

LİKOPEN VE LİKOPENİN İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

Fatma ZENGİN, Şükrü KURT*

Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Adıyaman

* skurt@adiyaman.edu.tr

Geliş (Received): 02.11.2018

Kabul (Accepted): 08.11.2018

ÖZET

Teknolojik ilerlemeler, gıda ürünlerinin besin değerini artırmak ve tüketiciler için sağlıklı ürünler üretmek amacıyla gıda işleme sürecinde yeni gıda bileşenleri kullanımını desteklemektedir. Sağlıklı gıdalara artan talep, karotenoidlerle zenginleştirilmiş gıdalara olan ilgiyi arttırmaktadır. Likopende bunlardan birisi olup, fonksiyonel bir etken içeren doğal bir gıda maddesidir. Likopen, olgun domates ve domates ürünlerinin karakteristik koyu-kırmızı renginden sorumlu olan doğal bir pigmenttir. Doğal veya kimyasal sentez yoluyla elde edilen likopen, gıda ürünleri, içecek ve yem formülasyonlarına eklenmektedir. Doğal bir antioksidan olan likopen, oksidatif strese bağlı olarak gelişen serbest radikallerin yok edilmesinde etkili rol oynar. Antioksidan özelliği sayesinde bazı kalp ve kanser hastalıklarının önlenmesinde koruyucu etkisi bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Likopen, Antioksidan, Karotenoid, Sağlık, Kanser

LYCOPENE AND THE IMPORTANCE OF LYCOPENE FOR HUMAN HEALTH

ABSTRACT

Technological advances support the use of new food components in the duration of food processing for the purpose of increasing the nutritional value of food products and produce healthy products for consumers. Increasing demand for healthy foods increases the interest in foods enriched with carotenoids. Lycopene is one of them, it is a natural foodstuff that contains a functional factor. Lycopene is a natural pigment that is responsible for the characteristic dark-red color of ripe tomatoes and tomato products. Lycopene, obtained by natural or chemical synthesis, is added to food products, beverage and feed formulations. Lycopene, a natural antioxidant, plays an effective role in the destroying of free radicals depending on oxidative stress. Thanks to its antioxidant properties, it has protective effect in the prevention of some heart and cancer diseases.

Keywords: Lycopene, Antioxidant, Carotenoid, Health, Cancer

GİRİŞ

Karotenoidler çoğu meyve, sebze, bitki ve bazı hayvanlarda doğal olarak bulunan ve kırmızı, sarı, turuncu renklerden sorumlu olan bir pigmenttir. Doğada 700'ün üzerinde karotenoid çeşidi tanımlanmıştır. Karotenoid grubunun önemli bileşenlerinden birisi likopendir (Türkoğlu, 2008; Sakin, 2008; Türkmen, 2013; Kaya, 2016).

Likopen, meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan ve kırmızı renk veren bir pigmenttir. En fazla domates ve domates ürünlerinde bulunmaktadır (Hopancı Bıçaklı ve Uslu, 2012; Şentürk, 2008).

Karotenoidler, ilk olarak 1831 yılında Weckencoder tarafından havuçlardan izole edilmiştir. 1837'de Berzelius'un sonbahar yapraklarındaki sarı renkli bileşikler ksantofiller olarak isimlendirmesi, karotenoidler ile ilgili araştırmaların başlangıcını oluşturmuştur (Baynal, 2012). Likopen ise ilk olarak 1910 yılında izole edilmiş ve 1931'de molekül yapısı belirlenmiştir (Hekimoğlu, 2010; Coşkun, 2013). Bitkilerdeki karotenoid içeriği türe, olgunluğa ve yetiştirildiği çevrenin koşullarına göre farklılık göstermektedir (Türkoğlu, 2008; Akdemir, 2012). Bazı meyvelerde olgunlaşma sonucunda klorofil değerleri azalırken karotenoid miktarında artış gözlemlenmiştir. Klorofilin kaybolmasıyla karotenoidlerin rengi ortaya çıkmaktadır. Örneğin, domatesin olgunlaşması ile birlikte likopen miktarında artış ve buna bağlı olarak renkte de değişim meydana gelmektedir (Özgen, 2014).

Likopeni biyokimyasal olarak α -karoten, β -karoten ve kriptoksantin gibi diğer karotenoidlerden ayıran en temel özellik, sonuçta β -iyonik halkası olmadığından provitamin A aktivitesi gösterememesidir (Hekimoğlu, 2010; Türkmen, 2013). Likopenin güçlü bir antioksidan olmanın yanında antikarsinojenik, antiteratojenik ve kolesterol düşürücü etkilerinden dolayı bazı kanser türlerini ve kronik hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda yüksek likopen içeriğine sahip besinlerin göğüs, rahim, karaciğer, prostat kanserleri, kalp damar hastalıkları, Alzheimer hastalığı, kemik ve cilt sağlığı açısından koruyucu etkisi olduğu saptanmıştır (Öztürk 2009, Sabbağ ve Sürücüoğlu 2011; Agarwal ve Rao, 2000).

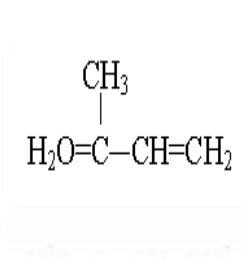
Likopen hem sağlık açısından önemli bir bileşendir, hem de gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan bir renk maddesidir. Bu sebeple, saflık derecesi yüksek, standart ve ekonomik likopen üretim ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Ancak sentetik olarak üretilen likopen bu ihtiyacı karşılayamamaktadır (Yılmaz, 2011).

LİKOPENİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

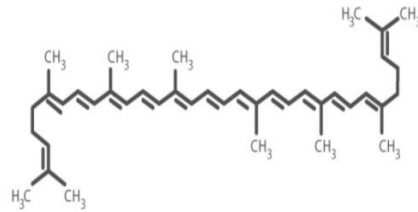
Likopenin molekül ağırlığı 536,85 daltondur. Kristal formu uzun, kırmızı, iğne yapılı iken toz formu koyu kırmızı-kahverengidir. Likopenin erime noktası 172-175 °C arasındadır (Konar, 2008; Şahin, 2009).

Likopen lipofilik bir hidrokarbon olduğundan kloroform, benzen, karbon disülfid, aseton ve petrol eteri içinde serbestçe çözünür (Yılmaz, 2011). Metanol, etanol ve suda hemen hemen hiç çözünmezken; eter, hekzan ve bitkisel yağlarda az çözünür (Olempska-Beer, 2006; Coşkun, 2013). Likopen ışık, oksijen, yüksek sıcaklık ve asit gibi fiziksel etkilere karşı hassastır (Yılmaz,2011; Kong vd., 2010).

Likopen diğer tüm karotenoidler gibi $C_{40}H_{56}$ yapısından türemiş olup tetraterpen ($C_{40}H_{64}$) yapıdadır ve 8 tane izopren (C_5H_8) ünitesinin birleşmesinden meydana gelmiştir. Şekil 1’de izopren ünitesinin yapısı gösterilmiştir. Simetrik bir düzleme sahip olan likopen alifatik yani düz zincirli bir hidrokarbondur (Yüztaş, 2011; Sevindik, 2007; Kaya, 2016; Karaca, 2015; Aydın, 2008). Likopen yapısında 11 tane konjuge ve 2 tane non-konjuge olmak üzere toplam 13 tane çift bağ içeren, asiklik, açık zincir yapıda doğrusal doymamış ve β -iyonon halkası içermeyen bir karotenoiddir (Şekil 2, Baynal, 2012; Özgen, 2014; Cemeroğlu vd., 2004; Akdemir, 2012; Kurt, 2003; Aydın, 2008; Türkoğlu, 2008).



Şekil 1. İzopren ünitesi (Sevindik, 2007)



Şekil 2. Likopenin Kimyasal Yapısı (Özgen, 2014)

Karotenoidlerin renkleri konjuge çift bağlarından kaynaklanmaktadır. 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 (İzgi, 2012; Türkoğlu, 2008).

Likopen, aşırı hidrofobik yapısı ve yapısında bulundurduğu çift bağlar nedeniyle antioksidant aktivite göstermektedir. Likopenin antioksidan etkisi serbest radikalleri (R- ve ROO-) bağlama ve singlet oksijen gruplarını (O_2^-) yok etme özelliği ile açıklanmaktadır (Demiray, 2009; Şentürk, 2008; Kömüroğlu, 2013). Likopenin antioksidan kapasitesi α -karoten, β -karoten ve luteinden çok daha güçlüdür. Likopenin bu kabiliyetinin, yapısında fazla miktarda bulunan çift bağlardan kaynaklı olduğuna inanılmaktadır (Ağca, 2009; Kaya, 2016; Köksoy, 2008).

Likopen doğada termodinamik yönden en stabil form olarak kabul edilen all-trans izomerik formda bulunur (Kurzeja vd., 2009). Bu trans form ısı, ışık gibi çeşitli faktörlerin ve bazı kimyasal reaksiyonların etkisiyle likopenin çeşitli mono ve poli cis formuna izomerize olur (Konar, 2008; Baynal, 2012; Türkmen, 2013; Cihangiroğlu, 2008). Son derece stabil bir molekül olmasına karşın oksidatif, termal ve fotodegradasyona uğrayabilir. Araştırmalar likopenin termal işlem ve depo şartları altında stabil olabileceğini göstermiştir (Sakin, 2008; Nasir vd., 2015).

LİKOPEN KAYNAKLARI

Likopen, yalnızca bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen organik bir pigmenttir. İnsan vücudu tarafından sentezi mümkün olmadığından likopeni gıdalarla almak gerekmektedir (Özgen, 2014). Meyve ve sebzelerdeki likopen miktarları Çizelge 1' de, domates ve domates ürünlerinin likopen içerikleri ise Çizelge 2' de verilmiştir. Meyve ve sebze çeşidine bağlı olarak likopen miktarında önemli değişiklikler görülmektedir.

Diyetle alınan likopenin en az % 85'i domates ve domates ürünü kaynaklıdır (Sabbağ ve Sürücüoğlu, 2011; Kurt, 2003). Taze yeşil domateste pigmentler ağırlıklı olarak klorofilden oluşmaktadır. Ancak olgunlaşma sırasında likopen biyosentezi kloroplastların kromoplastlara dönüşümü sonucunda hızla artmaktadır (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2010). Olgunlaşmış domateste en yoğunlukta bulunan karotenoid likopen olup içerisinde bulunan pigmentlerin yaklaşık olarak % 80-90'ını oluşturmaktadır. Diğer likopen kaynakları karpuz, kayısı, kuşburnu, papaya, guava ve pembe greyfurtur (İzgi, 2012; Yılmaz; 2010).

Çizelge 1. Meyve ve sebzelerdeki likopen miktarları (Yılmaz, 2011; İzgi, 2012; Kurzeja vd., 2009).

Likopeni Taşıyan Besinler	Taşıdığı Likopen Miktarı (ppm)
---------------------------	--------------------------------

Karpuz	23.0-42.0
Guava	52.3-55.0
Greyfurt	3.5-33.6
Papaya	1.1-53.0
Kuşburnu	6.8-7.1
Kabak	3.8-4.6
Tatlı Patates	0.2-1.1
Elma Pulpu	1.1-1.8
Taze Kayısı	0.05
Konserve Kayısı	0.65
Kurutulmuş Kayısı	8.6
İşlenmiş Kırmızı Biber	10.8-26.2

Çizelge 2.Domates ve domates ürünlerinin likopen içerikleri (Sekin ve ark., 2005).

Domates ve Domates Ürünleri	Likopen İçeriği (µg/g yaş ağırlık)
Taze Domates	8.8-42.0
Pişmiş Domates	37.0
Domates Sosu	62.0
Salça	54.0-1500.0
Domates Çorbası	79.9
Domates Tozu	1126.3-1264.9
Domates Suyu	50.0-116.0
Pizza Sosu	127.1
Ketçap	99.0-13.4

LİKOPENİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Likopenin sağlık üzerine birçok olumlu etkisi vardır. Likopenin sağlık üzerine etkileri genel olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır (Özkal, 2011; Cengiz, 2011). Bunlar:

- Antioksidatif Etki
- Antikarsinojenik Etki
- Antiinflamatuvar Etki

LİKOPENİN ANTIOKSİDATİF ETKİSİ

Reaktif oksijen ve nitrojen türleri çeşitli stres faktörleri etkisi ile açığa çıkararak; lipitler, proteinler ve DNA gibi kritik hücrel biyomolekülleri etkileyerek osteoporoz, kanser ve kalp damar hastalıkları gibi oksidatif stresle ilişkili kronik hastalıklara olan yatkınlığı artırmaktadır. Bu sebeple stratejik moleküllerin oksidatif zarardan korunmasında antioksidanların diyetle alınmasının önemli olduğu belirtilmektedir (Coşkun, 2013; Sakin, 2008; Ağca, 2009). Plazmanın antioksidan kapasitesinin antioksidan bileşiklerin konsantrasyonlarına ve sinerjilerine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Bununda özellikle oksidatif zarara karşı lipoproteinlerle savunmada suda çözünen ve lipofilik antioksidanlar arasında var olan etkileşimden kaynaklandığı saptanmıştır (Baynal, 2012; Ağca, 2009). Likopenin antioksidan aktivitesi yapısındaki konjuge çift bağdan gelmektedir. (İzgi, 2012). Antioksidan özellik gösteren bileşiklerin oksidatif baskı ve reaktif oksijen kaynaklı birçok hastalığın önlenmesinde etkin rol oynadığı saptanmıştır (Köksoy, 2008; Türkmen, 2013). Diğer karotenoidler gibi likopenin de antioksidan etkisi singlet-oksijen tutucu özellikleri ve peroksit radikalleri engelleme kabiliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Likopen, singlet oksijeni ve serbest radikalleri yakalayarak antioksidant etki gösterirler. Singlet oksijen yakalama etkinliği yapısındaki konjuge çift bağ sayısına bağlı olduğu bildirilmektedir (Hekimoğlu, 2010; Akdoğan ve ark., 2008). Kanda bulunan likopen miktarı arttıkça oksidasyon riski azalmaktadır (Çetik, 2011).

Likopen vücut tarafından absorbe edilerek zarar görmüş hücreleri onarmaya yardımcı olmaktadır. Bu sebeple prostat kanseri, sindirim sistemi, göğüs kanseri, akciğer kanseri ve yaşlılıktan dolayı oluşan kalp dejenerasyonunu ve koroner kalp hastalıklarının engellenmesinde ve aynı zamanda kolesterolün düşürülmesinde rol oynayabilmektedir (Özgen, 2014; Çetik, 2011; Çelik vd., 2012).

LİKOPENİN ANTİKARSİNOJENİK ETKİSİ

Bir araştırmacı (Giovannucci, 1991), domates ve likopenin çeşitli kanser türleri üzerindeki etkileri ile ilgili 72 epidemiyolojik çalışmayı gözden geçirmiştir. Bu çalışmaların birçoğu, plazma likopen seviyesi ile kanser arasında ters bir ilişki olduğunu göstermiştir. Araştırmada, prostat, mide ve akciğer kanserlerini azaltmada likopenin etkili olduğu ile ilgili bulgular elde edilmiştir. Aynı zamanda likopenin pankreas, rektum, özofagus, serviks ve göğüs kanserlerini önlemede etkili olduğu da bu araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Diğer tüm karotenoidlerde olduğu gibi likopende oluşumunu tamamladığında, depolandığı organda antikarsinojenik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Ötleş ve Atlı; 1997). Likopenin etkisinin araştırıldığı ve ilk olumlu sonuçların alındığı kanser türü, kötü huylu prostat kanseridir. Domates ve domates ürünleri gibi likopence zengin gıdaların tüketimiyle, orta yaşlı erkeklerde prostat kanserine yakalanma olasılığını azalttığı, ayrıca kan serum likopen düzeyi ile sindirim sistemi, pankreas ve mesane kanserlerinin görülme riskini düşürücü etkisi olduğu bildirilmiştir (Sabbağ ve Sürücüoğlu, 2011; Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Domates meyvesinde bulunan likopen alımının belirli kanser türlerini önlemede, kapsüllerle saflaştırılmış likopenin tüketilmesinden daha etkili olduğu bildirilmiştir (Mezzommo ve Ferreira, 2015).

LİKOPENİN ANTIİNFLAMATUVAR ETKİSİ

Likopen, retinol, α -tokoferol ve karotenoidlerin, oksijen radikallerini yok etme kapasitesi önemli antioksidan özelliklerindedir. Likopen ve bazı antioksidan vitaminler ile C reaktif protein (CRP) seviyesini belirleyen sistemik inflamasyon tepkimelerinin arasında ters bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar kanser ve kardiyovasküler hastalıkların inflamasyon ve koagülasyon ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Likopen enfeksiyöz etkenlere karşı savunma mekanizmalarını aktive ederek antiinflamatuvar etki göstermektedir. Likopen siklooksijenaz ve lipooksijenaz enzimlerini düzenleyerek proinflamatuvar moleküllerden prostoglandin, prostosiklin, tromboksan ve lökotrin sentezini baskılayarak yangıya yol açan reaksiyonları da önlediği ileri sürülmüştür (Köksoy, 2013; Çetik, 2011; Kömüroğlu, 2013; Karaca, 2015; Coşkun, 2013; Baynal, 2012; Özkal, 2011).

LİKOPENİN GÜNLÜK ALIM MİKTARI

Likopenin günlük alım seviyeleri ülkelere göre farklılık göstermektedir. Ükelere göre günlük likopen alımı Çizelge 3’de verilmiştir. Likopenin insan hastalıklarının önlenmesindeki yararlı etkileri iyi belgelenmiş olsa da, henüz önemli bir besin maddesi olarak tanımlanmamaktadır. Sonuç olarak, sağlık uzmanları ve devlet kurumları tarafından belirlenmiş hiçbir resmi tavsiye edilen günlük alım (RNI) düzeyi yoktur (Chauhan vd. 2011; Sakin, 2008). Ancak rapor edilen çalışmalara (Sabbağ ve Sürücüoğlu, 2011; Chauhan vd., 2011) dayanarak, likopenin yararlı etki gösterebilmesi için sağlıklı insanların 5-7 mg/gün dozunda alınmasının oksidatif stres ve buna bağlı olarak gelişebilecek kronik hastalıklardan korunma ve engellenmesinde yeterli olacağı bildirilmektedir. Ancak, kanser ve kalp-damar hastalıkları gibi hastalık durumlarında

her gün 35-75 mg gibi yüksek bir miktarın alınması tavsiye edilmektedir. Likopenin toksisitesi üzerine henüz herhangi bir çalışma bulunmamaktadır (Chauhan vd., 2011).

Çizelge 3. Likopenin ülkelere göre günlük alım miktarlar (Sabbağ ve Sürücüoğlu, 2011)

Ülkeler	Günlük Alım Miktarı (mg/gün)
ABD	3.7-16.3
Kanada	25.2
Almanya	1.3
İngiltere	1.1
Finlandiya	0.7
Kuzey Amerika	< 2.0

GIDALARDAKİ LİKOPEN MİKTARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bitkilerin likopen içerikleri çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler olgunlaşma seviyesi, iklim, pestisit ve gübre kullanımı, toprak tipi, işleme ve depolama olarak sayılabilir (Akdoğan ve Özdemir, 2006; Türkoğlu, 2008).

Kurutma, ısıtma ve depolama gibi işlemler sırasında likopen ya izomerize ya da okside olmakta ve bunun sonucunda da likopen miktarında kayıp meydana gelmektedir. Kurutma işlemi ile ürünün su aktivitesinin düşmesi ve özellikle depolama sırasında sıcaklığın artması oto-oksidasyonu hızını artırmaktadır (Sevindik, 2007; Cemeroğlu vd., 2004; Yüztaş, 2011).

Genel olarak gıdaların işlenmesi sırasında ürünün besin kalitesinde bir azalma meydana geldiği düşünülmektedir. Ancak işleme sırasında likopenin biyoyararlılığı ve besin kalitesi artmaktadır. Bunun sebebi, hafif ısı işlem etkisi ve bitki hücre yapısının enzimatik olarak parçalanmasıdır. Likopenin biyoyararlılığı gıda ile birlikte alınan yağ, diğer karotenoidler, vitaminler ve minerallerden etkilenmektedir. Likopenin biyoyararlılığını artıran diğer bir etken ise gıdaların, fiziksel olarak küçülmesine neden olan, doğrama ve püre haline getirme gibi işlemlerdir (Yolcu, 2010; Sekin ve ark., 2005; Nasir vd., 2015).

LİKOPENİN EKSTRAKSİYONU VE GIDALARDA LİKOPEN ÜZERİNE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Gıdalara çeşitli amaçlarla uygulanan parçalama, öğütme, haşlama, pişirme, ısı işlem, dondurma, kurutma, ışınlama ve depolama gibi işlemler esnasında likopen kayıpları ortaya

çıkılmaktadır. Farklı gıdalara uygulanan değişik işlemlerin likopen üzerine etkileri pek çok araştırmaya konu olmuştur (Akdoğan ve Özdemir, 2006).

Likopen; yüksek sıcaklık, ışık, oksijen, pH ve yüksek yüzey aktivitesi gibi karotenoidlerin parçalanmasına neden olan çeşitli fiziksel ve kimyasal etkenlerden etkilenmektedir. Bu sebeple meyve ve sebzelerdeki likopen miktarının ve bu ürünlerin işlenmesi ve depolanması sırasında likopenin parçalanıp kaybolmamasına özen gösterilmekte ve likopenin bu ürünlerdeki stabilitesinin önemi giderek artmaktadır (Sevindik, 2007).

Likopen, kurutma işlemi esnasında uygulanan düşük sıcaklık seviyelerinde oldukça stabildir. Yüksek sıcaklık seviyelerinde ise belirli ölçüde etkilenmektedir. Gıdaların bünyesinde bulunan likopen kaybını en aza indirebilmek için ısıtma ve kurutma işleminin kontrollü yapılması gerekmektedir (İzgi, 2012; Jaafar, 2014).

Dondurulmuş ürünlerin depolanması esnasında karotenoidlerin oksidasyonu sonucunda renk kayıpları meydana gelmektedir (Baysal vd., 2006). Karotenoidler aynı zamanda ısı ile bozunarak da okside olabilmektedirler. Bu da gıdanın renginde değişimlere neden olmaktadır. Gıdalara uygulanan uzun kurutma süreleri ve yüksek sıcaklıklar pigmentlerin daha çok bozunmasına ve gıdanın renginin daha çok değişmesine neden olmaktadır (Demiray, 2009).

Gıdalara uygulanan işlem sırasında matriks içinde kapalı olan karotenoidler serbest kalarak açığa çıkmakta ve dolayısıyla karotenoidlerin biyoyararlılığını arttırmaktadır. Pişirme veya ısıl işlemler, gıda maddelerinin hücre duvarını parçalar ve likopen ile doku arasındaki bağlayıcı kuvvetler etkisiz hale gelen likopenin daha çabuk erişilebilir olmasını sağlamaktadır (Türüt, 2016). Likopen, taze domateste protein ve liften oluşan bir matriks içinde tutulmaktadır. Domates ürünlerinde ise domatesin ısıl işlem görmesi sırasında hücre duvarları ısı etkisiyle parçalanmakta ve likopen serbest kalmaktadır. Dolayısıyla domates ürünlerinde likopen konsantrasyonu, taze domatese oranla daha yüksektir (Sekin vd., 2005).

Likopen sağlık açısından önemli bir bileşen olmasının yanı sıra, gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan bir renk maddesidir. Bu sebeple yüksek saflıkta, standart ve ekonomik likopen üretimine ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Sentetik likopen üretimi bu ihtiyacı giderememektedir, dolayısıyla sağlıklı ve ekonomik likopen üretimi, doğal kaynaklardan farklı ekstraksiyon yöntemleri ile yapılabilmektedir. Yapısında yüksek miktarda likopen bulunduran domates ve atıkları ekstraksiyon için en çok tercih edilen ürünlerdir. Likopen eldesinde yaygın olarak klasik çözügen ekstraksiyon teknikleri kullanılmaktadır. Fakat bu

yöntemin uzun sürelerle ve fazla miktarda çözüme ihtiyaç duymasından dolayı son yıllarda alternatif yöntemler tercih edilmektedir. Alternatif yöntemlerin başında gelen ultrason destekli ekstraksiyon sistemleri, klasik çözgen ekstraksiyonuna göre daha hızlı ve etkilidir (Kumcuoğlu vd, 2011; Yılmaz, 2011). Sevgili (2016), yaptığı çalışmada *B. trispora*'dan uygun koşullarda likopen üretimi yapılabileceğini göstermiştir. Bu yöntemin gelecekte sentetik likopen üretiminin gelişmesinde katkı sağlayacağını bildirmiştir.

Antioksidan özellikteki likopen, oksidasyon reaksiyonlarını engellemek veya yavaşlatmak amacıyla ürün formülasyonlarına ilave edilebilmektedir (Eyiler ve Öztan, 2006; Öztürk, 2009).Yapılan bazı çalışmalarda (Calvo vd., 2007; Eyiler ve Öztan, 2006; Öztürk, 2009; Skiepkó, 2016) farklı et ve et ürünleri formülasyonlarına ilave edilen likopen ve likopence zengin ürünlerin oksidasyonun önlenmesinde etkili olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Likopen meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan karotenoidler ailesine ait bir pigmenttir. Likopen hem sağlık açısından önemli bir bileşendir hem de gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan bir renk maddesidir. Antioksidan özelliği sayesinde kanser türleri ve kronik hastalıkları karşı koruyucu etkisi bulunmaktadır. Likopen içeren gıdaların diyetle tüketilmesi, insan sağlığı ve dengeli beslenme açısından son derece önemlidir. Son yıllarda yapılan araştırmalar likopenin birçok gıdada fonksiyonel amaçla kullanılabileceğini gösterir niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Agarwal, S., Rao, A.V. (2000). Tomato Lycopene and its Role in Human Health and Chronic Diseases, CMAJ, 163 (6): 739-744.
- Ağca, C.A. (2009). 7,12 – DMBA Uygulanan Ratların Karaciğer Dokusunda Bazı Apoptotik Markerlar Üzerine Likopenin Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Akdemir, B. (2012). Likopen ve Genisteinin Tiyoasetamid İle Oluşturulan Deneysel Karaciğer Sirozunda Koruyucu Rolü, Uzmanlık Tezi, Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Elazığ.
- Akdoğan, A., Dinçer, C., Torun, M., Şahin, H., Topuz, A., Özdemir, F. (2008). Karotenoid Bileşiklerin Sağlık Üzerine Etkileri, Türkiye 10. Gıda Kongresi, s.1083-1086, Erzurum
- Akdoğan, A., Özdemir, F. (2006). Gıdaların İşlenmesi Sırasında Karotenoid Bileşiklerde Meydana Gelen Değişiklikler, Türkiye 9. Gıda Kongresi, s. 351-354, Bolu.
- Aydın, M. (2008). Ratlarda Diyabetik Nöropatide Rol Oynayan Oksidatif Hasarın Önlenmesinde Likopenin Etkinliği, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Baynal, Ö.F. (2012). Likopen, Bitirme Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Kayseri.
- Baysal, T., Demirdöven, A., Ersus, S. (2006). Dondurulmuş Domateslerin Depolanması Sırasında Oluşan Renk Kayıplarının Belirlenmesi Ve Önleme Yöntemleri, Türkiye 9. Gıda Kongresi, s. 599-602, Bolu.
- Calvo, M.M., Gaarcia, M.L, Selgas, M.D. (2007). Fermented Sausages Enriched With Lycopene From Tomato Peel, Meat Science, s. 1-7.
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu, A., Özkan, M. (2004). Meyve ve Sebzelerin Bileşimi, Meyve Ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I, Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara, 1-188 s.

- Cengiz, M. (2011). Ülseratif Kolit Nedenli Karaciğer Hasarında Likopenin Koruyucu Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Chauhan, K., Sharma, S., Agarwal, N., Chauhan, B. (2011). Lycopene of Tomato Fame: Its Role in Health and Disease, International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 10(1): 99-115.
- Cihangiroğlu, G. (2008). Likopenin Mide Neoplazmları Üzerine Etkisi, Uzmanlık Tezi, Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Elazığ.
- Coşkun, H. (2013). Rasyona Bağlı Gelişen Özefajiti Önlemede Likopenin Etkinliği, Uzmanlık Tezi, Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adana.
- Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D. (2010). Domatesin Gelişimi Sırasında Antioksidan Bileşiklerinde Meydana Gelen Değişimler, Akademik Gıda, 8(1): 44-48.
- Çelik, L., Kutlu, H.R., Şahan, Z., Bozkurt Kiraz, A., Serbester, U., Tekeli, A., Hesenov, A. (2012). Yumurta Tavukları Rasyonlarına İlave Edilen Likopenin Yumurtanın Kolesterol Seviyesi Ve Yağ Asitleri Kompozisyonuna Etkileri, Hayvansal Üretim, 53(2): 1-7.
- Çetik, S. (2011). İltihabi Barsak Hastalığında Likopenin Hemotoprotektif Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Demiray, E. (2009). Kurutma İşleminde Domatesin Likopen, B-Karoten, Askorbik Asit Ve Renk Değişim Kinetiğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Eyiler, E., Öztan, A. (2006). Et Ürünlerinde Domates Tozunun Antioksidan Etkisinin İncelenmesi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, s. 165-168, Bolu.
- Giovannucci, E. (1999). Tomatoes, Tomato-Based Products, Lycopene and Cancer: Review of the Epidemiologic Literature, J. Nat. Cancer Inst., 91: 317-331.
- Hekimoğlu, A. (2010). Likopenin Antikarsinojenik Etki Mekanizmaları, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi, 25(1): 57-62

- Hopancı Bıçaklı, D., Uslu, R. (2012). Likopen ve Kanser, Türk Onkoloji Dergisi, 27(2): 93-97.
- İzgi, C. (2012). Farklı Kurutma Metotlarının Domatesteki Likopen Miktarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Jaafar, H.J. (2014). Effect of Ultrasound Pretreatment on Drying Behavior, Ascorbic Acid, Lycopene, Color and Other Related Properties of Tomato Slices, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Karaca, A. (2015). Ratlarda Aflatoksin B1'in Hepatotksisitesi Üzerine Likopenin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kaya, E. (2016). Dietilnitrozamin Uygulanan Ratlarda Oksidatif Stres ve DNA Hasarı Üzerine Likopenin Etkisi Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Konar, N. (2008). Domates Karotenoidlerinden Likopenin Doğal Renklendirici Ve Antioksidan Olarak Fonksiyonel Gıda Olarak Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kong, K., Khoo, H., Nagendra Prasad, K., İsmail, A., Tan, C., Rajab, N.F. (2010). Revealing the Power of the Natural Red Pigment Lycopene, Molecules Journal, 15: 959-987.
- Köksoy, S. (2008). Farelerin Karaciğer, Kalp ve Böbreklerinde Kobaltın İndüklediği Oksidatif Hasara Karşı Likopenin Koruyucu Rolü, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Kömüroğlu, A.U. (2013). Diyabetik Ratlarda Meopterin, CRP, Myeloperoksidaz ve GGT Üzerine Likopen Uygulamasının Etkisi, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kumcuoğlu, S., Yılmaz, T., Tavman, Ş. (2011). Salça Üretim Atıklarından Ultrason Destekli Ekstraksiyon İşlemiyle Likopen Ekstraksiyonu, Akademik Gıda Dergisi, 9(6): 23-28.
- Kurt, H. (2003). Sıçanlarda Karbon Tetraklorit'in (CCl₄) Oluşturduğu Oksidatif Stresin Kateşin ve Likopen İle Önlenmesi, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Kurzeja, E., Stec, M., Kościółek, A., Wardas, M., Pawłowska-Góral, K. (2009). Biological Activity of Lycopene, *Farm PrzegłNauk*, 10:17-19.
- Mezzomo, N., Ferreira, S.R.S. (2016). Carotenoids Functionality, Sources and Processing by Supercritical Technology: Review, *Hindawi Journal of Chemistry*, s. 1-16.
- Nasir, M.U., Hussain, S., Jabbar, S. (2015). Tomato Processing, Lycopene and Health Benefits: A Review, *Science Letters*, 3(1): 1-5.
- Olempska-Bier, Z. (2006). Lycopene (Synthetic) – Chemical and Technical Assessment (CTA), p. 1-6.
- Ötleş, S., Atlı, Y. (1997). Karotenoidlerin İnsan Sağlığı Açısından Önemi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(1): 249-254.
- Özgen, S. (2014). Domatesten Likopen İzolasyonuna Yönelik Monodispers Kromatografik Kolon Dolgu Maddelerinin Sentezi, Likopenin Saflaştırılması Ve Enkapsülasyonu, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Özkal, B. (2011). Likopen'in Sitoprotektif Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Öztürk, G. (2009). Likopen İçeren Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitésine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sabbağ, Ç., Sürücüoğlu, M.S. (2011). Likopen: İnsan Sağlığında Vazgeçilmez Bir Bileşen, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(3): 27-41.
- Sakin, F. (2008). Farklı Dozlarda 2,3,7,8-Tetraklorodibenzo-p-Dioksin Tarafından Ratlarda Beyin, Karaciğer, Böbrek ve Kalp Gibi Dokularda Oluşturulan Oksidatif Stres Üzerine Likopen'in Koruyuculuğu, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Sekin, Y., Bağdatlıoğlu, N., Kırdinli, Ö. (2005). Domates Konservesi Üretiminde Çeşitli Faktörlerin Likopen Niceliğine Etkisi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1): 7-13.

- Sevgili, A. (2016). Improving Lycopene Production By *Blakesleatrispora* Using Ingredients, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Sevindik, H. (2007). Pembe Greyfurt Suyu ve Domates Pulpunda Likopen Ve β -karotenin Isıl Stabiliteleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Skiepkó, N., Chwastowska-Siwiecka, I., Kondratowicz, J., Mikulski, D. (2015). The Effect of Lycopene Addition on the Chemical Composition, Sensory Attributes and Physicochemical Properties of Steamed and Grilled Turkey Breast, Brazilian Journal of Poultry Science, 18(2): 319-330.
- Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2014). Domates, Karotenoidler ve Bunları Etkileyen Faktörler Üzerine Bir İnceleme, Derim, 31(2): 107-130.
- Şahin, M. (2009). Likopenin Anjiyogenez Oluşumuna Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Şentürk, H. (2008). Renal İskemi-Referfüzyonu Sırasında Sıçan Böbreğinde Oluşan Oksidatif Stres Hasarına Silimarin ve Likopen Etkisi, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Türkmen, R. (2013). Klorprifos Uygulanan Diyabetli Ratlarda Likopenin Antioksidan Ve Hipoglisemik Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Türkoğlu, S. (2008). Oleik Asit İle Oluşturulan Akut Akciğer Hasarı Modelinde Likopenin Etkileri, Uzmanlık Tezi, Fırat Üniversitesi, Tıp Fakóltesi, Elazığ.
- Türüt, N. (2016) Domates İşleme Teknolojilerinin Likopen Üzerine Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres, İnönü Üniversitesi Tıp Fakóltesi Dergisi, 17(2): 143-153.
- Yılmaz, T. (2011). Domates İşleme Atıklarından Ultrason Destekli Likopen Ekstraksiyonu İşleminin Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yolcu, H. (2010). Kuşburnu Pulpu Üretiminde Antioksidan Özellikleri Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Yüztaş, E. (2011). Deneysel Diyabet Oluşturulan Ratlarda Prooksidan/Total Antioksidan Durumu ve Vitamin Düzeyleri Üzerine Likopen Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.