

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Penicillium expansum*'un HASAT SONRASI DOMATES MEYVELERİNİN
KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Meral ŞEKER

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2022**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Fungusların yetiştirilmesi	14
3.1.2. Eğik agar	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Domates meyvelerinin inokulasyonu	15
3.2.2. RGB	17
3.2.3. Likopen ölçümü	17
3.2.4. Askorbik asit(Vitamin C) ve α -tocopherol (Vitamin E) ölçümü	18
3.2.5. Meyvelerde simpton indeksi	20
3.2.6. Meyve ağırlığı	21
3.2.7. Toplam çözünen katı madde içeriği	22
3.2.8. Meyve sertliği	22
3.2.9. Lezyon ölçümü	23
3.2.10. İstatistiksel Analiz	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	24
4.1. Araştırma Bulguları	24
4.1.1. Meyve görsel değerleri	24
4.1.2. Meyve fizyolojik parametreleri	26
4.1.3. Meyve kalite ve renk parametreleri	29
4. 2. Tartışma	33
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Penicillium expansum 'un HASAT SONRASI DOMATES MEYVELERİNİN KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Meral ŞEKER

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ
YIL: 2022, Sayfa:45

Bu çalışmada, farklı olgunluktaki (Pembe, P; Açık Kırmızı, AK; Koyu Kırmızı, KK) domates meyveleri *Penicillium expansum* ile inokule edildikten sonra 1 hafta süre ile oda sıcaklığındaki ortamda inkube edilmiştir. Kontrol meyvelerinde ağırlık kaybı görülürken, inokule edilen meyvelerde bu durum istatistik olarak daha önemli bulunmuştur $P<0.05$. İnokule edilmiş meyvelerde simptom indeks değerleri ve lezyon çapı artarken meyve sertliği de önemli oranda azalmıştır. Meyve kalite parametrelerine bakıldığında, vitamin C, E ve likopen miktarları artan olgunluk kademeleri ile artış göstermiş, ancak inokule edilen meyveler ile kontrol grubunda önemli fark tespit edilmemiştir $P>0.05$. Meyveler görüntüleme tekniği ile görüntülendiğinde yine artan olgunluk dönemlerine farklı tepki vermişler, meyvelerin hem olgunluk dönemleri arasındaki farklar hem de 1 hafta süre içindeki renk değişimleri dijital olarak tespit edilmiştir. Kısa süreli inkubasyon içinde dijital renk değişimi ile vitamin ve likopen içeriğinde doğrusal ilişki bulunmazken meyve sertliği ve dijital renk değişiminin pozitif olarak korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışma ile meyvelerin dijital olarak görüntüleme tekniği yardımı ile biyokimyasal ve fizyolojik değişimlerinin de değerlendirilebileceği ve enfeksiyon sonrası kalite parametrelerinin de etkilenebileceği ortaya konmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: RGB, Likopen, Vitamin C, *Penicillium expansum*, Domates

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF *Penicillium expansum* ON POST-HARVEST TOMATO FRUITS QUALITY PARAMETERS

Meral ŞEKER

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Murat DİKİLİTAŞ
Year: 2022, Page: 45

In this study, tomato fruits at different maturity (Pink, P; Light Red, AK; Dark Red, KK) were inoculated with *Penicillium expansum* and then incubated in room temperature environment for 1 week. While weight loss was observed in control fruits, this situation was statistically more significant in inoculated fruits, ($P < 0.05$). Again, in inoculated fruits, symptom index values and the lesion diameter increased, while fruit firmness decreased significantly. Considering the fruit quality parameters, the amounts of vitamins C, E and lycopene increased with increasing maturity levels, unfortunately no significant difference was found between them inoculated fruits and the control group, ($P > 0.05$). When the fruits were assessed using the imaging technique, they responded differently to the increasing maturity periods, and both the difference between them ripeness periods and the color changes within 1 week were detected digitally. While there was no linear relationship between digital color change and vitamin and lycopene content in short-term incubation, it was determined that fruit firmness and digital color change were positively correlated. With this study, it was revealed that biochemical and physiological changes of fruits can be being evaluated and with the help of digital imaging technique and it was determined that the quality parameters following infection could be affected.

KEY WORDS: RGB, Lycopene, Vitamin C, *Penicillium expansum*, Tomato.

TEŞEKKÜRLER

Tez çalışma süresi boyunca yardımı esirgemeyen, değerli öneri ve bilgileri ile beni yönlendiren tez danışmanım Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ'a teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Çalışmanın yürütülmesi için gerekli olan Laboratuvar analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Harran Üniversitesi Öğretim Üyelerinden sayın Dr. Öğr. Üyesi Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ'a, yüksek lisans öğrencileri Sıdika DURMUŞ ve Nesibe KILIÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Annem Birgül ŞEKER ve eşim Mustafa ŞEKER'e maddi manevi destekleri için teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3. 1. Denemede kullanılan domates meyveleri.....	16
Şekil 3. 2. Yaralama yolu ile domates meyvelerinin inokulasyonu	16
Şekil 3. 3. Tüpe eklenen ethanol-hekzan karışımının vorteks edilişi	18
Şekil 3. 4. Santrifüj cihazı ve ölçüm için kullanımı	19
Şekil 3. 5. Spektrometre cihazı ve ölçüm için kullanımı	20
Şekil 3. 6. Domates meyvelerindeki hastalık belirtileri.....	21
Şekil 3. 7. Domates meyvelerinde enfeksiyon öncesi ve sonrası ağırlık ölçümü	22
Şekil 3. 8. Refraktometre ölçümü.....	22
Şekil 3. 9. Penetrometre ölçümü	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3. 1. Patates Dekstroz Agar (PDA)	14
Çizelge 4. 1. <i>P. expansum</i> ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin görsel parametreleri	27
Çizelge 4. 2. <i>P. expansum</i> ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin fizyolojik parametreleri	28
Çizelge 4. 3. <i>P. expansum</i> ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin dijital olgunluk değerleri.....	31
Çizelge 4. 4. <i>P. expansum</i> ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin biyokimyasal parametreleri.....	32



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AK	Açık Kırmızı Olgunluk Dönemi
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
FeCl ₃	3 klorür
G	Gram
H ₃ PO ₄	Fosforik Asit
KK	Koyu Kırmızı Olgunluk Dönemi
ml	Mililitre
NaHCO ₃	Sodyum Bikarbonat
P	Pembe Olgunluk Dönemi
PDA	Patates Dekstroz Agar
RGB	Red Green Blue
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
µl	Mikrolitre



1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), Solanacea familyasından olan bir sebze türü olmakta ve dünyada en çok üretim ve tüketimi yapılan sebzelerin başında gelmektedir (Peralta ve Spooner, 2005). Tek yıllık bir bitki olup botanik bilimindeki adı ilk önce *Lycopersicum esculentum* Mill. olarak 1754 yılında bu isimlendirme ile kayda geçirilmiştir. Dünyada domates üretimi birçok ülkede yapılmakla beraber, domatesin yetiştirilmesine ikliminin elverişli olması nedeniyle Türkiye domates üretiminde dünyada önde gelen ülkelerden biri olmuştur (Keskin ve Gül, 2004). Domates meyvesinin anavatanı Meksika ve Peru'dur. Tahmini olarak 1900'li yılların başı ile birlikte Adana'da yetiştirilmeye başlanmış, daha sonra ülkemizin diğer bölgelerinde de yaygın olarak yetiştirilmiştir (Şeniz, 1992). Türkiye'de 189.122 ha'lık alanda yıllık 12.615.000 ton domates meyvesi üretimi yapıldığı rapor edilmiştir (TÜİK, 2016). Ülkemiz üretim açısından dünya genelinde Çin ilk sırada, Hindistan ve ABD ülkelerinden sonra 4. ülke olarak yer almaktadır ve yakın bir gelecekte de Amerika Birleşik Devletleri'ni geride bırakarak Çin'in ardından ikinci sıraya yerleşeceği tahmin edilmektedir. Dünya genelinde toplam domates tüketimi; 1982'de 48, 1992'de 74 ve 2006'da ise 124 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2010). Bu trend göz önüne alındığında, bu ve bundan sonraki dönemlerde domatese olan gereksinimin artacağı tahmin edilmekte, domates meyvesinin tüketim yanında içerdikleri antioksidant bileşikler ile günlük yaşamımızda daha da önemli bir yere geleceği bilinmektedir.

Domates meyvesi içerisindeki antioksidant bileşenleri, vitamin C ve E gibi su içerisinde çözünen bileşikler, likopen ve karoten gibi lipofilik bileşikler ve klorojenik asit gibi çok sayıda bileşenlerden oluşmaktadır (Seybold ve ark., 2004). İçerdiği antioksidan seviyesinin yüksek olması nedeni ile insan sağlığı üzerine etkileri pek çok çalışmaya konu olmuştur. Domates tüketiminin dolaşım sistemini etkileyen rahatsızlıklar, başta erkeklerde daha çok görülen prostat kanseri türü olmak üzere çeşitli kanser hastalıklarını azaltmakta aynı zamanda birçok kronik hastalıkları

azaltmada ve kandaki lipit seviyesinin düşürülmesinde ve yoğunluğu az olan lipoprotein oksidasyonunu önlemede olumlu etkilerinin olduğu araştırmalar sonucunda belirlenmiştir (Shahidi ve ark., 1995; O’Kennedy ve ark., 2006).

Domatesin gelişimi farklı aşamalardan oluşmaktadır. Domates meyvesinin gelişim ve olgunlaşma safhalarında bileşenlerinde önemli değişimler meydana gelmekte, meyvenin gelişimi sırasında; fiziksel, biyolojik ve kimyasal dönüşümler meydana gelmektedir. Bu dönüşümler arasında nişastanın parçalanması, klorofilin parçalanması, karoten ve likopen gibi renk maddelerinin oluşması yanında hücre bölünmesi, hücre genişlemesi ve hücre çeperinin yapısal değişimi meydana gelmektedir. Meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak meydana gelen değişimler meyvenin rengi yanında tekstüründe, aroma ve tadında da değişimlere neden olmaktadır (Gül ve ark., 2020).

Domates meyvesinin büyük bir kısmını su teşkil etmekte, ilk oluşum aşamasında su miktarı en yüksek seviyede iken meyvenin olgunlaşması ile birlikte su miktarı çok fazla değişim göstermemekle birlikte olgunlaşmış domates meyvesinde su içeriği % 91, meyve olgunlaştığında ise su miktarı % 93’e çıkmaktadır. Olgunlaşmasını tamamlamış kaliteli bir domates meyvesinde Varga ve Bruinsma, (1986) aşağı yukarı % 94, Davies ve ark., (1981) ise yaklaşık % 95 su bulunduğunu açıklamıştır. Su dışında domatesin kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biri de kuru madde içeriği olarak bilinen inorganik ve organik maddelerdir. Domates meyvesinin % 5-6’sını sitrik ve malik asit gibi organik asitler, inorganik bileşikler, alkol içerisinde çözünemeyen protein ve pektin gibi katı maddelerden oluşturmaktadır (Petra-Turza, 1987; Durmuş ve ark., 2018). Meyvenin olgunlaşması sırasında su miktarında artış olduğundan dolayı taze ağırlık olarak ifade edilen ağırlık oranı azalma göstermektedir.

Meyve ve sebzelerin görsel görünümü tüketicinin dikkat ettiği kalite özelliklerinden biridir, eğer meyve ve sebzeler dikkat çekici değilse, tüketici talebi azalacağından, ürünün pazar değeri de düşecektir. Bir tüketici tarafından dikkat edilen en önemli özellik renk ve doku yapısıdır. Rengin algılanması genelde üç faktöre bağlı

olup, bunlar ışığın türü ve yoğunluğu, meyvenin fiziksel yapısı ve kişinin rengi tanımlayabilmesi için bireysel yeteneği olarak sıralanabilir (Mitcham ve ark., 1996).

Birçok araştırmacı domates hasadı yapılırken meyvenin olgunluğu tespit etmek amacıyla USDA renk derecelendirme yöntemini kullanılmaktadır (Kader ve ark., 1978; Edan ve ark., 1997; Gomez ve Lopez Comelo, 2004). Domates meyvelerinde renk oluşum aşamaları aşağıda kısaca özetlenmiştir (USDA, 1976; Batu ve ark., 1998). Buna göre;

-Yeşil olgunluk dönemi (meyvenin kabuğu yeşil, ancak fiziki yapısı olarak olgunlaşabilir),

-Renk kırılması dönemi (meyvenin kabuğu koyu yeşil renkte olmasına ve yer yer pembe veya kırmızı bölgeler oluşmaya başlamış),

-Rengin dönüşüm dönemi (meyvenin kabuğu az bir oranda sarı veya pembemsi ama kabukta yeşil renk ağırlıklı),

-Pembe olgunluk dönemi (meyvenin kabuğundaki var olan yeşil rengin tamamen geçmesi ve yerine açık pembe veya kırmızı rengin alması),

-Açık kırmızı olgunluk dönemi (kabukta pembe rengin tamamen kaybolması fakat kabuğun tamamen kırmızı renge ulaşmaması),

-Kırmızı olgunluk dönemi (meyvenin kabuğunun tamamen kırmızı olması) aşamalarındaki renk dönemlerine göre sınıflandırılmaktadır.

Renk gelişimi, her bir aşamada, üretim aşaması ve saklama süresi dahil olmak üzere birçok duruma bağlıdır (Tiyskens ve Evelo, 1994). Renk, meyve kalitesinin en önemli ve en karmaşık özelliklerinden biridir. Olgunlaşan domates meyvesinin rengi karotenoid miktarı ile doğru orantılıdır.

Domatesin ana renk kalitesi kırmızı olup, bu rengin likopen içeriğinden ileri geldiği bilinmektedir ve olgunlaşma süresince meyvede bulunan likopenin miktarının arttığı belirtilmiştir. (Thompson ve ark., 2000; Omoni ve Aluka, 2005; Erge, 2007; Ellialtıoğlu, 2014). Likopen çoğunlukla domateslerde bulunan karoten grubundan olan bir bileşendir. Greyfurt, karpuz, çilek gibi meyvelerde de bulunur (Çöteli ve ark., 2016). Ancak likopen miktarı açısından en önemli meyve domates ve domateslerden

meydana gelen ürünlerdir. Likopen güçlü rengi ve toksik olmaması nedeniyle, yararlı bir gıda boyasıdır. Yapısal olarak, tamamen karbon ve hidrojenle oluşan sekiz izopren ünitesinden oluşmuş bir tetraterpendir. Likopen, olgun domateslerde toplam pigment içeriğinin %80-90'ını oluşturmaktadır (Chun ve ark., 2009).

Domates meyvesi içindeki likopen miktarı, meyvenin çeşidi, olgunluk durumu ve ortamın sıcaklığına göre değişmektedir. Likopen yeşil olum dönemi ve renk kırılma dönemi aşamasında sırasıyla 10 ila 370 mg/100 g, pembe olgunluk döneminde ise 4600 mg/100 g, kırmızı olgunluk döneminde ise 7050 mg/100 g olarak tespit edildiğini belirtmiştir (Ellialtıoğlu, 2014). Ortam sıcaklığının 32 derecenin üstüne çıktığında ve 12 derecenin altına indiğinde ise likopen sentezinin inhibe edildiği rapor edilmiştir (Demiray, 2009).

Domatesin meyvesinin renginin ham yeşilden ileri olgunluk gösteren kırmızıya doğru dönmesi, çevre şartlarının meyvenin rengine etkisini göstermektedir ve olgunlaşma ile beraber meyve içerisindeki klorofillerde parçalara ayrılmakta ve likopen miktarında artış olmaktadır (Periago ve ark., 2009). Likopen ve karoten miktarlarında artış oldukça, meyvenin olgunlaşma süresinde rengi koyu yeşilden (yeşil olum dönemi) koyudan daha açık kırmızıya (açık kırmızı olum dönemi) doğru değişir ve renk ölçümlerindeki kroma değerleri de artar (Radzeviccius ve ark., 2009). Örneğin, domatesdeki likopen içeriğinin organik içerikle doğru orantılı olarak arttığı ortaya konmuştur (Cox ve ark., 2003).

Meyve ve sebzeler artık günümüzde beslenmenin dışında hastalıklardan korunmak, sağlıklı yaşamak amacı ile de tüketilmektedir. Tüketiciler meyve ve sebze içeriklerinin bileşenlere dikkat ederek beslenme rejimini düzenlemektedirler. Domates bulunan karotenoidler sağlıklı beslenme için önemli bir maddedir. Stahl ve Sies (2003) domates içerisinde yer alan karotenoidlerin, bitkilerde oksidatif strese karşı korunmasında önemli rol oynadıklarını aynı zamanda serbest oksijen radikallerinin olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılmasında etkili bir antioksidant olduğunu rapor etmişlerdir. Yine, likopenin serbest oksijen radikallerini etkisiz hale getirmede önemli rol oynadığı kaydedilmiştir (Kök, 2011). Likopen, prostat (Schuurman ve ark., 1998;

Norrish ve ark., 2000; Mirahmadi ve ark., 2020), akciğer ve mide kanserine karşı önemli koruyucu etkiye sahip olmasının yanısıra pankreas kanseri, kolon kanseri, rektum kanseri, yemek borusu (Levy ve ark., 1995) ve rahim kanserleri ile ilgili koruyuculuğunun olduğu tespit edilmiştir (Durmuş ve ark., 2018). Likopenin antioksidan özelliği sayesinde birçok hastalığı önlemesine ilişkin çok sayıda bilimsel çalışmaya rastlamak mümkündür (Pernice ve ark., 2010; Rengasamy ve ark., 2020; İmran ve ark., 2020).

Domateslerin geleneksel olarak zengin karotenoid ve vitamin kaynakları, özellikle de likopen ve askorbik asit açısından zengin olduğu bilinmektedir (Hobson ve ark., 2004). Domateste bulunan askorbik asit yoğunluğu 8-119 mg/100 g aralığında değişimler gösterdiği belirtilmektedir (Davies ve Hobson, 1981; Uçurum, 2012). Fakat belirlenen bu değer İngiliz ve Amerikan domates çeşitlerinde çeşitlerinde 5-60 mg, Kanada çeşitlerinde ise 18-36 mg arasında değişim göstermektedir (Hobson ve Davies, 1971; Ercan, 2016). Askorbik asit miktarı domateste kabuktan olan uzaklık arttıkça azalmakta olduğu belirlenmiş, tohumu saran jelde de askorbik asit bulunduğu rapor edilmiştir (Stevens ve Rick, 1986; Sönmez ve ark., 2014). Domatesin olgunlaşması ile beraber C vitamini miktarında artış olduğu kaydedilmiştir (Abushita ve ark., 1997; Giovanelli ve ark., 1999). Benzer şekilde, kırmızı renk ile vitamin C arasında da pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Moco ve ark., 2007). Vitamin C, yüksek sıcaklıkta kolaylıkla parçalanmakta ve bu nedenle domatesin işlenmesi veya pişirilmesi durumunda C vitamini kaybolmaktadır (Hernandez ve ark., 2015).

Sebze ve meyvelerin kalitesindeki diğer önemli parametrelerden biri de Brix derecesi ile toplam çözünen katı madde miktarıdır (TSS). Meyvenin olgunluk durumunun artması ile bu değerler de artış olduğu saptanmıştır (Mitcham ve ark., 1996; Ali ve ark., 2021).

Tüm yaş sebze ve meyvelerde olduğu gibi domates meyvesinin de hasat ve hasat sonrası yapılan yanlışlıklar kalitede önemli kayıplara neden olmaktadır. Meyve ve sebzelerin yetiştirilme şekli, hasat edilmesi, pazara hazır hale getirilip satışa sunulduğunda dış etkilere maruz kalmasından dolayı üründe bozulmalar ve çürümeler

gerçekleşmektedir. Meyvenin çürümesine neden olan mikroorganizmalar; ürünün olgunlaşmasını hızlandırmakta iç yapısına ve dış görünümüne zarar vermektedir. Hasat sonrası olgunluk çok hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir ve domateslerin tüketim ömrünü azaltmaktadır (Wu ve Abbont, 2002). Hasat tamamlandıktan sonra ürünlerde bozulmaya neden olan fungus türleri ürün üzerindeki yara yerlerinden ya da meyve üzerinde yer alan lentisellerden doku içerisine girerek veya bitkinin savunma kapasitesinin düşmesi ile birlikte fungal etmenler tarafından üretilen enzimler ile meyve ve sebzelerin kalite ve miktarında önemli zararlara neden olurlar (Ajayi ve Olasehinde, 2009). Domates meyvesindeki çürümeler ve bozulmalar sonucunda meyvede renk değişimi, bileşen miktarında değişimler meydana gelmektedir. Aynı zamanda *Penicillium* etkisi ile meyve üzerinde oluşan mavi-yeşil çürüklük ile meyvenin dış görünümü ve pazar değeri de düşmektedir (Karadaşlı, 2015).

Domatesler uzak bölgelere transferden önce genellikle renk dönüşüm döneminde hasat edilirler, yakın bir bölgeye transfer edileceklerse genellikle pembe ya da açık kırmızı olum döneminde hasat edilirler (Kasampolis ve ark., 2020).

Meyve ve sebzelerin rengini belirlemek için görüntü işleme teknikleri kullanılmakta ve bu sayede ürün kalitesini anlamak mümkün olmaktadır. Görüntü işleme teknikleri bilgisayar programları ile analiz edildiğinde çok kıymetli bilgilere ulaşmak mümkün olmaktadır. Görüntü işleme günümüzde endüstriyel, güvenlik, jeolojik, tıp vb. uygulama alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Görüntü analiz yöntemi; bitkinin yaprak yüzeyinin ölçülmesi, meyve ve sebzelerde rengi belirleme ve renge göre derecelendirme; bitkinin büyümesinin takibi ve kök sisteminin gelişiminin takip edilmesi gibi nedenlerle şimdiki zamanda tarım alanında da kullanılmaktadır (Karabacak, 2007). Görüntü analiz tekniği telefon kamerası, fotoğraf makinesi yardımıyla veya tarayıcılar ile elde ettiğimiz hareket halindeki veya hareketsiz bir görüntünün, önce rakamsal verilere çevrilmesi, sonraki aşamada ise elde edilen rakamsal verilerin bazı algoritmalar kullanılarak ifadelendirilmesidir (Neuman ve ark., 2009).

Renk uzayı yöntemleri renkleri belirlemek amacıyla kullanılan matematiksel yöntemlerdir. Tüm renk uzaylarının, renk oluşturmak için kendine özgü bazı standartları vardır (Yılmaz, 2002). Renk ölçüm uluslararası bir kuruluş olan Commision Internationale de l'Éclariace (The International Commission on Illumination) tarafından geliştirilen sistemleri ile ölçüm yapılmakta ve ölçüm sonuçları değerlendirilmekte, en yaygın kullanılan sistem ise CIELAB olup L değeri, a ve b değerleri ile renkler değerlendirilmektedir. L değeri siyah (0) ile beyaz (100) değeri aralığında değer alır ve numunenin parlaklığını gösterir, a değeri kırmızı-yeşil (-60:yeşil, +60 kırmızı) ve b değeri ise sarı-mavi (-60: mavi, +60: sarı) skalayı göstermektedir.

Renk ölçüm cihazları meyvenin rengini tespit amacıyla kullanılan etkin bir yöntemdir (Batu, 2004). Birçok araştırmada domates meyvesinde olum dönemi aşamaları ve rengin değişimi arasında olumlu bir ilişki belirlenmiş olmasına karşın yinede bu olumlu ilişki tam anlamıyla açıklanamamıştır (Batu, 1998; Hobson ve ark., 1983). Domateslerin olgunluk aşamalarının belirlenmesi için renk skalaları geliştirilmiştir. Ancak domateslerin olgunluk safhaları hala hassas bir şekilde yapılamamıştır.

Renk safhalarının belirlemede RGB renk uzayı sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. RGB, bilgisayar teknolojisinin gelişmesine ile ortaya çıkan ve çok yoğun kullanılan bir yöntemdir. İnsanlarda yaş tahmini yapılırken RGB renk uzayı yöntemi kullanılmakta, RGB görüntü kenarlarının gri değeri ile derinlik görüntüsünün toplamı kullanılarak yaş tahmini yapılabilmektedir (Mausavi, 2018). RGB yaş ile korele edildiğinde kırıksıklıklar ve lekeler renk değişimini koyulaştırmaktadır ve bu RGB değerinin daha düşük olduğunu göstermektedir.

RGB değerlerinin birincil renkleri kırmızı renk (R=Red), yeşil renk (G=Green) ve mavi renktir (B=Blue). Kırmızı renk 640-740 nm dalga boyuna, yeşil renk 490-560 nm dalga boyuna ve mavi renk 425-490 nm dalga boyuna sahiptir. RGB değerleri rengin insan görsel algısına yaklaşıpacak şekilde tanımlamak için CIELab renk uzayına çevirir (Rodriguez ve ak., 2010). Görüntü işlemenin birçok farklı alanda çeşitli

uygulamaları vardır. Tarımın farklı yönlerinde son zamanlarda kullanılmaktadır. Çünkü ölçüm yapılırken örnekler zarar verilmemesi ve ölçümün hızlı ve doğru yapılması büyük önem arz etmektedir. Görüntü işleme, genellikle görüntüleri üç basamakta ele almaktadır. İlk olarak dijital görüntü çekme; daha sonra görüntüyü dijital ortamda işleme ve analiz etmek ve sonuç olarak görüntü analizine dayanan sonuçların laboratuvar sonuçları ile korele edilmesi olarak sıralanabilir.

Görüntü işleme, tarımsal gıda ürünlerini, kalitesini, hacmini, olgunlaşma aşamalarını herhangi bir hastalık durumu, verimini tanımlamak için kullanılan bir yöntemdir. İnsanların çıplak gözle domates meyvesinin renk değişimini ve kalitesini belirlemesi zordur. Renk ölçümü ile meyvenin kalitesi hakkında bir ilişki kurabilmek ve hastalık aşamalarında renk değişimini iyi anlayabilmek ve kalite parametreleri ile ilişkilendirmek gelecekte vejetatif ve generatif dönemde daha hızlı kalite teşhisi ve hastalık parametrelerini değerlendirmede önemli rol oynayacaktır.

Bilgisayar görüntülemesi, renkli görüntülerin değerlendirilmesi, dijital renkli kamera, renkli monitör ve analiz için basit bir yazılım kullanılması gerekmektedir (Bora ve ark., 2015). Daha önce elma üzerinde görüntü işleme tekniği kullanılarak kaliteyi yorumlamak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Örneğin Shain ve ark. (2002) zarar görmüş elmaları diğerlerinden ayırmak için iki çeşit elmayı araştırmıştır. Kırmızı ve sarı elmalar çürüklük hasarına göre taranmıştır. Eski ve yeni oluşan çürüklükleri belirlemek için yapay sinir ağı sistemi geliştirilmiş, eski çürüklükler için yapay sinir sistemi sınıflandırıcıları kırmızı elmada %90 sarı elmada %83 doğruluk elde edilmiştir. Yeni çürüklükler her iki elma çeşidinde de %60 oranında doğruluk elde edilmiştir.

Tarım alanlarındaki teknolojinin gelişmesi ile görüntü işleme tekniği geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında hem ekonomik hem doğru ve hızlı sonuç vermesi hem de herkes tarafından kullanılabilir olması arzu edilen bir özellik olup, ileride yapay zeka ile desteklendiğinde dijital sistemlerin daha da etkin kullanılacağı tahmin edilmektedir. Bunun için görüntü analiz tekniğinin sağlam parametreler ile korele edilmesi ve elde edilen değerlerin bundan sonraki çalışmalara kaynak oluşturması ve

farklı ışık ve ortamlarda görüntü analiz tekniğinin hata vermeden ya da en az hata ile laboratuvar sonuçlarını teyit etmesi ve oluşturulacak kalibrasyonun diğer sebze ve meyveler için de kullanılabilecek bir yapıya sahip olması dijital tarım ve dijital bitki patolojisi açısından önemli veriler sağlayacaktır. Bu tez çalışmasının amacı; domates meyvelerinde *Penicillium expansum* sonucu oluşan kalite kayıplarını likopen ve vitamin C açısından değerlendirmek, Brix ve TSS ile domates meyvelerinin durmunu takip etmek ve verileri görüntü analiz yöntemi ile RGB açısından değerlendirerek bir kalibrasyon oluşturmak, ve dolayısı ile arazi, sera ve depolarda veya mağazalarda renk ölçüm yöntemi ile domates meyvelerindeki likopen ve vitamin C miktarını tahmin edecek alt yapının hazırlamaktır. Elde edilecek veriler ile diğer sebze ve meyvelerin hastalık öncesi/sonrası ve hasat durumu ile ilgili veri sağlaması da hedeflenmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

McCollum (1995), domates meyvesinde likopen ve likopen dışındaki karotenoidlerin dağılımı üzerine araştırmalar yapmış, likopen ve diğer tüm karotenoidlerin meyvenin dış perikarp bölgesinde en fazla olduğunu tespit etmiştir. Bir diğer çalışmada ise likopenin miktarı iç kısma oranla dış kabuğunda daha fazla miktarda likopen bulunduğunu belirlemiştir (Sharma ve Maguer, 1996).

Kerkhofs ve ark. (2005), tarafında Yeni Zelanda’da yetiştiriciliği olan üç farklı çeşitte domates meyvesi çeşidinin kurutma işlemini yapmışlardır. Hiçbir işlem yapılmadan kurutulan domatesler renk analizi yapıldığında çok az miktarda değişim gerçekleştiği belirtilmiştir. Taze domatesten bulunan antioksidan bileşenler ile kurutulmuş domateslerde bulunan antioksidan bileşenler arasında önemli bir fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Yapılan bir diğer çalışmada ise Rio Garden domates çeşidi farklı kurutma sıcaklıklarında ve % 20 bağıl nem koşullarında kurutulmuşlar, sıcaklık arttığında β -karoten, vitamin C ve likopen miktarında azalma olduğu tespit etmişlerdir. Bir diğer yapılan araştırmada renk değişim ait modelleme çalışmalarında renk değişim kinetiğinin birinci dereceden kinetik modele aynı zamanda sıfırıncı dereceden kinetik modele uygun olduğunu belirlemiştir (Demiray Engin, 2009).

Neuman ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada dijital görüntüler içindeki tahılların renklerini ve diğer nesnelerin renklerini belirlemek nedeniyle görüntü işleme teknikleri geliştirmişler, farklı buğday çeşitlerinin renklerinin de farklı olduğunu belirlemiştir.

Shibghatallah ve ark. (2013), farklı aydınlatma yerlerinde yetişen çeltikte renk özelliklerine bakılarak yaprak klorofil içeriğini belirlemiştir. Bilgisayara bağlı bir tarayıcı tarafından yapraklar taramışlar, RGB renk uzayı ile dalga boyu değerleri

hesaplamışlar. Yaprak renginin ortalama dalga boyu 566-570 nm arasında değişmiş olduğu ve klorofil içeriği ile dalga boyu arasında doğrusal olmayan bir ilişki bulmuşlardır.

Sofu ve ark. (2013), tarafından yapılan bir araştırmada elma meyvelerinde, görüntü işleme yöntemleri kullanılarak elma meyvelerinin sınıflandırılması ve elma yüzeyinde yer alan lekeleri belirlemek amacıyla araştırma yapılmış ve araştırma sonunda görüntü işleme tekniği ile elma meyvelerini renk ve boyut yönünden ayırt edilebileceğini belirtmişler aynı zamanda meyve üzerindeki lekeleri tespit etmede kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Dubey ve Jalal (2016), tarafından yapılan çalışmada elma meyvelerindeki hastalıkların renklerini, şekillerini ve doku özelliklerini belirlemek amacıyla araştırma yapılmıştır. Elma meyvesi üzerinde bulunan lekeleri ve yaraları belirlemek için L*, a*, b* renk uzayını kullanarak belirlemişlerdir. Sağlıklı ve hastalıklı meyveleri bu yöntemle tespit etmişlerdir.

Penicillium expansum gibi saprofit funguslar hasat sonrasında ürünlerde çürüklüğe neden olduğu belirtilmiştir. Bu funguslar ürüne yara veya lentisel adı verilen kanallardan girerek zarara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Fungusların sebze veya meyvenin dış yapısında oluşturdukları enzimlerle ürünün kalitesinde ve miktarında önemli ölçüde kayıplara neden olduğunu yaptıkları çalışmalar sonucunda belirlemişler (Ajayi ve Olasehinde, 2009). Ürünlere hasat sonrası uygulanan kimyasal maddelerin dozunu azaltacak veya kimyasal maddelerin yerine geçebilecek çevre dostu yöntemler (sıcak hava, sıcak su) önem kazandığını belirtmiştir.

Yıldırım ve ark. (2020), *P. expansum* fungusuna karşı borik asitin etkisi *in vitro* koşullarda aynı zamanda *in vivo* koşullarda da değerlendirmişler, borik asitin spor çimlenmesi, misel gelişimi ve çim tüpü uzunluğunu önemli derecede azalttığını, daha yüksek konsantrasyonlar da ise tamamen inhibe ettiklerini rapor etmişlerdir.

Karadaşlı (2015) domates çeşitlerinin (yerli, sofralık, cherry), *Penicillium expansum* karşı oluşturdıkları biyokimyasal ve fizyolojik tepki mekanizmalarını incelemiş, meyve çürüklüğü, lezyon çapı ve symptom indeks değerlerinde artış olduğunu belirlemiştir. Fungal etmen ayrıca, domates meyvesinde; meyve sertliği, toplam çözünen katı madde içeriği, titretilebilir asit değerlerinde azalmaya; pH, toplam fenol, elektrolit sızıntısı, flavonoid değerlerinde ise artışlara neden olduğunu belirlemiştir. *P. expansum*'un etki mekanizması ve domates çeşitlerinde oluşturduğu patojenisite, *P. expansum*'un yıkıcı etkisini ve bununla mücadele yöntemleri için önemli bilgiler elde etmiştir.

Liu (2007), kitosanın 2 ve 25 °C'de depo edilen domates meyvelerinde mavi ve gri küfe neden olan *Penicillium expansum* ve *Botrytis cinerea*'ya etkilerini araştırmış, kitosanın her iki hastalığı etkili bir şekilde kontrol ettiği belirlemiş, fungal etmenlerin çimlenme tüpünün, misel büyümesinin ve sporulasyonunun etkili bir şekilde inhibe edildiği ve fungal etmenlerin plazma zarlarının geçirgenliğinin arttırdığını belirlemiştir. Domates meyvesinin fenolik bileşiklerinin yanında peroksidaz enziminin de arttığı çalışma sonucunda tespit etmiştir.

Janisiewicz (1998), *Penicillium expansum* ve *Botrytis cinerea*'nın düşük derecedeki sıcaklıklarda gelişebildiğini ve bu nedenle çok önemli kalite ve miktar kayıplarına neden olduklarını belirlemiş, bu etmenlerden *P. expansum*'un patulin adı verilen toksin nedeni ile kanserojen maddeler ürettiklerini bildirmiştir.

Abay (2017) ise hasat sonrası domateslerde (sofralık, cherry) *Penicillium expansum*'un farklı sıcaklıklarda hastalık şiddeti ve hastalığın fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerini inceleyerek sıcaklığın fungal etmen üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir.

Görüldüğü üzere, *P. expansum*'un hasat sonrası meyveler üzerinde görsel olarak kalite ve kantite kaybına neden olduğu rapor edilmekte, meyvenin biyokimyasal içeriğini değiştirdiği bildirilmektedir. Bu çalışmada ise farklı olgunluk dönemindeki meyvelerin fungal etmene maruz kalmaları durumunda özellikle insan

sağlığı açısından büyük önem arz eden vitamin C ve likopen miktarı açısından değişiklik ve bu değişikliklerin dijital olarak da ifade edilmesi amaçlanmıştır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Yapılan çalışmada bitki materyali olarak 3 farklı olgunluk aşamasındaki sofralık domates meyvesi kullanılmış, bu meyvelerin çeşitli biyokimyasal parametreleri incelenmiştir. Özellikle, olgunluk döneminin son üç aşamasında domates meyveleri, hasat sonrası etkili olan ve önemli bir bitki patojeni olarak kabul edilen *Penicillium expansum* ile inokule edilmiştir. Hastalık etmeni saprofit olarak hayat döngüsünü tamamlamasına rağmen, hasat sonrası meyvelerde yara yerlerinden ya da meyveler olgunlaştığında incelenmiş dokulardan penetre ederek hastalık yapma kabiliyetinde olduğundan patojen olarak kullanılmıştır.

3.1.1. Fungusların yetiştirilmesi

Yapılan çalışmada kullanılan fungusun Çizelge 3.1.'de belirtilen PDA üzerinde gelişimini tamamlayarak inokulasyon için kullanılabilir hale getirilmiştir.

Çizelge 3. 1. Patates Dekstroz Agar (PDA)

İçerik	Konsantrasyon (g/l)
Kabuğu soyulmuş, doğranmış patates	200
Glukoz	20
Oxoid Agar No:3	25

Yaklaşık, 200 g kabuğu soyulan patates çok küçük parçaçıklara bölünüp, 1 litrelik saf su içinde kaynatıldıktan sonra püre kısmı Mira bezinden (Calbiochem) süzülüp geriye kalan solüsyona, 20 g glukoz eklenmiş ve 1 litreye saf su ile tamamlanmıştır, Çizelge 1. Mevcut ortam, 250 ml, 6.25 g agar bulunan (%2.5, w/v) 4 adet 500 ml'lik konikal flaskların içine boşaltılmış ve 121 °C'de 15 dakikalık sürede, 15 atm basınç altında karıştırıldıktan sonra 12 adet Petri kaplarına dökülmüştür. Daha sonra bu Petri kablalarının ortalarına elma meyvesinden izole edilmiş, *P. expansum*

fungusu 3 mm çapında bir disk halinde yerleştirilerek bir inkübatörde oda sıcaklığında 7-10 günlük süre içinde inkube edilmiştir.

3.1.2. Eğik agar

Fungal etmen, stok kültür olarak, yani ileriki çalışmalarda kullanmak üzere, kapaklı cam şişelerde PDA ortamı içinde (15 ml hacminde) 45 derecelik bir açı oluşturacak şekilde eğik olarak hazırlanan ortama, fungal konidi steril bir öze yardımı ile aseptik koşullarda aktarılmış, bu şekilde fungal etmen 4 ± 1 °C’de kullanım için bekletilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Domates meyvelerinin inokulasyonu

Yapılan çalışma, Ziraat Fakültesinde Bitki Koruma Bölümünde Bulunan Laboratuvarlarda yapılmıştır. Üç farklı olgunlukta kategoriye ayrılan domates meyveleri [pembe (P); açık kırmızı (AK); koyu kırmızı (KK)] agar üzerinde gelişime bırakılan *P. expansum* ile meyve üzerinde açılan yara yerlerinden inokule edilmiştir. Çalışmada kullanılan domates (*Solanum lycopersicum* L.) meyvesi (H2274 çeşidi) seralardan hasat sonrası hemen temin edilmiş olup, meyvelerin pürüzsüz, temiz yüzeye sahip, hastalık ve yara içermemesine özenle dikkat edilmiştir. Denemede kullanılan domates meyveleri Şekil 3.1.’de sunulmuştur. Meyveler steril su ile yıkanıp oda sıcaklığındaki ortamda temiz durulama kağıtları üzerinde kurutulduktan sonra fungusun bulaştırılması için 5 tekerrürlü gruplar oluşturulmuş, meyveler 3 mm çapında steril bir bistüri yardımı ile her iki yandan 5 mm derinliğinde yaralar açılmıştır, Şekil 3.2. Açılan yaraların yerine birer adet PDA üzerinde gelişmeye bırakılmış aynı çaptaki *P. expansum* kolonileri yerleştirilip inokulasyon yerleri parafilm ile kapatılarak 7 gün süre oda sıcaklığında inkubasyona bırakılmıştır. Aynı sayıdan oluşan kontrol grubu meyvelere ise sadece yara açılmış ve steril agar yerleştirilmiştir. Kontrol meyveleri de 7 gün boyunca oda sıcaklığında inkube edilmiştir. Bu süre içinde domates meyveleri gözle kontrol edilmiştir.



Şekil 3. 1. Denemede kullanılan domates meyveleri



Şekil 3. 2. Yaralama yolu ile domates meyvelerinin inokulasyonu

3.2.2. RGB

Domates meyvelerinin renk durumları dijital bir kamera ile (326 ppi yoğunlukta 1792 x 828 piksel çözünürlükte, Iphone 11) belirlenmiş ve spektral değerler RGB (Red, Green, Blue) hesaplanmış ve inokulasyon öncesi ve sonrası RGB değerleri biyokimyasal parametreler ile korele edilmiştir. Önce, beyaz düz bir A4 kâğıdının kuvvetli ışık altında fotoğrafı çekilerek, RGB değerleri ImageJ programında analiz edilmiş daha sonra bu değerler CIE-L*a*b* sayısal değerlerine dönüştürülmüş ve kâğıt parlaklık değerleri için, L=96 veya üzerinde, a*=0.19, b*=1.94 veya üzerinde olmasına dikkat edilmiştir. L* değeri örneklerin parlaklığını (0-siyah, 100-beyaz), a* ve b* değerleri (-60 ila +60) ise örneklerin yeşilden kırmızıya ve mavi renkten sarı renge dönüşümünü ifade etmektedir. Burada temel prensip, aynı parlaklık değerlerinin korunmasına dikkat edilerek meyvelerin de aynı ışık yoğunluğunda fotoğraflanması amaçlanmıştır. Daha sonra farklı olgunluktaki domateslerin fotoğrafları tek tek ve aynı açı ile çekilerek RGB değerleri fungal enfeksiyon öncesi ve sonrası hesaplanmıştır. RGB renk değerleri insan görsel algısına yaklaşacak şekilde CIE-L*a*b* renk uzayına çevrilmiştir. Fotoğrafları çekilen farklı olgunluktaki domates meyvelerinden bir parça kesilerek, kesilen parçalar -20 °C’de muhafaza edilmiştir. Daha sonra enfekteli ve kontrol meyvelerinin fotoğrafları ilk gün ve 7. gün çekilip CIE-L*a*b* değerleri hesaplanmıştır.

3.2.3. Likopen ölçümü

Likopen analizi daha önce Barrett ve Anthon (2001) yöntemi ve denklemi ile yapılmış ve Karakaş (2013) tarafından modifiye edilen metoda göre yapılmıştır. Yaklaşık -20 °C’de saklanan 5 tekerrürlü 3 farklı olgunluk aşamasındaki domates meyvelerinden (enfekte edilmiş ve kontrol) 0.5 g alınmış, 5 ml etanol: hekzan (4/3) karışımında ekstrakt edilmiştir. Karışım, 10 dakika süre ile 5000 g’de santrifüj edildikten sonra bir tüp içine 50 µl (0.01 g domates) supernatant kısmı alınıp 3.5 ml etanol: hekzan (4/3) karışımından üzerine eklenerek 1 dakika vorteks ile karıştırılmıştır (Şekil 3.3). Karanlık bir ortamda bir saat bekletilen tüp içinde bulunan karışıma 0.5 ml saf su eklenerek tekrar 1 dakika vorteks edilmiştir. Karışım iki faz

oluşturması için karanlık ortamda 10 dakika bekletildikten sonra üst faz 503 nm’de hekzan kontrolüne karşı UV-VİS spektrometre’de likopen değerinin belirlenmesi için ölçülmüştür. Daha sonra meyvelerin likopen değerleri ile renk değerleri arasında korelasyon yapılmıştır. Likopen seviyeleri aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\mu\text{g likopen/g taze ag} = \frac{A_{503} \times 2.7}{172 \times (0.1\text{g/ml})} \times 537 \quad (3.1)$$

Burada, 2.7 ml hekzan hacmini, 0.1 g ağırlık 1 ml hacminde bulunan domatesin ağırlığını, 537 g/mol likopenin mol başına düşen ağırlığını ifade etmektedir. Formülde belirtilen 172 mmol L⁻¹ cm⁻¹ ise likopenin molar absorpsiyon katsayısı olarak kullanılmıştır.



Şekil 3. 3. Tüpe eklenen ethanol-hekzan karışımının vorteks edilişi

3.2.4. Askorbik asit(Vitamin C) ve α -tocopherol (Vitamin E) ölçümü

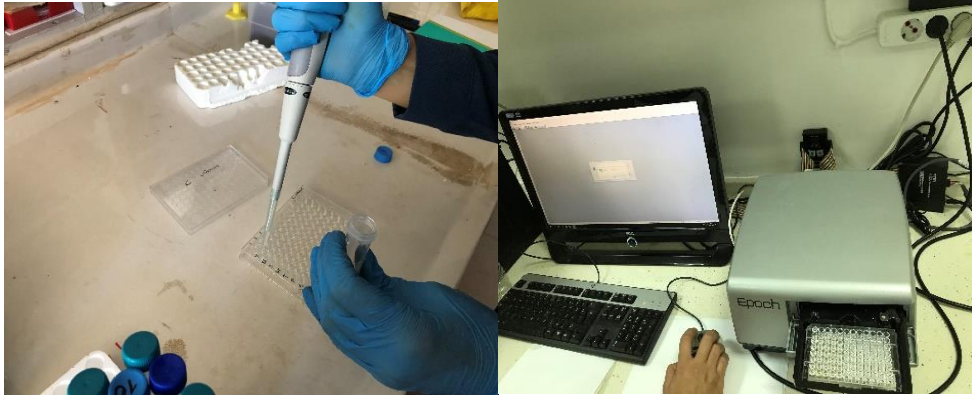
Farklı olgunluktaki kontrol ve infekte edilmiş domates meyveleri (n=5) askorbik asit (vitamin C) için Karakas (2013) metoduna, α -tocopherol (Vitamin E) için ise Petrus ve ark. (2011) tarafından geliştirilen metoda göre ölçümler yapılmıştır.

Vitamin C için, 1 gram domates meyvesi 5 ml oksalik asit içinde homojenize edilmiş, daha sonra karışım 5 dakika süre ile 6000 *g* de santrifüj edilmiştir (Şekil 3.4). Supernatant kısmından alınan 0.5 ml lik karışıma 3.5 ml %1'lik oksalik asit ve 4 ml boya eklenmiştir. Karışım yaklaşık 1 dakika vorteks edildikten sonra 518 nm dalga boyunda oksalik asit ve boya karışımına karşı spektrometrede okunmuştur. Vitamin C çabuk degradasyona uğrayan bir bileşik olduğu için yapılan işlemlerin kısa sürede bitirilmesine dikkat edilmiştir (Şekil 3.5).

Karışımında kullanılan boya maddesinin içeriği: 84 mg NaHCO₃ kaynayan (80-84 °C) 80 ml saf su içinde 100 mg 2,6-dichloro phenol indophenol (2,6-DCPIP) çözüldükten sonra karışım filtreden geçirilmiş ve soğumaya bırakılmış ve 100 ml hacime saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra elde edilen çözeltiden 25 ml alınarak 500 ml'ye tamamlanmıştır. Çözeltinin homojen olması için karışım vorteks edilmiş ve 4 °C'de kullanıma hazır halde karanlık ortamda bekletilmiştir (hazırlanmış olan çözelti buzdolabında bir hafta korunabilir) (Karakaş, 2013).



Şekil 3. 4. Santrifüj cihazı ve ölçüm için kullanımı



Şekil 3. 5. Spektrometre cihazı ve ölçüm için kullanımı

Vitamin E için, 1 g domates meyvesi 5 ml ethanol içinde homojenize edilmiş ve yukarıda belirtildiği gibi santrifuj edildikten sonra 0.5 ml ethanolik ekstrakt alınarak, 10 ml hacmindeki kahverengi şişelere aktarılmış ve üzerine 6 mmol L⁻¹ 4,7-diphenyl-1, 10-phenanthroline solusyonunda 0.5 ml eklenmiş ve solusyon ethanol ile 4 ml'ye seyreltilmiştir. Ortam iyice karıştırıldıktan sonra ethanol içinde taze hazırlanmış 0.5 ml hacminde 1 mmol L⁻¹ FeCl₃ ve tam 15 saniye sonra da 0.5 ml 40 mmol L⁻¹ H₃PO₄ ilave edilmiştir. Karışımın absorbans değeri 534 nm'de okunmuş blank olarak ise renk içermeyen solusyon kullanılmıştır. Standard olarak ise ethanol içinde farklı konsantrasyonlarda hazırlanan α -tocopherol (Vitamin E) kullanılmış yine örnek aşamasında olduğu gibi aynı aşamalardan geçirilerek standard grafik elde edilmiş, sonuçlar her iki vitamin için mg 100 g⁻¹ meyve olarak ifade edilmiştir.

3.2.5. Meyvelerde simpton indeksi

Inkubasyon aşaması sonunda, domates meyvelerinde ilk ölçüm hastalık derecesinin ölçülmesi ile yapıp, Zhao ve ark. (2011)'nin oluşturdukları indeks kullanılmıştır. Buna göre;

- 1= Sağlıklı meyve ve lezyon yok,
- 2=Meyvenin lezyon çapı 1 cm'den küçük ise,
- 3= Lezyon çapı 1 cm'den büyük ise ve çürümüş bölge %20-25 civarında ise,
- 4=Meyve lezyon çapı 1 cm'de büyükse ve çürümüş bölge %25-45 civarında ise,
- 5=Çürümüş bölge % 40'den büyükse,

$$\text{Simptom indeks} = \frac{(1 \times N1) + (2 \times N2) + (3 \times N3) + (4 \times N4) + (5 \times N5)}{(5 \times NT)} \quad (3.2)$$

N1'den N5'e kadarki harflendirme yöntemi ile meyvenin simpton sınıflandırılmasında aldığı sayısal değerleri, var olan katsayılar ise tek tek sınıflandırmaya giren meyvenin sayısını belirtmektedir. NT kullanılan toplam meyve sayısını belirtmektedir. Hastalık belirtisi gösteren bir meyve örneği Şekil 3. 6'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 6. Domates meyvelerindeki hastalık belirtileri

3.2.6. Meyve ağırlığı

Meyvelerin inokulasyon öncesi ilk ağırlıkları ile deneme sonundaki meyvelerin ağırlıkları hassas terazide ölçülmüş ve sonuçlar g/meyve olarak belirtilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3. 7. Domates meyvelerinde enfeksiyon öncesi ve sonrası ağırlık ölçümü

3.2.7. Toplam çözünen katı madde içeriği

Bu çalışma için meyveler ortadan iki eşit parçaya ayrılıp bir parçanın özsuyu çıkarılmış ve meyve özsuyunun Brix değeri refraktometre ile ölçülmüştür. Bunun için meyveden çıkarılan yaklaşık 2 ml özsu filtreden geçirilmiş daha sonra filtreden süzülen solusyon refraktometre üzerine yerleştirilmiş okuması yapılmıştır (Şekil 3.8). Bu çalışma Kurt (2019) metoduna göre yapılmıştır.



Şekil 3. 8. Refraktometre ölçümü

3.2.8. Meyve sertliği

Meyve sertliğinin ölçümü için refraktometre kullanılmıştır. Meyve yapısına uygun olarak belirlenmiş bir uç ile domatese kademeli olarak el yardımı ile basınç

oluşturulmuş, penetrasyonun olduğu anda kaydedilen değer meyve sertliği olarak kabul edilmiştir. Bu ölçümün domateslere uygulaması Şekil 3.9. da gösterilmiştir.



Şekil 3. 9. Penetrometre ölçümü

3.2.9. Lezyon ölçümü

Meyvenin fungus enfekte edilen bölgesinden periyodik olarak lezyon bir cetvel yardımı ile çapı ölçülmüş, değerlere her bir meyve grubu için kaydedilmiştir.

3.2.10. İstatistiksel Analiz

SPSS No. 23 ile varyans analizi (One-way ANOVA) yapılmış, elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan's Multiple Range Test ile analiz edilmiştir. İstatistiksel olarak 0.05 ($p < 0.05$) olan değerler önemli bulunmamıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Bulguları

İnokulasyon öncesi ve sonrası domates meyvesine ait fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ölçülmüş, bu değerler arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Hastalık etmeninin meyve olgunluk döneminin farklı aşamalarında oluşturduğu fizyolojik ve biyokimyasal değişimler ortaya konmuştur. Bu değerler arasındaki korelasyon yani istatistiksel ilişki meyve olgunluk aşamalarında ele alınmış, özellikle dijital yaklaşım olarak ele alınan RGB değerlerinin elde edilen laboratuvar sonuçları ile ne derece uyumlu bulunduğu ve RGB değerlerinden yola çıkarak meyvelerin biyokimyasal verilerinin nasıl değerlendirileceği ele alınmıştır. Aynı zamanda *P. expansum*'un meyvedeki gelişimi ve çoğalması, hastalığın meyvede yaptığı fizyolojik, morfolojik etkilerinin yanı sıra meyve kalitesi üzerine etkileri de araştırılmış ve ıslah ve muhafaza sorunlarında karşılaşılabilecek sorunlara çözüm üretebilmek için bir veri tabanı elde edilmeye çalışılmıştır. Bu veri ışığında RGB değerleri ile biyokimyasal değerlerin kalibrasyonu yapılarak ileriki çalışmalarda dijital olarak meyvelerin kalite değerlerinin hastalıklı ve kontrol gruplarında takip edilmesi planlanmıştır.

Penicillium expansum'un üç farklı olgunluktaki [pembe (P); açık kırmızı (AK); koyu kırmızı (KK)] domates meyvelerinde yapmış olduğu değişimlerin incelenmiş, hastalığın seyri takip edilmiştir.

4.1.1. Meyve görsel değerleri

Meyve ağırlığı

Meyvelerde meydana gelen ağırlık değişimi ilk gün ve enfeksiyon periyodunun sonlandırıldığı 7. günde alınmış, üç farklı olgunluk aşamalarındaki (P, AK, KK) meyve ağırlıkları her iki meyve grubu (kontrol ve enfekte edilmiş meyveler) için

belirlenmiş ve değerler arasındaki fark % olarak ifade edilmiştir, Çizelge 4.1. Buna göre, kontrol grubu meyvelerde % ağırlık kaybı 1 hafta içinde % 2-4 arasında değişirken Pembe (P) olgunluk döneminde yani daha erken safhada görülen kayıp (%2) tam olgunluk dönemi olarak kabul edilen koyu kırmızı (KK) dönemden daha az kayıp (% 4) ile sonuçlanmıştır. Aynı dönemlere ait enfekteli meyvelerin durumu ele alındığında ise *P. expansum* tarafından oluşturulan kayıp belirgin olarak göze çarpmıştır, Çizelge 4.1. Yine P dönemine ait domates meyvelerindeki kayıp (% 3.5) KK dönemi (%7) ile kıyaslandığında oldukça düşük bulunmuştur. Hastalık etmeni ile enfekte edilmiş domates meyveleri olgunluk dönemine girmekle birlikte ciddi ekonomik kayıplara uğramış, hastalık etmeninin hasat edilmiş meyveler üzerinde 1 hafta gibi kısa sürede ekonomik kayıplara yol açabileceği ve inkubasyon süresindeki artış ve/veya olgunluk döneminin ilerlemesi ile birlikte bu kaybın daha da artabileceği görülmüştür. Bu durumun sadece görsel ve fiziksel parametreler ile sınırlı kalmayacağı, biyokimyasal parametreler ile de devam edeceği ve kalite kayıplarına da yansıtacağı görülmüştür. Meyve ağırlığındaki kaybın daha çok lentisellerden kaynaklanan su kaybından ileri geldiği görülmüş ancak enfekteli meyvelerde penetrasyon sonucu oluşan doku parçalanmasının ilavesi ile su kaybının daha da arttığı ve bu durumun artan ağırlık kaybına yol açtığı görülmüştür.

Simptom indeks ve Lezyon ölçümü

Simptom indeks değerleri hesaplanırken Zhao ve ark. (2011) tarafından kullanılan yöntem esas alınmıştır. Buna göre, kontrol grubu meyveleri 1 haftalık muhafaza durumunda herhangi bir simptom göstermemiş, buna karşılık enfekte edilmiş domates meyveleri ise 1 hafta gibi kısa süre içinde hastalık belirtilerini göstermişlerdir. Koyu kırmızı (KK) olgun dönemdeki domates meyveleri en şiddetli hastalık belirtilerini gösterirken, pembe (P) olgunluk dönemindeki meyveler ise daha şiddetli belirti göstermesine rağmen yine de hastalık etmeninin belirtilerini göstermiştir, Çizelge 4.1.

Simptom indeks değerine paralel olarak lezyon ölçümü de yapılmış, meyvelerin kontrol grubunda hastalık ile ilişkili herhangi bir lezyona rastlanmazken, enfekteli

meyvelerin simptom indeks değerlendirilmesinde görüldüğü gibi lezyon çapı artmış, ancak KK döneminde lezyon çapında diğer dönemlere göre daha fazla artış saptanmıştır. Hastalık etmeni *P. expansum*'un meyvelerin olgun olduğu dönemde penetrasyon yapabildiği düşünüldüğünde kolonizasyon ile birlikte lezyon çapının büyüdüğü tespit edilmiştir.

4.1.2. Meyve fizyolojik parametreleri

Meyve sertliği

Kontrol grubu ve inokule edilmiş meyvelerdeki sertlik değerleri hem denemenin başında hem de denemeden 1 hafta sonra ölçülerek meyvelerin ne kadar sertlik kaybı yaşadığı ortaya konmuştur,  izelge 4.2. Penetrometre ile yapılan ölçümler sonucu kontrol grubu meyvelerde P, AK, KK olgunluk dönemlerinde sertlik kaybı % 2-5 arasında değişirken yani olgunluk dönemi arttıkça sağlam meyvelerde çok az sertlik kaybı yaşanırken, enfekte edilmiş meyvelerde bu oran istatistik olarak çok önemli bulunmuştur, $P < 0.05$. Örneğin, P olgunluk döneminde sertlik kaybı % 9 civarında gerçekleşirken KK döneminde yani depolanmış meyvelerin hasat sonrası hastalık etmenleri için en elverişli olduğu dönemde sertlik kaybı % 86 olarak gerçekleşmiştir. Bu durum, simptom indeks ve lezyon çapı ile de teyit edildiği gibi meyvelerdeki ağırlık kaybı ile de kendini göstermiştir. Sertlik kaybının daha çok hastalık etmeninin penetrasyonu sonucu oluşan yerlerden metabolit kaybı sonucu oluştuğu, artan solusyon kaybının meyvelerde iç basıncı ve su potansiyelini düşürdüğü tahmin edilmekte bunun da sertlik kaybı ile kendini gösterdiği değerlendirilmiştir.

Brix (Toplam   z nen madde içeriği (%))

Meyvelerde toplam çözünen madde miktarı her iki grupta da çok fazla değişim göstermemiş, kısmi olarak istatistik olarak önemli olmayan düzeyde Brix değerinde artış kaydedilmiştir,  izelge 4.2. Bu durumun solusyon kaybından ileri gelen konsantrasyon yoğunluğuna bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. 1. *P. expansum* ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin görsel parametreleri

Meyve ağırlığı (g)	Kontrol meyveleri				Enfekte edilmiş meyveler		
	0. gün	7. gün	% kayıp		0. gün	7. gün	% kayıp
P	121 ± 5.0	119 ± 3.2	2 ^a		119 ± 4.0	115 ± 3.8	3.5 ^a
AK	161 ± 4.5	157 ± 4.5	2.5 ^a		162 ± 5.2	156 ± 4.6	4 ^a
KK	183 ± 5.1	176 ± 6.3	4 ^a		150 ± 6.9	140 ± 6.6	7 ^b
Simptom indeks							
P	0	0			0	3.8	
AK	0	0			0	4.2	
KK	0	0			0	4.8	
Lezyon ölçümü (cm)							
P	0	0			0	1.92	
AK	0	0			0	2.06	
KK	0	0			0	3.17	

P: Pembe olgunluk dönemi; AK: Açık kırmızı olgunluk dönemi; KK: Koyu kırmızı olgunluk dönemi; Sonuçlar, ortalama ± Standard hata olarak ifade edilmiştir. Farklı harflendirmeler istatistik olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur

Çizelge 4. 2. *P. expansum* ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin fizyolojik parametreleri

Meyve sertliği (N mm ⁻¹)	Kontrol meyveleri			Enfekte edilmiş meyveler		
	0. gün	7. gün	% kayıp	0. gün	7. gün	% kayıp
P	3.7	3.6	2 ^a	3.5	3.2	9 ^a
AK	3.5	3.4	3 ^a	3.6	2.8	22 ^b
KK	2.8	2.7	5 ^a	3.5	0.5	86 ^c
Toplam çözünen katı madde (%)-Brix değeri						
P	5.0	5.4		5.2	5.3	
AK	5.2	5.3		4.6	4.7	
KK	4.7	4.8		4.3	4.5	

P: Pembe olgunluk dönemi; AK: Açık kırmızı olgunluk dönemi; KK: Koyu kırmızı olgunluk dönemi. Farklı harflendirmeler istatistik olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

4.1.3. Meyve kalite ve renk parametreleri

İnokule edilmiş ve enfeksiyon gelişmiş meyveler ile kontrol grubuna ait domates meyvelerinin 1 haftalık inkubasyon süresinde geçirdiği renk değişimi ile biyokimyasal özellikleri incelenmiştir. Biyokimyasal özelliklerden özellikle kalite parametreleri ele alınmış, vitamin C ve E yanında likopen değerleri belirlenerek renk değişimi ile birlikte geçirdikleri durum incelenmiştir. Renk değişimi önce RGB olarak hesaplanmış daha sonra bu değerler L^* , a^* ve b^* değerlerine dönüştürülmüştür. Buna göre, aynı renk ve büyüklüğe sahip domates meyvelerinin ilk L^* değerleri yani aydınlık (lightness) değerleri hem kontrol hem de enfekteli bitkilerde 80-82 arasında değer alırken, 1 haftalık inkubasyon periyodu sonunda kontrol bitkilerinin L^* değerleri P, AK ve KK olgunluk dönemlerinde 70, 66 ve 67 olarak belirlenmiştir, Çizelge 4.3. Bu durum meyvelerin geçen 1 hafta süre içinde renklerinin koyulaştığını ve domateslerin daha koyu renk alarak olgunlaşmaya doğru gittiğini göstermiştir. Yine diğer renk algıları olarak kabul edilen a^* (yellowness-sarılık) ve b^* (blueness-mavilik) gibi değerlerin ilk aşamada düşük olarak kabul gören 7 ila 3 arasında değerler aldığı göze çarptıkça 1 hafta sonra 12 ila 15 arasında değerler almıştır. Bu durum domates meyvelerinin 1 hafta öncesine göre kısmen parlaklığını kaybettiğini parlaklıkta etkili olan renklerin yellowness ve blueness olarak ifade edilen a^* ve b^* renklerine dönüştüğünü teyit etmektedir. Enfekteli bitkilere gelince durum biraz daha farklı bir hal almış, burada renk değişimi kontrol meyvelerine göre daha hızlı olmuştur. Örneğin, 82 olarak kaydedilen L^* değerleri daha hızlı şekilde renk kaybetmişler ve P, AK ve KK olgunluk dönemlerinde bu değerler 64, 53 ve 54 olarak belirlenmiştir. Dolayısı ile *P. expansum* enfeksiyonu sonucu renk koyulaşması daha hızlı seyretmiştir. Yine, a^* ve b^* değerleri 10 ila 3 arasında değişirken 1 haftalık enfeksiyon sonucu bu değerler 12 ila 15 arasında değişmiştir, Çizelge 4.3. Burada, enfeksiyon sonucu domateslerin renk koyulaşması olarak tespit edilen L^* değerlerinin düşmesinde fungal etmenin rolü değerlendirilmiş, fungal etmenin olgunlaşmaya katkısı tam olarak bilinemesi de, renk değerlerinde düşüşün fungal etmenin domates dokusu üzerinde meydana getirdiği deformasyon ve solusyon kaybından ileri geldiği değerlendirilmiştir. Parlaklık kaybı ile diğer a^* ve b^* değerlerindeki artış üzerinde yine fungal etmenin rolü tam olarak bilinemesi de fungal penetrasyon sonucu dokuda

oluşan kıvrılma ya da penetrasyonun olduğu bölgelerde ışık absorsiyonun artışının a^* ve b^* değerlerindeki artışa neden olabileceği ve 1 haftalık süre içinde oluşan olgunluğun bu değerlerdeki artışa neden olduğu değerlendirilmiştir, Çizelge 4.3.

Aynı parlaklık, şekil ve büyüklüğe sahip domates meyveleri enfeksiyon sonrası hem kontrol hem de enfekte edilmiş meyvelerde biyokimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Bunun için vitamin C ve E yanında domatese kırmızı rengi veren likopen pigmenti ölçülmüş, *P. expansum* ile inokule edilen meyveler ile kontrol grubu meyvelerde biyokimyasal açıdan değişiklik olup olmadığı araştırılmıştır. Süre kısıtlılığı ve kimyasal teminindeki sorunlardan dolayı ilk aşamada herhangi bir ölçüm yapılmamış sadece 1 hafta inkubasyon periyodu sonunda meyvelerin kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Buna göre, vitamin C, E ve likopen değerlerinde benzer artış trendi görülmüş, P ve AK dönemlerinde Vitamin C, E ve likopen değerleri hem enfekte edilen hem de kontrol grubunda çok fazla değişim göstermemiş, değerler arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Ancak KK döneminde kontrol ve enfekte edilmiş meyveler arasında yine istatistik olarak fark bulunmasa bile enfekteli meyvelerde vitamin C, E ve likopen değerleri daha yüksek bulunmuştur, Çizelge 4.4. Örneğin, vitamin C ve E değerleri kontrol grubunda 15- ve 1.01 ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ taze meyvenin ağırlığı) bulunurken, enfekteli grupta 18- ve 1.60 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (taze meyve miktarı) bulunmuştur. Yine likopen değeri de kontrol grubunda 25 ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ taze meyve ağırlığı), inokule edilmiş meyve grubunda 28 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (meyvenin miktarı) bulunmuştur.

Çizelge 4. 3. *P. expansum* ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin dijital olgunluk değerleri

L* a* b* (RGB değerlerinden dönüştürülmüştür)	Kontrol meyveleri						Enfekte edilmiş meyveler					
	0. gün			7. gün			0. gün			7. gün		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
P	82	7	4	70 ^a	12	14	82	10	3	64 ^a	14	15
AK	80	6	5	66 ^a	15	16	82	6	5	53 ^b	12	15
KK	82	7	3	67 ^a	12	15	82	7	5	54 ^b	12	14

P: Pembe olgunluk dönemi; AK: Açık kırmızı olgunluk dönemi; KK: Koyu kırmızı olgunluk dönemi. Farklı harflendirmeler istatistik olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur

Çizelge 4. 4. *P. expansum* ile inokule edilmiş farklı olgunluk dönemlerine ait domates meyvelerinin biyokimyasal parametreleri

Vitamin C (mg 100 g ⁻¹ Taze meyve ağırlığı)	Kontrol meyveleri	Enfekte edilmiş meyveler
P	7. gün 10	7. gün 13
AK	15	17
KK	15	18
Vitamin E (mg 100 g ⁻¹ Taze meyve ağırlığı)		
P	0.75	0.98
AK	1.02	1.10
KK	1.01	1.60
Likopen (mg 100 g ⁻¹ Taze meyve ağırlığı)		
P	18	18
AK	20	21
KK	25	28

P: Pembe olgunluk dönemi; AK: Açık kırmızı olgunluk dönemi; KK: Koyu kırmızı olgunluk dönemi

4. 2. Tartisima

İnkubasyona bırakılan meyvelerde deneme sonunda fungusun meyveler üzerinde 1 hafta gibi kısa sürede ancak hasat edilmiş meyveler için uzunca sayılabilecek bir süre zarfında meyveler üzerinde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açtığı tespit edilmiştir. Bu durum görüntüleme yöntemi ile de teyit edilmiştir. Ancak bu değişimin görsel değişim ile ilişkisi bulunmakla beraber, doğrusal olup olmadığı veya korelasyon seviyesinin ne düzeyde olduğu araştırma konusu olarak yeni bir çalışma konusunu oluşturmuştur. *P. expansum* meyveler üzerinde ağırlık kaybına yol açtığı gibi lezyon çapının artmasına ve dolayısı ile simptom değerlerinin de artmasına neden olmuştur. Fungal etmenin penetrasyonu sonucu oluşan bölgelerde solusyon akıntısının ağırlık kaybını hızlandığı ve lezyonun artmasına neden olduğu görülmüştür. Meyve ağırlık kaybı kontrol grubu meyvelerde de görülmesine rağmen bu durum daha az düzeyde gerçekleşmiştir. Kontrol grubu meyvelerde lentisellerden gaz çıkışı ile su buharının kaybolduğu ve dolayısı ile ağırlık kaybının % 2 ila 4 arasında gerçekleştiği görülürken bu kayıp enfekte edilmiş meyvelerde % 3.5 ila 7 arasında gerçekleşmiştir. Benzer sonuçlar Maneerat ve Hayata (2006) ve Miedes ve Lorences (2006) tarafından da rapor edilmiştir. Yine, Karadaşı (2015) ve Akbulut (2015) benzer bulgulara yer vermiş, fungal penetrasyonun simptom indeks değerini arttırdığı gibi meyve üzerinde fiziksel olarak deformasyonlara ve ağırlık kaybına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Yine, Morales ve ark. (2008) elmalarda lezyon çapının inkubasyon süresi boyunca artarak devam ettiğini ifade etmişlerdir. Lezyon çapındaki artışın fungusun penetrasyonuna devam ettiği ve kolonize olduğu şeklinde yorumlanmıştır. KK dönemindeki fungal etmenin daha hızlı yayılmasının nedeni olgunluk döneminde daha fazla metabolit ve parçalanmaya hazır protein ve/veya karbonhidrat olduğu düşünülmektedir. Ayrıca olgun dönemde fungal etmen için özellikle saprofit patojen olarak kabul edilen *P. expansum* için meyvelerin yüksek oranda vitamin ve renk pigmenti içermesinin de penetrasyonu daha elverişli hale getirdiği düşünülmektedir (Karadaşı, 2015). Benzer sonuçlar, Lai ve ark. (2011) ve Gong ve ark. (2019) tarafından da rapor edilmiştir. Örneğin, Lai ve ark. (2011) *Botrytis cinerea* fungusunun domatesin hasadından sonra meyvede lezyon çapında artışa neden olduğunu ve bunun simptom indeks değerleri ile paralellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Yine, Gharezi ve ark. (2012) ve Karadaşı (2015)

inokule edilen meyvelerde görülen ağırlık kaybının fungal etmenin meyvede solunum reaksiyonunu arttırdığını ve bu durumun enzimatik reaksiyonların da hızlanmasına yol açtığını ve dolayısı ile doku ölümünü ve ağırlık kaybını hızlandığını belirtmişlerdir.

Meyvelerde sertlik derecesine bakıldığında ise enfekte olan meyvelerin sertliğinin istatistik olarak ciddi miktarda azaldığı belirlenmiştir, $P<0.05$. Meyvelerde sertliğin meyve olgunlaşması ile azaldığının görülmesi dış katmanın incelenmesi ve meyve içi turgor basıncının azalması yani solüsyonun azalması ile ortaya çıktığı düşünülmektedir. Burada sadece meyve kabuğunun bütünlüğünün rol oynamadığı aynı zamanda penetrasyon yapılmayan yerlerden de ölçüm yapıldığında sertliğin azaldığı görülmüş, bu durumun ise daha çok fungal etmen tarafından sentezlenen ve meyve içinde dağıldığı düşünülen enzimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin, Guillermo ve ark. (2013) fungal inkubasyon periyodunda meyve sertliğinin azaldığını ve bunun kabuk incelenmesi neticesinde ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Yine, Dor ve ark. (2021) meyve dokularında sertlik kaybının *Penicillium expansum* tarafından sentezlenen hücre duvarını parçalayan enzimler yardımı ile olduğunu ve bu enzimlerin penetrasyon sırasında sentezlendiğini ifade etmişlerdir. Bu aşamada mikotoksin olarak sentezlenen toksinlerin, örneğin, patulin gibi toksinlerin konukçu hücrede nekroza yol açtığını ifade etmişlerdir. Yine, Farian ve ark. (2020) hidrolitik enzimlerin fungal penetrasyonu hızlandığını rapor etmişlerdir.

Toplam çözünen katı madde içeriği yani brix değeri hem kontrol hem de inokule edilmiş meyvelerde istatistik olarak önemli olmasa bile artış trendi göstermiştir. Bunun temel nedenlerinden birinin inkubasyon süresi ile meyve içinde bulunan temel bileşenlerin parçalanması ve katı maddelerin çözünmesi sonucu solusyon içeriğindeki glukoz miktarının solusyon içinde konsantrasyon artışı olarak değerlendirilmiştir. Kademeli olgunluk ile çözünen madde miktarında doğrusal artış görülmese de çözünen madde miktarına enfeksiyonun da katkısı olabileceği düşünülmüştür. Bu durum solusyon kaybı ile de kendini göstermiştir. Örneğin, Luo ve ark. (2019) domateslerin muhafaza süresi ile toplam çözünen madde miktarının arttığını, *Penicillium expansum* ile muhafaza edilmiş meyvelerde ise bu durumun daha belirgin bir hal olduğunu belirtmişlerdir. Yine, meyve sertliğinin de aynı trendi negatif yönde göstererek azaldığını ifade etmişlerdir.

Domates meyvelerinin inkubasyonu sırasında hem kontrol grubunda hem de enfekteli gruplarda sentezlenen vitamin, toplam çözünen madde ve likopen gibi metabolitler de incelenmiş, domatesteki olgunluk döneminin artması ile bu metabolitlerde

de artış trendi görülmüştür. Her iki grupta da artış görülmekle beraber enfekte edilmiş meyvelerde istatistik olarak önemli bulunmasa da artış biraz daha fazla bulunmuştur. Enfekte edilmiş domates meyvelerindeki vitamin ve likopen miktarındaki artışın fungal etmenin yol açtığı enzimsel degradasyona ve kolonizasyona bağlı olarak arttığı düşünülmektedir. Örneğin, Karadaşlı (2015) domates meyvesinin enfeksiyon sonucu bozulma sürecinde bazı metabolitlerin arttığını belirlemiştir. Özellikle savunma mekanizması olarak ortaya çıkan ve yüksek konsantrasyonu toksik etkiye sahip olan fenol bileşikleri ve antosiyanin sentezi fungal etmenin kolonizasyonunu bloke etmek için kullanılan metabolitlerdir. Fakat, bununla birlikte, vitamin C, E ve likopen gibi metabolitlerin sentezi ise hem kalite parametrelerini arttırmakta hem de meyvelerin savunma reaksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır (Karakaş, 2013). Bu metabolitlerin konsantrasyonu meyvelerin raf ömrünü uzattığı gibi kalite değerlerini de etkilemektedir. İnokule edilmiş meyvelerde bu konsantrasyon artışına hastalık etmenin neden olduğu düşünülmektedir, inkubasyon periyodunun uzaması ile kalite değerlerinin de değişeceği öngörülmektedir.

Bizim çalışmamızda vitamin C ve E değerleri üç ayrı olgunluk dönemi ele alındığında (P, AK ve KK), artan olgunluk ile birlikte vitamin C, E ve likopen miktarında artış tespit edilmiştir, $P<0.05$. Ancak enfekteli meyveler ile kontrol grubu arasında istatistik anlamda ciddi bir fark tespit edilmemiştir, $P>0.05$. Luo ve ark. (2018) artan muhafaza süresinin domatesta vitamin kaybına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında 4 ay gibi uzunca sayılacak bir muhafaza süresi kullandıkları için hem kontrol hem de enfeksiyon grubunda vitamin miktarında azalmayı daha net olarak belirlemişlerdir. Luo ve ark. (2019) ilk 1 hafta içinde herhangi bir kalite kaybına hem kontrol hem de enfekteli meyve grubunda rastlamamışlardır. Yine bu dönem içinde titretile asit miktarında da azalma görmüşler, domateslerin daha asidik bir yapı aldığını belirlemişlerdir. *Penicillium expansum* enfeksiyonun ve diğer fungal etmenlerin de penetrasyon aşamasında dokuları asidik yaptığı bilinmektedir. Bu durum hem patojen penetrasyonunu hızlandırmakta hem de meyvelerin kalite parametrelerini bozmaktadır.

Renk değişimi yani chroma daha önce ifade edildiği gibi fizyolojik ve morfolojik değişikliklerin yanında biyokimyasal değişiklikleri de beraberinde getirmektedir. Bu durumun iyi korele edilmesi durumunda kalite kaybı veya kalite parametreleri daha hızlı ve etkili bir biçimde tespit edilebilecektir. Örneğin, Tilahun ve ark. (2018) domatesta

likopen ve β -karoten miktarının taşınabilir chroma metre ve VIS/NIR spektro ile ölçüldüğünde uyumlu ilişki bulduklarını rapor etmişlerdir. Domatese dokunmadan uzaktan karotenoid ölçümünün hem hızlı hem de ucuz olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu başarı alt yapısı cep telefonu ile oluşturulmuş, ölçümlerin gün ışığının kırılma derecesi ile kalibrasyonu yapıldıktan sonra daha doğru sonuçlar alınabileceği görülmüştür.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Küresel ve bölgesel olarak kaydedilen hızlı nüfus artışı ve buna paralel olarak aynı hızda artış sağlanamayan gıda ve ürün artışı insan nüfusunu beslemekte zorlanacak ve kıtlık kaçınılmaz bir potansiyel tehlike olarak yer alacaktır. Bu gibi koşullar altında hastalık etmenlerinin ve gıda kalitesinin çok hızlı olarak tespit edilmesi ve ürünlerdeki artış için yeni yöntemlerin bulunması zorunluluk arz etmektedir. Özellikle dijital yöntemlerin ki bu yöntemler arasında meyvelerde renk değişimini iyi algılayan bilgisayar sistemleri ile görünüme sistemlerinin uyumlu bir mantık içinde sunulması yer almaktadır. Arzu edilen hızlı teşhis ve kalite parametrelerini sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Özellikle, dijital renk işlemleri ile meyvelerin olgunluk durumunu ortaya koymak mümkün olurken bu yaklaşımın meyve kalite parametreleri ile de korelasyonu ortaya koymaya çalışılmıştır. Fakat inkubasyon süresinin kısa olması ve üç farklı dönem olgunluk aşaması ile korelasyonun olabileceği ve bunun pozitif olarak tespit edilebileceği öngörülmüştür. Bu çalışma, *P. expansum* gibi saprofit özelliğe sahip patojen fungusların kısa inkubasyon sürelerinde bile meyvelerin kalite ve kantite değerlerini olumsuz olarak etkilediğini ve insan sağlığına yararları olabilecek vitamin ve metabolitlerin konsantrasyonlarını değiştirebileceğini ortaya koymuştur. Meyvelerin fiziksel parametreleri olumsuz yönde etkilendiği gibi, toplam çözünen madde ve meyve sertliği gibi fizyolojik ve morfolojik değerleri de etkilenmiştir. Meyve biyokimyasal değerlerinde kısa sürede meydana gelen değişikliğin enfeksiyon kaynaklı olup olmadığı bilinmemekle birlikte, KK döneminde enfeksiyon sonrası fenol ve titratable asit oranlarının değiştiği göz önüne alındığında burada oluşan biyokimyasal değişikliğin hastalık kaynaklı olabileceği değerlendirilmiştir. Ancak bu etkinin ne kadar olacağının değerlendirilmesi için daha uzun süreli inkubasyon periyoduna ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecek çalışmalarda domatesin farklı döneminin yani 10 farklı olgunlaşma döneminin kontrol ve enfeksiyon koşullarında daha uzun süren enfeksiyon periyodunda değerlendirilmesi yerinde olacaktır. Ancak, chroma yani renk değerlerinin 1 hafta içinde nasıl değiştiği görülmüş ve fungal etmenin katkısı ortaya konmuştur. Renk değişiminin kalite parametreleri üzerinde de değişime neden olduğu istatistik olarak tespit edilememiş olsa da renk değişimi ile diğer biyokimyasal parametreler arasında bir ilişki olabileceği ve bu durumun dijital olarak takip

edilebileceği anlaşılmıştır. Hastalık etmenin 1 hafta süre içinde vitamin ve renk değerlerini modifiye edemediği ancak inkubasyon süresinin uzaması ile birlikte bu değişimin de net olarak ortaya çıkacağı görülmüştür. Çalışma aşamasında süre sorunu ve diğer kimyasallar için ayrılan bütçenin bütün bu çalışmaları tamamlamak için yeterli olmayacağı görüldüğünden çalışma biyokimyasal parametreler ve renk değerleri ile sınırlandırılmıştır.

Renk değerleri ile gruplar arasında kıyaslama yapıldığında oldukça hassas sonuçlara ulaşılmış, domates meyvelerinin olgunluk ile birlikte her üç olgunlaşma dönemi göz önüne alındığında hem hasatalık hem de kontrol gruplarında RGB değerlerinden hesaplanarak oluşturulan L^* , a^* ve b^* değerlerinde değişim gözlenmiştir. Inkubasyon süresi boyunca bu değerlerde özellikle parlaklığı temsil eden L^* değerinde azalma görülmüş, bu durum enfekte edilmiş meyvelerde daha belirgin olarak görülmüş ve istatistik anlamda önemli bulunmuştur, $P<0.05$. Diğer a^* ve b^* değerlerinde koyulaşmayı yani yaşlılığı temsil eden değerler olarak göze çarmış, bu değerlerde de artış görülmüştür. Bu değerlerin meyvelerin sertlik, toplam çözünen madde, vitamin ve likopen içerikleri ile korelasyonu yeterli süre ve daha fazla çeşitli veri olmamasından dolayı yapılmamış ancak gelecek çalışmalar içinde daha fazla olgunluk dönemleri ve daha uzun inkubasyon periyotları içinde değerlendirilmesi önerilmiştir. Çünkü renk değişiminin dijital olarak tespit edilmesi birçok fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal değişikliği de beraberinde getirdiği için hızlı bir test olarak değerlendirilmiş ve bu çalışma ile bir veri tabanı ve yaklaşım oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- ABAY, U., 2017. *Penicillium expansum* Fungusunun Farklı Sıcaklıktaki Enfeksiyon Şiddeti Ve Hastalık Gelişiminin Fizyolojik Ve Biyokimyasal Olarak İncelenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 52s.
- ABUSHITA, A. A., HEBISHI, E. A., DAOOD, H. G. and BIACS, P. A., 1997. Determination Of Antioxidant Vitamins In Tomatoes. Food Chemistry, 60(2): 207-212.
- AJAYI, A. A. and OLASEHINDE, I. G., 2009. Studies On The Ph And Protein Content Of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) Fruits Deteriorated By *Aspergillus niger*. Scientific Research And Essay, 4 (3): 185-187.
- AKBULUT, A., 2015. Farklı Salisilik Asit Dozlarının Hasat Sonrası Domates Meyvelerinde *Penicillium expansum*'un Gelişimi Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 64s.
- ALI, M., CHENG, J. and SUN, D., 2021. Effects Of Dielectric Barrier Discharge Cold Plasma Treatments On Degradation Of Anilazine Fungicide And Quality Of Tomatotuice. International Journal Of Food Science And Technology, 56(1): 69-75.
- BARRETT, D. M. and ANTHON, G., 2001. Lycopene Content Of California-Grown Tomato Varieties. Acta Hort., 542(542): 165-173.
- BATU, A. 1998. Some Factors Affecting On Determination And Measurement Of Tomato Firmness. Turk J. Agric. For., 22: 411-418.
- BATU, A. 2004. Determination Of Acceptable Firmness And Colour Values Of Tomatoes. J. Food Eng., 61(3): 471-475.
- BORA, C. G., LIN, D., BHATTACHARYA, P., BALI, K. S. and PATHAK, R. (2015). Application Of Bio-Image Analysis For Classification Of Different Ripening Stages Of Banana. Journal Of Agricultural Science, 7(2): 1916-9752.
- CHUN, YI., JOHN SHI, S., JUN XUE, Y. and JIANG DONG, LI., 2009. Effects of Supercritical Fluid Extraction Parameters on Lycopene Yield and Antioxidant Activity. Food Chem., 113(4):1088-1094.
- CONVERT Rgb to Lab, 2019. (<http://colormine.org/convert/rgb-to-lab>).
- COX, S.E., STUSHNOFF, C. and SAMPSON, D.A., 2003. Relationship Of Fruit Color And Light Exposure To Lycopene Content And Antioxidant Properties Of Tomato. Canadian Journal Of Plant Science, 83: 913-919.
- DAVIES, J.N. and HOBSON, G.E., 1981. The Constituents Of Tomato Fruit, The Influence Of Environment, Nutrition And Ggenotype. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 15(3): 205-280.
- DEMİRAY, E., 2009. Kurutma İşleminde Domatesin Likopen, Askorbik Asit Ve Renk Değişimin Kinetiğinin Belirlenmesi. Pamuk Kale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 113s.
- DOR, S., PRUSKY, D. and AFRIAT-JURNOU, L., 2021. Bacterial Quorum-Quenching Lactonase Hydrolyzes Fungal Mycotoxin And Reduces Pathogenicity Of *Penicillium expansum*—Suggesting a Mechanism of Bacterial Antagonism. Journal of Fungi, 7(10): 826.

- DUBEY, S. R. and JALAL, A. S., 2016. Apple Disease Classification Using Color, Texture And Shape Features From Images, Signal, Image And Video Processing, 10(5): 819-826.
- DURMUŞ, M., YETGİN, Ö., ABED, M.M., HAJI, E.K. ve AKÇAY, K., 2018. Domates Bitkisi, Besin İçeriği Ve Sağlık Açısından Değerlendirmesi. International Journal Of Life Sciences And Biotechnology, 1(2): 59-74.
- EDAN, Y., PASTERNAK, H., SHMULEVICH, I. and FALLİK, D., 1997. Colour and Firmness Classification Of Fresh Market Tomatoes. J. Food Sci., 62(4): 793-796.
- ERCAN, N., 2016. Domates Meyvesinin Büyüme Ve Olgunlaşması Sırasında Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler. Narenciye Ve Seracılık Araştırma Enstitüsü, 19(1).
- ERGE, H.S., 2007. Domateste (*Lycopersicum esculentum*) Karotenoid Madde Dağılımı Ve Antioksidan Aktivite. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 91s.
- FAO, Statistical Database (FAOSTAT), 2010. Statistics On Agriculture, (Online) (<http://faostat.fao.org/>).
- FARIAN, E., CHOLEWA, G., CHOLEWA, A., MATCZUK, M. and WÓJCIK-FATLA, A., 2020. The Effect Of Fruit On The Extracellular Enzyme Profiles Of Fungi. Ann Agric Environ Med., 27(4): 562-567.
- GHAREZI, M., JOSHI, N. and SADEGHIAN, E., 2012. Effect Of Post Harvest Treatment On Stored Cherry Tomatoes. Nutr Food Sci, 2 (8): 86-92.
- GIOVANELLI, G., LAVELLI, V., PERI, C. and NOBILI, S., 1999. Variation In Antioxidant Components Of Tomato During Vine And Post-Harvest Ripening. Journal Of Science Of Food And Agriculture, 79(2): 1583– 1588.
- GONG, D., BI, YA., YONGCAI, L., ZONG, Y., HAN, Y. and PRUSKY, D., 2019. Both *Penicillium expansum* and *Trichothecium roseum* Infections Promote The Ripening Of Apples And Release Specific Volatile Compounds. Frontiers in Plant Science, Vol:10, p.338.
- GUILLERMO, N., JESSICA, C., JUAN, A., HUMBERTO, H. and ALEJANDRO, I., 2013. Physicochemical Parameters For Obtaining Prediction Models In The Postharvest Quality Of Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.). Transactions on Machine Learning and Data Mining, 6(2):81-91.
- GÜL, E.N., ÖZGÖZ, E. ve ALTUNTAŞ, E., 2020. Domates Meyvelerinin Fiziksel, Mekanik Ve Kimyasal Özelliklerine Olgunluk Dönemi Ve Muhafaza Sürelerinin Etkileri. Turkish Journal Of Agricultural Engineering Research, 1(1): 12-28.
- HERNANDEZ V., HELLIN P., FENOLL J. and FLORES P., 2015. Increased Temperature Produces Changes In The Bioactive Composition Of Tomato, Depending On Its Developmental Stage. American, 63(9): 2378-2382.
- HOBSON, G.E. and DAVIES, J.N., 1971. The Tomato, In The Biochemistry Of Fruits And Their Products, Vol 2, Hulme, A.C. Ed., Academic Press, London, 437-482.
- HOBSON, G.E., ADAMS, P. and DIXON, T.J., 1983. Assessing The Colour Of Tomato Fruit During Ripening. J. Sci. Food Agric., 34(3): 286-292.
- HOPANCI, D. ve RÜÇHAN, U., 2012. Likopen Ve Kanser. Türk Onkoloji Dergisi, 27(2): 93-97.

- IMRAN, M., GHORAT, F., REHMAN, H. and ASLAM, F., 2020. Lycopene As An Natural Antiooxidant Used To Prevent Human Health Disorders, 9(8): 706.
- JANISIEWICZ, W.J., 1998. Biocontrol Of Postharvest Diseases Of Temperate Fruits: Challenges And Opportunities. In: Plant-Microbe Interactions And Biological Control. Eds: J. Boland And L.D. Kuykendall, Mercel-Dekker, Inc, New York. 171-189.
- KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS M.A. and ALBRINGT-HOLTON, M., 1978. Amino Acid Composition And Flavour Of Fresh Market Tomatoes As Influenced By Fruit Ripeness When Harvested. J. Am. Soc. Hort. Sci., 103:541-544.
- KARABACAK, H., 2007. Bitki Yüzey Artığı Kaplama Oranının Görüntü İşleme Tekniğiyle Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 75s.
- KARADAŞ, F. ve ÇÖTELİ, E., 2016. Kırmızı Ve Koyu Kırmızı Bazı Meyvelerde A, E Vitamin, Beta Karoten Ve Likopen Miktarının Araştırılması. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 6(2016): 61-66.
- KARADAŞLI, A., 2015. Hasat Sonrası Domates Meyvelerinin *Penicillium Expansum* Fungusunun Yol Açtığı Fizyolojik Ve Biyokimyasal Değişimlerin İncelenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 70s.
- KARAKAŞ, S., 2013. Farklı Tuz Seviyelerindeki Topraklarda Yetiştirilen Domatesin Gelişimi Ve Bazı Fizyolojik Özellikleri İle Toprak İyileştirilmesi Üzerine Arkadaş Bitkilerin Etkileri. Harran Üniveritesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 343s.
- KASAMPOLIS, D.S., TOUVOLTZIS, P. and SIOMONS, A.S., 2020. Chlorophyll Flurescene, Non-Photachemical Guenching And Light Harvesting Complex As Alternatives To Color Measurement, İn Classifying Tomato Fruit According To Their Maturity Stage At Harvest And İn Manitoring Pastharvest Ripening During Storage. 161s.
- KERKHOF, N.S., LISTER, C.E. and SAVAGE, G.P., 2005. Change In Colour And Antioxidant Content Of Tomato Cultivars Following Forced-Air Drying. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60: 117-121.
- KESKİN, G. ve GÜL, U., 2004. Domates. Tarımsal Ekonomi Arastırma Enstitüsü, *T.E.A.E. Bakış*, 5: (13) 1-4.
- KÖK, D., 2011. Deneysel Diyabet Oluşturulan Ratların Böbrek Dokusu Oksidan Ve Antioksidan Durumu Üzerine Likopenin Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Van, 85s.
- LAI, T. F., LI, B. Q., QIN, G. Z. and TIAN, S. P., 2011. Oxidative Damage İnvolves İn The İnhibitory Effect Of Nitric Oxide On Spore Germination Of *Penicillium expansum*. *Curr. Microbiol*, 62(1): 229–234.
- LEVY, J., BOSİN, E. and FELDMAN, B., 1995. Lycopene İs A More Potent İnhibitory Of Human Cancer Cell Proliferation Than Either Alpha-Carotene Or Beta-Caroten. *Nutr Cancer*, 24(3): 257–266.
- LIU, J., TIAN, S., MENG, X. and XU, Y., 2007. Effects Of Chitosan On Control Of Postharvest Diseases And Physiological Responses Of Tomato Fruit. *Postharvest Biology And Technology*, 44(3): 300-306.
- LOPEZ CAMELO, A.F. and GOMEZ, P.A., 2004. Comparison Of Color İndexes For Tomato Ripening. *Hortic. Bras*, 22(3): 534-537.

- LUO, A., BAI, J., LI, R., FANG, Y., LI, L., WANG, D. and KOU, L., 2019. Effects Of Ozone Treatment On The Quality Of Kiwifruit During Postharvest Storage Affected by *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*. *Journal Of Phytopathology*, 167(7-8): 470-478.
- MANEERAT, C. and HAYATA, Y., 2006. Antifungal Activity Of TiO_2 Photocatalysis Against *Penicillium expansum* In Vitro And In Fruit Tests. *International Journal Of Food Microbiology*, 107(2): 99 – 103.
- MCCOLLUM, J.P., 1955 . Distrubition Of Carotenoids In The Tomato. *Food Res.*, 20(1): 55-59.
- MIRAHMADI, M., AZIMI-HASHEMI, S., SABURI, E., KAMALI, H., PISHBIN, M. and HADIZADEM, F., 2020. Potential Inhibitory Effect Of Lycopene On Prostate Cancer, 129: 110-459.
- MITCHAM, B., CANTWELL, M. and KADER, A., 1996. Methods For Determining Quality Of Fresh Commodities. *Perishables. Handling Newsletter Issue No. 85*, ISSN: 0194-4096.
- MOCO, S., CAPANOĞLU, E., TUKINOV, Y., BINO, R., BOYACIOĞLU, D., HALL, R.D., VERVOORT, J. and De VOS, R., 2007. Tissue Specialization At The Metabolite Level Is Perceived During The Development Of Tomato Fruit. *Journal Of Experimental Botany*, 58 (15-16): 4131-4146.
- MORALES, H., SHANCHIS, V. and MARIN, S., 2008. Inoculum Size And Intraspecific Interactions Affects *Penicillium expansum* Growth And Patulin Accumulation In Apples. *Food Microbiology*, 25:378–385.
- MOUSAVI, S. M. H. , 2018. A New Way To Age Estimation For Rgb-D Images, Based On A New Face Detection And Extraction Method For Depth Images. *International Journal Of Image, Graphics And Signal Processing*, 10(11): 10-18.
- MOUSAVI, S. M. H., 2018. A New Way To Age Estimation For RGB-D Images, Based On A New Face Dtection And Extraction Methad For Depth Images. Ali Sina Üniversitesi. Depertment Of Computer Engineering, Homadan, Iran.
- NEUMAN M.R, SAPIRSTEIN, H.D., SHWEDYK, E. and W. BUSHUK, 2009. Wheat Grain Colour Analysis By Digital Image Processing I.Methodology. *Journal Of Cereal Science*, 10(3): 175-182.
- NORRISH, A.E., JACKSON, R.T., SHARPE, S.J. and SKEAFF, C.M., 2000. Prostate Cancer And Dietary Carotenoids. *American Journal Of Epidemiol.*, 151(2): 119–123.
- O’KENNEDY, N., CROSBIE, L., WHELAN, S., LUTHER, V, HORGAN, G., BROM, J.I., WEBB, D.J. and DUTTARROY, A.K., 2006. Effects Of Tomato Extract On Platelet Function: A Double-Blinded Crossover Study In Healthy Humans. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 84(3): 561-569.
- OMONI, A.O. and ALUKA, R.E., 2005. The Anti-Carcinogenic And Anti-Atherogenic Effects Of Lycopene A Review. *Trends In Food Science & Technology*, 16(8): 344-350.
- PERALTA, I.E. and SPOONER, D.M., 2005. Morphological Characterization And Relationships Of Wild Tomatoes. (*Solanum* L. section *Lycopersicon*). *Monographs In Systematic Botany From The Missouri Botanical Garden*, 104(2005): 227-257.

- PERIAGO, M.J., ALONSA, J.G., JACOB, K., OLÍVARES, A.B., BERNAL, M.J., INIESTA, M.D., MARTINEZ, C. and ROS, G., 2009. Bioactive Compounds. Folates And Antioxidant Properties Of Tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) During Vine Ripening. *International Journal Of Food Sciences And Nutrition*, 60(8): 694-708.
- PERNICE, R., PARISA, M., GIORDANO, I., PENTANGELO, A., GRAZIANI, G., GALLO, M., FOGLIANO, V. and RITIENI, A., 2010. Antioxidants Profile Of Small Tomato Fruits: Effect Of Irrigation And Industrial Process. *Scientia Horticulturae*, 126, 156-163.
- PETRA-TURZA, M., 1987. Flavor Of Tomato And Tomato Products. *Food Rev. Int.* 2, (3):309-351.
- PETRIC, T., KIFERLE, C., PERARA, P. and GANZAL, S., 2018. Optimizing Shelf Life Conditions For Anthocyanin-Rich Tomatoes. *Physics Symposium* Edited By I.M.Joni Et Al. AIP Conf. Proceedings 1554, American Institute Of Physics, Melville, NY, 2013. Pp. 210-213.
- PETRUS, A.J.A., BHUVANESHWARI, N. and ALAIN, J.A.L., 2011. Antioxidative Constitution of *Mukia maderaspatana* (Linn.) M. Roem. leaves. *Indian Journals of Natural Products and Resources*, 2(1): 34-43.
- RADZEVICIUS, A., KARKLELIENE, R., VISKELIS, P., BOBINAS, C., BOBINAITE, R. and SAKALAIUSKIENE, S., 2009. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Fruit Quality And Physiological Parameters At Different Ripening Stages Of; Lithuanian Cultivars. *Agronomy Research*, 7(Special issue II): 712-718.
- RODRIGUEZ, G. R., MYSENKOO, J.B., ROBBINS M.D., MOREJON, H.N., FRANCIS, D. M. and KNAAP, E.V., 2010. Tomato Analyzer: A Useful Software Application To Collect Accurate And Detailed Morphological And Colorimetric Data From Two-Dimensional Objects. *Departmen Of Harticulture And Crop Sciense, The Chio State Üniversty*, 16(37): 1856.
- SAINI, R., RENGASAMY K., MAHOMOODALLY F. and KEUM Y., 2020. Protective Effects Of Lycopene In Cancer, Cardiavascular, And Neurodegenerativediseases: An Update On Epidemiological And Mechanistic Perspectives. 155s.
- SCHUURMAN, A.G., GOLDBOHM, R.A. and DORANT, E., 1998. Vegetable And Fruit Consumption And Prostate Cancer Risk: A Cohort Study In The Netherlands”, *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 7(8): 673–680.
- SEYBOLD, C., FROHLICH, K., BITSCH, R., OTTO, K. and BOHM, V., 2004. Changes In Contents Of Carotenoids And Vitamin E During Tomato Processing. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 52(23): 7005-7010.
- SHAHIDI, F. and NACZK, M., 1995. Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications. Technomic Pub., Pa, USA, 8(2): 200-218.
- SHAHİN M. A., TOLLNER E. W., MCCLENDON R. W. and ARABNİA H. R. (2002). Apple Classification Based On Surface Bruises Using Image Processing And Neural, 45(5): 1619-1627.
- SHARMA S.K. and LE MAGUER M. (1996) Kinetics Of Lycopene Degradation In Tomato Pulp Solids Under Different Processing And Storage Canditions. *Food Research International*, 29 (3-4): 309-315.

- SHIBGHATALLAH, M.A.H., S.N. KHOTIMAH, S. and SUHANDONO, S., VİRİDİ and T. KESUMA., 2013. Measuring Leaf Chlorophyll Concentration From Its Color. In "Padjajaran Int., 1554(1): 210-213.
- SOFU, M.M., Er, O., KAYACAN, M.C. ve ÇETİŞLİ, B., 2013. Elmaların Görüntü İşleme Tekniği İle Sınıflandırılması Ve Leke Tespiti. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(1): 12-25.
- SÖNMEZ, K. ve ELLİELTİOĞLU, Ş., 2014. Domates, Karotenoidler Ve Bunları Etkileyen Faktörler Üzerine Bir İnceleme. Ankara Üniversitesi. Ankara, 31(2): 107-130.
- STAHL, W. and SIES, H., 2003. Antioxidant Activity Of Carotenoids. Molecular Aspects Of Medicine, 24(2003): 345-351.
- STEVENS, M.A. and RICK, C.M., 1986. Genetics And Breeding. In The Tomato Crop. ATHERTON, J.G. and RUDİCH, J. ED., Chapman and Hall, New York, 35-110.
- ŞENİZ, V., 1992. Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, İstanbul, 174s.
- THOMPSON, K.A., MARSHALL, M.R. SİMS, C.A., WEİ, C.I., SARGENT, S.A. and SCOTT, J.W., 2000. Cultivar, Maturity And Heat Treatment On Lycopene Content In Tomatoes. Journal of Food Science, 65(5): 791-795.
- TIJSKENS, L.M.M. and R.G. EVELO., 1994. Modelling Colour Of Tomatoes During Postharvest Storage. Postharvest Biol. Technol., 4(1-2): 85-98.
- TILAHUN, S., SEO, M. H., HWANG, I. G., KIM, S. H., CHOI, H. R. and JEONG, C. S., 2018. Prediction Of Lycopene And B-Carotene In Tomatoes By Portable Chroma-Meter And VIS/NIR Spectra. Postharvest Biology And Technology, 136(3): 50-56.
- UÇURUM H.Ö., 2012. Organik Ve Konveksiyonel Yöntemlerle Yetiştirilmiş Taze Ve Dondurulmuş Domateslerde Kalıntı Miktarları Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Doktora Tezi, Tekirdağ, 74-125s.
- USDA, 1976. United State Standars for Grade of Fresh Tomatoes. US Dept. Agric., Mktg., ser., Washington D.C., pp.10.
- VARGA, A. and BRUINSMA, J., 1986. Tomato, In Handbook Of Fruit Set And Development. Monselise S.P.Ed CRC Press, Boca Raton, 461-480s.
- WU, T. and ABBOTT, J., 2002. Firmness And Force Relaxation Characteristics Of Tomatoes Stored İntact Or As Slices. Postharvest Biol. Technol, 24(2002): 59-68.
- YI, C., SHİ, J., XUE, S. J., JIANG, Y. and LI, D., 2009. Effects Of Supercritical Fluid Extraction Parameters On Lycopene Yield And Antioxidant Activity, Food Chemistry, 113(4): 1088-1094;
- YILMAZ İ., 2002. Renk Sistemleri, Renk Uzayları Ve Dönüşümler. Selçuk Üniversitesi Jeodezi Ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 6-8 Ekim, cilt 1,Konya, 340-350s.
- ZHAO, Y, WANG, R., TIU, K. and LIU, K., 2011. Efficacy Of Preharvest Spraying With *Pichia Guilliermndii* On Postharvest Decay And Guality Of Cherry Tomato Fruit During Storage. African Journal Of Biotechnology, 10(47):9613-9622.