



**FARKLI ÜRETİM TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN
DOMATES SULARININ BAZI KİMYASAL VE
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN RAF ÖMRÜ
BOYUNCA KARŞILAŞTIRILMASI**
Hatice YILDIZ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ÜRETİM TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN DOMATES SULARININ
BAZI KİMYASAL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN RAF ÖMRÜ
BOYUNCA KARŞILAŞTIRILMASI**

Hatice YILDIZ

ORCID NO: 0000-0001-5703-8489

Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
ORCID NO: 0000-0003-3457-151X
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020

TEZ ONAYI

Hatice YILDIZ tarafından hazırlanan “FARKLI ÜRETİM TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN DOMATES SULARININ BAZI KİMYASAL VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN RAF ÖMRÜ BOYUNCA KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
0000-0003-3457-251X

Başkan : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
0000-0003-3457-251X
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Asuman CANSEV
0000-0002-3353-846X
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aycan ÇINAR
0000-0003-2038-725X
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve
Doğa Bilimleri Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

..!./.....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

09/01/2020

Hatice YILDIZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ÜRETİM TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN DOMATES SULARININ BAZI KİMYASAL VE ANTIOKSIDAN ÖZELLİKLERİNİN RAF ÖMRÜ BOYUNCA KARŞILAŞTIRILMASI

Hatice YILDIZ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), Türkiye’de ve dünya ülkelerinde taze veya işlenmiş ürünlerinin tüketimi oldukça yaygın olan meyveleri tüketilen bir sebze çeşitidir. Günümüzde, taze ve işlenmiş olarak tüketilen yüzlerce farklı özellik ve tiplerdeki domatesler tüm dünyada yetiştirilmektedir. Domates meyveleri taze olarak tüketilebildiği gibi çeşitli geleneksel ve/veya endüstriyel işleme yöntemleri uygulanarak ürün haline getirilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, geleneksel yöntem ile üretilen domates salçası ve ters ozmoz (RO) yöntemi kullanılarak üretilen domates püresi kullanılarak üretilen domates sularının 7 aylık raf ömrü süresince bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan kapasitelerinin ve biyoalınabilirliklerinin karşılaştırılmasıdır. Böylece beslenme ve insan sağlığını korumada önemli rolü olan antioksidanların, domates ürünlerinde işleme tekniğine göre değişimlerinin ortaya konulması da amaçlanmıştır. Bu amaçla tekniğine uygun olarak üretilen domates suyu örneklerinde kimyasal (briks, tuz, titre edilebilir asitlik ve renk analizi) ve fonksiyonel nitelikleri (askorbik asit miktarı, likopen miktarı, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite) belirlenmiştir. Çalışmada domates sularının raf ömrü boyunca briks ve tuz değerinin sabit kaldığını, ancak renk kaybı ve asitlik değerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Domates sularının likopen miktarı geleneksel yöntem ile üretilen domates suyunda 56,73 mg/100g iken ters ozmoz yöntemi ile üretilen domates suyunda 10,67 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Domates sularının biyoalınabilirliğinin, kullanılan her iki üretim tekniğinde de yüksek bir oranda (%93) olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, günlük diyet içerisinde sıklıkla kullanılan domates suyunun, toplum sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayabilen ve potansiyel hastalık risklerini azaltıcı bir gıda olarak değerlendirilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Domates suyu, ters ozmoz, biyoalınabilirlik, antioksidan kapasite

2020, viii + 61 Sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

COMPARISON OF SOME CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF
TOMATO JUICE PRODUCED BY DIFFERENT METHODS DURING SHELF LIFE

Hatice YILDIZ

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yasemin ŞAHAN

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a fruit of vegetable variety which has common consumption in Turkey and world countries as fresh or processed products. Today, hundreds of different qualifications and types of tomatoes are grown all over the world which are consumed commonly as fresh and processed. Tomato fruit can be consumed as raw or various traditional and/or industrial processing methods can be applied to tomatoes to produce different products. The purpose of this study is to determine and compare some physical, chemical and antioxidant properties of tomato juices which are produced by two different methods. And also comparing of their bioaccessibilities during shelf life. Antioxidant capacity of tomato juices produced using tomato paste produced by conventional methods and tomato puree produced by reverse osmosis (RO) method is compared over 7 months of shelf life. Thus, it is also aimed to reveal if there is any change on antioxidants, which play a major role in nutrition and human health, after processing of tomato products. For this purpose, the chemical (water soluble dry matter, salt, titratable acidity and color analysis) and functional qualities (ascorbic acid amount, total amount of lycopene, total amount of phenolic substance and antioxidant capacity) of tomato juice produced by its technique. Study is revealed that brix and salt ratio of tomato juices remained same but their color and total acidity ratio, which are indicator of product quality, is relatively changed during shelf life. Lycopene amounts of tomato juices are determined higher in conventional method (56,73 mg/100g) than reverse osmosis method (10,67 mg/100g). Bioaccessibility of total phenolic content of tomato juices both produced by different methods are determined as high values (93 %). Also it is thought that consumption of tomato juice in the daily diet due to its biocomponents, tomato juice has been proven to have a positive effect on human and community health and reduce potential disease risks.

Key words: Tomato juice, reverse osmosis, bioaccessibility, antioxidant capacity

2019 viii + 61 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sürecince bilgi ve tecrübesi, sabır ve sevgisi ile her zaman yanımda olup bu tez çalışmasının konusunun belirlenme aşamasından çalışma süresince geçen her bir adımında bilgi ve desteklerini hiçbir zaman benden esirgememiş olan, sevgili danışman hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bölümümde görev yapan ve tez çalışması süresince destekte bulunmuş olan tüm bölüm öğretim üyelerine ve yardımcılarına, tüm arkadaşlarıma,

Mustafakemalpaşa Konserve İşletmesi Merkez Laboratuvarının tüm imkânlarının kullanılmasında ve örnek temininde destek olan, konserve sektörü konusunda bilgi ve tecrübelerini paylaşmaktan çekinmeyen TAT Gıda Sanayi A.Ş. Konserve İşletmeleri Direktör, Tesis Yöneticisi, Üretim Yöneticilerim'e, Kalite Güvence Laboratuvar çalışmalarım ve analizlerim sırasında yardımlarını esirgemeyen gıda teknikeri arkadaşlarım Yeşim AKGÜL, Emine BUDAK ve Seda Korkmaz KURU'ya ve diğer tüm iş arkadaşlarıma,

Tüm yaşamın ve eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak sürekli destekleyen ve yanımda olan sevgili annem Nazife YILDIZ, sevgili babam İsmail YILDIZ, sevgili ağabeyim Erol YILDIZ'a, sevgili yengem Nazife YILDIZ ve canım yeğenim Nazlı YILDIZ'a sonsuz teşekkür ederim...

Hatice YILDIZ
09/01/2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Domatesin Tarihçesi ve Üretim Değerleri.....	5
2.2. Domates Çeşitleri.....	5
2.3. Domates ve Ürünlerinin Sağlık Üzerinde Etkileri.....	6
2.4. Domatesin Kimyasal Özellikleri.....	8
2.5. Likopen.....	10
2.6. Fenolik Bileşikler.....	12
2.7. Antioksidanlar.....	13
2.8. Serbest Radikaller ve Antioksidan Bileşikler.....	14
2.9. Toplam Fenol Miktarı.....	15
2.10. Antioksidan Kapasite Yöntemleri.....	16
2.10.1. ABTS Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini.....	17
2.10.2. CUPRAC Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini.....	19
2.10.3. DPPH Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini.....	20
2.11. Biyoyararlılık ve Biyoalınabilirlik.....	21
2.12. Domates Salçası Üretimi.....	22
2.12.1. Geleneksel Yöntem ile Domates Salçası Üretimi.....	22
2.12.2. RO Yöntemi ile Domates Püre Üretimi.....	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Domates Suyu Üretim Yöntemleri.....	26
3.2.2. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini (Briks Tayini).....	27
3.3.3. Renk Tayini.....	28

3.3.4. pH Tayini	28
3.3.5. Tuz Tayini	28
3.3.6. Titre Edilebilir Asitliğin Belirlenmesi	29
3.3.7. Askorbik Asit Tayini.....	29
3.3.8. Likopen Tayini	30
3.3.9. Ekstrakte ve Hidrolize Edilebilen Fraksiyonların Ekstraksiyonu	31
3.3.10. Biyoalnabilir Fraksiyonların Ekstraksiyonu	31
3.3.11. Toplam Fenol Miktarının Belirlenmesi.....	32
3.3.12. Antioksidan Kapasite Tayini.....	33
4. İSTATİSTİK ANALİZ	36
5. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	37
5.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	37
5.2. Toplam Fenol İçeriği.....	45
5.3. Antioksidan Kapasite	48
5.3.1. ABTS Yöntemi	48
5.3.2. CUPRAC Yöntemi.....	49
5.3.3. DPPH Yöntemi	50
5.3.4. Biyoalnabilirlik	52
6. SONUÇ.....	54
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	61

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
IU	International Unit
GAE	Gallik asit eşdeğeri
TE	Trolox eşdeğeri
%	Yüzde Değer
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µmol	Mikromol
g	Gram
mg	Miligram
mL	Mililitre
Kısaltmalar	Açıklama
ABTS	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
DPPH	% Serbest radikal yakalama aktivitesi
CUPRAC	Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
FAO	Food and Agricultural Organization
LSD	Least Significant Difference (En küçük önemli fark)
EFSA	Eurapian Food Safty Authority
USDA	United States Department of Agriculture
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	Orld Health Organization
dk	Dakika
Max	Maksimum
Min	Minimum
Ort.	Ortalama
SD	Standart sapma
SAA	Standart askorbik asit çözeltisi
DSLÇ	Domates salçası kullanılarak üretilen domates suyu
ROPR	RO domates püresi kullanılarak üretilen domates suyu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Likopenin kimyasal yapısı.....	10
Şekil 2.3. Troloks molekülünün kimyasal yapısı.....	18
Şekil 2.4. DPPH radikalinin formülü.....	20
Şekil 2.5. Geleneksel yöntem ile domates salça üretimi ve ters ozmoz yöntemi ile domates püresi üretimi.....	24
Şekil 3.1. Domates suyu üretimi.....	27
Şekil 3.2. Toplam fenol miktarı kalibrasyon grafiği.....	33
Şekil 3.3. ABTS antioksidan kapasite tayini kalibrasyon grafiği.....	34
Şekil 3.4. CUPRAC antioksidan kapasite tayini kalibrasyon grafiği.....	35
Şekil 3.5. DPPH antioksidan kapasite tayini kalibrasyon grafiği.....	36
Şekil 5.1. Domates sularının briks değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi.....	40
Şekil 5.2. Domates sularının tuz değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi.....	40
Şekil 5.3. Domates sularının titre edilebilir asitliklerinin depolama süresi boyunca değişimi.....	41
Şekil 5.4. Domates sularının pH'larının depolama süresi boyunca değişimi.....	42
Şekil 5.5. Domates sularının parlaklık değerlerinin (L) depolama süresi boyunca değişimi.....	43
Şekil 5.6. Domates sularının kırmızılık (a/b) değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi.....	43
Şekil 5.7. Domates sularının likopen miktarının depolama süresi boyunca değişimi....	44
Şekil 5.8. Domates sularının askorbik asit miktarının depolama süresi boyunca değişimi.....	45
Şekil 5.9. Domates sularının farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre karşılaştırılması.....	52
Şekil 5.10. Domates sularının toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesinin % biyoalnabilirliği.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Dünya’da sebze üretiminde önemli ülkeler ve üretim oranları.....	1
Çizelge 1.2. Türkiye’de tarım alanları.....	2
Çizelge 1.3. Türkiye’de bölgelere göre meyve sebze üretim miktarları.....	3
Çizelge 1.4. Türkiye'nin meyve ve sebze üretimindeki başlıca ürünleri.....	4
Çizelge 2.1. Domates ve ürünlerinin bazı besin öğeleri.....	7
Çizelge 2.2. Domates ve ürünlerinin karotenoid içeriği.....	7
Çizelge 2.3. Domates ürünleri ve kullanımının yaygın olduğu bazı ülkeler.....	8
Çizelge 2.4. Domatesin kimyasal kompozisyonu.....	9
Çizelge 2.5. Domates ve ürünlerinde likopen miktarı.....	12
Çizelge 5.1. Domates sularının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	37
Çizelge 5.2. Domates sularının likopen ve askorbik asit miktarları.....	37
Çizelge 5.3. Domates sularının depolama süresi boyunca fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	39
Çizelge 5.4. Domates sularının üretim tekniğine göre içerdiği toplam fenol miktarı.....	45
Çizelge 5.5. Domates sularının depolama süresine göre içerdiği toplam fenol miktarı.....	47
Çizelge 5.6. Domates sularının ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları.....	48
Çizelge 5.7. Domates sularının CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları.....	49
Çizelge 5.8. Domates sularının DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları.....	50

1. GİRİŞ

Meyve ve sebzelerin gerek besleyici öğelerinin fazla olması gerekse tarım alanlarının yüksek verimlikle değerlendirilmesindeki önemi nedeni ile tüm dünyada üretimi yaygındır. Meyve ve sebzeler özel iklim koşullarında üretimi yapılabileceği gibi seracılık metotları ile de üretilebilmektedir. Geçmiş yıllara göre ülkeler arasında ticaret yollarının ve yöntemlerinin gelişmesine bağlı olarak meyve ve sebze çeşitlerinin ithalat ve ihracat içindeki payı artmaktadır (Anonim, 2017).

Türkiye, oldukça yüksek tonajlarda sebze ve meyve üretim hacmine sahiptir. Ülkemiz, sebze üretim hacmi bakımından dünya ülkeleri arasında dördüncü sırada yer almaktadır. Dünya’da sebze üretiminde önemli ülkeler ve üretim oranları Çizelge 1.1’ de verilmiştir. Sebze ve meyve üretimleri büyük ölçüde eski usul ve sistemler kullanılarak yapılmasına rağmen Türkiye, özellikle nüfus nitelikleri ve tarım yapılabilir alanları göz önüne alındığında sebze üretimi sırlamasında dünyada ilk sıralarda gelmektedir.

Ülkemiz bölgesel açıdan incelendiğinde Akdeniz Bölgesi, iklim koşullarının sebze ve meyve yetiştiriciliğine uygun olmasından dolayı en yüksek verim bu bölgeden alınmaktadır. Ancak Anadolu’nun İç, Doğu ve Güney bölgelerinde daha kurak iklim koşullarına sahip olan diğer bölgelerimizde üretim verimliliği oldukça düşüktür (Anonim, 2017).

Çizelge 1.1. Dünya’da sebze üretiminde önemli ülkeler ve üretim oranları (FAO, 2018)

Ülke	Üretim Miktar (Ton)	Kişi Başı Üretim (kg/nüfus)	Ekili Alan (hektar)
Çin	56,423,811	40	1,003,992
Hindistan	18,399,000	14	760,000
ABD	13,038,410	40	144,410
Türkiye	12,600,000	156	188,270
Mısır	7,943,285	81	199,712
İtalya	6,437,572	107	103,940
İran	6,372,633	78	159,123
İspanya	4,671,807	100	54,203

Türkiye, coğrafi konumu dolayısı ile oldukça elverişli topraklara sahiptir. Ülkemizin 2014 yılında toplam 46,7 milyon ton olarak gerçekleşen meyve ve sebze üretiminin 17.1 milyon tonu meyve üretimi olup, 28.6 milyon tonu ise sebze üretimi olarak gerçekleştirilmiştir (Yavuz, 2005).

Türkiye’de tarla bitkileri yetiştiriciliği için ayrılan tarım alanlarının son 20 yıl içerisinde % 1,7 kadar azalmış olmasına rağmen, sebze yetiştirilen tarım alanlarında % 1,1 ve meyve yetiştirilen tarım alanlarında 2,8 % oranında artış görülmektedir. Çizelge 1.2’de yıllara bağlı olarak ülkemizdeki tarımsal alanlardaki değişim görülmektedir.

Çizelge 1.2. Türkiye' de tarım alanları (Anonim, 2018a)

Tarım Alanı	2015		2016		2017		2018	
	Bin dekar	(%)	Bin dekar	(%)	Bin dekar	(%)	Bin dekar	(%)
Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri	32838	14	33292	14	33481	14	34569	15
Nadas	41140	17	39983	17	36974	16	35128	15
Sebze	8082	3	8041	3	7983	3	7836	3
Süs Bitkileri	46	0	49	0	50	0	52	0
Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler	157230	66	155746	66	154978	66	154215	67
Toplam	239336	100	237112	100	233466	100	231800	100

Türkiye toplam sebze ve meyve üretiminin %50’ den fazlası ılıman iklim özelliklerine sahip güney ve güney batı bölgelerinde üretilmektedir. Meyve ve sebze ürünleri toplam tarım ihracatında %25 orana sahiptir ve ekonomik kaynaklar içerisinde önemli bir yeri bulunmaktadır (Akbaş ve ark, 2005). Ülkemizde bölgelere göre meyve ve sebze üretim miktarları Çizelge 1.3’de görülmektedir.

Çizelge 1.3. Türkiye’de bölgelere göre meyve sebze üretim miktarları (Anonim, 2018b)

Ülkeler	Üretim (Ton)	Üretimde Bölge Payı (%)	Ortalama Verimliliği (ton/alan)
Akdeniz	7.751.929	30,8	4,74
Ege	7.189.698	28,6	3,32
Marmara	4.569.018	18,2	3,10
Karadeniz	2.625.015	10,4	2,95
Güneydoğu Anadolu	1.977.657	7,9	2,46
Doğu Anadolu	622.878	2,5	2,48
İç Anadolu	394.076	1,6	1,02
Toplam	25.130.271	100.0	2,86

Dünya genelinde domates üretimi 177 milyon ton dolayında yapılmaktadır (FAO, 2018). Türkiye’de ise %85 gibi büyük bir oranda yapılmakta olan meyve ve sebze üretimlerinin başında domates gelmektedir (Anonim 2018c). Türkiye, dünya domates üreten ülkeler sıralamasında 4. sırada bulunmaktadır. Bu durum Türkiye’nin domates üretiminde dünya ülkeleri arasında önemli bir yerde olduğunu, domates ve ürünlerine yönelik dış ticaretin arttırılmasına katkı sağlayabilecek bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

Dünya nüfusundaki hızlı artış karşısında işlenebilir tarım alanlarının kısıtlı kalması nedeniyle yeterli ve dengeli beslenmeye yönelik sorunlar görülmektedir. Bu sorun, meyve ve sebze üreticiliğinin desteklenmesi ve üretim miktarlarının arttırılması ile azaltılabilecektir. Meyve ve sebze üretimlerinin arttırılmasına yönelik gerek ülkemizde gerekse de Avrupa ve Amerika kıtalarındaki ülkelerde, çeşitli kurum ve kuruluşların destek programları bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak; ABD Ulusal Kanser Enstitüsü tarafından yürütülmüş olan ve her Amerikalı’nın en az 5 porsiyon taze meyve ve sebze tüketmesini benimsetmeye yönelik kampanyalar gösterilebilmektedir (Spoon ve ark, 1998). Bu kampanyalar ile özellikle kanser, kalp hastalıkları gibi yüksek ölüm riski bulunan hastalıkların, sağlıklı ve dengeli beslenme sayesinde azaltılması amaçlanmıştır (Akbay, 2000).

Meyve ve sebzeler, ülkemiz dış ticaretinde de önemli bir yere sahiptir. Türkiye, dünya fındık üretiminin % 64 ünü karşılamakta, ayrıca kiraz, siyah ve beyaz incir ve ayva gibi meyvelerin üretiminde de dünya ülkeleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Bunlara ilaveten vişne, kestane, kavun, karpuz, hıyar üretiminde dünya ülkeleri arasında ikinci, nohut ve antep fıstığı ile biber ve elma yetiştiriciliğinde de dünya üçüncüsü olduğu bilinmektedir Çizelge 1.4’ de Türkiye’ nin meyve ve sebze üretimlerindeki başlıca ürünlerinin 2001 yılından 2018 yılına dek yapılan üretim miktarlarındaki artış ve azalışın oransal değişimi görülmektedir.

Çizelge 1.4. Türkiye'nin meyve ve sebze üretimindeki başlıca ürünleri (Anonim, 2018c)

Tarımsal Ürün	2001 (ton)	2018 (ton)	Değişim (%)
Domates	8.425.000	12.303.750	(+) % 44
Hıyar	1.740.000	1.782.087	(+) % 6
Kavun	1.775. 000	1.753.942	(-) % 1,2
Karpuz	4.020.000	4.031.174	(+) % 0,2
Kuru Soğan	2.150 000	1.930 695	(-) % 10

Bu çalışmada, geleneksel yöntemler ile üretilen domates salçası (DSLÇ) ve ters ozmoz yöntemi ile üretilen domates püresi (ROPR) kullanılarak üretilen domates sularının bazı fiziksel, kimyasal özellikleri, likopen, askorbik asit içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve toplam fenol içerikleri ile bunların biyoalınabilirlikleri karşılaştırılmıştır. Böylece beslenme ve insan sağlığına büyük katkısı olan antioksidanların domates ürünlerinde işleme tekniğine göre değişimlerinin ortaya konulması da amaçlanmıştır. Ayrıca işleme tekniğinin antioksidan kapasite biyoalınabilirliğinin üzerindeki etkisine ortaya koyulabilecek ve raf ömrü boyunca üründeki değişimleri de belirlenebilecektir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Domatesin Tarihçesi ve Üretim Değerleri

Tarihi kaynaklara göre domates meyvesinin tarımının tarihte ilk kez Meksika veya Peru'da yaşamakta olan Güney Amerika'lı yerli kabileler tarafından yapıldığı bilinmektedir. Domatesin isminin Aztek dilinde yer alan 'xitomate' ya da 'zitotomate' olarak bilinen kelimelerden türetildiği düşünülmektedir. Bu isim ile birlikte 16. yüz yılda sırası ile önce Avrupa'ya ve 18. yüz yılda ise bu kıtadan Kuzey Amerika kıtasına ulaştırıldığı, sonrasında da yeni coğrafi keşifler ile birlikte bu bölgelerden bütün dünyaya yayıldığı düşünülmektedir (Gould, 1983). Domates (*Solanum lycopersicum* L.), dünya çapında yüksek kapasitelerde yetiştirme yüzdesine sahip olan Solanaceae familyasından olan sebze türlerinden biridir (Peralta ve Spooner, 2005). Domates bitkisinin diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de yetiştiriciliği ve tohum ıslah çalışmaları yaygın olarak yapılmaktadır. 2018 yılı verilerine göre Türkiye'de yaklaşık 190 bin ha alanda 12 milyon ton /yıllık domates üretimi yapıldığı bilinmektedir (Anonim 2018b). Domates tarımına ülkemizde ilk olarak 19. yüzyılın başlarında Adana'da başlandığı bildirilmiştir. Türkiye, domates bitkisinin gen merkezi içerisinde olmamasına rağmen geniş bir çeşitlilikte yetiştiricilik potansiyeline sahiptir. Ülkemiz, domates üretiminde Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra dördüncü sırada gelmektedir. Ülkemizde toplamda yaklaşık 130 bin ha alanı bulan seralarda ve açık alanda yapılan domates üretimlerinde ortalama 8 milyon ton sofralık ve 3,5 milyon ton salçalık domates üretimi yapılabilmektedir. Ülkemizde en fazla sofralık domates üretimi Akdeniz Bölgesi'nde, en fazla salçalık domates üretimi ise Ege Bölgesinde gerçekleştirilmektedir (Şeniz, 1992).

2.2. Domates Çeşitleri

Domates oldukça fazla çeşide sahip olup geniş bir alanda yetiştiriciliği yapılan bitkilerdendir. Ticari olarak üretilen domateslerinin yabani olarak yetişen akrabaları, deniz seviyesinden olan yüksekliğinden etkilendiği gibi bulunduğu yerin enlem derecesinden de etkilenmekte ve geniş bir gen çeşitliliğine ulaşmaktadır (Rick ve Holle, 1990; Roselló ve ark., 1996; Peralta ve Spooner, 2005). Dünyada kaç farklı domates

çeşidi olduğu tam olarak bilinmemektedir. Özellikle İtalya en büyük domates üreticisi ülkelerden biri olup Türkiye'de de farklı çeşitlerinin üretimi sürekli geliştirilerek arttırılmaktadır (Sönmez ve ark., 2015).

Ülkemizde sanayi domatesi olarak üretilen çeşitler AB 0311, AB 0319, Albatros, Albeni, CXD 263, H1015, H5803, H988, Kendras, N6416, Red Diamond, SVTN 9000, UG 983, XPH 5822 olarak sayılabilmektedir. Sanayi domatesleri genel olarak erken mahsul veren çeşitlerdir. Bu çeşitlerde meyve yapıları daha tek düzedir, iç ve dış renkleri oldukça homojen ve kırmızı renkli olup ortalama briks değerleri % 4,7-6,0 aralığındadır. JAG 8810 ve KGM 77 olarak adlandırılan ince kabuklu, yüksek meyve kalitesine sahip, yüksek kuru madde içeriğine sahip ve kolay ekstrakte edilebilen çeşitler olarak ters ozmoz ile membran filtrasyon metotlarında kullanılmak üzere özel olarak üretilmektedir (Anonim, 2019).

2.3. Domates ve Ürünlerinin Sağlık Üzerinde Etkileri

Taze ya da konserve edilmiş domates ürünleri tüm dünyada yaygın olarak tüketilmektedir. Domates ve domates ürünlerinin içerdiği biyoaktif bileşenler nedeni ile hastalık oluşumunu önleyici etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalar, domates meyvelerinin farklı gelişme evrelerinde değişen antioksidan miktarlarının bulunduğunu ortaya koymaktadır. Domates ve ürünlerinin şeker hastalığı ve erken bunama gibi hastalıklara karşı engelleyici etkisi belirlendiği gibi metabolizmayı hızlandırıcı özellikte olduğu, görme ve cilt sağlığında pozitif etkileri olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca domates tüketme miktarlarının artması ile prostat kanseri ve kardiyovasküler rahatsızlıklardaki azalmanın doğru orantılı olduğu bildirilmektedir (Bıçaklı ve ark., 2012).

Adams ve ark. (2005) yaptıkları araştırmada domates ve domates ürünlerinin içerdiği fitokimyasal içeriği ve bu biyoaktif maddelerin hastalık gelişimini nasıl azalttığı incelenmiştir. Fareler ile yapılan çalışmalarda domates ve likopen ağırlıklı diyet uygulanmasının prostat kanserinin ilerlemesini yavaşlattığı rapor etmişlerdir. Çizelge 2.1. ve Çizelge 2.2.'de domates ve bazı ürünlerindeki besin öğeleri ile karetenoid içerikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Domates ve ürünlerinin bazı besin öğeleri (USDA, 2019)

Domates ürünleri (100 gr)					
Besin öğesi	Domates	Ketçap	Domates Suyu	Domates Sosu	Domates Çorbası
Potasyum, (mg)	237	382	229	331	181
α- tokoferol, (mg)	0,54	1,46	0,32	2,08	0,50
A vitamini, (IU)	833	933	450	348	193
Askorbik Asit, (mg)	12,7	15,1	18,3	7	27,3
Toplam folat, (μg)	15	15	2	9	7

Çizelge 2.2. Domates ve ürünlerinin karotenoid içeriği (USDA, 2019)

Domates ürünleri (μ g/100 g)					
Besin öğesi	Domates	Ketçap	Domates Suyu	Domates Sosu	Domates Çorbası
β-karoten	449	56	270	290	75
α- karoten	101	0	0	0	0
Likopen	2573	17007	9037	15152	5084

Domates meyvesi kullanılarak pek çok farklı teknikle çeşitli sanayi ürünleri üretilebilmektedir. Bunlar arasından özellikle geleneksel olarak domates salçası üretimi ve tüketimi Türkiye’de oldukça yaygındır. İlerleyen teknolojik ve ekonomik artış ihracat ithalat pazarının günden güne genişlemesi ile geleneksel domates ürünlerinin yanı sıra farklı tür ve tiplerde domates ürünleri de ülkemiz piyasalarında yer bulmaya başlamaktadır. Doğranmış ya da soyulmuş domatesler, domates püresi, domates bazlı çeşnili soslar, domates rendeleri, domates bazlı makarna sosları, domates suları ve çorbaları bunların arasında öne çıkmaktadır. Pek çok üretici farklı ambalajlarda ürünleri ile piyasada bulunmaktadır. Özellikle taze hammaddeden üretilen domates püresi çeşitleri piyasada tercih nedeni olmaktadır. Spesifik bir domates çeşidi kullanılarak üretilen domates püreleri özel ürünler olarak piyasada yer alabilmektedir. Domatesli makarna sosu kullanımı ve üretimi de çok yaygındır. Ayrıca taze domates kullanılarak üretilen bu ürünler dışında kurutulmuş domates kullanılarak üretilen kırmızı pesto sos gibi ürün çeşitleri de mutfaklarda kullanılmaktadır. ABD, domates suyu ve kutulu domates çorba ürünleri de tüketimi yüksektir. Çizelge 2.3’te domates ve ürünlerinin yaygın olarak tüketildiği bazı dünya ülkeleri verilmiştir.

Çizelge 2.3. Domates ürünleri ve kullanımının yaygın olduğu bazı ülkeler (Anonim,2014)

Ürün Grupları	Kullanımı Yaygın Olan Ülkeler/Bölgeler	Bazı Ürün Çeşitleri
Doğranmış/Bütün Domates Konservesi	Avrupa Ülkeleri, ABD, Kanada, Güney Amerika, Orta Doğu	Soyulmuş Bütün Domates, Doğranmış Domates, Fesleğenli Doğranmış Domates
Domates Sosları	Akdeniz Ülkeleri, İngiltere, Fransa, ABD, Güney Amerika	Fesleğenli Domates Sosları, Etili/Et Sulu Domates Sosları, Defne Yapraklı-Çeşnili Soslar
Makarna/Pizza Sosları	Akdeniz Ülkeleri, İngiltere, Fransa, ABD, Güney Amerika	Sebzeli-Zeytinli Soslar, Etili/Sosisli Makarna Sosları, Teze Fesleğenli Soslar,
Diğer Domates Ürünleri	ABD, Güney Amerika, Balkan Ülkeleri, Fransa	Domates Suyu, Domates Çorbası, Alkollü İçecek için Domatesli Mix Karışımlar
Dip Soslar/Kahvaltılık Domates Sosları	ABD Güney Amerika, İtalya, Balkan Ülkeleri	Salsa Sos Çeşitleri, Közlenmiş Domates Püre Çeşitleri, Kırmızı Pesto Sos Çeşitleri, Düşük Briketli Kahvaltılık Salça Çeşitleri

2.4. Domatesin Kimyasal Özellikleri

Domates, ortalama % 93-96 nem, % 4 karbonhidrat, % 1 protein, % 0,3 yağ, % 2-3,5 şeker, % 0,6 kül ve % 0,6 selüloz içermektedir. Ayrıca domatesin çeşitli mikro ve makro moleküllerce de zengindir. İnorganik bileşik oranı yaklaşık % 6 olup değişen oranlarda da sitrik asit ve malik asit gibi organik asitler içermektedir. İlaveten çeşitli proteinler, selüloz, pektin, polisakkaritleri de içerdiği belirlenmiştir (Petro, 1987). Kalsiyum miktarı 7,21 mg, fosfor miktarı 17-28 mg, demir miktarı 0,6 mg, A vitamini miktarı 1000-1100 IU, potasyum miktarı 264-314 mg, magnezyum miktarı 19-20 mg, sodyum miktarı 3-10 mg, askorbik asit miktarı 20-28 mg arasında olduğu bilinmektedir. Bunun yanında domates meyveleri tiamin, riboflavin ve K vitamini içinde önemli bitkisel kaynaklardan biridir (Kaygısız, 2004). Ortalama olarak 123 gr ağırlığındaki bir adet domates meyvesi

25 kalori enerji içermektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Domates ayrıca karbonhidratlar, antioksidan niteliği olan karotenoidleri ve askorbik asit içeriği açısından da önemlidir. İçerdiği organik asit ve karbonhidrat oranları göz önüne alındığında bir domates günlük lif ihtiyacının % 5'ini karşıladığı gibi, günlük askorbik asit ihtiyacının da % 25'i karşılayabilmektedir. Domates meyvelerinde karoten oranı oldukça yüksektir. Özellikle domatesin içerdiği karoten çeşidi olan beta karoten, A vitamininin bir formudur ve bir adet domates günlük ihtiyacın % 20 sini karşılayabilmektedir. Domates içerdiği yüksek miktarlardaki likopen nedeniyle kuvvetli bir antioksidan olarak belirtilmektedir (Durmuş ve ark, 2018). Domates ve ürünlerinin yüksek antioksidan özelliklere sahip olmasının bir diğer nedeni de, içerdiği fenolik bileşiklerden başka yüksek likopen ve askorbik asit içeriğine sahip olmasıdır. Domates meyvelerine tespit edilen bazı bileşenlerin oranları Çizelge 2.4' de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Domatesin kimyasal kompozisyonu (Petro Turza, 1987; Yılmaz, 2001)

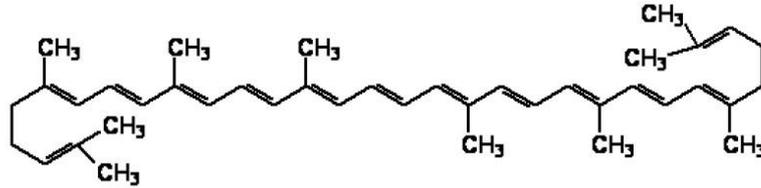
Bileşen	(%)	Bileşen	(%)
Fruktoz	25	Selüloz	6
Glukoz	22	Hemiselüloz	4
Sakaroz	1	Mineraller	8
Sitrik asit	9	Yağlar	2
Malik asit	4	Askorbik asit	0.5
Protein	8	Renk maddeleri	0.4
Dikarboksilik amino asit	2	Diğerleri (amino asitler, vitaminler, polifenoller)	1
Pektinler	7	Uçucu bileşikler	0.1

Olgunlaşmış domateste yüksek miktarlarda da glukoz ve fruktoz tespit edilebilmekte iken iz miktarda da sakkaroz bulunabilmektedir. Domates meyvesinde bulunan önemli polisakkaritler arasında pektinler, ksilanlar, arabinoksilanlar ve selüloz sayılabilmektedir. Taze domates suyunda ölçülmüş olan serbest aminoasitler ve organik asitler içinde glutamik asit % 45 oranı ile en üst sırada yer almaktadır. Domateste bulunan organik asitler arasında ise en fazla bulunan organik asit sitrik asit iken, az miktarlarda malik

asitinde bulunduğu belirlenmiştir (Gould 1983; Yılmaz 2001). Ayrıca bunların yanı sıra domatesin tadı ve aroması üzerinde etkili olan 400'ün üzerinde farklı niteliklerde madde bulunabilmektedir. Domatesin tadının oluşumunda rol oynamakta olan bu uçucu bileşikler ve değişken aroma maddeleri ile organik asitlerin yanında şekerler, serbest aminoasitler, mineral tuzları da etkili olduğu bilinmektedir. Domates meyvelerinde bulunan bu bileşenlerin miktarı, çeşide, meyvelerin olgunluk aşamasına, yetiştiği iklim koşullarına, ışık, sıcaklık, toprak, gübreleme periyot ve niteliği, sulama ve yetiştiricilik sırasında yapılan diğer tüm tarımsal işlemler, hasat ve depolama koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir.

2.5. Likopen

Domates bileşimindeki esas renk maddesi bir ksantofil olan likopendir. Domates içinde stabil olmasına rağmen, liposigenaz gibi bazı enzimler aracılığı ile degrade olmaktadır (Saldamlı, 1998). Likopen, sindirim sistemi içerisinde emilimi en kolay ve yüksek olan bir karotenoittir. Likopenin en büyük kaynağının domates ve domates ürünleri olduğu bilinmektedir (Clinton, 1998). Şekil 2.1'de likopenin kimyasal yapısı görülmektedir.



Şekil 2.1. Likopenin kimyasal yapısı

Likopenin en önemli etkilerinden biri oksidatif stres nedeniyle oluşan serbest radikal bileşiklerin bertaraf etmesidir. Bu özelliği ile güçlü bir antioksidan olan likopen, hücreleri serbest radikal kaynaklı zararlardan korumaya yardımcı olduğu gibi hücresel bağları da kuvvetlendirmektedir. Likopenin sahip olduğu antioksidan nitelik sayesinde çeşitli kanser türleri ile kalp hastalıklarının önlenmesi ve vücut yaşlanma etkilerinin yavaşlaması gibi faydaları da bulunmaktadır (Dumas ve ark., 2003).

Günlük diyet içerisindeki likopenin başlıca kaynakları domates ve ürünlerinden ketçap, domates sosu, salça ve domates suyu gibi ürünler olduğu bilinmektedir. Karotenoidler arasında antioksidan aktivitesi en yüksek olan çeşidin likopen olduğu belirtilmiştir (Bohm ve ark, 2002). Domatesin içerdiği likopen miktarları çeşit ve olgunluğuna bağlı olarak değişebilmektedir (Shi ve Le Maguer, 2000).

Djuric ve Powell (2001) domates ve domates ürünlerinden bazılarının likopen içeriklerini ve antioksidan kapasitelerini araştırmışlardır. Domates ürünleri arasında en yüksek likopen içeriğine domates konservesinin, en yüksek antioksidan kapasitesine de domates suyunun sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma, ısı işlem gören domates ürünlerinde likopenin serbest kalması nedeniyle miktarının taze domatese göre daha fazla olduğuna yönelik benzer araştırma bulguları ile de benzerlik göstermektedir.

Domates suyu, sos, salça veya ketçap gibi domates ürünlerinin yapımı sırasında uygulanan ısı işleme bağlı olarak likopenin kimyasal yapısı değişmekte ve insan vücudunda daha kolay emilebilir forma dönüşmektedir. Bunun nedeninin domatesin doğal hücre yapısında bulunan enzimlerin ısı işlem dolayısı ile parçalanması olduğu düşünülmektedir (Hadley ve ark, 2002). Böylece likopenin ısı işlem uygulaması sonrasında biyoalınabilirlik düzeyinde artış olmaktadır (Gartner ve ark, 1997). Ancak likopenin biyoalınabilirliğinin diyetle alınan diğer bileşenler, yağlar ve farklı karotenoid çeşitleri ile vitaminler ve minerallerden de etkilendiği bilinmektedir (Hadley ve ark, 2002). Dünya ülkelerindeki günlük likopen alımı incelendiğinde farklılıklar görülmektedir. ABD’de ve Kanada’da 25 mg/gün iken bu oran Almanya, Finlandiya gibi Avrupa ülkelerinde 0,7 mg/gün olarak saptanmıştır (Rao ve Shen, 2002). Likopenin kanda yüksek miktarlarda bulunması ile prostat kanseri, sindirim sistemi kanseri, pankreas kanseri, rahim kanseri ve kalp krizi riskinin düşürülmesi arasında bağlantı bulunmaktadır (Rao ve Agarwal, 1998). Likopenin toksisitesi üzerine yürütülmüş herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır (Bramley, 2000). Bazı domates ürünlerinde bulunan likopen miktarları Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Domates ve ürünlerinde likopen miktarı (Bramley, 2000)

Domates ve Baz Ürünleri	Likopen (µg/g)
Domates salçası	54.0-1500.0
Ketçap	99.0-134.0
Pizza sosu	127.1
Domates suyu	50.0-116.0
Domates sosu	62.0
Taze domates	8.8-42.0

2.6. Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler genel olarak fenolik asit ve flavonoid olmak üzere iki grupta toplanabilmektedir. Fenolik bileşiklerin bazıları meyve ve sebzelerin acılık ve burukluk gibi lezzetlerin oluşmasında etkili olurken bazılarının ise meyve ve sebzelerde görülen sarı, sarı-turuncu, kırmızı-mor tonlarındaki renklerinin oluşumundan sorumlu oldukları bilinmektedir (Nizamoğlu ve Nas, 2010).

Fenolik Asitler; Hidroksi benzoik ve hidroksi sinamik asitler olarak iki farklı grupta incelenmekte olup fenolik asitlerden hidroksi benzoik asitler, C₆-C₁ fenil metan yapısındadır. Bitkisel gıdalar içinde eser miktarlarda bulunabilmektedirler. Örnek olarak salisilik asit, gallik asit ve vanilik asitler sayılabilmektedir. Hidroksi sinamik asitler ise C₆-C₃ fenil propan yapısındadır ve fenil propan halkasına bağlanan hidroksil grubunun pozisyon ve yapısına göre farklı özellik göstermektedirler. Kafeik asit, ferulik asit, p-kumarik asit ve o-kumarik asitler yaygın olarak bulunduğu bilinmektedir (Rao ve ark., 2007)

Flavonoidler; 15 karbon atomuna sahip olan difenilpropan (C₆-C₃-C₆) formunda, iki fenil halkasının propan zinciri ile birleşmesi ile oluşmuş bileşiklerdir. Flavonoidlerin yapısındaki hidroksil gruplar yüksek düzeydeki reaktif nitelikleri sebebi ile kolaylıkla glikozitleşmektedir. Flavonoidler, gıda maddelerinde en yaygın olarak polifenol

formunda bulunmaktadır. Doğada 6000'in üzerinde değişik flavonoid olduğu bilinmektedir. Flavonoidler yapıları itibari ile antosiyaninler, flavon ve flavonoller, kateşinler, löykoantosiyanininler ve proantosiyanidinler olarak farklı beş grupta incelenmektedir (Yao ve ark., 2004).

2.7. Antioksidanlar

Antioksidanlar gıdaların yapısında doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Gıdalardaki kimyasal reaksiyonların sonucunda antioksidanlar oluşabilir veya doğal gıda kaynaklarından ekstraksiyon metotları ile ayrıştırılarak gıdalara katılabilirler. Fenolikler, gıdalarda bulunan başlıca antioksidan bileşiklerdendir. Özellikle, meyve ve sebze çeşitlerinde ağırlıklı olarak bulunabilen flavonoidler güçlü antioksidan aktivite değerlerine sahiptirler. Antioksidanların, oksidasyon sürecinin radikal zincir süreçleri için stabil nitelikte ara moleküllerin oluşumunu sağlayan maddeler olduğu bilinmektedir. Antioksidanlar, düşük konsantrasyonlarda dahi organik moleküllerin serbest radikal oksidasyonunun önüne geçen bileşiklerdir (Öğüt, 2014). Doğal ve sentetik olan antioksidanların özellikle sentetik olarak üretilen çeşitleri gıda sanayinde koruyucu katkı olarak kullanılmaktadır. Bazı bitkisel kaynaklı fenolik maddeler de yakın dönemden itibaren antioksidan maddeler arasında kabul görmüş ve ticari formlarının üretimlerine başlanmıştır (Singleton ve ark., 1999).

Tüketimlerinin daha güvenli olması ve istenmeyen yan etkilerinin bulunmaması gibi avantajları olan doğal antioksidanlar, sentetik antioksidanlara göre daha fazla kullanım alanı bulmaktadır (Stahl ve ark., 2002). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşiklerden doğal ve yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu bilinenlerin, hücrelerin karşılaştığı oksidatif strese ve oksidatif stresin neden olduğu sağlık sorunlarından korunmaya etkili oldukları bilinmektedir (Yılmaz, 2010). Bu nedenle de, gıdaların beslenme ve sağlık üzerine etkilerinin belirlenmesinde antioksidan kapasite tayin ve tespiti alanında çok sayıda çalışma yapılmıştır.

2.8. Serbest Radikaller ve Antioksidan Bileşikler

Serbest radikal olarak bilinen moleküller eşlenmemiş elektronlara sahip olan atom veya moleküller olarak bilinmektedir. Bu radikal bileşikleri oldukça kararsız bir yapıda olmaları dolayısı ile canlı organizmalarda bulunan diğer kararlı moleküllerin yapılarını bozarak bunların kararsız düzene geçmelerini sağlamaktadır. Serbest radikal oluşumu kontrol edilemeyen çeşitli çevresel ve fizyolojik faktörlere bağlı olarak kontrolsüzce devam etmektedir ve bu nedenle hücre tahribatının görülmesi oksidatif stres olarak bilinmektedir. Antioksidanlar bu serbest radikal bileşikleri için bağlanabilecekleri niteliklerde elektronlar sağlayıp kararlı hale geçmelerine neden olmakta ve diğer kararlı bileşenler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Aydemir ve Sarı, 2009). Antioksidanlar, kimyasal nitelikli reaksiyonların sonucu olarak meydana gelen bu serbest radikal moleküllerinin neden olduğu doku hasarını önleyebilmektedir (Alhan ve Şan 2002).

Yaşam boyunca gerçekleşen metabolizma faaliyetleri nedeni ile serbest radikal molekülleri ve diğer benzeri reaktif nitelikli oksijen türleri, ömür boyunca oluşmaya devam etmektedir. Vücutta biriken serbest radikaller ve oksidatif reaksiyonlar nedeniyle proteinler, nükleik asitler ve yağ asitleri gibi vücutta bulunan temel bileşenler ve dolayısıyla hücreler zarar görmekte ve bu nedenle pek çok sağlık problemi oluşmaktadır (Serteser ve Gök, 2003). Metabolizma boyunca oluşan bu oksidatif yıkım nedeni ile hücre hızlı yaşlanma ve erken yaşlanma problemi karşı karşıya kalmaktadır. Bu sebeple de kalp ve damar hastalıkları, bağışıklık sistem rahatsızlıkları, göz ve sinir sistemi hastalıklarına kaynak oluşturmaktadır (Young, 2001).

Gıdalarda doğal olarak bulunan bileşenlerin serbest radikaller üzerinde antioksidan etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından yapılan, konuya ilişkin bilimsel araştırmaların incelemeleri ve değerlendirmeleri sonucunda gıda antioksidanlarının oksidatif stresin önlenmesinde, DNA gibi kompleks yapıların ile yağ ve protein dokularının korunması üzerindeki olumlu etkilerinin olmasına yönelik iddiaların doğruluğu kabul edilmiştir.

Doğal ve fenolik bileşiklerce zengin meyve ve sebzeler vücudumuzu serbest radikallerin olumsuz etkilerinden koruduğu bilinmektedir (Halvorsen ve ark. 2002). Gıdalardaki antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla, toplam fenol miktarı ve farklı antioksidan kapasite belirleme metodları kullanılmaktadır.

2.9. Toplam Fenol Miktarı

Toplam fenol miktarı yöntemi ilk olarak 1965'de Singleton ve Rossi tarafından önerilmiş ve daha sonra pek çok farklı araştırmacı tarafından da geliştirilmiştir. Bu yöntemde kullanılan Folin-Ciocalteu reaktifi, fosfomolibdat ve fosfotungstat karışımı reaktiflerdendir ve polifenolik antioksidanların kolorimetrik tayininde kullanılmaktadır (Singleton ve ark., 1965). Bu yöntemde analiz edilen örneğin, reaktifin oksidasyonunu inhibe etmesi için gerekli miktarını ölçmektedir (Vinson ve ark. 2005). Ancak bu reaktifin sadece toplam fenolik bileşik miktarını ölçmediği ve örnek içinde bulunan tüm indirgen maddelerle de reaksiyona girdiği bilinmektedir (Ikawa ve ark., 2003).

Folin-Ciocalteu reaktifi heteropolifosfotungstat-molibdat içermekte olan oksidasyon belirteçlerindendir. Folin-Ciocalteu reaktifi ile toplam fenol tayininde, tersinir 1- veya 2- elektron indirgeme reaksiyon basamakları, heteropoli ($\text{PMoW}_{11}\text{O}_{40}$)⁴⁻ reaktifinden mavi türlerin oluşumuna sebep olmaktadır. Bu kompleksteki molibdenin indirgenmesi daha kolay olup elektron transfer reaksiyonu, indirgenler ile Mo(VI) arasında olmaktadır (Apak ve ark., 2007).

Bu metodun sahip olduğu avantajları yanında fenolik olmayan organik maddelerle (şekerler, aromatik aminler, askorbik asit, adenin, adenozin, aminobenzoik asit, EDTA, fruktoz, guanin, indol, proteinler vb.) ve bazı inorganik maddelerle (hidrazin, demir amonyum sülfat, magnezyum sülfat, potasyum nitrat, sodyum sülfat, sodyum nitrat vb) reaksiyon oluşması gibi dezavantajlarının olduğu da bilinmektedir (Prior ve ark. 2005).

2.10. Antioksidan Kapasite Yöntemleri

Yapılan araştırmalar, gıda antioksidanlarının oksidatif stresle ilgili hastalıkların etkilerinin azaltılmasında pozitif etkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Bu faydaları nedeni ile antioksidanlar, son yıllarda araştırmacıların artan ilgisi ile araştırma konusu haline gelmiştir. Gıda bileşiminin karmaşıklığı, gıdadaki antioksidan bileşiklerin multifonksiyonel olması ve sinerjistik etkileşimlerinden dolayı, gıdadaki her bir antioksidan bileşiğin özel olarak ayrıştırılarak üzerine çalışılması pahalı ve zor bulunmaktadır. Bu yüzden araştırmacılar antioksidan etkinliğin hızlı, güvenilir biçimde ve bir kimyasal reaksiyon ile ölçülmesini sağlayabilecek metod geliştirmek amacıyla çaba göstermektedir. Buna bağlı olarak in vitro koşullarda antioksidan kapasiteyi ölçmeyi amaçlayan çok sayıda metod bulunmaktadır. Ancak bir gıdanın antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amacıyla farklı oksidasyon şartları altında ve farklı oksidasyon ürünlerini ölçmek için birkaç metodun birlikte kullanılması önerilmektedir (Frankel ve Meyer, 2000).

Antioksidan kapasite hesaplama yöntemleri genel olarak iki temel prensibe dayanmaktadır. Bunlardan ilki ‘Hidrojen Atom Transferini’ (HAT) temel alan analizler, diğerisi ise ‘Tek Elektron Transferini’ (ET) temel alan analizler olarak tanımlanmaktadır (Huang ve ark. 2005, Prior ve ark. 2005). Bu reaksiyona dayanan analiz yöntemlerinin çoğunun azo bileşiklerinin bozunması sonucu oluşan peroksil radikallerinin antioksidan ve substrat tarafından yarışılarak giderilmesi prensibine dayanmakta olduğu bilinmektedir. HAT analiz metodlarından sıklıkla kullanılmakta olanlar için indüklenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein otooksidasyonları, Oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC), toplam radikal yakalama antioksidan kapasitesi (TRAP) olarak sayılabilmektedir (Huang ve ark., 2005, Prior ve ark., 2005). ET esaslı analiz yöntemleri, antioksidan maddelerinin indirgenmesi sonrasında renk değiştiren bir oksidan maddeyi de indirgeme kapasitesinin ölçümünü temel alan metodlardır. Renk değişim niteliğinin derecesini örneğin içerdiği antioksidan konsantrasyonu ile ilişkilendirme prensibine uygun olarak çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. ET esaslı analiz yöntemlerinden sıklıkla kullanılmakta olanlar ise Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik madde tespiti, troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) ölçümü; (ABTS), demir iyonlarını indirgeme antioksidan kapasitesi ölçümü (FRAP), yüzde serbest radikal yakalama

aktivitesi kullanarak toplam antioksidan potansiyel ölçüm yöntemi (DPPH) ve Bakır(II) indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi sayılabilmektedir (Huang ve ark. 2005, Prior ve ark. 2005).

Yukarıda açıklanan tüm bu metotların bir bitkinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde kullanılması mümkündür. Analiz uygulanan örneğin içerdiği antioksidan maddelerin moleküler niteliklerinin değişkenlik göstermesi nedeni ile bu yöntemler arasında her zaman lineer düzeyde bir ilişki oluşması beklenmemektedir. Bu sebepten dolayı bitkinin antioksidan kapasitesi hakkında karar vermek adına tek bir yöntem yerine, farklı yöntemlerin kullanılarak sonucun değerlendirilmesi uygun olmaktadır. Antioksidan kapasitenin ölçümü için literatürde verilen en az yirmi adet yöntem bulunmaktadır. Bitkilerin antioksidan kapasitelerinin tayini söz konusu olduğunda ise literatürdeki sonuçlar açıkça antioksidan kapasite seçilen tayin yöntemine son derece bağımlılık göstermekte olup belirlenen antioksidan kapasite ile bitki ekstraktlarının toplam fenolik içeriği arasında tam bir korelasyon görülemeyebilmektedir (Dorman ve ark., 2003, Trouillas ve ark., 2003, Miliauskas ve ark., 2004). Gıdaların antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

2.10.1. ABTS Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini

Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite (TEAC) olarak bilinen yöntem geçmişte ilk kez Miller ve ark., (1993) tarafından geliştirilmiş ve daha sonra, Ree ve ark. (1999) tarafından değiştirilerek gıda örneklerinin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi için yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Metot spesifik olarak 660, 734 ve 820 nm'de maksimum değerde olan karakteristik uzun dalga boylu absorpsiyon spektrumu gösteren ABTS radikal katyonun absorbansının antioksidan tarafından inhibisyonu prensibine dayanmaktadır. ABTS radikal katyonunun oluşum mekanizması Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Bu yöntemde zamanlamaya dikkat edilerek test edilecek örnek ABTS•- radikalleri oluşumundan hemen önce eklenmektedir. Analiz örneği ABTS•- radikallerinin oluşum seviyesini düşürdüğü bilinmektedir. Bu yöntemin bilinen negatif yönlerinden biri olarak hızlı reaksiyona giren antioksidanların ferrilmiyogloblin radikalini de indirgeyebilmesi gösterilebilmektedir. Uygulamasının oldukça basit olması nedeniyle TEAC yöntemi antioksidan kapasiteyi araştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır. ABTS•-

2.10.2. CUPRAC Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini

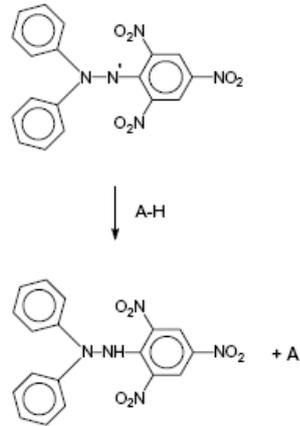
Bu yöntem, örneğin içerdiği antioksidanlar tarafından Bakır II'nin, Bakır I'e indirgenmesi prensibini temel alan bir metottur. Kromojenik ayıraç olan bathocuproin (2,9-dimetil-4,7-difenil-1,10-phenanthrolin), Cu (I) ile 2:1 oranında bir kompleks oluşturarak maksimum absorbansını 490 nm' de vermektedir. Tütem ve ark. (1991) tarafından ılımlı bir oksidan olarak çeşitli indirgen ajanların tayini için kullanılabilceği önerilen bis (neokuprein) bakır (II) klorür reaktifi sistein (Tütem ve Apak 1991), E vitamini (Tütem ve ark., 1997) ve askorbik asit (Güçlü ve ark. 2005)'in tayininde başarı ile uygulama sağlanmıştır. Bu metot daha sonra kuprik iyonu indirgeme potansiyeli ölçülmek amacı ile bitki ekstralarında ve insan serumunda (Apak ve ark. 2004, 2005) toplam antioksidan kapasite tayinleri için geliştirilerek bakır iyonu indirgeme antioksidan kapasitesi (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity: CUPRAC) olarak adlandırılmıştır. Geliştirilen CUPRAC yönteminin kromojenik oksidasyon aracı olan Cu(II)-Neokuproine reaktifi, antioksidanlarla (Ar(OH)_n) aşağıda verilen formül ile reaksiyonu vermektedir (Apak ve ark., 2008).



CUPRAC yöntemi, diğer antioksidan kapasite tespit metotları ile karşılaştırıldığında çok daha hızlı, kolay bulunabilir, kullanışlı ve ucuz kimyasallar ile uygulanabilmesi ile öne çıkmaktadır. Cu(II)-neokuproin reaktifi ılımlı bir yükseltgen olduğundan gıda maddelerinde bolca bulunan sitrat ve glukoz gibi bileşenlerle tepkime vermeksizin sadece antioksidanları yükseltgenerek reaksiyon ürünü Cu(I)-neokuprin kelatının 450 nm'deki absorbansı okunarak sonuç alınmaktadır. Yöntem, tiyol (-SH) tipi antioksidanlarla çabuk ve net sonuçlar verebilmektedir. CUPRAC, fizyolojik pH'lara yakın olan pH 7 ortamında yürütülmekte, dolayısıyla fizyolojik koşulları yansıtma şansı daha fazla olduğu belirtilmektedir. Uygun çözücü seçimiyle hem hidrofilik, hem de lipofilik antioksidanların tayininde kullanılabilir. CUPRAC yönteminde bir karışımı oluşturan çeşitli bileşenlerden gelen absorbanslar toplamsal olduğundan yöntemin lineerliği ve tekrarlanabildiği çok iyidir (Apak ve ark., 2005, Güçlü ve ark., 2006).

2.10.3. DPPH Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini

DPPH yöntemi ilk kez Blois (1958) tarafından 2,2-difenil-2-pikri hidrazil (DPPH) radikallerinin antioksidan moleküllerin tayininde kullanılabileceğinin önerilmesi ile ortaya çıkmış bir yöntemdir. Daha sonra Brand-Williams ve ark. (1995) bu yöntemi geliştirerek pek çok araştırmacı tarafından referans olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. DPPH ticari olarak elde edilebilen stabil organik nitrojen radikali şeklinde tanımlanmakta ve 515 nm’de maksimum absorbands vermektedir. Şekil 2.4’te DPPH radikali görülmektedir. Molekülde bir serbest elektronun yer değiştirmesi dolayısı ile mor-menekşe renginin oluşmaktadır. DPPH solüsyonu hidrojen atomu verebilen madde (antioksidan) ile karıştırıldığı zaman koyu menekşe rengin kaybı ile indirgenmiş form oluşmaktadır. Antioksidan tarafından DPPH serbest radikale proton transferi reaksiyonu 517 nm’de absorbandsın azalmasına neden olmaktadır. Bu süreç görünür alanda spektrofotometre ile absorbands sabitlenene kadar takip edilmektedir. Başlangıçtaki ilk DPPH konsantrasyonunu % 50 azaltmak için gerekli antioksidan miktarı “antiradikal etkinlik” olarak ifade edilmekte ve EC50 (mg/mL) olarak anılmaktadır (Frankel ve Meyer 2000).



Şekil 2.4. DPPH radikalinin formülü

Bu yöntem bitkiler ve gıdalardan elde edilen ekstraktlar ya da bileşiklerdeki serbest radikal söndürücü aktiviteyi belirlemek için araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Teknik olarak basit ve hızlı bir yöntem niteliğindedir. Fakat uygulamasını sınırlandıran bazı dezavantajlara da sahiptir. DPPH, lipid peroksidasyonu ile ilişkili olan hayli reaktif ve kısa ömürlü peroksil radikallerine benzerlik göstermekte

olup peroksil radikalleri ile hızla reaksiyona giren birçok antioksidan DPPH ile yavaş reaksiyona girebilmekte veya hiç reaksiyon vermeyebilmektedir (Huang ve Prior 2005, Molyneux 2004). Işıktan, oksijenden ve reaksiyon ortamının pH değerinden etkilenebilmektedir (Sharma ve Bhat 2009). DPPH metodu polar ve az polar maddelerin aktivite tayininde kullanılabilir. Ayrıca fenolik maddelerin sahip oldukları hidroksil grubu sayısı ile DPPH aktiviteleri arasında pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir (Sroka ve Cisowski 2003).

Değişen tüketici profili nedeni ve besinlerin fonksiyonel etkilerinin ortaya çıkarılması ile gıda antioksidanlarının önemi daha da çok anlaşılmaktadır. Bu çalışma ile ülkemizde yüksek oranlarda tüketilen domates ürünlerinden olan domates sularının işleme tekniğine göre antioksidatif özelliklerindeki değişimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2.11. Biyoyararlılık ve Biyoalınabilirlik

Biyoyararlılık teriminin çeşitli kaynaklarda farklı tanımları bulunmaktadır. Beslenme bilimi açısından incelendiğinde biyoyararlılık, tüketilen gıdaların içerdiği biyoaktif komponentlerin sindirim sonrasında vücut fonksiyonlarında kullanılan veya kullanılmak üzere depo edilen fraksiyonlarıdır (Fairweather, 1993). Benito ve Miller (1993) ise biyoyararlılık tanımı gıdalarda bulunan besin öğelerinin metabolizma faaliyetlerinde kullanılan oranı şeklinde tanımlamıştır. Bu bağlamda biyoyararlılık gıdaların beslenme açısından faydalarını ve beden işleyişi üzerine etkilerini belirleyici anahtar bir konsept olarak karşımıza çıkmaktadır.

Biyoalınabilirlik terimi ise gıda matriksinde bulunan ve sindirim sonrasında mide bağırsak sistemi içerisinde biyoaktif, serbest ve emilime hazır hale gelen oranı olarak ifade edilmektedir (Benito, 1998). Biyoaktif bileşenlerin emilim sonrasında vücuttaki hedef organ yada dokulara ulaşarak metabolizma faaliyetlerine katılmaları biyoaktiviteyi göstermektedir. Biyoaktivite ve biyoalınabilirlik ölçümleri esas olarak biyoaktif moleküllerin bazı biyomoleküller ile etkileşimleri sırasında gerçekleşen reaksiyonlar sonrasında serbest kalan biyokomponent oranlarını belirlemeye dayanmaktadır. Bu sayede gıda matriksinde bulunan biyoaktif besin öğelerinin dolaşım sistemine dahil olmaları ve metabolitik faaliyetlerde kullanım oranları belirlenebilmektedir. Biyoalınabilirlik

değerinin ölçümü için literatürde in vivo ve in vitro olarak yapılmış pek çok farklı çalışmaya rastlamak mümkündür. Biyoalınabilirlik ölçümlerinde tek bir metot bulunmamaktadır. Farklı metotların bulunmasının nedeni ise araştırılan biyoaktif bileşenin spesifik ve kendine özgü olan metabolizması ve sağlık beyanına göre metotların oluşturulma gereksinimidir (Vaisberg ve ark., 2006).

2.12. Domates Salçası Üretimi

2.12.1. Geleneksel Yöntem ile Domates Salçası Üretimi

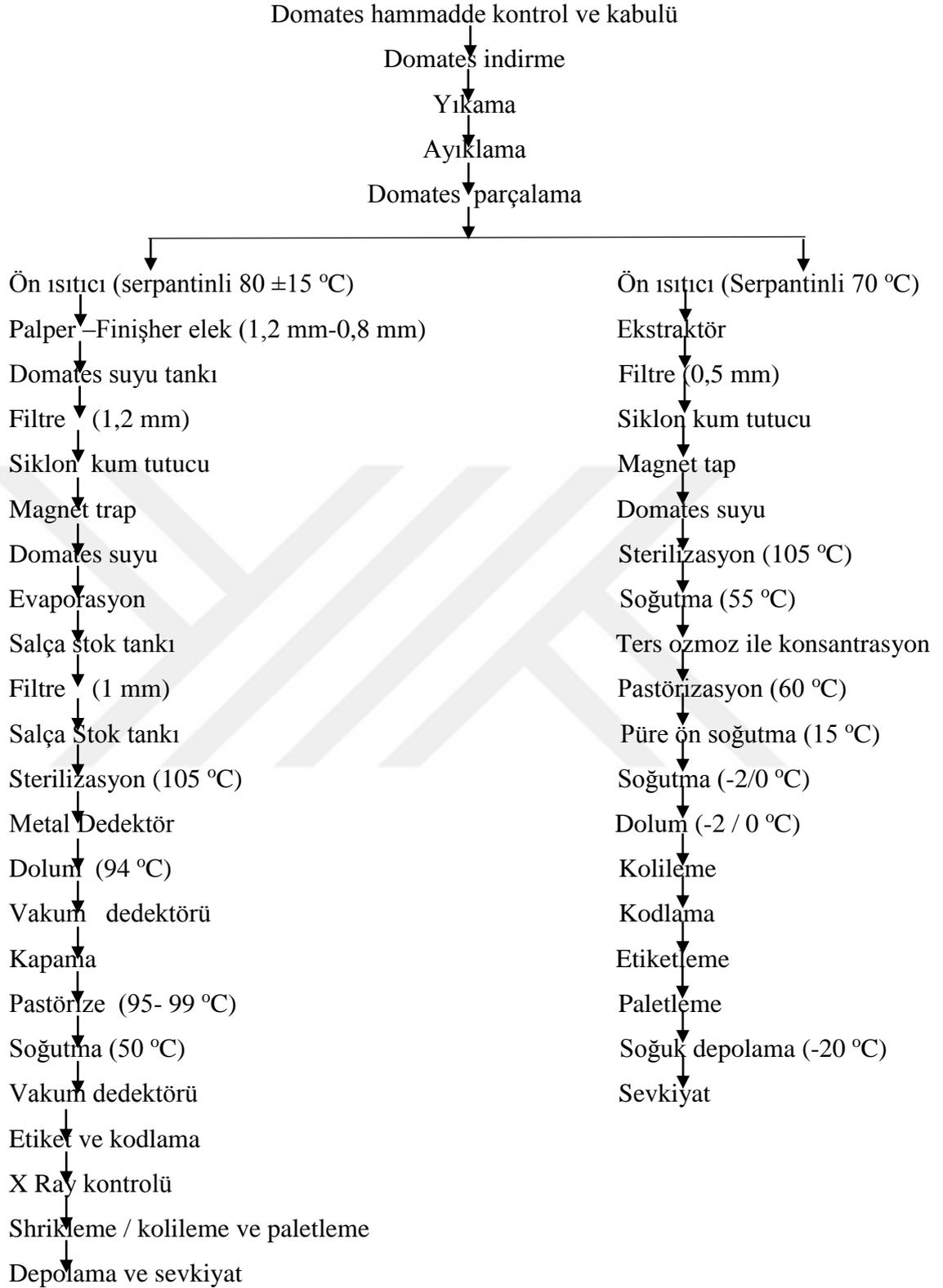
Domatesler, yaz mevsiminde tarladan elle ya da makineler ile hasat edilerek bekletilmeden nakliyesi yapılmaktadır. İşletmelere ulaşan domatesler öncelikle kalite niteliklerinin belirlenmesi amacı ile kontrole tabi tutulmakta ve sonrasında uygun şartları sağlayanlar, hammadde olarak kullanılmak üzere kabul edilmektedir. Domatesler işletmelere geliş sırası ile indirme havuzlarına basınçlı su vasıtası ile boşaltılmaktadır. İşletme içine su ile taşınma esnasında ot tutucu mekanizmadan geçen domatesler bitki parçası ve otları toplanmaktadır. Ot tutucudan geçen domatesler konveyör bantlar boyunca birkaç kez aşamalı olarak basınçlı su fıskiyeleri ile yıkanmaktadır. Daha sonra 10 mt uzunluğundaki konveyör bant üzerinde yeşil domates, sap yaprak ve yabancı maddeler ayıklanmaktadır. Ayıklanan domatesler ön ısıtıcı ve parçalayıcı sisteme ulaşarak meyvenin parçalanması esnasında ön ısıtma uygulanmaktadır. Parçalanmış domates meyveleri pulper ve finişer grubuna iletilmektedir. Bu grup, istenilen domates salçası yapısına sağlamak için uygun elek devir ve elek çapı önceden seçilmiş bulunmaktadır. Bu amaçla proses süresince ön hat ve elek devri optimize edilebilmektedir. Pulper ve finişer grubundan küspe çıkışı olmakta ve domates suyu da evaporasyon işlemi öncesinde filtre ve kum tutucu siklonlardan geçirilerek stok tankına aktarılmaktadır. Stok tankına aktarılan domates suyu evaporatöre gönderilerek suyu istenilen kuru madde oranına dek uçurulmakta ve bu şekilde geleneksel salça üretimi yapılarak buhardan geçirilmiş laklı teneke kutulara yada cam ambalajlara dolumu yapılmaktadır (Anonim, 2015). Geleneksel yöntem ile domates salça üretimi Şekil 2.5’ de verilmiştir.

2.12.2. RO Yöntemi ile Domates Püre Üretimi

Ters ozmoz (RO) yöntemi, domates püresi elde edilen bir üretim tekniğidir. Son yıllarda gelişen teknolojiler doğrultusunda salça üretim süreçlerinde oluşturulan domates suyunun belli bir kurumadde oranına dek konsantre edilmesinde ters ozmoz membran tekniğinden de yararlanıldığı bilinmektedir. Bu amaçla uygulanan proseslerde domates suyunun içerdiği çözünür kuru madde miktarı, ters ozmoz membranlarından geçirilerek yaklaşık % 8.5 oranına dek yükseltilebilmektedir. Bu şekilde salça üretimi için uygulanan evaporasyon işleminin birinci aşamasında domates suyundan uzaklaştırılması gereken sıvının yaklaşık % 50'si, ısı uygulanmaksızın ayrılmış olmaktadır. Böylece kısmen ön konsantre edilmiş domates suyu ister klasik bir evaporatörde ya da konsantratörde % 42 kuru madde düzeyine kadar kolaylıkla ve düşük enerji sarfiyatları sağlanarak konsantre edilebilmektedir.

Salça üretiminde prosese ters ozmoz uygulamasının dahil edilmesinin bir diğer avantajı da evaporatörde buharlaştırılması gereken suyun yaklaşık yarısı daha başlangıçta ters ozmoz ünitesinde ayrıldığı için evaporatör kapasitesi % 100'e yakın kullanılmasına olanak vermesi sayılabilmektedir. Bu sayede özellikle eski ve etkinliği azalmış evaporatörlerde karşılaşılan bazı sıkıntılar aşılabilmektedir. Bu yolla üretilen salçanın hem duyuşal özellikleri, geleneksel yöntemle üretilen salçalara göre daha üstün bulunmakta hem de işletme masraflarının 5-10 katı daha az olduğu düşünülmektedir.

RO yöntemi ile domates püresi üretim basamakları domates suyunun stok tankına aktarılma aşamasına kadar Geleneksel Yöntem Üretim Prosesi anlatımındaki basamaklara uygun ilerlemektedir (Anonim, 2015). Ters ozmoz yöntemi ile domates püresi üretimi Şekil 2.5' de verilmiştir.



Şekil 2.5 Geleneksel yöntem ile domates salça üretimi ve ters ozmoz yöntemi ile domates püresi üretimi

Abushitna (1997), modern üretim tekniklerinin domatesin içerdiği askorbik asit ve karoten içeriklerindeki değişimi incelemiştir. Farklı domates çeşitlerinden elde edilen ekstraktlar HPLC kullanılarak likopen, beta karoten ve luteinin de dahil olduğu 14 farklı karotenoid fraksiyonuna ayrılmıştır. Toplam tokoferol içeriği 3,98 µg olarak tespit edilirken, toplam askorbik asit miktarı 48 mg/100g ve beta karoten içeriği 3,90 µg olarak bildirilmiştir.

Takeoka ve ark. (2001) domates ve bazı ürünlerinde işleme tekniğine göre likopen ve antioksidan aktivite içeriklerini belirlemiştir. Çalışmada domates ve iki farklı metotla elde edilmiş olan domates suyu ile domates salçası likopen ve β-karoten gibi komponentlerin miktarları saptanmıştır. Domatesin işlenmesi sırasında, taze domatesin içerdiği likopen miktarına göre bir miktar azalma gözlemlenmiştir. Buna karşın karotenoidlerin miktarında işleme sebebi ile sürekli bir değişimin tespit edilmediği bildirilmiştir. Domates, domates suyu ve domates salçasının su, metanol ve hegzan ile ekstrakte edilen tüm fraksiyonlarında yüksek antioksidan kapasite belirlenmiştir.

Sahlin (2004), farklı çeşitlerdeki domateslerin antioksidan aktivite ve renk niteliklerinin depolama süresindeki değişimini incelemiştir. Depolama süresi sonunda domateslerin antioksidan içeriklerinin değiştiği ve renk niteliklerinde çeşide göre bir fark ölçülmediği bildirilmiştir. Daha düşük sıcaklıklar uygulanarak ısıl işlem gören domateslerin renk, askorbik asit, toplam fenol, likopen ve antioksidan kapasitelerinin az etkilendiği, çok yüksek ısıl işlem derecelerinde ise askorbik asit, toplam fenol ve likopen içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. Isıl işlem uygulanan örneklerin raf ömrü sonunda daha koyu ve mat kırmızı renkte sahip olduğunu rapor edilmiştir.

Toor (2005), domatesin pulp, kabuk ve çekirdek gibi yapılarının antioksidan kapasitelerini, polifenol, toplam flavonoid, likopen ve askorbik asit içeriklerini belirlemiştir. ABTS yöntemine göre en yüksek antioksidan kapasitenin kabukta bulunduğunu ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bursa ve Balıkesir'in ilçelerinden mevsiminde toplanmış domatesler ile, TAT Gıda Sanayi A.Ş Mustafakemalpaşa tesislerinde geleneksel yöntem ile üretilen domates salçası (DSLÇ) ve ters ozmoz yöntemi ile üretilen domates püresi (ROPR) kullanılarak domates suyu üretilmiştir. Üretilen domates suyunun dolumu cam kavanozlara yapılarak gherry markalı kapama ünitesinde kapatılması sağlanmış ve 7 ay bekleme süresince ışık almayan bir ortamda, normal oda koşullarında bekletilmiştir.

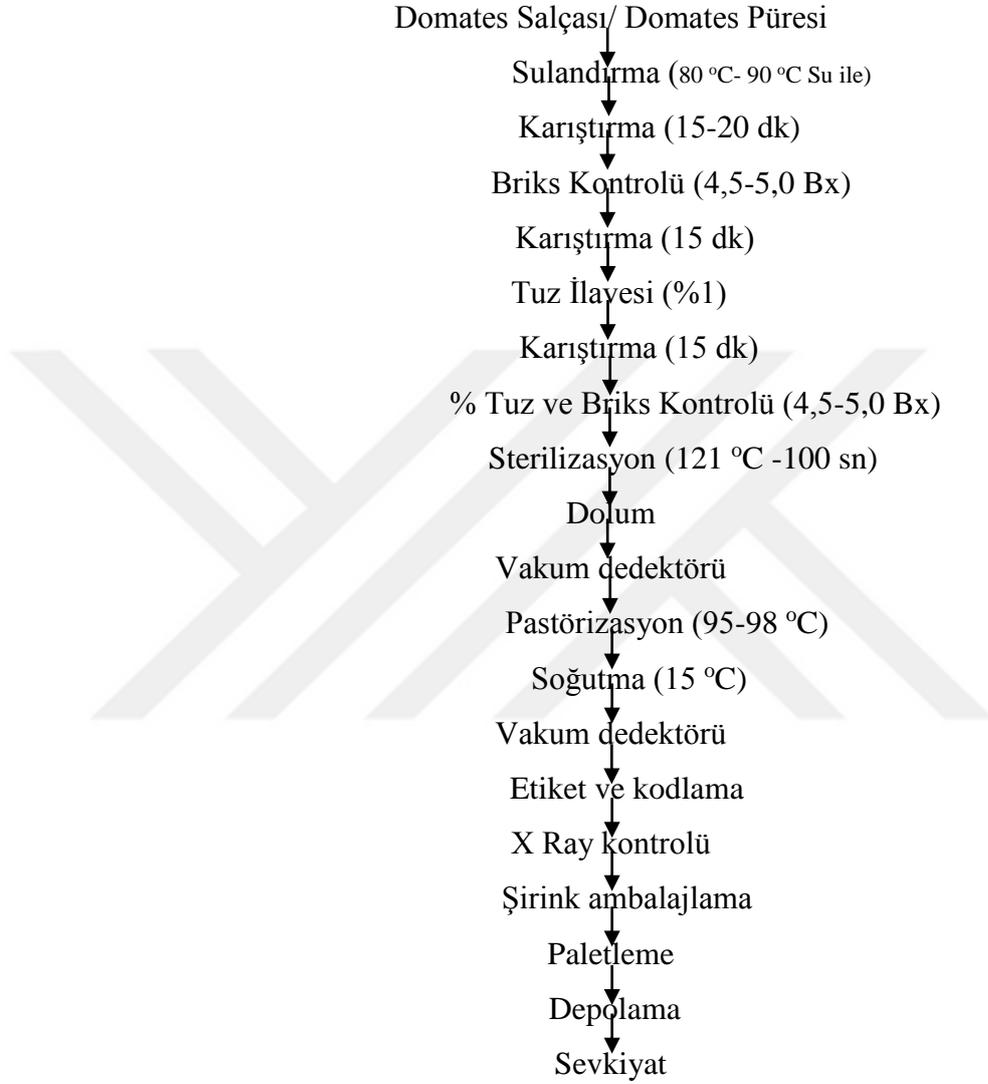
3.2. Yöntem

3.2.1. Domates Suyu Üretim Yöntemleri

Domates suyu üretiminde tam olgunluğa ulaşmış, kuru madde içeriği yüksek, etli yapısı bulunan, karakteristik domates lezzetine sahip, yabancı maddelerden uzaklaştırılmış, kuru maddedeki şeker oranı yüksek, asitliği düşük ve koyu kırmızı renkli olan domatesler kullanılmaktadır. İyi kalitede ürün üretmek öncelikle iyi kalitede hammaddelerin kullanılması ile elde edilmektedir. Dalında tam olarak olgunlaşmış, sağlıklı ve olabildiğince parlak kırmızı renkli domateslerden elde edilen salçanın ve salçadan yapılan ürünlerinin kalitesi yüksektir. Ayrıca salçaya işlenen domateslerin; kuru madde ve şeker oranının yüksek, hastalık ve küflere karşı dirençli, her tarafı aynı anda olgunlaşan ve bol ürün veren bir çeşit olması gerekmektedir (Hepsağ ve ark., 2011). TSE 1595'e göre domates suyu, sağlam ve olgun domateslerin kabuk, çekirdek ve lif gibi kısımlarının mekanik yolla ayrılması ile elde edilen ve fiziksel yolla (radyasyon hariç) dayanıklı duruma getirilmiş olan içecekleridir (Anonim. 2013).

Domates suyu üretimi, salça kullanılarak da yapılmaktadır. Bu amaçla üretilen özel salçaların kullanılması gerekmektedir. Domates suyu üretiminde kullanılacak salçanın akıcılığının yüksek olması, parlak bir kırmızı renkte olması gereklidir (Anonim, 2013). Şekil 2.5'te gösterildiği gibi hem geleneksel yöntemle üretilen domates salçası hem de ters ozmoz yöntemi kullanılarak üretilen domates püresi kullanılarak üretilen domates suyu üretim aşamaları Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Domates sularında 0., 1., 2., 3., 4., 5.,

6., ve 7. aylarda suda çözümlü kuru madde tayini, renk tayini, tuz tayini, titre edilebilir asitlik tayini, pH tayini, askorbik asit ve likopen tayinleri yapılmış, ayrıca toplam fenol, miktarları ile antioksidan kapasite tayin analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Domates suyu üretimi

3.2.2. Suda Çözümlü Kuru Madde Tayini (Briks Tayini)

Briks tayini amacı ile kaibrasyonu yapılmış olan ABBE marka refraktometre kullanılarak AOAC 970.59 analiz standardında anlatılan ölçüm metoduna uygun olarak yapılmıştır (Anonim, 2013).

3.3.3. Renk Tayini

Domates suyu numunelerinde renk tayini ColorFlex 45/0 marka Hunter L*a*b cihazı kullanılarak TS 1466 nolu standarda göre yapılmıştır. Analiz öncesinde Hunter L*a*b cihazı standart renk tabletleri kullanılarak ölçüm doğrulaması yapılmıştır. Cihaza özgü ölçüm kabına orjinal briksindeki domates suyu numuneleri konularak L.a.b. ve a/b değerlerinin ölçümü yapılmıştır.

3.3.4. pH Tayini

pH analizi dijital pH metre (Metrohm 691) kullanılarak AOAC 981.12 analiz standardına göre yapılmıştır.

3.3.5. Tuz Tayini

Üretilen domates suyu örneklerindeki tuz konsantrasyonunun belirlenmesi Metrohm 905 marka otomatik büret seti kullanılarak TS 2664 nolu standarda uygun olarak yapılmıştır. Gümüş nitrat çözeltisi ile titre edilerek ürünlerde bulunan tuz miktarının tayin edilmesi ilkesine göre Mohr metodu kullanılmıştır.

Bu amaçla 1 mL domates suyu numunelerinden alınarak behere aktarılmıştır. Beherdeki numune üzerine 75 mL saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcı üzerine konulmuştur. 1 mL K₂CrO₄ ilave edilerek elektronik büret haznesindeki 0.1 N AgNO₃ çözeltisi ile sabit kiremit kırmızı renk oluşana kadar titre edilmiştir. Titrasyondaki sarfiyat belirlenerek sonucun hesaplanmasında kullanılmıştır. Tuz miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%Tuz = (0,1 \times 100 \times A \times F \times S) / \text{Seyreltme Faktörü} \quad (3.1.)$$

0,1= AgNO₃ çözelti normalitesi

100= Sabit

A = Tuz faktörü (0,0585)

F = AgNO₃ çözelti faktörü

S = Titrasyonda harcanan AgNO₃ çözelti miktarı (mL)

3.3.6. Titre Edilebilir Asitliğin Belirlenmesi

Domates suyu örneklerindeki titre edilebilir asitliğin belirlenmesi Metrohm 905 marka otomatik büret seti kullanılarak AOAC 942.15 nolu analiz standardına göre yapılmıştır.

Bu amaçla 1 mL domates suyu numunelerinden alınarak behere aktarılmıştır. Beherdeki numune üzerine 75 mL saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcı üzerine konulmuştur. 2-3 damla fenol fitaleyn çözeltisi ilave edildikten sonra 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH değeri 8.1 olana dek titre edilmiştir. Titrasyondaki sarfiyat belirlenerek sonucun hesaplanmasında kullanılmıştır. Titre edilebilir asitlik miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Titre edilebilir asitlik} = (0,1 \times 100 \times A \times F \times S) / \text{Seyreltme Faktörü} \quad (3.2.)$$

0,1= NaOH çözelti normalitesi

100= Sabit

A = Asit faktörü (Sitrik asit 0,064)

F = NaOH çözelti faktörü

S = Titrasyonda harcanan NaOH çözelti miktarı (mL)

3.3.7. Askorbik Asit Tayini

Askorbik asit tayini AOAC 967.21 e göre 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi ile titre edilen örnek içinde bulunan askorbik asit miktarının ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Bu amaçla aşağıdaki analiz basamakları uygulanmıştır. A değerinin belirlenmesinde, 50 mL'lik erlene 5 mL standart askorbik asit çözeltisi, 0.5 mL %1'lik nişasta çözeltisi ve 0.5 M %6'lık KI çözeltisi konulmuştur. Bu çözelti karışımı renk bir damla ile maviye dönene dek N/1000'lik KIO₃ 0,357 g KIO₃ çözeltisi ile titre edilmiştir. Yapılan N/1000'lik KIO₃ harcama miktarı A değerini vermektedir. B değerinin belirlenmesinde, 50 mL'lik erlen mayere 5 mL %2'lik meta fosforik asit çözeltisi, 0.5 mL %1'lik nişasta çözeltisi ve 0.5 mL %6'lık KI çözeltisi konularak N/1000'lik KIO₃ çözeltisi ile renk bir damla ile mavi olana kadar titre edilmiştir. Yapılan N/100'lik KIO₃ harcama miktarı B değerini vermektedir.

M değerin belirlenmesinde, 50 mL'lik erlen mayere 5 mL 2.6 diklorindofenol çözeltilisi alınarak bu çözeltili standart askorbik asit çözeltilisi ile renk bir damla ile beyaz olana kadar titre edilmiştir. Yapılan standart askorbik asit harcama miktarı M değerin vermektedir.

Domates suyu 4.5 brikse saf su ile sulandırıldıktan sonra 5A filitre kağıdından süzlmüştür. 5 mL süzntü ve 5 mL %20'lik metafosforik asidi 50 mL'lik balon jøjeye aktararak ve çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. 5 mL 2.6 diklorindofenol çözeltilisini erlen mayere alınmıştır ve hazırlanan bu örnek çözeltili ile renk bir damla ile mavi olana kadar titre edilmiştir. Örnekten yapılan harcama miktarını tespit edilerek aşğıdaki formül kullanılarak sonuç hesaplanmıştır.

$$\text{Standart askorbik asit çözeltilisi (SAA)} = 8.8 \times (\text{KIO}_3 \text{ miktarı} / 0.357) \times (A-B/5) \quad (3.3.)$$

$$\% \text{ mg Askorbik Asit} = (\text{SAA} \times M \times 10) / \text{Örnekten Yapılan Harcama Miktarı} \quad (3.4.)$$

3.3.8. Likopen Tayini

Örneklerin likopen miktarı spektrofotometrik olarak AOAC 941.15 e göre belirlenmiştir. Ölçümlerde Shimadzu UV 1208 model spektrofotometre kullanılmıştır.

5 g domates suyu numunesi alınarak daha önce yıkanmış, kurutulmuş hyflo-supercelden 1 spatula dolusu ve 5-10 mL saf su ilave ederek iyice karıştırılmıştır. Vakumlu desikatör açılarak içine cam beher yerleştirilmiştir. Kapak kısmına da 3G-3 filtresi yerleştirilerek, içine 1 spatula dolusu hyflo-supercel ve bir miktar saf su dökerek karıştırılmıştır ve tromp vasıtasıyla suyun desikatör içindeki behere akması sağlanmıştır. Cam baget ile hyflo-superceli iyice sıkıştırılmıştır. Filtreden su geçirme işlemi 1-2 defa tekrarlandıktan sonra numune filtreye konulmuştur. Suyun süzülmesi bitene kadar vakum yapılmaya devam edilmiştir. Filtreye 5 - 10 mL metil alkol ilave edilmiştir ve 1 - 2 dk bekledikten sonra su trombu çalıştırılarak süzülmesini sağlanmıştır. Süzntünün rengi sarıdan beyaza dönünceye kadar metil alkol ile yıkamaya devam edilmiştir. Metil alkol süzülme işlemi bittikten sonra vakumu kapatılmıştır. Desikatör açılarak beher çıkartılmış ve 50 mL temiz kuru balon jøjeyi üzerine huni koyarak desikatöre yerleştirilmesinin ardından desikatörün

ağız kapatılmıştır. Sonra 3G-3 filtrenin üzerine 5-10 mL. Hexan/aseton (9/1 oranında) karışımından ilave edilerek, hyflo super cell'i iyice karıştırılmıştır. 1-2 dk beklendikten sonra su trombu çalıştırarak süzülmesini sağlamıştır. Süzüntünün rengi kırmızıdan beyaza dönünceye kadar hexan/aseton ile yıkamaya devam edilmiştir. Balon jofede toplanan süzüntü 50 mL çizgisine kadar ve hexan/aseton karışımıyla tamamlanmış ve iyice çalkalanmıştır. Balon jofeden 5 mL alarak 25 mL'lik balon jofeye aktarılmıştır ve hexan/aseton karışımıyla çizgisine tamamlanmıştır. Hazırlanan örnek kuvarz küvete doldurularak 472 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplama sağlanmıştır.

$$\text{Likopen (mg / 100 mL)} = \frac{\text{Absorbans değeri} \times 77,57}{\text{Örnek Ağırlığı}} \quad (3.5.)$$

3.3.9. Ekstrakte ve Hidrolize Edilebilen Fraksiyonların Ekstraksiyonu

Domates suyu örneklerinden 2 g tartılmış ve toplam fenol miktarı ile antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmak üzere ekstrakte ve hidrolize edilebilen fraksiyonları elde edilmiştir. Bu fraksiyonların elde edilmesi için uygulanan ekstraksiyon prosedürleri aşağıda verilmiştir (Vitali ve ark., 2009, Beta ve ark., 2002).

2 g örnek tartılarak üzerine 20 mL HCL_{kons}/methanol/su (1:80:10) çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım 20 °C'de 2 saat süre ile çalkalanmıştır. Çalkalanma süresi sonunda Sigma 3K30 marka santrifüjle 3500 rpm 10 dakika santrifüjlenmiştir. Sonrasında supernatant (ekstrakte edilebilir fraksiyon) ayrılmıştır. Kalan residu ağız kapaklı pyrex tüplere koyulmuştur. Sonrasında 20 mL çözelti methanol/H₂SO_{4k} (10:1) çözeltisi ilave edilerek 85 °C'de 20 saat süresince tutulmuştur. Süre sonunda tüpler 3500 rpm 10 dakika süresince santrifüj edilmiş ve supernatant (hidrolize edilebilir fraksiyon) ayrılmıştır.

3.3.10. Biyoelenebilir Fraksiyonların Ekstraksiyonu

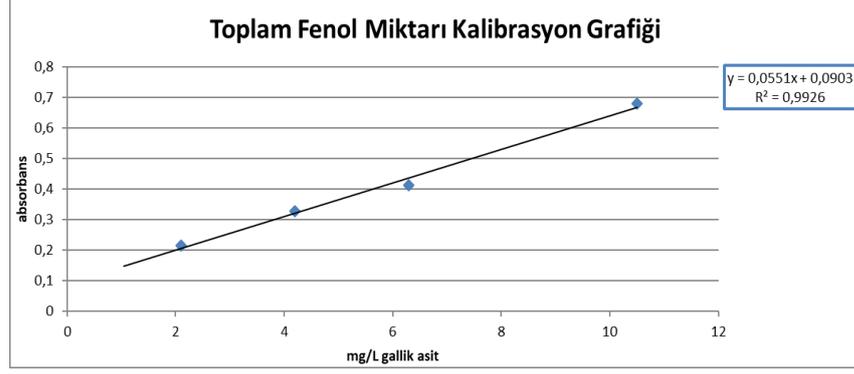
Domates suyu örneklerinin toplam fenol içeriklerinin ve antioksidan kapasitesinin biyoelenebilirlikleri Naczk ve Shahidi (2004) ve Vitali ve ark. (2009) göre belirlenmiştir.

Bu amaçla 1 g ağırlığında tartılan örnek laboratuvar şartlarında hazırlanmış olan yapay mide ve bağırsak ortamında muamele edilmiştir. Muamele sonrasında oluşan ekstraktlara toplam fenol ve antioksidan kapasite yöntemleri uygulanarak biyoalınabilirlikleri de belirlenmiştir. Yapay mide ortamı için 1 g örnek, 10 mL saf su ve 0,1 mol/l HCl ile hazırlanan pepsin çözeltisinden 0,5 mL örnek üzerine eklenmiştir. 5 mol/L HCl kullanılarak örnek pH değeri 2'ye ayarlanmıştır. Hazırlanan örnekler, 37 °C'de çalkalamalı özellikteki su banyosunda 1 saat boyunca tutulmuştur.

Yapay bağırsak ortamı için ise bekleme süresi sonunda 1 M NaHCO₃ eklenerek pH 7.2'ye ayarlanmıştır. Sonrasında 2,5 mL bile/pankreatin solüsyonu ve 2,5 mL NaCl/KCl eklenmiştir. Hazırlanan örnekler 37 °C'de 2.5 saat süresince muamele edilmiştir. Bekleme süresi sonunda örnekler 3500 g'de 10 dakika Sigma 3K30 marka santrifüj ile santrifüjlenmiştir. Elde edilen ekstraktlarda toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasite belirlenmiştir.

3.3.11. Toplam Fenol Miktarının Belirlenmesi

Domates suyu örneklerinde bulunan ekstrakte ve hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fraksiyonları Naczki ve Shahidi (2004), Vitali ve ark. (2009)'nın belirttiği yöntemlere göre belirlenmiştir. Bu amaçla 0,1 mol/L NaOH içinde %2'lik Na₂CO₃ olacak şekilde Lowry A çözeltisi ve %1'lik NaKC₄H₄O₆ içinde %0,5 CuSO₄ olacak şekilde Lowry B çözeltisi hazırlanmıştır. Lowry A ve Lowry B 50:1 (v/v) oranında karıştırılarak Lowry C çözeltisi hazırlanmıştır. Deney tüplerinin içine x mL örnek/standart konmuştur. Üzerine (2-x) mL saf su ve 2,5 mL Lowry C ilave edilerek karıştırılıp 10 dk beklenmiştir. 10 dk sonunda 1:3 oranında su ile seyreltilmiş olan Folin reaktifinden 0,25 mL ilave edilmesinin ardından karıştırılarak karanlık ortamda oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. 30 dk bekleme süresi sonunda örnek tüplerinde oluşan mavi renk 750 nm dalga boyunda örneklerin ve hazırlanan standartların absorbans değerleri Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometrede ölçülmüştür. Toplam fenol tayini yapılırken standart madde olarak gallik asit kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği 5-50 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltileri kullanılarak hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiği Şekil 3.2'de verildiği şekilde çizilerek en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Toplam fenol miktarı kalibrasyon grafiği

Ekstraktların içerdiği toplam fenol miktarları kalibrasyon denklemi kullanılarak mg gallik asit/100 g (mg GE/100 g) örnek olarak hesaplanmıştır.

3.3.12. Antioksidan Kapasite Tayini

Domates suyu örneklerinden elde edilen ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fraksiyonların antioksidan kapasiteleri ABTS, CUPRAC ve DPPH yöntemlerine göre aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır.

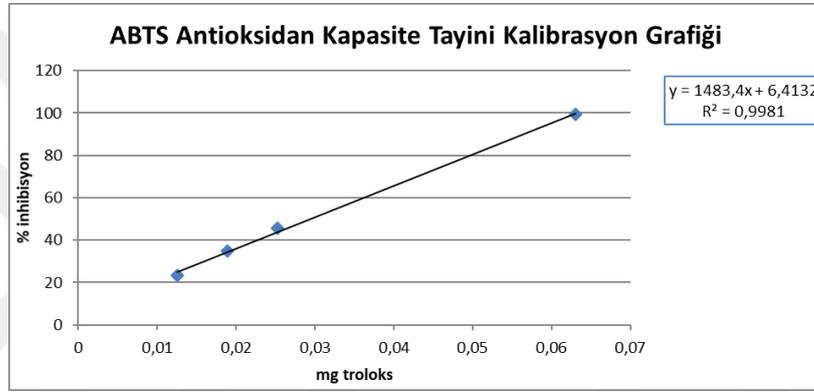
ABTS Yöntemi:

Bu amaçla, 0,1920 g ABTS tartılmış suda çözündürülmüş, 0,0331 g $K_2S_2O_8$ ile ilave edilerek karıştırılmış ve 50 mL ye saf su tamamlanarak hazırlanmıştır. Hazırlanan 7mM ABTS sulu çözeltisi ile 2,45 mM $K_2S_2O_8$ karıştırılmış ve karanlık bir ortamda 12-16 saat bekletilmiştir. Bekleme süresi sonrasında elde edilen stok ABTS çözeltisi % 96'lık etanol içerisinde 1:10 oranında seyreltilmiştir. Örnek tüpüne 4 mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi eklenerek karıştırılmış ve 6 dakika süresince karanlık ortamda bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda şahit örnek için 734 nm dalga boyunda absorbans değeri okunmuştur ($A_{\text{şahit}}$). Her bir ekstrakt ya da fenol bileşiğinden x mL alınarak üzerine (4-x) mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi ilavesi yapılarak karıştırılması sağlanmıştır. 6 dakika bekleme süresi sonunda örneklerin 734 nm deki absorbans değerleri Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometrede okunmuştur ($A_{\text{örnek}}$). Ölçümler sonucunda %

inhibisyon değerleri, ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fraksiyonlara ait örnekler ile fenolik bileşikler için aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{k\ddot{o}r} - A_{\ddot{o}rnek}}{A_{k\ddot{o}r}} \times 100 \quad (3.6.)$$

Kalibrasyon grafiği 0,00625-0,05000 mg aralığında troloks çözeltileri kullanılarak oluşturulmuş ve oluşan grafik aracılığı ile ekstraktların antioksidan kapasite değerleri $\mu\text{mol troloks eşdeğeri/g örnek}$ ($\mu\text{mol TE/g}$) olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan kalibrasyon grafiği Şekil 3.3’de verilmiştir.

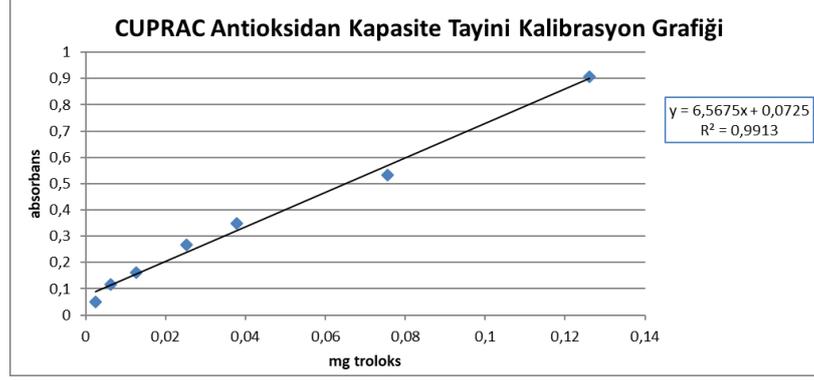


Şekil 3.3. ABTS antioksidan kapasite tayini kalibrasyon grafiği

CUPRAC Yöntemi

Bunun için 1.0×10^{-2} M bakır klorür çözeltisi ve Cu(II) klorür çözeltisinden 1 mL örnek tüpüne konulmuştur. Üzerine 7.5×10^{-3} M neokuproin çözeltisinden 1 mL eklenmiştir. Sonrasında saf su ile seyreltilerek hazırlanan 1M’lık amonyum asetat çözeltisinden 1 mL ilave edilmiştir. Örnek tüpü içerisine x mL ekstrakt ile (4-x) mL saf su eklenerek 30 dakika süresine bekletilmiştir. Bekleme süresi tamamlandıktan sonra örnekler 450 nm dalga boyunda şahit bir örneğe karşı Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometre kullanılarak absorbans değerleri ölçölmüştür.

Kalibrasyon grafiği 0,0073-0,0430 mg konsantrasyonlarında troloks çözeltileri kullanılarak hazırlanmıştır. Sonuçlar $\mu\text{mol troloks/g}$ ($\mu\text{mol TE/g}$) örnek olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan kalibrasyon grafiği Şekil 3.4.’de verilmiştir.



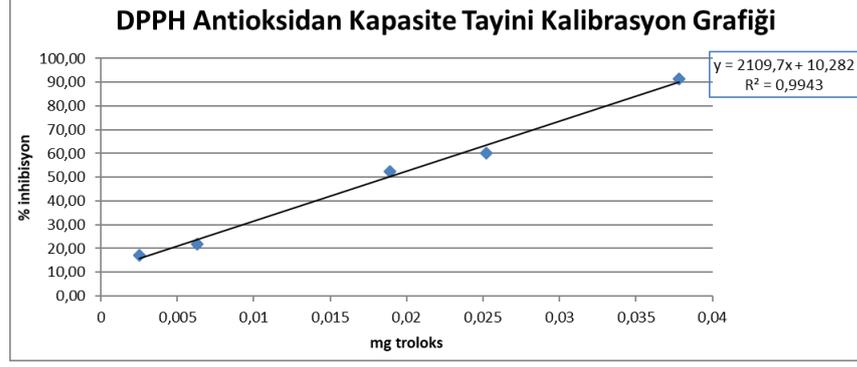
Şekil 3.4. CUPRAC antioksidan kapasite tayini kalibrasyon grafiği

DPPH Yöntemi

Stok DPPH çözeltisi, 0,039 g DPPH'in metanolde çözülerek 100 mL'ye metanol ile tamamlanması ile hazırlanmıştır. 0,1 mL ekstrakt alınmış üzerine 3,9 ml DPPH (6×10^{-5} M) eklenerek 30 dk. süresince karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Hazırlanan örneklerin 515 nm'de okuması yapılarak absorbans değerleri belirlenmiştir. Kontrol olarak şahit örnek ile ölçüm yapılmıştır. İnhibisyon oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ inhibisyon} = \frac{A_{\text{Şahit}} - A_{\text{Örnek}}}{A_{\text{Kör}}} \times 100 \quad (3.7.)$$

Kalibrasyon eğirisinin belirlenmesi için trolokstan 1×10^{-3} M tartılarak % 96'lık etanolde 100 mL'ye tamamlanmıştır. Ölçüm için kalibrasyon grafiği hazırlanmış ve kalibrasyon grafiğine ait doğru denklemi kullanılarak örneklerin antioksidan kapasitesiteleri ölçülmüştür. Hazırlanan kalibrasyon grafiği Şekil 3.5' de verilmiştir.



Şekil 3.5. DPPH antioksidan kapasite tayini kalibrasyon grafiği

4. İSTATİSTİK ANALİZ

Analiz sonuçlarının istatistiksel olarak incelenmesinde MINITAB 19 programı kullanılmıştır. Ölçülen niteliklerdeki ortalama değerlerin arasındaki anlamlı istatistiksel farklı grupların belirlenmesinde One-Way ANOVA analizinde Fisher LSD karşılaştırma testi güven aralığı % 95.0 oranı ile $p < 0.05$ olasılık düzeyinde uygulanmıştır.

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

5.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Üretilen domates suyu örneklerinde üretim tekniğine göre fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 5.1. de, likopen ve askorbik asit miktarları Çizelge 5.2.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Domates sularının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Üretim Şekli	Briks %	Titre Edilebilir Asit	Tuz %	pH	Renk	
		%			L	a/b
DSLÇ	5,7 ±0,07 a*	0,43 ±0,02 b	0,80 ±0,01 a	4,23 ±0,03 a	24,37 ±0,14 b	1,86 ±0,04 a
ROPR	5,7 ±0,01 a	0,44 ±0,02 a	0,81 ±0,01 a	4,22 ±0,04 b	26,01 ±0,72 a	2,04 ±0,03 b

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0.05).

Çizelge 5.2. Domates sularının likopen ve askorbik asit miktarları

Üretim Şekli	Likopen	Askorbik Asit
	mg/100 g	mg/100 g
DSLÇ	56,73 ±1,63 a*	21,20 ± 0,32 a
ROPR	10,67 ±0,52 b	21,27 ±0,13 a

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0.05).

DSLÇ kullanılarak elde edilen domates suyu örneklerinde ortalama olarak briks değeri % 5,7, titre edilebilir asitlik değeri % 0,43, tuz değeri % 0,80, pH değeri 4,23, L parlaklık değeri 24,37, a/b kırmızılık renk değeri 1,86, likopen miktarı 56,73 mg/100 g ve askorbik asit miktarları 21,20 mg/100 g olarak bulunmuştur. ROPR kullanılarak elde edilen domates suyu örneklerinde ise ortalama olarak briks değeri %5,7, titre edilebilir asitlik değeri % 0,44, tuz değeri % 0,81, pH değeri 4,22, L parlaklık değeri 26,01, a/b kırmızılık renk değeri 2,04, likopen miktarı 10,67 mg/100 g ve askorbik asit miktarları 21,27 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Domates sularının briks, tuz ve askorbik asit oranlarında üretim tekniğine bağılı olarak bir değişim olmadığı görülmüştür ($p<0,05$). Buna karşın, örneklerin titre edilebilir asitlik, pH, L, a/b renk değeri ile likopen içeriklerinde $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Domates sularının renk niteliklerinde ve likopen miktarlarında ölçülen bu farkın, üretim tekniği basamaklarında bulunan ısıl işlem sıcaklıklarının farklı olması nedeni ile oluştuğu düşünölmektedir. ROPR tekniğinde kullanılan domatesler, geleneksel metotlarda kullanılan standart sanayi domateslerine göre daha az lifli, ince kabuklu ve suyu kolay ekstrakte edilebilir niteliktedir. Bu sebeple RO tekniği ile üretilen domates sularında ısıl işlem gereksiniminin çok daha az olması, DSLÇ üretim tekniğine göre domates suları daha parlak kırmızı renk niteliklerine sahip olmaktadır. Her iki teknikle de üretilen domates sularının likopen değerleri arasında bu farkın bulunması, likopenin ısıl işlem uygulamaları ile serbest hale geçtiğini bildiren çeşitli literatür bilgileri ile benzerlik göstermektedir.

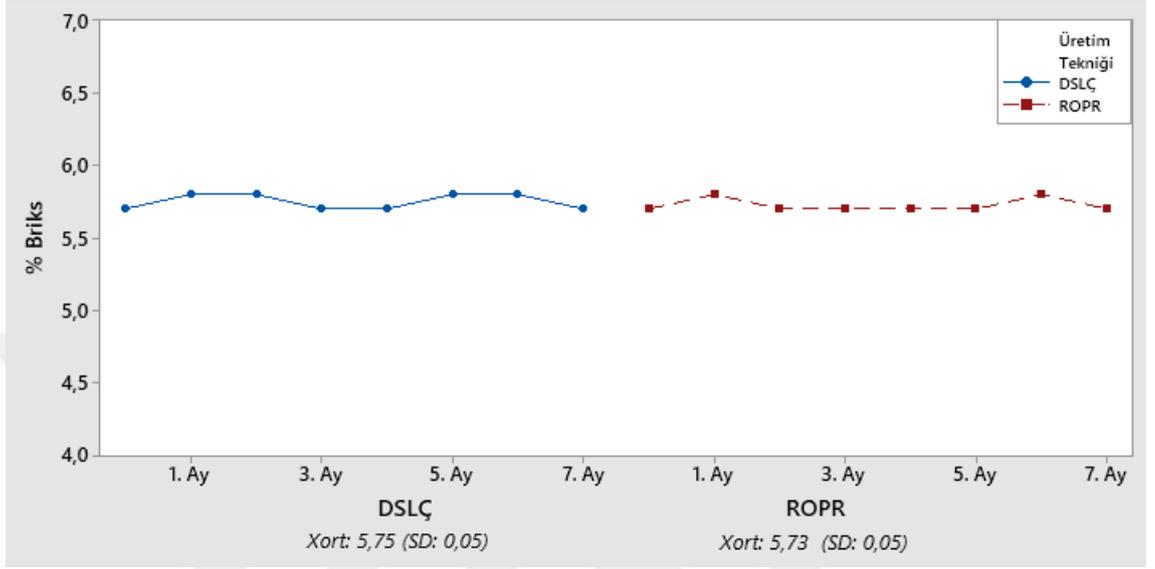
Ayrıca farklı üretim teknikleri ile üretilen domates sularının fiziksel ve kimyasal niteliklerindeki değişim depolama süresi boyunca incelenmiş ve sonuçları Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Domates sularının depolama süresi boyunca fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

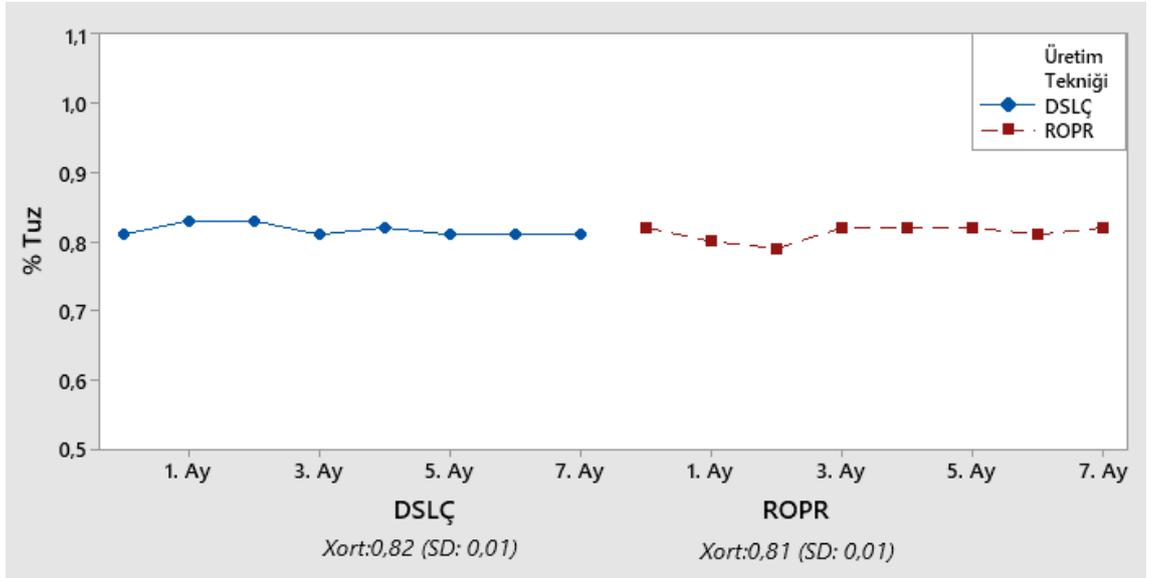
Süre	Üretim Tekniği	Briks	Asit %	Tuz %	pH	Renk		Likopen mg/100 g	Askorbik Asit mg/100 g
						L	a/b		
0. Ay		5,7 ± 0,06 a*	0,40 ± 0,01 c	0,81 ± 0,01 b	4,19 ± 0,01 e	24,46 ± 0,03 b	1,90 ± 0,02 a	59,11 ± 0,43 a	21,11 ± 0,04 c
1. Ay		5,8 ± 0,06 a	0,40 ± 0,01 c	0,83 ± 0,03 a	4,21 ± 0,01 d	24,49 ± 0,08 ab	1,90 ± 0,02 ab	57,39 ± 0,01 c	21,10 ± 0,02 c
2. Ay		5,8 ± 0,01 a	0,45 ± 0,01 a	0,83 ± 0,01 a	4,26 ± 0,01 a	24,26 ± 0,14 c	1,88 ± 0,01 bc	56,27 ± 0,03 d	20,91 ± 0,05 d
3. Ay	DSÇ	5,7 ± 0,06 a	0,41 ± 0,01 c	0,81 ± 0,01 b	4,23 ± 0,01 b	24,37 ± 0,04 bc	1,86 ± 0,01 de	56,54 ± 0,10 f	21,40 ± 0,05 b
4. Ay	DSÇ	5,7 ± 0,12 a	0,45 ± 0,01 a	0,82 ± 0,01 ab	4,25 ± 0,01 a	24,28 ± 0,03 c	1,85 ± 0,01 e	54,61 ± 0,07 f	20,93 ± 0,02 d
5. Ay		5,8 ± 0,06 a	0,46 ± 0,01 a	0,81 ± 0,01 ab	4,22 ± 0,01 c	24,25 ± 0,12 c	1,82 ± 0,01 f	55,71 ± 0,09 e	21,85 ± 0,05 a
6. Ay		5,8 ± 0,07 a	0,46 ± 0,01 a	0,81 ± 0,01 ab	4,21 ± 0,01 d	24,25 ± 0,08 c	1,87 ± 0,01 cd	57,59 ± 0,07 c	20,90 ± 0,01 d
7. Ay		5,7 ± 0,06 a	0,42 ± 0,01 b	0,81 ± 0,01 ab	4,26 ± 0,01 a	24,62 ± 0,04 a	1,80 ± 0,07 g	58,55 ± 0,05 b	21,41 ± 0,04 b
Min-Max		5,7 - 5,8	0,40 - 0,46	0,80 - 0,83	4,19 - 4,26	24, 25 - 24,62	1,80 - 1,90	54,61 - 59,11	20,90 - 21,91
Ort ±STD		5,7 ±0,07	0,43 ±0,02	0,80 ±0,01	4,23 ±0,03	24,37 ±0,14	1,86 ±0,04	56,73 ±1,63	21,20 ±0,32
0. Ay		5,7 ± 0,06 a	0,42 ± 0,01 bc	0,82 ± 0,01 a	4,26 ± 0,01 b	25,69 ± 0,03 f	2,03 ± 0,01 bc	10,59 ± 0,04 d	21,17 ± 0,03 b
1. Ay		5,8 ± 0,06 a	0,42 ± 0,01 a	0,80 ± 0,01 ab	4,23 ± 0,01 c	25,81 ± 0,02 e	2,02 ± 0,02 cd	10,84 ± 0,01 b	21,23 ± 0,04 b
2. Ay		5,7 ± 0,06 a	0,41 ± 0,01 c	0,79 ± 0,01 b	4,22 ± 0,01 d	25,76 ± 0,05 ef	2,02 ± 0,01 cd	11,34 ± 0,02 a	21,45 ± 0,12 a
3. Ay	ROFR	5,7 ± 0,06 a	0,46 ± 0,01 a	0,82 ± 0,01 a	4,18 ± 0,01 e	25,89 ± 0,02 d	2,01 ± 0,01 d	10,43 ± 0,03 e	21,18 ± 0,03 b
4. Ay	ROFR	5,7 ± 0,06 a	0,42 ± 0,01 c	0,82 ± 0,01 a	4,27 ± 0,01 a	24,73 ± 0,05 g	2,01 ± 0,01 d	10,40 ± 0,02 e	21,20 ± 0,02 b
5. Ay		5,7 ± 0,06 a	0,46 ± 0,01 a	0,82 ± 0,01 a	4,16 ± 0,01 f	26,39 ± 0,02 c	2,04 ± 0,01 b	11,36 ± 0,05 a	21,41 ± 0,06 a
6. Ay		5,8 ± 0,12 a	0,43 ± 0,01 b	0,81 ± 0,01 a	4,21 ± 0,01 d	27,31 ± 0,05 a	2,08 ± 0,01 a	10,68 ± 0,03 c	21,15 ± 0,02 b
7. Ay		5,7 ± 0,06 a	0,46 ± 0,01 a	0,82 ± 0,01 a	4,25 ± 0,01 b	26,58 ± 0,09 b	2,09 ± 0,01 a	9,70 ± 0,05 f	21,39 ± 0,04 a
Min-Max		5,7 - 5,8	0,41 - 0,46	0,79 - 0,82	4,16 - 4,26	24,73 - 27,31	2,01 - 2,09	9,70 - 11,36	21,15 - 21,45
Ort ±STD		5,7 ±0,10	0,44 ±0,02	0,81 ±0,01	4,22 ±0,04	26,02 ±0,72	2,04 ±0,03	10,67 ±0,52	21,27 ±0,13

* Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0.05).

Domates sularının briks ve tuz değerlerinde depolama süresince istatistiksel olarak önemli fark olmadığı ($p<0,05$) belirlenmiştir. Briks ve tuz değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’ de verilmiştir.



Şekil 5.1. Domates sularının briks değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

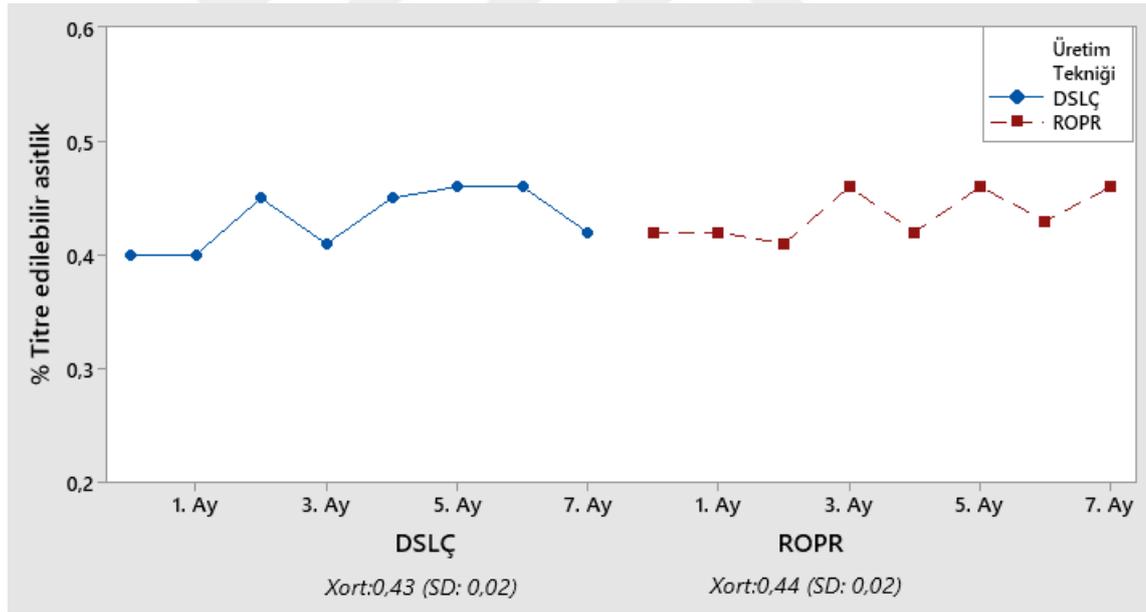


Şekil 5.2. Domates sularının tuz değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

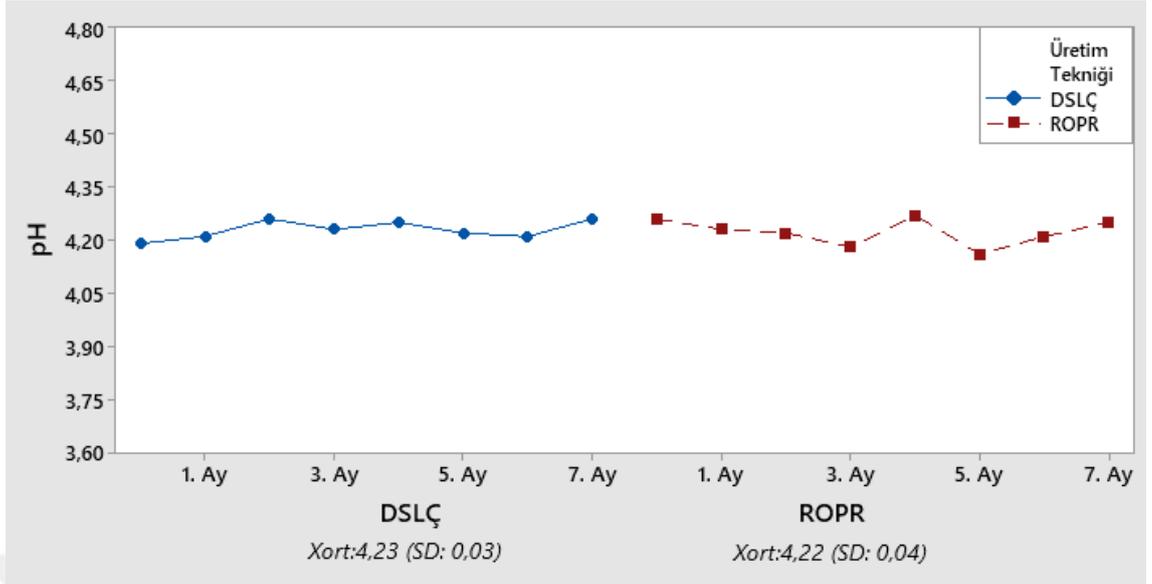
Sönmez (2011), sanayi tipi domateslerde ortalama %4 oranında suda çözünebilir kuru madde bulunduğunu belirtmiştir. Akman (1990) domates suyunun ısıtılarak 70-75 °C da 30 dk pastörizasyon uygulanmasının ve domates suyuna %0.5-1 oranlarında tuz

ilave edilmesin duyuşal nitelikleri arttırdığını ifade etmiştir. Ayrıca domateslerin, domates suyuna işlenmeden önce ön ısıtmaya tabii tutulmasının son üründe asitlik ve pH dengesini sağlayarak taze lezzeti önleyeceğini belirtmiştir.

Domates sularının titre edilebilir asitlik, pH, L parlaklık, a/b kırmızılık renk değerleri ile likopen ve askorbik asit miktarlarında depolama süresi boyunca $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli fark belirlenmiştir. Domates sularının 3.ay'dan itibaren depolama süresi sonuna doğru yaklaşıldıkça titre edilebilir asitlik değeri yükselmiş ve dolayısı ile duyuşal özelliklerinde değişim başladığı görülmüştür. Depolama süresi sonunda ölçülen titre edilebilir asitlik ve pH değerleri, ürünün depolama süresi sonunda hala tüketime uygun fakat ilk günkü niteliklerine göre değişikliğe uğradığını göstermektedir. Domates sularının titre edilebilir asitlik ve pH değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'de verilmiştir.

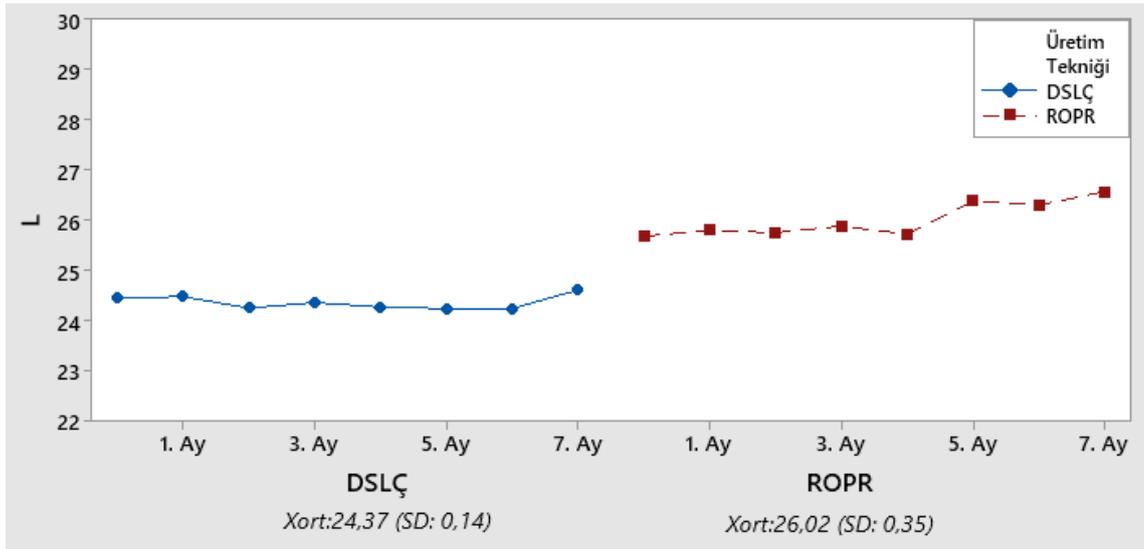


Şekil 5.3. Domates sularının titre edilebilir asitliklerinin depolama süresi boyunca değişimi

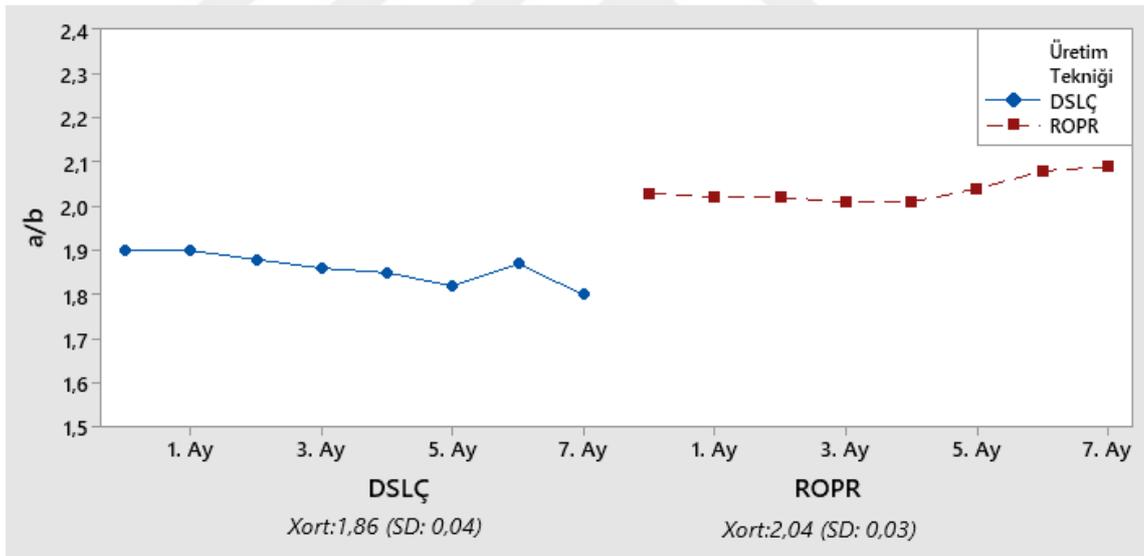


Şekil 5.4. Domates sularının pH'larının depolama süresi boyunca değişimi

Domates ve ürünlerinde renk, gerek tüketici algısı gerekse de ürün kalitesinin göstergesi olması açısından önem taşımaktadır. Domates sularının renk değerleri açısından depolama süresindeki değişimi incelendiğinde L parlaklık ve a/b kırmızılık değerlerinde depolama süresi boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p < 0,05$) olduğu görülmektedir. Raf ömrü boyunca DSLÇ tekniği ile üretilen domates suyunun daha fazla renk kaybına uğramış olduğu, ROPR tekniği ile üretilen domates sularının renklerinde ölçülen kaybın daha az olduğu belirlenmiştir. Her iki üretim tekniği de domatesin parçalama aşamasından itibaren farklı süreçleri içermektedir. Ters ozmoz metodunda ısı işleminin daha az uygulanması ve soğuk dolun ve depolama uygulamaları nedeniyle renk kaybının düşük olduğu, ayrıca ısı işleminin, domates suyunun renk stabilitesini düşürdüğü ve depolama süresince renk kaybını hızlandırdığı düşünülmektedir. Örneklerin depolama süresince ölçülen renk değişimleri Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Domates sularının parlaklık değerlerinin (L) depolama süresi boyunca değişimi

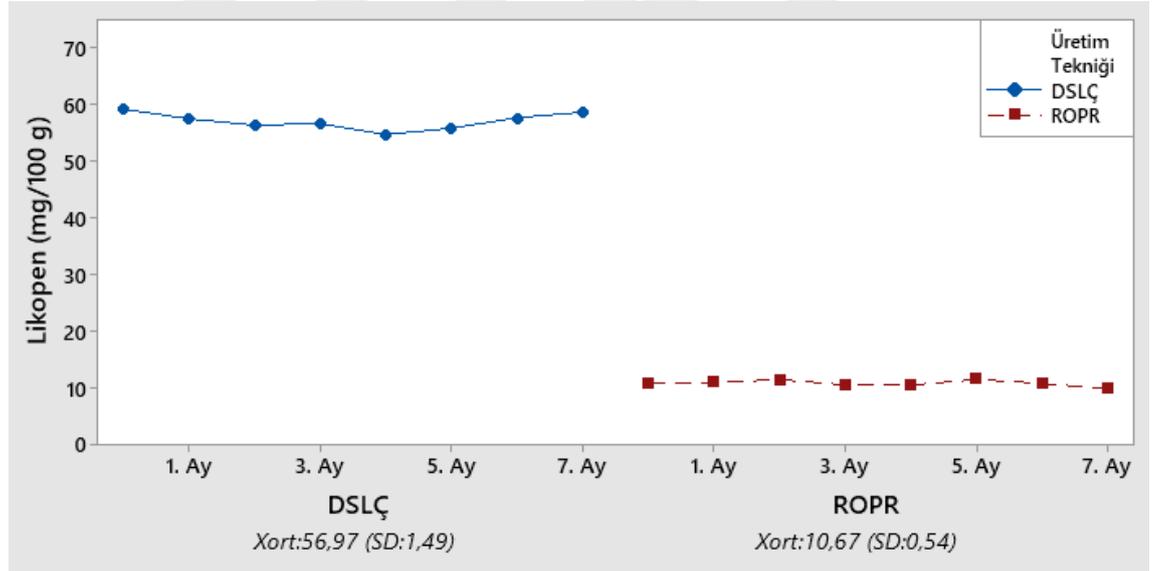


Şekil 5.6. Domates sularının kırmızılık (a/b) değerlerinin depolama süresi boyunca değişimi

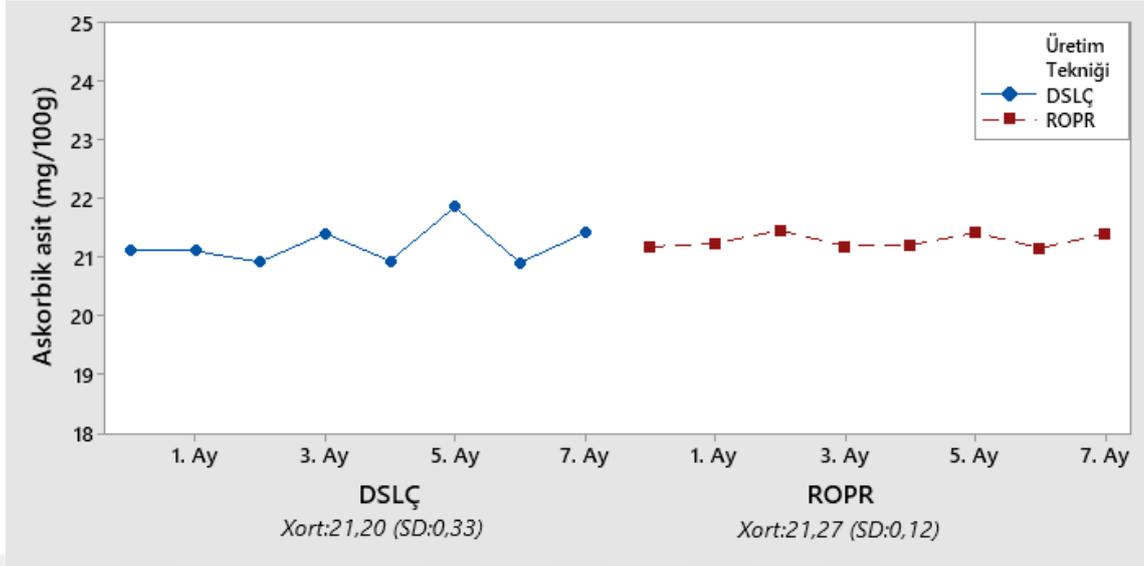
DSLÇ tekniği ile üretilen domates suyu örneklerinde, likopen içeriğinin ROPR tekniği ile üretilenlere göre belirgin düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiş olup bu etki kullanılan ısı işleminden kaynaklanmaktadır. Domates sularının içerdiği likopen miktarı depolama süresi boyunca küçük azalma göstermiş fakat bekleme süresi boyunca $p < 0,05$ düzeyinde istatistik anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

Hobson ve Grierson (1996), çalışmalarında domates suyunun likopen içeriğini 50-116 µg/g yaş ağırlık olarak saptamışlardır. Thompson ve ark. (1997) taze ve ısıtılmış domateslerde likopen içeriklerinde anlamlı fark olmadığı ancak ısıtılmış domates ürünlerinde likopen miktarlarının daha fazla çıktığını belirtmişlerdir. Literatürde bulunan bu sonuçlar, çalışmamızda kullanılan domates suyu örneklerinden elde edilen likopen içerikleri ile benzerlik göstermektedir.

Domates sularının askorbik asit miktarı depolama süresi boyunca incelendiğinde ise ROPR tekniği ile üretilen domates sularında, DSLÇ tekniği ile üretilenlerine göre daha stabil olduğu ve istatistik olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir ($p < 0,05$). Örneklerin depolama süresinde ölçülen likopen ve askorbik asit miktarlarındaki değişimi Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’de görülmektedir.



Şekil 5.7. Domates sularının likopen miktarının depolama süresi boyunca değişimi



Şekil 5.8. Domates sularının askorbik asit miktarının depolama süresi boyunca değişimi

Sekin ve Bağdatlıoğlu (2005), domates konservelerinde likopen içeriğinin değişimini askorbik asit miktarına ve raf ömrü süresine göre incelemiş, her iki parametrenin de likopen miktarı üzerine anlamlı düzeyde etkisi olduğunu belirlemiştir. Domates konserveleri ışık almayan ortam koşullarında 8 ay bekletildiğinde likopen miktarı üzerinde depolama süresince anlamlı bir değişim ölçülmemiştir.

5.2. Toplam Fenol İçeriği

Domates suyu örneklerinin ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriklerinin DSLÇ ve ROPR işleme tekniğine göre değişimleri Çizelge 5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Domates sularının üretim tekniğine göre içerdiği toplam fenol miktarı

Üretim Tekniği	Toplam Fenol İçeriği (mg GAE/100 ml)	
	Ekstrate Edilebilir Fraksiyon	Hidrolize Edilebilir Fraksiyon
DSLÇ	85,51 ±3,11 a*	85,51 ±5,06 b
ROPR	84,24 ±2,32 a	91,30 ±5,50 a

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$).

Domates sularının toplam fenol içeriği, üretim tekniği açısından incelendiğinde her iki metot ile de etirliş olan domates sularının ekstrakte edilebilir fraksiyonları arasında istatitiki olarak önemli bir fark ($p<0,05$) bulunmadığı görülmektedir. Buna karşın, hidrolize edilebilen fraksiyonda, ROPR tekniği ile üretilen domates suyunun toplam fenol içeriği, DSL tekniği ile üretilene göre önemli düzeyde ($p<0,05$) yüksek bulunmuştur.

DSL tekniği ile üretilen domates suyu örneklerindeki ekstrakte edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği ortalama olarak 85,51 mg GAE/100 ml, hidrolize edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği ise 84,51 mg GAE/100 ml olarak belirlenmiştir. ROPR tekniği ile üretilen domates suyu örneklerinde ise ekstrakte edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği ortalaması 84,24 mg GAE/100 ml, hidrolize edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği ise 91,28 mg GAE/100 ml olarak saptanmıştır.

Toplam fenol içeriğinin depolama süresi boyunca değişimi incelendiğinde, her iki üretim tekniği ile üretilen domates suyu örneklerinde de ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyonlarda $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. Domates sularının toplam fenol içeriklerinin ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fraksiyonlarının depolama süresi boyunca karşılaştırılması izelge 5.5'de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Domates sularının depolama süresine göre içerdiği toplam fenol miktarı

Süre	Üretim Tekniği	Toplam Fenol İçeriği (mg GAE/100 ml)	
		Ekstrakte Edilebilir Fraksiyonlar	Hidrolize Edilebilir Fraksiyonlar
0. Ay	DSLÇ	89,80 ±2,56 a*	83,79 ±3,50 ab
1. Ay		86,07 ±1,76 ab	83,05 ±7,45 ab
2. Ay		84,03 ±0,49 b	80,38 ±3,36 b
3. Ay		85,88 ±0,55 ab	85,33 ±1,58 ab
4. Ay		87,18 ±5,51 ab	85,13 ±8,16 ab
5. Ay		83,70 ±3,72 b	84,89 ±4,40 ab
6. Ay		84,87 ±1,48 b	82,56 ±4,48 ab
7. Ay		82,58 ±0,88 b	90,98 ±2,52 a
	Min-Max	82,58 - 89,80	80,38 - 90,98
	Ort ±STD	85,51 ±2,27	84,51 ±3,08
0. Ay	ROPR	84,71 ±3,42 abc	94,38 ±1,86 a
1. Ay		81,53 ±3,23 c	95,70 ±0,96 a
2. Ay		84,98 ±0,49 abc	87,64 ±6,06 b
3. Ay		86,68 ±1,61 a	95,96 ±0,81 a
4. Ay		82,91 ±1,94 bc	93,48 ±4,19 a
5. Ay		84,45 ±0,91 abc	93,69 ±0,17 a
6. Ay		85,78 ±1,28 ab	87,03 ±0,82 b
7. Ay		82,87 ±0,79 bc	82,35 ±2,24 c
	Min-Max	81,53 - 86,68	82,35 - 95,96
	Ort ±STD	84,24±1,70	91,28 ±4,97

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0.05).

Doğal antioksidanlar arasında polifenollerin rolü oldukça büyüktür. Polifenol içeriğinin bitkinin türü, uygulanan yetiştirme teknikleri, güneşlenme süresi, mevsime bağlı değişkenlikler, hasat zamanı, işleme sırasında uygulanan proses koşulları ve depolama şartları gibi pek çok etmenden etkilendiği bilinmektedir (Heimler ve ark., 2007). Ayrıca çözücü ve ekstraksiyon proseslerindeki çeşitlilik de polifenol miktarındaki değişikliklerin nedenleri arasında yer almaktadır.

Queralt ve ark. (2012), ısıtma işlemi uygulanan domates sularının fenolik içeriklerindeki değişimi raf ömrü süresince incelemiş ve ısıtma işlemi uygulanan ile uygulanmayan domates sularının içerdiği fenolik bileşenlerde depolama süresinde çok az düzeyde değişiklik olduğunu belirlemiştir.

5.3. Antioksidan Kapasite

5.3.1. ABTS Yöntemi

İki farklı yöntemle üretilmiş olan domates sularının farklı fraksiyonlarının ABTS yöntemine göre antioksidan kapasiteleri Çizelge 5.6.' da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Domates sularının ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları

Antioksidan Kapasite ($\mu\text{mol TE/g}$)				
Süre	Üretim Tekniği	Ekstrakte Edilebilir Fraksiyonlar	Hidrolize Edilebilir Fraksiyonlar	Biyoalınabilir Fraksiyonlar
0. Ay	DSLÇ	6,92 \pm 0,23 ab*	14,13 \pm 0,63 ab	18,68 \pm 3,48 cd
1. Ay		7,07 \pm 0,61 ab	11,91 \pm 0,71 b	18,63 \pm 0,23 cd
2. Ay		7,50 \pm 0,72 a	17,12 \pm 6,58 ab	21,07 \pm 1,83 bc
3. Ay		6,84 \pm 0,27 ab	21,58 \pm 6,34 a	26,79 \pm 2,66 a
4. Ay		7,22 \pm 0,68 ab	20,23 \pm 6,10 ab	26,67 \pm 0,71 a
5. Ay		6,90 \pm 0,55 ab	18,51 \pm 5,75 ab	24,39 \pm 1,11 ab
6. Ay		7,32 \pm 0,35 a	20,48 \pm 7,15 ab	26,45 \pm 0,55 a
7. Ay		6,47 \pm 0,10 b	11,71 \pm 1,68 b	16,29 \pm 1,17 d
Min-Max		6,47 - 7,50	11,71 - 21,58	16,29 - 26,79
Ort \pmSTD		7,03 \pm0,32	16,96 \pm3,93	22,37 \pm4,23
0. Ay	ROPR	7,57 \pm 1,02 ab	22,02 \pm 0,62 ab	18,85 \pm 0,08 c
1. Ay		7,48 \pm 0,37 ab	24,20 \pm 1,88 a	16,38 \pm 0,30 d
2. Ay		8,08 \pm 0,72 a	23,81 \pm 4,06 a	15,71 \pm 1,21 d
3. Ay		7,63 \pm 0,93 ab	23,53 \pm 0,42 a	26,54 \pm 3,09 a
4. Ay		7,17 \pm 0,37 ab	19,12 \pm 2,83 b	23,36 \pm 1,07 b
5. Ay		6,91 \pm 0,31 b	21,52 \pm 1,89 ab	19,84 \pm 1,70 c
6. Ay		7,02 \pm 0,70 ab	20,23 \pm 0,70 b	26,44 \pm 0,62 a
7. Ay		6,67 \pm 0,26 b	21,96 \pm 1,33 ab	20,79 \pm 0,84 c
Min-Max		6,67 - 8,08	19,12 - 24,20	15,71 - 26,54
Ort \pmSTD		7,32 \pm 0,46	22,05 \pm1,78	20,99 \pm4,16

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

DSLÇ tekniği ile üretilmiş domates sularının antioksidan kapasitesi ekstrakte edilebilir fraksiyon için 6,47-7,50 $\mu\text{mol TE/g}$, hidrolize edilebilir fraksiyon için 11,71-21,58 $\mu\text{mol TE/g}$ ve biyoalınabilir fraksiyon için 16,29-26,79 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir. ROPR yöntemi ile üretilmiş domates sularının antioksidan kapasitesi ekstrakte edilebilir

fraksiyon için 6,67-8,08 $\mu\text{mol TE/g}$, hidrolize edilebilir fraksiyon için 19,12-24,20 $\mu\text{mol TE/g}$ ve biyoalınabilir fraksiyon için ise 15,71-26,54 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak saptanmıştır.

5.3.2. CUPRAC Yöntemi

Domates sularının ekstrakte edilebilen, hidrolize edilebilen ve biyoalınabilir fraksiyonlarının CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasiteleri Çizelge 5.7.'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Domates sularının CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları

Antioksidan Kapasite ($\mu\text{mol TE/g}$)				
Süre	Üretim Tekniği	Ekstrakte Edilebilir Fraksiyonlar	Hidrolize Edilebilir Fraksiyonlar	Biyoalınabilir Fraksiyonlar
0. Ay	DSLÇ	11,12 \pm 0,86 a*	7,21 \pm 0,52 ab	10,80 \pm 2,12 ab
1. Ay		10,95 \pm 1,11 a	7,20 \pm 0,64 ab	9,94 \pm 0,25 ab
2. Ay		11,18 \pm 0,11 a	6,68 \pm 0,33 b	10,39 \pm 0,64 ab
3. Ay		11,23 \pm 0,39 a	7,10 \pm 0,24 ab	10,49 \pm 0,54 ab
4. Ay		11,16 \pm 0,56 a	7,09 \pm 0,21 ab	10,33 \pm 0,27 ab
5. Ay		11,38 \pm 0,31 a	6,74 \pm 0,55 b	10,28 \pm 0,55 ab
6. Ay		11,37 \pm 0,68 a	7,01 \pm 0,44 ab	9,63 \pm 0,38 b
7. Ay		11,80 \pm 0,64 a	7,55 \pm 0,45 a	11,24 \pm 0,94 a
Min-Max		10,95 - 11,80	6,68 - 7,55	9,63 - 11,24
Ort \pmSTD		11,27 \pm0,25	7,07 \pm0,28	10,39 \pm0,49
0. Ay	ROPR	12,39 \pm 0,55 a	9,78 \pm 0,64 a	11,12 \pm 0,32 ab
1. Ay		12,61 \pm 0,41 a	7,72 \pm 2,15 bc	9,77 \pm 0,69 cd
2. Ay		12,37 \pm 0,30 a	6,26 \pm 0,34 c	9,36 \pm 0,43 cd
3. Ay		12,73 \pm 0,14 a	6,37 \pm 0,57 c	11,36 \pm 0,79 a
4. Ay		12,48 \pm 0,31 a	6,38 \pm 0,47 c	9,83 \pm 0,36 cd
5. Ay		12,51 \pm 0,16 a	7,01 \pm 1,39 bc	10,21 \pm 0,44 bc
6. Ay		12,92 \pm 0,49 a	8,66 \pm 0,20 ab	11,00 \pm 1,25 ab
7. Ay		12,75 \pm 0,10 a	8,31 \pm 0,61 ab	8,78 \pm 0,36 d
Min-Max		12,37 - 12,92	6,26 - 9,78	8,78 - 11,36
Ort \pmSTD		12,60 \pm0,19	7,56 \pm1,28	10,18 \pm0,92

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

DSLÇ tekniği ile üretilmiş domates sularının antioksidan kapasitesi ekstrakte edilebilir fraksiyon için 10,95-11,80 $\mu\text{mol TE/g}$, hidrolize edilebilir fraksiyon için 6,68-7,55 $\mu\text{mol TE/g}$ ve biyoalınabilir fraksiyon için 9,63-11,24 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak saptanmıştır. ROPR tekniği ile üretilmiş domates sularının antioksidan kapasitesi ise ekstrakte edilebilir,

hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fraksiyonlar için sırasıyla 12,37-12,92 $\mu\text{mol TE/g}$, 6,26-9,78 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 8,78-11,36 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir.

5.3.3. DPPH Yöntemi

DPPH yöntemine göre farklı fraksiyonların antioksidan kapasiteleri Çizelge 5.8.'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Domates sularının DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları

Antioksidan Kapasite ($\mu\text{mol TE/g}$ örnek)				
Süre	Üretim Tekniği	Ekstrakte Edilebilir Fraksiyonlar	Hidrolize Edilebilir Fraksiyonlar	Biyoalınabilir Fraksiyonlar
0. Ay	DSLÇ	12,35 \pm 0,41 bc*	10,57 \pm 0,01 a	50,80 \pm 3,52 ab
1. Ay		13,49 \pm 0,53 a	9,17 \pm 0,26 cd	61,19 \pm 8,41 a
2. Ay		12,46 \pm 0,17 b	9,18 \pm 0,25 de	50,87 \pm 8,53 ab
3. Ay		12,57 \pm 0,33 b	8,86 \pm 0,24 de	50,46 \pm 4,99 ab
4. Ay		10,62 \pm 0,37 d	8,30 \pm 0,79 f	53,22 \pm 3,69 ab
5. Ay		11,70 \pm 0,12 c	8,40 \pm 0,36 ef	56,16 \pm 1,76 ab
6. Ay		12,62 \pm 0,11 b	9,82 \pm 0,25 bc	44,85 \pm 3,06 ab
7. Ay		12,64 \pm 0,40 b	9,98 \pm 0,09 ab	38,68 \pm 2,56 b
Min-Max		10,62 - 13,49	8,30 - 10,57	38,68 -61,19
Ort \pmSTD		12,33 \pm0,85	9,28 \pm0,79	50,78 \pm6,81
0. Ay	ROPR	11,54 \pm 0,15 c	12,53 \pm 0,39 d	107,02 \pm 4,06 d
1. Ay		11,67 \pm 0,21 c	12,90 \pm 0,21 bcd	124,44 \pm 4,53 ab
2. Ay		12,93 \pm 0,12 a	13,62 \pm 0,33 ab	119,17 \pm 3,79 abc
3. Ay		12,13 \pm 0,07 b	14,31 \pm 0,20 a	106,83 \pm 6,95 d
4. Ay		12,10 \pm 0,12 b	12,55 \pm 0,42 cd	128,71 \pm 6,50 a
5. Ay		12,05 \pm 0,16 b	10,26 \pm 0,21 f	116,58 \pm 0,19 bcd
6. Ay		12,80 \pm 0,22 a	11,43 \pm 1,06 e	111,30 \pm 4,24 cd
7. Ay		11,66 \pm 0,13 c	13,31 \pm 0,37 bc	119,34 \pm 1,48 abc
Min-Max		11,54 - 12,93	10,26 - 14,31	106,83 - 128,71
Ort \pmSTD		12,11 \pm0,52	12,61 \pm1,28	116,68 \pm7,91

*Aynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

DSLÇ tekniği ile üretilmiş domates sularının antioksidan kapasitesi ekstrakte edilebilir fraksiyon için 10,62-13,49 $\mu\text{mol TE/g}$, hidrolize edilebilir fraksiyon için 8,30-10,57 $\mu\text{mol TE/g}$, biyoalınabilir fraksiyon için ise 38,68-61,19 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir.

ROPR tekniği ile üretilmiş domates sularının antioksidan kapasitesi ise ekstrakte edilebilir fraksiyon için 11,54-12,93 $\mu\text{mol TE/g}$, hidrolize edilebilir fraksiyon için 10,26-14,31 $\mu\text{mol TE/g}$ ve biyoalınabilir fraksiyonu için 106,83-128,71 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak saptanmıştır.

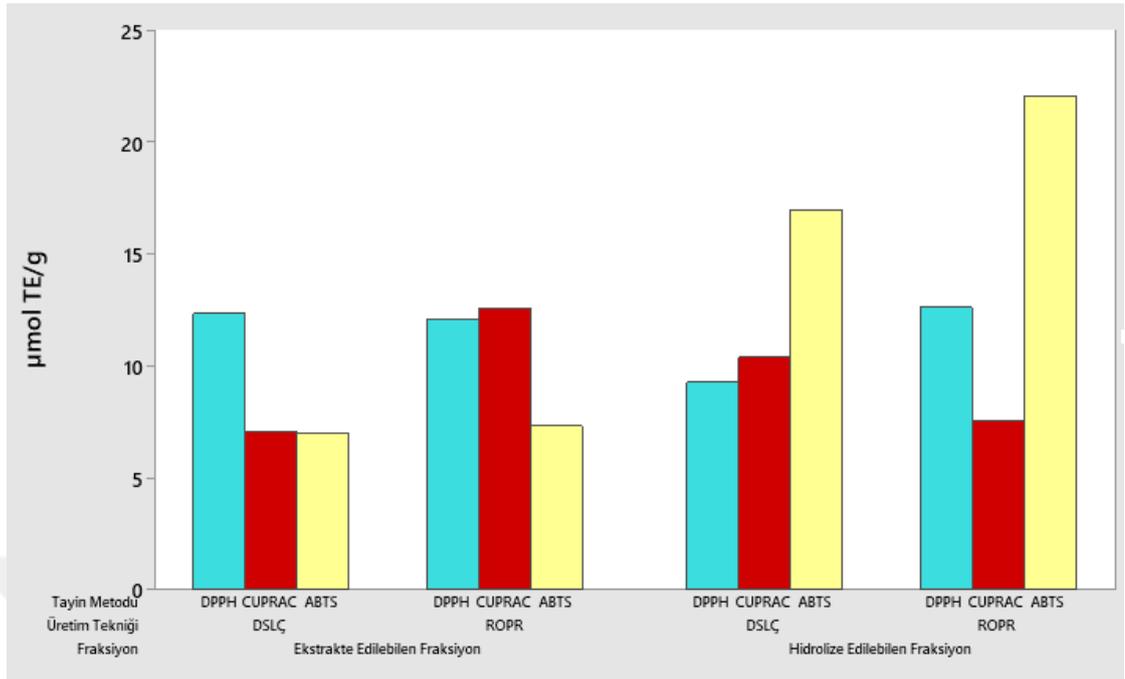
Larossa ve ark. (2002) domates suyunun ve Karakaya (2007) taze domates ve konserve domateslerin antioksidan kapasitelerini inceledikleri araştırmalarında ABTS yönteminin en yüksek antioksidan kapasite değerini verdiğini bildirmişlerdir.

Gahler (2003), domates suyu, domates sosu ve domates orbası gibi işlenmiş domates ürünlerinin antioksidan kapasitelerini incelemiştir. Domates suyunun toplam fenol içeriklerinin ve antioksidan kapasitelerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Moreno ve ark. (2006), ticari olarak pastörize edilmiş domates sularında bulunan bazı besin ögelerini raf ömrü boyunca incelemiştir. Konsantre edilmiş domates ürünleri kullanılarak elde edilmiş domates sularının antioksidan kapasitelerinin, proseste uygulanan konsantrasyon uygulamasına bağlı olarak daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Wootton-Beard (2010), piyasada bulunan çeşitli sebze sularında antioksidan kapasite stabilitesini in vitro olarak ölçtüğü çalışmasında domates suyunun toplam fenol miktarı ile antioksidan kapasitesinin sindirim süresince stabil kaldığını bildirmiştir.

Antioksidan kapasite belirleme yöntemleri arasında bir karşılaştırma yapıldığında her iki üretim tekniği ile de üretilen domates sularının ekstrakte edilebilir fraksiyonlarda DPPH (12,11-12,33 $\mu\text{mol TE/g}$) ve CUPRAC (11,27-12,60 $\mu\text{mol TE/g}$) yöntemleri ABTS (7,03-7,32 $\mu\text{mol TE/g}$) yöntemine göre daha yüksek değerler belirlenirken, hidrolize edilebilir fraksiyonlarda ise ABTS yöntemi (16,96-22,05 $\mu\text{mol TE/g}$) diğer yöntemlere göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. CUPRAC yönteminde ekstrakte edilebilen fraksiyonlar DSL tekniği ile elde edilen domates sularında ROPR tekniğine göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. Domates sularının hidrolize edilebilen fraksiyonları için ise üretim tekniğinden bağımsız olarak ABTS metodu ile en yüksek değerler elde edilmiştir. Antioksidan kapasite tayin metotlarının karşılaştırma sonuçları Şekil 5.9'da verilmiştir.

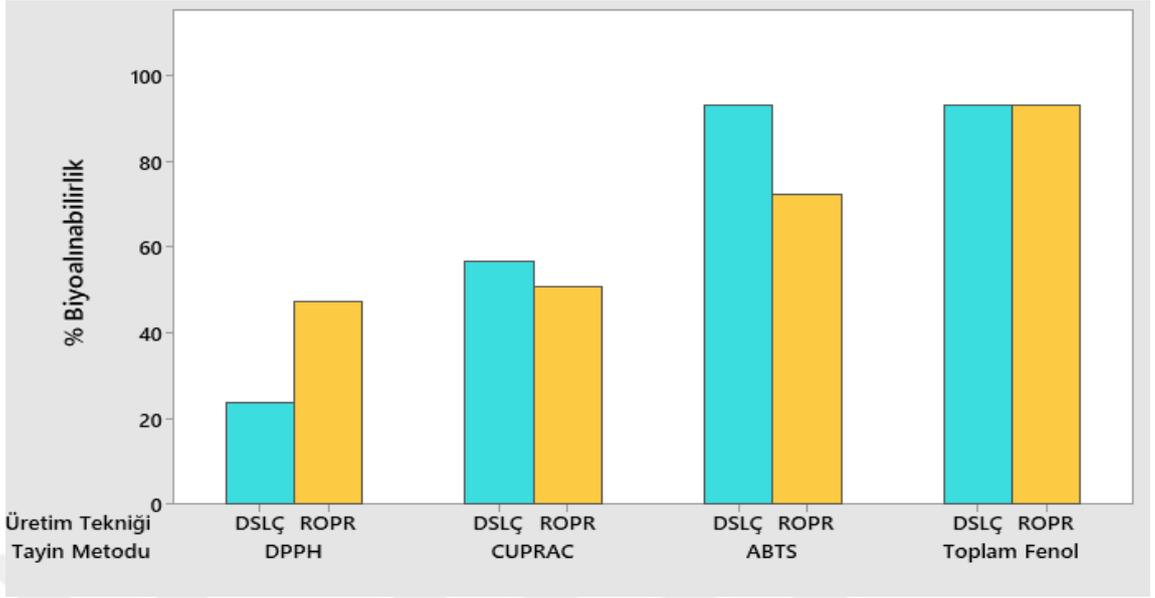


Şekil 5.9. Domates sularının farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre karşılaştırılması

Her üç yönteminde elektron transferi esasına dayandığı göz önüne alındığında, CUPRAC ve ABTS yönteminin domates suyu örnekleri için daha uygulanabilir olduğu düşünülmektedir.

5.3.4. Biyoalınabilirlik

İki farklı teknikle üretilmiş olan domates sularının toplam fenol içeriklerinin ve antioksidan kapasitesinin % biyoalınabilirlikleri Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.10. Domates sularının toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitesinin % biyoalınabilirliği

Son yıllarda yapılan çalışmalar, gıdalarda bulunan besin öğelerinin tamamının alınmadığını ve sindirim sistemine ulaşan bileşenlerin tümünün biyolojik olarak kullanılmadığını ortaya koymuştur. Bu nedenle gıda bileşenlerin konsantrasyonlarının belirlenmesinin yanında biyoyararlılık çalışmalarının da yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ancak in vivo çalışmalardaki zorluklar ve etik kaygılar nedeni ile biyoyararlılık çalışmaları sınırlı ölçülerde yapılabilmektedir. Bu nedenle, in vitro olarak yapılan ve biyoyararlılık için yol gösterici olan biyoalınabilirlik çalışmaları yaygınlaşmıştır.

Domates sularının antioksidan kapasitelerinin % biyoalınabilirlikleri incelendiğinde, DSLÇ ve ROPR tekniği kullanılarak üretilen domates sularının toplam fenol içeriklerinin biyoalınabilirliklerinin arasında $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel anlamlı bir fark olmadığı görülmüş ve her iki üretim tekniği ile üretilen domates sularının sahip olduğu % biyoalınabilirlikleri %93 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

İki farklı üretim tekniği kullanılarak elde edilen domates sularının da antioksidan kapasitelerinin % biyoalınabilirlikleri incelendiğinde, en yüksek sonucu ABTS yöntemi vermiş bunu sırasıyla CUPRAC ve DPPH yöntemleri izlemiştir. Bunun nedeninin, kullanılan tüm yöntemlerin farklı bileşiklere duyarlı olması ve domates suyunda bulunan

ve antioksidan kapasiteyi oluşturan biyoaktif bileşiklerin ABTS yontemine duyarlılık gostermesi ve daha fazlasının belirlenebilmesi olduğu duşunılmaktadır.

6. SONUÇ

Ülkemiz ve dünya ülkelerinde, domatesin gerek taze olarak gerekse de işlenmiş ürünlerinin kullanımı oldukça yaygın olup, toplumun büyük bir kesiminin günlük diyetlerinde yer almaktadır. Domates, içerdığı biyoaktif bileşenler nedeni ile sağlık üzerine yararları bilinen ve kardiyovasküler rahatsızlıklar, nörodejeneratif hastalıklar ve bazı kanser türlerini önleyici bir gıda olarak değerlendirilmektedir.

Ülkemizde, tüketimi son yıllarda artmakta olan domates suyu iki farklı teknikle hazırlanmış ve depolama süresi boyunca fiziko-kimyasal ve fonksiyonel özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Sonuçta, her iki teknik ile üretilmiş olan domates sularının, depolama süresince briks ve tuz değerlerinin değişmeden korunabildiği, buna karşın titre edilebilir asitlik ve renk değerlerinde azalma gerçekleştiği görülmüştür. Domates sularında askorbik asit değerleri üretim tekniğine göre değişmediği ve depolama süresinde çok düşük miktarlarda kayba uğradığı tespit edilmiştir. Likopen miktarının, ısı işlem basamağı içeren üretim tekniği kullanılan domates sularında diğer tekniğe göre çok daha yüksek miktarlarda bulunduğu saptanmıştır.

Domates suyunun toplam fenol içeriğinin ve % biyoalınabilirliklerinin üretim tekniğine bağlı olmaksızın depolama süresi boyunca değişmediği belirlenmiş ve toplam fenol içeriğinin biyoalınabilirlikleri %93 oranında bulunmuştur. Antioksidan kapasite yöntemlerinden en iyi sonucu ABTS yöntemi verirken bunu CUPRAC yöntemi takip etmiştir. Her iki yönteminde % biyoalınabilirlikleri %50'nin üzerinde olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, domates sularının insan ve toplum sağlığı üzerine olumlu etkileri olduğu, içerdığı yüksek biyoalınabilirlikteki antioksidatif özellikleri nedeni ile potansiyel hastalık risklerini azaltıcı ve toplum sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayabilen bir gıda olarak değerlendirilebileceği belirlenmiştir. Domates sularının günlük diyetlerde mutlaka yer verilmesi gerektiği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adams, K.C., Campbell, J.K., Zaripheh, S., Jeffery, E.H., Erdman, J.W. 2005.** The tomato as a functional food. *Journal of Nutrition*, 135: 1226-1230.
- Abushita, A.A., Hebshi, E.A, Daood, H.G., Biacs, P.A. 1997.** Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food chemistry*, 60 (2), 207-212.
- Akbay, C. 2000.** Food Consumption Patterns of Socioeconomic Groups: An Application of Almost Ideal Demand System. Doktora Tezi, Ohio State University, USA, 321s.
- Akbay, C., Candemir. S., Orhan, E. 2005.** Türkiye’de Yaş Meyve ve Sebze Ürünleri Üretim ve Pazarlaması, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2)
- Akman A. 1990.** Türkiye’de ilk üzüm, portakal ve domates suyu denemeleri. *Gıda*, 15 (4) 195-198.
- Alhan, C. C., Şan, M., 2002.** Koroner kalp hastalığı tedavisinde anti-oksidanlar yararlı mı?, *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi* 15: 203-213.
- Anonim 2018a.** TUIK, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonim 2018b.** Tarım ürünleri piyasaları, Domates. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 2018c.** TUIK, Bitkisel ürün denge istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonim, 2013.** Domates suyu üretim prosedürü. Tat Gıda Sanayi A.Ş, Bursa.
- Anonim, 2014.** Domates ürünleri iç ve dış piyasa Pazar araştırması. Tat Gıda Sanayi A.Ş, Bursa.
- Anonim, 2016.** Bitkisel üretimde TUIK verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2017.** TÜİK, Tarımsal üretim istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonim, 2019.** Tat Gıda Sanayi A.Ş, Mustatakemalpaşa Konserve İşlermesi, Ziraat Mühendisliği Departmanı, Bursa.
- Apak, R., Güçlü K., Demirata B., Özyürek M., Çelik E.S., Bektaşoğlu, B.K., Berker, İ., Özyurt. 2007.** Comparative evaluation of total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds and the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12: 1496-1547.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Bektaşoğlu, B.K. 2008.** Antioksidan tayin yöntemleri ve Cuprac yöntemine güncel katkılar. IV. Ulusal Analitik Kimya Kongresi Bildirisi, 25-27 Haziran 2008 Elazığ, 5.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. 2004.** A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin 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.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., Altun, M. 2005.** Total antioxidant capacity assay of human serum using copper (ii)-neocuproine as chromogenic oxidant: The CUPRAC method. *Free Radic Res.*, 39(9): 949-961.
- Aydemir B., Sarı E.K., 2009.** Antioksidanlar ve Büyüme Faktörleri ile İlişkisi. *Kocatepe Vet J* , 2 (2): 56-60.

- Basimov G., 2016.** Türkiye'nin Domates İhracat Performansı ve Rakabet Gücü.
- Benito P, Miller D., 1998.** Iron absorption and bioavailability: an updated review. *Nutr Res*,18: 581-603.
- Bıçaklı H.D., Uslu R. 2012.** Likopen ve kanser. *Türk Onkoloji Dergisi*, 27(2):93-07.
- Blois, M.S. 1958.** Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*, 1199-1200.
- Bohm, V., Putpitasari-Nienaber, N.L., Ferruzi, M.G. and Schwartz, S.J. 2002.** Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of alfa-karoten, beta-karoten lycopene and zeaxanthin. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 221-226.
- Bramley, P.M., 2000.** Is Lycopene Beneficial To Human Health? *Phytochemistry*, 54, 233-236.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M. E., Berset, C. 1995.** Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Clinton, S. K. 1998.** Lycopene: Chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutrition Reviews* 56: 35–51.
- Cuendet, M., Hostettmann, P., Potterat, O. 1997.** Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helv. Chim. Acta*, 80, 1144- 1152.
- Djuric, Z., Powell, L.C. 2001.** Antioxidant capacity of lycopene- containing foods. *Int. J. Food Sci.s Nutr.*, 52, 143-149.
- Dorman, H.J.D, Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M. J. 2003.** Characterization of the antioxidant properties of de-odorized aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 83(2): 255-262.
- Dumas, Y., Dadomo M., Lucca G., Grolier P. 2003.** Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *J. Sci. Food Agriculture* 83:369-372.
- Durmuş M., Yetgin Ö., Aber MM., Haji EK., Akcay K. 2018.** Domates Bitkisi, Besin İçeriği ve Sağlık Açısından Değerlendirmesi. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 1(2): 59-74.
- Fairweather Tait SJ. 1993.** Bioavailability of nutrients. In: Macrae R, Robinson RK, Sadler MJ, editors. *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*. London: Academic Press;. 384-392.
- Frankel, En., Meyer, A.S. 2000.** The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1925-1941.
- Gahler, S., Otto, K., Böhm, V. 2003.** Alterations of Vitamin C, Total Phenolics, and Antioxidant Capacity as Affected by Processing Tomatoes to Different Products. *J. Agric. Food Chem.* , 51 (27): 7962-7968.
- Gartner, C., Stahl, W., Sies, H. 1997.** Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. *Am J Clin Nutr* 66: 116-22.
- Gould, W.A. 1983.** *Tomato Production, Processing and Quality Evaluation*. Avi. Pub. Co., Westport, CO., 445.

Güçlü, K., Sözgen, K., Tütem, E., Özyürek, M., Apak, R. 2005. Spectrophotometric determination of ascorbic acid using copper (II)- neocuproine reagent in beverages and pharmaceuticals. *Talanta*, 65: 1226- 1232.

Hadley, C.W., Miller, E.C., Schwartz, S. and Clinton, S.K. 2002. Tomatoes, lycopene, and prostat cancer: progress and promise. *Exp Biol Med (Maywood)*;227(10):869-80.

Halvorsen B.L., Holte K., Myhrstad M.CW., Barikmo I., Hvattum E., 2002. A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants. *Thr Journal of Nutrition* 132(3): 461-7.

Heimler D., Isolani L., Vignolini P., Tombelli S., Romani A. 2007. Polyphenol content and antioxidative activity in some species of freshly consumed salads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1724-1729.

Hobson, G., Grierson, D., 1996. Tomato, 403-414, Biochemistry of Fruit Ripening, Seymour, G.B., Taylor, J.E. and Tucker, G.A. (Eds.), Chapman and Hall, London.

House, W.A. 1999. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Research*, 60: 115-141.

Huang D., O.U B., Prior R. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.

Ikawa, M., Schaper, T. D., Dollord, C.A., Sosner, J. J. 2003. Utilization of Folin-Ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(7): 1811-1815.

Karakaya, S., Yılmaz, N. 2007. Lycopene content and antioxidant activity of fresh and processed tomatoes and in vitro bioavailability of lycopene. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87 (12): 2342-2347.

Kaygısız H. 2004. Domates Yetiştiriciliği, Hasad Yayıncılık, İstanbul.

Larossa, M., Llorach, R., Espin, J.C., Tomas Barberan, F.A. 2002. Increase of Antioxidant Activity of Tomato Juice Upon Functionalisation with Vegetable Byproduct Extracts. *LWT - Food Science and Technology*, 35 (6):532-542.

Moreno, S.C., Plaza, L., Ancos, B., Cano, M.P. 2006. Nutritional characterisation of commercial traditional pasteurised tomato juices: carotenoids, vitamin C and radical-scavenging capacity. *Food chemistry*, 98 (4): 749-756.

Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. and van Beek, T. A., 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85 (2): 231-237.

Miller, N. J., Rice-Evans, C. A., Davies, M. J., Gopinathan, V., Milner, A., 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84, 407-412.

Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science and Technology*, 26(2): 211 219.

Naczki, M., Shahidi, F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054, 95–111.

Nizamoğlu, N.M., Nas, S., 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Dergisi*, 5(1):20-35.

- Ögüt S., 2014.** Doğan antioksidanların önemi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 25-30
- Peralta IE, Knapp S, Spooner DM. 2005.** New species of wild tomatoes (Solanum section Lycopersicon: Solanaceae) from northern Peru. *Syst Bot* 30: 424-434.
- Petro-Turza, M. 1987.** Flavor of tomato and tomato products. *Food Rev. Int.* 2 (3): 309-351.
- Queralt, V., Odriozola SI., Oms-Oliu, G., Lamuela-Raventós RM., Elez-Martínez P., Martín-Belloso O. 2012.** Changes in the polyphenol profile of tomato juices processed by pulsed electric fields. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60(38):9667-72.
- Rao A.V., Agarwal, S., 1998.** Bioavailability And In Vivo Antioxidant Properties Of Lycopene From Tomato Products And Their Possible Role In The Prevention Of Cancer. *Nutr Cancer*, 31: 199-203.
- Rao YK., Geethangili M., Fang SH., Tzeng YM., 2007.** Antioxidant and cytotoxic activities of naturally occurring phenolic and related compounds: a comparative study. *Food Chem Toxicol* 45(9):1770-6.
- Rao, A.V, Shen, H.L., 2002.** Effect of low dose lycopene intake on lycopene bioavailability and oxidative stress. *Nutr Res*, 22(10):1125-1131.
- Ree, R., Pellegrini, N., Protrgente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999.** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26: 1231-1237.
- Rick C.M., 1973.** Potential genetic resources in tomato species: Clues from observation in native habitats. *Basic Life Sciences*, 2: 255-269.
- Rick, C.M., Holle. M. 1990.** Andean *Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme: Genetic variation and its evolutionary significance. *Economic Botany*, 44(3): 69-78.
- Roselló, S., Díez, M.J., Nuez, F. 1996.** Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. I. The tomato spotted wilt virus- a review. *Scientia Horticulturae*, 67: 117-150.
- Roura, E., Anders-Lacuea, C., Estruch, R. and Lamueala-Rasentos, R. M. 2006.** Total polyphenol intake estimated by a modified folin-ciocalteu assay of urine. *Clinical Chemistry*, 52: 749-752.
- Sahlin, E., Savage G.P., Lister, C.E. 2004.** Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*. 17(5): 635-647
- Saldamlı, D. 1998.** Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara. 445,
- Sekin Y., Bağdathoğlu N., Kırdinli Ö. 2005.** Domates konservesi üretiminde çeşitli faktörlerin likopen niceliğine etkisi. *C.B.Ü. Fen Bil. Dergisi*; 11:7 -13.
- Serteser A., Gök V., 2003.** Doğal Antioksidanların Biyoyararlılığı. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi. 2-4 Ekim, Ankara. 83-98.
- Sharma, O. P., Bhat T.K. 2009.** DPPH antioxidant revisited. *Food Chemistry*, 1202-1205.

- Shi, J. and Le Maguer, M. 2000.** Lycopene in tomatos: chemical and physical properties affected by food processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40 (1), 1-42.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventös, R. M., 1999.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Met. Enzymol.*, 299, 152-178.
- Singleton, V. L., Rossi J.A., 1965.** Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Sönmez İ., Beşirli G. 2011.** Bazı sanayi domatesi hatları ve özellikleri. *Bahçe* 40 (1): 17-21.
- Sönmez K., Ellialtıoğlu Ş.Ş. 2014.** Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. *Derim*, 31 (2):107-130.
- Sönmez K., Oğuz A., Özdamar K., Ellialtıoğlu Ş.Ş. 2015.** Bazı yerel sofralık domates genotiplerinin morfolojik ve fenolojik olarak akrabalık derecelerinin belirlenmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1):24-40.
- Spoon, M.D., Benedict, J., Leontos, C., Zeponi, N.K. 1998.** Increasing Fruit and Vegetable Consumption Among Middle School Students: Implementing the 5-A-Day Program. *Journal of Extension*, 36 (4).
- Sroka, Z., Cisowski, W. 2003.** Hydrogen Peroxide Scavenging, Antioxidant and Anti-Radical Activity of Some Phenolic Acids. *Food and Chemical Toxicology*. 41: 753-758.
- Stahl W., Berg H., Arthur J., 2002.** Bioavailability and Metabolism. *Mol Aspects Med*; 23: 39–100.
- Şeniz, V. 1992.** Domates Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, 174, İstanbul.
- Tawfik, E.M. 2002.** Lycopene content in raw tomato varieties and tomato products. Food and Nutrition Division, California State University
- Thompson, K.A., Marshall, M.R., Sims, C.A., Wei, C.I., Sargent, S.A., and Scott, J.W. 2000.** Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *J. Food Sci.* , 65(5), 791-795.
- Toor, R.K., Savage, P.G. 2005.** Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*, 38 (5): 487-494.
- Tütem, E., Apak, R. 1991.** Simultaneous spectrophotometric determination of cystine and cysteine in amino acid mixtures using copper(II)-neocuproine reagent. *Analytica Chimica Acta*, 255: 121-125.
- Tütem, E., Apak, R., Günaydın, E. and Sözgen, K. 1997.** Spectrophotometric determination of vitamin E (α -tocopherol) using copper(II)-neocuproine reagent. *Talanta*, 44: 249-255.
- USDA, 2004.** Tomatoes, red, ripe, raw, year round average. Fooddata central, Data Type:SR Legacy, Food Category:Vegetables and Vegetable Products FDC ID: 170457 NDB Number:11529

Vaisberg E, Lenzi D, Hansen R, Keon B, Finer J. 2006. An infrastructure for high-throughput microscopy: instrumentation, informatics, and integration. *Methods Enzymol* 414:484-512.

Vinson, J., Zubik, L., Bose, P., Sammon, N. and Proch, J. 2005. Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(1): 44-50.

Vitali, D., Vedrina Dragojevic, I., Šebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114, 1462–1469.

Wootton- Beard, P.C., Moran, A., Ryan, L. 2011. Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after *in vitro* digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin - Ciocalteu methods. *Food Research International*. 44(1): 217-224.

Yao LH., Jiang YM., Shi J., Tomás-Barberán FA., Datta N., Singanusong R., 2004. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods Hum Nutr* 59(3):113-22.

Yavuz, F. 2005. Türkiye’de Tarım. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Yılmaz İ., 2010. Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17 (2): 143-153.

Yılmaz, E. 2001. The Chemistry of Fresh Tomato Flavor. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 25:149-155.

Young I.S., Woodside J.V., 2001. Antioxidants in Health and Disease. *Journal of Clinical Pathology*, 54: 176-186.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hatice YILDIZ
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 1984
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise :Bursa Anadolu Kız Lisesi,1998-2002
Ön Lisans :Uludağ Üniversitesi, 2004-2006
Lisans :Ege Üniversitesi, 2006-2010
Yüksek Lisans :Uludağ Üniversitesi, 2012-2019

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Özdilek A.Ş. , 2012
TAT Gıda Sanayi A.Ş., 2013

İletişim (e-posta) : haticeyildiz@hotmail.com.tr

Yayımları

Yildiz, H., Dulger, D., Sahan, Y. 2013. Determination Antioxidant Properties and Their bioaccessibility of Sumac (*Rhus coriaria*) Fruits and Its Products. 24th International Scientific-Expert Conference on Agriculture and Food Industry, September 25-28 2013, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina (Oral Presentation).

Kacar, O., Yildiz, H., Sahan, Y. 2013. Effects of Different Development Stages on Antioxidant Capacity, The Essential Oil and Total Phenol Content in Oregano (*Origanum onites* L). 24th International Scientific-Expert Conference on Agriculture and Food Industry, September 25-28 2013, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina (Poster Presentation).