• 270 nm UV absorbans sonuçlarına göre buğday tohumu E vitaminine göre fındık yağında oksidasyona karşı daha iyi stabilite sağlamıştır. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkılar referans ile yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç göstermiştir.

• TFMM analizine bakıldığında E1000 örneği içerdiği fenolik madde miktarları en iyi antioksidan özellik gösteren örnek olmuştur. Genel olarak referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFMM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• TFM analizine bakıldığında buğday tohumu eklenen örnekler içerdikleri flavonoid madde miktarları ile E vitamini eklenen örneklere göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman artan TFM'ye bağlı olarak katkıların eklendiği örnekler daha iyi sonuçlar vermiştir.

• DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları mukayese edildiğinde E vitamini eklenen örnekler buğday tohumu eklenen örneklerden daha iyi antitoksidan özellik gösterirken, referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zaman katkı eklenen fındık yağlarının oksidatif dirençlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan cis indeks değerlerine bakıldığında buğday tohumu ve E vitamini eklenen tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan trans indeks değerlerine bakıldığında E3000 örneği diğer örneklere göre en fazla trans indek artışı gözlemlenen örnek olmuştur.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan ester indeks değerlerine bakıldığında buğday tohumu ve E vitamini eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan metil indeks değerlerine bakıldığında buğday tohumu ve E vitamini eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan peroksit indeks değerlerine bakıldığında buğday tohumu ve E vitamini eklenen örneklerde en yüksek konsantrasyonlar olan

B6000 ve E6000 örnekleri en yüksek peroksit indeks değerini verirken referans örnek tüm katkıların eklendiği örneklere göre daha iyi sonuç vermiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan eter indeks değerlerine bakıldığında buğday tohumu ve E vitamini eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

Menengiç sakızı (MS), menengiç sakızı uçucu yağı (MSU) ve mikroenkapsüle menengiç sakızı uçucu yağı (MİK) katkıları eklenen fındık yağı örneklerinin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde;

• Peroksit analiz sonuçlarına göre MİK eklenmiş yağ örneği, MS eklenmiş yağ örneğine göre oksidasyona karşı daha iyi direnç göstermiştir. MSU eklenmiş yağ örneği ise diğer iki katkı maddesinin eklendiği yağlara göre daha az direnç sağlamıştır. Genel olarak MS, MSU ve MİK katkıları AKM içermeyen referans adlı örnek ile karşılaştırıldığında, MİK eklenen fındık yağları referansa göre daha iyi peroksit direnci gösterdiği belirlenmiştir. MSU ve MS eklenen fındık yağları ise referans örneğe yakın sonuçlar vermiştir. MSU içeren yağların değişen konsantrasyonlarının 24. Gün sonuçları kendi arasında karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça peroksit direncinin azaldığı görülmüştür. MS ve MİK katkıları kullanılan yağ örneklerinde ise konsantrasyon arttıkça peroksit direncinin arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

• Serbest yağ asidi tayini sonuçlarına bakıldığında 24. Güne kadar MSU ve MİK eklenen yağ numunelerinin serbest yağ asitliğinde önemsenmeyecek bir seviyede artış gözlemlenmiştir ve 24. günden sonra artış olmamıştır. MS eklenen örneklerde ise bu artış 34. Günden sonra durmuştur.

• 232 nm UV absorbans sonuçlarına göre sakız grubunda yer alan AKM'lerin eklendiği örnekler hem kendi aralarında hem de referans ile mukayese edildiğinde, MİK eklenen fındık yağının oksidasyona karşı daha iyi oksidatif direnç sağladığı görülmüştür.

• 270 nm UV absorbans sonuçlarına göre sakız grubunda bulunan katkıların eklendiği örnekler hem kendi aralarında hem de referansla karşılaştırıldığında tüm örneklerin yaklaşık olarak aynı oranda oksidatif direnç sağladığı görülmüştür.

• TFMM analizi değerlendirildiğinde genel olarak artan TFMM'ye bağlı olarak MS eklenen örnekler, hem MSU ve MİK eklenen örneklere göre hem de referans örneğe göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir.

• TFM analizi değerlendirildiğinde genel olarak artan TFM'ye bağlı olarak MSU eklenen örnekler, hem MS ve MİK eklenen örneklere göre hem de referans örneğe göre daha iyi antioksidan özellik göstermiştir. MSU eklenen örneklere en yakın TFM barındıran örnekler MS eklenen örnekler olmuştur.

• DPPH ile antioksidan madde analizi sonuçları mukayese edildiğinde MİK eklenen örnekler, hem MSU ve MS eklenen örneklere hem de referans örneğe göre daha iyi oksidatif direnç sağlamıştır. MSU ve MS eklenen örnekler ise aynı oranlarda antioksidan aktivite göstermiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan cis indeks değerlerine bakıldığında MS, MSU ve MİK eklenen tüm örnekler birbirlerine yakın değerler vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda aynı durum gözlemlenmiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan trans indeks değerlerine bakıldığında MS, MSU ve MİK eklenen örneklerde MS1000 örneği diğer örneklere göre en fazla trans indek artışı gözlemlenen örnek olmuştur.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan ester indeks değerlerine bakıldığında MS, MSU ve MİK eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan metil indeks değerlerine bakıldığında MS, MSU ve MİK eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan peroksit indeks değerlerine bakıldığında MS, MSU ve MİK eklenen fındık yağı numuneleri peroksit indeks değeri açısından karşılaştırıldığında MİK6000 örneği diğer örneklere göre maksimum peroksit indeksini vermiştir. Referans örneğe göre değerlendirme yapıldığı zamanda tüm örneklerin daha az peroksit indeksine ulaştığı gözlemlenmiştir.

• FT-IR analiz sonucunda hesaplanan eter indeks değerlerine bakıldığında MS, MSU ve MİK eklenen örneklerde 24. Günden sonra üçüncül ve dördüncül bozulma evrelerine geçildiği görülmüştür.

Tüm katkı maddeleri gruplar halinde değerlendirildiğinde fındık yağının oksidatif direncinin artırılmasına yönelik olarak tanen ve sakız gruplarında yer alan katkıların daha iyi direnç sağladığı tespit edilmiştir. Vitamin grubunda yer alan katkı maddeleri fındık yağının oksidatif direncinin artmasına daha az katkıda bulunmuştur.

Fenolik ve flavonoidlerin fındık yağının oksidatif direncini arttırması üzerindeki etkilerin olumlu olduğu tespit edilmiştir. İlaveten tezde kullanılan doğal antioksidan katkı maddesi olarak kullanılan FKE, MPKE, kuşburnu ekstresi, buğday tohumu ve sakız grubu maddelerinin muadili oldukları sentetik antioksidanlar kadar oksidatif direnç sağladıkları yapılan tüm analizlerce tespit edilmiştir. Tezin sonunda sentetik antioksidan maddelerin yerini alabilecek, alternatif sunan ve başarı oranı yüksek olan doğal antioksidan maddeler elde edilmiştir.

Çalışma sonunda yağ oksidasyonu geciktirmek için pekçok alternatif antioksidan etkisi bulunan katkı kullanılabileceği doğrulanmıştır. Buna yönelik olarak yağlarda oksidatif direnci artırmak için sentetik antioksidan maddeler yerine doğal antioksidan katkılar kullanılabileceği tespit edilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan ve oksidastif direncinde artışlar sağlanan fındık yağının yerine farklı yağlarda da benzer çalışmalar yapılabilir. Çalışmada olumlu sonuçlar elde edilen antioksidan katkılar farklı türdeki yağlar üzerinde denemeye tabii tutulabilir. Uzun süreli depolama ve yaşlandırma işlemlerinde çalışmada kullanılan hızlandırılmış yaşlandırma cihazı başka çalışmalarda da iyi bir alternatif olabilir. İlaveten yaşlandırma cihazına eklenen UV lambalar farklı raf ömrü çalışmalarına katkıda bulunabilir. Hızlandırılmış yaşlandırma cihazında hızlı bir şekilde oksidasyona uğrayan fındık yağının normal depolama şartları altındaki oksidasyon süresinin tespiti ve bu iki unsurun karşılaştırılması konusunda yeni çalışmalar yapılarak literatüre katkı sağlanabilir. Ayrıca bu çalışma fındık yağı haricindeki farklı yağlar üzerinde çalışılarak geliştirilebilir ve optimizasyon denemeleri yapılabilir.

KAYNAKLAR

ADEGOKE, G.O., and GOPALA KRİSHNA A.G., 1998. Extraction and Identification of antioxidants from the Spice Aframomum daniell. Journal of the American oil Chemists Society, 75(8): 1047-1052.

AK, T., and GÜLÇİN, İ., 2008. Antioxidant and radical scavenging properties of curcumin. Chemico-Biological Interactions, 174(1): 27–37.

AKGÜL, A., 1989. Baharatların antioksidan özellikleri. Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry, 13: 11-24.

AKGÜL, A., ve AYAR, A., 1993. Yerli baharatların antioksidan etkileri. Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry, 17: 1061-1068.

ALASALVAR, C., PELVAN, E., and TOPAL, B., 2010. Effects of roasting on oil and fatty acid composition of Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana L.*). International Journal of Food Sciences and Nutrition, 61, 630-642.

ALASALVAR, C., SHAHİDİ, F., OHSHİMA, T., WANASUNDARA, U., YURTTAŞ, H.C., LYANAPATHIRANA, C.M., and RODRİGUES, F.B., 2003. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana L.*) 2. Lipid Characheristics and Oxidative Stability. J. Agric. Food Chem., 51, 3797-3805.

ALMA, M.H., KARAOGUL, E., ERTAS, M., ALTUNTAS, E., KARAMAN, S., and DİRAZ, E., 2012. Chemical Composition Of Seed Oil From Turkish Prunus Mahaleb L. Analytical Chemistry Letters, 2(3): 182-185.

AMARAL, J.S., CASAL, S., CİTOVÁ, I., SANTOS, A., SEABRA, R.M., and OLİVEİRA, B.P.P., 2006b. Characterization of Several hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars based in chemical fatty acid and sterol composition. Eur Food Res Technol, 222, 274-280.

AMARAL, J.S., CUNHA, S.C., SANTOS, A., ALVES, M.R., SEABRA, R.M., and OLİVEİRA, B.P.P., 2006a. Influence of Cultivar and Enviromental Conditions on the Triacylglycerol Profile of Hazelnut (Corylus avellana L.). Journal of Agricultural Food Chemistry, 54, 449-456.

ANONİM, 2012. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120412-7. Erişim tarihi: 16.11.2020.

ANONİM, 2019. https://slideplayer.biz.tr/slide/2570721. Erişim tarihi: 26.09.2019.

ANONİM, 2006a. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, Fourth Edition, Methods: Ca5a-40, Cd8-53, Cd12-57 and Ch5-91.

ANONİM, 2006b. Official methods and recommended practices of the American Oil.

APAK, R., GÜÇLÜ, K., DEMİRATA, B., ÖZYÜREK, M., ÇELİK, S.E., BEKTAŞOĞLU, B., BERKER, K.I., and ÖZYURT, D., 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. Molecules, 12: 1496-1547.

ARTAJO, L.S., ROMERO, M.P., MORELLÓ, J.R., and MOTİLVA, M.J., 2006. Enrichment of Refined Olive Oil with Phenolic Compounds: Evaluation of Their Antioxidant Activity and Their Effect on the Bitter Index. Journal of Agricultural and Food Chemistry, *54*(16), 6079–6088.

ATTA, M.B., and IMAİZUMİ, K., 1998. Antioxidant activity of nigella (*Nigella sativa L.*). Nihon Yukagakkaishi, 47(5): 475–480.

AYDEMİR, S., EYÜPOĞLU, O.E., AKTAŞ, A., İSKEFİYELİ, Z., ALKAN, S., ve KÜÇÜK, M., 2012. Kuşburnu Bitkisinin Antioksidan Kompozisyonu. 2. Eser Analiz Çalıştayı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 27-30 Haziran 2012, Trabzon.

BAİL, S., STUEBİGER, G., UNTERWEGER, H., BUCHBAUER, G., and KRİST, S., 2009. Characterization of volatile compounds and triacylglycerol profiles of nut oils using SPME-GC-MS and MALDI-TOF-MS. Eur J Lipid Sci Tech., 111: 170-182.

BANDONİENE, D., VENSKUTONİS, P.R., GRUZDİENE, D., and MURKOVİC, M., 2002. Antioxidative activity of sage (*Salvina officinalis L.*) savory (*Satureja hortensis L.*) and borage (*Borage officinalis L.*) extracts in rapeseed oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol, 104: 286-292.

BERNARDO-GİL, M.G., RODRİGUES, M.F., and OLİVEİRA, R., 2002. Characterization and supercritical carbon dioxide extraction of walnut oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 79(3): 225-230.

BOTSOGLOU, N.A., GRİGOROPOULOU, S.H., BOSTOGLOU, E., GOVARİS, A., and PAPGEORGİOU, G., 2003. The efffects of dietary oregano essential oil and α-tocopheryl acetate on lipd oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. Meat Science, 65(3): 1193-1200.

BRAND-WİLLİAMS, W., CUVELİER, M.E., and BERSET, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology, 28(1): 25–30.

BURDA, S., and OLESZEK, W., 2001. Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. Journal of agricultural and food chemistry, 49(6): 2774-2779.

ÇAKIR, U., TAYMAN, C., SERKANT, U., YAKUT, H.B., ÇAKIR, E., ATEŞ, U., KOYUNCU, I., and KARAOĞUL, E., 2018. Ginger (Zingiber officinale Roscoe) for the treatment and prevention of necrotizing enterocolitis. J Ethnopharmacol, 225: 297-308.

ÇAKMAKÇI, S., ve GÖKALP, H.Y., 1992. Gıdalarda Kısaca Oksidasyon; Antioksidantlar ve Gıda Sanayiinde Kullanımları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(2): 174-192.

ÇETİNYÜREK, F., 2012. Buğday ruşeymi ve buğday ruşeym yağının antioksidan parametrelerinin incelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 1-70.

DAVİES, K.J.A., 2000. Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair and replacement systems. International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life, 50, 279-289.

DIRAMAN, H., ve HIŞIL, Y., 2009. Bazı Bitkisel (Zeytin, Fındık Ve Karışım) Yağlara Baharat İlavesinin Oksidatif Stabilite Ve Yağ Asitleri Bileşenleri Üzerine Etkisi. Gıda Dergisi, 35(1): 1–7.

DİNÇER, A., 1987. Gıdalarda Kullanılan Antioksidantlar ve Fonksiyonları. Gıda Sanayi, 1: 40-42.

DOWNEY, G., 1998. Food and food ingredient authentication by mid-infrared spectroscopy and chemometrics. Trends in Analytical Chemistry, 17(7): 418-424.

DUMAN, E., TÜRK BAYDIR, A., ve DUMAN, S., 2015. Ayçiçek Yağının Oksidasyon Kararlılığına Retinol Palmitat'ın Etkisinin Ransimat Metodu ile Tespiti. Kocatepe Veteriner Dergisi, 8(1): 33-38.

DZİEZAK, J.D., 1986. Antioxidants. Food Technology, 40(9): 94-102.

ERGİN, Ç., İLKİT, M., GÖK, Y., ÖZEL, M.Z., ÇON, A.H., KABAY, N., SÖYLEYİCİ, S., and DÖĞEN, A., 2013. Fourier transform infrared spectral evaluation for the differentiation of clinically relevant Trichophyton species. J Microbiol Methods, 93(3): 218-223.

FAO, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. "Agricultural Statistical Database". http://www.faostat.fao.org.

FREGA, N., MOZZON, M., and LERCKER, G., 1999. Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 76(3): 325–329.

GRAY, J.I., 1978. Measurement of lipid oxidation: A review. JAOCS, 55: 539-546.

GUİLLÉN, M.D., and CABO, N., 2002. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. Food Chemistry, *77*(4): 503–510.

HARBORNE, J.B., and MABRY, T.J., 1982. The Flavonoids: Advances in Research, Chapman and Hall, London. s.1197.

HE, W., Lİ, Y., JLANG, J., Lİ, L., and GUO, S., 1999. Spice extracts as antioxidants for oil. Jinan Daxue Xuebao, Zirankexue Yu Yixueban, 20: 94-99.

HUANG, D., OU, B., PRİOR, R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 1841-1856.

JAVONOVİC, S.V., STEENKEN, S., TOSİC, M., MARJANOVİC, B., and SİMİC, M.G., 1984. Flavonoids as Antioxidants. Journal of the American Chemical Society, 116: 4846.

JAYAPRAKASHA, G.K., JAGAN, L., and SAKARİAH, K.K., 2005. Chemistry and biological activities of *C. longa.* Trends in Food Science and Technology, 16(12): 533–548.

KAÇAR, D., 2008. Screening Of Some Plant Species For Their Total Antioxidant And Antimicrobial Activities. Izmir Institute of Technology, Department of Biotechnology and Bioengineering, M.S. Thesis, Izmir, s. 54.

KAHVECİ, A., ve BAYINDIRLI, L., 1991. Gıda Katkı Maddelerinin Güvenililiği ve Tabiîlik. Araştırma Dergisi, 3(32): 21-25.

KARAGÖZLER, A.A., ERDAĞ, B., EMEK, Y.Ç., and UYGUN, D.A., 2008. Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from Dorystoechas hastata. Food Chemistry, 111(2): 400- 407.

KARAOGUL, E., 2019. Effects of Asphodel Tuber and Dolomite on the Properties of Bio-hybrid Films Processed by a Twin Screw Extruder. Bioresources 14(2): 4473-4488.

KARAOĞUL, E., AL, S., KARAKUŞ, M.S., ATASOY, A.F., and ALMA, M.H., 2020. Novel analyzing approaches for chemical characterization of sunflower oils during deep-frying by FT-IR. Fresenius Environmental Bulletin 29, 7847-53.

KARAOĞUL, E., ALMA, M.H., and ÇAKİR, A., 2017. Assessment Of Shıkımıc Acıd Wıth Dıfferent Polarıty Solvents From External Red Crust Of Pıstacıa Vera Fruıts By HPLC. Full Text Proceedıngs Book.

KARAOĞUL, E., ALTUNTAŞ, E., ve ALMA, M.H., 2017. Tanenlerin Quercus Türlerinde Sınıflandırılması ve Kantitatif Analizi, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2(3): 17-24.

KARAOĞUL, E., and ALMA, M.H., 2019. Effects of Eremurus Tuber and Dolomite Filler on Several Properties of Poly(Vinylalcohol) Bio-Films. Fresenius Environmental Bulletin, 28, 7108-7118.

KARAOĞUL, E., KİREÇÇİ, E., and ALMA, M.H., 2016. Determınatıon Of Phenolıc Compounds From Turkısh Kermes Oak (Quercus coccifera L.) Roots By Hıgh Performance Lıquıd Chromatography; Its Antımıcrobıal Actıvıtıes. Fresenius Environmental Bulletin, 25(7): 2356-2363.

KAYA, S., BAKKALBAŞI, E., ve CAVİDOĞLU, İ., 2017. Fındık, Zeytin ve Pamuk Yağlarında Peroksit Oluşum Kinetiği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Akademik Gıda, 15(1): 36-42.

KESEN, S., SONMEZDAG, A.S., KELEBEK, H., ve SELLİ, S., 2016. Ham ve Rafine Fındık Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi. Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 31: 79-84.

KIRALAN, M., 2006. Ayçiçek Yağının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Isırgan (*Urtica Diocia L.*), Keten (*Linum Usitassium L.*), Kişniş (*Coriandrum Sativum L.*) ve Çörekotu (*Nigella Sativa L.)* Tohum Ekstraktlarının Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1-42.

KORCZAK, J., PAZOLA, Z., and GOGOLLEWSKİ, M., 1990. Antioxidant propertles of spices from the labiatae family in evaulation of antioxidative activity in model systems. Rocz. Acad. Roln. Poznan., 217: 61-74.

KURT, P., ve KARAOĞUL, E., 2018. Bartın'da Aktarlarda Satılan Tıbbi Aromatik Bitkiler ve Ülkemizdeki Pazar Payları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi**,** 20(1): 73-80.

KURTULBAŞ, E., BİLGİN, M., ve ŞAHİN, S., 2018. Assessment of lipid oxidation in cottonseed oil treated with phytonutrients: Kinetic and thermodynamic studies. Industrial Crops and Products, 124, 593–599.

MEGEP, 2012a. Gıda Teknolojisi, Yemeklik yağların analizleri 1, Ankara.

MEGEP, 2012bKARA. Gıda Teknolojisi, Yemeklik yağların analizleri 2, Ankara.

MOURE, A., CRUZ, J.M., FRANCO, D., DOMİNGUEZ, M., SİNEİRO, J., DOMİNGUEZ, H., NUNEZ, M.J. and PARAJO, J.C., 2001. Natural antioxidants from residual sources. Food Chemistry, 72(2): 145-171.

NAKATANI, N., INATANI, R., OHTA, H. and NISHIOKA, A., 1986. Chemical constituents of pepper and application to food preservation: Naturally occurring antioxidative compounds. Environmental Health Perspectives, 67: 135–147.

NARLIOĞLU, N., SALAN, T., KARAOĞUL, E., and ALMA, M.H., 2018. Evaluation of potassium humate material in wood-plastic composite production. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 18(2): 189-202.

NAUMANN, D., HELM, D., LABİSCHİNSKİ, H., and GİESBRECHT, P., 1991. The characterization of microorganisms by Fourier-transform infrared spectroscopy. Journal of General Microbiology, 137: 69–79.

NGUYEN, D.V., TAKACSOVA, M., DANG, M.N., and KRİSTİANOVA, K., 2000a. Stabilization of rapeseed oil with allspice, clove ang nutmeg extracts. Nahrung, 44(4): 281-282.

NGUYEN, D.V., TAKACSOVA, M., DANG, M.N., KRİSTİANOVA, K., 2000b. Antioxidant activity of allspice extracts in rapeseed oil. Czech. J. Food Science, 18(2): 49-51.

OZKAN, G., SİMSEK, B., KULEASAN, H., 2007. Antioxidant activities of Satureja cilicia Essential Oil in butter and in Vitro. Journal of Food Engineering, 79(4): 1391-1396.

ÖĞÜT, S., 2014. Doğal antioksidanların önemi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1): 25-30.

PALACE, V.P., KHAPER, N., QİN, Q., and SİNGAL, P.K., 1998. Antioxidant potentials of Vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. Free Radical Biology and Medicine, 26(5-6): 746–761.

PANNALA, A.S., CHAN, T.S., O'BRİEN, P.J., RİCE-EVANS, C.A., 2001. Flavonoid B-ring chemistry and antioxidant activity: Fast reaction kinetics. Biochemical and Biophysical Research Communications, 282(5): 1161–1168.

POKORNY, J., 2008. Application of phenolic antioxidants in food products. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry (Electronic Journal), 7(8): 3320-3324.

RAJAEİ, A., BARZEGAR, M., MOHABATİ, M.A., SAHARİ, M.A., and ESFAHANİ, H.Z., 2010. Antioxidant, Anti-microbial and Antimutagenicity Activities of Pistachio (*Pistachia Vera*) Green Hull Extract. Food and Chemical Toxicology 48(1): 107–112.

RİCE-EVANS, C.A., MİLLER, N.J., and PAGANGA, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends in Plant Science, 2(4): 152-159.

SALDAMLI, İ., 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler. Hacettepe Üniv. Müh. Fak., Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.

SEZGİN, N., 2006. Adaçayı (*Salvia spp*.) Bitkisinde Antioksidan Maddelerin Araştırılması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

SHAHİDİ, F., and WANASUNDARA, K.J., 1992. Phenolic antioxidants. Critical Revievs İn Food Science And Nutrition, 32(1): 67-103.

SİNGLETON, V.L., and ROSSİ, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Viticult, 16(3): 144-158.

SKOOG, D.A., HOLLER, F.J., and NİEMAN, T.A., 1998. Principles of Instrumental Analysis. 5th Edition. Kılıç, E., Köseoğlu, F., Yılmaz, H., (çeviri ed), Bilim Yayıncılık, Ankara, 850s.

SPİRİDON, I., PADURARU, O.M., RUDOWSKİ, M., KOZLOWSKİ, M., and DARİE, R.N., 2012. Assessment of Changes Due to Accelerated Weathering of Low-Density Polyethylene/Feather Composites. Industrial and Engineering Chemistry Research, 51(21): 7279-7286.

ŞAHİN, S., BİLGİN, M., SAYIM, E., and GÜVENİLİR, B., 2017. Effects of natural antioxidants in the improvement of corn oil quality: olive leaf vs. lemon balm. International Journal of Food Science and Technology, 52(2): 374-380.

TAKACSOVA, M., PRİBELA, A., and FAKTOROVA, M., 1995. Study of the antioxidative effects of thyme, sage, juniper and oregano. Nahrung, 39(3): 241-243.

TARGAN, Ş., ARISOY, K., ABALI, Y., ve KAYA, E., 2008. Ayçiçek yağının raf ömrünün uzatılmasında sitrik asit ve fosforik asidin antioksidan etkisi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1): 67-75.

TİAN, L.L., and WHİTE, P.J., 1994. Antioxidant activity of oatextract in soybean and cottonseed oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 71(10): 1079-1086.

TSİMİDOU, M., PAPAVERGOU, E., and BOSKOU, D., 1995. Evaluation of oreganob antioxidant activity in mackerel oil. Food Research International, 28(4): 431–433.

TUNÇ, İ., ÇALISKAN, F., ÖZKAN, G., ve KARACABEY, E., 2014. Mikrodalga Destekli Soxhlet Cihazı ile Fındık Yağı Ekstraksiyonunun Yanıt Yüzey Yöntemi ile Optimizasyonu. Akademik Gıda, 12(1): 20-28.

WANASUNDARA, U.N., and SHAHİDİ, F., 1998. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. Food Chemistry, 63(3): 335-342.

YAĞCI, E., GÖĞÜŞ, F., ve MASKAN, M., 2006. Kara kekik uçucu yağının mısır yağı oksidatif stabilitesi üzerine etkisi. Türkiye 9. Gıda kongresi, Bolu.

YANİSHLİEVA, N.V., and MARİNOVA, E.M., 2001. Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. Eur. Jurnal Lipid Science and Technology, 103(11): 752-767.

YEŞİLTAŞ, R., ÖZBAHÇECİ, F.C., ve ŞANSAL H.D., 2018. Zeytin yaprağında oleuropein ekstrelerinin zeytinyağının oksidatif stabilitesine etkisi. Harran üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, Lisans tezi, Şanlıurfa.

YİQİANG, G., HONG, Y., BODİ, H., YUANYİNG, N., SHAOXİAO, W., AND TONGYİ, C., 2002. Extraction of Natural Vitamin E from Wheat Germ by Supercritical Carbon Dioxide. J. Agric. Food Chem, 50(4): 685-689.

ZHİSHEN, J., MENGCHENG, T., and JİANMİNG, W., 1999. The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects On Superoxide Radicals. Food Chemistry, 64(4): 555–559.

ZİA-UR-REHMAN, HABİB, F., and SHAH, W.H., 2004. Utilization of patato peels extract as a natural antioxidant in soybean oil. Food Chemistry, 85(2): 215-220.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Durdane CAN
Uyruğu	T.C.

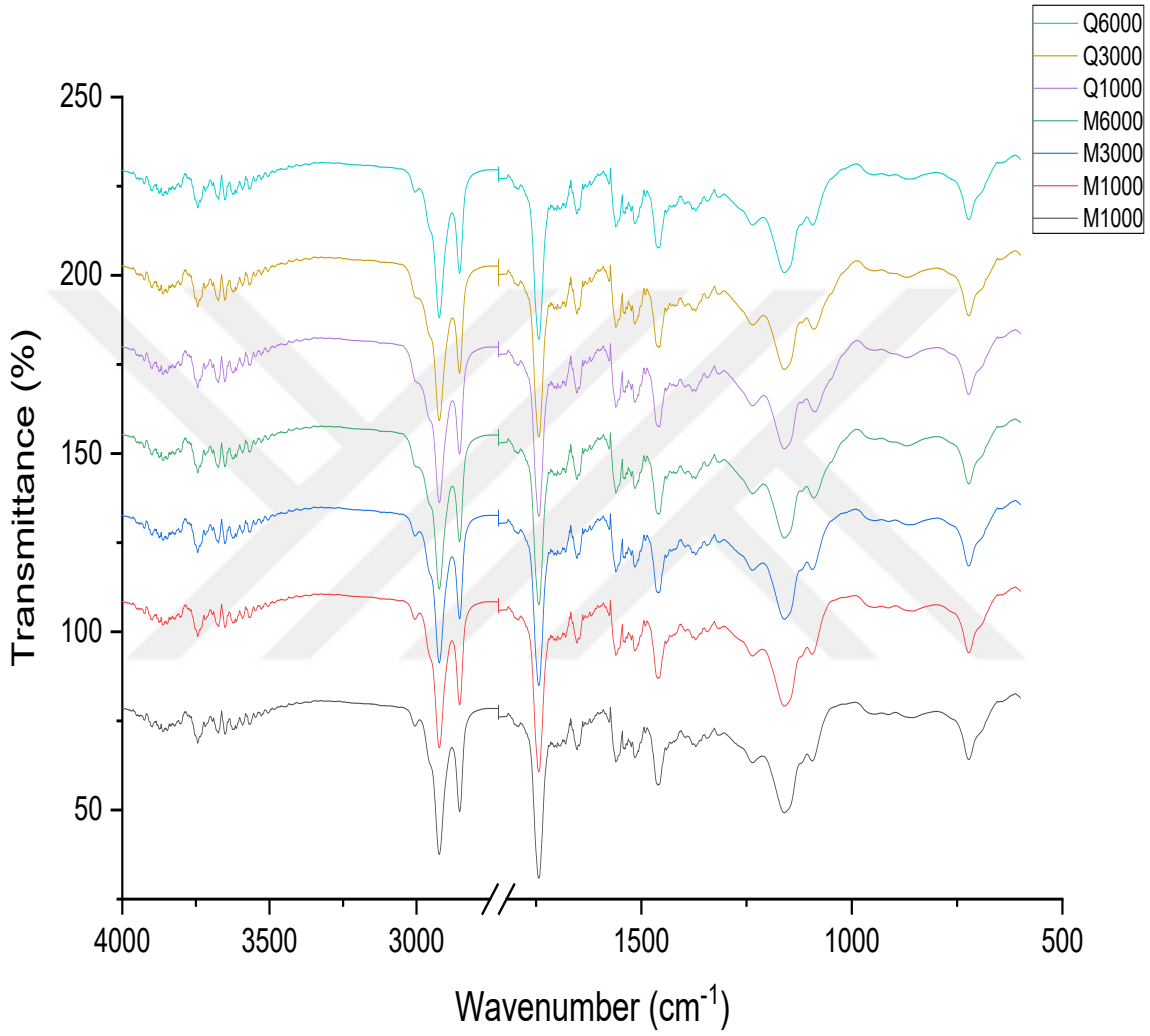
EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	Ahmet Kurttepeli Anadolu lisesi/Adana	2013
Üniversite	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/Kahramanmaraş	2017
Yüksek Lisans	Harran Üniversitesi/ŞANLIURFA	2020

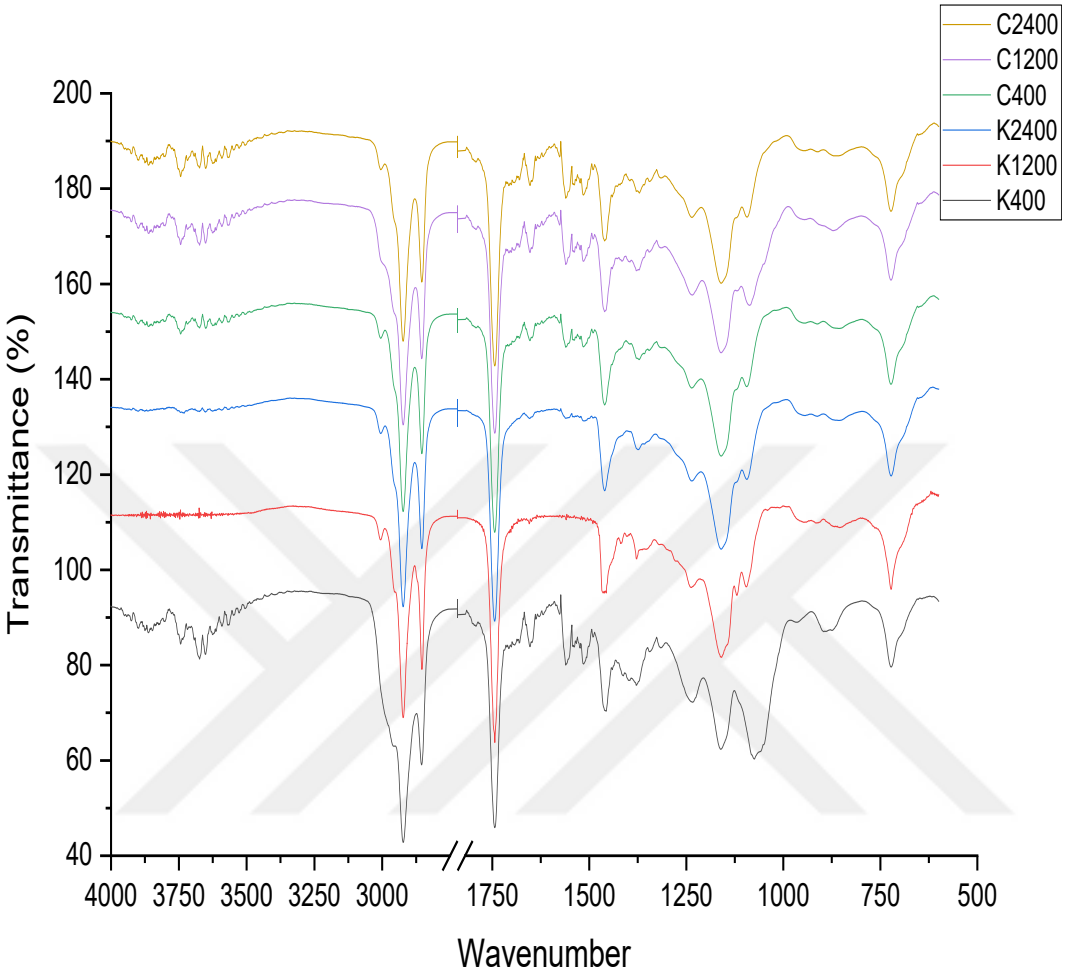
İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2016	: Marsa yağ fabrikası	Stajyer
2017-2018	:Sevenler unlu mamülleri	Gıda Mühendisi

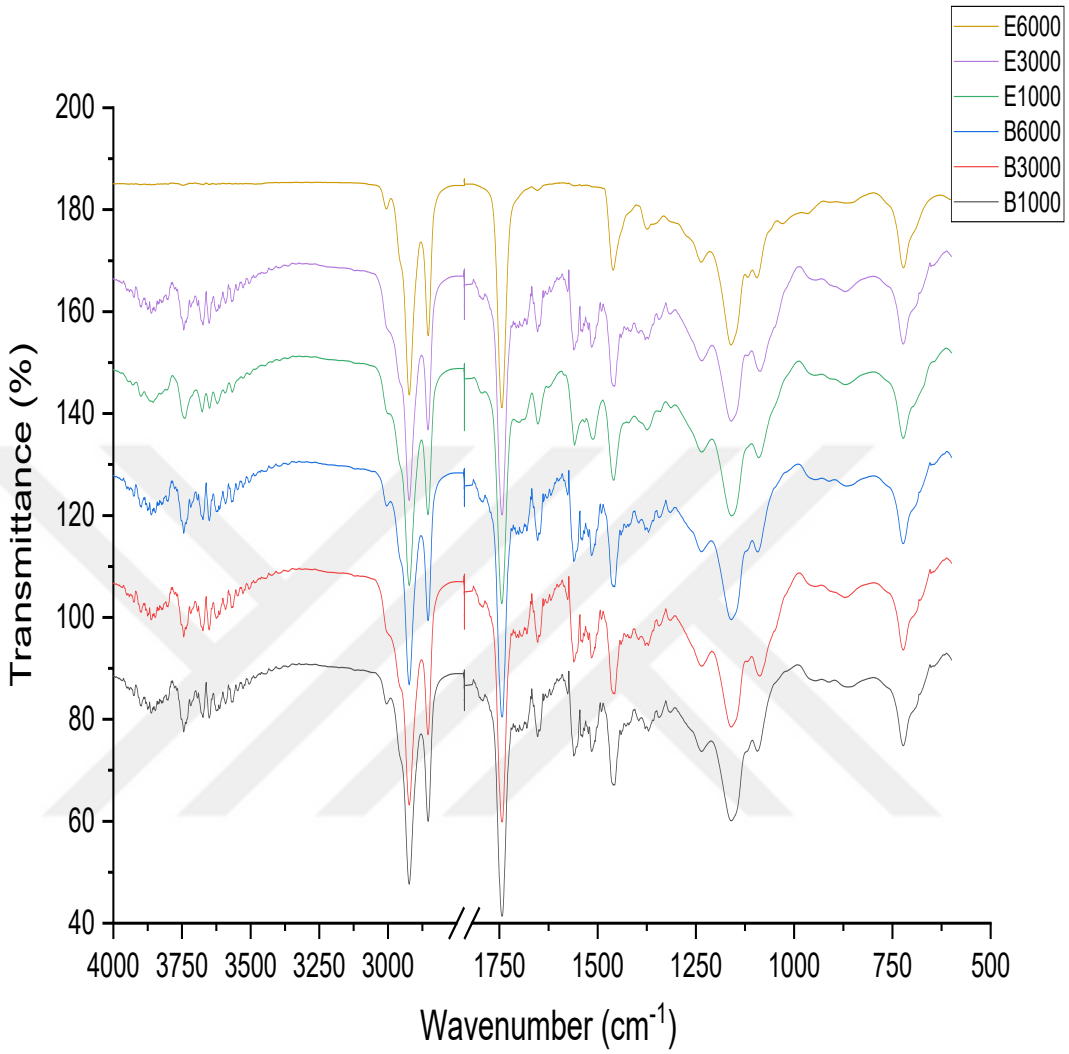
EK 1. MPKE ve kuersetin eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları



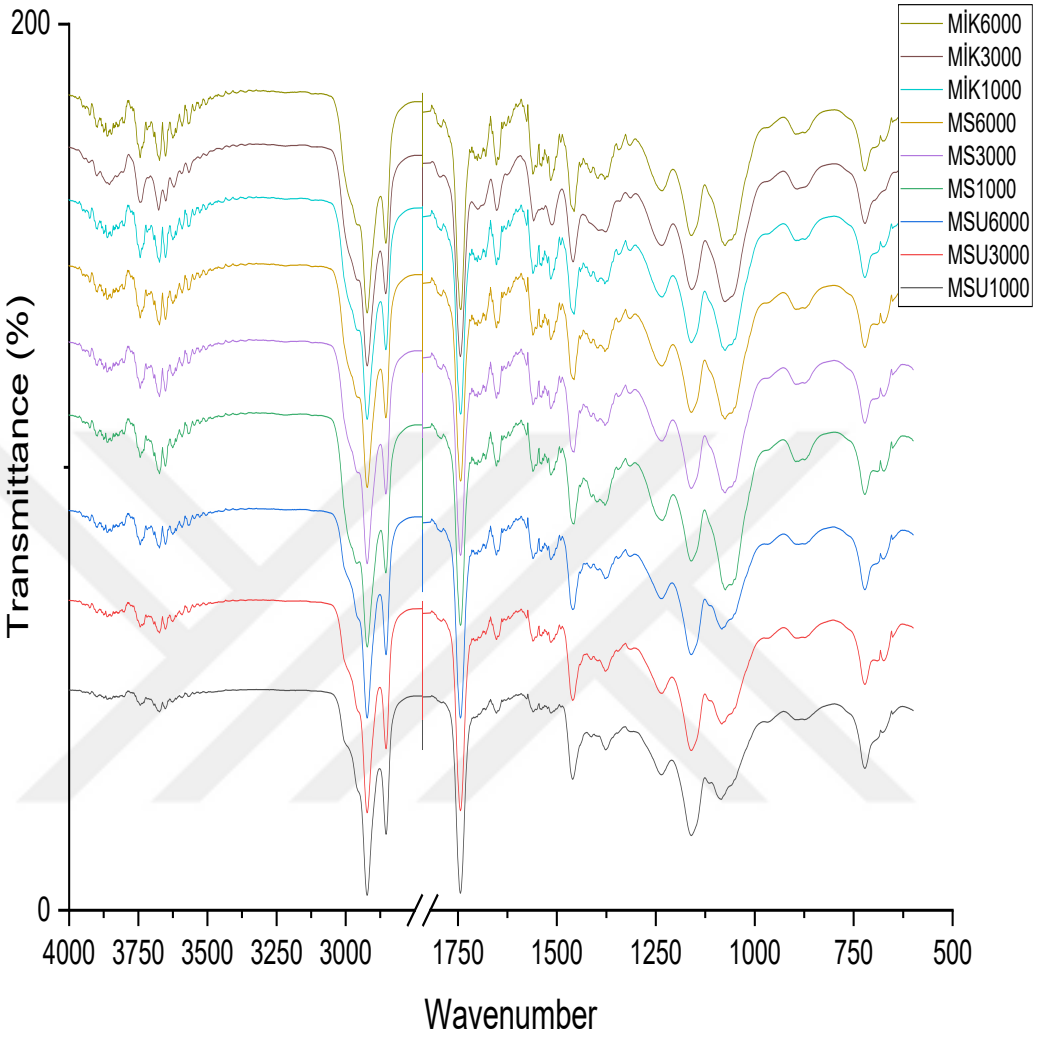
EK 2. C vitamini ve kuşburnu ekstresi eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları



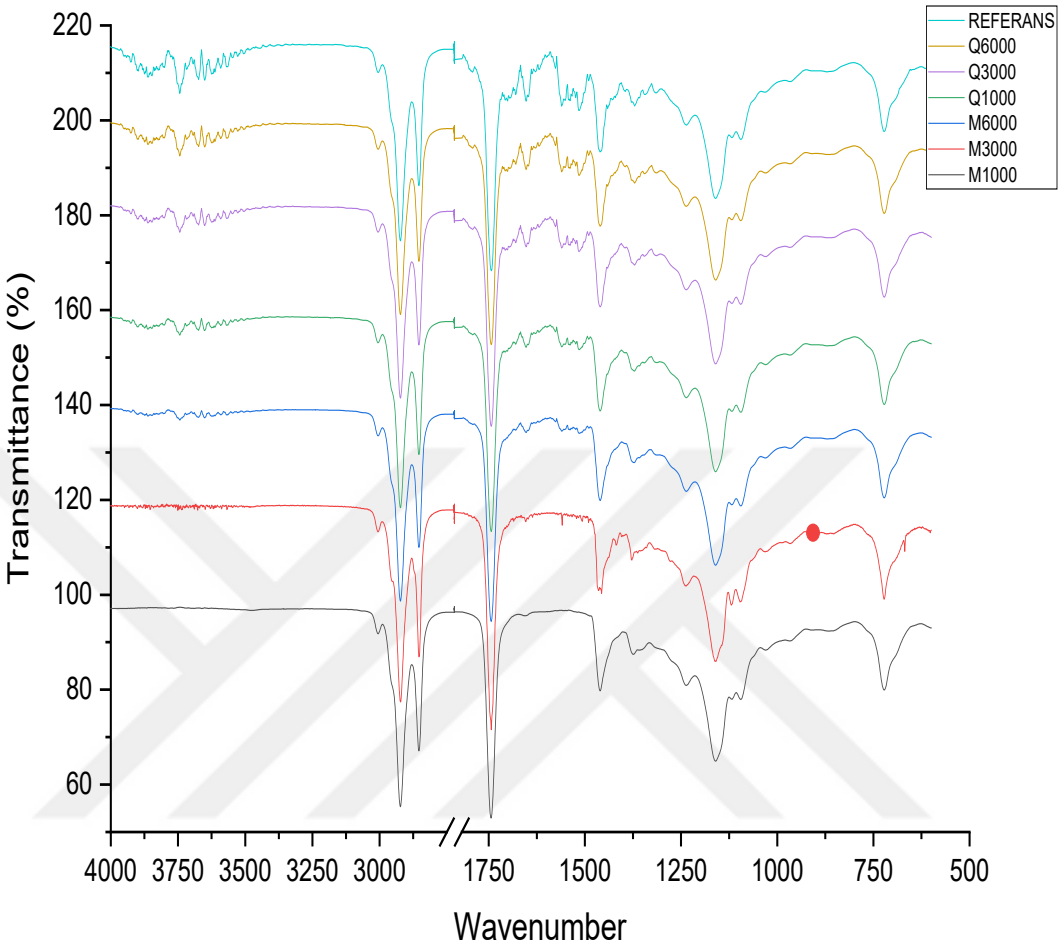
EK 3. E vitamini ve buğday tohumu eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları



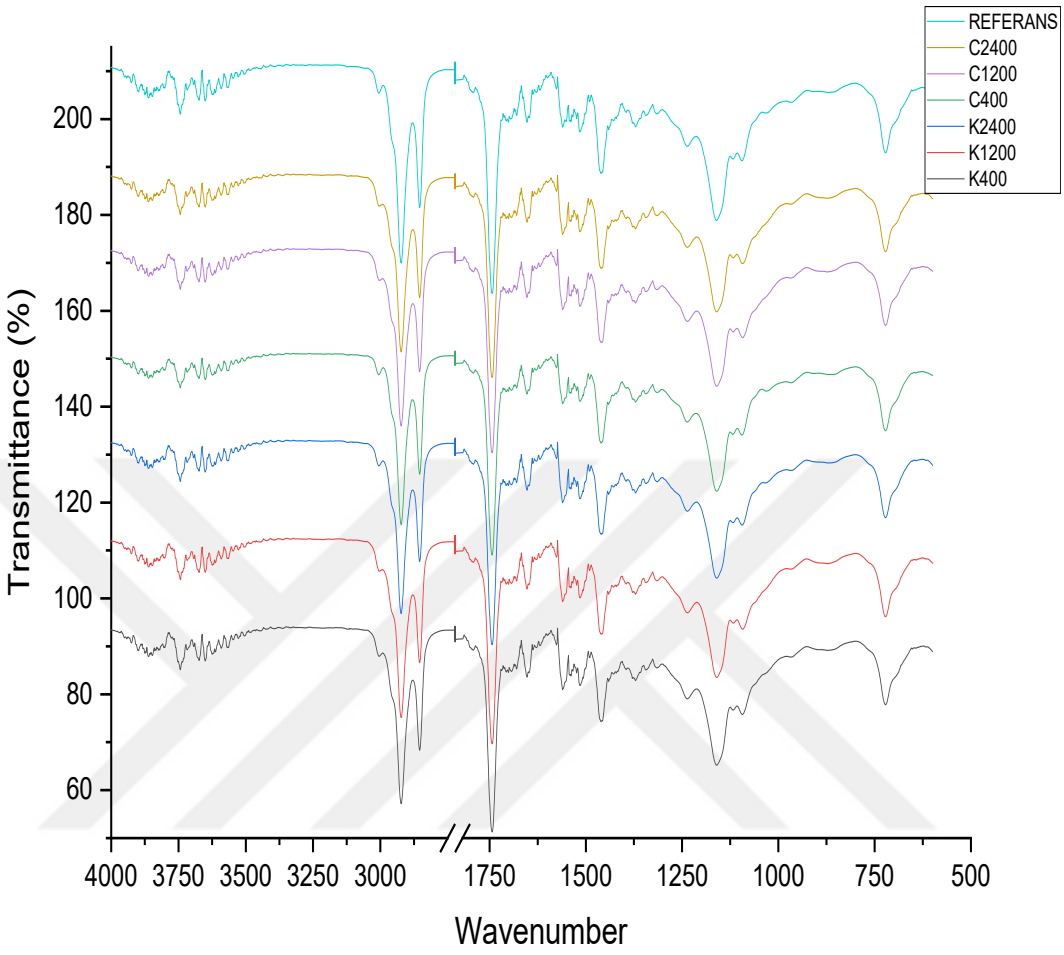
EK 4. MS, MSU ve MİK eklenen fındık yağı numunelerinin 3. Gün FT-IR analiz sonuçları



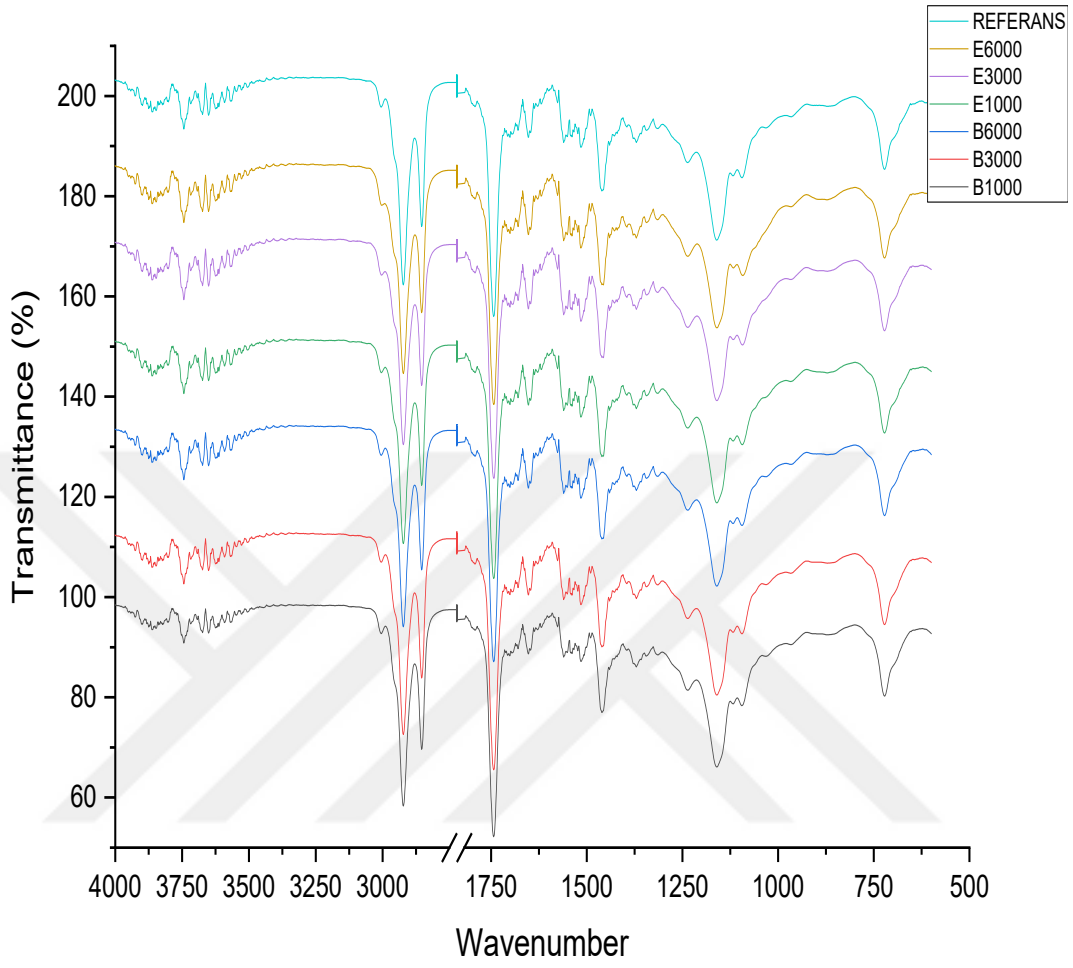
EK 5. MPKE ve kuersetin eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları



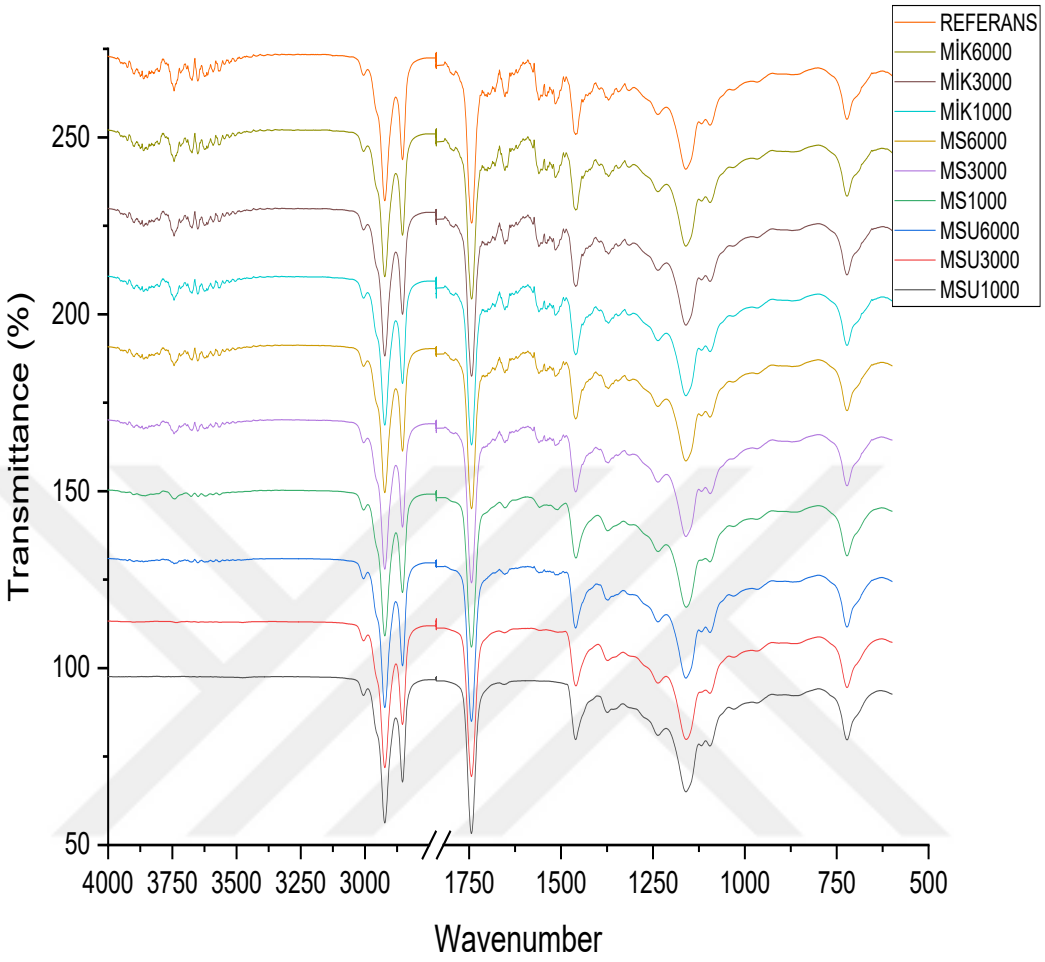
EK 6. C vitamini ve kuşburnu ekstresi eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları



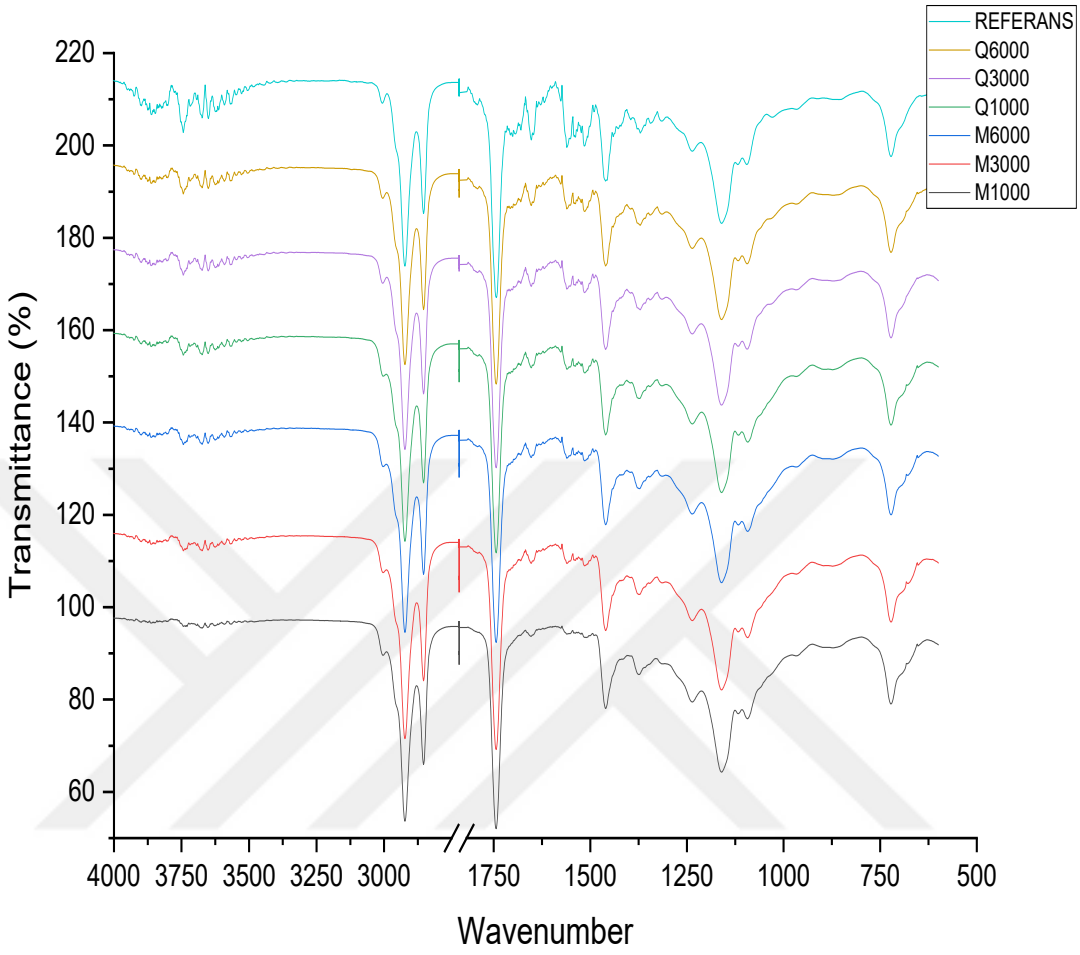
EK 7. E vitamini ve buğday tohumu eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları



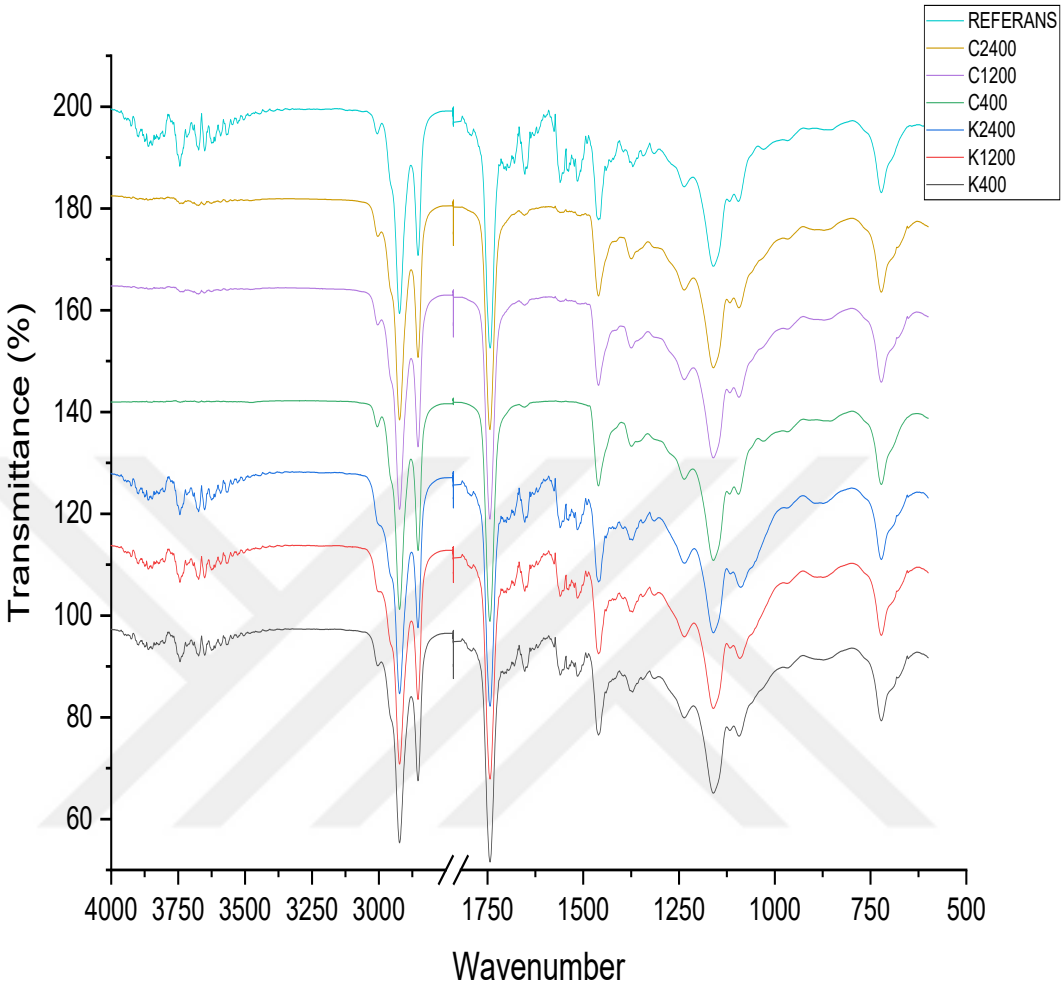
EK 8. MS, MSU ve MİK eklenen fındık yağı numunelerinin 24. Gün FT-IR analiz sonuçları



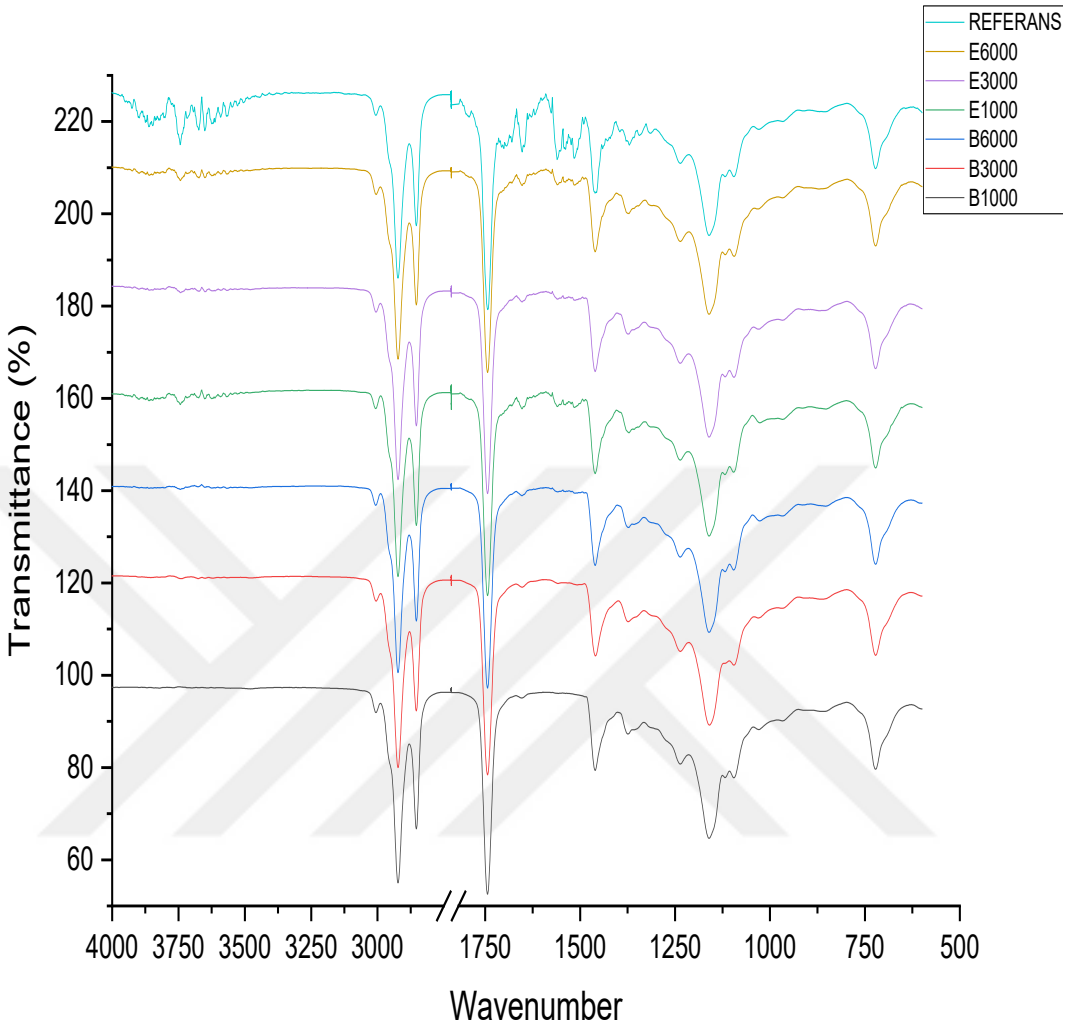
EK 9. MPKE ve kuersetin eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları



EK 10. C vitamini ve kuşburnu ekstresi eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları



EK 11. E vitamini ve buğday tohumu eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları



EK 12. MS, MSU ve MİK eklenen fındık yağı numunelerinin 44. Gün FT-IR analiz sonuçları

