

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOMATESİN FARKLI YÖNTEMLERLE SOSA İŞLENMESİ VE SON ÜRÜNE
ÇEŞİTLİ FONKSİYONEL BİLEŞEN İLAVESİNİN DOMATES SOSUNUN
BİYOAKTİVİTESİ VE BİYOYARARLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ**

MERVE TOMAŞ

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. OSMAN SAĞDIÇ**

**EŞ DANIŞMAN
DOÇ. DR. ESRA ÇAPANOĞLU GÜVEN**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOMATESİN FARKLI YÖNTEMLERLE SOSA İŞLENMESİ VE SON ÜRÜNE
ÇEŞİTLİ FONKSİYONEL BİLEŞEN İLAVESİNİN DOMATES SOSUNUN
BİYOAKTİVİTESİ VE BİYOYARARLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ**

Merve TOMAŞ tarafından hazırlanan tez çalışması 25.11.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Funda KARBANCIOĞLU GÜLER
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Fatih TÖRNÜK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Salih KARASU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Derya KAHVECİ KARINCAOĞLU
Yeditepe Üniversitesi



Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), 2211-D Sanayiye Yönelik Doktora Burs Programı ve İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birim'nin projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Öncelikle, tez çalışmam süresince, danışmanlığımı üstlenerek, değerli fikirleri ile beni yönlendiren, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, birlikte çalışmaktan onur ve zevk duyduğum çok değerli hocalarım ve danışmanlarım Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ ve Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman desteğini yanımda hissettiğim ve değerli fikirleri ile beni yönlendiren çok değerli hocam Prof. Dr. Beraat ÖZÇELİK'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitemde yer alarak değerli fikirleri ile tezime katkı sağlayan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Gamze TOYDEMİR, Yrd. Doç. Dr. Derya KAHVECİ KARINCAOĞLU ve Yrd. Doç. Dr. Fatih TÖRNÜK'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmayı destekleyen TÜBİTAK 2211-D Sanayiye Yönelik Yurt İçi Doktora Bursu programına, İ.T.Ü Bilimsel Araştırma Projeleri birimine, çalışmada kullanılan örneklerimin temin edilmesini sağlayan DÖHLER firmasına, Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği hocalarıma, deneysel çalışmalarımı yapabilmem için bana imkân sağlayan çalıştığım kurum İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Destekleri ve sevgileri ile her zaman yanımda olan, varlıkları ile bana güç ve güven veren, başarılarımda büyük emek sahibi olan canım aileme, özellikle canım annem Besime GÜLTEKİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2016

Merve TOMAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	2
BÖLÜM 2	
LİTERATÜR.....	3
2.1 Domates ve Ürünleri	3
2.2 Domatesin Besin İçeriği ve İçerdiği Biyoaktif Bileşenler	4
2.3 Domatesin Sağlık Üzerine Etkileri	6
2.4 Domates Sosu İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	7
2.5 Domatesin <i>In Vitro</i> Biyoyararlılıkları İle İlgili Çalışmalar	8
BÖLÜM 3	
MATERYAL METOT.....	11
3.1 Materyal.....	10
3.2 Metot	12
3.2.1 Ekstrakt Hazırlama	12
3.2.2 Toplam Fenolik Madde Tayini	13

3.2.3	Toplam Flavonoid Madde Miktarının Tayini	13
3.2.4	Toplam Antioksidan Kapasitesinin Tayini	13
3.2.4.1	DPPH Radikal Yakalama Yöntemi	13
3.2.4.2	CUPRAC metodu (Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi)	13
3.2.5	HPLC Yöntem İle Karotenoid Profilin Belirlenmesi	13
3.2.6	HPLC Yöntem İle Fenolik Madde Tayini	14
3.2.7	Biyoyararlılığın “Sindirim Sistemi” Yöntemi ile Belirlenmesi.....	14
3.2.8	Nem Tayini.....	15
3.2.9	LC-QTOF-MS	15
3.2.10	İstatistiksel Analiz.....	15

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA.....	17	
4.1	Nem Miktarı	16
4.2	Toplam Fenolik Madde	17
4.3	Toplam Flavonoid Madde	18
4.4	Toplam Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC, DPPH)	19
4.5	Biyoyararlılık.....	23
4.5.1	Toplam fenolik madde.....	23
4.5.2	Toplam flavonoid madde.....	26
4.5.3	Toplam antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH).....	27
4.6	Karoten Profilineki Değişimler	31
4.6.1	Likopen madde miktarı	32
4.6.2	Beta karoten madde miktarı.....	34
4.6.3	Lutein madde miktarı	35
4.6.4	<i>In Vitro</i> Sindirim Sonrasında Karotenoidlerin Biyoerişebilirliği	37
4.6.4.1	Likopen	37
4.6.4.2	Beta Karoten	38
4.7	HPLC ile fenolik madde profilindeki değişim	39
4.8	Metabolitlerde meydana gelen değişimler	43

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR	52
EK-A	
HPLC KROMATOGRAMLARI.....	73
ÖZGEÇMİŞ	77

SİMGE LİSTESİ

~	Yaklaşık
%	Yüzde
mg	Miligram
g	Gram
L	Litre
mL	Mililitre
pH	Power of Hydrogen

KISALTMA LİSTESİ

CUPRAC Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasitesi	
DPPH	1,1-difenil-2- pikrilhidrazil
GAE	Gallik asit eşdeğeri
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
TBA	Temel bileşen analizi
TE	Troloks eşdeğeri

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. 2013 yılı domates üretim miktarları [8].....	4
Şekil 2.2. 2013 yılı domates ihracat miktarları [8]	4
Şekil 3. 1 Endüstriyel ve ev tipi sosun üretimi	11
Şekil 3. 2 Fonksiyonel bileşenli soslar	12
Şekil 4. 1 Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının değişimi	18
Şekil 4. 2 Toplam flavonoid madde miktarı değişimi	19
Şekil 4. 3 Toplam antioksidan aktivite değişimi (CUPRAC)	21
Şekil 4. 4 Toplam antioksidan aktivite değişimi (DPPH).....	21
Şekil 4. 5 <i>In vitro</i> sindiriminden sonraki toplam fenolik madde değişimi.....	26
Şekil 4. 6 <i>In vitro</i> sindiriminden sonraki toplam flavonoid madde değişimi.....	27
Şekil 4. 7 <i>In vitro</i> sindiriminden sonraki toplam antioksidan aktivite değişimi	29
Şekil 4. 8 <i>In vitro</i> sindiriminden sonraki toplam antioksidan aktivite değişimi	31
Şekil 4. 9 HPLC karotenoid kromatogramı	32
Şekil 4. 10 Likopen madde miktarının değişimi	33
Şekil 4. 11 Fonksiyonel bileşenli sosların likopen madde miktarı değişimi	34
Şekil 4. 12 Beta karoten madde miktarı değişimi	34
Şekil 4. 13 Fonksiyonel bileşenli sosların beta karoten madde miktarı değişimi	35
Şekil 4. 14 Lutein madde miktarı değişimi	36
Şekil 4. 15 Fonksiyonel bileşenli sosların lutein madde miktarı değişimi.....	36
Şekil 4. 16 <i>In vitro</i> sindirimden sonra biyoerişilebilir likopen madde miktarı	38
Şekil 4. 17 <i>In vitro</i> sindirimden sonra beta karoten madde miktarı	39
Şekil 4. 18 Naringenin chalcone'nun naringenine dönüşümü	43
Şekil 4. 19 TBA diagramı (HS: Ev tipi sos, IS: Endüstriyel sos, F: Domates)	47
Şekil A.1 Taze domatesin 280 nm'deki kromatogramı	60
Şekil A.2 Taze domatesin 312 nm'deki kromatogramı	60
Şekil A.3 Taze domatesin 360 nm'deki kromatogramı	61
Şekil A.4 Endüstriyel tip sosun 280 nm'deki kromatogramı	61
Şekil A.5 Endüstriyel tip sosun 312 nm'deki kromatogramı	61
Şekil A.6 Endüstriyel tip sosun 360 nm'deki kromatogramı	61
Şekil A.7 Ev tipi sosun 280 nm'deki kromatogramı	62
Şekil A.8 Ev tipi sosun 312 nm'deki kromatogramı	62
Şekil A.9 Ev tipi sosun 360 nm'deki kromatogramı	62
Şekil A.10 50 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı.....	62

Şekil A.11 50 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı.....	63
Şekil A.12 50 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı.....	63
Şekil A.13 100 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı.....	63
Şekil A.14 100 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı.....	63
Şekil A.15 100 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı.....	64
Şekil A.16 5I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	64
Şekil A.17 5I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	64
Şekil A.18 5I kodlu sosun 260 nm'deki kromatogramı	64
Şekil A.19 10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	65
Şekil A.20 10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	65
Şekil A.21 10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	65
Şekil A.22 505I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	65
Şekil A.23 505I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	66
Şekil A.24 505I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	66
Şekil A.25 5010I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	66
Şekil A.26 5010I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	66
Şekil A.27 5010I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	67
Şekil A.28 1005I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	67
Şekil A.29 1005I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı.....	67
Şekil A.30 1005I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	67
Şekil A.31 10010I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	68
Şekil A.32 10010I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	68
Şekil A.33 10010I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	68
Şekil A.34 BRM kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı.....	68
Şekil A.35 BRM kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı.....	68
Şekil A.36 BRM kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı.....	69
Şekil A.37 BIS kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	69
Şekil A.38 BIS kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	69
Şekil A.39 BIS kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	69
Şekil A.40 BES kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	70
Şekil A.41 BES kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	70
Şekil A.42 BES kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	70
Şekil A.43 B50 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	70
Şekil A.44 B50 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	70
Şekil A. 45 B50 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı.....	71
Şekil A.46 B100 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	71
Şekil A.47 B100 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	71
Şekil A.48 B100 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	71
Şekil A.49 B5I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	72
Şekil A.50 B5I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	72
Şekil A.51 B5I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	72
Şekil A.52 B10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	72
Şekil A.53 B10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	72
Şekil A.54 B10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	73
Şekil A.55 B505I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	73
Şekil A. 56 B505I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı.....	73

Şekil A.57 B5O5I kodlu sosun 3600 nm'deki kromatogramı	73
Şekil A. 58 B5O10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı.....	74
Şekil A.59 B5O10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	74
Şekil A.60 B5O10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	74
Şekil A.61 B10O5I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	74
Şekil A.62 B10O5I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	75
Şekil A.63 B10O5I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	75
Şekil A.64 B10O10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı	75
Şekil A.65 B10O10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı	75
Şekil A.66 B10O10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı	76



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1 Domates ve ürünlerinin karatenoid içerikleri (mg/100 g) [16]	6
Çizelge 3. 1 Örneklere verilen kodlar	12
Çizelge 4. 1 Nem değişimi	16
Çizelge 4. 2 <i>In vitro</i> sindirim sonrası değişimler.....	25
Çizelge 4. 3 Gallik, klorojenik ve kafeik asitin değişimi	40
Çizelge 4. 4 Rutin, quercetin, naringenin ve naringenin chalcone'nun değişimi.....	41
Çizelge 4. 5 Metabolitlerin taze domates: sos oranı	44

**DOMATESİN FARKLI YÖNTEMLERLE SOSA İŞLENMESİ VE SON ÜRÜNE
ÇEŞİTLİ FONKSİYONEL BİLEŞEN İLAVESİNİN DOMATES SOSUNUN
BİYOAKTİVİTESİ VE BİYOYARARLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ**

Merve TOMAŞ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Eş Danışman: Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN

Domates dünyada birçok ülkede besin değeri ile tüketimi oldukça yaygın bir sebzedir. Bu çalışmada, karotenoid ve flavonoid grubu bileşenler başta olmak üzere, yüksek düzeyde antioksidan metabolit içeriğine sahip olduğu bilinen domatesin, hem endüstriyel hem de ev tipi sosa işlenmesi sırasında, biyoaktif bileşenlerde meydana gelen değişimler detaylı olarak araştırılmıştır. Aynı zamanda, son ürün olan domates sosuna çeşitli fonksiyonel bileşenlerin (yağ, diyet lifi) ilavesi ile antioksidan aktivite ve biyoyararlılıkta meydana gelen değişimler de incelenmiştir. Bu kapsamda, endüstriyel tip ve ev tipi sos üretiminin farklı aşamalarından alınan örneklerde toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, toplam antioksidan kapasite (CUPRAC ve DPPH) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan, numunelerin antioksidan metabolit profili HPLC yöntemi ile belirlenmiştir.

Taze domates örnekleri ile endüstriyel ve ev tipi olarak işlenerek elde edilen sos örneklerinin, *in vitro* sindirim modeli, toplam fenolik, flavonoid, antioksidan kapasite ve HPLC ile fenolik profili belirlenmiştir. Buna göre, endüstriyel tip proses uygulanarak elde edilen sos örneklerinin, Taze domates örneklerine kıyasla toplam fenolik miktarında yaklaşık 2 kat, flavonoid miktarında yaklaşık 4 kat ve antioksidan kapasitesinde ise yaklaşık 1,2 kat artış saptanmıştır. Ev tipi üretimde ise Taze domates örneklerinin kıyasla bu değerlerde düşüşler tespit edilmiştir. LC-QTOF-MS ile yapılan

analizlerde tespit edilen 31 metabolitin sadece 18 tanesi tanımlanabilmiştir. Naringenin chalcone, çiğ domateste tanımlanırken, naringenin sos örneklerinde daha yüksek oranda bulunmuştur. Rutin, çiğ domatese göre endüstriyel tip sosa %36 oranında daha fazla iken, ev tipi sosa ise çiğ domatese kıyasla %26 oranında daha azalmıştır. Yapılan analizlerde endüstriyel prosesin antioksidan bileşiklerin biyoerişebilirliğini arttırdığı belirlenmiştir.

Diğer bir uygulama da, endüstriyel tip sosa %5 ve 10 oranında yağ, %5 ve 10 oranında inülin ve bunların kombinasyonları ile zenginleştirilen sos örneklerinin, biyoaktif özellikleri ve HPLC ile fenolik profilleri saptanmıştır. Bu sosların özellikle *in vitro* sindiriminden sonraki değişimleri önem taşımaktadır. Taklit edilen bağırsak ortamında, toplam fenolik madde içerikleri kontrol grubu sosa kıyasla %5 yağ içeren (5O) örnekte %12, %10 yağ içeren (10O) örnekte %17, %5 inülin içeren (5I) örnekte %21, %10 inülin içeren (10I) örnekte %14, %10 yağ ve %10 inülin içeren (10O10I) örnekte ise %10 artış tespit edilmiştir. Toplam flavonoid içeriğine bakıldığında; 5O, 10O ve 10O5I kodlu sos örneklerinde kontrol grubu sosa kıyasla sırasıyla yaklaşık 2,6, 1,6 ve 1,9 kat düzeyinde artış belirlenmiştir. Benzer şekilde, CUPRAC metoduyla belirlenen toplam antioksidan kapasitesi; 5O, 10O, 10I ve 10O5I kodlu örneklerde kontrol grubu sosa kıyasla yaklaşık olarak 2,5, 1,1, 1,3 ve 1,3 kat artış saptanmıştır. Genel olarak, %10 yağ ve %5 inülin kombinasyonu ile zenginleştirilen 10O5I örneğinin *in vitro* sindirim sonrasında kontrol grubuna kıyasla biyoaktif bileşiklerinin daha biyoyararlı hale geldiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates sosu, Proses, Antioksidan, Biyoyararlılık, *In vitro* sindirim

**PRODUCTION OF TOMATO SAUCE WITH DIFFERENT METHODS AND
EFFECT OF DIFFERENT FUNCTIONAL COMPOUNDS ON BIOACTIVITY AND
BIOAVAILABILITY OF TOMATO SAUCE**

Merve TOMAŞ

Department of Food Engineering

Ph.D. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Co-Adviser: Assoc. Prof. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN

Tomatoes are a major source of nourishment for the world's population due to their large consumption. The aim of this study was to evaluate the effect of industrial-scale and home cooking on tomato antioxidants during sauce production. Tomato fruit is well-known with its high level of antioxidants and especially carotenoids and flavonoids. In addition, different functional components (oil, dietary fiber) were added to the tomato sauce. The antioxidant activity of these products and the changes that may occur in bioavailability was analyzed. Moreover, an *in vitro* simulated gastrointestinal digestion model to determine the effect of industrial-scale processing and home cooking on the bioavailability of tomato antioxidants were investigated.

The effect of each processing methods were determined with several analysis methods. Total phenolic and total flavonoid contents, total antioxidant capacity (CUPRAC and DPPH) were determined by commonly used spectrophotometric methods. In addition, individual antioxidants in the extracts were identified and compared using an HPLC. Moreover, in each sample the levels of the major individual antioxidants present were quantified.

The effect of industrial and home processing, *in vitro* gastrointestinal digestion, total and individual phenolic content, and total phenolic, flavonoid, antioxidant capacity of tomato into tomato sauce were investigated. Industrial processing of tomato fruit into sauce had an overall positive effect on the total phenolic content (~2-fold higher), flavonoid (~4-fold higher), and antioxidant capacity (~1.2-fold higher) compared to tomato fruit whereas home processing of tomato fruit into sauce led to a decrease in these values. Untargeted LC-QTOF-MS analysis revealed 31 compounds in tomato that changed upon processing, of which 18 could be putatively identified. Naringenin chalcone is only detectable in the fruit, while naringenin is strongly increased in the sauces. Rutin content increased by 36% in the industrial processed sauce whereas decreased by 26% in the home processed sauce when compared to fruit. According to the results of an *in vitro* gastrointestinal digestion model, industrial processing may lead to enhanced bioaccessibility of antioxidants.

The effect of the addition of extra virgin olive oil (5 and 10%), inulin (5 and 10%) and combination of them (oil and inulin) on the phenolic content of tomato sauces was monitored using spectrophotometric methods and HPLC. Especially, after *in vitro* digestion we have obtained interesting results. 5O (12% higher), 10O (17% higher), 5I (21% higher), 10I (14% higher), and 10O10I (10% higher) sauces showed higher levels of TPC in the intestinal phase compared to the IS ($p > 0.05$). TFC, obtained from intestinal phase of 5O, 10O, and 10O5I sauces were ~2.6-fold, 1.6-fold, and 1.9-fold significantly higher on a fresh weight basis than obtained for intestinal fraction of the IS ($p < 0.05$). CUPRAC method, the intestinal phase of the 5O, 10O, 10I, and 10O5I gave rise to approximately a 2.5-fold, 1.1-fold, 1.3-fold, and 1.3-fold higher ($p < 0.05$) value than for IS. Higher levels of these compounds were found when sauces were supplemented with 10% oil and 5% inulin rather than IS.

Keywords: Tomato sauce, Processing, Antioxidant, bioactivity, Bioavailability, *In vitro* gastrointestinal digestion

1.1 Literatür Özeti

Domates (*Solanum lycopersicum*), insan beslenmesi için büyük öneme sahiptir. Dünyada birçok ülkede yetiştirilmekle birlikte, uygun iklim koşulları nedeniyle ülkemiz domates üretimi yapan önemli ülkelerden biridir [1]. Domates, çiğ, kurutulmuş veya işlenmiş olarak değişik şekillerde tüketilebilmektedir. Dünya’da, işlenmiş olarak domatesten yapılmış; domates salçası, domates suyu, ketçap ve domates sosu gibi ürünlerin de yaygın olarak tüketimi söz konusudur.

Domates, insan sağlığına birçok yararı olan antioksidan bileşikler, C vitamini, likopen, karoten, kuersetin glikozitleri, narincenin-kalkon ve klorojenik asit gibi biyoaktivitesi yüksek bileşenleri barındırmaktadır [2]. Likopen, domateste miktar olarak en fazla bulunan karotenoidtir ve domateste bulunan pigmentlerin yaklaşık %85’ini oluşturmaktadır [3].

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, domatesin içerdiği biyoaktif bileşiklerden olan likopenin özellikle prostat kanseri ve kolon kanserini azalttığı tespit edilmiştir [4, 5]. Ayrıca, işlenmiş domates ürünlerindeki likopenin, çiğ domatese göre biyoyararlılığının daha yüksek olduğu ve oksidatif stresi azalttığı gösterilmiştir. Yapılan çalışmalarda, likopenin yağlarla birlikte tüketilmesi sonucunda emilimde ve biyoyararlılığında artışlar belirlenmiştir [6].

Gıda maddelerinin içerdiği antioksidan maddeler konusunda oldukça geniş çaplı araştırmalar mevcut olmasına karşın bu maddelerin biyoyararlılıkları konusundaki çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ayrıca, domates sosu konusunda literatürde oldukça sınırlı

Çalışma olmasının yanında, domates sosunun çeşitli fonksiyonel bileşenler (yağ, inülin) ile zenginleştirilerek sosa işlenmesi ile biyoaktivitesindeki değişim üzerine çalışma bulunmamaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tez kapsamında, sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu bilinen ve biyoaktif bileşenlerce zengin olan domatesin, endüstriyel olarak ve ev tipi sosa işlenmesi sırasında antioksidan kapasitesi ve biyoyararlılığında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Buna ek olarak, son ürün olan sosa, çeşitli fonksiyonel bileşenlerin (yağ, diyet lifi) farklı oranlarda ilavesi ile antioksidan kapasitesinde ve biyoyararlılıklarında meydana gelen değişimler saptanmiştir.

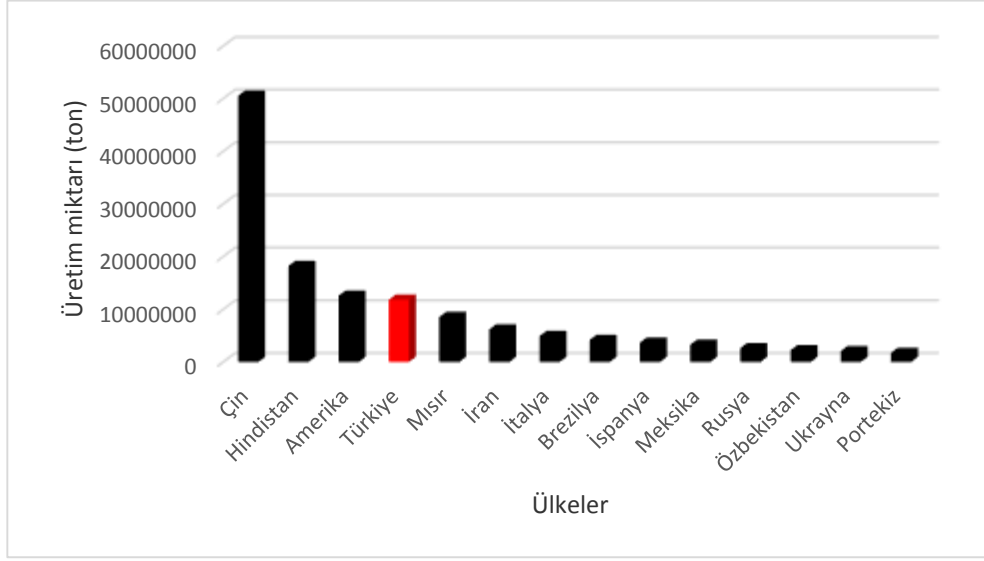
1.3 Hipotez

Çalışmada, domatesin hem endüstriyel tipte hem de ev tipi sos işleme basamakları sonucunda antioksidanlarında meydana gelen değişimler konusunda mevcut literatürde bilgi bulunmamaktadır. Bu alışma ile sosa işleme sonucunda antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler belirlenmiş ve endüstriyel tip sos üretimi ile ev tipi sos üretiminin karşılaştırması yapılmıştır. Domates sosu ve farklı oranlarda yağ ve diyet lifi ilavesi ile elde edilen sosların biyoyararlılıkları da, taze domates ile karşılaştırılarak domatesin hangi şekilde tüketimi ile en yüksek biyoyararlılığın sağlanacağı da belirlenmiştir.

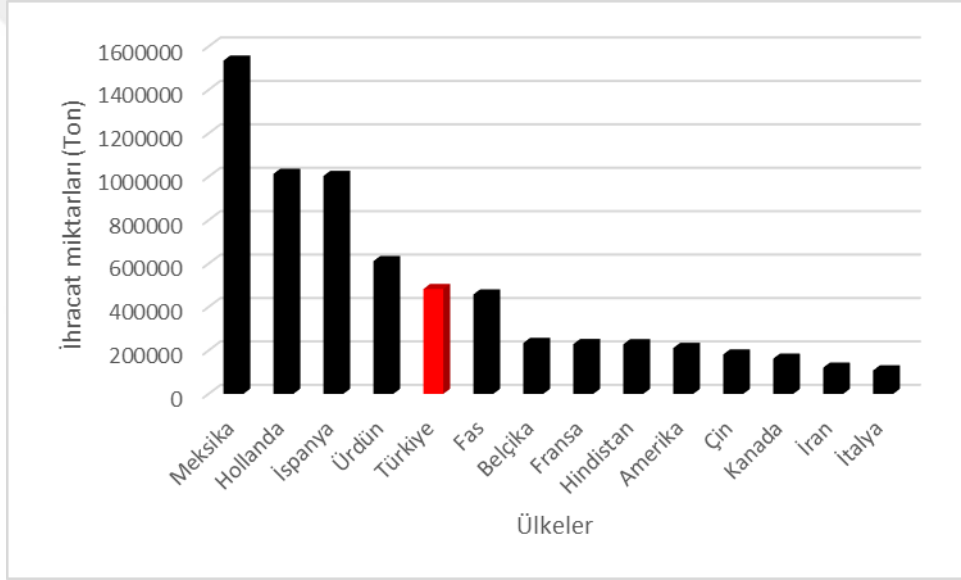
2.1 Domates ve Ürünleri

Domates (*Solanum lycopersicum*), dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başındadır. Domates tarımının ilk kez Meksika veya Peru'da yaşayan yerli kabileler tarafından Güney Amerika'da yapıldığı bilinmektedir [7]. Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) [8], 2013 yılı verilerine göre Türkiye, 11.820.000 ton yıllık domates üretim miktarıyla Çin, Hindistan ve Amerikadan sonra dünyada en fazla üretim yapan dördüncü ülkedir (Şekil 2.1). Aynı zamanda Türkiye yıllık 483.046 ton domates ihracatıyla dünyada 5. sıradadır (Şekil 2.2). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) [9], 2013 yılı verilerine göre de ülkemizde domatesin kişi başına tüketim miktarı yıllık 117,2 kg'dır.

Domates tüm dünyada ve ülkemizde taze olarak tüketilebildiği gibi, son yıllarda gıda teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak salça, sos, domates suyu, püre, ketçap, doğranmış dondurulmuş ve kurutulmuş olarak da yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Bu sayede domates hem pişirilerek hem de pişirilmeden tüketilebilen önemli ürünlerden birisidir.



Şekil 2.1. 2013 yılı domates üretim miktarları [8]



Şekil 2.2. 2013 yılı domates ihracat miktarları [8]

2.2 Domatesin Besin İçeriği ve İçerdiği Biyoaktif Bileşenler

Domatesin bileşiminin %93-95'i su olup, %5-7 oranında da inorganik bileşikler, organik asitler (sitrik asit ve malik asit), alkolde çözünemeyen katı maddeler (proteinler, selüloz, pektin, polisakkaritler), karotenoidler ve lipitler bulunmaktadır [10]. Taze domates suyundaki serbest aminoasitlerin %45'ini glutamik asit oluşturmakta, bunu aspartik asit izlemektedir [11]. Domates diğer önemli sebze ve meyve türleri ile karşılaştırıldığında likopen (%71,6), C vitamini (%12), pro-vitamin A (%14,6), vitamin E

(%6,0) ve mineraller (özellikle potasyum) açısından oldukça zengin bir üründür [12]. İtalyan diyetinde, domatesin C vitamini açısından portakal suyundan sonraki ikinci önemli kaynak olduğu belirtilmektedir [13].

Domatesin biyoaktif bileşenleri, C vitamini gibi suda çözünebilir bileşikler, likopen ve karotenler gibi lipofilik bileşikler ve hidrofobik özelliği orta seviyede olan quersetin glikozitleri, naringenin-kalkon ve klorojenik asit gibi bileşiklerden oluşmaktadır [1]. Yapılan bir çalışmada, domatesin suda çözünebilir fenolik bileşiklerden kuersetin, kaempferol ve naringenin gibi flavonoidlerden ve kafeik, klorojenik, ferulik ve *p*-kumarik asit gibi hidroksisünamik asitlerden oluştuğu tespit edilmiştir [13].

Domateste bulunan önemli pigmentler klorofil ve karotenoidlerdir. Olgun kırmızı domateste bulunan temel karotenoidler; likopen (%90), β -karoten (%5-10), lutein (%1-5) ve iz miktarda bulunan (<%1) diğer bazı karotenoidlerdir [14]. Likopen, olgun domatese ve domates ürünlerine karakteristik kırmızı rengi veren temel bir pigmenttir ve toplam pigment varlığının yaklaşık olarak 80-90%'ını oluşturmaktadır [15]. Yapılan bir çalışmada domates ve ürünlerinin içerdiği karotenoid miktarları Çizelge 2.1 de verilmiştir [16].

Domatesin içerisindeki bu biyoaktif bileşiklerin miktarları domatesin çeşidi ve cinsine, olgunluğuna, yetiştirilme koşullarına, ekstraksiyon çeşidi ve etkinliğine, iklim şartlarına, ışık, sıcaklık, toprak, gübreleme, sulama ve yetiştiricilik sırasında yapılan diğer işlemlere, hasat ve depolama koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir [7, 17].

Çizelge 2. 1 Domates ve ürünlerinin karotenoid içerikleri (mg/100 g) [16]

Ürünler	β-karoten	γ-karoten	ζ-karoten	Lutein	Likopen	Neurosporene	Phytoene	Phytofluene
Domates	0,23	1,50	0,21	0,08	9,27	1,11	1,86	0,82
Salça	1,27	9,98	0,84	0,34	55,45	6,95	8,36	3,63
Püre	0,41	2,94	0,25	0,09	16,67	2,11	2,40	1,08
Sos	0,45	3,17	0,29	-	17,98	2,48	2,95	1,27
Domates suyu	0,27	1,74	0,18	0,06	10,77	1,23	1,90	0,83
Çorba	0,23	1,95	0,17	0,09	10,92	1,53	1,72	0,72
Ketçap	0,59	3,03	0,33	-	17,23	2,63	3,39	1,54
Spagetti sosu	0,44	3,02	0,34	0,16	15,99	3,15	2,77	1,56

2.3 Domatesin Sağlık Üzerine Etkileri

Domatesin içerdiği antioksidan aktivitesi yüksek bileşenler son yıllarda domatese olan ilgiyi arttırmış ve sağlık üzerindeki faydaları pek çok çalışmada ele alınmıştır. Domates tüketiminin kardiyovasküler hastalıklar, başta prostat kanseri olmak üzere bazı kanser türleri gibi çeşitli kronik hastalıkları azaltmada ve serum lipid seviyesini düşürmede, düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonunu engellemede olumlu bir etkisinin olduğu çalışmalarla saptanmıştır [26, 27]. Ayrıca, işlenmiş domates ürünlerindeki likopenin, çiğ domatese göre biyoyararlılığının daha yüksek olduğu ve oksidatif stresi azalttığı bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, likopenin yağlarla birlikte tüketilmesi sonucunda emilim ve biyoyararlılığında artışlar tespit edilmiştir [6].

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'nin tanımına göre biyoyararlılık, bir ilaç içinde bulunan aktif bileşenlerin veya tedavi edici maddelerin emilim hızı ve aktivite göstereceği

bölgedeki yararlılık derecesidir. Bu tanım, aynı zamanda gıdalarda bulunan aktif maddeleri de kapsamaktadır [28]. İnsan ve hayvanlarda yapılan denemelerin pahalı, karmaşık ve etik sorunların olması nedeni ile hızlı ve ucuz olan *in vitro* yöntemler popülerlik kazanmıştır.

2.4 Domates Sosu İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Domates sosu ile ilgili literatürde biyoaktif bileşenler, farklı proses koşullarında ki üretim ve fonksiyonel bileşen ilavesi ile ilgili sınırlı çalışma bulunmaktadır. Domates sosu ile ilgili daha çok klinik çalışmalar mevcuttur.

Yapılan bir çalışmada, pişirme zamanı ve eklenen yağ miktarına göre domates sosundaki karotenoid profiller incelenmiştir. Buna göre ısı işlem ve yağ eklemenin antioksidan aktiviteyi, toplam karotenoid miktarını, Z-likopen izomerlerini, α -karoten ve β -karoten miktarını arttırdığı sonucuna varılmıştır [29].

Vallverdú-Queralt vd. [30] domates soslarında yaptığı çalışmada da ısı işlem ve yağ konsantrasyonunun fenolik profilde meydana getirdiği değişiklikleri incelenmişlerdir. Yüksek miktarda yağ eklemenin fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu artırdığı fakat uzun süreli pişirme işleminin fenolik madde miktarını ve antioksidan aktiviteyi azalttığı sonucuna varmışlardır.

Yapılan başka bir çalışmada da yağ ile domates sosunu zenginleştirmenin ve ısı işlem uygulamasının taze domatese ve kontrol sos grubuna kıyasla kardiyovasküler risk faktörlerine olumlu etki meydana getirdiğini saptamışlardır [31].

Domates sosu ile yapılan farmakokinetik çalışmada, sos üretiminde ısı işlem ve mekanik etkinin flavonoidlerin biyoerişebilirliğini ve biyoyararlılığını arttırdığını ve yağ ilave edilen sos örneğinin lipofilik fenolik bileşik madde miktarını arttırdığını belirtmişlerdir [32].

Yüksek likopen içerikli domates sosunda düşük likopen içerikli domates sosuna kıyasla düşük yağlı okside olmuş lipoprotein kolesterol düzeylerini azalttığı ve plazmada toplam antioksidan aktivitede artışlar olduğu tespit edilmiştir [33].

Genel olarak, insan serumu ve dokularında likopen cis konformasyonunda, domates ürünlerinde ise trans konformasyonunda bulunmaktadır. Bu durumda, insan metabolizmasında cis konumundan trans konumuna geçiş olmaktadır. Cis-likopen ve trans-likopen zengin iki farklı sos örneğinin biyoyararlılıklarının incelendiği çalışmada cis-likopen içeriği fazla olan sosun daha fazla biyoyararlı olduğu sonucuna varılmıştır [34].

Yapılan birçok klinik çalışmada da günlük olarak tüketilen domates sosunun içerdiği likopen sayesinde prostat kanser hücrelerinin zararlı etkilerinden korunmak için faydalı olduğu rapor edilmiştir [35], [36].

2.5 Domatesin *In Vitro* Biyoyararlılıkları İle İlgili Çalışmalar

Böhm ve Bitsch [37] yaptıkları çalışmada domatesteki likopenin domates suyuna işlenmesi ile birlikte daha biyoerişilebilir olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada da domates püresi yenildikten sonra kandaki likopen düzeyi 0,3 µmol/L'den 0,57 µmol/L'ye ve β-karoten düzeyi de 0,24 µmol/L'den 0.31 µmol/L'ye yükselmiştir [38].

Domatese ezme ve ısıtma işlemlerinin *in vitro* olarak likopenin biyoerişilebilirliğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ısıtma uygulanmadan homojenize edilen domatesteki likopen emiliminin daha düşük olduğu, aksine ezme ve ısıtma işlemi uygulanması ile likopen emiliminin daha fazla olduğu rapor edilmiştir [39].

Yapılan bir çalışmada, domates pulpları yüksek basınçli homojenizasyon (100 bar) ve mikrodalga yöntemleriyle (20 dakika, 70, 90, ve 120 °C) üç farklı yağ çeşidi (hindistan cevizi yağı, zeytin yağı, balık yağı) varlığında ve yokluğunda proses edilerek likopenin biyoerişilebilirliği incelenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, proses edilmeden önce domates pulpuna ilave edilen yağ likopenin biyoerişilebilirliğini arttırdığı ancak yağ çeşidinin çok önemli olmadığı, yüksek basınç ve mikrodalgada 70 ve 90 °C (20 dk) likopenin biyoerişilebilirliğini arttırmadığı, mikrodalgada 90 °C de ısıtma işlemi uygulanmadan domates pulpunun yüksek basınçli homojenizasyonuna maruz bırakılması önemli düzeyde likopenin biyoerişilebilirliğini arttırdığı ve 20 dakika 120 °C

de ki ısıtıl işleminde önemli düzeyde likopenin biyoerişilebilirliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır [40].

Domates pulpuna, eklenen yağ çeşidi ve miktarının araştırıldığı başka bir çalışmada hindistan cevizi yağı, palm yağı, kakao yağı, zeytinyağı, ayçiçek yağı ve balık yağı olmak üzere altı farklı çeşit yağ %0-10 konsantrasyonlarında eklenmiştir. Buna göre, domates pulpuna %5'e kadar eklenen yağların hepsinde likopenin biyoerişilebilirliği önemli düzeyde artmıştır. En yüksek miktarda artış ise %5 oranında eklenen ayçiçek yağında tespit edilmiştir [41].

Ultrason etkisi ve yağ ilavesinin domates pulpundaki likopenin biyoerişilebilirliğinin araştırıldığı başka bir çalışmada da ultrason uygulanmış ve yağ ilave edilmiş örneklerde önemli farklılıklar tespit edilmemiştir [42].

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Taze Domates Örnekleri

Araştırmada taze domates ile birlikte endüstriyel ve ev tipi üretilen domates sosu örnekleri ile çalışılmıştır. Sos üretimi yapan DÖHLER (Balıkesir) firma yetkililerinin tecrübe ve önerileriyle, sos ve salça üretiminde en çok tüketilen salçalık domates çeşidinden 3 tekrarlı olarak alınarak, bir kısmı analizler yapılmak üzere doğrudan sıvı azot içinde taze olarak dondurularak öğütülmüş (IKA Model A10) ve -80 °C'lik dolaplarda saklanmış, kalan kısım ise sos üretiminde kullanılmıştır.

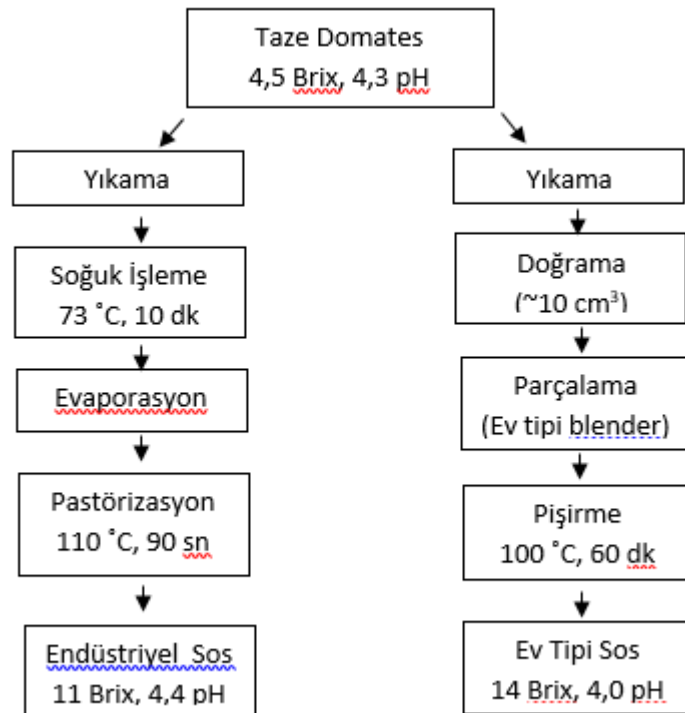
3.1.2 Domates Sosu Üretimi

Sos üretimi için ayrılan domates örnekleri kullanılarak, sızma zeytinyağı (Komili), inülin (hindiba özü) gibi çeşitli fonksiyonel bileşenler ilave edilerek domates sosu üretilmiştir. Endüstriyel olarak sos üretimi fabrikaya gelen domatesler yıkanmış, ayıklama bandında ezik, çürük, yeşil renkli, böcek yeniği ve güneş yanığı olan domatesler ayıklanmış veya hasarlı kısımları bıçakla çıkarıp ayrılmışlardır. Özellikle renk olarak koyu kırmızı domatesler seçilmiştir. Ayıklanan domatesler, parçalama makinesinde parçalanmıştır. Buradan çıkan mayşe ısıtıcıda 65-80 °C arasında ısıtılmıştır. Ön ısıtıcıdan çıkan mayşe, palperlere verilmiştir. Mayşe son palperden incelmış olarak, domates pulpu şeklinde alınmıştır. Palperden alınan pulp, tanklara konulmuştur. Buradan bullere veya evaporatörlere yönlendirilmiştir. Tek etkili kontinü evaporatörünün birinci

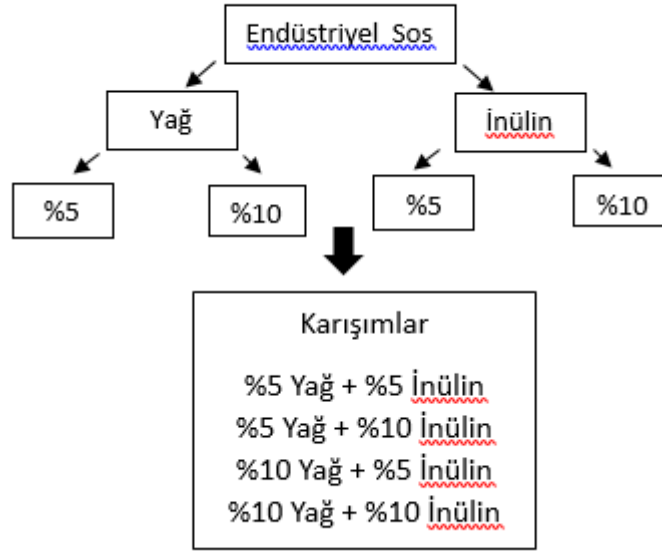
kademesinde 60 °C de 5 briksten 11-12 brikse getirilmiştir. Çıkan ürünlere 110 °C de 90 saniye pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Daha sonra 35 °C de aseptik dolum yapılmıştır [43].

Ev tipi sos işleme de domatesler yıkanmış ve doğranmıştır. Doğranan domatesler Waring Blender tipi öğütücü ile parçalanmıştır. Daha sonra 60 dakika 99 °C'de pişirilmiştir [44]. Endüstriyel yöntemle üretilen sos örneklerine ayrı ayrı %0, 5, 10 (m/m) düzeylerinde sızma zeytinyağı, %0, 5, 10 (m/m) düzeylerinde inülin, ve her ikisinin birarada içeren ikili bileşenler ilave edilerek yeni ürünler oluşturulmuştur. Akım şemaları Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Literatürde, ısıl işlemin karotenoidlerin biyoerişilebilirliğini arttırdığına dair çalışmalar mevcuttur. Bu nedenle, sadece karotenoid analizi için sos örneklerine eklenen yağ, inulin bileşikleri ile birlikte hazırlanan her bir örnek 90 °C'de 45 dakika ısıl işleme tabi tutularak, ısıl işlemin karotenoidlere olan etkisi de araştırılmıştır.



Şekil 3. 1 Endüstriyel ve ev tipi sosun üretimi



Şekil 3. 2 Fonksiyonel bileşenli soslar

Örneklere verilen kodlarda Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 1 Örneklere verilen kodlar

Örnek Kodu	Örnek İsmi
HM	Taze domates
ES	Ev tipi sos
IS	Endüstriyel sos
50	%5 yağ ilave edilen sos
100	%10 yağ ilave edilen sos
5I	%5 inülin ilave edilen sos
10I	%10 inülin ilave edilen sos
505I	%5 yağ ve %5 inülin ilave edilen sos
5010I	%5 yağ ve %10 inülin ilave edilen sos
1005I	%10 yağ ve %5 inülin ilave edilen sos
10010I	%10 yağ ve %10 inülin ilave edilen sos

3.2 Metot

3.2.1 Ekstrakt Hazırlama

0.2 g dondurularak kurutulmuş örnekler 2 ml %75 metanol eklenerek ultrasonik banyoda (Azakli, Türkiye) 15 dakika tutulduktan sonra 2500 rpm de 10 dakika santrifüjlenerek (Hettich Zentrifugen Universal 320R, Tuttlingen, Germany)

süpernatant kısmı toplanmıştır. Bu işleme toplam 5 ml ekstrakt elde edilene kadar devam edilmiştir [24].

3.2.2 Toplam Fenolik Madde Tayini

Folin Ciocalteu metodu uygulanarak, seyreltilmiş ekstraktların disodyum karbonat ve Folin reaktifi ilavesiyle oluşan reaksiyon sonucunda oluşan mavi rengin şiddeti 765 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Tokyo, Japan) ölçülerek sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir [45].

3.2.3 Toplam Flavonoid Madde Miktarının Tayini

Ekstraktların su, aluminyum klorür ve sodyum nitrit ile reaksiyonundan sonra sodyum hidroksit ilave edilerek oluşan pembe renk 510 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Tokyo, Japan) ölçülmüş, sonuçlar rutin eşdeğeri olarak ifade edilmiştir [22].

3.2.4 Toplam Antioksidan Kapasitesinin Tayini

3.2.4.1 DPPH Radikal Yakalama Yöntemi

DPPH (1,1-difenil-2- pikrilhidrazil) çözeltisi ile ekstraktın uygun seyreltimi reaksiyona sokulup ve oluşan pembe renk 517 nm'de spektrofotometrik (Shimadzu UV-1700, Tokyo, Japan) olarak belirlenmiştir. Troloks kalibrasyon eğrisi oluşturularak antioksidan aktivite TEAC cinsinden ifade edilmiştir [46].

3.2.4.2 CUPRAC metodu (Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi)

Ekstrakt, sırasıyla, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi, Neocuproine çözeltisi ve amonyum asetat (pH=7) çözeltisi ile karıştırılmış ve 1 saat bekletildikten sonra 450 nm'de köre karşı absorbans ölçülmüştür. Troloks kalibrasyon eğrisi oluşturularak TEAC cinsinden ifade edilmiştir [47, 48].

3.2.5 HPLC Yöntem İle Karotenoid Profilin Belirlenmesi

Hazırlanan her bir örnekten 0,5 g test tüplerine konulmuştur. Daha sonra üzerine 5 ml ethanol/hekzan (4:3 v/v) eklenerek 5 dakika sonikasyondan sonra 4 °C de 15 dakika

2140 × g'da santrifüflenmiştir. Daha sonra organik faz uçurulup 1 mL MTBE ile tamamlanıp, polytetrafluoroethylene filtreden geçirilerek HPLC viallerine doldurulmuş ve analize kadar –20 °C'de bekletilmiştir. HPLC'de kolon olarak C30, akıcı faz olarakta metanol ve terbütil ether kullanılmıştır. HPLC'de likopen, beta karoten, lutein, alfa tokoferol ve klorofil a bileşikleri analiz edilmiştir [29].

3.2.6 HPLC Yöntem İle Fenolik Madde Tayini

Her örnek için hazırlanan ekstraktlar 0,2 µm'lik filtrelerden süzöldükten sonra HPLC sistemine verilmiştir. Bu şekilde, HPLC'de domates örneklerindeki fenolik profili belirlenmiştir. HPLC sistemi Waters 600 kontrol birimi, Waters 996 photodiode array (PDA) dedektör ve 40 °C'deki kolon inkübatöründen oluşmaktadır. Kullanılacak kolon, Nucleosil 3µ C18 (2) 150x4,60 mm'dir. Çözgen sistemi olarak A (%0.05 formik asit ile asitlendirilmiş su) ve B (%0.05 formik asit içeren asetonitril) kullanılmıştır. Akış hızı dakikada 1 ml olacak şekilde, ekstrakttaki bileşenlerin ayrılarak %5'den %30'a kadar çıkan lineer asetonitril gradiyenti kullanılarak 60 dakikalık analiz gerçekleştirilmiştir [49].

3.2.7 Biyoyararlılığın "Sindirim Sistemi" Yöntemi ile Belirlenmesi

Yöntem üç temel aşama olan ağız, mide, bağırsak kısımlarından oluşmaktadır. Ağız kısmındaki fraksiyon örneğin içerisine tükürük sıvısı ve alfa amilaz enzimi konularak pH 7'de 37 °C'de 2 dakika çalkalamalı su banyosunda bekletildikten sonra örnek alınmıştır. Daha sonra bu solüsyona mide sıvısı, Pepsin eklenip HCl ile pH'ı 3'e ayarlanıp 2 saat 37 °C'de su banyosunda inkübe edildikten sonra mide fraksiyonu için örnek alınmıştır. Bağırsak fraksiyonu için de mideden kalan solüsyona bağırsak sıvısı, pankreatin, safra tuzu eklenip NaOH ile pH 7'ye ayarlanıp 2 saat 37 °C'de su banyosunda inkübe edilerek örnek alınmıştır. Elde edilen ekstraktlara toplam fenolik madde, flavonoid madde, antioksidan aktivitesi, HPLC ile fenolik ve karotenoid profil analizleri uygulanmıştır. Sonuçlar yaş baz olarak ifade edilmiştir [50].

3.2.8 Nem Tayini

Örneklerin, nem miktarının tayini TS 1129 ISO 1026 (TSE, 1998) [51] standardına göre yapılmıştır. Deneyde kullanılacak kapların dara ölçümleri yapıldıktan sonra üzerlerine 2 g numune konulmuştur. Tartımı yapılan numuneler vakumlu etüvde (Gallenkamp) 70 °C sıcaklıkta sabit sıcaklığa gelinceye kadar yaklaşık 6 saat bekletildikten sonra desikatörde soğutulmuştur. Ardından ağırlık ölçümleri tekrar yapılarak ürünlerdeki nem kaybı hesaplanmıştır.

3.2.9 LC-QTOF-MS Analizi

Taze domates, ev tipi sos ve endüstriyel sos örneklerinin metabolit analizi için LC-PDA-FTMS sistemi kullanılmıştır [52]. Kısaca, LUNA C18 2.0x150 mm kolonda kromatografik olarak ayrılmıştır. Ayrılan bileşikler 240-600 nm aralığındaki Waters 2996 PDA detektörden sonra QTOF kütle spektrometresine girmiştir. Uygulama sıcaklığı 300 °C'dir. M/z oranı 100-1500 de tespit edilmiştir. Temel bileşen analizi için de metalign kullanılarak 2 log transformasyonuna tabi tutulduktan sonra istatistiksel değerlendirilmek üzere Genemaths programından yararlanılmıştır [53].

3.2.10 İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen sonuçlara, istatistiksel analizler uygulanarak, farklılıkların istatistiksel olarak önemli düzeyde olup olmadığı tespit edilmiştir. Bu amaçla SPSS (versiyon 11.5, Windows XP, SPSS Inc.) programından yararlanılarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ve LC-MS datalarında Student-t testi uygulanmıştır. Tüm üretimler 3 tekrür ve analizler ise 3 paralelleli olarak uygulanarak ortalama değerler yukarıdaki istatistiksel yöntemlerle rapor edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA**4.1 Nem Miktarı**

Taze domateste %93,3, endüstriyel işlenmiş sos örneğinde %89, ev tipi işlenmiş sos örneğinde %91 nem içeriği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Sosa yağ ve inülin ilave edilen sos örneklerinde ise nem içeriği Çizelge 4.1’de gösterildiği gibi %66,2-80,3 aralığında değişmiştir. Bu farklılıkların nedeni iklim, yetiştirme koşulları, hasat zamanı farklılığı gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 1 Nem değişimi

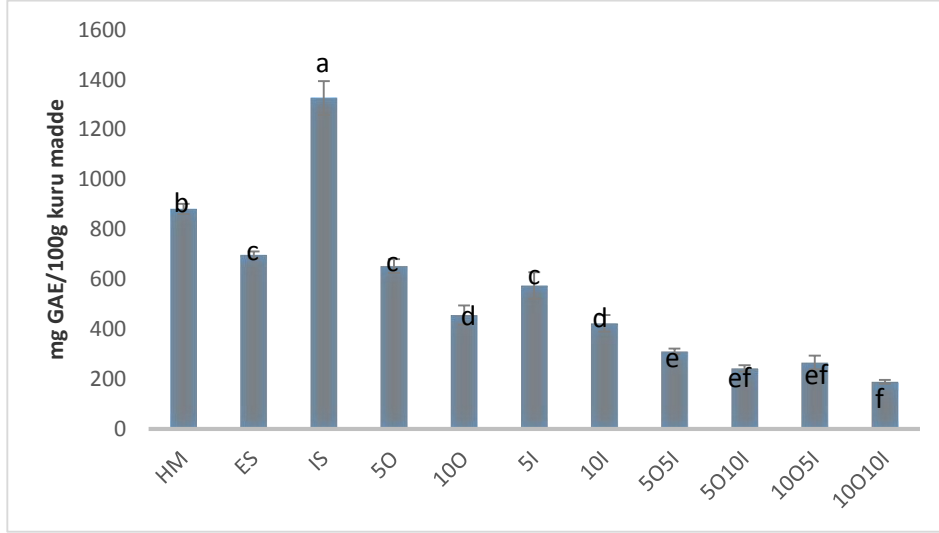
Örnek kodu	Nem %
HM	93,2 ± 0,7 a
IS	89,0 ± 0,8 b
ES	91,0 ± 0,8 a
50	79,8 ± 0,0 c
100	75,9 ± 0,1 d
5I	80,3 ± 0,4 c
10I	75,1 ± 0,1 d
505I	74,9 ± 0,8 d
5010I	71,1 ± 0,6 e
1005I	66,2 ± 0,4 e
10010I	66,2 ± 1,4 f

4.2 Toplam Fenolik Madde

Domates örneklerinin kurumadede toplam fenolik madde miktarları Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Domates sosu üretiminde kullanılan taze domatesin kurumadede toplam fenolik madde miktarı 881,7 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Taze domates endüstriyel üretim sos ve ev tipi üretim sosla karşılaştırıldığında; domatese göre endüstriyel sosun toplam fenolik madde içeriği %50 artmış (1326,3 mg GAE/100 g), ev tipi sosun ise %20 azalmış (697,1 mg GAE/100 g) ve bu değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar toplam fenolik madde içeriğine göre en yüksekten en düşüğe doğru; endüstriyel proses uygulanarak üretilen sos > taze domates > ev tipi sos olarak sıralanmıştır.

Yapılan bir araştırmada, iki farklı domates türü önce 80 °C de 2 saat sonra 60 °C de 6 saat kurutulduktan sonra, toplam fenolik madde miktarı sırasıyla %13 ve %50 oranında artış meydana gelmiştir [54]. Rivero vd. [55] tarafından yapılan çalışmada da taze domatese 35 °C’de uygulanan ısıl işlem ile domatesin fenolik madde miktarı 3060 µg/g’dan 5520 µg/g’a yükselmiştir. Bu artışların nedeni, “Isıl işlem ile birlikte hücre duvarlarının yumuşaması ile fenolik bileşiklerin serbest hale geçmesi” şeklinde açıklanmıştır [17].

Bu çalışmada ev tipi sosların toplam fenolik madde içeriğinde görülen azalmanın muhtemel nedeni; endüstriyel tip üretime kıyasla kontrolsüz uygulanan ısıl işlemden dolayı biyoaktif bileşiklerin degradasyona uğramasıdır. Endüstriyel olarak üretilen soslara eklenen fonksiyonel özellikteki gıdalar olan zeytinyağı ve inülinin toplam fenolik madde miktarında meydana getirdiği değişiklikler Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Buna göre %5 ve %10 yağ ilavesi, toplam fenolik madde miktarında istatistiksel olarak önemli düzeyde düşüşe neden olmuş ($p<0,05$), %5 yağ ilavesi ile %51 azalış, %10 yağ ilavesi ile %66 azalış meydana gelmiştir. Diyet lifin %5 ve %10 eklenmesiyle sırasıyla %57, %68 oranında azalma tespit edilmiştir. İki bileşenli oluşturulan sos karışımlarında: 505I, 5010I, 1005I ve 10010I da sosa kıyasla sırasıyla %77, %82, %80 ve %86 oranında azalmalar belirlenmiştir ($p<0.05$). Literatürde yapılan çalışmalarda, fenolik bileşik miktarını yağın arttırdığı [56], diyet lifin [57] ise azalttığına dair çalışmalar mevcuttur.



Şekil 4. 1 Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının değişimi

4.3 Toplam Flavonoid Madde

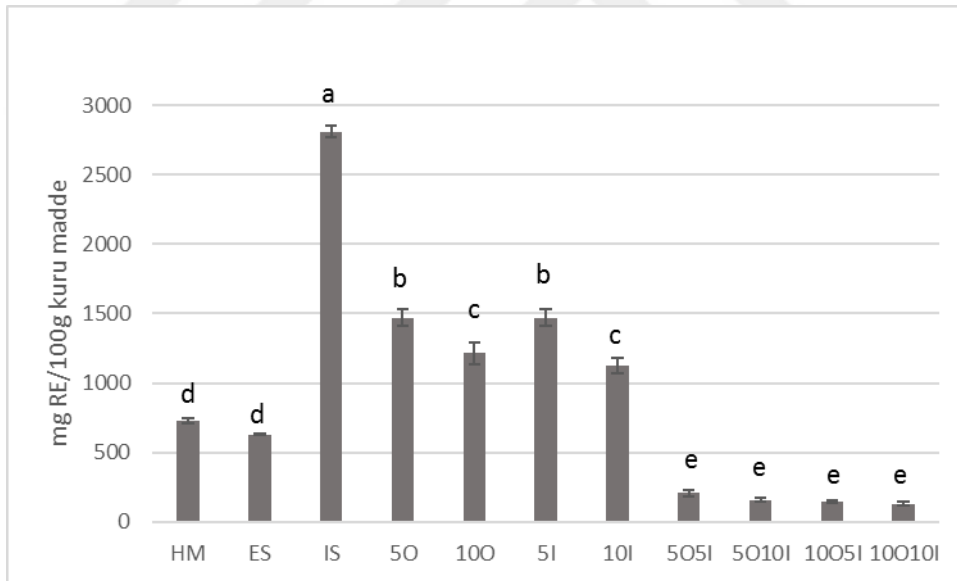
Domates örneklerinin kurumadde toplam flavonoid madde miktarları Şekil 4.2’de gösterilmektedir. İşlem görmemiş taze domates örneklerinin flavonoid içeriği ortalama 726,6 mg RE/100 g’dır. Domates örneklerinin sosa işlenmesi sırasında uygulanan endüstriyel işleme ile flavonoid içeriği 2810 mg RE/100 g’a yükselirken, ev tipi işleme ile 629,8 mg RE/100 g ’a düştüğü belirlenmiştir. Bu artış ve düşüş istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sonuçlar fenolik madde içeriğine paralel olarak endüstriyel olarak üretilen sosların daha fazla miktarda flavonoid içerdiği tespit edilmiştir.

Dewanto vd. [22] tarafından yapılan bir çalışmada ısıtılmış domates örneklerinin flavonoid içeriğinin, taze domatese göre daha fazla miktarda olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada da domates farklı ürünlere işlenerek flavonoid miktarları değerlendirilmiştir. Bu çalışmaya göre taze domatese (84 mg RE/100 g) kıyasla domates salçasında (70 mg RE/100 g) %17, püresinde (65 mg RE/100 g) %23, kurutulmuşunda (48 mg RE/100 g) %43 azalma tespit edilirken; suyunda (92 mg/100 g) %10 artış tespit edilmiştir [58]. Prosesle beraber azalmaların nedeni ısıtılmış işlemle beraber flavonoidlerin degradesyonuna, ekstraksiyon sırasında kalan flavonoidlere bağlanırken [59], artışlarda bağlı olan fitokimyasalların ısıtılmış işlemle serbest

hale geçmesine ve fenolik bileşikler ile flavonoid bileşikler arasındaki sinerjik etkiye bağlanmıştır [22].

Endüstriyel olarak üretilen soslara eklenen fonksiyonel bileşenlerin flavonoid maddede meydana getirdiği değişiklikler Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Buna göre flavonoid madde içeriğinde sosa %5 yağ ilavesi %52, %10 yağ ilavesi %43 azalışa neden olmuştur. Aynı şekilde sosa %5 inülin ilavesi %52, %10 inülin ilavesi %40 azalışa neden olmuştur ($p<0.05$). İki bileşenli oluşturulan sos karışımlarında 5O5I’da yaklaşık olarak 6 kat azalma olurken; 5O10I, 10O5I ve 10O10I da sosa kıyasla yaklaşık olarak 7 kat azalma saptanmıştır.

Yapılan bir çalışmada flavonoidce zengin soğanlar yağda kaynatılınca quercetin glikozitlerinde %30 oranında azalma tespit edilmiştir [60]. Yapılan başka bir çalışmada da kızartma, kaynatma ve mikrodalga ile pişirmenin quercetin konjugatelerinde %35-78 oranında azalma meydana geldiğini göstermiştir. Bunun nedeninde kompleks oluşumuna ve kaynama suyunda kalan flavonol miktarına bağlanmıştır [61].



Şekil 4. 2 Toplam flavonoid madde miktarı değişimi

4.4 Toplam Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC, DPPH)

Domates örneklerinin toplam antioksidan kapasiteleri CUPRAC ve DPPH metotlarıyla belirlenmiş olup, troloks cinsinden (TE) kuru madde olarak ifade edilmiştir. Antioksidan

aktivitede CUPRAC yöntemi ile ilgili değişim Şekil 4.3'te ve DPPH yöntemi ile ilgili değişim de Şekil 4.4'te gösterilmektedir.

CUPRAC yöntemine göre domates sosu örneklerinde kullanılan taze domates örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi 1636,8 mg TE/100 g'dır. Endüstriyel işleme ve ev tipi işleme ile kıyaslandığında, taze domatese göre endüstriyel sosa %25 artış (2038,5 mg TE/100 g), ev tipi soslarda %9 azalış (1489,5 mg TE/100 g) tespit edilmiştir ($p<0.05$).

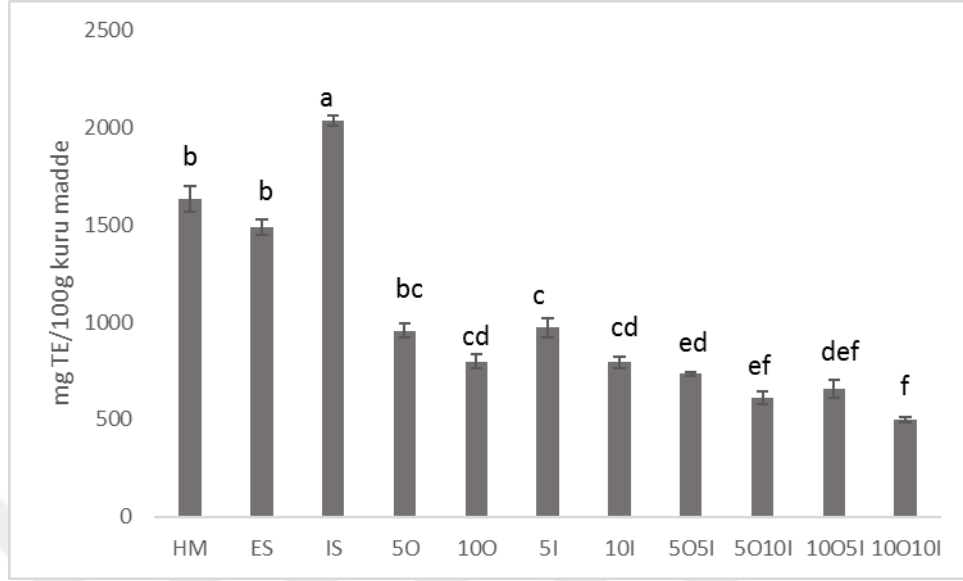
Endüstriyel olarak üretilen soslara eklenen fonksiyonel bileşenlerin toplam antioksidan kapasitesinde meydana getirdiği değişiklikler Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Buna göre %5 ve %10 yağ ilavesi toplam antioksidan kapasitesi miktarında istatistiksel olarak önemli düşüşe neden olmuştur ($p<0,05$). %5 yağ ilavesi ile %53 azalış, %10 yağ ilavesi ile %61 azalış meydana gelmiştir. Diyet lifin %5 ve %10 eklenmesiyle sırasıyla %52, %61 oranında azalma saptanmıştır. İki bileşenli oluşturulan sos karışımlarında: 5O5I, 5O10I, 10O5I ve 10O10I da sosa kıyasla sırasıyla %64, %70, %68 ve %75 oranında azalmalar belirlenmiştir ($p<0.05$).

DPPH yöntemine göre domates sosu örneklerinde kullanılan taze domates örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi 635,9 mg TE/100 g'dır. Endüstriyel işleme ve ev tipi işleme ile kıyaslandığında, taze domatese göre endüstriyel sosa %15 artış (732,5 mg TE/100 g), ev tipi soslarda %34 azalış (419,2 mg TE/100 g) belirlenmiştir ($p<0.05$).

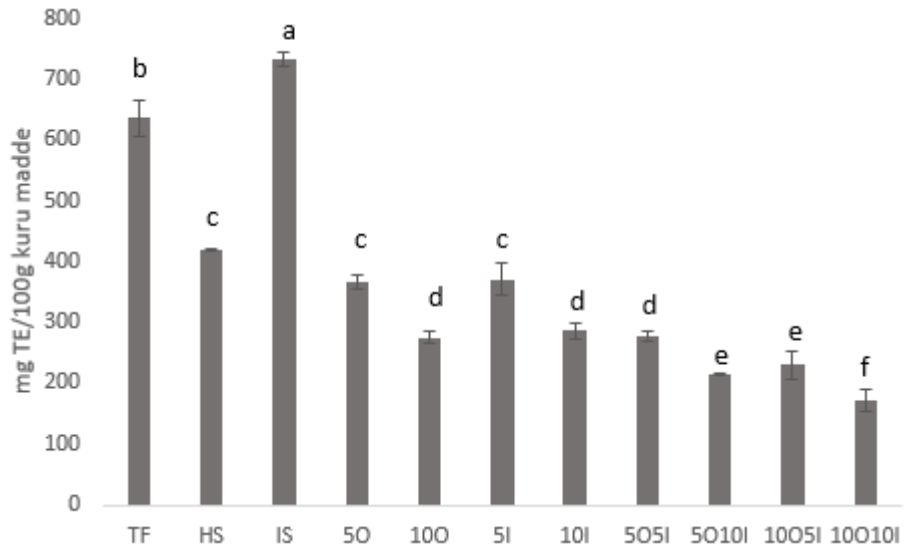
Endüstriyel olarak üretilen soslara eklenen fonksiyonel bileşenlerin toplam antioksidan kapasitesinde meydana getirdiği değişiklikler Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Buna göre toplam antioksidan aktivite içeriğinde sosa %5 yağ ilavesi %50, %10 yağ ilavesi %62 azalışa neden olmuştur. Aynı şekilde sosa %5 inülin ilavesi %49, %10 inülin ilavesi %61 azalışa neden olmuştur ($p<0.05$). İki bileşenli oluşturulan sos karışımlarında: 5O5I, 5O10I, 10O5I ve 10O10I da sosa kıyasla sırasıyla %62, %71, %69 ve %76 oranında azalmalar saptanmıştır ($p<0.05$).

Toplam antioksidan kapasitesinde hem CUPRAC hemde DPPH metodundaki sonuçlar endüstriyel proses uygulanarak üretilen sosun taze domates ve ev tipi sosa kıyasla daha fazla miktarda toplam fenolik madde içerdiğini göstermiştir. Buna ek olarak toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarlarında olduğu gibi bu iki

metottada ev tipi üretim hem taze domatesten hem de endüstriyel işlem uygulanmış sos örneklerinden miktar olarak düşük çıkmıştır.



Şekil 4. 3 Toplam antioksidan aktivite değişimi (CUPRAC)



Şekil 4. 4 Toplam antioksidan aktivite değişimi (DPPH)

ABTS metoduna göre, yapılan bir çalışmada, taze domates sıcak, soğuk, süper soğuk işlemeye tabi tutularak elde edilen domates sosundaki antioksidan kapasitesi değerlendirilmiş. Bu çalışmanın sonucunda, farklı tip proses edilerek üretilen domates soslarının antioksidan kapasitesi taze domatese kıyasla istatistiksel olarakta önemli derecede fazla bulunmuştur. Proses işleminin, hidrofilik ekstraktlarda %20, lipofilik ekstraktlarda %70 oranında antioksidanları arttırdığı saptanmıştır [62].

Yapılan başka bir çalışmada da DPPH metoduna göre domatesin ev tipi işleme ile salçada %60, pürede %50, meyve suyunda %41 ve kurutulmuşunda %81 oranında tazesine kıyasla azalma tespit edilmiştir. Benzer şekilde, CUPRAC metodunda da domatesin ev tipi işleme ile salçada %17, pürede %27, meyve suyunda %22 ve kurutulmuşunda %47 oranında tazesine kıyasla azalma belirlenmiştir [58].

Ev tipinde görülen azalışın nedeni de endüstriyel tip üretime kıyasla kontrolsüz sıcaklığa bağlı olarak biyoaktif bileşiklerin degradasyona uğradığı düşünülmektedir. Literatürde artışların nedeni olarakta birinci olarak kontrollü ısı işlemin antioksidan moleküllerinin ekstraksiyonunu arttırdığını; ikinci olarakta istenmeyen ve antioksidan moleküllerini degrade eden enzimleri inaktive etmesi olarak düşünülmektedir [63].

Literatürde yapılan çalışmalarda antioksidan aktivitede ki artış proses ile oluşan Mailard ürünlerindeki antioksidan etki göstermesi ile ilişkilendirilmiştir [64]. Bu bilgilere ek olarak ısıtma ve proses etkisi ile oluşan polimerizasyon sonucu oluşan ürünlerde daha fazla biyoaktivite gösterebilmektedir [65]. Hagerman vd. [66] polimerik fenolik bileşiklerin monomerik olanlara kıyasla daha fazla miktarda antioksidan etki gösterdiğini rapor etmiştir.

Sonuç olarak, ev tipi üretim ile kontrolsüz bir üretim meydana geldiği, ürün çok uzun süre ısıtmalara maruz bırakıldığı için tercih edilmemelidir. Yapılan bir çalışmada 100 °C nin altında yapılan ısıtma işlemlerinin avantajlı olduğu bildirilmiştir [67].

Vallverdú-Queralt vd. [68] 60 dakikaya kadar fenolik bileşik ve antioksidanlarda büyük ölçüde azalış meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Bu nedenle literatürde yüksek sıcaklık kısa süre (HTST) tercih edilmesi önerilmektedir [69].

Sosa fonksiyonel bileşen ilavesi ile yapılan çalışma oldukça sınırlıdır. Isıl işlem ve pişirme süresi ile antioksidan kapasitesinin değişiminin incelendiği bir çalışmada [56], 15, 30, 45, 60. dakikalarda üretilen sos örneklerinin hem ABTS hem de DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitelerindeki değişim incelenmiştir. Bu çalışmaya göre %5 yağ içerikli sos örneklerinde pişirme süresinin artması ile DPPH yöntemine göre toplam antioksidan kapasitesi 4.3'ten 3.5 µg/g'a düşmüş, benzer şekilde %10 yağ içerikli soslarda da pişirme süresinin artması ile toplam antioksidan kapasitesi 4.4'ten 3.6

$\mu\text{g/g}$ 'a azalmıştır. Benzer sonuçlar ABTS metodundada elde edilmiştir. Diyet lif ile ilgili yapılan bir çalışmada [64], diyet lifin antioksidan etkisini azalttığı tespit edilmiştir.

Ayrıca, mevcut kullanılan antioksidan yöntemleri tüm antioksidanları analiz edememektedir. Her birinin ayrı ayrı avantajı ve dezavantajı vardır. Aynı prensibe sahip metotlar dahi, ABTS ve DPPH gibi, farklı tipteki antioksidanlara karşı farklılıklar gösterir [70], [71]. Bu nedenle birden fazla metoda göre ölçüm yapmak tavsiye edilendir.

4.5 Biyoyararlılık

Biyoyararlılık çalışması için ağız, mide ve bağırsak sisteminin taklit edilmesi sonucunda ki fraksiyonlara toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH) analizleri taze domates ve aynı domates kullanılarak hem endüstriyel olarak hem de ev tipi olarak işlenen soslarda ve fonksiyonel bileşenler (yağ, diyet lif) ilave edilerek oluşturulan soslarda uygulanarak değişimler belirlenmiştir. Sonuçlar yaş baz olarak verilmiştir. Literatürde fonksiyonel bileşen (yağ, inülin) ilavesinin fenolik bileşikler üzerine etkisi ile ilgili sınırlı bilgi mevcuttur.

4.5.1 Toplam fenolik madde

Biyoyararlılık sonrasındaki toplam fenolik maddede meydana gelen değişimler Şekil 4.5 ve Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Domates örneklerinin ağız ortamı taklit edildikten sonra endüstriyel tip işleme ile elde edilen sos örneklerinde (54,7 mgGAE/100 g) ağızda açığa çıkan toplam fenolik madde miktarı taze domatese (33,9 mgGAE/100 g) ve ev tipi sosa (29,1 mgGAE/100 g) kıyasla daha fazla miktarda bulunmuştur ($p < 0,05$). Açığa çıkan toplam fenolik madde miktarı taze domatese kıyasla endüstriyel tip sosa %61 oranında artma olurken, ev tipi sosa %14 oranında azalma tespit edilmiştir. Ağızda açığa çıkan toplam fenolik madde miktarı sosa %5 oranında yağ ilavesi %8 oranında azalma, %10 yağ ilavesinde %5 oranında azalma meydana getirirken bu azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Aynı şekilde sosa %5 inülinin ilavesi ağızda emilimde %12 oranında azalma, %10 inülin ilavesi %16 ($p < 0,05$) oranında azalma meydana getirmiştir. Sosa ikili fonksiyonel bileşen ilavesi ağızdaki fenolik madde emilimde hepsinde yaklaşık olarak

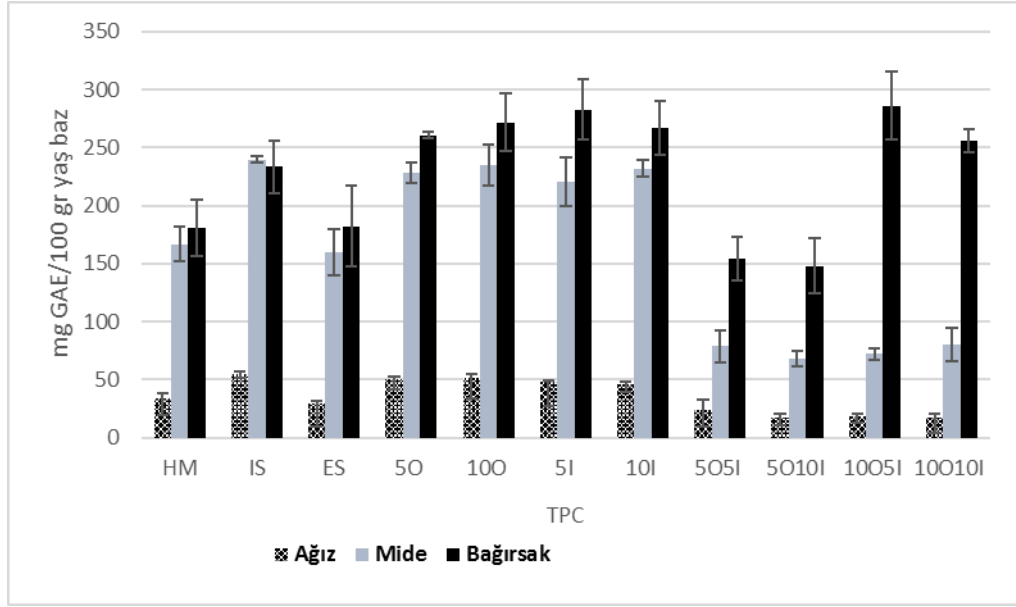
%30 oranında azalma meydana getirdiği belirlenmiştir ve bu azalma sosa kıyasla istatistiksel olarak önemli bulunurken ikili bileşenlerin kendi aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur.

Mide ortamında da endüstriyel tip sosa (239,8 mgGAE/100 g) taze domatese (166,7 mgGAE/100 g) ve ev tipi sosa (159,8 mgGAE/100 g) kıyasla daha fazla miktarda fenolik madde açığa çıkmıştır. Sosa %5 yağ (228,2 mgGAE/100 g), %10 yağ (235,1 mgGAE/100 g), %5 inülin (220,8 mgGAE/100 g) ve %10 inülin (231,9 mgGAE/100 g) istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirmemiştir ($p>0,05$). Sosa eklenen ikili bileşenlerin hepsinde yaklaşık olarak %60 oranında istatistiksel olarak önemli azalma saptanmıştır ($p<0,05$). İkili bileşenlerin kendi arasında önemli bir fark yoktur ($p>0,05$).

Domates örneklerinin bağırsak ortamı taklit edildikten sonra endüstriyel tip işleme ile elde edilen sos örneklerinde (233,3 mgGAE/100 g) bağırsakta açığa çıkan toplam fenolik madde miktarı taze domatese (180,8 mgGAE/100 g) ve ev tipi sosa (182,3 mgGAE/100 g) kıyasla daha fazla miktarda bulunmuştur ($p<0,05$). Açığa çıkan toplam fenolik madde miktarı taze domates ve ev tipi sosa kıyasla endüstriyel tip sosa %29 oranında artma tespit edilmiştir. Bağırsakta açığa çıkan toplam fenolik madde miktarı sosa %5 oranında yağ ilavesi %12 oranında, %10 yağ ilavesinde %17 oranında, %5 inülin ilavesi %21 oranında, %10 inülin ilavesi %14 oranında belirlenmiştir. Bu artışlardan, sosa %5 ve %10 oranında ilave edilen inülin istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Sosa ikili fonksiyonel bileşen ilavesi 505I (154,3 mgGAE/100 g) ve 5010I (147,9 mgGAE/100 g) örneklerinde sosa kıyasla yaklaşık %40 oranında azalma ($p<0,05$) saptanırken; 1005I (286,1 mgGAE/100 g, $p<0,05$) örneğinde %23 ve 10010I (256 mgGAE/100 g, $p>0,05$) örneğinde %10 artış belirlenmiştir. *In vivo* olarak yapılan bir çalışmada taze domates, sosu ve yağ içeren sos örneklerinin kardiyovasküler risk faktörleri üzerine etkisi incelenmiştir. Buna göre pişirilmiş ve yağ içeren sosun taze domates ve yağ içermeyene göre kardiyovasküler risk faktörlerine daha olumlu katkı sağladığı rapor edilmiştir [72]. Ayrıca yine bu çalışmada, toplam fenolik miktarı taze domateste 110 µg/g, domates sosunda 159 µg/g ve yağ içeren domates soundada 148 µg/g olarak tespit edilmiştir. Proses ile birlikte toplam fenolik miktarında artışlar saptanmıştır [72].

Çizelge 4. 2 *In vitro* sindirim sonrası değişimler

		Ağız	Mide	Bağırsak
Toplam Fenolik Madde	HM	33.9 ± 4 c	166.7 ± 15 b	180.8 ± 24 c
	IS	54.7 ± 2 a	239.8 ± 3 a	233.3 ± 23 b
	HS	29.1 ± 2 cd	159.8 ± 20 b	182.3 ± 35 c
	5O	50.3 ± 2 ab	228.2 ± 9 a	260.7 ± 3 ab
	10O	51.9 ± 3 ab	235.1 ± 18 a	271.9 ± 25 ab
	5I	48.4 ± 1 ab	220.8 ± 21 a	282.5 ± 26 a
	10I	46.1 ± 2 b	231.9 ± 7 a	267.1 ± 23 ab
	5O5I	23.6 ± 9 de	78.8 ± 14 c	154.3 ± 19 c
	5O10I	17.1 ± 3 e	68.2 ± 7 c	147.9 ± 24 c
	10O5I	18.3 ± 2 e	71.9 ± 5 c	286.1 ± 29 a
	10O10I	17.5 ± 3 e	80.1 ± 14 c	256.0 ± 10 ab
Toplam Flavanoid Madde	HM	10.7 ± 1.9 f	17.3 ± 6 bc	94.5 ± 13 f
	IS	40.6 ± 0.4 b	43.3 ± 6 a	141.1 ± 19 def
	HS	19.1 ± 1.9 d	19.9 ± 5 b	115.1 ± 47 ef
	5O	51.9 ± 6.2 a	51.5 ± 3 a	371 ± 38 a
	10O	57.7 ± 0.2 a	52.6 ± 6 a	221.4 ± 65 bc
	5I	39.7 ± 1.9 b	43.7 ± 9 a	182.3 ± 45 bcdef
	10I	38.2 ± 3.6 b	44.6 ± 2 a	150.3 ± 11 bcde
	5O5I	25.0 ± 2.3 cd	13.4 ± 5 bc	156.3 ± 16 cdef
	5O10I	27.1 ± 4.3 c	7.4 ± 5 c	196.4 ± 31 bcdef
	10O5I	22.1 ± 2.2 cd	7.8 ± 5 c	273.4 ± 44 ab
	10O10I	34.4 ± 8.7 b	19.5 ± 6 b	232.2 ± 44 bcd
Toplam Antioksidan Aktivitesi (CUPRAC)	HM	52.2 ± 3 cd	76.8 ± 13 b	182.1 ± 31 c
	IS	102.8 ± 20 b	165 ± 4 a	325.3 ± 33 c
	HS	64 ± 5 c	90.3 ± 6 b	203.4 ± 23 c
	5O	130.7 ± 19 a	162.5 ± 8 a	826.8 ± 40 a
	10O	122.2 ± 17 a	161.5 ± 28 a	344.2 ± 84 ab
	5I	116 ± 5 ab	158 ± 6 a	387.5 ± 48 bc
	10I	123.4 ± 8 a	158.5 ± 3 a	426.2 ± 8 ab
	5O5I	41.4 ± 2.3 d	32.2 ± 9.1 ab	257.5 ± 35.8 c
	5O10I	44.2 ± 0.3 d	29.2 ± 9.0 ab	241.8 ± 48.2 c
	10O5I	37.3 ± 0.8 d	44.5 ± 8.5 c	427.1 ± 3.8 bc
	10O10I	16.2 ± 2.9 e	21.0 ± 0.8 d	347.0 ± 29.2 c
Toplam Antioksidan Aktivitesi (DPPH)	HM	6.4 ± 2.6 f	13.4 ± 1.7 d	8.9 ± 4.2 b
	IS	31.2 ± 1.9 a	31 ± 2.6 bc	19.4 ± 9.2 ab
	HS	12.5 ± 6 de	19.6 ± 8.6 cd	19.7 ± 5.2 ab
	5O	27 ± 2.3 ab	33.1 ± 4.2 abc	39.3 ± 8.3 ab
	10O	31.9 ± 1.2 a	40.1 ± 6.3 ab	27 ± 0.5 ab
	5I	21.2 ± 0.6 bc	40.9 ± 9.2 ab	21 ± 11.6 ab
	10I	22.9 ± 5.5 b	46.1 ± 17.3 a	16.1 ± 1.6 b
	5O5I	16.7 ± 4.0 cd	13.8 ± 3.4 d	22.5 ± 8.7 ab
	5O10I	15.9 ± 2.6 cd	9.8 ± 2.6 d	9.1 ± 1.6 b
	10O5I	9.9 ± 3.3 ef	19.4 ± 4.5 cd	34.1 ± 7.1 ab
	10O10I	6.7 ± 1.0 ef	20.4 ± 12.2 cd	51.5 ± 39.7 a



Şekil 4. 5 *In vitro* sindiriminden sonraki toplam fenolik madde değişimi

4.5.2 Toplam flavonoid madde

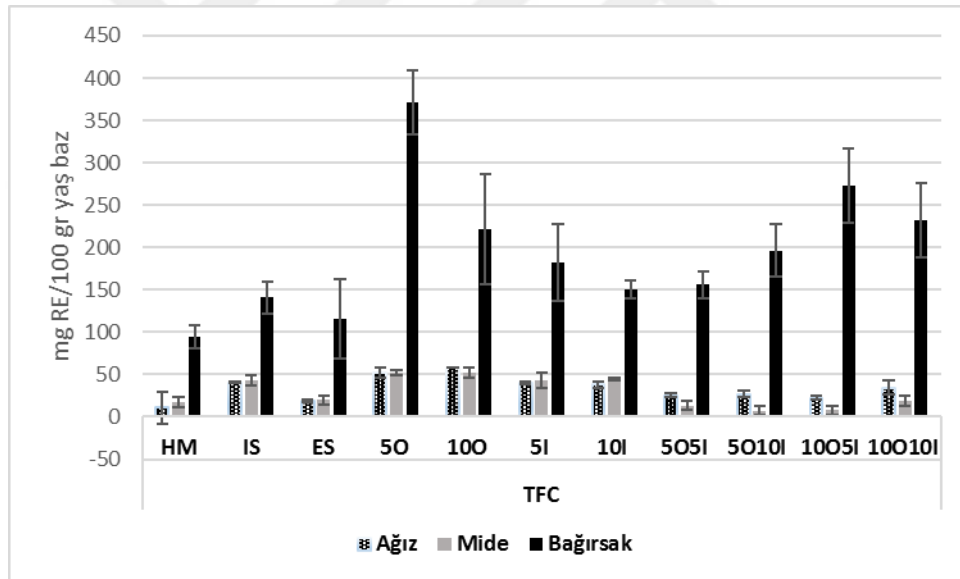
Domates örneklerinin sindirim sistemi taklit edildikten sonrasındaki toplam flavonoid maddede meydana gelen değişimler Şekil 4.6 ve Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Ağız ortamında toplam fenolik madde de olduğu gibi flavonoid miktarları endüstriyel tip sosun (40,6 mgRE/100 g) taze domatese (10,7 mgRE/100 g) ve ev tipi sosa kıyasla (19,1 mgRE/100 g) daha fazla miktarda flavonoid içerdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Ağız ortamında toplam flavonoid miktarı %5 yağ ilave edilen sosta %28, %10 yağ ilave edilen sosta %42 oranında istatistiksel olarak önemli artış meydana gelmiştir ($p < 0,05$). %5 ve %10 düzeyindeki inülin ilavesinde de yaklaşık olarak %2-6 oranında azalma tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Sosa eklenen 2 li bileşenlerde sırasıyla 5O5I’da %38, 5O10I’da %33, 10O5I’da %46 ve 10O10I’da %15 oranında azalma belirlenmiştir. Bu azalmalardan 10O10I hariç diğerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Mide ortamında da yine endüstriyel tip sos (43,3 mgRE/100 g) taze domatese (17,3 mgRE/100 g) ve ev tipi sosa (19,9 mgRE/100 g) kıyasla daha fazla miktarda flavonoid içerdiği saptanmıştır ($p < 0,05$). Sosa eklenen %5 ve %10 düzeylerindeki yağ ve %5 ve %10 düzeylerindeki inülin sosa kıyasla istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirmemiştir ($p > 0,05$). İki bileşen eklenen soslarda ise 5O5I’da %69, 5O10I’da %83, 10O5I’da %82 ve 10O10I’da %55 oranında azalma belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Bağırsak ortamında da endüstriyel olarak üretilen sosların flavonoid içeriğinin (141,1 mgRE/100 g) taze domatesten (94,5 mgRE/100 g) %49, ev tipi sostanda (115,1 mgRE/100 g) %27 oranında fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sosa (141,1 mgRE/100 g) kıyasla %5 yağ ilave edilen sos örneklerinde 2,6 kat (371 mgRE/100 g), %10 yağ ilave edilen sos örneklerindedede 1,6 kat (221,4 mgRE/100 g) fazla miktarda flavonoid içerdiği saptanmıştır ($p<0,05$). %5 ve %10 inülin eklenen soslarda istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Sosa eklenen ikili bileşenlerden de istatistiksel olarak sadece 1005I örneğinde (273,4 mgRE/100 g) yaklaşık sosa kıyasla 2 kat önemli düzeyde artış belirlenmiştir ($p<0,05$). Diğerlerinde sırasıyla 505I’da 1,1 kat, 5010I’da 1,4 kat ve 10010I’da 1,7 kat artış tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Valderas-Martinez vd. [72] yaptığı bir çalışmada flavanol miktarı taze domateste 4,87 $\mu\text{g/g}$, sosunda 6,91 $\mu\text{g/g}$ ve yağ içeren sostada 7,75 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Yağ eklenmesi ile flavanoller eklenmeyene kıyasla daha biyoyararlı hale dönüşmüştür.



Şekil 4. 6 *In vitro* sindiriminden sonraki toplam flavonoid madde değişimi

4.5.3 Toplam antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH)

Biyoyararlılık sonrasındaki toplam antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler CUPRAC yöntemine göre Şekil 4.7 ve ve Çizelge 4.1’de DPPH yöntemine göre de Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

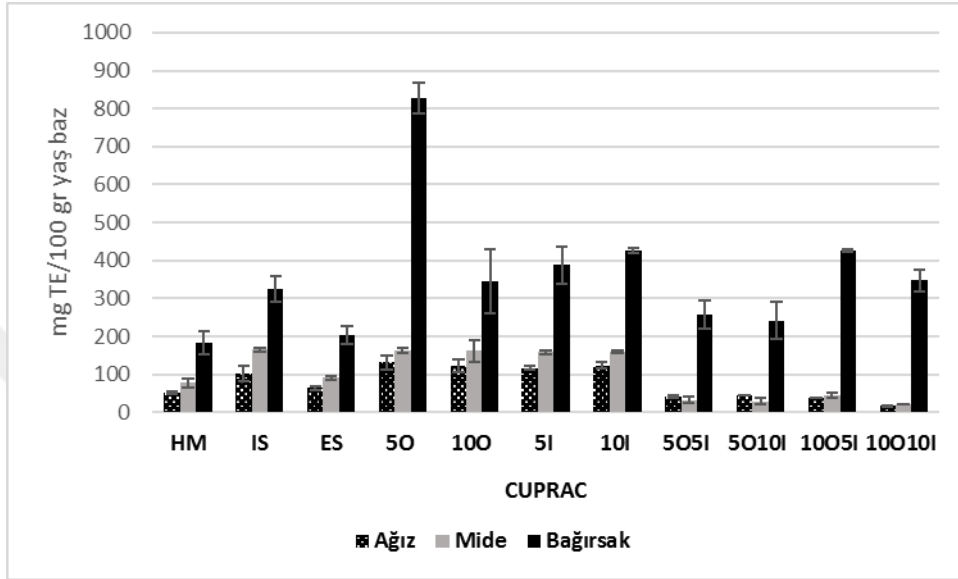
CUPRAC yöntemine göre, domates örneklerinin ağız ortamı taklit edildikten sonra endüstriyel tip işleme ile elde edilen sos örneklerinde (102,8 mgTE/100 g) ağızda açığa çıkan toplam antioksidan miktarı taze domatese (52,2 mgTE/100 g) ve ev tipi sosa (64 mgTE/100 g) kıyasla daha fazla miktarda bulunmuştur ($p<0,05$).

Ağızda açığa çıkan toplam antioksidan aktivitesi sosa %5 oranında yağ ilavesi %27 (130,7 mgTE/100 g) oranında artma, %10 yağ ilavesinde %19 (122,2 mgTE/100 g) oranında artma meydana getirirken bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Aynı şekilde sosa %5 inülin ilavesi ağızda emilimde %13 ($p>0,05$) oranında artma, %10 inülin ilavesi %20 ($p<0,05$) oranında artma meydana getirmiştir. Sosa ikili fonksiyonel bileşen ilavesi ağızdaki toplam antioksidan aktivitesi emilimde hepsinde yaklaşık olarak %60 oranında azalma ($p<0,05$) meydana getirdiği tespit edilmiş ve bu azalma sosa kıyasla istatistiksel olarak önemli bulunurken ikili bileşenlerin kendi aralarında 100101 hariç istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p>0,05$).

CUPRAC yöntemine göre, mide ortamında da endüstriyel tip sosa (165 mgTE/100 g) taze domatese (76,8 mgTE/100 g) ve ev tipi sosa (90,3 mgTE/100 g) kıyasla yaklaşık olarak 2 kat daha fazla miktarda toplam antioksidan kapasitesi belirlenmiştir ($p<0,05$). Sosa %5 yağ ve %10 yağ ilave edilmesi ile sosa kıyasla yaklaşık olarak %2 civarında ve aynı şekilde sosa %5 ve %10 inülin ilave edilmesi ile de yaklaşık olarak %4 civarında istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirmemiştir ($p>0,05$). Sosa eklenen ikili bileşenlerin hepsinde yaklaşık olarak %30 oranında istatistiksel olarak önemli azalma tespit ediliyor ($p<0,05$). İkili bileşenlerin kendi arasında önemli bir fark yoktur ($p>0,05$).

CUPRAC yöntemine göre, domates örneklerinin bağırsak ortamı taklit edildikten sonra endüstriyel tip işleme ile elde edilen sos örneklerinde (325 mgTE/100 g) bağırsakta açığa çıkan toplam antioksidan aktivite taze domatese (182,1 mgTE/100 g) ve ev tipi sosa (203,4 mgTE/100 g) kıyasla daha fazla miktarda bulunmuştur ($p<0,05$). Bağırsakta açığa çıkan toplam antioksidan aktivite sosa %5 oranında yağ ilavesi ile sosa (325,3 mgTE/100 g) kıyasla yaklaşık olarak 2 kat (826,8 mg TE/100 g), %10 yağ ilavesinde %6 (344,2 mgTE/100 g) oranında artış meydana gelmiştir ($p<0,05$). Aynı şekilde sosa %5 inülin (387,5 mgTE/100 g; $p>0,05$) ilavesi %19 oranında, %10 inülin (426,2 mgTE/100 g; $p<0,05$) ilavesi %31 oranında antioksidan maddenin emiliminde artış meydana

getirmiştir. Sosa ikili fonksiyonel bileşen ilave edilen örneklerden 1005I'da istatistiksel olarak önemli yaklaşık %31 oranında sosa kıyasla emilimde artış saptanmıştır ($p<0,05$). 10010I örneğinde de %7 lik bir artış belirlenmesine karşın istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$). Aynı şekilde, bağırsakta ki emilimde 505I ve 5010I örneklerinde meydana gelen azalmalar sosa kıyasla önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).



Şekil 4. 7 *In vitro* sindiriminden sonraki toplam antioksidan aktivite değişimi

DPPH yöntemine göre, domates örneklerinin sindirim sistemi taklit edildikten sonrasındaki toplam antioksidan aktivite de meydana gelen değişimler Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Ağız ortamında CUPRAC yönteminde olduğu gibi endüstriyel tip sosun (31,2 mgTE/100 g) taze domatese (6,4 mgTE/100 g) ve ev tipi sosa kıyasla (12,5 mgTE/100 g) daha fazla miktarda antioksidan içerdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sosa %5 ve %10 yağ ilavesi istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmamıştır ($p>0,05$). Öte yandan, sosa %5 inülin ilavesi %32 oranında, %10 inülin ilavesinde %27 oranında azalış meydana gelmiştir ($p<0,05$). İkili bileşen ilavelerinde de 5005I ve 5010I'da sosa kıyasla yaklaşık olarak %50 oranında azalma ($p<0,05$) ve 1005I ve 10010I'da da yaklaşık olarak %25 oranında azalma ($p<0,05$) saptanmıştır.

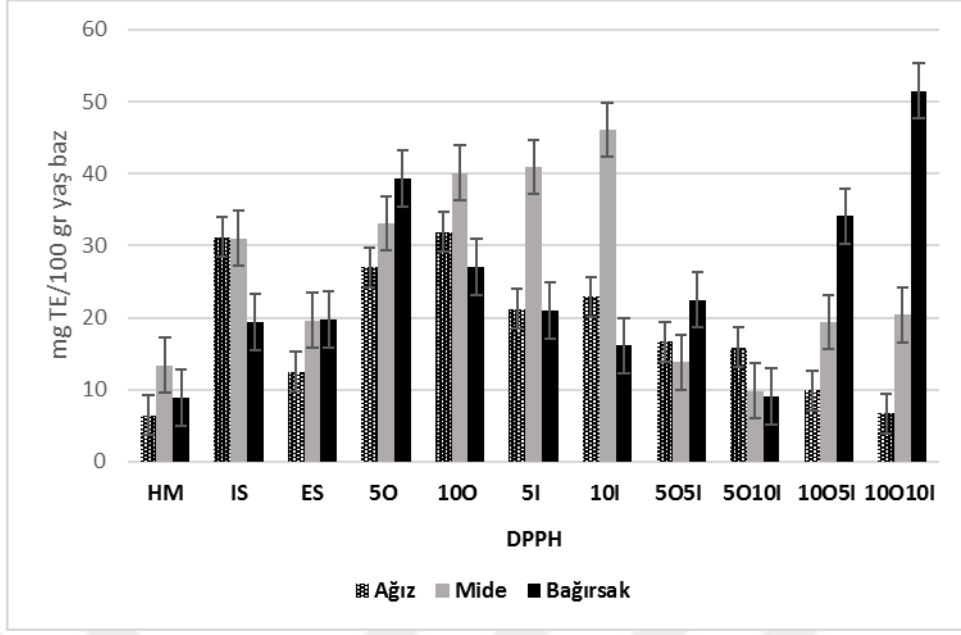
DPPH yöntemine göre, mide ortamında da yine endüstriyel tip sos (31 mgTE/100 g) taze domatese (13,4 mgTE/100 g) ve ev tipi sosa (19,6 mgTE/100 g) kıyasla daha fazla miktarda antioksidan madde içerdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Sosa eklenen %5 yağ %7,

%10 yağ %29, %5 inülin %32 ve %10 inülin ilavesi %49 oranında sosa kıyasla artış tespit edilmiştir. İstatiksel olarak sosa kıyasla sadece %10 inülin ilave edilen sos örneği sosa kıyasla önemli bir istatiksel farklılık gözlemlenmiştir ($p<0,05$). İki bileşen eklenen soslarda ise 505I'da %55, 5010I'da %68, 1005I'da %37 ve 10010I'da %34 oranında azalma saptanmıştır. İstatiksel olarakta sosa kıyasla 1005I ve 10010I örnekleri önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

DPPH yöntemine göre bağırsak ortamında da endüstriyel olarak üretilen sosların toplam antioksidan kapasitesi 19,4 mgTE/100 g, taze domatesin ki 8,9 mgTE/100 g ve ev tipi sosun ki de 19,7 mgTE/100 g olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar sosa kıyasla, endüstriyel ve ev tipi sosun bağırsak ortamında açığa çıkan antioksidan miktarının daha faz olduğunu göstermektedir. Sosa (19,4 mgTE/100 g) kıyasla %5 yağ ilave edilen sos örneklerinde yaklaşık olarak 2 kat (39,3 mgTE/100 g), %10 yağ ilave edilen sos örneklerindedede 1,4 kat (27 mgTE/100 g) fazla miktarda antioksidan maddenin emildiği belirlenmiştir. %5 ve %10 inülin eklenen soslarda istatiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Sosa eklenen ikili bileşenlerden de istatiksel olarak sadece 10010I örneğinde (51,5 mgTE/100 g) yaklaşık sosa kıyasla 2,7 kat önemli düzeyde artış saptanmıştır ($p<0,05$). Diğerlerinde sırasıyla 505I'da 1,2 kat artış, 5010I'da 2 kat azalış ve 1005I'da 1,8 kat artış tespit edilmiştir ($p>0,05$).

%5 yağ içeren sos örneğinde ABTS metoduna göre antioksidan kapasitesi 15. Dakika dan 60. Dakikaya kadarki pişirme süresinde 106.68 mmol/g DW den 124,57 mmol TE/g DW artarken, %10 yağ içeren sos örneğindedede 96.91 mmol TE/g DW'dan 119,08 mmol TE/g DW artış belirlenmiştir. Benzer şekilde DPPH metodunda da aynı trend gözlemlenmiştir [73].

Bu artışların nedeni proses etkisi ile hücre duvarlarına bağlı bulunan biyoaktif bileşiklerin ortaya çıkması olabilir. Piga vd. [74] mandalina suyunda DPPH metodu ile ölçülen antioksidan miktarının Maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerinde antioksidan etki göstermiş olmasına bağlamıştır.



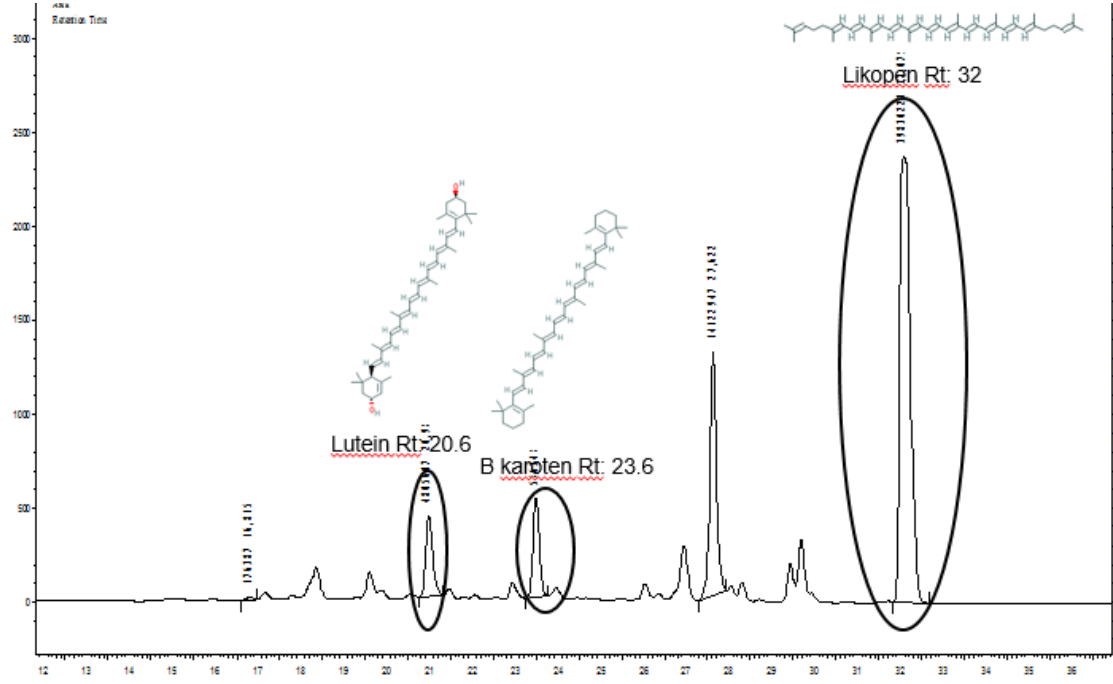
Şekil 4. 8 *In vitro* sindiriminden sonraki toplam antioksidan aktivite değişimi

Yapılan bir çalışmada, domatesin salçaya işlenmesi ve kurutulmasından sonra *in vitro* sindirimden sonra ölçülen antioksidan miktarı sırası ile DPPH için 6.3, 8.0 kat, CUPRAC için 26, 33 kat artış belirlenmiştir [58].

Literatürde mekanik ve termal etkinin biyoyararlılığı arttırdığı rapor edilmiştir [33]. Bu artışların bir başka nedenide *in vitro* sindirim metodunda kullanılan amilaz, pepsin, pankreatin enzimlerinin matrikste bulunan bağlı fenolik bileşikleri açığa çıkarması olabilir [75]. Yüksek enzim konsantrasyonu ise fenolik madde miktarını arttıracığı gibi bu bileşiklerin degradasyonunada neden olabilmektedir [76]. Bu nedenle kullanılan miktar oldukça önemlidir. Bunlara ek olarak, partikül boyutunun küçük olması biyoaktif bileşiklerin biyoyararlılığını arttırmaktadır [77], [78], [79]. Çalışmamızda da endüstriyel olarak üretilen sosa çok şiddetli mekanik işlemler uygulandığı için ev tipi sosa kıyasla *in vitro* biyoerişebilirliği daha yüksek olabilir.

4.6 Karoten Profilineki Değişimler

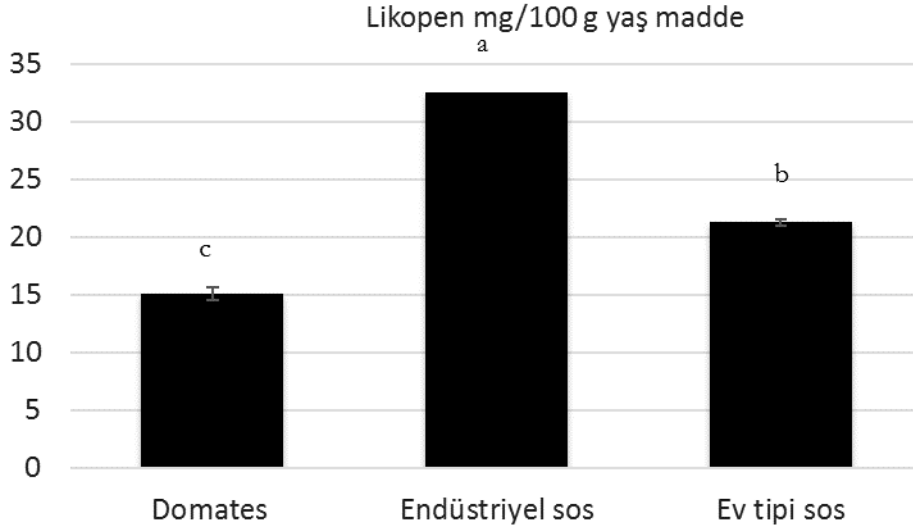
HPLC'de Şekil 4.9'da gösterildiği gibi 20,6 dk'da likopen, 23,6 dk'da beta karoten, 32. dk'da likopen bileşikleri tespit edilmiştir.



Şekil 4. 9 HPLC karotenoid kromatogramı

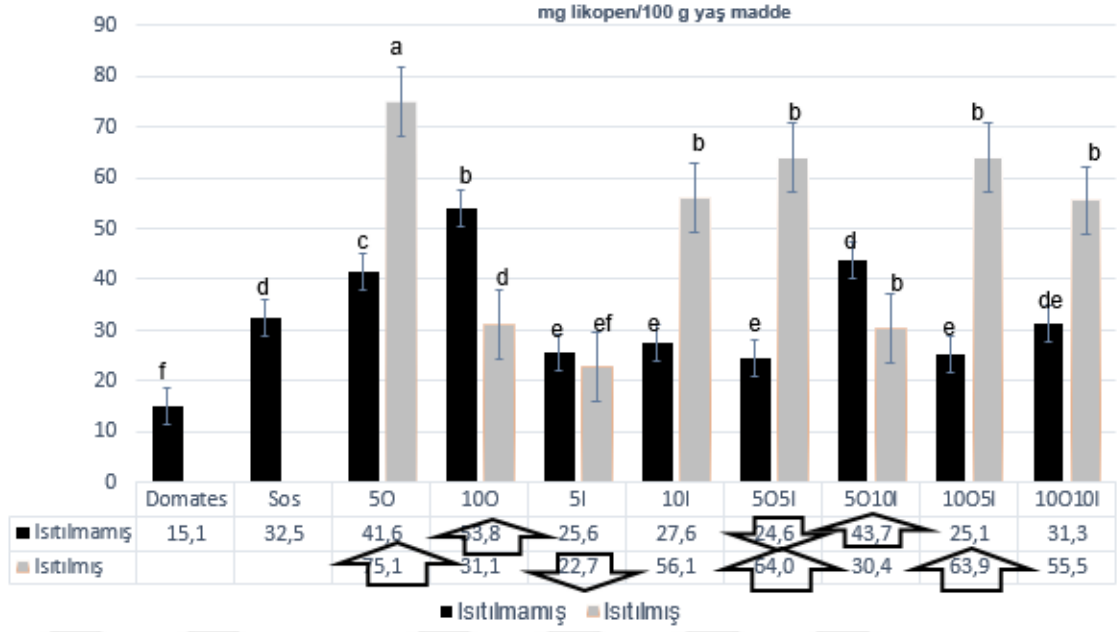
4.6.1 Likopen madde miktarı

Domates örneklerinin toplam likopen miktarları ile ilgili değişimler Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmektedir. İşlem görmemiş taze domates örneklerinin likopen içeriği 15,1 mg/100g yaş madde'dir. Endüstriyel olarak işleme ile likopen içeriği 32,5 mg/100 g yaş madde, ev tipi işleme ile de likopen miktarı 21,3 mg/100g yaş madde olarak tespit edilmiştir. İstatiksel olarak birbirlerinden önemli derecede farklı bulunmuşlardır ($p < 0,05$).



Şekil 4. 10 Likopen madde miktarının değişimi

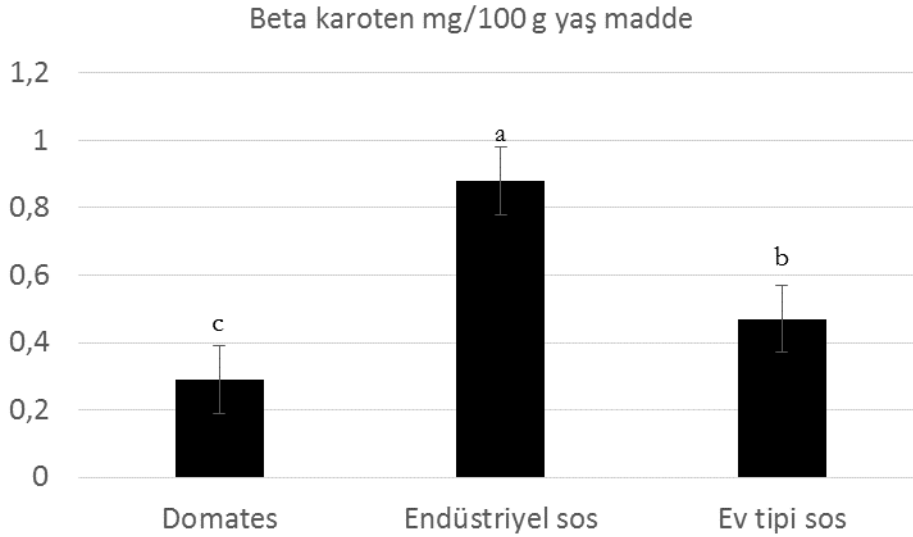
Kontrol grubu sosa kıyasla likopen miktarı 50'da %28 oranında, 100'da %66 oranında artış bulunurken, 5I'da %21 oranında, 10I'da %15 oranında sosa kıyasla azalma tespit edilmiştir. Likopen madde miktarı 505I örneğinde de %24 oranında azalma, 5010I örneğinde de %34 oranında azalma tespit edilmiştir. Isıtılmış örneklerde ise likopen madde miktarında en çok artış 50 (75,1 mg/100g), 5010I (64 mg/100 g) ve 1005I (63,9 mg/100g) örneklerinde tespit edilmiştir. Isıtılmış 5I örneğinde %30 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4. 11 Fonksiyonel bileşenli sosların likopen madde miktarı değişimi

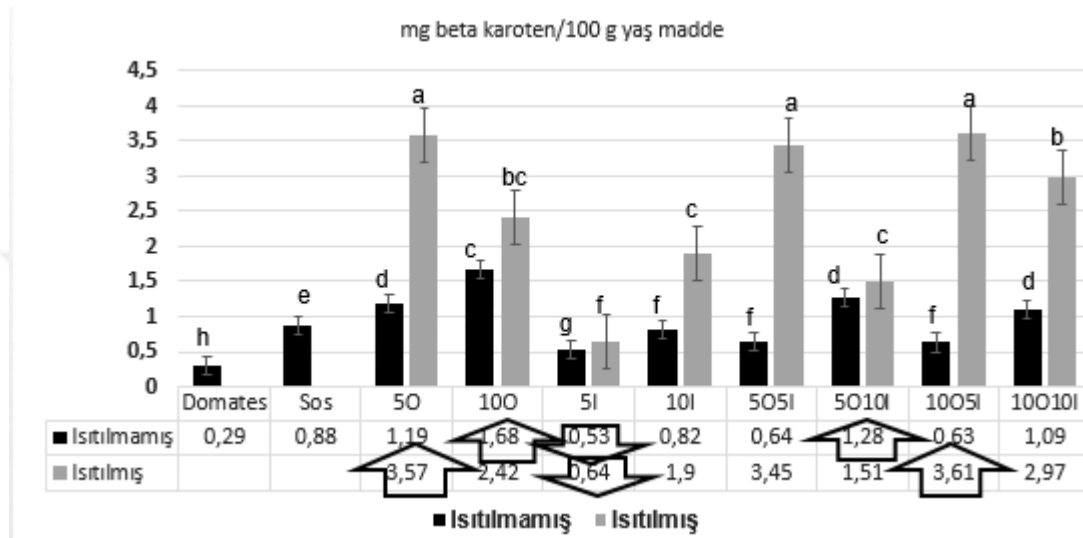
4.6.2 Beta karoten madde miktarı

Beta karoten taze domateste 0,29 mg/100 g proses ve ısıl işlemin etkisi ile endüstriyel sosta 0,88 mg/100g, ev tipi üretilen sosta 0,47 mg/100 g olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Şekil 4.11’de gösterilmektedir.



Şekil 4. 12 Beta karoten madde miktarı değişimi

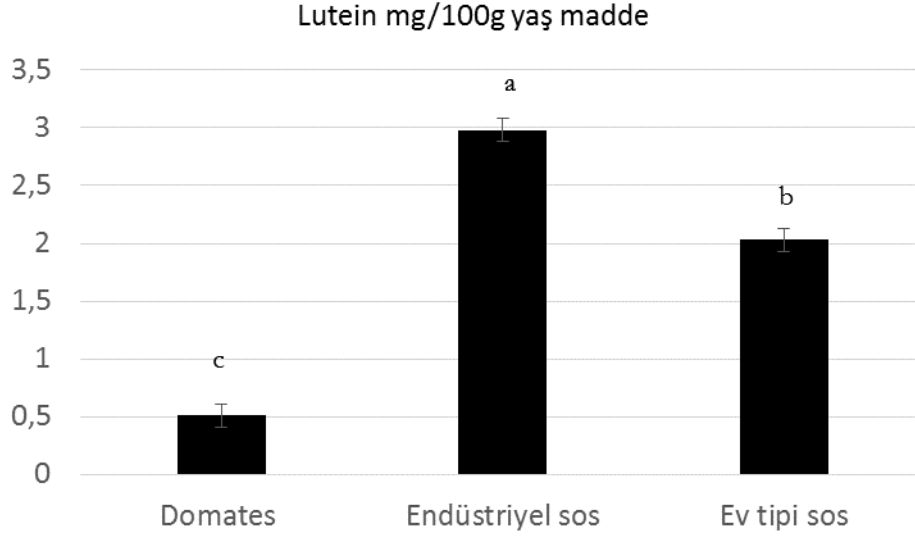
Beta karoten madde miktarı, kontrol grubu sos örneklerine kıyasla 50'da %35 oranında 100'da %91 oranında artış tespit edilirken, 5l da %40 oranında 10l'da %7 oranında azalma saptanmıştır. İkili bileşen ilavesinde sosa kıyasla en çok artış 5010l örneğinde (%45) bulunmuştur. Isıl işlem uygulanan örneklerde de 5l örneği hariç diğerlerinin hepsinde sosa kıyasla artışlar olmuştur. En çok artış 50 (4 kat) ve 1005l (4,1 kat) örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu değişimler Şekil 4.12'de gösterilmektedir.



Şekil 4. 13 Fonksiyonel bileşenli sosların beta karoten madde miktarı değişimi

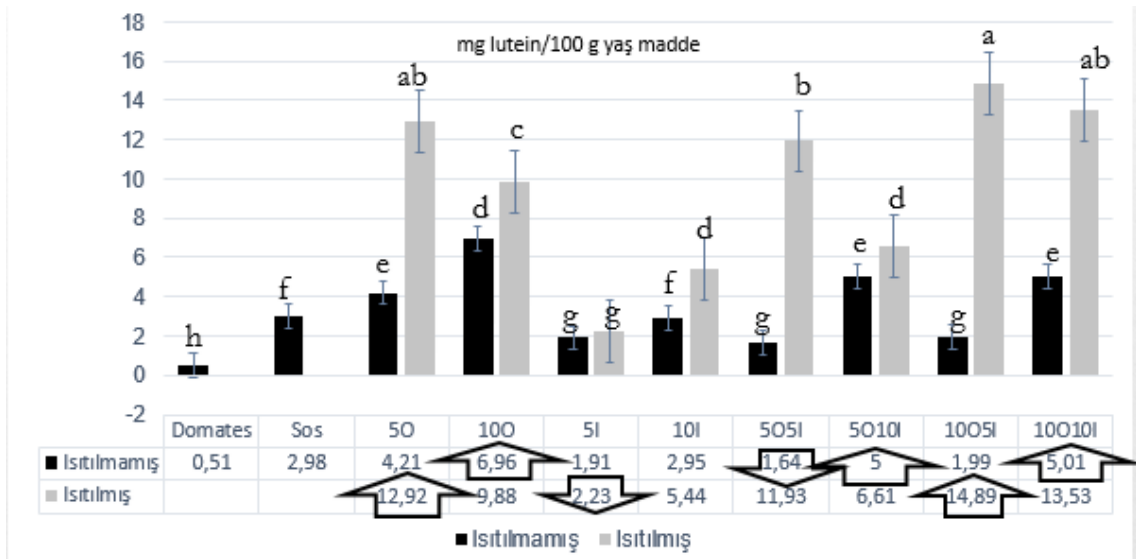
4.6.3 Lutein madde miktarı

Lutein taze domateste, 0,51 mg/100 g, endüstriyel sosa 2,98 mg/100g ve ev tipi soslarda 2,03 mg/100 g olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Şekil 4.13'te gösterilmektedir.



Şekil 4. 14 Lutein madde miktarı değişimi

Lutein madde miktarı sosa kıyasla 50 (1,4 kat), 100 (2,3 kat), 50101 (1,7 kat), 100101 (1,7 kat) örneklerinde istatistiksel olarak önemli artışlar tespit edilmiştir. Aynı şekilde sosa kıyasla 51 (1,5 kat), 101 (1,1 kat), 5051 (1,8 kat) azalış saptanmıştır ($p < 0,05$). Isıtılmış örneklerde de sosa kıyasla genel olarak 51 (1,3 kat azalış) örneği hariç diğerlerinde istatistiksel olarak önemli artışlar bulunmuştur ($p < 0,05$). Artış gösteren örnekler 50 (4,3 kat), 100 (3,3 kat), 101 (1,8 kat), 5051 (4 kat), 50101 (2,2 kat), 10051 (5 kat), 100101 (4,5 kat)'dır. Lutein madde miktarında meydana gelen değişimler Şekil 4.14'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 15 Fonksiyonel bileşenli sosların lutein madde miktarı değişimi

Sosa ikili bileşenlerin ilavesi ile de sırasıyla 505I'da %36, 5010I'da %45, 1005I'da %44 ve 10010I'da da %54 oranlarında azalma saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada sosa yağ eklenmesi ile lutein, alpha-carotene, beta-carotene, Z-lycopene isomers, E-lycopene ve toplam karotenoid miktarında taze domatese ve yağ ilavesi yapılmayan sosa kıyasla önemli düzeyde artış belirlenmiştir [72].

Vallverdú-Queralt vd. [73] yaptığı çalışmada ısıl işlem ve yağ ilavesinin toplam karotenoid miktarını, Z-lycopene isomers, α -carotene ve β -carotene miktarlarını arttırdığı tespit etmişlerdir. 15. Dakikadan 30. Dakikaya kadar olan pişirme süresinde, %5 yağ ilavesi ile (all-E)-likopen 573,76'dan 659,27 mg/kg·DW'ye yükselirken, %10 yağ ilavesi ile 503,37'den 643,46 mg/kg DW'ya yükselmiştir. Pişirme süresi 30 ile 60 dakika arasındada likopen miktarında düşüşler meydana gelirken, 15. Dakikadan 60. Dakikaya kadar olan pişirmede, (all-E)- α -carotene 4,99'dan 6,50 mg/kg DW, (all-E)- β -carotene bileşiğinde 4998,5 'den 8185,12 mg/kg DW artış göstermiştir.

Likopen bileşiği, β -carotene bileşğine göre daha düşük stabilitede olup herhangi bir etki ile de degrades olabilmektedir [80].

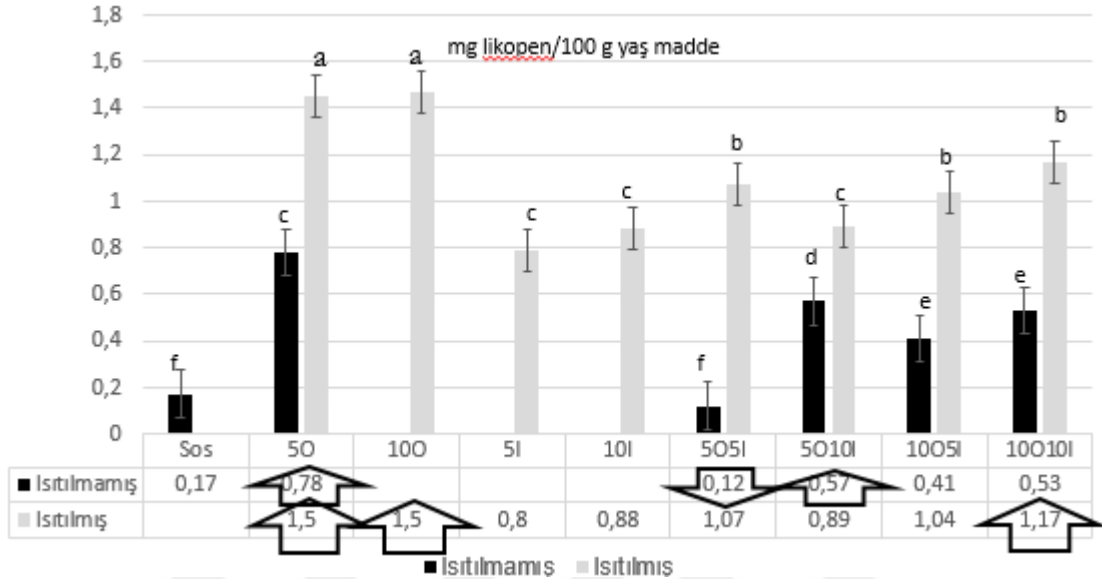
4.6.4 In Vitro Sindirim Sonrasında Karotenoidlerin Biyoerişebilirliği

Domates örneklerinin sindirim sistemi taklit edildikten sonra bağırsakta açığa çıkan likopen ve beta karoten de madde miktarlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir.

4.6.4.1 Likopen

Sos örneğinde bağırsağın taklit edilmesiyle 0,17 mg/100 g likopenin açığa çıktığı tespit edilmiştir. 50 (4,6 kat), 5010I (3,3 kat), 1005I (2,4 kat), 10010I (3,1 kat) örneklerinde sosa kıyasla likopenin daha biyoerişilebilir olduğu sonucuna varılmıştır ($p < 0,05$). 505I örneğinde ise sosa kıyasla %30 oranında likopen madde miktarının biyoerişilebilirliği düşmüştür.

Isıtılan sos örneklerinin hepsinde biyoerişilebilir likopen madde miktarı sosa kıyasla daha fazla bulunmuştur ($p<0,05$). Biyoerişilebilir likopen madde miktarı sosa kıyasla en yüksek değer sırasıyla 50 (8,5 kat), 100 (8,5 kat), 10010I (6,8 kat), 505I (6,3 kat), 1005I (6,1 kat), 5010I (5,2 kat), 10I (5,1 kat), 5I (4,7 kat) örneklerinde belirlenmiştir. Bu değişimler Şekil 4.15'te gösterilmiştir.

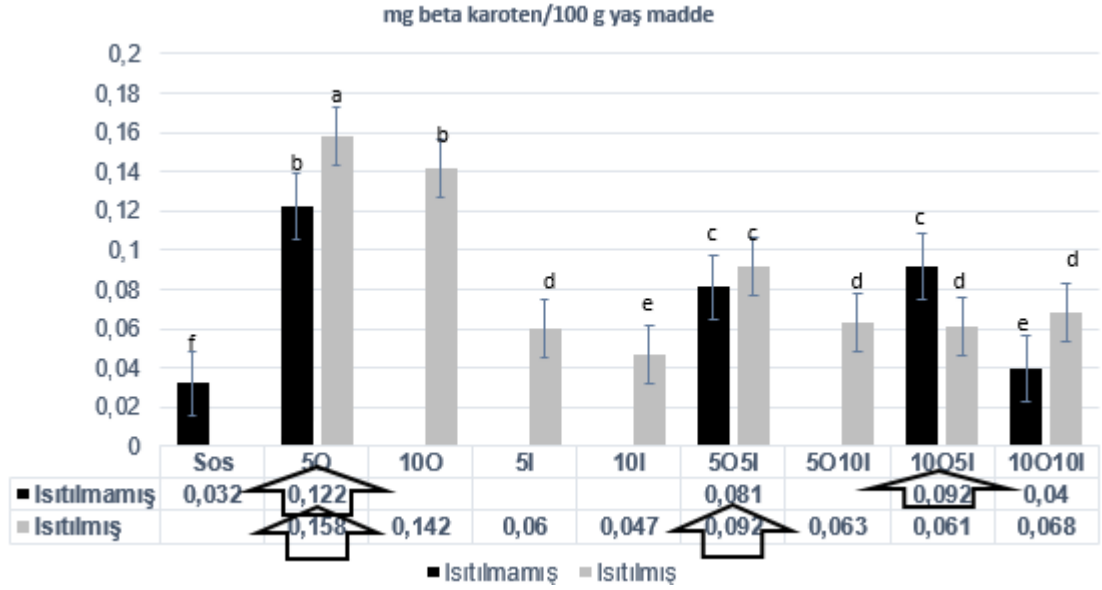


Şekil 4. 16 *In vitro* sindirimden sonra biyoerişilebilir likopen madde miktarı

4.6.4.2 Beta Karoten

Beta karoten madde miktarı sosa fonksiyonel bileşen ilavesi ile sosa kıyasla daha biyoerişilebilir hale gelmiştir. 50 (3,8 kat), 505I (2,5 kat), 1005I (2,8 kat), 10010I (1,3 kat) istatistiksel olarak önemli artışlar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Isıtma işlemi ile biyoerişilebilir beta karoten miktarında tüm örneklerde önemli düzeyde artışlar saptanmıştır. Sosa kıyasla beta karoten miktarı 50 örneğinde 5 kat, 100 örneğinde 4,4 kat, 505I örneğinde 2,8 kat daha fazla biyoerişilebilirlik tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu değişimler Şekil 4.16 da gösterilmiştir.



Şekil 4. 17 In vitro sindirimden sonra beta karoten madde miktarı

Yapılan bir çalışmada domates pulpuna 20 dakika 70 °C'de %5 oranında farklı yağ içeren ve içermeyen karışımlarına yüksek basınçlı homejenizasyon işlemi uygulanmıştır. Buna göre prostenönce yağ ilavesinin likopenin biyoyararlılığını arttırdığı yağ tipini ise çok az etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu artışın nedeni misel oluşumuna ve yüksek basıncın hücre bariyerlerini parçayarak erişilebilirliği arttırdığı sonucuna varılmıştır [81].

4.7 HPLC ile fenolik madde profilindeki değişim

HPLC ile toplam sekiz adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. Tespit edilen fenolik bileşikler gallik asit, klorojenik asit, kafeik asit, rutin, quercetin, naringenin, kalkan ve naringenindir. Domates örneklerinin biyoyararlılık öncesi ve sonrasında ki fenolik asit profilinde ki değişim Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Buna göre gallik asit, domates sosu üretiminde kullanılan taze domatesteste 24,73 mg/100 g DW, endüstriyel üretim ile proses edilen sosta 39,86 mg/100 g DW ve ev tipi işleme ile üretilen sostada 28,55 mg/100 g DW tespit edilmiştir. Endüstriyel üretimle üretilen sos diğerlerine kıyasla istatistiksel olarak daha fazla gallik asit içermektedir. Fonksiyonel bileşen ilavesi ile sosa kıyasla gallik asit miktarında önemli düzeyde düşüşler görülmüştür. Fakat bunlar birbirleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamaktadırlar ($p>0.05$). Biyoyararlılık sonrasında bağırsakta açığa çıkan gallik

asit miktarına bakıldığı zaman diğer örneklere kıyasla taze domates (5.16 mg/100 g FW) ve endüstriyel tip işlenmiş sosta (4,86 mg/100 g FW) daha fazla miktarda tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 3 Gallik, klorojenik ve kafeik asitin değişimi

	Gallik asit	Klorojenik asit	Kafeik asit
<i>In vitro</i> sindirim öncesi			
HM	24,73 ± 0,54 c	17,9 ± 3,4a	9,19 ± 2,49 a
IS	39,86 ± 0,83 a	17,6 ± 2,7a	10,50 ± 0,57 a
ES	28,55 ± 0,59 b	13,3 ± 2,7b	5,83 ± 0,13 b
5O	0,21 ± 0,05 d	0,41 ± 0,06 c	0,36 ± 0,02 c
10O	0,13 ± 0,01 d	0,23 ± 0,05 c	0,27 ± 0,02 c
5I	nd	0,33 ± 0,00 c	0,26 ± 0,05 c
10I	nd	0,23 ± 0,02 c	0,20 ± 0,04 c
5O5I	0,24 ± 0,00 d	0,17 ± 0,02 c	0,17 ± 0,03 c
5O10I	0,21 ± 0,03 d	0,14 ± 0,02 c	0,15 ± 0,02 c
10O5I	0,21 ± 0,04 d	0,17 ± 0,01 c	0,17 ± 0,03 c
10O10I	0,13 ± 0,02 d	0,14 ± 0,02 c	0,16 ± 0,02 c
<i>In vitro</i> sindirim sonrası			
HM	5,16 ± 0,01 a	2,62 ± 2,17 bc	3,05 ± 2,60 bc
IS	4,86 ± 0,12 a	8,06 ± 0,37 a	7,11 ± 0,38 a
ES	0,58 ± 0,09 e	4,04 ± 0,06 b	3,66 ± 0,05 b
5O	3,17 ± 0,43 b	3,80 ± 0,04 c	3,58 ± 0,04 bc
10O	3,36 ± 0,22 b	2,46 ± 0,12 bc	2,23 ± 0,12 bcd
5I	2,88 ± 0,37 b	2,13 ± 0,08 c	1,97 ± 0,21 bcd
10I	2,18 ± 0,25 c	2,14 ± 0,22 c	1,92 ± 0,20 bcd
5O5I	1,95 ± 0,17 c	1,93 ± 0,20 c	1,85 ± 0,19 bcd
5O10I	1,34 ± 0,09 d	1,91 ± 0,01 c	1,84 ± 0,02 bcd
10O5I	2,00 ± 0,28 c	1,77 ± 0,19 c	1,65 ± 0,13 cd
10O10I	0,42 ± 0,03 e	1,01 ± 0,08 c	0,93 ± 0,09 d

Çizelge 4.3'de de görüldüğü gibi klorojenik asit ve kafeik asitte de örneklerdeki gallik asitte elde edilen değişimler gözlemlenmiştir. Endüstriyel olarak işlenen sosun hem biyoyararlılık öncesi hem de biyoyararlılık sonrası klorojenik ve kafeik asit miktarları daha fazla olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Fonksiyonel bileşen ilavesi ile biyoyararlılık sonrası açığa çıkan klorojenik asit ve kafeik asit miktarı biyoyararlılık öncesine kıyasla daha fazla miktarda tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 4 Rutin, quercetin, naringenin ve naringenin chalcone'nun değişimi

	Rutin	Quercetin	Naringenin chalcone	Naringenin
<i>In vitro</i> sindirim öncesi				
HM	24,8 ± 4,7 b	38,89 ± 0,10 b	2,45 ± 0.60	0,12 ± 0,1 c
IS	33,8 ± 5,2 a	60,90 ± 2,13 a	nd	2.38 ± 0,42 b
ES	19 ± 3,2 c	23,68 ± 2,41 c	nd	5,12 ± 0,83 a
50	nd	7,80 ± 0,01 d	nd	0,40 ± 0,05 e
100	nd	6,70 ± 1,72 d	nd	0,35 ± 0,10 e
5I	nd	6,73 ± 0,05 d	nd	0,35 ± 0,01 e
10I	nd	5,30 ± 0,45 de	nd	0,21 ± 0,01 e
505I	nd	3,22 ± 0,35 ef	nd	2,78 ± 0,28 b
5010I	nd	2,49 ± 0,21 f	nd	2,14 ± 0,12 c
1005I	nd	2,89 ± 0,40 ef	nd	2,39 ± 0,10 c
10010I	nd	2,70 ± 0,28 ef	nd	0,99 ± 0,11 d
<i>In vitro</i> sindirim sonrası				
HM	nd	4,20 ± 0,00 g	nd	19,76 ± 22,82 a
IS	nd	27,79 ± 3,14 a	nd	1,72 ± 1,33
ES	nd	5,92 ± 0,72 efg	nd	9,19 ± 11,69 b
50	nd	16,63 ± 0,18 b	nd	1,62 ± 0,05 d
100	nd	10,37 ± 0,44 c	nd	0,99 ± 0,13 d
5I	nd	5,25 ± 0,85 fg	nd	5,25 ± 0,00 c
10I	nd	5,33 ± 0,37 fg	nd	5,60 ± 0,01 c
505I	nd	8,09 ± 0,79 cde	nd	7,99 ± 0,01 b
5010I	nd	8,47 ± 0,22 cd	nd	nd
1005I	nd	7,63 ± 0,56 def	nd	8,38 ± 0,01 b
10010I	nd	3,40 ± 0,42 g	nd	3,15 ± 0,01 c

Rutin bileşiği, taze domateste 24,8 mg/100 g içerirken, endüstriyel tip işlenen sosta artış (33,8 mg/100 g) tespit edilirken ev tipi sosta (19 mg/100 g) ise azalma tespit edilmiştir. Fonksiyonel bileşen ilavesi ve *in vitro* sindirimden sonra örneklerde rutin bileşiğine rastlanamamıştır. Bunun nedeni rutin bileşiği ilave edilen fonksiyonel bileşikler ve sindirim sisteminde kullanılan enzimler ile etkileşime girmesi olabilir. Benzer şekilde, domates dilimlerini ısı işlem uygulandığı zaman %35 oranında rutin bileşiğinde artış belirlemişlerdir [82].

Tespit edilen quercetin bileşiği taze domateste 38.89 mg/100 g, endüstriyel tip sosta 60,90 mg/100 g ve ev tipi sosta ise 23,68 mg/100 g olarak saptanmıştır. Diğer sonuçlara benzer olarak yine endüstriyel sosta taze domateste kıyasla %56'lık bir artış meydana gelirken ev tipi sosta ise %39'luk azalış meydana gelmiştir. Endüstriyel tip sosa %5 ve

%10 yağ ilavesi yaklaşık olarak 7 kat azalma meydana getirirken, %5 ve %10 inülin ilavesi ise yaklaşık olarak %12'lik bir azalma meydana getirmiştir.

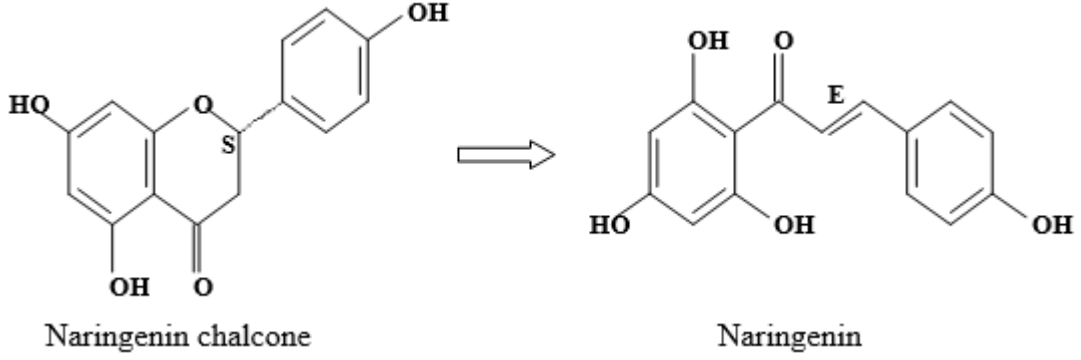
İkili bileşenlerin ilavesi de yaklaşık olarak %95 lik bir azalma meydana getirmiştir ($p<0,05$). Yapılan bir başka çalışmada, soğanın pişirilmesi ve sotelenmesi ile quercetin bileşiğinin miktarı %7-25 oranında artmıştır [83]. Quercetin miktarının artmasının diğer bir nedeni de proses etkisi ile rutin bileşiğinin enzimatik hidrolizi ile birlikte quercetin konjugatelerine dönüşmesidir [84].

Rutin bileşiğinin *in vitro* sindiriminden sonra bağırsakta taze domateste 4,2 mg/100 g, endüstriyel tip sosta 27.79 mg/100 g, ev tipi sosta 5.92 mg/100 g, yağ ilavesinde 16,63-10.37 mg/100 g, inülin ilavesinde 5,25-5.33 mg/100 g, ikili bileşen ilavesi ile 3.40-8.47 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Naringenin chalcone sadece taze domateste tespit edilirken 2,45 mg/100 g, naringeninde sadece proses görmüş ürünlerde (0,2-3,4 mg/100 g) tespit edilmiştir. Özellikler *in vitro* sindirimden sonra bağırsakta taze domateste 20 mg/100 g naringenin belirlenmiştir ($p<0.05$). Naringenin bileşiği, *in vitro* sindirim öncesinde taze domateste tespit edilmez iken sindirim sonrasında 19,76 mg/100 g olarak saptanmıştır.

Proses özellikle naringenin chalcone bileşimini etkilemiştir. Proses etkisi ile birlikte naringenin bileşiğine dönüşmüştür. Benzer şekilde, yapılan bir çalışmada domatesin salçaya işlenmesi ile birlikte chalcone formu kaybolmuştur [24].

Martínez-Huélamo vd. [33] domates sosunda taze domatese kıyasla 7 kat fazla miktarda naringenin bileşiği, 2 kat fazla miktarda rutin bileşiği, 4 kat fazla miktarda protocatechuic acid, ve 4 kat fazla miktarda 3-caffeoylquinic acid bileşiği tespit etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada da proste en çok etkilenen bileşiğin naringenin olduğu ve %90 oranında azaldığı, benzer şekilde rutin bileşiğinin de %50 oranında azaldığı rapor edilmiştir [85]. Mekanik ve termal etki ile bu bileşik ve diğer fenolik bileşiklerin biyoerişebilirliği artmaktadır [86], [87].



Şekil 4. 18 Naringenin chalcone'nun naringenine dönüşümü

Yapılan bir çalışmada, domates sosuna %5 ve %10 oranında yağ ilave edilip fenolik profildeki değişim incelenmiştir. Bu çalışmaya göre yağ içermeyen kontrol grubu ile yağ içeren sos örnekleri kıyaslandığı zaman yağ içeren örneklerin hepsinde fenolik bileşik miktarını arttırdığı ve yağların fenolik ekstraksiyonu sağladığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, yağda domateste olmayan tyrosol and hydroxytyrosol bileşiklerinin bulunması ile de domates sosu fenolik bileşiklerce zenginleştirilmiş olmaktadır [56].

Aynı çalışmada, %10 yağ ile zenginleştirilmiş domates sosunun %5 yağ ile zenginleştirilene kıyasla daha fazla miktarda fenolik bileşikleri arttırdığı tespit edilmiştir. 30 dakikalık pişirme süreci sonunda %10 yağ içeren sosta klorojenik asit 5 µg/g FW bulunurken, %5 yağ içeren sosta 4 µg/g FW bulunmuştur. Benzer trendler, protocatechuic ve p-coumaric bileşiklerinde de tespit edilmiştir [46]. Ayrıca, ısıl işleme birlikte hidroksi fenol gruplarının artmasının nedeni flavonoid glikozitlerinin hidrolizi yada hücre duvarında ki fenolik bileşiklerin açığa çıkması ile ilgilidir [88].

4.8 Metabolitlerde meydana gelen değişimler

LC-QTOF-MS yöntemiyle taze domates ve ev tipi, endüstriyel tip üretilen sos örneklerindeki metabolit değişimleri incelenmiştir. Metabolik profile iki farklı işleme yöntemi önemli ölçüde farklılığa neden olmuştur. Temel bileşen analizinde de (PCA) taze domates, ev tipi sos ve endüstriyel olarak üretilen sos örneklerinde metabolit profilleri Şekil 4.12'de gösterildiği gibi X ekseninde %21, Y ekseninde %20 varyasyon göstererek metabolit profillerinin birbirinden farklı olduğunu ortaya konulmuştur.

31 tane metabolitten Mo To database [52] göre 18 tanesini tanımlanmış olup, 13 tanesi tanımlanamamıştır.

Tanımlanan bileşiklerden taze domateste endüstriyel ve ev tipi sosa göre önemli ölçüde yüksek bulunan bileşikler coumaroyl quinic acid, Isoquercetin, Dicafeoylquinic acid I, Alpha tomatin + FA, Naringenin chalcone-hexoside I, Acetoxy-tomatine + FA, Naringenin chalcone-hexoside II, N713, Tricafeoylquinic acid, Naringenin chalcone'dur (Çizelge 4.3).

Diğer taraftan taze domatese oranla proses edilmiş soslarda yüksek bulunan bileşikler 3,3',4',5,6,7,8-Heptahydroxyflavone; 3',4':6,7-Bis(methylene), 3,5,8-tri-Me ether, Esculeoside B1.1, Esculeoside B1.2, Esculeoside B1.3, 2-Methyl-6-methylene-2-octene-1,8-diol, 8-O-(2,6-Diacetyl-glucoopyranoside), Dihidrokaempferol, Quercetin ve Naringenin'dir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4. 5 Metabolitlerin taze domates: sos oranı

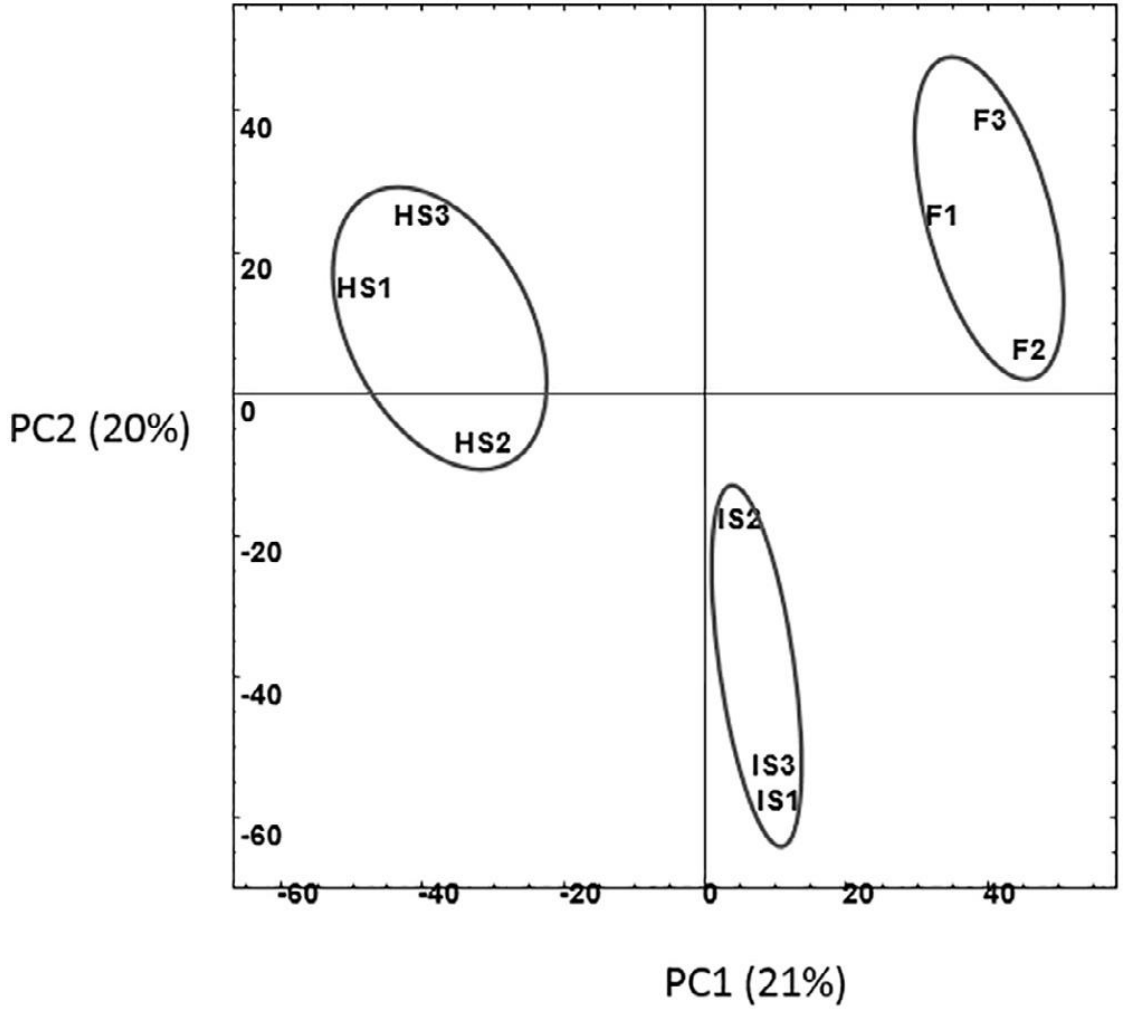
Taze domateste sosa kıyasla yüksek bulunan metabolitler						
Rt (dk)	Observed mass	Kimyasal Formül	Expected mass [M-H]	Oran HM/IS	Oran HM/ES	Tentative identity
15,6	337,092	C ₁₆ H ₁₈ O ₈	337,093	2,55	2,73	coumaroyl quinic acid
16,0	491,176			0,53	2,66	
19,0	392,080			11,73	14,48	
22,8	760,823			2,79	12,21	
23,8	1112,547			4,57	15,96	
26,0	1152,542			3,02	10,58	
26,7	839,330			1,49	2,36	
27,6	463,120	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	463,087	2,22	2,04	Isoquercetin
28,0	515,119	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	515,119	2,32	4,07	Dicafeoylquinic acid I
30,4	1078,542	C ₅₀ H ₈₃ NO ₂₁ + HCOOH	1078,543	1,10	2,39	alpha tomatin + FA

Çizelge 4.5 Metabolitlerin taze domates: sos oranı (devamı)

Taze domateste sosa kıyasla yüksek bulunan metabolitler						
Rt (dk)	Observed mass	Kimyasal Formül	Expected mass [M-H]	Oran HM/IS	Oran HM/ES	Tentative identity
30,4	1078,542	C ₅₀ H ₈₃ NO ₂₁ + HCOOH	1078,543	1,10	2,39	alpha tomatin + FA
30,5	433,113	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	433,114	2,03	3,48	Naringenin chalcone-hexoside I
30,6	1136,547	C ₅₂ H ₈₅ NO ₂₃ + HCOOH	1136,549	1,90	11,73	Acetoxy-tomatine + FA
31,0	433,113	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	433,113	28,70	23,34	Naringenin chalcone-hexoside II
32,0	677,282	C ₃₄ H ₄₆ O ₁₄	677,282	2,26	2,53	N713
32,2	411,202			1,17	2,88	
36,4	1127,547			6,56	0,39	
36,8	677,150	C ₃₄ H ₃₀ O ₁₅	177,151	2,68	3,69	Tricaffeoylquinic acid
40,3	271,061	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	271,061	16,64	182,67	Naringenin chalcone
Sosta taze domatese kıyasla yüksek bulunan metabolitler						
Rt (dk)	Observed mass	Kimyasal Formül	Expected mass [M-H]	Oran HM/IS	Oran HM/ES	Putative identity
7,1	342,087			0,15	0,24	
12,9	309,118	C ₁₂ H ₂₂ O ₉	309,1196	0,21	0,55	
13,4	179,035			0,42	0,30	
13,6	351,129			0,36	0,80	
14,5	399,099	C ₂₀ H ₁₆ O ₉	399,072	0,32	0,40	3,3',4',5,6,7,8-Heptahydroxyflavone; 3',4':6,7-Bis(methylene), 3,5,8-tri-Me ether
16,3	1272,584	C ₅₆ H ₉₃ NO ₂₈ + HCOOH	1272,587	0,15	0,091	Esculeoside B1,1

Çizelge 4.5 Metabolitlerin taze domates: sos oranı (devamı)

Rt (dk)	Observed mass	Kimyasal Formül	Expected mass [M-H]	Oran HM/IS	Oran HM/ES	Putative identity
16,3	1272,584	$C_{56}H_{93}NO_{28} + HCOOH$	1272,587	0,15	0,091	Esculeoside B1,1
18,9	1272,584	$C_{56}H_{93}NO_{28} + HCOOH$	1272,587	0,23	0,17	Esculeoside B1,2
19,3	1272,584	$C_{56}H_{93}NO_{28} + HCOOH$	1272,587	0,34	0,39	Esculeoside B1,3
21,2	699,234			0,063	1,03	
27,0	415,197	$C_{20}H_{32}O_9$	415,197	0,27	0,25	2-Methyl-6-methylene-2-octene-1,8-diol, 8-O-(2,6-Diacetylglucopyranoside)
33,5	287,055	$C_{15}H_{12}O_6$	287,056	0,36	0,43	Dihydrokaempferol
35,0	301,035	$C_{15}H_{10}O_7$	301,035	0,14	0,17	Quercetin
39,8	271,061	$C_{15}H_{12}O_5$	271,061	0,14	0,091	Naringenin



Şekil 4. 19 TBA diagramı (HS: Ev tipi sos, IS: Endüstriyel sos, F: Domates)

Ev tipi sosa kıyasla taze domates örneklerinde daha yüksek miktarda bulunan bileşenlerin oranı 2,04-182,67 arasında değişecek şekilde sırasıyla isoquercetin ve naringenin chalcone'dur. Aynı şekilde endüstriyel tip sosa kıyasla domates örneklerinde daha yüksek bulunan bileşenlerin oranı 1.10-16.64 olup sırasıyla α -tomatin ve naringenin chalcone'dur.

Diğer taraftan, ev tipi sosta yüksek miktarda bulunan bileşenlerin oranı 0,43-0,091 olup dihydrokaempferol (2,3 kat) ve naringenin'dir (11 kat). Endüstriyel sosta yüksek miktarda bulunan metabolitlerin oranı 0,14-0,36 olup sırası ile naringenin (7 kat) ve quercetin (7 kat) ve dihydrokaempferol (3 kat)'tır.

Tespit edilen bileşiklerden naringenin chalcone HPLC de olduğu gibi sadece taze örneklerde saptanmıştır. Taze örneklerin sosa işlenmesiyle birlikte naringenin chalcone hexosides, isoquercetin, tricaffeoyl-quinic acid ve coumaroyl-quinic acid bileşikleri belirlenememiştir.

Özellikle glycoalkaloids α -tomatine ve acetoxy- α tomatine bileşikleride endüstriyel prosten etkilenmezken ev tipi prosten önemli düzeyde etkilenmişlerdir. Diğer taraftan, proses etkisi ile birlikte naringenin bileşiğinde, diğer aglikon tipi fenolik bileşiklerde (quercetin, dihydrokaempferol) ve esculeoside B1'in izomerlerinde artış saptanmıştır.

Yapılan bir çalışmada, domatesin salçaya işlenmesi ile birlikte, taze domateste bir grup glikozilatlanmış alkaloidler, hidroksisinamat, flavonoidler ve tomatozit A 'nın salçaya göre önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak sadece likoperozit H ve naringenin salçada, taze domatese göre daha yüksek olduğu saptanmıştır [24].

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın birinci aşamasında, domatesin ev tipi ve endüstriyel tip proses uygulanarak sosa işlenmesi ile toplam fenolik, flavonoid, antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH), HPLC ve LC-MS ile fenolik profildeki değişim incelenmiştir. HPLC ile karoten profildeki değişimler de incelenmiştir. Ayrıca, tüm ürünlerin *in vitro* biyoyararlılıkları tespit edilerek domatesin hangi tip üretimle en yüksek biyoerişilebilirliği sağlayacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

Endüstriyel tipte üretilen sosta yapılan analizler sonucunda taze ve ev tipi üretilene kıyasla biyoaktif bileşiklerin korunduğu ve kontrollü ısıl işlem ve mekanik parçalama etkisi ile daha yüksek miktarda fenolik bileşik içerdiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan, ev tipi üretilen sos örneğinde ise taze domatese ve endüstriyel tip sosa kıyasla biyoaktif bileşiklerde önemli düzeyde kayıplar tespit edilmiştir. Bunun nedeninde uzun ve kontrolsüz bir şekilde devam eden pişirme etkisi ile biyoaktif bileşiklerin degrade olmasıdır. Bu sonuçlara paralel olarak yapılan *in vitro* sindirim sonrasında da endüstriyel prosesin fenolik bileşiklerin biyoerişilebilirliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızın ikinci aşamasında da endüstriyel tip üretilen sosa belli düzeylerde yağ olarak zeytinyağı, diyet lif olarakta inulin eklenerek soslar ilk önce bireysel olarak daha sonrada ikili kombinasyonlar şeklinde sos örneklerimiz zenginleştirilerek yeni soslar oluşturulmuş ve toplam fenolik, flavonoid, antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH), HPLC ile fenolik profillerindeki değişim incelenmiştir. Bu örneklerde *in vitro* sindirim sistemi modeli uygulanarak sindirimden sonraki değişimler de gözlemlenmiştir.

Özellikle *in vitro* biyoyararlılık sonrasında önemli sonuçlar elde edilmiştir. Genel olarak yapılan analizlerde bağırsakta ortamında %5 ve %10 düzeyinde yağ ilavesinin ve %10 yağ ve %5 inülini içeren sos örneklerinde açığa çıkan biyoaktif madde miktarı kontrol grubuna göre önemli düzeyde artış göstermiştir. Literatürde fonksiyonel bileşen ilavesinin gıda matriksi üzerine yeterli veri mevcut değildir. Bu nedenle bu konuda daha çok araştırmalar yapılması gerekmektedir.

Endüstriyel üretimle üretilen soslarda ev tipi ve taze domatese kıyasla likopen, beta karoten ve lutein bileşikleri daha fazla miktarda bulunmuştur. %10 yağ (100) ilave edilen ve %5 yağ ile %10 inülin(5010I) ilave edilen sos örneklerinin likopen, beta karoten madde miktarları diğer örneklerle kıyasla önemli ölçüde fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Isıl işlemle uygulanan sos örneklerinde de %5 yağ (50) ilave edilen ve %10 yağ ile %5 inülin (1005I) ilave edilen sos örneklerinin likopen, beta karoten miktarları diğer örneklerle kıyasla önemli ölçüde fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). %5 inülin (5I) ilave edilen sos örneğinde kontrol grubuna göre bu bileşiklerde önemli ölçüde düşüşler tespit edilmiştir.

Isıl işlem öncesinde, %10 yağ (100) ilave edilen ve %5 yağ ile %10 inülin (5010I) ilave edilen sos örneklerinin likopen miktarları diğer örneklerle kıyasla önemli ölçüde daha fazla biyoerişilebilir olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Isıl işlem sonrasında ise %10 yağ (100) , %5 yağ (50) ve %10 yağ ile %10 inülin (10010I) ilave edilen sos örneklerinin likopen miktarları diğer örneklerle kıyasla önemli ölçüde fazla biyoerişilebilir olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Isıl işlem öncesinde, %10 yağ (100) ilave edilen ve %10 yağ ile %5 inülin (1005I) ilave edilen sos örneklerinin beta karoten miktarları diğer örneklerle kıyasla önemli ölçüde fazla biyoerişilebilir olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Isıl işlem sonrasında ise %5 yağ (50) ve %5 yağ ile %5 inülin (505I) ilave edilen sos örneklerinin beta karoten miktarları diğer örneklerle kıyasla önemli ölçüde fazla biyoerişilebilir olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Bu ürünlerin biyoyararlılığının kesin olarak anlaşılabilmesi ve biyoyararlılığın artırılması için etkili faktörlerin belirlenmesi, gıda matriksinde gerçekleşen kimyasal reaksiyonların saptanması, hücre ve *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi ve başka gıdalarla birlikte tüketiminin biyoyararlılık üzerine etkisinin araştırılması gerekmektedir.

Fonksiyonel bileşen ilaveli yeni oluşturulan bu yeni sos örneklerinin depolama stabiliteleeri, duyusal özellikleri, reolojik çalışmaları yapılabilir.



KAYNAKLAR

- [1] Çapanoğlu, E. ve Boyacıoğlu, D., (2010). “Domatesin Gelişimi Sırasında Antioksidan Bileşiklerinde Meydana Gelen Değişimler”, Akademik Gıda Dergisi, 8(1): 44-48.
- [2] Seybold, C., Fröhlich, K., Bitsch, R., Otto, K., Böhm, V., (2004). “Changes in contents of carotenoids and vitamin E during tomato processing”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52: 7005-7010.
- [3] Rao, A.V., (2004). “Processed tomato products as a source of dietary lycopene: bioavailability and antioxidant properties”, Can J Diet Pract Res 65(4): 161-165.
- [4] Giovannucci, E., Ascherio, A., Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Colditz, G.A., Willett, W.C., (1995). “Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer”, J Natl Cancer Inst, 87: 1767–1776.
- [5] Narisawa T, Fukaura Y, Hasebe M, Ito M, Aizawa R, Murakoshi M, Uemura S, Khachik F, Nishino H, (1996). “Inhibitory effects of natural carotenoids, α -carotene, β -carotene, lycopene and lutein on colonic aberrant crypt foci formation in rats”, Cancer Lett, 107:137–142.
- [6] Hornero-Méndez, D., ve Mínguez-Mosquera, M.I., (2007). “Bioaccessibility of carotenes from carrots: Effect of cooking and addition of oil”, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 8(3): 407–412.
- [7] Sönmez, K., ve Ellialtıoğlu, Ş.Ş., (2014). “Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme”, *Derim*, 31(2): 107-130.
- [8] Food and Agriculture Organization (FAO) of The United Nations Statistics Division, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>, 24 Şubat 2016
- [9] Turkish Statistical Institute, <http://www.tuik.gov.tr/> 24 Şubat 2016.
- [10] Petro-Turza, M., (1987). “Flavor of tomato and tomato products”, Food Review International, 2 (3): 309-351.
- [11] Yılmaz, E., (2001). “The Chemistry of Fresh Tomato Flavor”, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25: 149-155.

- [12] García-Closas, R., Berenguer, A., Tormo, M. J., Sánchez, M. J., Quiros, J. R., Navarro, C. ve Ardanaz, E., (2004). "Dietary sources of vitamin C, vitamin E and specific carotenoids in Spain", *British Journal of Nutrition*, 91(06):1005-1011.
- [13] Kaur, C., Kapoor, H. C., Preedy, V. R., ve Watson, R. R, (2008). "Antioxidant activity in tomato: A function of genotype", Science Publishers, USA.
- [14] Ronen, G., Cohen, M., Zamir, D., , Hirschberg, J., (1999). "Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato fruit development: expression of the gene for lycopene epsilon-cyclase is down-regulated during ripening and is elevated in the mutantDelta", *The Plant Journal*, 17(4):341-351.
- [15] Shi, J. , Maguer, M. L., (2000). "Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing", *Critical reviews in food science and nutrition*, 40(1): 1-42.
- [16] Tonucci, L. H., Holden, J. M., Beecher, G. R., Khachik, F., Davis, C. S., , Mulokozi, G., (1995). "Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(3): 579-586.
- [17] Capanoglu, E., ve Boyacioglu, D., (2009). "Meyve ve sebzelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi", *Akademik Gıda*, 7(6): 41-46.
- [18] Justesen, U., Knuthsen, P., Leth, T., (1998). "Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavonones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photo-diode array and massspectrometric detection", *Journal of Chromatography A*, 799: 101-110.
- [19] Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P., Glover, W., (1999). "Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits", *Food Chemistry*, 66 (4): 401-436.
- [20] Acar, J., Gokmen, V., (2005). "Meyve ve sebze suları üretimi", *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, 23-24.
- [21] Gahler, S., Otto, K., Böhm, V. (2003). "Alterations of vitamin C, total phenolics, and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to different products", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 7962-7968.
- [22] Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K., Liu, R.H. (2002). "Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3010-3014.
- [23] Anese, M., Manzocco, L., Nicoli, M.C. and Lericci, C.R. (1999). "Antioxidant Properties of Tomato Juice as Affected by Heating", *Journal of the science of Food and Agriculture*, 79: 750-754.
- [24] Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., Hall, R. ve De Vos, C.H.R., (2008). "Changes in antioxidants and metabolite profiles during production of tomato paste", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3): 964-973.

- [25] Crozier, A., Lean, M. E., McDonald, M. S., , Black, C. (1997). "Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3), 590-595.
- [26] Capanoglu, E., Otkun, G.T., Boyacıoğlu, D., (2010). "Flavonoidlerin biyoyararlılığını etkileyen faktörler", *GIDA*, 35 (5): 387-394.
- [27] Shahidi, F., ve Naczk, M., (1995). *Food phenolics*. Technomic Pub. Co..
- [28] Parada J, Aguilera J.M., (2007). "Food Microstructure Affects the Bioavailability of Several Nutrients", *J Food Sci*, 72 (2): 21-32.
- [29] Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., de Alvarenga, J. F. R., Torrado, X., , Lamuela-Raventos, R. M. (2015). "Carotenoid profile of tomato sauces: effect of cooking time and content of extra virgin olive oil", *International journal of molecular sciences*, 16(5): 9588-9599.
- [30] Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Rinaldi de Alvarenga, J. F., Torrado, X., , Lamuela-Raventos, R. M. (2014). "Home cooking and phenolics: Effect of thermal treatment and addition of extra virgin olive oil on the phenolic profile of tomato sauces", *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(14):3314-3320.
- [31] Valderas-Martinez, P., Chiva-Blanch, G., Casas, R., Arranz, S., Martínez-Huélamo, M., Urpi-Sarda, M., Estruch, R. (2016). "Tomato Sauce Enriched with Olive Oil Exerts Greater Effects on Cardiovascular Disease Risk Factors than Raw Tomato and Tomato Sauce: A Randomized Trial", *Nutrients*, 8(3), 170.
- [32] Martínez-Huélamo, M., Tulipani, S., Estruch, R., Escribano, E., Illán, M., Corella, D., , Lamuela-Raventós, R. M. (2015). "The tomato sauce making process affects the bioaccessibility and bioavailability of tomato phenolics: A pharmacokinetic study", *Food chemistry*, 173: 864-872.
- [33] Abete, I., Perez-Cornago, A., Navas-Carretero, S., Bondia-Pons, I., Zulet, M. A., , Martinez, J. A. (2013). "A regular lycopene enriched tomato sauce consumption influences antioxidant status of healthy young-subjects: A crossover study", *Journal of functional foods*, 5(1): 28-35.
- [34] Unlu, N. Z., Bohn, T., Francis, D. M., Nagaraja, H. N., Clinton, S. K., , Schwartz, S. J. (2007). "Lycopene from heat-induced cis-isomer-rich tomato sauce is more bioavailable than from all-trans-rich tomato sauce in human subjects", *British Journal of Nutrition*, 98(01): 140-146.
- [35] Chen, L., Stacewicz-Sapuntzakis, M., Duncan, C., Sharifi, R., Ghosh, L., Van Breemen, R., , Bowen, P. E., (2001). "Oxidative DNA damage in prostate cancer patients consuming tomato sauce-based entrees as a whole-food intervention", *Journal of the National Cancer Institute*, 93(24): 1872-1879.
- [36] Bowen, P., Chen, L., Stacewicz-Sapuntzakis, M., Duncan, C., Sharifi, R., Ghosh, L., , van Breemen, R., (2002). "Tomato sauce supplementation and prostate cancer: lycopene accumulation and modulation of biomarkers of carcinogenesis", *Experimental Biology and Medicine*, 227(10): 886-893.

- [37] Böhm, V. and Bitsch, R., (1999). "Intestinal absorption of lycopene from different matrices and interactions to other carotenoids, the lipid status, and the antioxidant capacity of human plasma", *European Journal of Nutrition*, 38: 118-125.
- [38] Pellegrini, N.; Riso, P.; Porrini, M., (2000). "Tomato consumption does not affect the total antioxidant capacity of plasma", *Nutr*, 16: 268–271.
- [39] Svelander, C. A., Tibäck, E. A., Ahrné, L. M., Langton, M. I., Svanberg, U. S., , Alminger, M. A., (2010). "Processing of tomato: impact on *in vitro* bioaccessibility of lycopene and textural properties", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10): 1665-1672.
- [40] Colle, I. J., Lemmens, L., Van Buggenhout, S., Met, K., Van Loey, A. M., , Hendrickx, M. E. (2013). "Processing tomato pulp in the presence of lipids: The impact on lycopene bioaccessibility", *Food research international*, 51(1): 32-38.
- [41] Colle, I. J., Van Buggenhout, S., Lemmens, L., Van Loey, A. M., Hendrickx, M. E., (2012). "The type and quantity of lipids present during digestion influence the *in vitro* bioaccessibility of lycopene from raw tomato pulp", *Food Research International*, 45(1): 250-255.
- [42] Anese, M., Bot, F., Panozzo, A., Mirolo, G., , Lippe, G. (2015). "Effect of ultrasound treatment, oil addition and storage time on lycopene stability and *in vitro* bioaccessibility of tomato pulp", *Food chemistry*, 172: 685-691.
- [43] Acar, J. and Cemeroğlu, B., (1986). "Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi", *Gıda Teknolojisi Derneği Ankara*.
- [44] Martínez-Huélamo, M., Tulipani, S., Estruch, R., Escribano, E., Illán, M., Corella, D., , Lamuela-Raventós, R. M., (2015). "The tomato sauce making process affects the bioaccessibility and bioavailability of tomato phenolics: A pharmacokinetic study", *Food chemistry*, 173: 864-872.
- [45] Singleton, V.L. ve Rossi, J.A., (1965). "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents", *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144.
- [46] Kumaran, A. and Karunakaran, R.J., (2006). "Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*", *Food Chemistry*, 97: 109–114.
- [47] Apak, R., Guclu, K. Ozyurek, M. and Karademir, S.E., (2004). "Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7970-7981.
- [48] Apak, R., Guclu, K., Ozyurek, M., Karademir S.E. and Erçag, E., (2006). "The cupric ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC) and polyphenolic content of some herbal teas", *International Journal of Food Science and Nutrition*, 57(5):292-304.

- [49] Beekwilder, J., Jonker, H., Meesters, P., Hall, R.D., Van Der Meer, I.M. and De Vos, C.H.R, (2005). "Antioxidants in raspberry: on-line analysis links antioxidant activity to a diversity of individual metabolites", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 3313-3320.
- [50] Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., et al. (2014). "A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food – An international consensus", *Food and Function*, 5(6): 1113–1124.
- [51] TURKISH STANDARD, (1998). "Fruit and vegetable products – Determination of dry matter by drying under low pressure and water content by azeotropic distillation", Turkish Standards Institute, TS 1129 ISO 1026, Ankara.
- [52] Moco, S., Bino, R. J., Vorst, O., Verhoeven, H. A., de Groot, J., Van Beek, T. A., et al. (2006). "A liquid chromatography-mass spectrometry-based metabolome database for tomato", *Plant Physiology*, 141(4), 1205–1218.
- [53] Lommen, A. (2009). "MetAlign: Interface-driven, versatile metabolomics tool for hyphenated full-scan mass spectrometry data preprocessing", *Analytical Chemistry*, 81, 3079–3086.
- [54] Chang, C.H., Lin, H.Y., Chang, C.Y. and Liu, Y.C., (2006). "Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes", *Journal of Food Engineering*, 77, (3): 478-485.
- [55] Rivero, R. M., Ruiz, J. M., Garcia, P. C., Lopez-Lefebvre, L. R., Sánchez, E., , Romero, L. (2001). "Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants", *Plant Science*, 160(2): 315-321.
- [56] Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Rinaldi de Alvarenga, J. F., Torrado, X., , Lamuela-Raventos, R. M. (2014). "Home cooking and phenolics: Effect of thermal treatment and addition of extra virgin olive oil on the phenolic profile of tomato sauces", *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(14): 3314-3320.
- [57] Palafox-Carlos, H., Ayala-Zavala, J. F., , González-Aguilar, G. A., (2011). "The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants", *Journal of food science*, 76(1): R6-R15.
- [58] Kamiloglu, S., Demirci, M., Selen, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., , Capanoglu, E. (2014). "Home processing of tomatoes (*Solanum lycopersicum*): effects on *in vitro* bioaccessibility of total lycopene, phenolics, flavonoids, and antioxidant capacity", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(11): 2225-2233.
- [59] Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., De Vos, R. C., , Hall, R. D. (2010). "The effect of industrial food processing on potentially health-beneficial tomato antioxidants", *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(10): 919-930.

- [60] Ioku, K., Aoyama, Y., Tokuno, A., Terao, J., Nakatani, N., Takei, Y. (2001). "Various cooking methods and the flavonoid content in onion", *Journal of nutritional science and vitaminology*, 47(1): 78-83.
- [61] Crozier, A., Lean, M. E., McDonald, M. S., , Black, C. (1997). "Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3): 590-595.
- [62] Re, R., Bramley, P. M., , Rice-Evans, C. (2002). "Effects of food processing on flavonoids and lycopene status in a Mediterranean tomato variety". *Free radical research*, 36(7): 803-810.
- [63] Scalzo, R. L., Iannocari, T., Summa, C., Morelli, R., , Rapisarda, P. (2004). "Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice", *Food chemistry*, 85(1): 41-47.
- [64] Nicoli, M. C., Anese, M., , Parpinel, M. (1999). "Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables". *Trends in Food Science , Technology*, 10(3): 94–100.
- [65] Pinelo, M., Manzocco, L., Nuñez, M. J., , Nicoli, M. C. (2004). "Interaction among phenols in food fortification: Negative synergism on antioxidant capacity", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5): 1177–1180.
- [66] Hagerman, A. E., Riedl, K. M., Jones, G. A., Sovik, K. N., Ritchard, N. T., Hartzfeld, P. W., et al. (1998). "High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(5): 1887–1892.
- [67] Grajek, W., , Olejnik, A. (2010). "The influence of food processing and home cooking on the antioxidant stability in foods". In J. Smith, E. Charter, , F. Shahidi (Eds.). *Functional Food Product Development* (pp. 178–199). Wiley-Blackwell.
- [68] Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Rinaldi de Alvarenga, J. F., Torrado, X., , Lamuela- Raventos, R. M. (2014). "Home cooking and phenolics: Effect of thermal treatment and addition of extra virgin olive oil on the phenolic profile of tomato sauces", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(14): 3314–3320.
- [69] Lin, C. H., , Chen, B. H. (2005). "Stability of carotenoids in tomato juice during processing", *European Food Research and Technology*, 221(3–4): 274–280.
- [70] Arnao, M. B. (2000). "Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case", *Trends in Food Science and Technology*, 11: 419–421.
- [71] Niki, E. (2011). "Antioxidant capacity: Which capacity and how to assess it?", *Journal of Berry Research*, 1(4): 169–176.
- [72] Valderas-Martinez, P., Chiva-Blanch, G., Casas, R., Arranz, S., Martínez-Huélamo, M., Urpi-Sarda, M., , Estruch, R. (2016). "Tomato Sauce Enriched with Olive Oil Exerts Greater Effects on Cardiovascular Disease Risk Factors

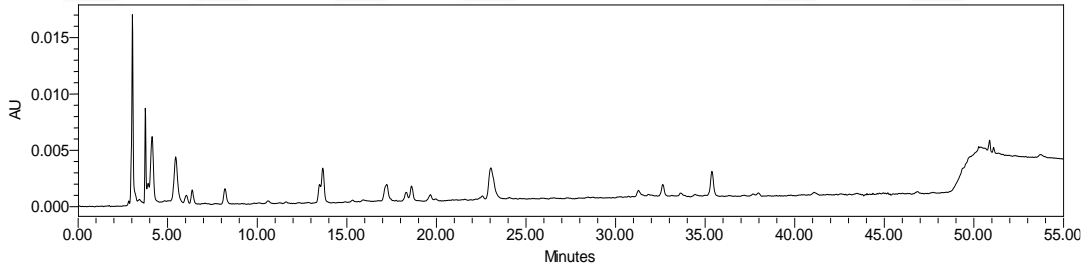
- than Raw Tomato and Tomato Sauce: A Randomized Trial”, *Nutrients*, 8(3): 170.
- [73] Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., de Alvarenga, J. F. R., Torrado, X., , Lamuela-Raventos, R. M. (2015). “Carotenoid profile of tomato sauces: effect of cooking time and content of extra virgin olive oil”, *International journal of molecular sciences*, 16(5): 9588-9599.
- [74] Piga, A., Agabbio, M., Gambella, F., , Nicoli, M. C. (2002). “Retention of antioxidant activity in minimally processed mandarin and satsuma fruits”, *LWT-Food Science and Technology*, 35(4): 344-347.
- [75] Bouayed, J., Hoffmann, L., , Bohn, T. (2011). “Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake”, *Food Chemistry*, 128(1): 14–21.
- [76] Hur, S. J., Lim, B. O., Decker, E. A., , McClements, D. J. (2011). “*In vitro* human digestion models for food applications”, *Food Chemistry*, 125(1): 1–12.
- [77] Bohn, T. (2014). “Dietary factors affecting polyphenol bioavailability”, *Nutrition Reviews*, 72(7): 429–452.
- [78] Li, H., Li, F., Yang, F., Fang, Y., Xin, Z., Zhao, L., et al. (2008). “Size effect of Se-enriched green tea particles on *in vitro* antioxidant and antitumor activities”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(12): 4529–4533.
- [79] Wang, L., , Weller, C. L. (2006). “Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants”, *Trends in Food Science Technology*, 17(6): 300–312.
- [80] Lin, C. H., , Chen, B. H. (2005). “Stability of carotenoids in tomato juice during storage”, *Food Chemistry*, 90(4): 837-846.
- [81] Colle, I. J., Lemmens, L., Van Buggenhout, S., Met, K., Van Loey, A. M., , Hendrickx, M. E. (2013). “Processing tomato pulp in the presence of lipids: The impact on lycopene bioaccessibility”, *Food research international*, 51(1): 32-38.
- [82] Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Andres-Lacueva, C., , Lamuela-Raventos, R. M. (2011). “Changes in phenolic profile and antioxidant activity during production of diced tomatoes”, *Food chemistry*, 126(4): 1700-1707.
- [83] Lombard, K., Peffley, E., Geoffriau, E., Thompson, L., , Herring, A. (2005). “Quercetin in onion (*Allium cepa* L.) after heat-treatment simulating home preparation”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(6), 571–581.
- [84] Stewart, A. J., Bozonnet, S., Mullen, W., Jenkins, G. I., Lean, M. E., , Crozier, A. (2000). “Occurrence of flavonols in tomatoes and tomato-based products”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7): 2663–2669.
- [85] Re, R., Bramley, P. M., , Rice-Evans, C. (2002). “Effects of food processing on flavonoids and lycopene status in a Mediterranean tomato variety”. *Free radical research*, 36(7): 803-810.

- [86] Bugianesi, R., Salucci, M., Leonardi, C., Ferracane, R., Catasta, G., Azzini, E., et al. (2004). "Effect of domestic cooking on human bioavailability of naringenin, chlorogenic acid, lycopene and b-carotene in cherry tomatoes", *European Journal of Nutrition*, 43(6): 360–366.
- [87] Tulipani, S., Huelamo, M. M., Ribalta, M. R., Estruch, R., Ferrer, E. E., Andres-Lacueva, C., Illan, M., Lamuela-Raventós, R.M., (2012). "Oil matrix effects on plasma exposure and urinary excretion of phenolic compounds from tomato sauces: Evidence from a human pilot study", *Food Chemistry*, 130(3): 581–590.
- [88] Lavelli, V., Hippeli, S., Peri, C., , Elstner, E. F. (1999). "Evaluation of radical scavenging activity of fresh and air-dried tomatoes by three model reactions", *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(9): 3826-3831.

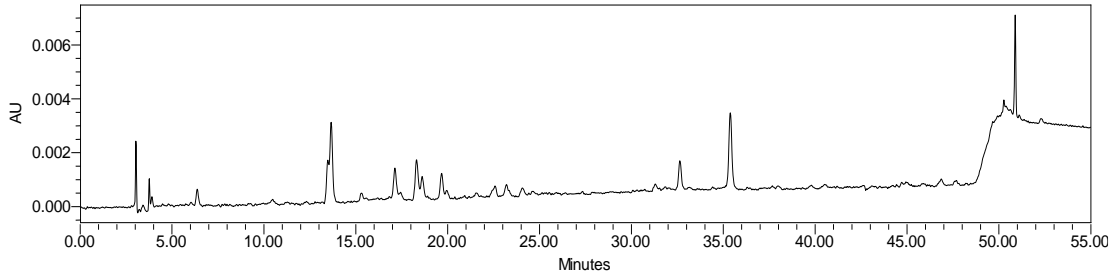


HPLC KROMATOGRAMLARI

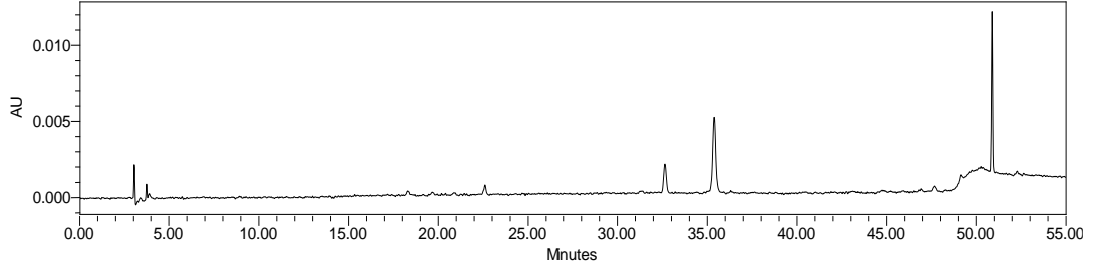
Aşağıdaki şekillerde görülen kromatoglarda, 280 nm’de alıkonma zamanı 5.1’de gallik asit, 40. Dakikadada naringenin bileşiği, 312 nm’de alıkonma zamanı 13-14. Dakikalrda gelen ilk pik klorojenik asit, ikinci pik kafeik asit ve 360 nm’de 23.dakikada rytin, 35. Dk. Quercetin, 50.7. dk da naringenin chalcone bileşikleri tespit edilmiştir. Biyoerişilebilirlik kromatogramlarında Çizelge 3.1’de verilen kodların başına B harfi eklenmiştir.



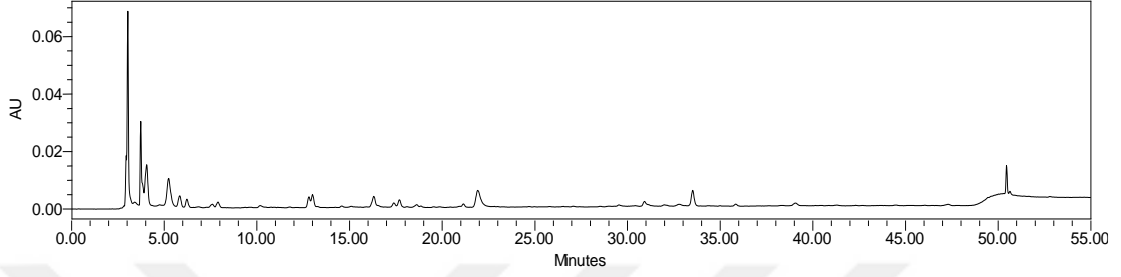
Şekil A.1 Taze domatesin 280 nm’deki kromatogramı



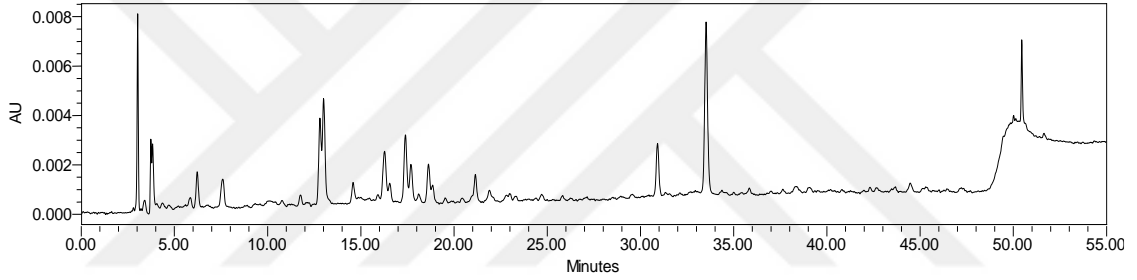
Şekil A.2 Taze domatesin 312 nm’deki kromatogramı



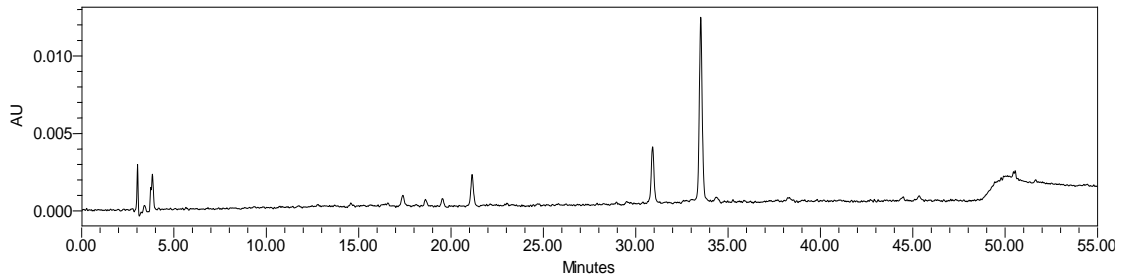
Şekil A.3 Taze domatesin 360 nm'deki kromatogramı



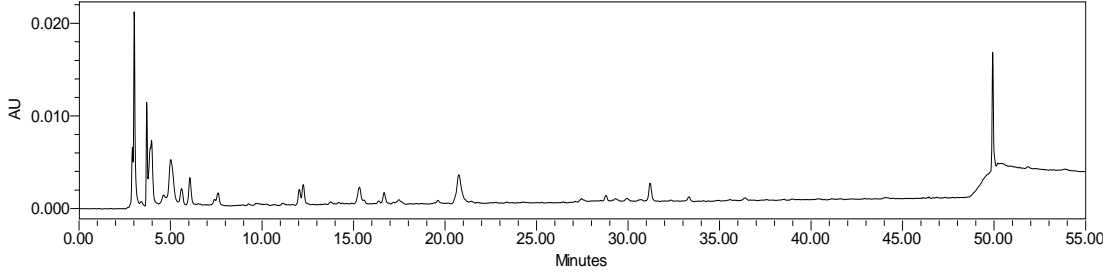
Şekil A.4 Endüstriyel tip sosun 280 nm'deki kromatogramı



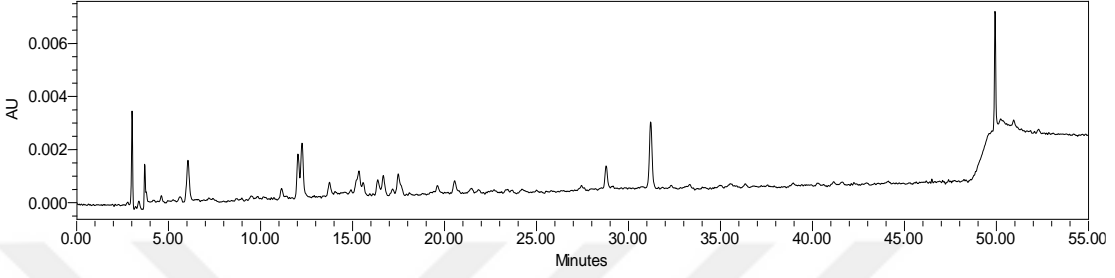
Şekil A.5 Endüstriyel tip sosun 312 nm'deki kromatogramı



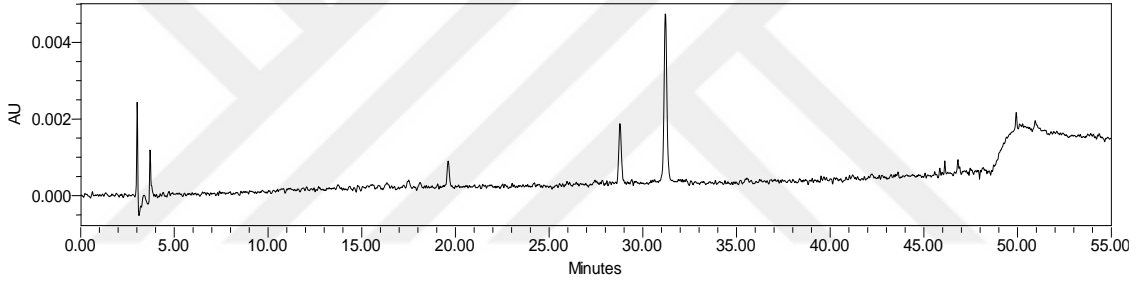
Şekil A.6 Endüstriyel tip sosun 360 nm'deki kromatogramı



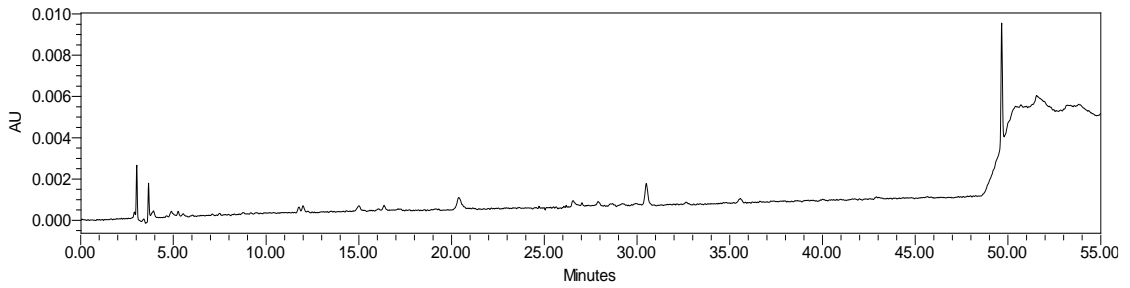
Şekil A.7 Ev tipi sosun 280 nm'deki kromatogramı



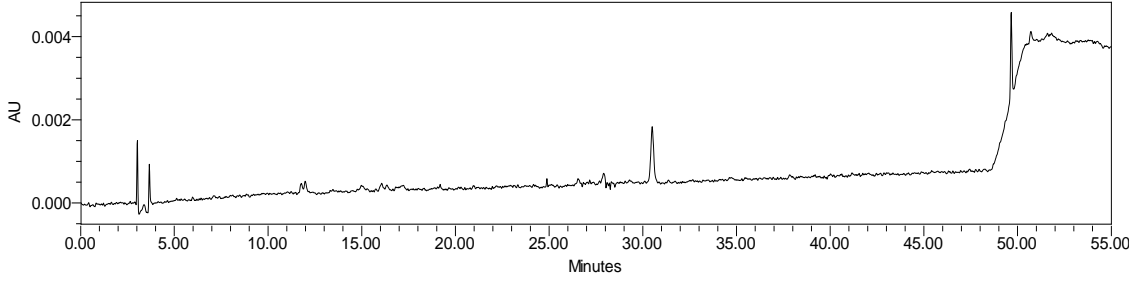
Şekil A.8 Ev tipi sosun 312 nm'deki kromatogramı



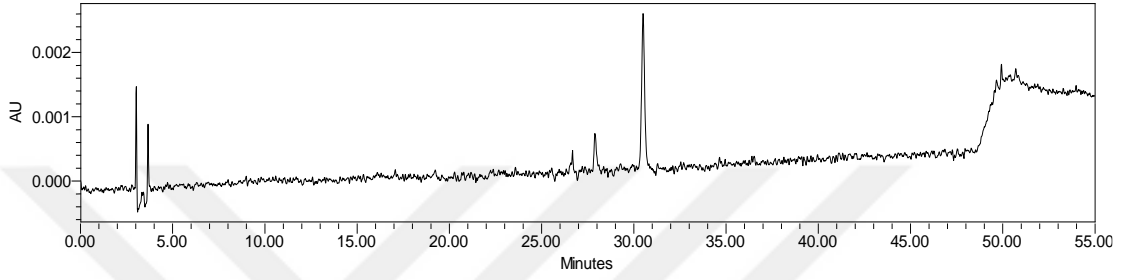
Şekil A.9 Ev tipi sosun 360 nm'deki kromatogramı



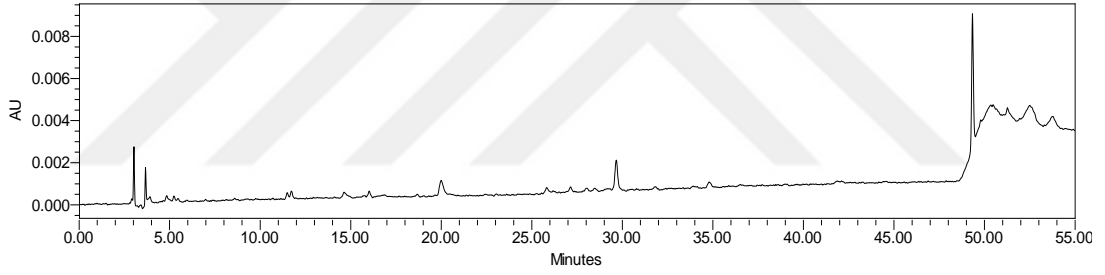
Şekil A.10 50 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



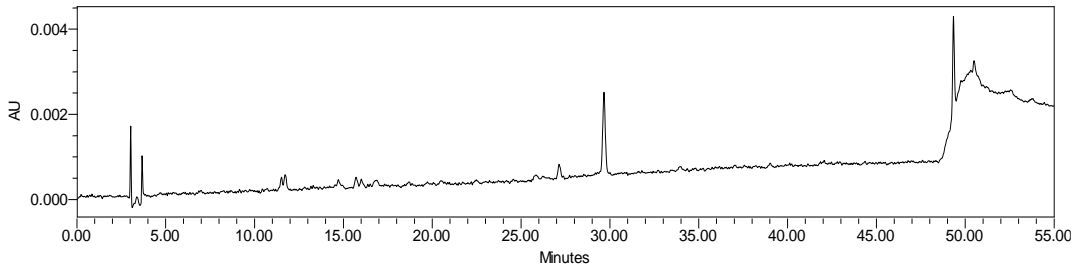
Şekil A.11 50 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



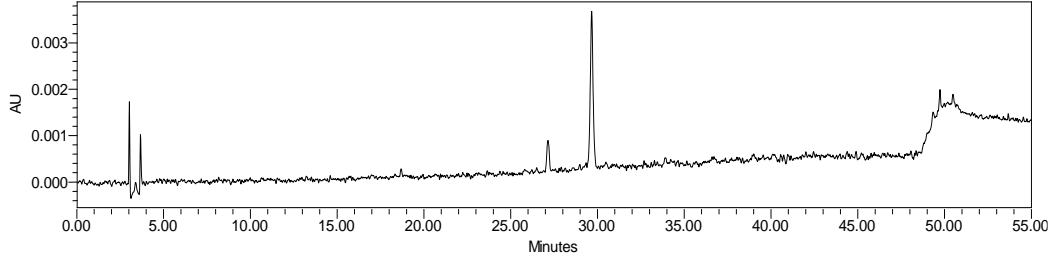
Şekil A.12 50 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



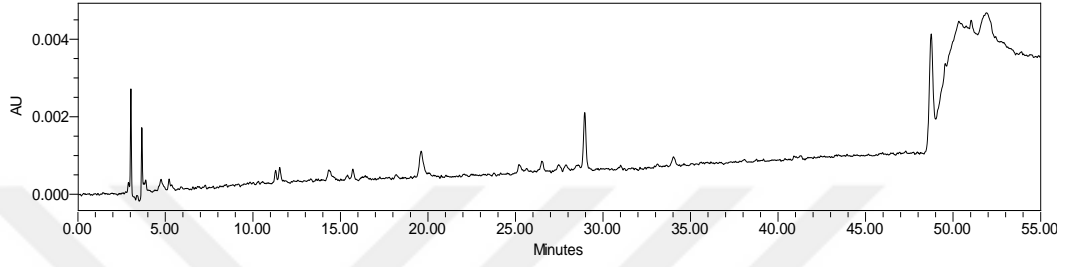
Şekil A.13 100 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



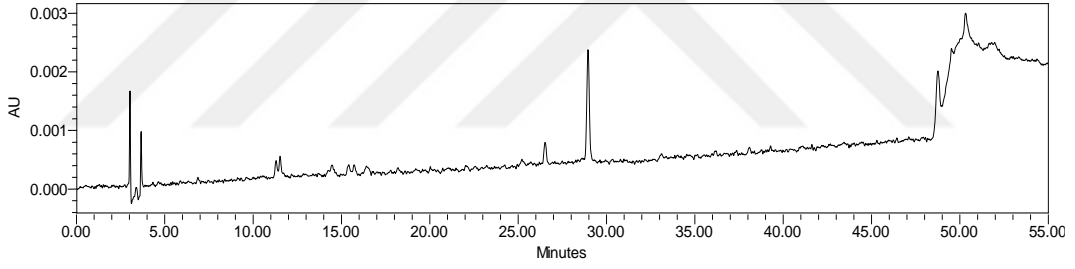
Şekil A.14 100 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



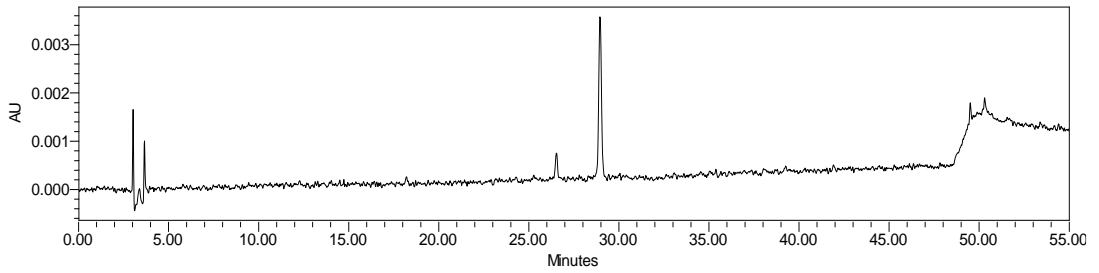
Şekil A.15 100 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



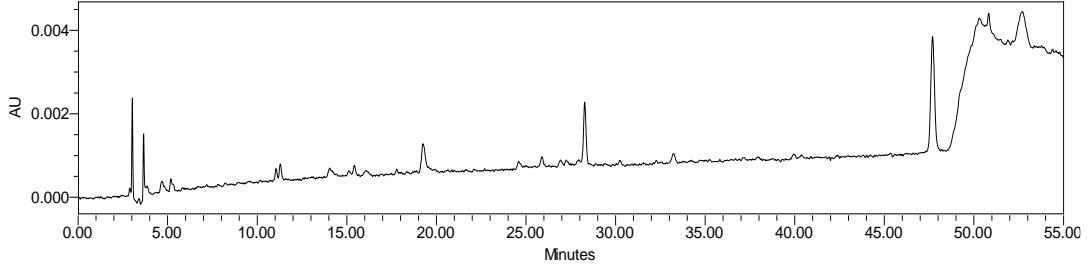
Şekil A.16 51 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



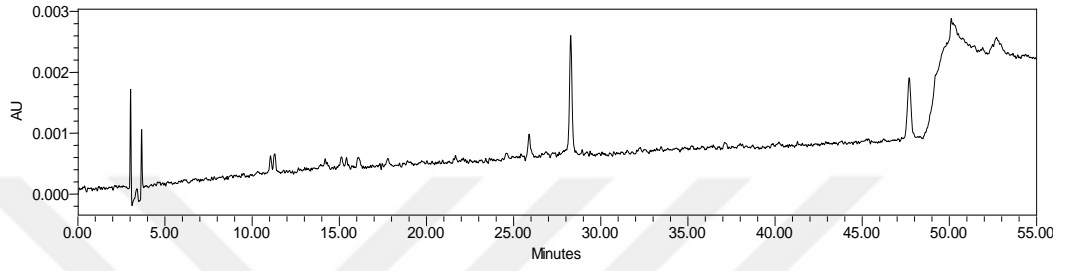
Şekil A.17 51 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



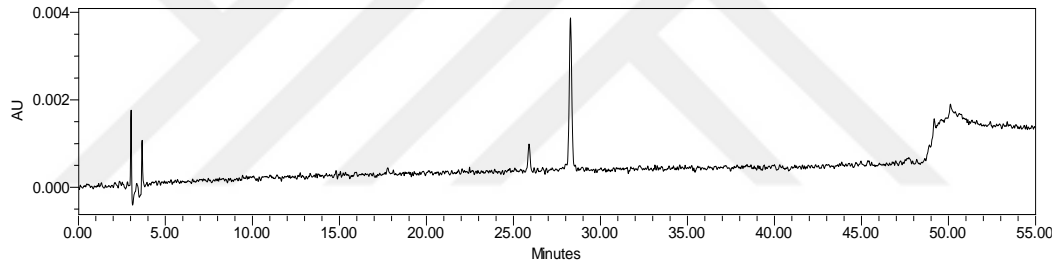
Şekil A.18 51 kodlu sosun 260 nm'deki kromatogramı



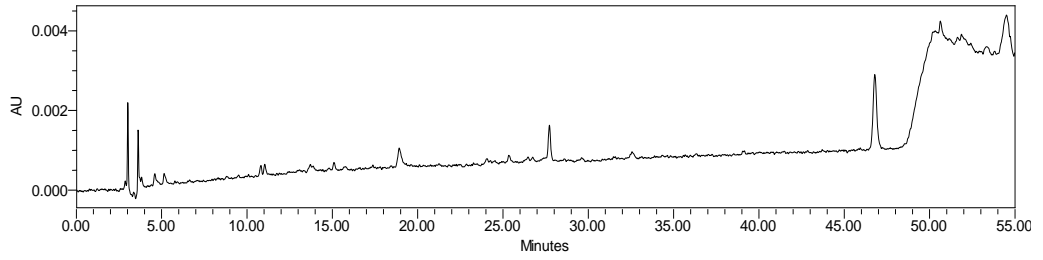
Şekil A.19 10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



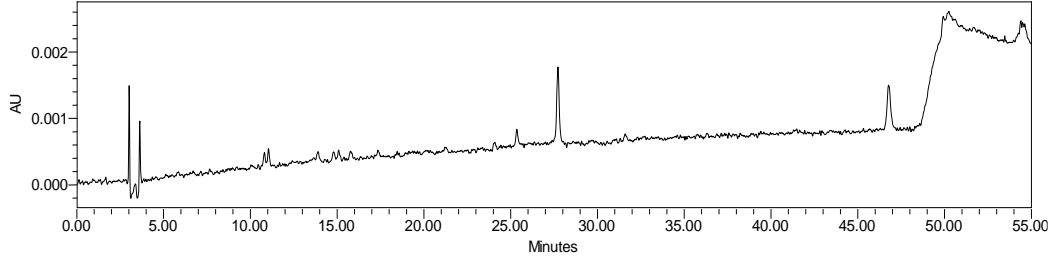
Şekil A.20 10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



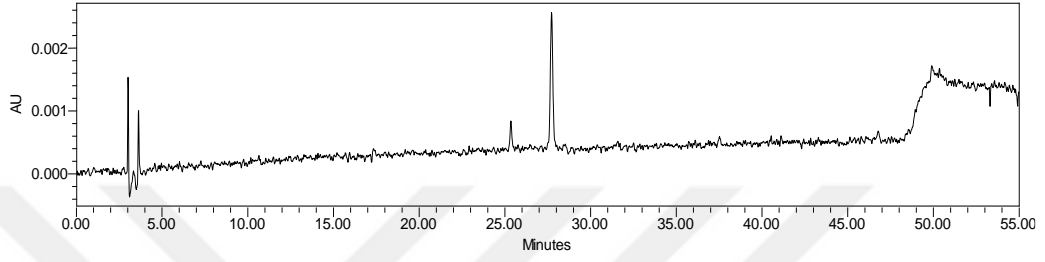
Şekil A.21 10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



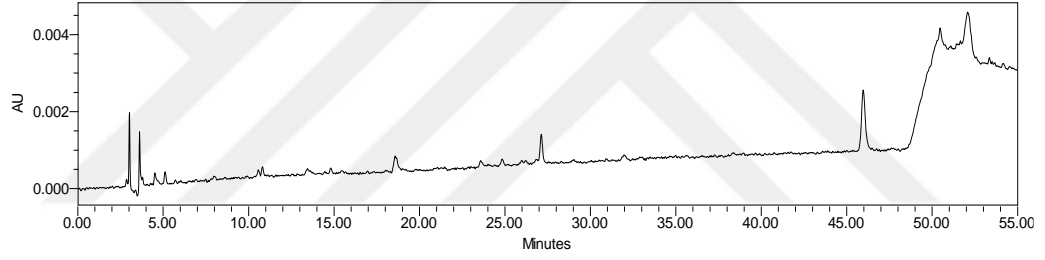
Şekil A.22 505I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



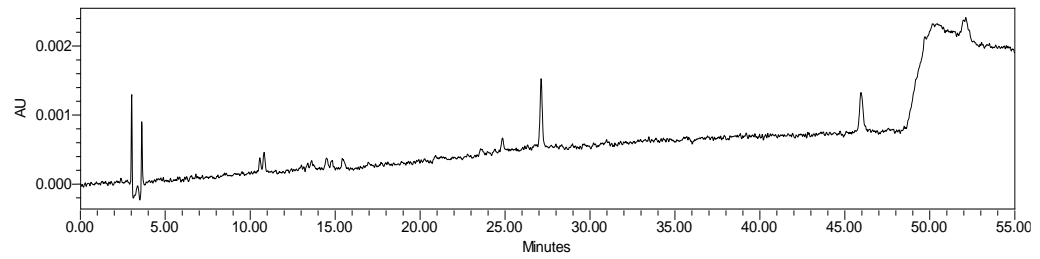
Şekil A.23 505I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



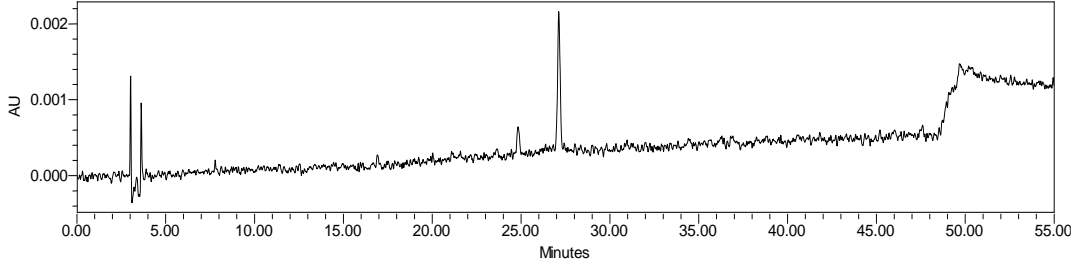
Şekil A.24 505I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



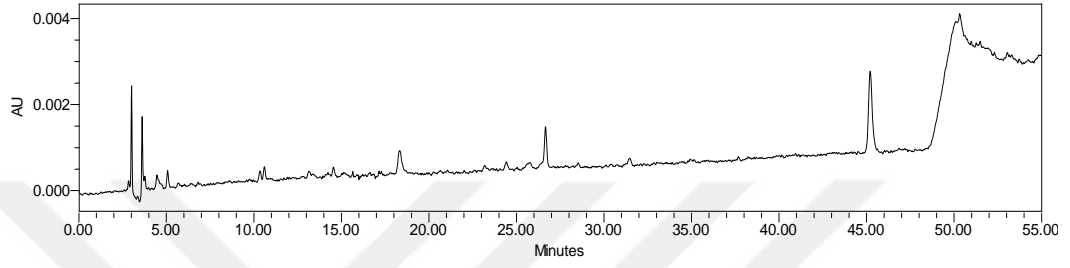
Şekil A.25 5010I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



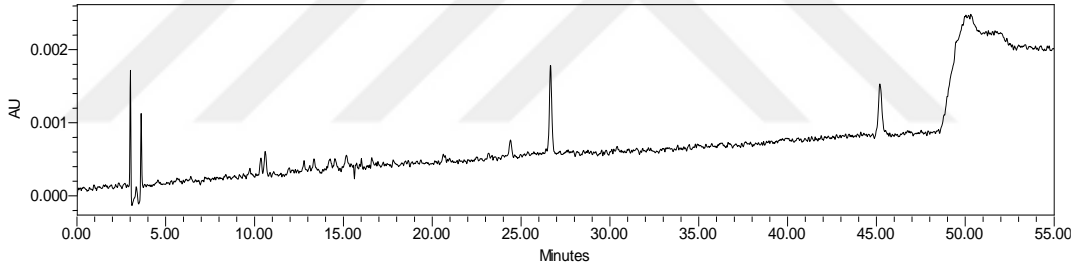
Şekil A.26 5010I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



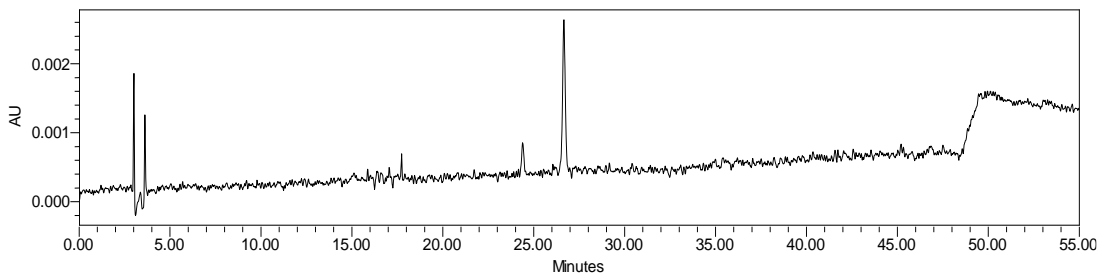
Şekil A.27 5010I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



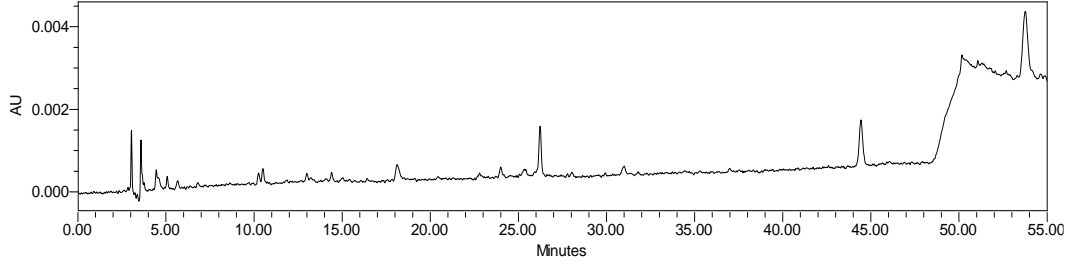
Şekil A.28 1005I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



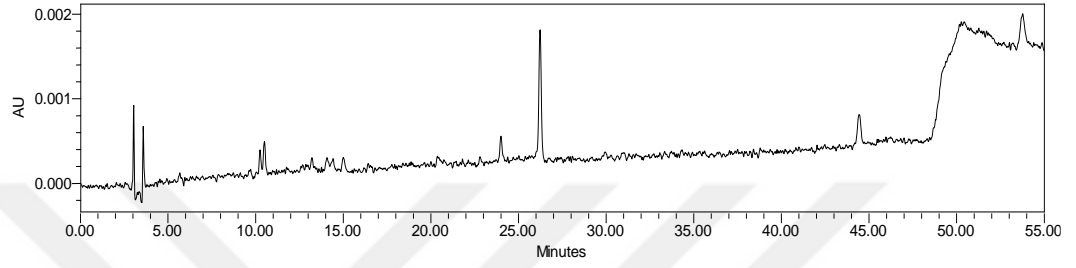
Şekil A.29 1005I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



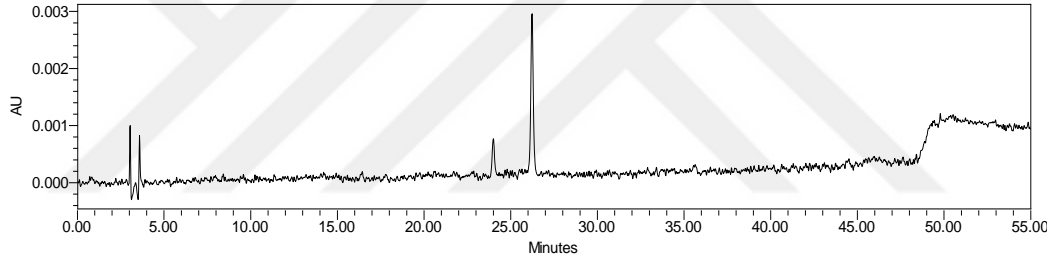
Şekil A.30 1005I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



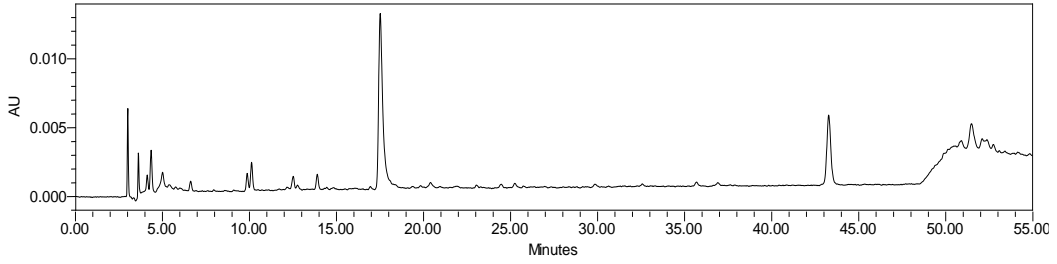
Şekil A.31 10010I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



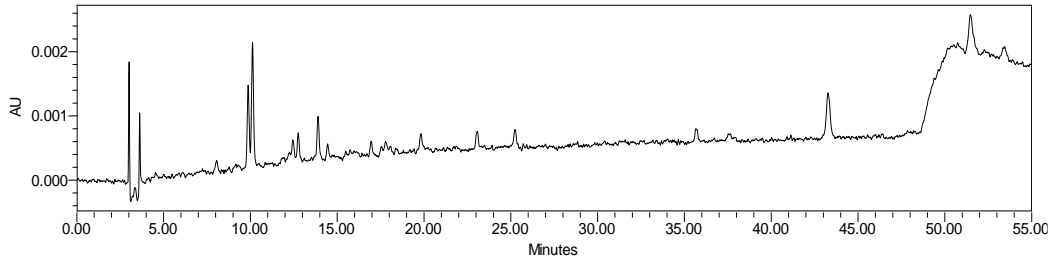
Şekil A.32 10010I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



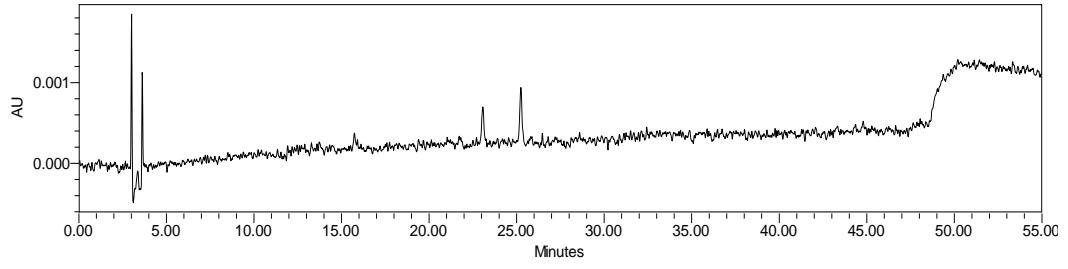
Şekil A.33 10010I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



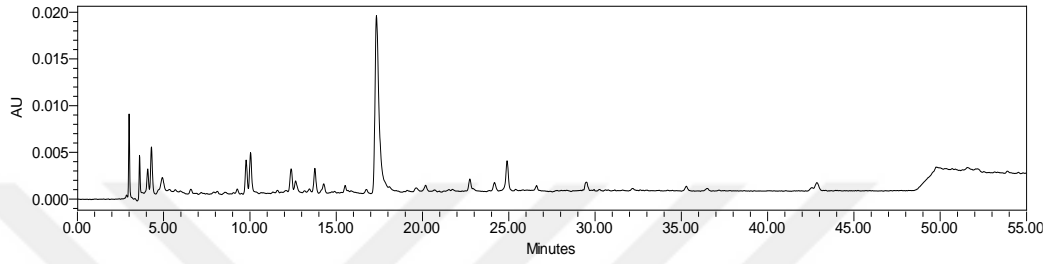
Şekil A.34 BRM kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



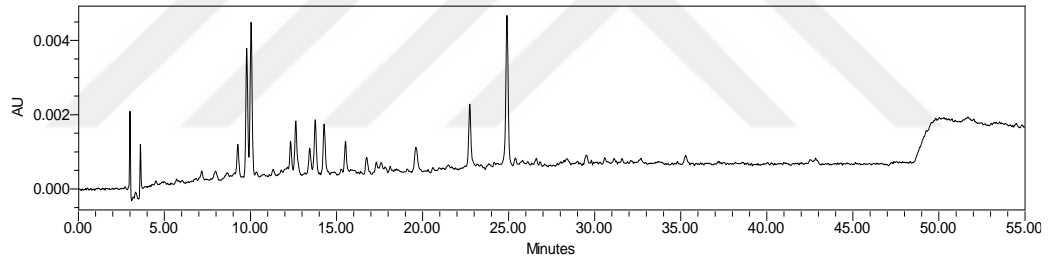
Şekil A.35 BRM kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



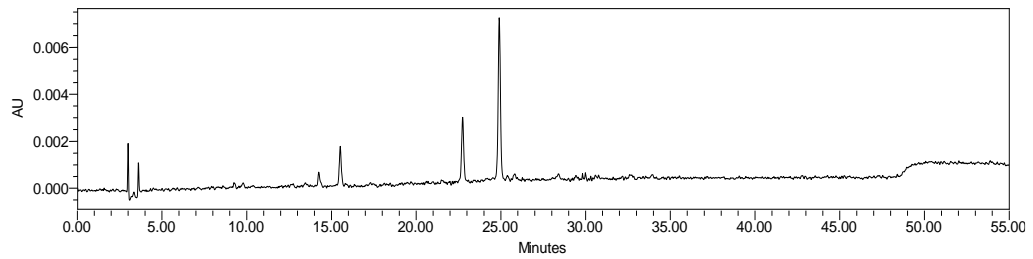
Şekil A.36 BRM kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



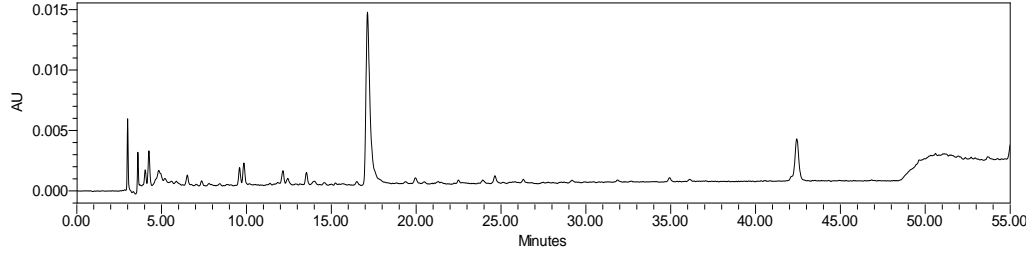
Şekil A.37 BIS kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



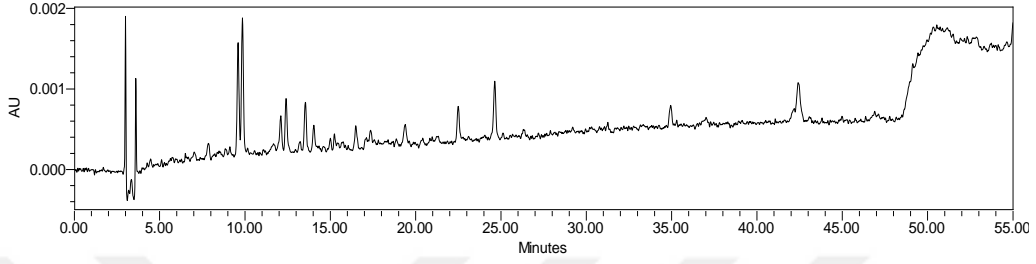
Şekil A.38 BIS kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



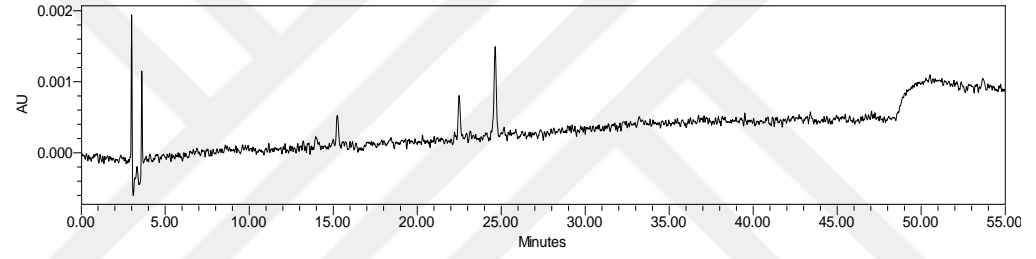
Şekil A.39 BIS kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



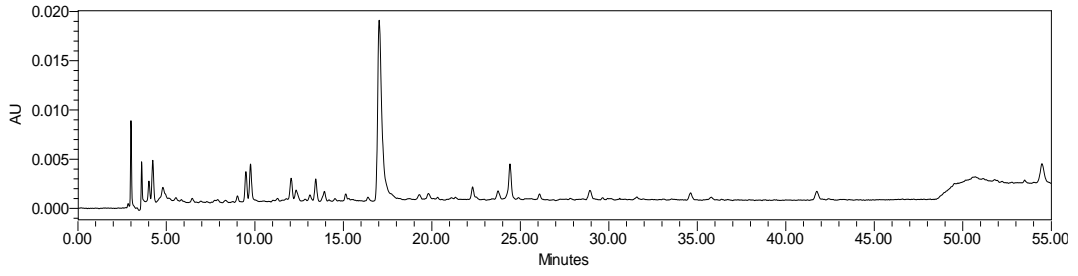
Şekil A.40 BES kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



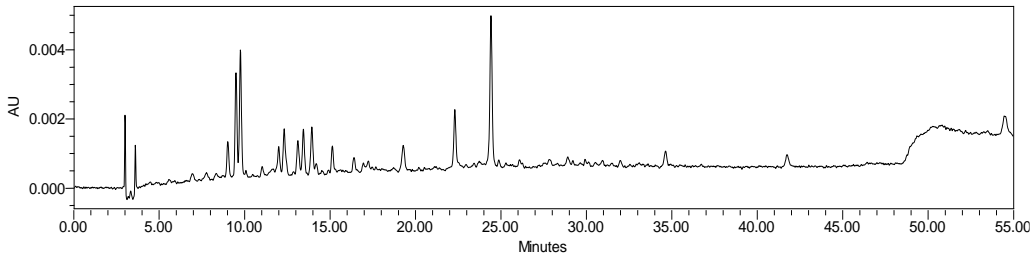
Şekil A.41 BES kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



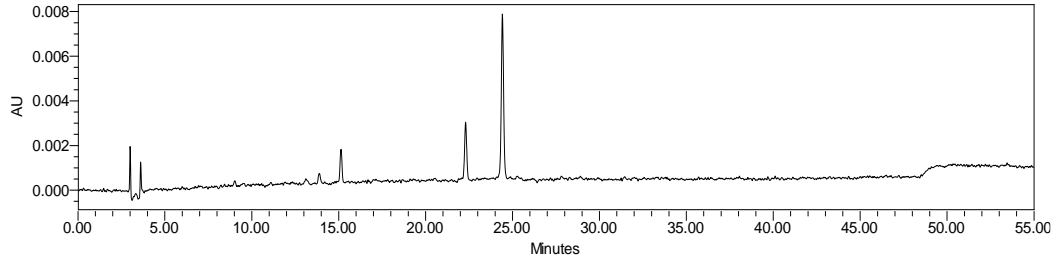
Şekil A.42 BES kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



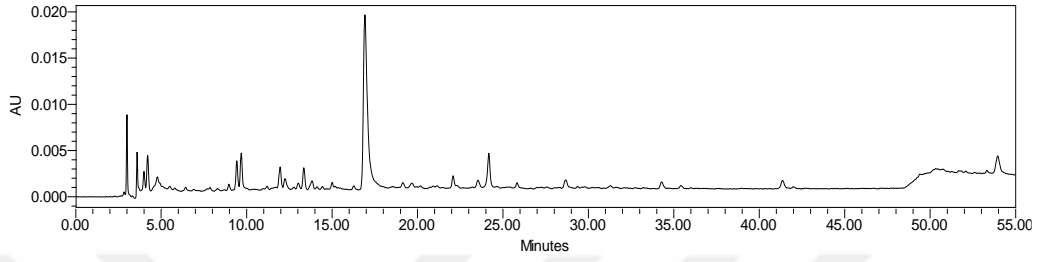
Şekil A.43 B50 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



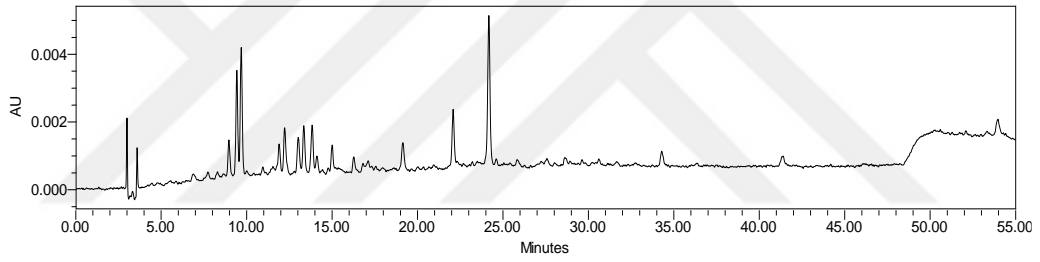
Şekil A.44 B50 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



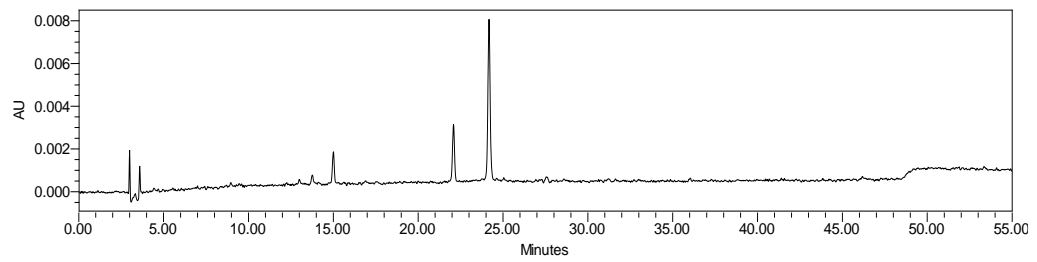
Şekil A. 45 B50 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



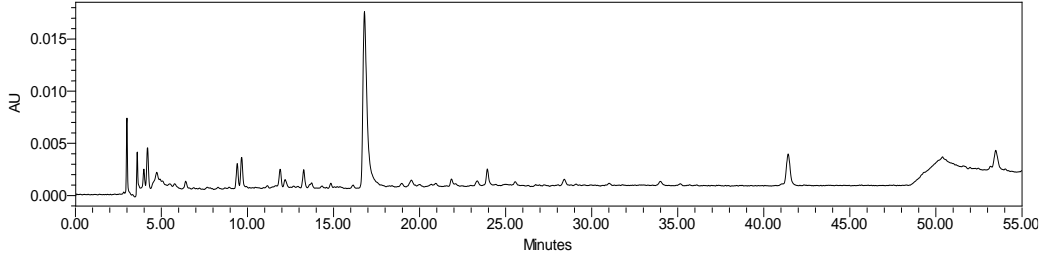
Şekil A.46 B100 kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



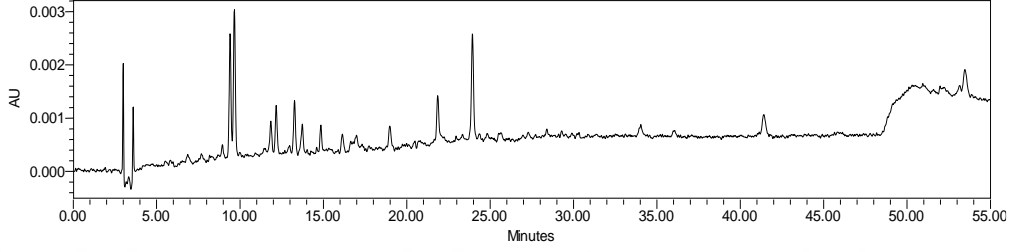
Şekil A.47 B100 kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



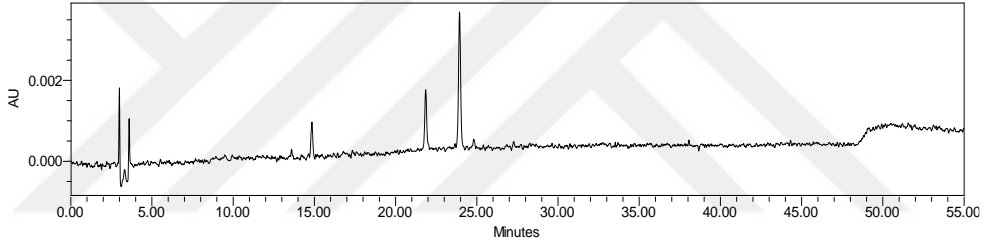
Şekil A.48 B100 kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



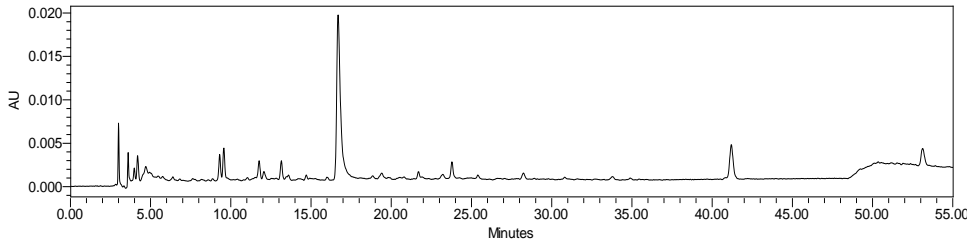
Şekil A.49 B5I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



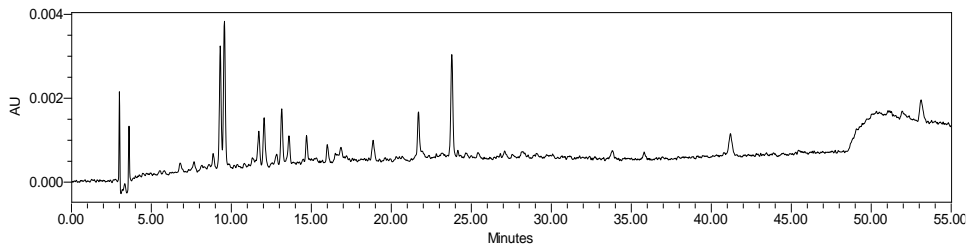
Şekil A.50 B5I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



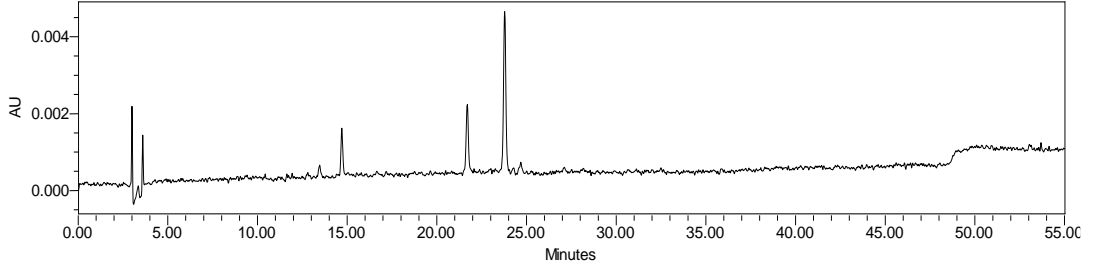
Şekil A.51 B5I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



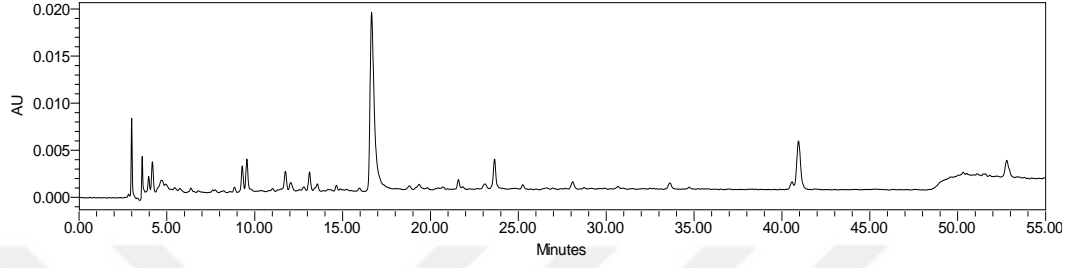
Şekil A.52 B10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



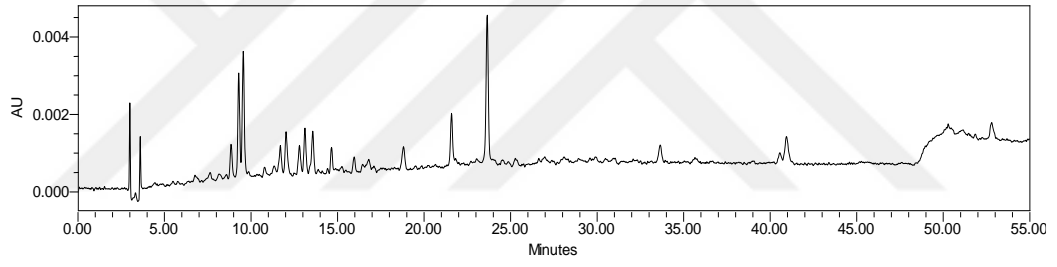
Şekil A.53 B10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



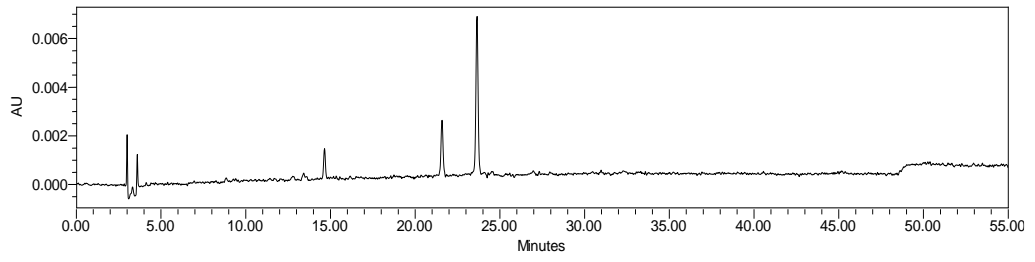
Şekil A.54 B10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



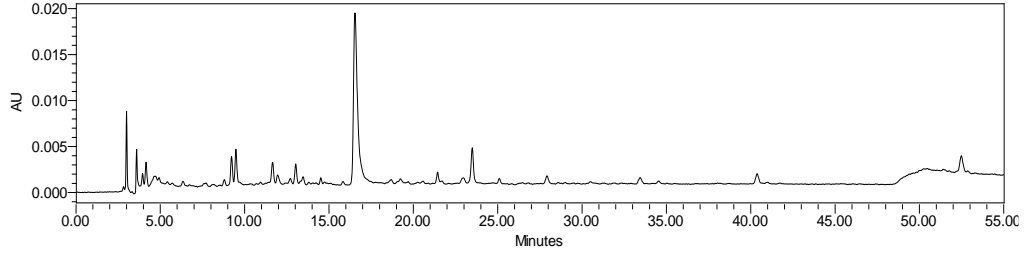
Şekil A.55 B5O5I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



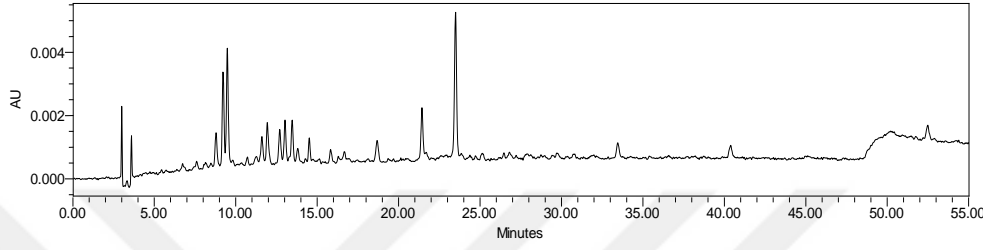
Şekil A. 56 B5O5I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



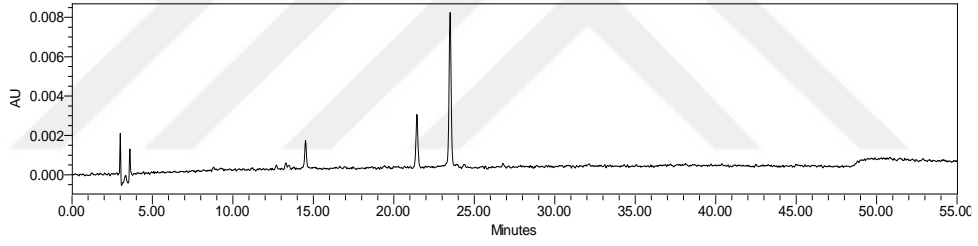
Şekil A.57 B5O5I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



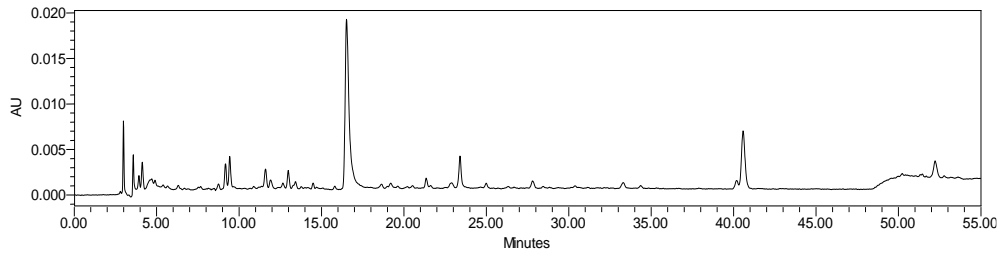
Şekil A. 58 B5O10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



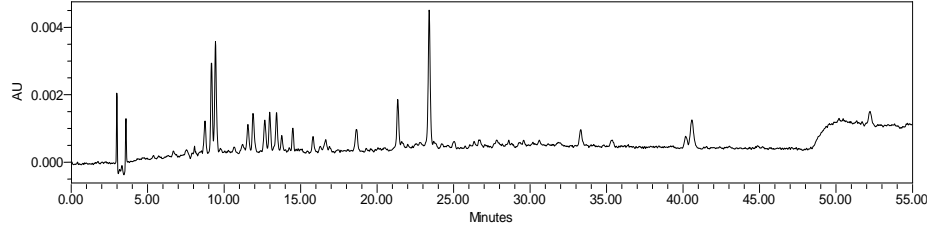
Şekil A.59 B5O10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



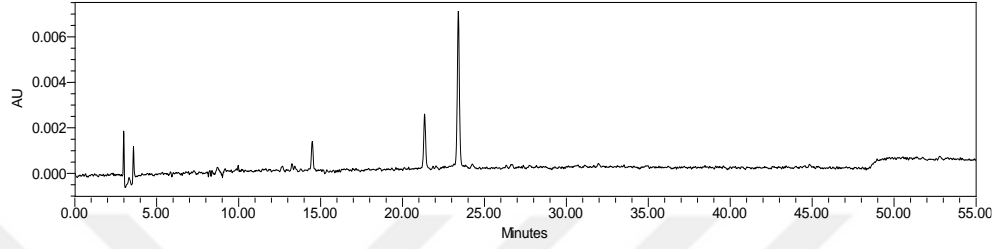
Şekil A.60 B5O10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



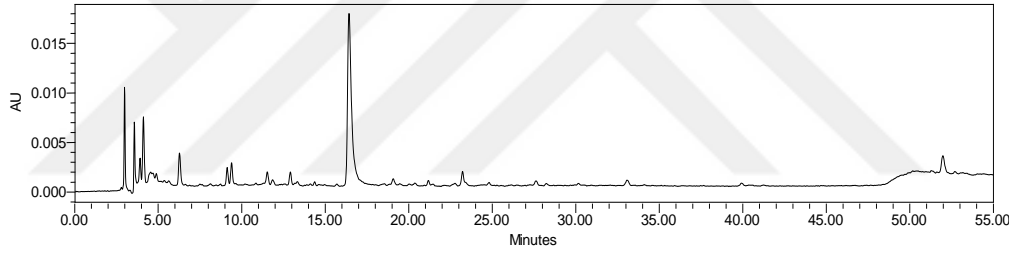
Şekil A.61 B10O5I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



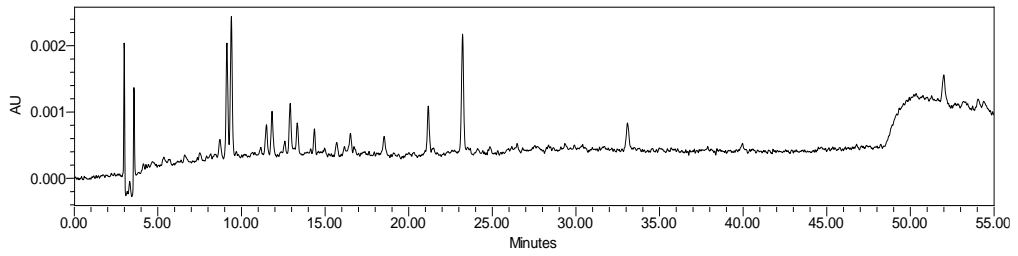
Şekil A.62 B10O5I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



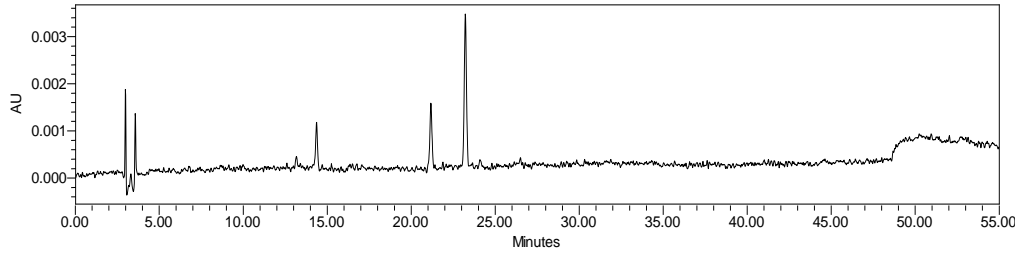
Şekil A.63 B10O5I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



Şekil A.64 B10O10I kodlu sosun 280 nm'deki kromatogramı



Şekil A.65 B10O10I kodlu sosun 312 nm'deki kromatogramı



Şekil A.66 B10O10I kodlu sosun 360 nm'deki kromatogramı



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Merve TOMAŞ
Doğum Tarihi ve Yeri :14.07.1987, Antalya
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :mervetomas@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Gıda Mühendisliği	İstanbul Teknik Üniversitesi	2013
Lisans	Kimya (Burslu)	Fatih Üniversitesi	2010
Lise	Sayısal	75. Yıl Anadolu Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011 - ...	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. Tomas, M., Beekwilder, J., Hall, R. D., Sagdic, O., Boyacioglu, D., ve Capanoglu, E., (2017). "Industrial processing versus home processing of tomato sauce: Effects on phenolics, flavonoids and *in vitro* bioaccessibility of antioxidants", Food Chemistry, 220: 51-58.
2. Tomas, M., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Hall, R. D., Beekwilder, J., ve Capanoglu, E., (2016). "Processing black mulberry into jam: Effects on antioxidant potential and *in vitro* bioaccessibility", Journal of the Science of Food and Agriculture. (Kabul edildi, Basım aşamasında)
3. Tomas, M., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Hall, R., Beekwilder, J., ve Capanoglu, E., (2015). „The effects of juice processing on black mulberry antioxidants“, Food Chemistry, 186: 277-284.
4. Durmus, Z., Tomas, M., Baykal, A., Kavas, H., ve Toprak, M.S., (2011). "PEG-Assisted Synthesis of Mn₃O₄ Nanoparticles: A Structural and Magnetic Study. Synthesis and Reactivity in Inorganic", Metal-Organic, and Nano-Metal Chemistry, 41: 768–773.
5. Durmus, Z., Tomas, M., Baykal, A., Kavas, H., Altınçekiç, T.G., ve Toprak, M.S., (2010). „The effect of neutralizing agent on the synthesis and characterization of Mn₃O₄ Nanoparticles“, Russian Journal of Inorganic Chemistry 55 (12): 1947-1952.

Bildiri

1. Tomas, M., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Capanoglu, E., (2014). "Investigating the *in vitro* bioaccessibility of black mulberry antioxidants in fresh fruit and in processed jam", 3rd International Conference on Food Digestion, March 2014, The Netherlands
2. Tomas, M., Capanoglu, E., (2014). "Evaluating the Effect of Tunnel, Freeze, Oven-Drying on Antioxidant Potential of Black Mulberry (*Morus Nigra* L.)", NAFI2014 International Food Congress, 26-29 May 2014, Kuşadası, Turkey (Oral presentation).
3. Tomas, M., Capanoglu, E., (2013). "*In vitro* bioaccessibility and antioxidant capacity of organic black mulberry (*morus nigra*) juice following simulated gastro-intestinal digestion". 2nd International Conference on Food Digestion, March 2013, Madrid, Spain

4. Tomas, M., Capanoglu, E., (2013). "Effect of Jam Processing on Anthocyanins, Phenolics and Antioxidant Capacity of Black Mulberry (Morus nigra)", EUROFOODCHEM XVII, May 7-10th, 2013, Istanbul, Turkey
5. Tomas, M., Capanoglu, E., (2013). "Effect of Juice Processing on Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity of Organic Mulberry (Morus nigra)", IFT 2013 Annual Meeting Invitation, July 13-16, 2013, Chicago, IL, USA
6. Baykal, A., Tomaş, M., Durmuş, Z., Kavas, H., Toprak M.S., (2010). "PEG assisted synthesis of Mn₃O₄ nanoparticles: Structural and Magnetic Study", NanoTR-VI Nanobilim ve Nanoteknoloji Konferansı, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 15-18 Haziran 2010, İzmir, TÜRKİYE.

Proje

1. Domatesin farklı yöntemlerle sosa işlenmesi ve son ürüne farklı fonksiyonel bileşenlerin ilavesi ile antioksidan özellikler ve biyoyararlılıktaki değişimin incelenmesi, İTÜ Bilimsel Araştırma Projesi, (Araştırmacı, 2016-...)
2. Karadut işlemede kullanılan proseslerin antosiyanin içeriği ve biyoyararlılığa etkisinin tespiti, İTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri, Genç Araştırmacıları Destekleme Programı (Araştırmacı, 2011-2014).
3. "Anthocyanin and polyphenol bioactives for Health Enhancement through Nutritional Advancement (ATHENA)" Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı, STREP Projesi, (Proje öğrencisi).

ÖDÜLLER VE BURSLAR

1. TÜBİTAK 2211-D Sanayiye Yönelik Yurt İçi Doktora Bursu
2. Lisans Bölüm ikinciliği