

**FARKLI KURUTMA METOTLARININ
DOMATESTEKİ LİKOPEN MİKTARINA
ETKİSİ**

Cansu İZGİ

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU

2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KURUTMA METOTLARININ DOMATESTEKİ LİKOPEN
MİKTARINA ETKİSİ

Cansu İZGİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU

TEKİRDAĞ-2012

Her Hakkı Saklıdır.

Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU danışmalığında Cansu İZGİ tarafından hazırlanan ‘Farklı Kurutma Metotlarının Domatesteki Likopen Miktarına Etkisi’ isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 26.12.2012 tarihinde Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Türkan AKTAŞ

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Fatma ÇOŞKUN

İmza:

Üye (Danışman): Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KURUTMA METOTLARININ DOMATESTEKİ LİKOPEN MİKTARINA ETKİSİ

Cansu İZGİ

Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU

Likopen, çeşitli sebze ve meyvelerde bulunan karotenoid grubu önemli bir biyoaktif maddedir. Domates ve domates kaynaklı ürünler likopenin en iyi kaynağıdır. Antioksidan etkisi nedeniyle likopenin hücreleri oksidatif zararlara karşı koruduğu ve kanser riskinin azaltılması gibi sağlık üzerinde önemli bazı etkilerinin bulunduğu ileri sürülmektedir. Bu çalışmada, aynı dönemde hasat edilen ve tuzlama işlemi yapılan domateslerin likopen miktarları ile bazı kalite özellikleri üzerine geleneksel güneşte kurutma, gölgede kurutma, sıcak hava ile kurutma (60°C'lik fırında) ve sıcak hava + mikrodalga ile kurutma metotlarının etkisi incelenmiştir. Çalışmada, likopen miktarı yanında domates örneklerinin nem, pH, toplam asitlik (%sitrik asit), Hunter lab renk değerleri belirlenmiş ve örneklerin duyu analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda nem miktarları; taze domateste %94.3, güneşte kurutmada %16.14, gölgede kurutmada %18.1, sıcak hava ile kurutmada %15.2, sıcak hava + mikrodalga kurutmada %13.2, likopen miktarları; taze domateste 57.3 µg/g, güneşte kurutmada 68.1 µg/g, gölgede kurutmada 55.1 µg/g, sıcak hava ile kurutmada 67.4 µg/g ve sıcak hava + mikrodalga kurutmada 161.65 µg/g olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, farklı kurutma metotlarının domateslerin likopen miktarı ve bazı kalite özelliklerini önemli oranda etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Domates, kurutma teknikleri, likopen

2012, 48 Sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

EFFECT OF DRYING METHODS ON LYCOPENE CONTENT OF TOMATOES

Cansu İZGİ

Namık Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Branch of Food Engineering

Supervisor: Assist.Prof.Dr. Figen DAĞLIOĞLU

Lycopene is an important bioactive carotenoid present in various fruits and vegetables. Tomatoes and tomato products constitute the major dietary source of lycopene. Due to the antioxidant effect lycopene is thought to be responsible for protecting cells against oxidative damage and thereby associated with several health benefits such as decreasing the risk of cancer. However, various industrial processes effect lycopene stability of tomatoes. In this study, effects of drying methods including traditional sun drying, drying in shadow, conventional oven drying (at 60°C) and conventional oven + microwave drying on the lycopene content and some other quality properties of tomato samples which were harvested at the same harvest period and salted following harvest have been investigated. The analyzed quality parameters were moisture, pH, total acidity (%citric acid), Hunter lab colour values and sensorial evaluation. As a result of analysis of the moisture contents of the tomato samples were found as follows: 94.3% in fresh tomatoes, 16.14% in sun dried tomato samples, 18.1% in shadow dried samples, 15.2% in conventional oven dried samples and 13.2% in conventional oven + microwave dried tomato samples. According to the obtained results average lycopene content of the tomato samples were found as follows: 57.3 µg/g in fresh tomatoes, 68.1 µg/g in sun dried tomato samples, 55.1 µg/g in shadow dried samples, 67.4 µg/g in conventional oven dried samples and 161.65 µg/g in conventional oven + microwave dried tomato samples. As a result, lycopene content and some other quality properties of tomatoes were effected by drying methods.

Keywords: Tomato, drying techniques, lycopene.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bana değerli görüş ve katkılarıyla yol gösteren, çalışmamın her kademesinde büyük bir özveri göstererek bana yardımcı olan danışma hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarında laboratuvar imkanlarından faydalandığım Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne, analizlerinin yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü tüm araştırma görevlilerine, renk analizlerinde Biyosistem Mühendisliği laboratuvarını kullanmamıza imkan sağlayan Doç. Dr. Türkan AKTAŞ'a teşekkür ederim.

Tez süresince çalışmalarımı yürütmemde ve istatistiki çalışmalarda bana yardımcı olan, sorularıma bıkmadan usanmadan cevap veren, bilgi ve fikirlerinden yararlandığım değerli meslektaşım Seda TARIM'a, eğitimim için her türlü fedakarlığı gösteren, maddi-manevi destek olan, hayatım boyunca desteklerini ve sevgilerini esirgemeyen bana inanan değerli aileme teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a*	kırmızılık
b*	sarılık
°C	santigrat derece
CaCl ₂	kalsiyum klorür
cc	santimetreküp
CIE	Commission Internationale de L'eclairage
cm	santimetre
CO ₂	karbondioksit
DNA	deoksiribonükleik asit
EPSA	%2 etil oleat, %4 potasyum karbonat, %1 askorbik asit, %1 sitrik asit
h	saat
HMF	hidroksimetil-2-Furfural
HPLC	yüksek performanslı sıvı kromatografisi
g	gram
kg	kilogram
kJ/mol	kilojoule/mol
kPa	kiloPascal
L*	parlaklık
L/dak	litre/dakika
lux	1 lumen/1 metrekare
M	örnek ağırlığı
mg	miligram
min	dakika
m/s	metre/saniye
mm ³	milimetreküp
N	gözlem sayısı
N ₂	sıvı azot
nm	nanometre
O ₂	dioksijen gazı
ppm	milyonda bir kısım
rpm	devir/dakika
UV	ultraviole
v	hacim
α	alfa
β	beta

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Domates	2
1.2. Likopen	3
1.2.1. Likopenin Yapısı	3
1.2.2. Likopen Kayıplarının Nedenleri	4
1.2.3. Likopenin Sağlık Üzerine Etkisi	6
1.3. Kurutma Teknolojisi	7
1.3.1. Güneşte Kurutma	8
1.3.2. Gölgede Kurutma	9
1.3.3. Sıcak Hava ile Kurutma	9
1.3.4. Mikrodalga Yöntemi ile Kurutma	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Denemelerde Kullanılan Domates	21
3.1.2. Kurutma Ortamı	21
3.1.3. Kurutmada Kullanılan Düzenek ve Cihazlar	22
3.1.4. Denemelerde Kullanılan Ölçüm Aletleri	22
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Kurutulacak Ürünün Hazırlanışı ve Ön İşlemler	23
3.2.2. Kurutulmuş Domateslerde Nem Miktarının Belirlenmesi	23
3.2.3. pH Değerinin Belirlenmesi	24

3.2.4. Toplam Asitlik Tayini	24
3.2.5. Likopen Tayini	24
3.2.6. Renk Tayini	26
3.2.7. Duyusal Değerlendirme	27
3.2.8. İstatistik Analiz Metotları	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	28
4.1. Kurutulmuş Domateslerde Nem Miktarına İlişkin Sonuçlar	28
4.2. Kurutulmuş Domateslerde pH Değerine İlişkin Sonuçlar	29
4.3. Kurutulmuş Domateslerde Toplam Asitlik Değerine İlişkin Sonuçlar	30
4.4. Kurutulmuş Domateslerde Likopen Değişimine İlişkin Sonuçlar	31
4.5. Farklı Kurutma Ortamlarının Domates Örneğlerinin Renk Değişimleri Üzerindeki Etkisi.....	33
4.5.1. L Değeri Değişimi	33
4.5.2. a Değeri Değişimi	35
4.5.3. b Değeri Değişimi	36
4.6. Duyusal Değerlendirme	37
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	39
6. KAYNAKLAR	41
EKLER	47
Ek1	47
ÖZGEÇMİŞ	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Likopenin kimyasal yapısı	3
Şekil 3.1. Güneşte (a) ve gölgede kurutma (b)	21
Şekil 3.2. Sıcak hava ile kurutma (a) ve mikrodalgada kurutma (b)	22
Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan (a) Hassa terazi, (b) Etüv, (c) Desikatör	23
Şekil 3.4. pH ölçüm seti	24
Şekil 3.5. Spektrofotometre (a) ve otomatik çalkalayıcı (b)	25
Şekil 3.6. Likopen tayininde kullanılan santrifüj cihazı	25
Şekil 3.7. Renk ölçümlerinde kullanılan cihaz ve kurutulmuş domates örnekleri	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Likopen kaynakları	4
Çizelge 1.2. Kurutma sırasında domateslerde likopen kayıpları	5
Çizelge 4.1. Domates örneklerinin nem miktarlarının istatistiksel sonuçları	28
Çizelge 4.2. Domates örneklerinin pH değerlerinin istatistiksel sonuçları	29
Çizelge 4.3. Domates örneklerinin toplam asitlik değerlerinin istatistiksel sonuçları	30
Çizelge 4.4. Domates örneklerinin likopen değişiminin istatistiksel sonuçları	31
Çizelge 4.5. Domates örneklerinin L* değeri değişiminin istatistiksel sonuçları	34
Çizelge 4.6. Domates örneklerinin a* değeri değişiminin istatistiksel sonuçları	35
Çizelge 4.7. Domates örneklerinin b* değeri değişimlerinin istatistiksel sonuçları	36
Çizelge 4.8. Kurutulmuş domateslerin duyusal değerlendirilmesi	38

1. GİRİŞ

Son yıllarda yapılan çalışmalar antioksidan bileşikler üzerine odaklanmıştır. Çünkü antioksidan bileşiklerin bazı kalp ve kanser hastalıklarının önlenmesinde etkili olduğu belirtilmektedir. Antioksidan bileşikler, yağların oksidasyonunu, oksijeni serbest radikal gruplara bağlayarak etkisiz hale getirirler ve böylece sayılan hastalıkların önlenmesine destek olurlar (Bruckdorfer 1990, Sies 1991).

Antioksidan bileşiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinin belirlenmesi ve domatesin de bu bileşikler için zengin bir kaynak olduğunun ortaya konulması ile domatesin tüketimi daha da artmaya başlamıştır. Taze, olgun, kırmızı bir domatesin 4-10 mg/100g likopen içerdiği tespit edilmiştir. Domateste bulunan likopenin miktarı çeşit, yetiştirme koşulları ve olgunluk aşamasına bağlı olarak önemli seviyede değişmektedir. Türkiye'nin domates ile tanışması I. Dünya Savaşı yıllarına rastlamaktadır. Domates kendine özgü tat ve aromasıyla sevilerek tüketilen, besin değeri oldukça fazla olan bir üründür. Yıllık 8 milyon tonun üzerinde olan domates üretimimizin büyük bir kısmı taze olarak tüketime sunulmakta, üretimimizin %25-30'u endüstriyel işleme tabi tutulmaktadır (Düzyaman ve Duman 2003). Domates taze tüketimi yanında özel kullanım amaçlarıyla başta salça olmak üzere sos, ketçap, domates suyu, domates püresi, soyulmuş domates, dilimlenmiş domates, küp şeklinde doğranmış domates, domates konservesi gibi çok değişik şekillerde değerlendirilmektedir (Uylaşer 1996). Son yıllarda belirtilen değerlendirme yöntemlerine ek olarak domatesin kurutulması değerlendirilmesinin de giderek yaygınlaştığı görülmektedir.

Türkiye'de üretilen kurutulmuş domates kalitesiyle, tüm dünyada iyi bir imaja sahiptir. Toplam kurutulmuş sebze ihracatının tutar olarak yaklaşık %90'ını kurutulmuş domates oluşturmaktadır. Kuru domatesin en çok ihraç edildiği ülkelerin başında Amerika Birleşik Devletleri ve İtalya gelmektedir. Kurutulmuş domates bu ülkelere ek olarak, Avustralya, Almanya, İngiltere, Hollanda, Rusya, Fransa, Danimarka, Norveç ve İsveç gibi çoğunluğunu Avrupa ülkelerinin oluşturduğu dünyanın birçok ülkesine ihraç edilmektedir (Anonim 2003).

Kurutma işleminin amacı yaş ürünlerdeki serbest suyu uzaklaştırarak ürünlerde meydana gelebilecek biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların faaliyetlerini durdurmaktır. Domateslerin kurutulmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır. En yaygın kurutma yöntemi güneşte kurutmaktır ve ülkemizde domateslerin çok büyük bir kısmı güneşte kurutulmaktadır. Domateslerin güneşte kurutulması ve korunması oldukça ekonomik bir yöntemdir. Güneşte kurutma kontrollü bir uygulama olmadığından, kontrol edilebilen sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler daha sonra endüstriyel olarak da kullanılmaya

başlamıştır. Kontrol edilebilen sistemler sayesinde daha kaliteli, besin kaybı daha az ürünler elde edilmiştir.

Likopenin, domateslerin kurutulması sırasında uygulanan düşük sıcaklık seviyelerinde yüksek dayanıklılık gösterdiği ve yüksek sıcaklıklarda ise belli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir (Zanoni ve ark. 1999b). Domates, domates suyu ve domates tozu gibi domates ürünlerinin farklı ısıtma ve kurutma koşullarında üretilmesi sonucunda likopen kayıpları meydana gelmektedir (Klaui ve ark. 1981, Athanasia ve ark. 2006).

Domatesin bünyesinde bulunan likopenin kaybını en aza indirilebilmek için kurutma işleminin kontrollü yapılması gerekmektedir.

Bu tezin amacı; zengin likopen kaynağı olan domatese farklı kurutma metotları uygulayarak likopen miktarını araştırmaktır.

1.1. Domates

Domates (*Lycopersicon esculentum*) tek yıllık bir bitki çeşididir. Anavatanı Meksika ve Peru' dur. Peru'dan yola çıkarak hemen hemen dünyanın büyük bir bölümünde, 1900'lü yılların başından beri de ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmektedir.

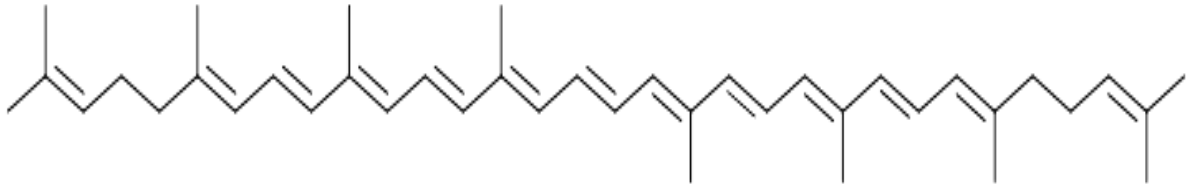
İçinde A, B₁, B₂, C, K vitaminleri, niasin, protein, yağ, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum ve demir bulunur. Günümüzde taze olarak tüketildiği gibi, salça, domates suyu, ketçap, turşu, dondurularak, parça domates veya kurutulularak da tüketilebilmektedir. Ülkemiz'de yetiştirilen yaklaşık 10,7 milyon ton domatesin %20'si işlenmekte, kalan miktar taze tüketime gitmektedir. İşlenen toplam miktarın %80'i salça, %15'i konserve domates imalatı için, kalan kısım ise ketçap, domates suyu ve benzer domates ürünlerinin imalatı için kullanılmaktadır. Domates yetiştiriciliği Türkiye'nin tümünde mümkün olmakla birlikte, sanayi tipi domates üretimi iklimin üretim için çok daha fazla uygun olduğu Marmara ve Ege bölgelerinde özellikle de Balıkesir, Bursa ve Çanakkale illerinde yoğunlaşmıştır (Aybak ve Kaygısız 2004).

1.2. Likopen

1.2.1. Likopenin Yapısı

Likopen, domatese kırmızı rengini veren, çok kuvvetli antioksidan özellikte bir karotenoittir. Karotenoitler A vitaminin besinlerle alınan başlangıç maddeleri olup yağda çözünen doğal pigmentidir. Altı yüzün üzerinde değişik karotenoit bulunduğu bilinmektedir. Bunların içinde sağlık açısından en önemlisi likopendir.

Likopen, simetrik bir düzleme sahip olup, alifatik, yani düz zincirli, bir hidrokarbondur. Yapısında 11 tane konjuge ve 2 tane konjuge olmayan toplam 13 tane çift bağ içermektedir. Şekil 1.1 gösterildiği gibidir. Karotenoidlerin renkleri konjuge C=C çift bağlarından kaynaklanır. Konjuge çift bağların sayısı arttıkça renk koyulaşır. Örneğin, yapısında 9 tane konjuge çift bağ içeren β -karoten'in rengi sarı-turuncu iken, yapısında 11 tane konjuge çift bağ içeren likopenin rengi kırmızıdır (Cemeroğlu ve ark. 2004). İçerdiği konjuge çift bağ nedeniyle antioksidant aktivite göstermektedir.



Şekil 1.1. Likopenin kimyasal yapısı

Likopenin antioksidant etkisi; serbest radikalleri (R^\bullet ve ROO^\bullet) ve oksijenin aktif formlarını ($O_2^{\bullet -}$) bağlamaları ile açıklanmaktadır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, lipid peroksidasyonu sırasında likopen, α -karoten ve β -karotenin antioksidant aktiviteleri incelenmiş ve likopenin en yüksek antioksidant aktivite gösterdiği saptanmıştır (Anguelova ve Warthesen 2000).

En iyi bilinen likopen kaynakları domates, işlenmiş domates ürünleri, karpuz, pembe greyfurt ve kayısıdır (Giovannucci 2002) (Çizelge 1.1). Likopen domateste en bol bulunan karotenoiddir ve içerisinde bulunan pigmentlerin yaklaşık olarak %80-90'ını oluşturur. Taze domatesteki likopen miktarı tür, olgunluk ve meyvenin olgunlaştığı çevresel koşullara bağlıdır (Shi 2000).

Çizelge 1.1. Likopen kaynakları

Likopen Taşıyan Besinler	Taşıdığı Likopen Miktarı (mg/kg)	
Domates	Taze, kırmızı	31-77.4
	Kabuğu soyulmuş, işlenmiş	112.1
	İşlenmiş suyu	78.3
	Salça	300.7
	Ketçap	166
Kayısı	Taze	0.05
	Konserve	0.65
	Kurutulmuş	8.6
Kırmızı Biber	İşlenmiş	10.8-26.2
Greyfurt	Taze, pembe	33.6
Karpuz	Kırmızı	41

Domates çeşitlerinde likopen miktarının araştırıldığı başka bir çalışmada, Crimson geni bulunan domates çeşitlerinin bu geni içermeyenlere kıyasla daha fazla likopen içerdiği saptanmıştır (Thompson ve ark. 2000).

1.2.2. Likopen Kayıplarının Nedenleri

Likopen yapısında çok fazla sayıda çift bağ içermesi nedeniyle, oksidasyona son derece duyarlıdır. Oksidasyon hızını artıran başlıca etkenler; hava, ışık ve ısıdır (Cemeroğlu ve ark. 2004). Kurutma, ısıtma ve depolama gibi işlemler sırasında likopen ya izomerize ya da okside olmakta ve bunun sonucunda da likopen miktarında kayıp meydana gelmektedir.

Likopenin stabilitesi üzerine yapılan çalışmalar, kurutma işlemi sırasında likopenin oldukça stabil olduğunu göstermiştir. Shi ve ark. (1999) farklı kurutma yöntemleri ile domatesleri %50-55 ile %3-4 nem düzeyine kadar kurutmuşlar ve bu örneklerde all-trans ve cis izomerlerin miktarını belirlemiştir. Bu çalışmada domatesler; sıcak hava ile 95°C'de 6-10 h, vakum altında 55°C'de 4-8 h ve 65° Brix'teki sakaroz çözeltisi ile 25°C'de 4 h ozmotik olarak ve daha sonra da vakum altında 55°C'de 4-8 h süreyle kurutulmuşlardır. Kurutma işlemi sırasında toplam likopen (all-trans) miktarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bununla birlikte, en fazla likopen kaybı ve cis izomer oluşumu sıcak hava ile kurutulan domateslerde saptanmıştır. Buna karşın, ozmotik ve vakum kurutma birlikte uygulandığında, vakum ve sıcak hava ile kurutmaya göre daha az likopen ve cis izomer oluşumu gözlenmiştir. Bunun başlıca nedeni, ozmotik kurutma sırasında şeker çözeltisinin, oksijenin likopen ile temas etmesini engellemesi ve böylece likopen oksidasyonunu önlemesidir.

Domateslerin kurutulması sırasında likopen miktarındaki değişim üzerine yapılan başlıca çalışmalara ait sonuçlar Çizelge 1.2’de verilmiştir. Bu çalışmalar, kurutma işlemi sırasında likopen miktarında önemli bir değişim olmadığını, bir kısım all-trans likopenin cis izomere dönüştüğünü göstermektedir. Diğer bir ifade ile domateslerin kurutulmasında likopen kaybı üzerine, oksidasyonun önemli bir etkisi bulunmazken, izomerizasyon reaksiyonlarının önemli etkisi bulunmaktadır.

Çizelge 1.2. Kurutma sırasında domateslerde likopen kayıpları

Ürün	Sıcaklık(°C)	Süre(h)	Likopen Kaybı (%)	Kurutma yöntemi
Domates Salçası	<50	-	%20 İzomerizasyon	Köpük Kurutma
	95	6-10	3.9	Geleneksel Kurutma
Domates	55	4-8	3.2	Vakum Kurutma
	25+55	4+4-8	2.4	Ozmotik+Vakum
Domates	80	7	Kayıp gözlenmemiş	
	110	7	12	

Likopen kaybına neden olan diğer bir etken de, depolama koşullarıdır. Likopence zengin ürünlerin depolanması sırasında likopen miktarındaki değişimi gösteren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Likopen kaybı üzerine en önemli faktörlerin depolama sıcaklığı ve süresi ile hava ve ışık olduğu belirtilmiştir. 6°C’de 6 hafta karanlıkta depolanmış domates tozlarında likopen miktarında %30 kayıp olduğu, buna karşın 45°C’de aynı süre yine karanlıkta depolanma durumunda likopen kaybının %60’lara ulaştığı saptanmıştır (Anguelova ve Warthesen 2000).

Depolama süresi uzadıkça, likopen kaybı da artmaktadır. Ortadan ikiye bölünerek kurutulmuş domatesler, öğütülerek toz haline getirildikten sonra, 37°C’de ve karanlıkta, 90 gün süreyle depolanmıştır (Zanoni ve ark. 1999a). 30. ve 90. gün depolama sonunda, likopen miktarında sırasıyla %50 ve %70 düzeyinde bir kayıp olduğu gözlenmiştir. 2°C’de depolanan küp şeklinde doğranmış karpuzlarda ise, 4 gün depolama sonunda toplam likopen miktarında önemli bir değişim gözlenmezken, 7 gün depolama sonunda ise, çekirdekli ve çekirdeksiz karpuzlarda likopen miktarında sırasıyla %6 ve %11 kayıp gözlenmiştir (Perkins-Veazie ve Collins 2004).

Likopen kaybı üzerine, ışığın ve ışınlamanın da önemli etkisi bulunmaktadır. Nitekim, likopen standardının 6 gün süre ile 25°C’de 2000-3000 lux ışığına maruz bırakılması durumunda %94 düzeyinde likopen kaybı meydana gelmiştir (Lee ve Chen 2002).

Likopen parçalanmasına neden olan diğer bir etken de ısı uygulamalarıdır. Likopen içeren model sistemlerin farklı sıcaklıklarda ısıtılması sırasında, ısıtma sıcaklık ve süresine bağlı olarak likopen miktarında farklı oranlarda kayıp saptanmıştır (Lee ve Chen 2002).

Çeşitli ısıtma işlemleri sırasında domateslerde likopenin stabilitesinin incelendiği bir başka çalışmada, domatesler su içinde 15 min kaynatılıp, 18 min süreyle pişirildikten sonra, zeytinyağı içinde 4 min kızartılmış ve 20°C'de zeytinyağı: sirke (75:25 v/v) içinde 20 min bekletilmiştir (Sahlin ve ark. 2004). Bu ısıtma işlemleri içinde en fazla likopen kaybının, kızartma işleminde (%48) meydana geldiği bulunmuştur. Zeytinyağı sirke içinde bekletilen domateslerde de bir miktar likopen kaybı saptanmıştır.

1.2.3. Likopenin Sağlık Üzerine Etkisi

Likopenin sağlık üzerine olumlu etkileri yapılan araştırmalarla da kanıtlanmıştır. Likopen yapısında içerdiği konjuge çift bağ nedeniyle antioksidant aktivite göstermektedir. Likopenin koruyucu etkisi antioksidan özelliğinden kaynaklanmaktadır. Likopenin antioksidant etkisi; serbest radikalleri ve oksijenin aktif formlarını bağlamaları ile açıklanmaktadır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, lipid peroksidasyonu sırasında likopenin en yüksek antioksidant aktivite gösterdiği saptanmıştır.

Radikaller veya bir başka deyişle serbest radikaller, en az bir ortaklanmamış elektron taşıyan atom veya moleküllerdir. Bunlar ortaklanmamış elektronlarından dolayı çok saldırgan ve tahrip edici özelliktedirler. Serbest radikaller çeşitli etkenler neticesi hücre metabolizması esnasında meydana gelir ve kimyasal reaksiyonlardaki ara kademelerde rol oynar, hücre bileşenleri ile reaksiyona girerek daimi hasara sebep olabilirler. Bu, radikallerin tetiklediği bir zincirleme reaksiyon olup yaşlanma ve çeşitli hastalıklarda (kanser, damar sertliği, iltihabi eklem hastalığı) rol oynadığı belirtilmektedir. Sigara, çevre kirliliği, güneşin zararlı ışınları, toksinler ve bazı etkenler oksidatif strese neden olarak bağışıklık sisteminin savunma mekanizmasını harekete geçirir.

Normalde serbest radikaller, bağışıklık sistemindeki beyaz kan hücreleri tarafından yok edilmektedir. Antioksidanlarsa serbest radikallerin ortaklanmamış elektronlarına bağlanarak vücuttan kolayca uzaklaştırılmalarını sağlar. Böylece hücre harabiyeti azalır ve bağışıklık sistemi desteklenmiş olur.

Serbest radikaller hücrelerin protein, DNA, karbonhidrat ve enzimlerine etki etmekle birlikte, asıl etkilerini membran lipidleri üzerinde (lipid peroksidasyonu) göstermektedir. Membrandaki yağ asitlerinin doymamış bağları, serbest radikallerle kolayca reaksiyona girerek peroksidasyon ürünleri oluştururlar. Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidatif yıkımı

lipid peroksidasyonu olarak bilinir ve son derece zararlıdır. Lipid peroksidasyonu membran proteinlerinde hasar, membranda sızıntı ve sonuçta membranın tamamen yıkılmasına neden olabilir. Bu kendi kendini devam ettiren bir zincir reaksiyon şeklinde yürür ve meydana gelen membran hasar geri dönüşümsüzdür. Çeşitli sebeplerle oksitlenen lipidler damar duvarlarında kolesterol birikmesi ve damarlarda plak oluşumu gibi bir dizi olaya sebep olabilmektedir.

Likopen, lipidlerin ve düşük dansiteli likoprotein oksidasyonunu engelleyerek damar sertliği ve koroner kalp hastalıkları riskini oldukça azaltmaktadır.

Likopenin kilolu insanları kalp krizinden koruyabilen tek karotenoit olduğu ileri sürülmüştür. Likopen zararlı oksijen radikallerini önlemede beta karotenden iki kat, vitamin E'den ise 100 kat daha etkilidir.

Diyette önemli bir yere sahip olması nedeniyle son yıllarda araştırmaların taze domatesteki likopen miktarını artırmaya yönelik genetik çaprazlamalar üzerine olduğu belirtilmiştir. Araştırmaların aynı zamanda likopen kaybının en aza indirilebileceği optimum işleme koşullarının saptanması üzerine yoğunlaştığı ifade edilmiştir (Bramley 2000).

İnsan vücudunda sentezi yapılamadığı için dışarıdan alınması gerekmekte ve etkisi doza bağlı olarak artmaktadır.

İnsanlarda likopen emilimi %10-30 oranındadır, geri kalanı vücuttan atılır. Yaş, cinsiyet, hormonal durum, vücut kitlesi, kan yağ seviyeleri, sigara, alkol ve yiyeceklerdeki diğer karotenoidlerin varlığı gibi pek çok biyolojik ve yaşam faktörleri, diyetdeki likopenin emilimini etkiler (Rao ve Agarwal 1999, Handelman ve ark. 1996). Kadın ve erkek arasında kan likopen seviyeleri açısından önemli oranda fark yoktur (Brady ve ark. 1997, Olmedilla ve ark. 1994). İnsan serumunda toplam karotenoidlerin %21-43'ünü likopen oluşturur. Gıda kaynaklı likopenin aşırı tüketimi sonucu dokuların, deri ve karaciğerin renklenmesiyle karakterize serum likopeninin artışıyla "likopenemi" denilen durum ortaya çıkar (Stahl ve Sies 1992, Bhuvanewari ve Nagini 2005).

1.3. Kurutma Teknolojisi

Besin maddelerinin hemen hemen tamamı bünyesinde belli oranlarda su ihtiva eder. Bu nedenle besinleri belli süre içerisinde tüketmemiz gerekmektedir. Aksi halde besinlerde bozulmalar görülür. Besinlerden daha uzun süre yararlanabilmek için soğuk ortamlarda, kurutarak ve çeşitli işlemler uygulanarak saklanır (Bulduk 2006).

Kurutma; dayanma süresi kısa olan ürünlere uygulanan saklama yöntemlerinden biridir. Kısaca bir maddenin neminin alınması olarak tanımlanabilir (Bulduk 2004). Kurutma gıdalarda mevcut suyun büyük bir kısmının uzaklaştırılarak, su miktarının (su aktivitesinin)

mikroorganizma faaliyetlerini önleyecek seviyeye düşürülmesi işlemidir (Ertugay ve ark. 1990).

Kurutma gıdanın kalori değerini kaybetmeksizin ve hücrelerini parçalamaksızın suyunun uzaklaştırılmasıdır. Kurutulmuş gıda maddesi rutubet alırsa küf ve bakteri faaliyeti hızlanır. Renk değişimi ve istenmeyen koku meydana gelir. Enzim aktivitesi hızlanır. Topaklaşma ve diğer fiziksel değişimler meydana gelir (Özkaya 1995). Ortamdan uzaklaştırılan su serbest sudur. Kurutulan ürünlerin su aktivitesi değerinin düşmesi dayanıklılığı arttırmaktır.

Gıdalar ya güneş ısısından yararlanılarak ya da başka kaynaklardan elde edilen ısı yardımıyla kurutulmaktadır. Günümüzde sebzeleri kurutma işlemi güneş ışığı altında olabileceği gibi, kontakt, konvektif, ışıma, dielektrik, donmalı ve ozmatik kurutma gibi çeşitli yöntemlerle de gerçekleştirilebilmektedir. Yine günümüzde, hazır gıdaların giderek artan tüketim eğilimi paralelinde, bu tür gıdaların temel maddelerinden olan kurutulmuş sebzelerin popülaritesi tüm dünyada giderek artmaktadır (Kahyaoğlu-Aytaç 2009). Artan bu talepler doğrultusunda tezimizde aşağı belirtilen yöntemlerle kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

1.3.1. Güneşte Kurutma

Güneş ısısından yararlanılarak ürünün yapısındaki su oranının azaltılması için uygulanan basit yöntem "doğal (güneşte) kurutma" denir (Soysal 2004). Bilinen en eski kurutma yöntemlerinden biri güneşte kurutmadır. Mevsimsel kurutmanın sağlanabilmesi için iklim koşullarının çok uygun olduğu yörelerde üretim, yüksek enerji maliyeti gerektirmeden güneş enerjisinden yararlanarak daha yüksek kalitede yapılabilmektedir (Meier 1985).

Güneşte kurutmada en önemli husus sıcaklıktır. Çünkü ürün içinde bulunan nem, ürün deforme olmadan sadece sıcaklık etkisiyle dışarıya alınarak kurutma havasına aktarılabilir. Ürün özelliğine bağlı olarak toprak, beton kirlilikten koruyabilmek için branda, temiz bezlere ya da naylona serilerek kurutulmaktadır (Anonim 2008a).

Domatesin yüksek nem içermesi nedeni ile yapay kurutma pahalı bir yöntemdir (Gienette ve ark. 1963). Bu nedenle birçok ülkede domateslerin kurutulması güneşte yapılmaktadır (Bassuoni ve Tayeb 1982, Grupta ve Natf 1984, Hawlader ve ark. 1991).

Gıda son ürün kalitesi açısından incelendiğinde; kurutulan ürünün açık alanda tozlanması, çeşitli böcek, kuş ve benzer hayvanların gıdaya verecekleri zarar, önemli dezavantajlardır. Gıdaların doğal kurutulması için geniş alanlara gereksinim vardır. Kurutma işlemi çok yavaş gerçekleştiğinden kuruma süresi uzundur. Genellikle %15 su oranından daha

aşığına inilemez. Bu olumsuz yönleriyle doğal kurutma birçok gıda için uygun ve yeterli bir yöntem değildir (Soysal 2004).

1.3.2. Gölgede Kurutma

Güneşte kurutma ürünün yapısında ve besin değerinde olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu nedenle gölgede kurutma tercih edilmelidir (Anonim 2008b).

Kurutma sırasında doğrudan güneşe maruz kalan sebzelerde kahverengi noktalar da oluşur (Uytun ve Doğan 2008). Bu yüzden gölgede yapılan kurutma vitamin kaybını engeller ve daha sağlıklı olur.

1.3.3. Sıcak Hava ile Kurutma

Kurutma işleminin kapalı alanlarda ve kontrol edilebilir koşullarda yapılması yöntemine "yapay kurutma" denir. Bu tanımda, yapıdaki suyun tamamının ya da tamamına yakın bir bölümünün ürünün özelliklerinde önemli değişiklikler yapmaksızın uzaklaştırılması kavramı yatmaktadır.

Sıcak hava, kurutulan ürün tabakasının üzerinden ya da içinden geçirilir. Bu yöntemin ısı iletkenliği kontakt kurutmaya göre daha düşüktür. Tünel kurutucular (tepsili kurutucular), akışkan yataklı kurutucular, püskürtmeli kurutucular bu yöntemin değişik uygulamalarıdır (Abuşka 2002).

En büyük faydası kontrollü bir kurutma ortamı ile tabii kurutmadan daha iyi lezzet ve görünüşte ürün elde edilmesidir. Ayrıca renk ve aroma bakımından kalite üstünlüğünün sağlanmasının yanı sıra temizlik, kalite kontrolünün kolaylığı, nem ayarının mümkün olması gibi faktörler bunlardan bazılarıdır (Anonim 2008b).

1.3.4. Mikrodalga Yöntemi ile Kurutma

Sanayide en fazla süre ve enerji gerektiren ısı işlemlerden birisi kurutma işlemidir. Geleneksel kurutma yöntemlerinde karşılaşılan en büyük sorun yüzey sertleşmesi sonucu ısı ve kütle geçişinin yavaşlamasıdır. Mikrodalga kurutma işleminde;

- Sadece maddedeki su ısıtıldığından son sıcaklık kendiliğinden kontrol edilmekte ve kalan su tamamen uzaklaştırılmaktadır.

- Sıcaklık içeriden dışarıya doğru azaldığından içerideki su daha kolay uzaklaştırılmaktadır.

- Kondüktiyondan bağımsız bir ısı iletimi olduğundan kuruyan bölge ısı iletimini etkilememektedir.

- Yüzey sertleşmesi olmadığından kütle aktarımı yavaşlamamakta ve sabit debide kuruma periyodu uzun olmaktadır.

Bunlardan da anlaşılacağı gibi mikrodalga ile kurutma işlemi geleneksel kurutma yöntemlerinden, ürün kalitesi ve maliyet açısından üstündür.

Gıda ve gıda ingrediyeletlerinin mikrodalgada kurutulması yüksek nem içeriğinde (%20 nemin üzerinde) nispeten ekonomik değildir. Yüksek nem içeriğindeki ürünlerden suyun uzaklaştırılmasında geleneksel ısıtma yöntemleri mikrodalgadan daha etkilidir. Su yüksek dielektrik sabite ve yüksek özgül ısıya sahip olduğundan dolayı mikrodalgayı kolayca absorblar. Eğer karışımın su içeriği fazla ise kurutmada sıcaklığı önemli miktarda artırmak için fazlaca mikrodalga enerjiye ihtiyaç vardır. Mikrodalga geleneksel işlemlerle karşılaştırıldığında özel ürünlerde veya temel proseslerde daha etkili hale gelebilmektedir.

Gıda alanında mikrodalga teknolojisi bazı proses teknikleri etrafında merkezlenmiştir. Mikrodalga teknolojisi makarna, soğan ve sarımsak ve diğer gıdaların kurutulması ve kısmen gıda karışım proseslerinde kullanılmaktadır. Evlerde mikrodalgaların kullanımını genelde hızlı ve hazır gıdalarda, nadiren de sıfırdan başlanmış yemeklerde yaygındır. Mikrodalga pişirmede, ürünün daha iyi kızarması için paketleme konusunda yoğun çalışmalar yürütülmektedir.

Mikrodalga ile kurutma işlemi, kuruma hızının yavaşladığı son kurutma aşamasında daha etkilidir. Bu nedenle, geleneksel yöntemlerle birlikte kullanılmakta, böylece kuruma süresini kısaltmakta ve enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Mikrodalga enerjisi kullanılarak hazırlanmış örneklerin kabarcık kapasitesi, rengi, pH ve titre edilebilir asitliği gibi elde edilen kalite değerleri geleneksel yöntemlerle üretilmiş ürünlere göre kalitede daha iyi sonuçlar elde edilir (Anonim 2011).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Miki ve Akatsu (1970), yaptıkları çalışmada domates suyuna 100°C'de 7 dakika ısı işlem uygulamışlardır. Bu işlem sonunda domates suyunda %1-2 oranında likopen kaybının olduğunu belirtmişlerdir.

Baloch ve ark. (1997), domates dilimlerini farklı kimyasallara daldırarak kurutulmuş domates tozu elde etmişlerdir. Daldırma amacıyla kalsiyum klorid (%1), potasyum metabisüfit (%2) ve sodyum klorid (%2) kullanmışlar, daha sonra domateslere fırın kurutma metodunu uygulamışlardır. Kurutulmuş domates tozunu elde ettikten sonra 40°C'de 90 gün süre ile depolama yaparak karotenoid kayıplarını ve üründe enzimatik olmayan kahverengileşmeyi incelemişler. Sonuç olarak kalsiyum kloridli örneklerde 30. günden sonra karotenoid kayıpları artarken, metabisüfitli örneklerde depolama süresince kayıplar azalmıştır. Sodyum kloridin ise karotenoid kayıplarına etkisi olmamıştır. Bunun tersi olarak, kalsiyum klorid kahverengileşmeyi tamamen yok etmiştir. Metabisüfitin ve sodyum kloridin ise kahverengileşme oranına etkisi hemen hemen olmazken, kurutma sırasındaki ilk kahverengileşmeyi azaltmışlardır.

Zanoni ve ark. (1999a, 1999b), yapmış olduğu çalışmada, 80°C ve 110°C hava sıcaklığı ve 1.5 m/s hava hızı şartlarında kurutulan Rita çeşidi domateslerde oksidasyona bağlı ısı zararını incelemişlerdir. Çalışma sırasında domatesleri ikiye ayrılıp çekirdek ve parankima kısımları çıkarıldıktan sonra delikli tepsilere dizilip, dolap şeklindeki kurutucuya yerleştirmişlerdir. Kurutma sırasında domatesleri yaş baza göre %10 neme kadar kurutmuşlardır. Araştırmacılar hem 80°C hem de 110°C için kısa bir ısınma ve sabit hızlı kuruma periyodunun ardından uzun, azalan bir hızla kuruma evresinin bulunduğunu belirtmiştir. Domatesleri %10 neme kadar indirmek için 110°C'de 4 saatlik, 80°C'de 7 saatlik bir süreye gereksinim olduğunu belirtmiştir. Oksidasyona bağlı ısı zararını ölçmek için kurutma sırasında domatesler tepsilere alınarak toplam kuru madde, likopen, askorbik asit (C vitamini) ve 5-Hidroksimetil-2-Furfural (HMF) miktarları belirlenmiştir. Askorbik asit kaybının önemli derecede sıcaklıktan kaynaklandığını belirterek 110°C'de kurutulan ve %50 nem değerine ulaşan domateslerde askorbik asit bulunmazken, 80°C'de kurutulan ve %10 neme ulaşmış domateslerde hala %10 askorbik asit olduğunu belirtmişlerdir. HMF oluşumunun 110°C'de 80°C'ye göre yaklaşık 20 kat fazla olduğu belirtilmiştir. Likopen miktarı açısından 80°C'de kurutulan domateslerde önemli bir kayıp olmazken, 110°C'de kurutulan domateslerde istatistiksel açıdan p=0.05 önem düzeyine göre önemli derecede (maksimum %12) kaybın olduğunu vurgulamışlardır.

Shi ve ark. (1999), domates ve ürünlerinde farklı kurutma metotlarının (ozmotik basınç uygulama, vakum uygulama ile kurutma, hava akımı ile kurutma, her üçünün kombinasyonu) ürünlerdeki likopen kaybı ve proseslerdeki optimizasyon üzerine çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, uygulanan tüm kurutma yöntemlerinin hem likopen hem de besinsel değer ve aroma kaybına neden oldukları, ancak likopen kaybına en az vakum kurutma uygulamasının, en fazla ise geleneksel hava akımında kurutmanın sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Shi ve Le Maguer (2000), domateslerdeki likopen miktarının çeşide, olgunluğa ve çevre koşullarına bağlı olduğunu, yaz dönemi yetiştirilen domateslerde kışın yetiştirilenlere göre, ayrıca açık alanlarda yetiştirilenlerde de seralarda yetiştirilenlere göre daha fazla likopen olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca araştırmacılar, domates kabuğunun domates etine göre 3-5 kat daha fazla likopen içerdiğini, likopenin taze domateslerde doğal olarak all-trans izomerler ve cis izomerler olarak bulunduğunu ve domateslerin işlenmesi sırasında all-trans izomerlerin cis izomerlere dönüştüğünü belirtmişlerdir.

Lavelli ve ark. (2001), domates yarımlarının 80°C'de kurutulmasıyla %2 oranında likopen azalması belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar domates pulpunun 70°C'de kurutulmasıyla da toplam likopen miktarında %0.7 oranında azalma tespit etmişlerdir.

Vural ve Duman (2001) yaptıkları çalışmada, domatesin kurutulması öncesi bozulmasının yavaşlaması ve muhafaza süresinin uzaması için tuz kullanmışlar ve tuzla kurutulan domateslerde rengin, metasülfid uygulanarak kurutulanlar kadar kırmızı olmayıp kirli kiremit kırmızı rengini aldığını ve ürünün bu rengi kısa sürede kaybedip karardığını belirtmişlerdir.

Giovanelli ve ark. (2001), domateslerin işleme teknolojisine bağlı olarak maruz kaldıkları oksidasyon ve sıcaklık hasarının domateslerin antioksidan özelliklerine etkilerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, domates pulpu, püresi, salçası ve kurutulmuş domatesleri materyal olarak kullanarak antioksidan içeriklerini (askorbik asit, likopen, polifenol) antioksidan aktivitelerini ve HMF özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar en fazla askorbik asidin (C vitamini) domates pulpunda bulunduğunu, domates salçasının çok az askorbik asit içerdiğini, kurutulmuş domateslerde ise neredeyse tamamının (%92) yok olduğunu belirtmişlerdir. Likopen içeriğinin kurutulmuş domateslerde diğerlerine göre çok olduğunu rapor etmişlerdir. 80°C gibi yüksek bir sıcaklıkta kurutulan domateslerde likopen kaybının %2-3 gibi önemsiz sayılabilecek oranda gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, antioksidan aktivitesinin kurutulmuş domateslerde salça ve diğer domates ürünlerine oranla daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir (Demiray 2009).

Dewanto ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada, pizza ve sebze yemeklerinde kullanılmak üzere domatesleri 60-100°C arasındaki sıcaklıklarda, 0.5-2 m/s arasındaki hava hızlarında, maksimum %15 nem içeriğine sahip olacak şekilde kurutmuşlar, kurutma süresi 2-10 saat arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca 80°C ve daha yüksek sıcaklıklarda yapılan kurutma sırasında önemli seviyelerde askorbik asit kaybı meydana geldiğini bildirmektedirler.

Lewicki ve ark. (2002), domateslerin sıcak hava ile kurutulmalarında ön işlem uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, iki çeşit domates (Revermun ve Lima) kullanmışlardır. Yıkadıkları domatesleri 10 saniye süre ile kaynayan suda bekletmişler, kabuğunu soyarak dörde bölmüşlerdir. Revermun çeşidi domatesin çekirdek ve plasentasını çıkarmışlar, Lima çeşidini ise çekirdekleriyle beraber kurutmuşlardır. Uygulanan ön işlemleri şu şekilde özetlemişlerdir;

A işlemi: Revermun çeşidi domatesler 20°C sıcaklıktaki %2'lik kalsiyum klorür solüsyonunda 24 saat süresince bekletilmişlerdir.

B işlemi: Birinci işleme tabi olan domatesler 30°C sıcaklıktaki %61.5'lik sükröz (sakaroz) solüsyonunda 180 dakika bekletilmişlerdir. Materyal ve solüsyon oranı ¼ olarak belirlenmiştir. Daha sonra örneklere durulama suyu püskürtülmesiyle osmotik materyal uzaklaştırılmış ve örnekler kurulanmıştır.

C işlemi: Bu adımda her iki çeşit domates de %2'lik kalsiyum klorür içeren sükröz solüsyonunda osmotik dehidrasyona tabi tutulmuşlardır. Kurutma ortamı olarak laboratuvar tipi sıcak havalı kurutucu kullanmışlar, 60°C kurutma havası sıcaklığı ve 2 m/s hava hızı uygulamışlardır. Kurutma işlemleri uygulanan ön işlemlere bağlı olarak 7-10 saat sürmüştür. Denemeler sonucunda Lima çeşidinin Revermun çeşidine oranla daha hızlı kurduğu, bu farkın, kurutma öncesi yapılan farklı ön uygulamalardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Kalsiyum klorür ile yapılan ön işlem kuruma kinetiklerini fazlasıyla etkilemiş, kuruma sırasında ön işlemsiz uygulamalara göre suyun daha hızlı uzaklaşmasını sağlamıştır. Kuruma zamanları arasındaki farkın yaklaşık %20 olduğu belirtilmiştir. Kalsiyum iyonları dokudaki su ve şeker hareketini etkilemiştir. Kalsiyum klorür ile ön işlem görmüş ve sonra osmotik dehidrasyona tabi tutulmuş domateslerin çok yavaş su kaybettikleri saptanmıştır. Osmotik dehidrasyona tabi tutulmuş domateslerin %21 (yaş baz) nem içeriğine ulaşmaları için 600 dakikaya ihtiyaç duydukları, sadece kalsiyum klorür ile ön işlem gören domateslerin aynı nem seviyesine ulaşmak için 485 dakikaya ihtiyaç duydukları belirtilmiştir. Sıcak hava ile kurutma, osmotik dehidrasyona göre nemi daha hızlı uzaklaştırmıştır (Şahin 2010).

Leoni (2003), likopen üzerine yapmış olduğu literatür çalışmasında domates ürünlerini tüketen kişilerin bazı kanser türlerine (mide, akciğer ve prostat kanseri) yakalanma riskinin

daha az olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı likopenin ısı işlemlere oldukça dirençli olduğunu, ancak uzun süre depolamada önemli kayıplar gerçekleştiğini ifade etmektedir (Demiray 2009)

Sekin ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada domates konservelerinin likopen içeriği üzerine, askorbik asit ilavesinin, uygulanan farklı işlem sıcaklıklarının ve depolama süresinin etkilerini incelemişlerdir. Rio Grande çeşidi domateslerin bir bölümüne askorbik asit ilaveli salamura (%0.2 sitrik asit, %0.05 CaCl₂, %1 tuz ve 2 g/kg askorbik asit) diğer bölümüne ise katkısız salamura (%0.2 sitrik asit, %0.05 CaCl₂ ve %1 tuz) ilave edilmiştir. Daha sonra her iki bölüm kendi içinde ikiye ayrılıp iki farklı işlem sıcaklığı (100°C/30min ve 105°C/15min) uygulanmıştır. 8 aylık depolama süresince 0., 3., 5., 6½. ve 8. aylarda konservelerin likopen miktarındaki değişimler saptanmıştır. Araştırma bulgularından likopen içeriğinin, askorbik asit ilavesinden ve uygulanan farklı sıcaklıklardan etkilenmediği, buna karşın depolama süresinin likopen miktarı üzerine etkili olduğu anlaşılmıştır.

Uzun ve ark. (2005)'nin depolama koşullarının kaliteye etkisini araştırmak için güneşte kurutulmuş domatesler üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Materyal olarak kükürt dioksit (4000-4500 ppm) veya tuzla (%6-7) muamele edildikten sonra güneşte kurutulmuş Rio Grande çeşidi domates meyveleri kullanılmıştır. Bu kurutulmuş meyveler, içerisinde oksijen absorbantlı ve absorbantsız değişik hava bileşimleri (hava, %97 N₂+%3 O₂ ve %11 N₂+%3 O₂+%86 CO₂) bulunan cam kavanozlara (500 cc) konulmuştur. Bu cam kavanozların yarısı soğutmalı (4±1°C) kalanı soğutmasız (normal) depo koşullarında 10 ay süre ile bekletilmiştir. Depolama başında, ortasında ve sonunda alınan örneklerde kalite ve bozulma durumları incelenmiştir. Bu meyvelerde görülür renk, alkolde çözünür renk, suda çözünür kuru madde, titre edilir asit miktarı ve üründe bulunan nem miktarı saptanmıştır. Sonuç olarak; depolama süresi boyunca modifiye atmosfer (N₂, CO₂) ve Ageless oksijen absorbantı koşullarının renk bozulmasını önlediği, bu uygulamaların kurutulmuş domateslerin kalitesinin korunmasında önemli olduğu görülmüştür. Renk açısından özellikle normal depo koşullarında Ageless oksijen absorbantlı uygulamalar her iki tip üründe metabisülfitle-tuzlu işleme etkili olmuştur.

Kerkhofs ve ark. (2005), Yeni Zellanda'da üretimi yapılan üç farklı (Aranka, Encore ve Flavourine) domates çeşidinin kurutma işleminde renk, askorbik asit, toplam fenolik madde, likopen ve toplam antioksidan aktivitesi değişimini incelemişlerdir. Hava ile kurutulmuş domateslerin renk analizleri sonucunda (L*a*b*) renk azalmalarının minimum düzeyde olduğu belirlenmiştir. Taze ve kurutulmuş domateslerin antioksidan bileşenleri veya toplam antioksidan aktiviteleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir (Demiray 2009).

Saçılık ve ark. (2006), ekolojik şartlar altında güneşli tünel kurutucu kullanılarak organik domates kurutma denemeleri yapmışlardır. Kuruma sonunda organik domatesteki nem değeri %93.35 başlangıç neminden %11.50 son neme düşmüştür. Tünel kurutucuda dört günde elde edilen domates ile açık sergide beş günde kurutulan domates karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere göre kurutma eğrilerini oluşturmak için on farklı matematiksel modelden yararlanılmıştır. Yapılan matematiksel modelleme çalışmaları sonucunda en uygun modelin difüzyon modeli olduğu ifade edilmiştir.

Chang ve ark. (2006), taze domates, dondurularak kurutulmuş domates ve sıcak hava ile kurutulmuş domatesin antioksidan özelliklerinin karşılaştırılması üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında iki çeşit domates kullanmışlar, ürünü önce yıkamışlar ve $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ büyüklüğünde küp şeklinde kesmişlerdir. Yöntemler için 5 kg ürün kullanmışlardır. Dondurarak kurutmayı -50°C 'de, 24 saat süre ile donmalı kurutucuda, sıcak havalı kurutmayı da fırın ortamında 80°C 'de 2 saat, daha sonra 60°C 'de 6 saat süre ile gerçekleştirmişlerdir. Kurutma işlemlerinden sonra ürünleri toz haline getirmişler, paketlenmişler ve kullanıma kadar -40°C de depolamışlardır. Yapılan analizler sonucunda sıcak hava ile kurutulan örneklerde, kurutulmamış domates ve dondurarak kurutulmuş domatese göre likopen, flavonoid ve fenolik içeriğinin en yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Sonuçlar kurutma işlemlerinin domatesin besin değerini arttırabileceğini göstermiştir.

Akdeniz ve Bağdatlıoğlu (2007), güneşte kurutulmuş domatesler üzerinde depolama koşullarının etkisini incelemişler, deneme materyali olarak Rio Grande çeşidi domates kullanmışlardır. Kurutulmuş domatesleri üç farklı ortamda (normal, vakum ve azot) ambalajlayarak iki farklı sıcaklıkta (4°C ve 20°C) 9 ay depolamışlardır. Ambalajlama malzemesi olarak polistren köpük malzeme ısı ve basınç uygulamasıyla tabak haline getirilmiş, bu tabak lamine film ile kapatılmıştır. Her bir ambalaja 100'er g domates tartılmış, örnekler normal, vakumlu ve azotlu olmak üzere üç farklı şekilde ambalajlanmıştır. Depolama süresince örnekleri nem, su aktivitesi, kükürt dioksit içeriği, pH, toplam tuz içeriği ve titre edilebilir asitlik değerleri açısından incelemişlerdir. 9 aylık depolama sonucunda, her iki sıcaklıkta da örneklerin nem özelliklerinin değişiminde önemli bir fark gözlenmemiştir. Su aktivitesi değerlerinde ilk aylarda kısmi bir düşüş ve sonra dalgalanmalar gözlenmiştir. Toplam kükürt dioksit niceliğinde en fazla azalma normal ambalajlı ve oda sıcaklığında depolanan örneklerde görülmüştür. Soğukta depolanmış örneklerde pH düşüşü, diğer yöntemlerle muhafaza edilenlere göre daha az olmuştur. Sonuç olarak depolama boyunca modifiye atmosfer ve soğuk depo ortamı koşullarının, kimyasal bozulma gibi olumsuz etkileri

önlediği, bu uygulamanın kurutulmuş domateslerin kalitesinin korunmasında önemli işlem olduğu görülmüştür. Nem ve oksijen geçirgenliği düşük ambalajların ürün kalitesini uzun süre koruduğu ve oda sıcaklığında (20°C) vakum uygulanan veya azot gazı altında muhafaza edilen örneklerin 4°C’de muhafaza edilen örneklerden önemli fark göstermediği gözlenmiştir.

Karakaya ve Yılmaz (2007) tarafından gerçekleştirilen araştırmada taze, güneşte kurutulmuş ve konserve domateslerin likopen içerikleri sırası ile 1.75, 5.51 ve 3.55 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Örneklerin intestinal dialisatların inhibisyonu etkisinin %51.34 ve %92.96 arasında değiştii belirlenmiştir.

Davoodi ve ark. (2007), farklı kurutma metotlarının ve önışlemlerin, domates tozunun depolanması ve kalite karakteristikleri üzerine etkisini incelemişler, önışlem uygulaması olarak kalsiyum klorid, potasyum metabisülfid, kalsiyum klorid + potasyum metabisülfid ve sodyum klorid kullanmışlardır. Kurutma ortamı olarak güneşli kurutucu ve tünel tipi kurutucu kullanmışlardır. Tünel tipi kurutucuda 65°C hava sıcaklığı ve 1 m/s hava hızı uygulamışlardır. Ayrıca kurutma işlemlerinden sonra, farklı tiplerde paketleme materyalleri kullanarak 6 aylık bir depolama yapmışlardır. Kurutma uygulamalarının, nem içeriği, şeker, titrasyon asitliği, likopen içeriği, rehidrasyon oranı, dehidrasyon oranı ve enzimatik olmayan kahverengileşme gibi kalite karakteristiklerini nasıl etkilediğini saptamışlardır. Sonuç olarak, kuru ürün kalitesi üzerine en koruyucu etkiyi kalsiyum klorid + potasyum metabisülfid kombinasyonunun sağladığını, tünel tipi kurutucuda kurutulan örneklerin; likopen içeriği, kahverengileşme indeksi, rehidrasyon oranı ve dehidrasyon oranı açısından daha yüksek kalitede olduğunu saptamışlardır. 6 aylık depolama sonucunda en fazla likopen kaybı ve en fazla kahverengileşme, önışlemsiz örneklerde görülmüştür.

Muratore ve ark. (2008)’nin yaptığı çalışmada; ortalama likopen içeriği taze domates örneklerinde 81.3±2.28, yarı kurutulmuş domates örneklerinde ise 23.5±2.78 (40°C), 260.9±4.70 (60°C) ve 297.7±0.14 (80°C) arasındadır. Sodyum klorid, sitrik asit ve kalsiyum klorid ile muamele görmüş yarı kurutulmuş domates örneklerinde ise ortalama likopen içeriği 290.8±0.12 (40°C), 234.7±0.29 (60°C) ve 273.1±0.83 (80°C) değerleri arasındadır.

Abdollahi (2008), organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen domates ve ürünlerinin (pulp, dondurulmuş) ayırt edilebilme yöntemleri ile kalite farklarının incelenmesinin amaçlandığı bir çalışma yapılmıştır. İncelenen kalite kriterleri ise; pomolojik özellikler, toplam kuru madde, briks, pH, titrasyon asitliği, β-karoten, askorbik asit, likopen, antioksidan aktivitesi, elektriksel iletkenlik, sertlik değerleri, CIE lab ve Hunter lab renk değerleri, mineral madde (Na, K, Ca, Mg, Fe) içerikleri, protein, azot, kül ve duyuusal değerlerdir.

Konvansiyonel taze domateslerin organik domateslere göre daha iri olduğu ve organik taze domateslerde toplam kuru madde, briks, pH, β -karoten miktarları, antioksidan aktivitesi ve sertlik değerleri, kül, protein ve azot miktarları, 2005 yılına ait a^* değeri ve 2006 yılına ait L^* değeri konvansiyonel domateslere göre daha yüksek olduğu görölmüştür. Ancak organik örneklerin titrasyon asitliği konvansiyonel olanlara göre daha düşük bulunmuştur. Askorbik asit, likopen ve elektriksel iletkenlik ve rengin b^* değeri açısından organik ve konvansiyonel taze domatesler arasında fark bulunamamıştır. Organik dondurulmuş domateslerde toplam kuru madde, briks, likopen, askorbik asit, β -karoten, sodyum, potasyum, demir, kül, protein, azot miktarları ve rengin kırmızılık değeri (a^*) konvansiyonel olanlara göre daha yüksek bulunurken konvansiyonel örneklerde titrasyon asitliği ve kalsiyum miktarı organik olanlardan daha yüksek bulunmuştur. Organik domates pulplarının toplam kuru madde, briks, titrasyon asitliği, likopen, askorbik asit, kül, azot, protein, sodyum, potasyum ve kalsiyum miktarları ve antioksidan aktivitesi konvansiyonel olanlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre ise organik domates ve ürünleri lezzet ve renk açısından tercih edilmiştir.

Demiray (2009) yaptığı bir çalışmada, “Rio Grande” çeşidi domateslerin farklı kurutma sıcaklıklarında ve %20 bağıl nem koşulunda göstereceği kuruma karakteristiklerini belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla denemelerde 60-70-80-90 ve 100°C hava sıcaklıkları kullanarak, herhangi bir önışlem uygulamadan domatesler ortalama %10 nem içeriğine kadar kurutulmuştur. Domateslerin kuruma kinetikleri incelenmiş, kabin tipi kurutucu ile kurutma sırasında meydana gelen likopen, β -karoten, askorbik asit ve renk değişimleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, uygulanan sıcaklık değeri arttıkça numunelerin kuruma sürelerinin azaldığı görölmüştür. Domateslerin kurutulmadan önce askorbik asit değeri 544.84 mg/100g kuru madde olarak belirlenmiştir. 60°C’de 20 saat süren kurutma işleminde askorbik asit miktarında %75.13 oranında azalma meydana gelmiştir. 90°C’de 10 saat süren kurutma işleminde 8. saatten sonra ortamda askorbik asit tespit edilememiştir. 100°C’de 8 saat süren işleminde ise 5. saatten itibaren numunelerde askorbik asit tespit edilememiştir. Domates numunelerindeki likopen miktarındaki değişimlerin incelenmesi sonucunda, 60°C’de %75.63 oranında kayıp meydana gelirken, 100°C’de yapılan işleminde %97.81 oranında azalma belirlenmiştir. β -karoten miktarında ise 60°C’de %81 oranında, 100°C’de %95.75 oranında azalma meydana gelmiştir. Kuruma kinetiğine, askorbik asit, likopen, β -karoten ve renk değişim kinetiklerine ait modelleme çalışmaları yapılmıştır. İncelenen modeller arasında 60°C ve 100°C değerleri arasında ve %20 bağıl nemde domateslerin kurutulmasını en iyi tanımlayan modelin Modifiye Page model olduğu belirlenmiştir. Askorbik asit, likopen ve β -

karoten değişim kinetiklerinin birinci dereceden kinetik modele, renk değişim kinetiklerinin sıfırıncı ve birinci dereceden kinetik modele uygunluk gösterdiği saptanmıştır. Kurutulan domates numuneleri için likopen, β -karoten ve askorbik asit değişimlerine ait aktivasyon enerji değerleri sırasıyla 46.96, 40.17 ve 46.99 kJ/mol olarak hesaplanmıştır.

Şahin (2010), dört farklı kurutma yönteminin uygulandığı domateslerde karşılaştırmalar yapmıştır. Bu kurutma yöntemleri; güneşte kurutma, sıcak havalı kabin tipi kurutucuda kurutma, vakumlu kurutma ve dondurarak kurutmadır. Kurutma uygulamaları, hem önişlemsiz, hem de önişlemliler olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm kurutma yöntemlerinde önişlem uygulaması olarak domatesler önce bütün halde %2 etil oleat+%4 potasyum karbonat karışımına daldırılmış, daha sonra dilimlenen domatesler iki gruba ayrılmış, bir grup %1 sitrik asit+%1 askorbik asit karışımına, diğer grup ise %2 sodyum metabisülfite çözeltilisine daldırılmıştır. Hem kurutulmuş domateste, hem de taze domateste kaliteyi ve besin içeriklerini belirleyici çeşitli analizler yapılmıştır (renk ölçümü, toplam kuru madde içeriği, suda çözünür kuru madde içeriği, indirgen şeker, toplam şeker içeriği, pH, titrasyon asitliği değerleri, HMF içeriği, sodyum ve potasyum içeriği, askorbik asit, likopen değerleri, su aktivite değerleri). Sonuç olarak önişlem uygulamalarının kuruma sürelerini oldukça kısalttığı saptanmıştır. En yüksek parlaklık değeri dondurarak kurutulan domateste, en iyi kırmızılık değeri ise güneşte kurutulan domateste saptanmıştır. Sodyum metabisülfite uygulaması bu iki değeri önemli ölçüde yükseltmiştir. Kırmızılık açısından güneşte kurutulan domateste en yakın değerler 65°C sıcaklık 1.5 m/s hava hızında kurutulan domateste görülmüştür. Dondurarak kurutma birçok kriter açısından en iyi sonuçları vermiştir. En yüksek askorbik asit, potasyum, likopen gibi besin değerleri bu yöntemle kurutulan domateste saptanmıştır. Sıcak havalı kurutmada sürenin uzaması ve kurutma sıcaklıklarının yükselmesi likopen miktarlarında azalmalara neden olmuştur.

Ayan (2010)'ın tarafından yapılan çalışmada güneşte ve hava ile güçlendirilmiş fırınlarda farklı sıcaklıklarda (40°C, 50°C, 60°C) yapay yolla kurutulan domateslerin özelliklerini incelemiştir. Fırında ve güneşte kurutma işlemi sonucunda domates örneklerindeki likopen içerikleri taze domates örneğine göre daha yüksek olduğunu saptanmıştır. Ancak bu farklar istatistik olarak önemli bulunmamış. Tüm sonuçlar incelendiğinde likopen bakımından yapılan varyans analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasındaki farklılıkların tesadüfen ileri geldiği anlaşılmıştır. Bu nedenle çalışmada kullanılan sıcaklıklarda kurutulan domatesler ile güneşte kurutulan domatesler arasında likopen içeriği açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Bu da, çalışmada kullanılan

kurutma çeşitleri ile sıcaklık derecelerinin domateslerin likopen içeriğine önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Kocabıyık ve ark. (2012) çalışmalarında domates dilimlerini kurutmada enerji etkinliğinin geliştirilmesi ve kaliteli kurutulmuş domates elde edilmesi için infrared kurutma tekniğinin kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Bu amaç doğrultusunda, domates dilimleri orta dalga ve kısa dalga infrared ısı kaynaklarının beş farklı elektriksel güçle yüklemeleri sonucunda oluşan radyasyon yoğunluklarında, üç farklı hava hızında ve giriş havasının ısıtılmadığı (30°C) ve ısıtıldığı (35°C) koşullarda kurutulmuş. Domates dilimlerinin kuruma süresi, özgül enerji tüketimi gibi işletme özellikleri, büzülme oranı, rehidrasyon oranı, renk özellikleri ve tekstür gibi fiziksel özellikler ve C-vitamini ve likopen gibi kimyasal (besin) özellikleri incelenmiş ve bu özellikler üzerine kurutma değişkenlerinin etkileri araştırılmıştır. Orta dalga infrared ısı kaynağı ile kurutulan domates dilimlerinin C-vitamini ve likopen içerikleri sırasıyla kuru maddede 64.2 ile 173.9 mg/100g ve 11.3 ile 31.6 mg/100g arasında değişim göstermiş ve kurutma işlemiyle domatesin C-vitamini içeriğinde yaklaşık %27-72 arasında kayıp meydana gelmiştir. C-vitamininin tersine kuru domates dilimlerinin likopen içeriklerinde yaş domatese göre yaklaşık %29-364 arasında artış olmuştur. Kısa dalga infrared ısı kaynağının kullanıldığı uygulamalarda ise kuru domates dilimlerinin C-vitamini ve likopen içerikleri sırasıyla, kuru maddede 112.6-228.5 mg/100g ve 12.9-35.8 mg/100g aralıklarında değişmiş ve kurutma işlemleri sırasında C-vitamini içeriğinde yaklaşık %4 ile 53 arasında bir azalma meydana gelirken likopen içeriğinde yaklaşık %89 ile 425 arasında bir artış olmuştur. Her iki dalga boyu karşılaştırıldığında, kısa dalga infrared ısı kaynağı kullanıldığı zaman daha az C-vitamini kaybı ve aynı zamanda daha yüksek likopen artışı olmuş ve dalga boyları arasındaki fark önemli olmuştur.

Şahin ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, farklı önışlemlerin ve iki farklı sıcaklık derecesinde, vakum altında kurutmanın dilimlenmiş domatesin kurutma karakteristiklerine ve bazı kalite kriterlerine etkisini araştırılmışlardır. Tüm kurutma yöntemlerinde önışlem uygulaması olarak domatesler önce bütün halde %2 etil oleat+%4 potasyum karbonat karışımına daldırılmış, daha sonra dilimlenen domatesler iki gruba ayrılmış, bir grup %1 sitrik asit+%1 askorbik asit karışımına, diğer grup ise %2 sodyum metabisülfite çözeltisine daldırılmıştır. Kurutma 10 kPa vakum basınç altında, 65°C ve 75°C sıcaklık şartlarında yürütülmüştür. Kalite kriterleri olarak, önışlemlerin ve farklı kurutma sıcaklıklarının renk, kuru madde, indirgen şeker, toplam şeker, pH, titrasyon asitliği, askorbik asit, likopen, sodyum ve potasyum içeriğine etkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak önışlem uygulamalarının kuruma sürelerini kısalttığı saptanmıştır. Önışlem uygulamaları tüm renk kriterleri üzerine

olumlu etkiler meydana getirmiştir. Önişlem uygulamalarıyla kurutulan domateslerin şeker içerikleri, önişlemsiz kurutulanlarınkine göre daha düşük düzeyde kalmıştır. Sitrik+askorbik asit uygulaması pH değerlerinde düşme meydana getirmiş, aynı uygulama titrasyon asitliği değerlerini yükseltmiştir. Kurutulmuş domateslerde, artan kuru madde içeriği ile birlikte sodyum, potasyum ve likopen miktarlarında artışlar olmuştur. Tüm uygulamalarda domateslerin askorbik asit değerleri düşmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Denemelerde Kullanılan Domates

Araştırmada piyasadan temin edilen olgun, taze, kırmızı ve orta erkenci Bursa (yumurta) domates kullanılmıştır. Ürünün üzerinde leke bulunmaması ve boyutlarının homojen olmasına dikkat edilmiştir. Domatesler, kurutma denemelerinde kullanılıncaya kadar +4 °C'deki buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir.

3.1.2. Kurutma Ortamı

Materyal olarak taze, güneşte, gölgede, sıcak hava (60°C'lik fırında) ve sıcak hava + mikrodalga ile kurutulmuş domatesler kullanılmıştır. Tezimizde 1 taze ve 4 kurutulmuş domates olmak üzere toplam 5 örnek; paralelleri ile birlikte 15 örnek ile çalışılmıştır. Kurutma yöntemleri ev ortamında ve geleneksel yöntemlere uygun olarak yapılmıştır.

Güneşte ve gölgede yapılan kurutmalarda temiz beyaz bez üzerine tuzlanmış domatesler birbirlerine temas etmeyecek şekilde üstlerinde de mermerşahi beziyle örtülmüştür. Kullanılan düzeneklerde doğal hava sirkülasyonu sağlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Güneşte (a) ve gölgede kurutma (b)

Sıcak hava ve mikrodalga kurutmalarda cihazların tepsileri kullanılmıştır. Sıcak hava ile domatesler 60°C'de 0,5 m/sn hava akımı ile 7 saatte, mikrodalgayla kurutmada ise domatesler önce 60°C'de 5 saat sonra mikrodalga fırında 800 watt 3 dakikada kurutulmuştur.

3.1.3 Kurutmada Kullanılan Düzenek ve Cihazlar

Güneşte ve gölgede kurutmada kullanılan düzenekler tamamen geleneksel yöntem olup, masa üzerine serilerek kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sıcak hava ile kurutmada ise Siemens marka turbo fanlı statik fırın kullanılmıştır. Bu fan 25 watt güç, 19,6 L/dak hava debisi, 1400 rpm çalışma koşullarına sahiptir. Mikrodalgada kurutulmuş domatesler; sıcak hava ile kurutmadaki gibi önce fanlı statik fırında daha sonra 800 watt mikrodalga-1000 watt ızgara özelliğine sahip Premier marka mikrodalga fırında kurutulmuştur (Şekil 3.2).



a

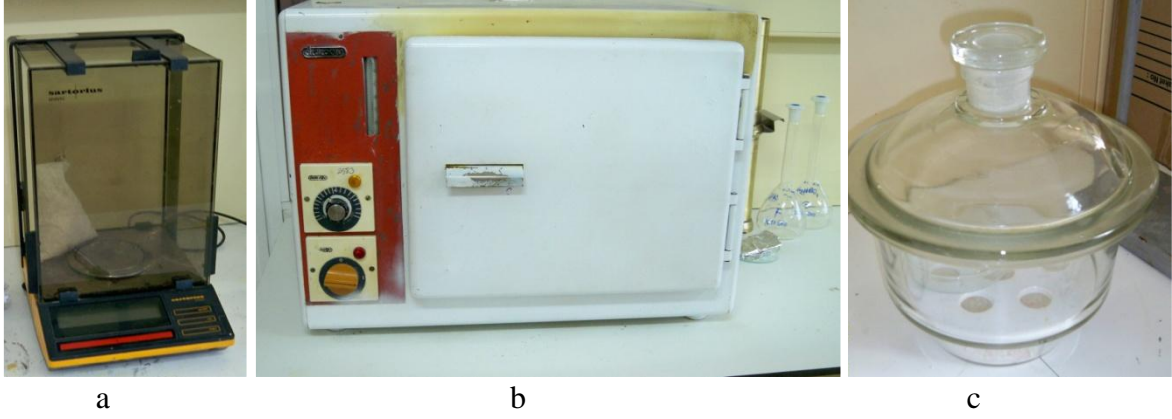


b

Şekil 3.2. Sıcak hava ile kurutma (a) ve mikrodalgada kurutma (b)

3.1.4. Denemelerde Kullanılan Ölçüm Aletleri

Tüm kurutma çalışmalarında ürün ağırlık değişimlerinin saptanması amacıyla 0.01 g hassasiyetinde Sartorius Analytic model elektronik terazi, nem tayini için Dedeoğlu etüv, desikatör kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan (a) Hassa terazi, (b) Etüv, (c) Desikatör

Kullanılan malzemeler ve kimyasal maddeler Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kurutulacak Ürünün Hazırlanışı ve Ön İşlemler

Kurutma denemeleri boyunca keskin bir bıçak yardımıyla 1-1.5 cm kalınlığında kesilen domateslerin üzerine ince bir tabaka kalacak şekilde piyasadan temin edilen kaya tuzu ile tuzlanmıştır.

3.2.2. Kurutulmuş Domateslerde Nemin Belirlenmesi

Yıkanmış temiz kurutma kapları 105°C'de 30 min kurutulup, 30 min desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide daraları alınır. Daha sonra kabın içine 5 g civarında örnek tartılır ve 105°C'ye ayarlı etüvde 4 h kurutulduktan sonra, desikatörde 15-20 min soğutulup tartılır. Tekrar 30 min daha kurutulduktan sonra desikatörde aynı şekilde soğutulup tartılır. İki tartım arasında hiç fark yok ise kurutma tamamlanmıştır. Buradan hesapla orantı yolu ile % su miktarı tespit edilir. Paraleller arasındaki fark %1'i geçmemelidir. Aşağıdaki formülden rutubet miktarı hesaplanmıştır (Elgün ve ark. 1998).

$$\text{Rutubet(\%)} = \frac{100 \times (E - m)}{E}$$

E: Örneğin başlangıçtaki ağırlığı (g)

m: Örneğin kuru ağırlığı (g)

3.2.3. pH Değerinin Belirlenmesi

pH tayini WTW pH 330 model pH metre ile yapılmıştır (şekil 3.4). pH tayini için taze ve kurutulmuş domatesler homojen hale getirilerek pH'sı ölçölmüştür. Duyarlı bir sonuç almak için, elektrot örneğe 1 dakika daldırılmış halde bırakılmıştır (Cemeroğlu 2007).



şekil 3.4. pH ölçüm seti

3.2.4. Toplam Asitlik Tayini

Homojen hale getirilmiş örneklerden yaklaşık 10 g alınıp üzerine 100 ml saf su eklenmiştir. Örnek 10 kat seyreltilmiştir. Karışımın süzölmesi ve süzöntünün, fenolftalein indikatörü eşliğinde 0.1 N NaOH çözeltisi ile titrasyonu sonucunda %sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Başoğlu ve Uylaşer 2000).

$$\% \text{ Asitlik} = \frac{V \times f \times E}{M} \times 100$$

Eşitlikte;

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (ml)

f: Normalite

E: 0.006404

M: Örnek miktarı (g)

3.2.5. Likopen Tayini

Likopen analizinde kullanılan kurutulmuş domateslerin her biri iki paralel çalışılmıştır. Önce örnekler küçük parçalar haline getirilmiştir ve ölçömler için UV-1601 Shimadzu marka spektrofotometre, Dathan Scientific WiseCube marka otomatik çalkalayıcı ve Hettich Universal 32R marka santrifüj kullanılmıştır (şekil 3.5 ve şekil 3.6).



Şekil 3.5. Spektrofotometre (a) ve otomatik çalkalayıcı (b)



Şekil 3.6. Likopen tayininde kullanılan santrifüj cihazı

Örnekler aşağıdaki işlem basamaklarına göre hazırlanmıştır.

0.5 g domates pulpu tartılıp üzerine 0.3 g mısır nişastası eklenmiş ve 20.0 ml HPLC saflığında aseton ilave edilmiştir. Örnekler 20 min otomatik çalkalayıcıda çalkalanmış ve 3000 devir/dakikada 3 min santrifüj edilmiştir. Daha sonra spektrofotometrede 503 nm'de absorbans ölçümü yapılmış, absorbansı 0.6'dan küçük çıkan örnekler ayrıca 472 nm'de de ölçülmüştür.

Likopen miktarı aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır. Sonuçlar $\mu\text{g/g}$ olarak belirtilmiştir (Yıldız 2004).

❖ $Ab_{503} < 0.3$ ise:

$$\text{Likopen miktarı}(\mu\text{g/g}) = \frac{[(2.56 \times A_{503}) - A_{472}] \times 32.24}{\text{örnek ağırlığı(g)}}$$

- ❖ $0.6 < Abs_{503} < 0.3$ ise:

$$\text{Likopen miktarı}(\mu\text{g/g}) = \frac{[(2.8 \times A_{503}) - A_{472}] \times 32.24}{\text{örnek ağırlığı(g)}}$$

- ❖ $Abs_{503} > 0.6$ ise:

$$\text{Likopen miktarı}(\mu\text{g/g}) = \frac{62.43 \times A_{503}}{\text{örnek ağırlığı(g)}}$$

3.2.6. Renk Tayini

Renk ölçümleri özellikle homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan Hunter Lab D25LT Renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.7’de bu cihaza ait resim ve renk ölçüm aşamaları gösterilmektedir. Ölçümlerde cihazın renk skalası menüsünde CIE L*a*b* olarak tanımlanmış olan ve kurutulmuş olan tarımsal ürünlerin renk ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan renk skalası seçilerek bu skalaya ilişkin L*, a* ve b* değerleri tespit edilmiştir. CIE L*a*b* renk koordinat sisteminde L* değeri renk parlaklığını göstermekte olup değeri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Renk koordinatları olan a* ve b* değerleri ise belirli bir ölçüm aralığına sahip olmayıp, a* değeri pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda yeşil rengi ifade ederken, b* değeri pozitif olduğunda sarı, negatif olduğunda ise mavi rengi göstermektedir (Ülger ve ark. 2008).



Şekil 3.7. Renk ölçümlerinde kullanılan cihaz ve kurutulmuş domates örnekleri

3.2.7. Duyusal Değerlendirme

Araştırmada kurutulanan domateslerin duyusal değerlendirilmesi; Mũftũgil (1984)'in yaptığı duyusal analiz yũntemi ȳrnek alınarak yapılmıştır. Analiz tarafımızca modifiye edilerek 7 kişilik panelist grubun 0 (kȳtũ), 1 (kabul edilebilir), 2 (orta), 3 (yeterli), 4 (iyi), 5 (ȳok iyi) puanları ile renk, tat, koku, tekstũr, yapı ve genel gȳrũnũm olarak Ek1'deki skalaya gȳre puanlandırmaları istenmiştir.

3.2.8. İstatistik Analiz Metodları

Yapılan analiz sonuȳlarının karşılaştırılması iȳin SPSS istatistik programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farklılığı belirtmek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır (Dũzgũneř ve ark. 1987).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kurutulmuş Domateslerde Nem Miktarına İlişkin Sonuçlar

Kurutulmuş gıdalarda % yaş baz nem miktarı değeri kurutma işleminin tam yapılıp yapılmadığı hakkında bilgi veren en önemli kriterdir. Özellikle domates gibi yüksek nem miktarına sahip gıdalarda muhafaza süresinin uzun olması kurutma işleminin başarısına bağlıdır.

Kurutulan domateslerin nem miktarı ortalamaları ile örneklerin minimum ve maksimum değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Araştırmamızda kullanılan taze domatesteki ortalama nem miktarı %94.3’tür. Kurutma işleminden sonra ölçülen nem miktarı değerleri; en yüksek %18.1 ile gölgede kurutma, en düşük %13.2 ile sıcak hava + mikrodalgada kurutmada bulunmuştur.

Çizelge 4.1’den 4.7’e kadar tüm istatistiksel sonuç çizelgelerinde n; parti veya tekrar sayısını, Min.; en düşük değeri, Max.; en yüksek değeri, Ort.; ortalamayı ifade etmektedir.

Çizelge 4.1. Domates örneklerinin nem miktarlarının istatistiksel sonuçları

Örnek	n	Min.	Max.	Ort.
Taze	3	94.2	94.4	94.3 ^a
Güneşte kurutma	3	16.03	16.25	16.14 ^c
Gölgede kurutma	3	17.5	18.68	18.1 ^b
Sıcak hava ile kurutma (60 °C)	3	14.4	15.99	15.2 ^c
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	3	12.5	13.88	13.2 ^d

Çizelgede p<0.01, a,b,c,d,e farklı harfleri taşıyan numuneler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Nem miktarı bakımından yapılan istatistik analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasındaki farklılıklar p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.1 incelendiğinde; güneşte, gölgede ve sıcak hava + mikrodalgada kurutma işlemi ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir. Ancak güneşte ve sıcak havayla kurutulmuş domatesler arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir. Güneşte kurutma koşulu; nem miktarı bakımından sıcak havayla kurutmaya eşdeğerdir. Taze ve kurutulmuş domatesler arasında önemli oranda nem miktarı farkı bulunmaktadır.

Rajkumar ve ark. (2007), vakum destekli güneşli kurutucuda ve güneşte kuruttukları farklı dilim kalınlıklarına sahip (4-6-8 mm) domateslerin ilk nem içeriklerini %94 olarak tespit etmişler ve domates dilimlerini %11.5 son nem içeriğine kadar kurutmuşlardır.

Demiray (2009) yaptığı çalışmada, ülkemizde özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde üretimi yapılan “Rio Grande” çeşidi domateslerin farklı kurutma sıcaklıklarında ve %20 bağıl

nem koşulunda göstereceği kuruma karakteristikleri incelemiştir. Bu amaçla denemelerde 60-70-80-90 ve 100°C hava sıcaklıkları kullanılarak, herhangi bir ön işlem uygulamadan domatesleri ortalama %10 nem içeriğine kadar kurutmuştur. Uygulanan sıcaklık değeri arttıkça numunelerin kuruma sürelerinin azaldığı görülmüştür.

Ayan (2010) , güneşte ve yapay kurutucuda kurutulmuş domates örneklerinin nem miktarını; tazede %95.2±0.090, 40°C’de %38±0.400, 50°C’de %34±0.233, 60°C’de %32±0.524 ve SO₂ güneşte kurutulmuş domateste ise %31±0.304 olarak bulunmuştur.

Şahin ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada taze domatesi %95.7, sıcak hava ile kurutulanları (65°C, 75°C, 85°C) sırasıyla %10.3, %10.6, %11.1; dondurarak kurutmada %9.7, güneşte kurutmada %10.2, vakumlu kurutmada ise 65°C %10, 75°C %11.7 bulmuştur. En düşük nem miktarı dondurarak kurutma yönteminde tespit edilmiştir.

4.2. Kurutulmuş Domateslerde pH Değerine İlişkin Sonuçlar

Mikroorganizmaların gelişimini ve aktivitesini belirleyen önemli faktörlerden biri pH’dir. Bazı mikroorganizmalar pH=4.0’ün altında gelişmekle birlikte büyük bir kısmı en iyi pH=7.0 (6.6-7.5) civarında gelişmektedir (Anonim 2000). Çizelge 4.2’de kurutma uygulamaları sonucunda örneklerin ortalama pH değerleri ve istatistik analiz sonuçları görülmektedir.

Ortalama pH değerleri 4.22-4.49 arasında bulunmuştur. En yüksek değer pH 4.49 ile taze domates, en düşük değerse pH 4.22 ile sıcak havayla kurutulmuş domates olmuştur.

Çizelge 4.2. Domates örneklerinin pH değerlerinin istatistiksel sonuçları

Örnek	n	Min.	Max.	Ort.
Taze	3	4.40	4.58	4.49 ^a
Güneşte kurutma	3	4.20	4.36	4.28 ^b
Gölgede kurutma	3	4.18	4.40	4.29 ^b
Sıcak hava ile kurutma (60 °C)	3	4.14	4.30	4.22 ^b
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	3	4.45	4.47	4.46 ^a

Çizelgede p<0.01, ^{a,b,c,d,e} farklı harfleri taşıyan numuneler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Yapılan istatistik analizlere göre kurutma yöntemlerinin, pH değerleri üzerine etkisi p<0.01 düzeyinde önemli tespit edilmiştir. Taze domatese göre sıcak hava + mikrodalgada kurutulmuş domateslerin pH değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; güneş, gölge ve sıcak hava ile kurutulmuş domateslerin pH değerleri önemli bulunmuştur.

Ülger ve ark. (2008)’nin Trakya Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen 8354 çeşidi domateslerini kullanarak yaptığı çalışmada ön işlem uygulanmamış örneklerde güneşte

kurutmada pH 4.65, dondurarak kurutmada pH 5.72, sıcak havalı kurutmada (65°C, 75°C ve 85°C) sırasıyla pH 5.8, 5.6, 5.74 ve vakum altında yapılan sıcak hava ile kurutmada ise 65°C’de pH 5.9, 75°C’de pH 5.75 bulunmuştur.

Muratore ve ark. (2008)’da, yaptıkları çalışmada sitrik asit uygulamasının, daha uzun raf ömrü için daha düşük pH’ı sağladığını belirtmektedirler. Bu çalışmada depolama sürecindeki kalite değişimleri incelenmemiş olmakla birlikte, sitrik askorbik asit uygulamalarının, depolanma sürecinde kurutulmuş domateslerin kalitesi üzerine olumlu etkiye bulunacağı düşünülmektedir. Ayrıca sitrik-askorbik asit uygulamasında domatesin bileşiminde doğal olarak bulunan bu bileşenlerin konsantrasyonunun artırılması ile domatesin tat ve lezzeti üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi saptanmadığı gibi doğal lezzete katkı sağladığı düşünülmektedir.

4.3. Kurutulmuş Domateslerde Toplam Asitlik Değerine İlişkin Sonuçlar

Domates; vitamin ve organik asitlerce zengin bir besin maddesidir. Yapılan çalışmamızda analizler sonucu taze ve kurutulmuş domateslerde toplam asitlik belirlenmiştir. Örneklerdeki toplam asitlik değeri % sitrik asit cinsinden bulunmuştur. Yapılan kurutma uygulamaları sonucunda örneklerin toplam asitlik değerlerine ilişkin istatistik analiz sonuçları çizelge 4.3’de görülmektedir.

Kurutulmuş domateslerde toplam asitlik %0.028-0.058 arasında bulunmuştur. En düşük toplam asitlik değeri %0.0042 ile taze domates, en yüksek %0.058 değeri ile sıcak havayla kurutulmuş domateslerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Domates örneklerinin toplam asitlik değerlerinin istatistiksel sonuçları

Örnek	n	Min.	Max.	Ort.
Taze	3	0.00	0.00	0.0042 ^e
Güneşte kurutma	3	0.04	0.04	0.0407 ^c
Gölgede kurutma	3	0.03	0.03	0.055 ^d
Sıcak hava ile kurutma (60 ⁰ C)	3	0.05	0.06	0.058 ^b
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	3	0.06	0.06	0.028 ^a

Çizelgede p<0.01, ^{a,b,c,d,e} farklı harfleri taşıyan numuneler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Yapılan istatistik analizlere göre kurutma yöntemlerinin, toplam asitlik değerleri üzerine etkisi p<0.01 düzeyinde önemli tespit edilmiştir. Taze domates ve kurutma işlemi uygulanmış domateslerde ortalama toplam asitlik değeri arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir.

Şahin (2010) çalışmasında toplam asitlik değerlerini; en düşük değer için sıcak hava ile 65°C sıcaklık, 1.5 m/s hava hızında ön işlemsiz olarak kurutulmuş örneklerde olduğu, sıcak hava ile 85°C sıcaklık, 2.5 m/s hava hızında EPSA uygulamasıyla kurutulmuş örneklerde ise en yüksek titrasyon asitliği değerini saptanmıştır.

4.4. Kurutulmuş Domateslerde Likopen Değişimine İlişkin Sonuçlar

Taze domates, güneşte (doğal koşullarda), gölgede, sıcak hava ile ve sıcak hava + mikrodalgada kurutulmuş domates örneklerinin ortalama likopen içerikleri, örneklerin minimum ve maksimum değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.4'te gösterilmektedir.

En düşük likopen içeriği 55.08 mg/g ile gölgede kurutulmuş domates örneği, en yüksek likopen içeriği ise 161.65 mg/g ile sıcak hava + mikrodalgada kurutulmuş domates örneğine aittir.

Çizelge 4.4. Domates örneklerinin likopen değişiminin istatistiksel sonuçları

Örnek	n	Min.	Max.	Ort.
Taze	3	54.28	60.24	57.31 ^b
Güneşte kurutma	3	54.82	81.28	68.05 ^b
Gölgede kurutma	3	51.25	58.91	55.08 ^b
Sıcak hava ile kurutma (60°C)	3	54.80	79.53	67.4 ^b
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	3	155.60	167.70	161.65 ^a

Çizelgede $p < 0.01$, ^{a,b,c,d,e} farklı harfleri taşıyan numuneler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Gölgede kurutulmuş domates örnekleri haricinde taze domatese göre yapılan diğer kurutma işlemleri sırasında likopen miktarı daha yüksek tespit edilmiştir. Bu farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Ancak taze, güneş, gölge ve sıcak hava ile kurutulmuş domateslerin kendi aralarındaki likopen miktarı değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu değerlerin tesadüften ileri geldiği düşünülmektedir.

Genel olarak, gıdaların islenmesi sırasında besin kalitesinde bir azalma meydana geldiği düşünülmektedir. Ancak işleme sırasında likopenin biyoyararlılığı ve besin kalitesi artmaktadır. Bunun sebebi, hafif ısı işlem etkisi veya domatesin hücre yapısının enzimatik olarak parçalanmasıdır. Likopenin biyoyararlılığı, yağ dahil besin yoluyla alınan bileşenler, diğer karotenoidler, vitaminler ve minerallerden de etkilenmektedir. Gıdaların fiziksel olarak küçülmesine neden olan, doğrama ve püre haline getirme gibi işlemler de likopenin biyoyararlılığını arttırmaktadırlar (Sekin ve ark. 2005).

Chang ve ark. (2006)'nın yaptığı çalışmada da, Sheng-Neu ve I-Tien-Hung çeşidi taze domateslerin sıcak hava ile kurutulmuş olanları tazelerine göre daha fazla likopen içermekte olduğu bildirilmiştir.

Muratore ve ark. (2008)'nin yaptığı çalışmada; ortalama likopen içeriği taze domates örneklerinde 81.3 ± 2.28 , yarı kurutulmuş domates örneklerinde ise 230.5 ± 2.78 (40°C), 260.9 ± 4.70 (60°C) ve 297.7 ± 0.14 (80°C) arasındadır. Sodyum klorid, sitrik asit ve kalsiyum klorid ile muamele görmüş yarı kurutulmuş domates örneklerinde ise ortalama likopen içeriği 290.8 ± 0.12 (40°C), 234.7 ± 0.29 (60°C) ve 273.1 ± 0.83 (80°C) değerleri arasındadır.

Demiray (2009) ise çalışmasında domates numunelerindeki likopen miktarındaki değişimleri incelenmesi sonucunda, 60°C 'de %75.63 oranında kayıp meydana gelirken, 100°C 'de yapılan işlemde %97.81 oranında azalma belirlenmiştir.

Ayan (2010)'ın çalışmasında ise en düşük likopen içeriği 19.93 mg/kg ile taze domates, en yüksek likopen içeriği ise 126.7 mg/kg ile 50°C 'lik fırında kurutulmuş domates örnekleri olmuştur. 40°C fırın 91.2 ± 23.9 mg/kg, 60°C fırında 102.4 ± 18.6 mg/kg, S_0_2 güneş ise 111.4 ± 39 mg/kg olarak bulunmuştur.

Şahin (2010)'nin araştırmasında domateslere güneşte kurutma, sıcak havalı kabin tipi kurutucuda kurutma, vakumlu kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Kurutma uygulamaları, hem ön işlemsiz, hem de ön işlemlilerle gerçekleştirilmiştir. Sıcak havalı kurutmada sürenin uzaması ve kurutma sıcaklıklarının yükselmesi likopen miktarlarında azalmalara neden olmuştur. Yapılan likopen analizlerine göre taze domatesteki likopen miktarı 7.41 mg/100g olarak bulunmuştur. Dondurarak yapılan kurutmanın üstünlükleri likopen içeriklerinde de kendini göstermiş, dondurarak ön işlemsiz olarak kurutulmuş domateslerdeki likopen miktarı 59.84 mg/100g ile en iyi sonucu vermiştir. Yani, bu yöntemle kurutulan domatesin likopen oranı taze domatesinkine göre 8.08 kat yükselmiştir. Kurutma işlemleri sonucunda en düşük likopen miktarını içeren örneklerde dahi (75°C sıcaklık 1.5 m/s hava hızı-EPISA uygulaması) likopen oranını 2.74 kat oranında yükselmiştir. Çalışmada likopen değerleri dondurarak kurutmadan sonra en yüksek güneşte kurutulmuş örneklerde görülmektedir. 85°C 'de kurutulan örneklerdeki likopen değerlerinin 75°C 'de kurutulan örneklerdeki likopen değerlerinden daha yüksek olduğu dikkat çekici bir durumdur. 65°C 'de kurutulan domateslerin likopen değerleri ise bu iki grubun değerlerinden daha da yüksektir. Bu durum, sıcak havalı kurutucuda düşük sıcaklığın etkisinden dolayı likopen değerlerinin yüksek kalmış olması, 85°C 'de ise, kuruma süresinin 75°C 'ye göre kısalması likopen değerleri üzerinde daha olumlu etki yaratması ile açıklanabilir.

Ülger ve ark. (2008)'nin çalışmasında yapılan likopen analizlerine göre taze domatesteki likopen miktarı 7.41 mg/100g, dondurarak yapılan kurutmada önişlemsiz kurutulmuş domateslerde likopen miktarı 59.84 mg/100g ile en yüksek değer bulunmuştur. Dondurarak kurutma işlemi taze domatesteki likopen miktarını 8.08 kat yükseltmiştir.

4.5. Farklı Kurutma Ortamlarının Domates Örneklerinin Renk Değişimleri Üzerindeki Etkisi

Farklı kurutma metotları uygulanarak yapılan domates kurutma işleminin sonucunda renk değişimleri gözlenmiştir. Kurutma uygulamaları sonucunda L* değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.5'de, a* değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.6'da, b* değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.7'de görülmektedir.

Renk kriterlerini incelemek amacıyla yapılan istatistiksel analizler sonucunda, kurutma yöntemlerinin L*, a* ve b* değerleri üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Kerkhofs ve ark. (2005)'nin Yeni Zellanda'da üretimi yapılan üç farklı (Aranka, Encore ve Flavourine) domates çeşidinin kurutma işleminde sıcak hava ile kurutulmuş domateslerin renk analizleri sonucunda (L*,a*,b*) renk azalmalarının minimum düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Ülger ve ark. (2008)'nin yaptıkları çalışmada diğer kurutma uygulamaları ile karşılaştırıldığında, vakumlu kurutmada tüm renk (sıcak havalı kurutma, dondurarak kurutma ve güneşte kurutma) değerleri daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebini kurutmanın diğer uygulamalara göre daha uzun sürmesine bağlamaktadırlar. L* ve b* değerlerinin en yüksek olduğu yöntem dondurarak kurutma, a* değerinin en yüksek olduğu yöntem ise güneşte kurutma yöntemi olarak belirlenmiştir.

4.5.1. L* Değeri Değişimi

Farklı kurutma metotlarının uygulandığı domatesin L* değerindeki değişim çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Daha önce bahsedildiği üzere L* değeri; gıdanın renginin beyazlık parlaklık matlık indeksine göre ölçümü sonucu elde edilen bir değerdir. Bu değer 0 ile 100 arasında değişmektedir (L*=100'de beyaz, L*=0'da siyahtır). Gıdaların ilk renklerine olan yakınlığı, tazeliğin göstergesi olan parlaklıklarının ne kadar değişip değişmediği bu indekse göre belirlenir.

Çizelgedeki sonuçlara bakıldığında renk parlaklığı (L*) değerinin en yüksek olduğu yöntem gölgede kurutma yöntemidir. Taze ve kurutulmuş domates örneklerin L* değeri 23.89 ile 31.85 arasında değişim göstermektedir. En yüksek 31.85 ile gölgede kurutma yöntemi, en düşük değer ise 23.89 ile sıcak hava + mikrodalgada kurutulmuş domatesler olmuştur.

Çizelge 4.5. Domates örneklerinin L* değeri değişiminin istatistiksel sonuçları

Örnek	n	Min.	Max.	Ort.
Taze	3	30.50	30.60	30.55 ^b
Güneşte kurutma	3	30.56	30.67	30.61 ^b
Gölgede kurutma	3	31.80	31.90	31.85 ^a
Sıcak hava ile kurutma (60 ⁰ C)	3	28.28	28.38	28.33 ^c
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	3	23.84	23.94	23.89 ^d

Çizelgede p<0.01, ^{a,b,c,d,e} farklı harfleri taşıyan numuneler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Güneşte kurutulmuş domates örnekleri ile taze domates örneklerinin ortalama L* değerleri arasındaki bu fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Güneşte kurutulan örnekler ile taze örneklerin ortalamaları arasındaki fark ise tesadüften ileri gelmiştir. Ancak diğer kurutulmuş domates örneklerinin L* değeri değişimi bakımından yapılan istatistiksel analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.01).

Gıda maddelerinin yüksek sıcaklıklardaki ısıl işlem etkisine hassas olduğu, kalite kayıplarının sıcaklık artışına paralel olarak arttığı, gıdanın karakteristik rengini veren pigmentlerin ısıl işlemlerden fazlaca etkilenerek önemli seviyelerde kayba uğradığı birçok araştırmacı tarafından da ifade edilmiştir (Kerkhofs ve ark. 2005). Bu konuda yapılan bir çalışmada (Kerkhofs ve ark. 2005) Aranka, Encore ve Flavourine türü domatesleri 42°C’de kurutmuşlar ve L* değerlerinin kurutulmuş domateslerde başlangıç değerine göre önemli oranda azaldığını belirlemişlerdir.

Ayrıca, Toor ve Savage (2006)’in yaptığı çalışmada, 3 çeşit taze domates örneğinde ortalama L* değeri 46.0±0.81; 44.0±0.72; 48.0±1.34 arasında iken; yarı kurutulmuş domates örneklerinde 32.2±1.24; 29.6±1.18; 30.6±0.46 arasında değişmektedir.

Ayan (2010) çalışmasında fırında kurutulmuş domates örneklerinin L* değerlerinin taze domates örneklerinin L* değerlerine göre yüksek bulmuştur. Ancak SO₂ eklenerek güneşte kurutulmuş domates örneklerinin L* değeri ile taze domates örneğinin L* değeri arasında önemli bir fark bulmamıştır.

4.5.2. a* Değeri Değişimi

a* değerinde de L* değerinde olduğu gibi kurutma yöntemlerine göre farklılıklar göstermektedir. Taze ve kurutulmuş domateslerdeki a* değeri ortalaması, minimum ve maksimum değerleri çizelge 4.6'da verilmiştir.

Taze domates 28.07 ile en yüksek orana sahipken, 11.42 ile en düşük orana sıcak havayla kurutulmuş domates örnekleri olmuştur. Uygulanan işlemlere bağlı olarak a* değeri ortalamalarında belirgin bir azalma görülmektedir.

Çizelge 4.6. Domates örneklerinin a* değeri değişiminin istatistiksel sonuçları

Örnek	n	Min.	Max.	Ort.
Taze	3	28.02	28.12	28.07 ^a
Güneşte kurutma	3	16.53	16.63	16.58 ^b
Gölgede kurutma	3	15.44	15.54	15.49 ^c
Sıcak hava ile kurutma (60 ⁰ C)	3	11.37	11.47	11.42 ^e
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	3	14.59	14.69	14.64 ^d

Çizelgede p<0.01, ^{a,b,c,d,e} farklı harfleri taşıyan numuneler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

a* değeri bakımından yapılan istatistik analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.01). Çizelge 4.6 incelendiğinde; güneşte, gölgede, sıcak hava ile ve sıcak hava + mikrodalga kurutulmuş domatesler ile kurutmanın hiç yapılmadığı yani taze domates arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

a* değeri, gıdanın renginin kırmızı ile yeşil renk skalası içinde nerede bulunduğunu gösterir. Gıdalarda L* değerinden sonra gelen önemli bir parametredir. a* değerinin yüksek olması kırmızılığı, düşük olması ise yeşilliği ifade eder. Bu doğrultuda tezimiz sonuçlarına göre, kurutulmuş domatesler taze domateslere kıyasla daha kırmızı değildir, yeşildir.

Toor ve Savage (2006)'in yaptığı çalışmada, 3 çeşit taze domates örneğinde ortalama a* değeri 33.6±2.01; 39.4±0.35; 39.5±2.36 değerleri alırken; yarı kurutulmuş domates örneklerinde 24.7±1.55; 27.7±1.84; 26.5±1.06 arasında değişmektedir.

Demiray (2009) yaptığı çalışmada domatese uyguladığı farklı kurutma sıcaklıklarının (60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C) a* değeri üzerine etkisini gözlemlemiştir. 100°C'deki işlem 60°C'de kurutma işlemi göre daha düşük a* değeri tespit edilmiştir. Reaksiyon hız sabitleri de incelendiğinde 100°C'de a* değerindeki düşüşün 60°C'ye göre 4.45 kat daha hızlı gerçekleştiği görülmektedir. Bu azalmalar kurutma ortam sıcaklığındaki artışa bağlı olarak daha da artmıştır. Bu durum domateslerin kırmızı renginin kurutma süresince zamana bağlı

olarak giderek koyulaştığının, kahverengi bir renk aldığıının, yüksek sıcaklıklarda bu olayın daha da hızlı gerçekleştiğinin bir göstergesidir.

Ayan (2010) yaptığı çalışmada güneşte ve hava ile güçlendirilmiş fırınlarda uygulanan farklı sıcaklıklarda (40°C, 50°C, 60°C) yapay yolla kurutulan ve gıda olarak birçok faydaya sahip olan kurutulmuş domateslerin özelliklerini karakterize etmiştir. CIE-L* a* b* a/b* renk parametrelerinin kurutma ile değişimi de incelemiştir. En düşük a* değeri değişimi 12.733 ile 60°C'lik fırında kurtulmuş domates örneği, en yüksek a* değeri değişimi ise, 29.460 ile SO₂ eklenerek güneşte kurutulmuş domates örneğine aittir. Fırında kurutmada sıcaklık düştükçe a* değeri de artmıştır. Yine fırında kurutulmuş domates örneklerinin a* değerleri hem güneşte kurutulmuş domates örneklerinden hem de taze domates örneklerinden daha düşük a* değerine sahiptir. 40°C Fırın ile 50°C Fırın ortalamaları arasındaki farklılıklar ise tesadüften ileri geldiğini tespit etmiştir.

4.5.3. b* Değeri Değişimi

Ortalama b* değeri değişimleri ile örneklerin minimum ve maksimum değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.7'de gösterilmektedir.

L* ve a* değerlerinde olduğu gibi kurutma işlemlerine bağlı olarak b* değerinde de belirgin bir azalma söz konusudur. En düşük b* değeri değişimi 7.62 ile sıcak hava + mikrodalgada kurtulmuş domates örneği, en yüksek b* değeri değişimi ise, 11.45 ile taze domates örneğine aittir.

Çizelge 4.7. Domates örneklerinin b* değeri değişimlerinin istatistiksel sonuçları

Örnek	n	Min.	Max.	Ort.
Taze	3	11.40	11.50	11.45 ^a
Güneşte kurutma	3	9.88	9.98	9.93 ^c
Gölgede kurutma	3	10.01	10.11	10.06 ^b
Sıcak hava ile kurutma (60 ⁰ C)	3	9.54	9.64	9.59 ^d
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	3	7.57	7.67	7.62 ^e

Çizelgede p<0.01, ^{a,b,c,d,e} farklı harfleri taşıyan numuneler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

b* değeri bakımından yapılan istatistik analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.01). Yani taze domates ile kurutulmuş domatesler arasındaki ortalama değerler istatistiksel olarak önemlidir.

b* değeri, gıdanın renginin mavi ile sarı renk skalası içinde nerede olduğunu belirtir. b* değerinin pozitif olması sarılığı, negatif olması ise maviliği ifade eder. Bu doğrultuda, taze

domatesler kurutulmuş domateslere kıyasla daha sarıdır. Domates ve domates ürünleri için b* değeri tek başına önemli bir renk kriteri değildir.

Toor ve Savage (2006)'in yaptığı çalışmada, 3 çeşit taze domates örneğinde ortalama b* değeri 31.9±1.27; 29.5±0.98; 31.4±1.32 arasında iken; yarı kurutulmuş domates örneklerinde 18.9±1.99; 15.0±0.91; 14.8±0.70 arasında değişmektedir. Bu çalışmadan da anlaşılacağı üzere, b* değeri yarı kurutulmuş örneklerde tazesine göre daha düşük çıkmaktadır.

Muratore ve ark. (2008)'nin yaptığı çalışmada; ortalama b* değeri taze domates örneklerinde 20,53±0,51, yarı kurutulmuş domates örneklerinde ise 20.04±0.70 (40°C), 22.89±0.69 (60°C) ve 22.12±0.55 (80°C) arasındadır. Sodyum klorid, sitrik asit ve kalsiyum klorid ile muamele görmüş yarı kurutulmuş domates örneklerinde ise ortalama b* değeri 17.84±0.50 (40°C), 22.37±0.94 (60°C) ve 25.48±1.07 (80°C) değerleri arasındadır.

Demiray (2009) çalışmasında b* değeri için; sıcaklık dereceleri arttıkça b* değerinde daha hızlı bir düşüş tespit etmiştir. 60°C'de yapılan kurutma işleminde kurutma sonunda b* değeri 12.28, 100°C'de ise 11.48 ölçülmüştür. Sıcaklık dereceleri incelendiğinde 100°C'de b* değerindeki düşüşün 60°C'ye göre 3.40 kat daha hızlı gerçekleşmiştir.

Ayan (2010) kurutulmuş domateslerle yaptığı çalışmasında fırında kurutulmuş domates örneklerinin b* değerleri taze domates örnekleri ile SO₂ eklenerek güneşte kurutulmuş domates örneklerinin b* değerinden düşük çıkmıştır.

4.6. Duyusal Değerlendirme

Duyusal analiz, tüketici beğenisini karşılayabilme düzeyidir. Tüketicinin beğenisi ürün performansını belirleyen en önemli etkidir. İnsan duyuları ile çok küçük değişimler bile fark edilmektedir. Duyusal analiz, kalite kontrolünde erken uyarı fonksiyonunu yerine getirmektedir. Bu analizde ölçüm aleti insanlardır (Ekşi 1993).

Gıda maddesinin kimyasal bileşimi istenilen özelliklerde olsa bile görünüşü ve tadı hoş değil ise, yani albenisi yok ise tüketici tarafından tercih edilmemektedir. Bu yüzden domatesler ve domates ürünlerinde de (domates suyu ve domates konservesi) duyusal değerlendirme çok önemli bir kalite kriteridir.

Kurutulmuş domateslerin duyusal analiz sonuçlarına ait değerlerin (görünüm, renk, tat, tekstür, yapı, koku) ortalamaları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kurutulmuş domateslerin duyuşal değerlendirilmesi

Örnek	Görünüm	Renk	Tat	Tekstür	Yapı	Koku	Toplam puan
Güneşte kurutma	4.1	4.8	2.8	3.7	4.1	3.6	23.1
Gölgede kurutma	4.5	4.4	2.7	3.4	3.5	3.8	22.3
Sıcak hava ile (60⁰C)	2.7	2.2	3.6	3.2	3.3	3.3	18.3
Sıcak hava + Mikrodalgada kurutma	2.5	2.2	3.1	2.7	2.7	3.2	16.4

Güneşte kurutulmuş domates görünüm, renk, tekstür ve yapı değerlendirmelerinde en yüksek puana sahip örnektir. Sıcak hava ile kurutma tatta en yüksek puana, gölgede kurutma ise kokuda en yüksek puana sahiptir. Panelistlerin beğenisini toplayan en yüksek puanla güneşte kurutulmuş domates örnekleri olmuştur. Duyusal değerlendirme sonucu en az puanı alan sıcak hava + mikrodalgada kurutulmuş domateslerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Domatese uygulanan farklı kurutma yöntemlerinin ürün kalitesi üzerine ve özellikle likopen miktarına etkisini araştırma amacıyla yapılan çalışmamızda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtilen şekilde özetlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada, kuruma süreleri sıcak hava ile (60°C) kurutmada 480 dakika, sıcak hava + mikrodalgada (60°C'de 420 dakika + mikrodalga 3 dakika) kurutmada 423 dakika, güneşte kurutmada 3 gün ve gölgede kurutmada ise 5 günde olmuştur.

Nem miktarları güneşte %16.14, gölgede %18.1, sıcak hava + mikrodalgada %13.2 ve sıcak hava ile kurutmada %15.2 bulunmuştur.

Raf ömrü uzunluğu açısından da önemli olan pH değerlerine bakıldığında en düşük pH değerleri sıcak hava ile kurutulmuş domateslerde tespit edilmiştir ve bu durum daha uzun raf ömrü için avantaj sağlamaktadır. En düşük pH değeri açısından sıcak hava ile kurutulmuş örneklerle en yakın olanlar güneşte kurutulmuş örneklerdir. En yüksek pH değeri ise sıcak hava + mikrodalgada kurutulmuş domateslerde bulunmuş ve taze domatesle hemen hemen aynı grupta yer almıştır.

Yapılan analizler sonucu taze ve kurutulmuş domateslerde toplam asitlik %0.028–0.058 arasında sitrik asit cinsinden bulunmuştur. En düşük toplam asitlik değeri %0.0042 ile taze domates, en yüksek %0.058 değeri ile sıcak havayla kurutulmuş domateslerde tespit edilmiştir.

Güneşte, sıcak hava + mikrodalgada ve sıcak hava ile yapılan kurutma işlemi sonucunda domates örneklerindeki likopen içerikleri taze domates örneğine göre daha yüksektir. Ancak gölgede yapılan kurutma sonucu ise likopen miktarı düşmüştür. Yapılan likopen analizlerine göre taze domatesteki likopen miktarı 57.31 mg/g olarak bulunmuştur. Sıcak hava + mikrodalgada kurutma yöntemi nem miktarında göstermiş olduğu üstünlüğü likopen miktarında da göstermiş olup 161.65 mg/g ile en iyi sonucu vermiştir. Yani, bu yöntemle kurutulan domatesin likopen oranı taze domatesinkine göre 3 kat yükselmiştir. Bu çalışmada likopen değerleri sıcak hava + mikrodalgada kurutmadan sonra en yüksek 68.05 mg/g likopen miktarı ile güneşte kurutulmuş örneklerde görülmektedir.

Taze ya da kurutulmuş ürünlerde tüketici için en önemli kalite kriteri ilk etapta ürünlerin dış görüntüsüdür. Bu yüzden çalışmamızda kurutulmuş domateslerin renk değişimleri Hunter Lab cihazı yardımıyla sayısal olarak da hesaplanmıştır.

Gölgede kurutulmuş domates örneklerinin L* değeri taze domates örneklerinden yüksek bulunmuştur. Ancak güneşte kurutulmuş domateslerin L* değeri ile taze domates örneğinin L* değeri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Kurutma sonucunda L*

değerinin tazesine göre yüksek çıkması gölgede kurutmanın doğala çok yakın bir şekilde renge zarar vermeden gerçekleştirildiğinin bir göstergesidir.

Kurutulmuş domates örneklerinin a^* değerleri taze domates örneklerinin a^* değerinden düşük çıkmaktadır. Taze domateste a^* değeri 28.07, taze domatese en yakın değer ise 16.58 ile güneşte kurutulmuş domates örnekleri olmuştur. Yani, kurutma işlemi ile domateslerin kırmızılığı azalmakta ve tazesine olan uzaklığı artmaktadır. Bu çalışmada kurutulmuş domates örneklerinde taze domatese göre a^* değeri düşmüştür. Sonuçlarımız literatürle uyum göstermiştir. Bu, kurutulan domateslerin kırmızılıklarının azaldığının bir göstergesidir.

Kurutma işlemleri sırasında L^* ve a^* değerlerinde olduğu gibi b^* değerinde de belirgin bir azalma söz konusudur. Taze domates 11.45 ile en yüksek b^* değerine sahiptir. En düşük b^* değeri değişimi 7.62 ile sıcak hava + mikrodalgada kurutulmuş domates örneğine aittir.

Duyusal değerlendirme sonucu panelistlerin beğenileri doğrultusunda en yüksek puan güneşte kurutulmuş domatese aittir. Ancak özellikler tek tek incelendiğinde görünüm ve kokuda gölgede kurutma, renkte, yapı ve tekstürde güneşte kurutma, tatta sıcak hava ile kurutma en yüksek puanlara sahiptir.

Kurutulmuş domates örneklerinin genel olarak kurutma karakteristiklerine dair elde edilen verileri incelendiğinde kurutma yöntemlerinin likopen içeriği üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Abdollahi F (2008).Organik ve Konvansiyonel Domates ve Ürünlerinin Ayırt Edilebilme Yöntemleri ve Kalite Farklarının İncelenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Abushita AA, Daood HG and Biacs PA (2000). Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:2075-2081.
- Abuşka M (2002). Jeotermal Enerji Üzüm Kurutma Sistemi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Akdeniz BD ve Bağdatlıoğlu N (2007). Değişik Depolama Koşullarının Güneş Kurusu Domateslerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 1-6.
- Anguelova T and Warthesen J (2000). Lycopene stability in tomato powders. *Journal of Food Science*, 65(1), 67-70.
- Anonim (2000). Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Yayını, Sim Matbaası, Genişletilmiş 2. Baskı, 522s, Ankara.
- Anonim (2003). Türkiye Kurutulmuş Meyve ve Sebze İhracatı Verileri. Devlet İstatistik Enstitüsü Bilgi İşlem Merkezi (DİE BİM) Kayıtları.
- Anonim (2008a). Web sitesi.<http://www.bahce.biz>
- Anonim (2008b). http://gidacidede.blogspot.com/2007_10_01_archive.html
- Anonim (2011). <http://forum.gidagundemi.com/mikrodalga-teknigi-mikrodalga-kurutma-t23817.html>
- Athanasia MG, Konstantinos GA, Paris CC and Vasilios AN (2006). Prediction of lycopene degradation during drying process of tomato pulp, *Journal of Food Engineering*, 74, 37-46.
- Ayan H (2010). Güneşte ve Yapay Kurutucuda Kurutulmuş Domates (*Lycopersitcum esculentum*) Üretimi ve Proses Sırasındaki Değişimlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Aybak K ve Kaygısız H (2004). Domates Yetiştiriciliği. Hasad Yayınları, pp 3-8.
- Baloch WA, Khan S, Baloch A (1997). Influence of chemical additives on the stability of dried tomato powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 32: 117-120.
- Başoğlu F ve Uylaşer V (2000). Gıda Analizleri 1-2 Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 117 s, Bursa.

- Bassuoni AMA and Tayeb M (1982). Solar drying of tomatoes in the form of sheets. In Proceedings of Third International Drying Symposium. Vol. 1, ed. J.C. Ashvorth, Birmingham. pp.385-9.
- Bhuvaneswari V and Nagini S (2005). Lycopene: a review of its potential as an anticancer agent. *Curr Med Chem Anticancer Agents*. 5: 627-635.
- Brady WE, Mares-Perlman JA, Bowen P, Stacewicz-Sapuntzakis M (1997). Human serum carotenoid concentrations are related to physiologic and lifestyle factors. *J Nutr* ;126:129–137.
- Bramley PM (2000). Is lycopene beneficial to human health, *Phytochemistry* , 54:223- 236.
- Bruckdorfer KR (1990). Free radical lipid peroxidation and atherosclerosis *Curr. Opin. Lipidol*, 1, 529-535.
- Bulduk S (2004). Gıda Teknolojisi. İkinci Baskı, Detay Yayıncılık, s. 35-38, Ankara.
- Bulduk S (2006). Gıda Teknolojisi. Üçüncü Baskı, Detay Yayıncılık, s. 35-38, Ankara.
- Cemeroğlu B, Yemenicioğlu A ve Özkan M (2004). Meyve ve sebzelerin bileşimi, *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt I, s. 1-188, Ankara.
- Cemeroğlu B (2007). Gıda Analizleri, Gıda Teknoloji Derneği Yayınları No:34, Ankara.
- Chang CH, Lin HY, Chang CY and Liu YC (2006). Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering* 77: 478- 485.
- Davoodi MG, Vijayanand P, Kulkarni SG, Ramana KVR (2007). Effect of Different Pre-treatments and Dehydration Methods on Quality Characteristics and Storage Stability of Tomato Powder, *LWT*, 40, 1832-1840.
- Demiray E (2009). Kurutma İşleminde Domatesin Likopen, β -Karoten, Askorbik Asit ve Renk Değişim Kinetiğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food. Chem.*, 50: 3010-3014.
- Doymaz İ (2007). Air Drying Characteristics of Tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 78: 1291-1297.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O ve Gürbüz F (1987). Transformasyonlar, Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları: 1021 Ders Kitabı: 295, Ankara.
- Düzyaman E ve Duman İ (2003) Dried Tomato as a New Potential in Export and Domestic Market Diversification in Turkey. Proceedings of the Eighth International ISHS Symposium on the Processing Tomato, s 433-436, İstanbul.

- Elgün A, Certel M, Ertugay Z ve Kotancılar GH (1998). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi, Yayın No: 867, Erzurum.
- Ekşi A (1993). Gıdalarda Kimyasal Bileşim Değişimleri ve Kontrolü. I. Uluslararası Gıda Sempozyumu, 89-96 s, Bursa.
- Ertugay Z, Elgün A, Kurt A ve Gökalp HY (1990). Gıda Bilimi ve Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 229s. Erzurum.
- Gienette LF, Graham RP, Meirs JC and Morgon AIJR (1963). Tomatoe powder by foam-mat drying. *Fd. Tech.* 17. 815.
- Giovanucci E (2002). A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene, and prostate cancer. *Experimental Biology and Medicine*; 227:852-859.
- Giovanelli G, Lavelli V, Peri C, Pagliarini B, Zanoni B and Spigno P (2001). The antioxidant activity of tomato. III. effects of processing technologies on Oxidative heat damage. *Proceedings of 7th International Symposium on The Processing Tomato*, s 217-220, İstanbul.
- Grupta RG and Naft N (1984). Drying of tomatoes. *J. Fd. Sci. Technol.* 21. 372.
- Handelman GJ, Packer L, Cross CE (1996). Destruction of tocopherols, carotenoids and retinol in human plasma by cigarette smoke. *Am J Clin Nutr* ;63:559–565.
- Hawlder MNA, Udin MS, Ho JC, Teng ABW (1991). Drying characteristics of tomatoes. *J. of Food. Eng.* 14, 259-268.
- Kahyaoğlu-Aytaç G (2009). Kurutulmuş Sebzeler. T.C Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
- Karakaya S and Yılmaz N (2007). Lycopene content and antioxidant activity of fresh and processed tomatoes and in vitro bioavailability of lycopene, *J Sci. Food Agr.*, 87 (12): 2342-2347
- Kerkhofs NS, Lister CE and Savage GP (2005). Change in Colour and Antioxidant Content of Tomato Cultivars Following Forced-air Drying. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60:117-121.
- Klauri H and Bauernfeind JC (1981). Carotenoids as Food Colors, In *Carotenoids as Colorants and Vitamin A Precursors*, J. C. Bauernfeind (Ed.), p 47, Academic pres, New York.
- Kocabıyık H, Sümer SK, Tuncel NB, Büyükcan B, Yılmaz N (2012). İnfrared Kurutma Yönteminin Domates Kurutmada Kullanılması ve Kurutulmuş Domatesin Bazı Kalite Özellikleri ve Özgül Enerji Tüketimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Tübitak Projesi*, No:109 O 578.
- Lavelli V, Hippeli S, Dornisch K, Peri C and Elstner EF (2001). Properties of tomato powders as additives for food fortification and stabilization, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (4): 20037-2042.

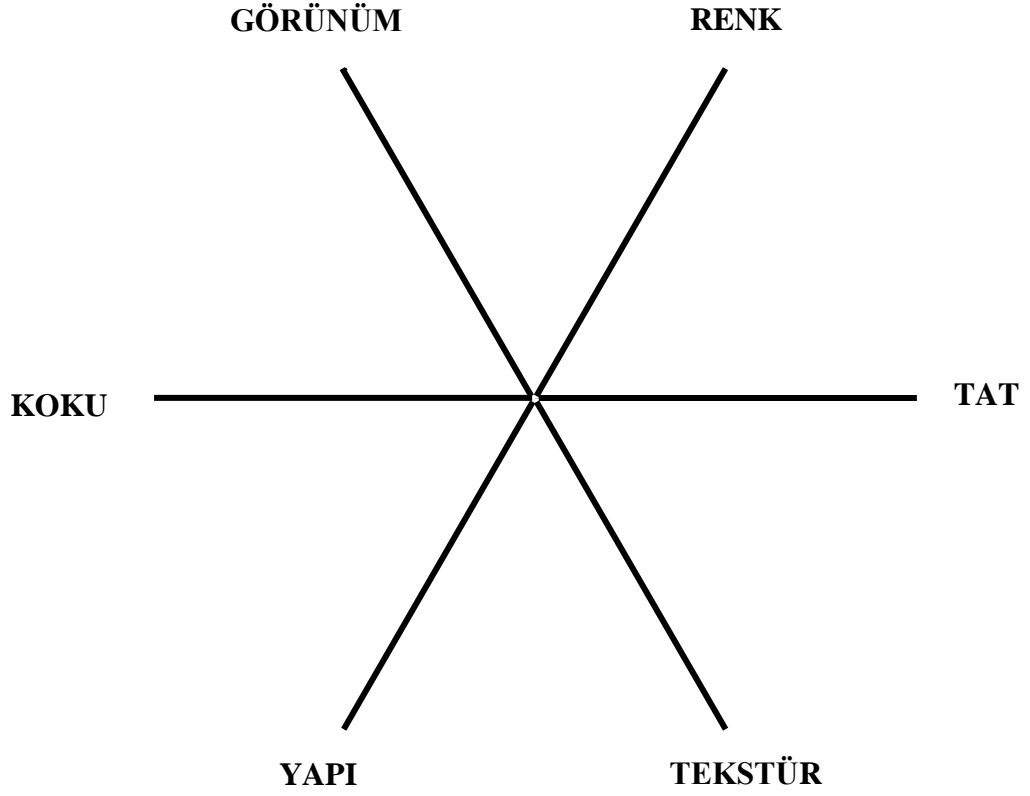
- Lee MT and Chen BH (2002). Stability of lycopene during heating and illumination in a model system. *Food Chemistry*, 78(4), 425-432.
- Leoni C (2003). Focus on lycopene, *Proceedings of The Eighth International Symposium on The Processing Tomato*, 357-363, İstanbul.
- Lewicki PP, Hoa VL, Lazuka WP (2002). Effect of pre-treatment on convective drying of tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 54. 141-146.
- Meier RW (1985). Fruit and vegetable processing, *Vegetable Dehydration*. Food. 23- 25.62
- Miki N and Akatsu K (1970). Effect of Heat Sterilization on the color of tomato juice, *Nihon Shokuhin Kogyo Gakkai*, 17, 175-181.
- Muratore G, Rizzo V, Licciardello F, Maccarone E (2008). Partial dehydration of cherry tomato at different temperature, and nutritional quality of the products. *Food Chemistry*, 111: 887-891.
- Müftügil N (1984). Havuç ve Karnabaharın Birer Çeşitlerinin Derin Dondurulması Üzerinde Çalışmalar. *Tübitak, Yayın No. 83*, 155 s, Gebze.
- Olmedilla B, Granada F, Blanco I, Rojas-Hidalgo E (1994). Seasonal and sex related variations in six serum carotenoids, retinol and a-tocopherol. *Am J Clin Nutr*;60:106-110.
- Özkaya H (1995). *Gıda Ambalajlama ve Depolama*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, s 50-52, Ankara.
- Perkins-Veazie P and Collins KJ (2004). Flesh quality and lycopene stability of freshcut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, 31(2), 159-166.
- Rao AV and Agarwal S (1999). Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: A review. *Nutr Res*; 19:305–323.
- Rajkumar P, Kulanthaisami S, Raghavan GSV, Garipey Y, Orsat V (2007). Drying kinetics of tomato slices in vacuum assisted solar and open sun drying methods. *Drying Technology*, 25: 1349-1357.
- Saçılık K, Keskin R and Eliçin AK (2006) Mathematical Modelling of Solar Tunnel Drying of Thin Layer Organic Tomato. *Journal of Food Engineering*, 73: 231-238.
- Sahlin E, Savage PG and Lister EC (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(5), 635-647.
- Sekin Y, Bağdatlıoğlu N, Kırdinli Ö (2005). Domates Konservesi Üretiminde Çeşitli Faktörlerin Likopen Niceliğine Etkisi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1.1.(2005) 7-13, Manisa.
- Shi J, Maguer LM, Kakuda Y, Liptay A and Niekamp F (1999). Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Research International*, 32(1), 15-21.

- Shi J and Maguer LM (2000). Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 1-42.
- Sies H (1991). *Oxidative Stres: Oxidant and Antioxidant*, Academic Pres, London.
- Stahl W and Sies H (1992). Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans. *J Nutr*; 122:2161-2166.
- Soysal Y (2004). Microwave Drying Characteristic of Parsley. *Biosystems Engineering*, 89:(2)167-173.
- Şahin FH (2010). Domates Kurutmada Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Şahin FH, Ülger P, Aktaş T, Orak H, (2012). Farklı Önışlemlerin ve Vakum Kurutma Yönteminin Domatesin Kuruma Karakteristikleri ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), Tekirdağ.
- Thompson KA, Marshall MR, Sims CA, Wei CI, Sargent SA and Scott JW (2000). Cultivar, maturity and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *J. Food Sci*, 65;791-795.
- Toor RK and Savage GP (2006). Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry* 94: 90-97.
- Uylaşer V (1996) Salça üretim aşamalarına göre bakteri ve maya florasındaki değişim ve bozulmadaki etkileri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Uytun A, Doğan AK (2008). Islaklık ölçümleri. VII. Ulusal Ölçüm Bilim Kongresi, İzmir.
- Uzun N, Şen F, Karaçalı İ (2005). Güneşte Kurutulmuş Domateslerin Kalitesi Üzerine Farklı Depolama Koşulları ve Oksijen Absorbantının Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1):1-12, İzmir.
- Ülger P, Aktaş T, Orak H, Şahin FH (2008). Domates Kurutmada Farklı Kurutma Yöntemlerinin ve Önışlemlerin Ürün Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi, Tübitak Projesi No:107-0-317*, Tekirdağ.
- Vural H ve Duman İ (2001). Güneşte Kurutulmuş Domates Üretimi ve Bu Üretimin Sanayi Domatesi Üretimi İçindeki Yeri, Tigem.
- Yıldız H (2004). Domates Salçası Üretiminde Elektroliz Uygulamasının Salça Kalitesi ve Verimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği, İzmir.
- Zanoni B, Peri, C, Giovanelli G, Nani R (1999a). Study of Oxidative Heat Damage During Tomato Drying, *Acta-Horticulturae*, 487:395-399.

Zanoni B, Peri C, Nani R and Lavelli V (1999b). Oxidative Heat Damage of Tomato Halves as Affected by Drying, *Food Research International*, 31(5):395-401.

EK1

Panelist Adı :



0	KÖTÜ
1	KABUL EDİLEBİLİR
2	ORTA
3	YETERLİ
4	İYİ
5	ÇOK İYİ

Değerlendirme:

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Van'da doğan Cansu İZGİ ilköğretim eğitimini Ezcacıbaşı İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Kartal Lisesi'nde tamamlamıştır. 2005 yılında girdiği, Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2009 yılında mezun olmuştur. 2010 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.