

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI ULTRASES UYGULAMALARININ
DOMATESTE (*Solanum lycopersicum* L.) MUHAFAZA VE
OLGUNLAŞMA ÜZERİNE ETKİLERİ

SEMRA KOŞUMCU

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI ULTRASES UYGULAMALARININ
DOMATESTE (*Solanum lycopersicum L.*) MUHAFAZA VE
OLGUNLAŞMA ÜZERİNE ETKİLERİ

SEMRA KOŞUMCU

Doç.Dr.Mehmet Ufuk KASIM
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç.Dr.Melekber SÜLÜŞOĞLU DURUL
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Mustafa SAKALDAŞ
Jüri Üyesi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi



Tezin Savunulduğu Tarih: 10.07.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ultrases uygulamalarının son yıllarda hasat sonrası büyük ekonomik kayıplara neden olan ürün kayıplarının azaltılması amacıyla, yaş meyve ve sebze muhafazasında kullanımı araştırılmaktadır. Domates dünyada en fazla üretimi yapılan sebze türüdür. Bununla birlikte domates meyvelerinde hasat sonrası dönemde ultrases ile ilgili çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan bu çalışmada farklı sürelerde (5, 10, 20 dakika) su içerisinde ultrases uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ultrases uygulamalarının Swenson çeşidi domates meyvelerinde hasat sonrası biyokimyasal bileşenler ile genel meyve kalitesine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Yüksek Lisans Tez çalışmamın planlanması, araştırılması ve yürütülmesi aşamalarında ilgi ve desteklerini esirgemeyen, kıymetli zamanlarını, engin bilgi ve tecrübelerini sabırla paylaşan, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığı altında şekillendiren, saygıdeğer danışman hocam; Doç. Dr. Mehmet Ufuk KASIM'a, denemenin yürütülmesi aşamasında desteklerini esirgemeyen, Sayın Prof. Dr. Rezzan KASIM hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın yürütülmesi ve laboratuvar aşamasında yardımlarını eksik etmeyen yüksek lisans arkadaşlarım Kübra YAŞAR, Feridun YILMAZ, Vedat YILMAZ ve Gülfem HANGİŞİ arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Son olarak çalışmamda desteğini ve hayatıma kattığı değeri asla unutmayacağım, kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum Sayın Körfez Kaymakamı Dr. Hasan Hüseyin CAN'a, beni büyüten, bana olan güvenini benden esirgemeyen, fedakârlıklarla bu günlere gelmeye vesile olan, babam Siyami KAYALAR ve üç yıldır özlemimi duyduğum annem Emine KAYALAR'a, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan eşim Vecdi KOŞUMCU ve çocuklarım Sevim, Sedanur ve Seçkin KOŞUMCU'ya çok teşekkür ederim.

Haziran-2019

Semra KOŞUMCU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	x
GİRİŞ	1
1. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
1.1. Ultrases ve Hasat Sonrası Ultrases Konusunda Yapılan Çalışmalar	5
1.2. Domates Muhafazası Konusunda Yapılan Çalışmalar	10
2. MATERYAL VE YÖNTEM	12
2.1. Materyal	12
2.1.1. Bitkisel materyal	12
2.1.2. Ultrases uygulama cihazı	13
2.2. Yöntem.....	13
2.2.1. Ultrases uygulamaları.....	13
2.2.2. Ambalajlama ve depolama.....	14
2.3. Ölçüm ve Gözlemler	14
2.3.1. Ağırlık kaybı	15
2.3.2. Meyve eti sertliği.....	15
2.3.3. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı	16
2.3.4. Elektrolit (Potasyum iyon) sızıntısı.....	17
2.3.5. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı.....	17
2.3.6. Meyve zemin rengi.....	18
2.3.7. Şeker analizi	19
2.4. Deneme Deseni	21
3. BULGULAR	22
3.1. Ağırlık Kaybı.(%)	22
3.2. Meyve Eti Sertliği (N)	23
3.3. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Miktarı (%)	24
3.4. Titre Edilebilir Asit Miktarı (g/1000mL).....	26
3.5. Elektrolit Sızıntısı (ES) Miktarı	27
3.6. Meyve Zemin Rengi	28
3.6.1. L* renk değeri değişim oranı	28
3.6.2. A* renk değeri değişim oranı.....	30
3.6.3. B* renk değeri değişim oranı	31
3.6.4. Hue (H°) açI değeri değişim oranları	32
3.6.5. Delta E (ΔE) açI değeri.....	34
3.6.6. Kırmızılık İndeksi	35
3.7. Enfeksiyon Oranı (%).....	36
3.8. Fruktoz (%).....	38

3.9. Glikoz (%).....	39
3.10. Toplam Şeker (%).....	41
4. TARTIŞMA.....	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	51
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	55
ÖZGEÇMİŞ	56



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Araştırmada kullanılan Swenson domates meyveleri	12
Şekil 2.2.	Denemede kullanılan ultrases cihazı	13
Şekil 2.3.	Ultrases uygulaması	14
Şekil 2.4.	Muhafazaya alınacak ürünlerin ambalajlanması	15
Şekil 2.5.	Domateslerde meyve eti sertliği	16
Şekil 2.6.	Domateslerde SÇKM ölçümü	16
Şekil 2.7.	Titre edilebilir asit miktarının ölçümü için örnek hazırlanması ve domateslerde TEA ölçümü	18
Şekil 2.8.	Domateslerde meyve zemin rengi ölçümü	19
Şekil 2.9.	Şeker ölçümlerinin yapıldığı HPLC sistemi	20
Şekil 2.10.	Glikoz, fruktoz ve sakkaroz standart çözeltilerine ait standart pikler	21
Şekil 3.1.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince ağırlık kaybı üzerine etkisi. (%)	23
Şekil 3.2.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince meyve eti sertliği (N) üzerine etkisi	24
Şekil 3.3.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarına etkisi	25
Şekil 3.4.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince titre edilebilir asit (TEA) miktarında meydana gelen değişimler	27
Şekil 3.5.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince elektrolit sızıntı (ES) oranında meydana getirdiği değişimler	28
Şekil 3.6.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (L* değeri) değişim oranları	29
Şekil 3.7.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (a* değeri) değişim oranları	31
Şekil 3.8.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (b* değeri) değişim oranları	32
Şekil 3.9.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (hue açısı* değeri) değişim oranları	33
Şekil 3.10.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (delta E değeri) değişim oranları	35
Şekil 3.11.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (kırmızılık indeksi) değişim oranları	36

Şekil 3.12. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince enfeksiyon oranında (%) meydana gelen değişimler	37
Şekil 3.13. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza fruktoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%).....	39
Şekil 3.14. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza glikoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%)	40
Şekil 3.15. Farklı etanol uygulamalarının muhafaza süresince ıspanakların toplam şeker miktarında meydana gelen değişim oranları (%).....	42



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1.	Domates muhafazasında depo istekleri ve muhafaza süreleri	10
Tablo 3.1.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince ağırlık kaybı üzerine etkisi (%).....	22
Tablo 3.2.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince meyve eti sertliği (N) üzerine etkisi.....	24
Tablo 3.3.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarına etkisi	25
Tablo 3.4.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince titre edilebilir asit (TEA) miktarında meydana gelen değişimler.....	26
Tablo 3.5.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince elektrolit sızıntı (ES) oranında meydana getirdiği değişimler.....	28
Tablo 3.6.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (L* değeri) değişim oranları	29
Tablo 3.7.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (a* renk değeri) değişim oranları	30
Tablo 3.8.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (b* renk değeri) değişim oranları	32
Tablo 3.9.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (hue açısı değeri) değişim oranları	33
Tablo 3.10.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (delta E değeri) değişim oranları	34
Tablo 3.11.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (kırmızılık indeksi) değişim oranları	36
Tablo 3.12.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince enfeksiyon oranında (%) meydana gelen değişimler	37
Tablo 3.13.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince fruktoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%)	38
Tablo 3.14.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince glikoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%).....	40
Tablo 3.15.	Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince toplam şeker miktarında meydana gelen değişim oranları (%).....	41

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
ClO ₂	: Klor Dioksit
CO ₂	: Karbon Dioksit
da	: Dekar
g	: Gram
Hz	: Hertz (1/s veya s ⁻¹)
kg	: Kilogram
kHz	: Kilo Hertz
m/s	: Metre/Saniye
mg	: Miligram
mg/l	: Miligram/Litre
ml	: Milimolar
N	: Newton (kg.m/s ²)
N ₂	: Azot
O ₂	: Oksijen
pH	: Hidrojenin Gücü
S	: Kükürt
W	: Watt (kg.m ² /s ³)
W/L	: Watt/Litre

Kısaltmalar

AA	: Askorbik Asit
AK	: Ağırlık Kaybı
Delta E	: Renk Farkı
Dk	: Dakika
EC	: Elektriksel İletkenlik Ölçüm Cihazı (EC Meter)
ES	: Elektrolit Sızıntısı
EW	: Elektrolized Water (Elektrolize Su)
FAO	: Food and Agriculture Organization (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
Hz	: Hertz
hue	: Renk Açısı
K	: Kontrol
KA	: Kontrollü Atmosfer
L*a*b*	: Renk Alanı (L*:Açıklık, a*: Kırmızı/Yeşil, b*: Sarı/Mavi Kooordinat)
MAP	: Modifiye Atmosfer Paket
PE	: Polietilen

PP	: Polypropylene
PVC	: Polyvinil Klorür
S	: Su
SA	: Salisilik Asit
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
SSU	: Sıcak Su Ultrases
TEA	: Titre Edilebilir Asit
U	: Ultrases (Ultrasound)
USDA	: United States Department of Apriculture (Amerika Tarım Bakanlığı)
UV-C	: Ultraviole-C (Kısa Dalga Boyu Ultraviyole Radyasyon)



HASAT SONRASI ULTRASES UYGULAMALARININ DOMATESTTE MUHAFAZA VE OLGUNLAŞMA ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Bu çalışma, hasat sonrası ürün kayıplarının azaltılmasında yeni bir uygulama olan ultrasesin, domatesin depolaması sırasında kalite kayıplarını geciktirmede, çürümeyi önlemede, besin kalitesini korumada ve olgunlaşmada etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla denemede kırılma-pembe olum döneminde hasat edilen Swenson domates çeşidi kullanılmıştır. Hasattan sonra 5 gruba ayrılan meyvelere; (1) hiçbir uygulama yapılmayan (kontrol), (2) Su içerisinde 5 dakika bekletme (Su-Kontrol), (3) 5 dakika 22-24°C'de 52 kHz ultrases, (4)10 dakika 22-24°C'de 52 kHz ultrases, (5) 20 dakika 22-24°C'de 52 kHz ultrases uygulanmıştır. Uygulamaları takiben domateslerin yüzeyindeki su uzaklaştırılarak, köpük tabaklar içerisine 4'er adet olacak şekilde streç filmle paketlenmiştir. Ambalajlanan ürünler 7±1°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren soğuk odalarda depolanmıştır. 42 gün süre ile muhafaza edilen domateslerde deneme başlangıcı ve haftalık periyotlarda, meydana gelen değişimleri gözlemek amacı ile ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), elektrolit sızıntısı, titre edilebilir asit miktarı (TEA), meyve rengi, (L* a* b* Delta E, hue, kırmızılık indeksi), fruktoz, glikoz, toplam şeker analizi ölçüm ve gözlemleri yapılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre; 52 kHz frekansında ultrasesin domateslerde SÇKM, TEA miktarı, toplam şeker miktarı üzerinde etkili olmadığı, kısa süreli (5dk) uygulamaların ağırlık kaybını artırdığı belirlenirken, 35. güne kadar enfeksiyonu baskılamada etkili olduğu belirlenmiştir. Hasat sonrası su uygulamasının, renk değişimi, yumuşama ve elektrolit sızıntı hızlandırdığı, ultrases uygulamasının ise yavaşlattığı tespit edilmiştir. Su kontrol ile karşılaştırıldığında 52 kHz ultrasesin olgunlaşmayı geciktirdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, Kalite, Olgunlaşma, Renk, Ultrases.

THE EFFECT OF POST-HARVEST ULTRASOUND APPLICATIONS ON TOMATO STORAGE AND RIPENING

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of ultrasound, a new application in reducing post-harvest crop losses, to delay quality losses during tomato storage, prevent decay, maintain nutritional quality and ripening. For this purpose, Swenson tomato cultivar which was harvested in the break-pink stage was used. After harvesting fruits divided into 5 groups; (1) no application (control), (2) 5 minutes in water (Water-Control), (3) 52 kHz ultrasound at 22-24 ° C for 5 minutes, (4) 10 minutes 22-24 52 kHz ultrasound at 5 ° C, (5) 52 kHz ultrasound at 22-24 ° C for 20 minutes. Following the application, the tomatoes were dried, 4 fruits were placed in plastic foam plates and packed with stretch film. Packaged products were stored in cold rooms containing at 7 ± 1 ° C temperature and 85-90% relative humidity. Measurements and observations were made in tomatoes for 42 days in weekly periods. For this purpose; weight loss, fruit firmness, total soluble solid (TSS), electrolytic leakage, titratable acidity (TEA), fruit color, (L * a * b * Delta E, hue, tomato color index (TCI)), fructose, glucose, total sugar measurements and observations were made. According to the results of the research; It was determined that ultrasound at 52 kHz frequency was not effective on TSS, TEA, total sugar amount in tomatoes but short-term (5 min) applications increased weight loss. It was found that post-harvest water application accelerates color change, softening and electrolyte leakage and ultrasound application slows down. 52 kHz ultrasound was found to delay ripening compared to water control.

Keywords: Tomato, Quality, Ripening, Color, Ultrasound.

GİRİŞ

Tarım insan beslenmesinin temel maddesi olan gıdayı temin etmesi ve insan sağlığına olan doğrudan etkisi nedeni ile stratejik bir sektördür. Tarım sektörü alternatifsiz ve vazgeçilmezdir. Tarım, Ülkemiz Gayri Safi Milli Hasılasında 2018 yılı itibari ile %6,2 paya sahiptir (TUİK, 2018). Tarım Türkiye'nin lokomotifidir. Tarım sektörünün en önemli alt sektörlerinden biri, birim alanda en yüksek verimliliğe sahip olan yaş meyve ve sebze sektörüdür. Türkiye coğrafi yapısı ve iklim özellikleri nedeni ile yaş sebze meyve üretiminde dünya ülkeleri arasında önemli bir potansiyele sahiptir. Dünya yaş sebze üretiminde, ilk üç sırada Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan ve ABD gelmektedir. 2018 yılı istatistiki verilerine göre 37.802.000 hektar olan toplam tarım alanımızın %17,6'sında meyve, %4'ünde ise sebze üretimi yapılmıştır (TUİK, 2018). Ülkemiz yaş sebze üretiminde dünya sıralamasında %2,5 pay ile dördüncü sırada yer almaktadır. Dünya'da en çok üretimi yapılan sebzeler sırası ile domates, kuru soğan ve lahanadır (Çam, 2017).

Birçok gıda işleme sanayi alanında (ketçap, salça konserve, turşu, vb.) hammadde sağlayan domates, sebzeler içerisinde dünyada yaklaşık 182 milyon ton ile en fazla üretime sahip sebzedir (FAO, 2018). Ülkemizde de en fazla üretimi yapılan sebze olması dolayısıyla örtüaltı ve tarla sebzeçiliğinde çiftçilerimizin önemli gelir kaynaklarından birisidir. TUİK, (2018) verilerine göre ülkemizde 12.150.000 ton domates üretilmektedir. Üretimin büyük çoğunluğu Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgesinde yapılmaktadır.

Anavatanı Güney Amerika'nın batı sahilleri olan domates *Solanaceae* familyası *Solanum* cinsi içerisinde yer almaktadır. Domates sözcüğü Güney Amerika'da yerlilerinin kullandığı xitomate/zitotomate sözcüğünden türetilmiştir. Domatesin ilk zamanlar zehirli olduğu düşünüldüğünden, dünyada yayılması ve tüketilmesi zaman almıştır. Nitekim Amerika kökenli bu sebze ancak 1800'lü yıllarda tüketilmeye başlanmıştır. Domatesin Anadolu'ya gelişi ise Osmanlı imparatorluğu döneminde Halep üzerinden olmuştur. Buradan da güney bölgelere (Çukurova civarı) ve diğer

bölgelere yayılmıştır. Domatesin Akdeniz ve Orta Doğu ülkelerine yayılmasında Türk tacirlerin önemli rolü olduğunu bilinmektedir. Günümüzde ise ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde yetiştirilmektedir (Durmus ve diğ., 2018; Güvenç, 2019).

Domates 24 kromozomlu diploid bir bitkidir ve 3000'den fazla tür içeren patlıcangiller ailesine aittir. Domatesin 10.000'den fazla çeşidi olduğu bilinmektedir. 1754'te Philip Miller domatesi *Lycopersicum esculentum* Mill. adıyla bir türü olarak tanımlamıştır (Durmus ve diğ., 2018). Bugün itibariyle Carl Linnaeus tarafından yapılan isimlendirme olana *Solanum lycopersicum* L. ismi kullanılmaktadır (USDA, 2019).

Domates içeriğindeki likopen, beta karoten, flavanoidlerin insan sağlığı açısından değerli olması sayesinde, koruyucu bir bitki olarak kabul edilir. Son yıllarda likopenin anti-oksidatif etkilerinden ve kansere karşı fonksiyonlarının var olmasından dolayı önemi artmıştır. Likopen; karpuz, havuç, kuşburnu gibi diğer bazı ürünlerde de bulunmasına hatta bazılarında daha yüksek seviyede olmasına rağmen, yıl içinde üretim ve tüketim miktarı göz önüne alındığında “likopenin kaynağı” olarak, domates kabul edilmektedir (Durmus ve diğ., 2018). 100 g domateste; 94,52 g su, 18 kcal enerji, 1,2 g toplam diyet lifi, 0,88 g protein, 2,63 g şeker, 13,7 mg/100 g C vitamini, 10 mg kalsiyum, 11 mg magnezyum, 24 mg fosfor, 237 mg potasyum, 5 mg sodyum bulunmaktadır (USDA, 2019).

Dünyada her yıl üretilen ürünlerin yaklaşık % 33'ü farklı sebeplerden dolayı tarladan sofraya gelinceye kadar kaybolmaktadır. Kaybolan bu ürünler Sahra altı Afrika'nın yaklaşık 5-6 yıllık toplam gıda üretimine eşdeğerdir. Sosyo-ekonomik sınıflandırması ne olursa olsun Dünya üzerindeki çoğu ülkelerde gıda kayıpları olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde tüketici ve perakende seviyesinde yaşanan gıda kayıpları, gelişmekte olan ülkelerde hasat, ürünlerin taşınmasında, pazara hazırlık aşamasında, depolama ve tüketici aşamasında yaşanmakta ve bu ülkeler için farklı çözümler söz konusu olmaktadır. Bu kayıpların azaltılması amacıyla; üreticinin eğitimi, altyapının iyileştirilmesi, iyi tarım teknolojilerinin kullanılması, doğru hasat teknikleri, optimum depolama ve taşıma uygulamaları, paketleme olanakları, perakende ve toptan satış koşulları, gıda kayıpları değerlendirmesi, ürünlerin pazarlama olanakları konularında

hem eğitimlerin yapılması, ham de altyapıların geliştirilmesi gerekmektedir (Dölekoğlu , 2017).

Kayıpların en fazla hasattan sonra meydana geldiği görülmektedir. Hasat sonrası taze meyve ve sebzelerde meydana gelen bozulmalar, fiziksel (mekanik zararlanmalar, su kaybı vb), fizyolojik (üşüme zararı, temel fizyolojik bozukluklar) ve patolojik (fungal, bakteriyel vb) kaynaklı olmaktadır. Fiziksel ve fizyolojik kayıplar uygun teknikler ve depolama-taşıma koşulları ile kontrol altına alınabilmektedir. Ancak patolojik kayıplar hasat sonrası kayıpların en önemli kaynağını oluşturmaya devam etmekte ve sürekli çalışılması gerekmektedir. Hasat sonrası ürünlerde görülen hastalık ve bozulmaların büyük kısmı fungal kaynaklı hastalıklardan oluşmaktadır. Bu hastalıklar meyve ve sebzelerde önemli zararlar yapmakta, kaliteyi düşürmekte ve raf ömrünü kısaltmaktadır. 1960'lı yıllardan bu yana, üretimden itibaren, hasattan sonra ya da satışa sunulmak üzere paketlenen meyve ve sebzelerde hastalıklarla mücadele için fungusitler ya da kimyasallar kullanılarak ürün kayıpları asgari düzeye indirilmeye çalışılmaktadır. Belli aralıklarla ve bilinçsizce kullanılan kimyasallar, suda erimeyen ve doğada nötralize edilemeyen bileşiklerden oluşmaktadır. Özellikle fungusitler ya da diğer kimyasallar doku içine kadar işlemekte, meyve ve sebzelerde kalarak çevre ve insan sağlığını tehdit etmekte, doğadaki yararlı organizmaları da yok ederek doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Son yıllarda fungusitlere toleranslı patojen suşlarının da ortaya çıkması, fungusitlerin etkisini azalttığından daha yüksek dozlarda kullanılmaya başlanmış ve farklı alternatiflerinin arayışını beraberinde getirmiştir (Benli, 2003).

Hasat sonrası kayıpları engellemek amacı ile soğutmaya ek olarak fungusit ya da kimyasal madde kullanımı dışında farklı uygulamalar kullanılmaktadır. Özellikle pestisit kalıntılarına karşı artan tüketici bilinciyle birlikte, çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturmayan kimyasal olmayan yöntemlere yönelimi arttırmıştır. Bu amaçla; Sıcaklık Uygulamaları (Fallik, 2004), Gamma ışınları (Dinçer ve diğ., 2006), UV-C uygulamaları (Kasım ve Kasım 2007), Ozon uygulamaları (Suslow 2004) Uçucu (esansiyel) yağ uygulamaları (Plotto ve diğ., 2002) kullanılmaktadır. Bu alanda benzer bir uygulama da yeni yeni kullanılmaya başlayan ultrases teknolojisidir (Mizrach, 2008).

Bu çalışmadaki amacımız; hasat sonrası ürün kayıplarının azaltılmasında yeni bir uygulama olan Ultrasesin (Ultrasound) domates muhafazasında kullanılabilirliğini incelemektir.



1.KAYNAK ÖZETLERİ

1.1.Ultrases ve Hasat Sonrası Ultrases Konusunda Yapılan Çalışmalar

Ultrases teknolojisinin tarihi 1900'lü yıllara kadar dayanmaktadır. İlk olarak dünya savaşları sırasında denizaltıların gönderdiği ses dalgalarının balıkların ölümüne sebep olmasıyla fark edilmiştir. Ultrases insan kulağının duyamayacağı (16-18 kHz) maksimum frekansta olan mekanik titreşimli, akustik bir dalgadır (Jayasooriya ve diğ., 2004; Dolatowski ve diğ.2007). Ses dalgalarının hızı ortamın yoğunluğuna bağlıdır. Çok yoğun maddeler sesi daha hızlı iletir. Buna göre ses en hızlı katılarda en yavaş gazlar içerisinde iletilir. Havadaki ses hızı ortalama olarak 331 m/s'dir (Büyüktanır, 2010). En düşük ultrasonik frekans 20 kHz'dir ve üst sınır gazlar için 5 MHz, sıvılar ve katılar için 500 MHz olarak kabul edilir (Yüksel, 2013; Jayasooriya ve diğ., 2004). Ultrases uygulaması, mikrobiyal gıda güvenliğinin artmasına katkıda bulunan ve özellikle ısıya duyarlı, besleyici, duyuşsal ve fonksiyonel özelliklere sahip gıdalardaki raf ömrünü uzatan termal olmayan bir teknolojidir. Gıda endüstrisindeki diğere tekniklere göre en büyük avantajı, ses dalgalarının genellikle güvenli, toksik olmayan ve çevre dostu oluşudur (Bilek ve Turantaş, 2013).

Ses dalgası, enerjisinin bir bölümünü gaz, sıvı veya katı ortamlardan geçtiğinde kaybeder. Kaybedilen bu enerji termodinamik yasalarına göre ortamda bulunan maddeler tarafından absorbe edilir. Absorbe edilen enerjiyi kullanamayan organizmalar ise yıkıma uğrarlar. Ses dalgasının organizmalar üzerinde oluşturduğu etkiler, tarımsal ürünlerin muhafazası ve bitki gelişimi açısından detaylı olarak ele alınmış, ses dalgasının uygulandığı frekans ve şiddetin ürünler üzerindeki olumlu etkileri çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir (Awad ve diğ., 2012; Bilek ve Turantaş, 2013; Dikilitaş ve diğ., 2016). Ses dalgasının frekansı, uygulama sıklığı, organizmaya olan uzaklığı ve yoğunluğuna bağlı olarak, tarımsal ürünlerin muhafazasında olumlu gelişmeler kaydedildiği gibi, yine uygun dozlar ile tohum ve fide gelişimi de teşvik edilmiştir (Dikilitaş ve diğ., 2018). Ses dalgası ilgili ürünlerin korunmasında farklı rol oynamaktadır. Organizmaları kontrol etmesi dışında hücre duvarlarını

sağlamlaştırarak ürünün raf ömrünün uzatılmasında etkili olmakta ve patojen girişi de zorlaştırılmaktadır. Kim ve diğ. (2015) domates meyvelerini hasat edildikten sonra, düşük frekanslı ses dalgaları (1 kHz) ile 6 saat muamele ettikten sonra oda sıcaklığında 14 gün boyunca bekletmişlerdir. Ses dalgalarına maruz bırakılan meyvelerin %85'i yeşilliğini korurken muamele edilmeyen meyvelerin ancak %50'si yeşil rengini koruyabilmiştir. Ses dalgalarına maruz kalan meyvelerde solunum ve etilen hormon üretimi kontrol meyvelerine göre önemli oranda azalmış, meyvede renk ve sertlik değişimi en az düzeye indirilmiştir. Ses dalgalarının meyve olgunlaşması ve etilen üretimi üzerine olan etkileri etilen ile ilgili genlerin ekspresyonu ile ortaya konmuştur.

Ultrases uygulamaları, diğer uygulamaların etkinliğini artırmak amacı ile de kullanılmaktadır. Bu konuda yürütülen bir çalışmada domateslere, farklı moleküler boyutta kitosan kaplamasını ultrases desteğiyle uygulamışlardır. Uygulama sonrası meyveler 20 gün boyunca $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 70-80 bağıl nemde muhafaza edilmiştir. Yapılan değerlendirmede, uygulama yapılmış meyvelerde kontrole kıyasla olgunlaşmanın geciktiği gözlenmiştir. Uygulama yapılan meyvelerde sertlik, titre edilebilir asitlik, klorofil içeriği daha yüksek, SÇKM içeriği ise daha düşük bulunmuştur. Renk dönüşümünde yaklaşık 5 günlük bir gecikme gözlenmiştir. Muamele önemli ölçüde fenolik içeriğini arttırırken, depolama süresince kontrole kıyasla daha düşük bir solunum hızı belirlenmiştir. Bununla birlikte, işlenmiş meyvelerde ağırlık kaybı kontrole kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Mustafa ve diğ. 2014).

Yeşil olgun kiraz domates meyvelerinin (*Lycopersicon esculentum* cv. Jinyu), depolama özellikleri üzerindeki ultrason termal olmayan etkileri inceleyen Wang ve diğ. (2015), meyveleri 25°C 'de farklı güç yoğunluklarında ultrasona (66.64, 106.19 ve 145.74 W/L) maruz bırakmışlardır. Üç farklı ultrason dozu arasında, 106.19 W/L uygulaması, mikroorganizmaların çoğalmasının azaltılmasında, etilen üretimi ve solunum oranlarının sınırlandırılarak hasat sonrası olgunlaşmayı geciktirmiştir. Sonuç olarak meyve eti sertliği, lezzet, enzim aktiviteleri, antioksidanlar ve toplam antioksidan kapasitesinin muhafaza edilmesinde etkili olmuştur. 66.64 W/L ultrasonun etkisinin daha düşük seviyede olduğu, 145.74 W/L ultrasonun ise meyvelerde, daha yüksek askorbik asit (AA) içeriğine neden olmasına rağmen, meyvelerin depolama

kalitesi üzerinde birçok olumsuz etki göstermiştir. Bu sonuçlar, uygun güç yoğunluğuna sahip ultrases uygulamasının, kiraz domateslerinde; çürümeyi önleme, lezzet ve besin kalitesinin korunmasında önemli potansiyelinin olduğunu göstermiştir.

45 kHz'lik sabit frekanstaki ultrases bütün domates meyvelerine farklı güç seviyelerinde (% 10 ila % 100 arasında) ve farklı sürelerde (1-19 dakika) uygulanmıştır. Ultrases işleminin toplam fenolik madde içeriğini artırdığı, mikrobiyal yükü azaltmada, renk gelişimini ve doku kaybını geciktirmede etkili olduğu bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, bu hasat sonrası işlemin, taze meyvelerin raf ömrünün uzatılmasında alternatif bir uygulama olabileceği belirtilmiştir (Pinheiro ve diğ., 2015).

Hasat edilen meyve ve sebzeler bozulabilen tarımsal ürünlerdir ve dokularının bozulmasıyla gelişen bazı patojenik mikroorganizmalar vardır. Bu mikroorganizmalar taze meyve ve sebzelerin çürümesine neden olur. Bu mikroorganizmaların bertaraf edilmesinde son zamanlarda kullanılan bir diğer yöntem ise Ultrases teknolojisidir. Bu uygulama, çilek, şeftali, Trabzon hurması, fasulye ve kuşkonmaz gibi çeşitli meyve ve sebzelerde bu amaçla kullanılmıştır. Ultrases, mikroorganizmaların hücre duvarına saldırarak hücre duvarının parçalanmasını hızlandırmaktadır. Dolayısıyla ultrasonik uygulamalar, taze ürünlerde bozulmaya neden olan bakteri, maya ve küf gibi mikroorganizmaların sayısını önemli ölçüde azalttığı, buna bağlı olarak çürüme oranının azaldığı ve depolanma süresinin uzadığı görülmüştür (Yuting ve diğ., 2013).

Şeftalide yapılan bir çalışmada ultrases (32 Khz 10 Dk.) ve ultrases putresin (1 mM) kombinasyonunun etkileri incelenmiştir. Şeftaliler 0-1°C 'de 28 gün boyunca depolanmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre putresin ve ultrasesin tek tek veya kombine uygulanması, kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında meyve kalitesinde belirgin bir bozulma olmadan hasat sonrası saklama süresinin uzatılabileceğini göstermiştir. Ayrıca putresin ve ultrases kombine uygulandığında tek uygulamaya göre daha etkili olmuştur (Bal, 2013).

Hasat edilmiş Litchi (*Litchi chinensis*) meyvesinde perikarp kahverengileşmesi ve kalite üzerine ultrasesin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada meyvelere su içinde 10 dakika boyunca 120 W gücünde ultrases uygulanmış ve daha sonra oda sıcaklığında

(28°C) saklanmışlardır. Ultrases uygulaması polifenol oksidaz ve peroksidaz aktivitesin azaltarak Litchi meyvesinin tohum zarındaki kahverengileşmeyi geciktirmiştir. Bununla birlikte US uygulaması toplam çözülebilir kuru madde ve titrasyon asitliğindeki artışı yavaşlatmıştır (Chen ve diğ., 2012).

Çilekler 20°C'de 10 dk boyunca 0, 25, 28, 40 veya 59 Khz'lik Ultrasese maruz bırakılmış ve daha sonra 5°C'de 8 gün boyunca saklanmıştır. Sonuçta 40 kHz'lik US uygulamasının çürüme oluşumu ve mikroorganizma düzeyini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. US uygulaması aynı zamanda meyvelerde yumuşamayı geciktirmiş ve C vitamini miktarını artırmıştır. 25-28 kHz US uygulamasının çürümeyi engellemede ve meyve kalitesini korumada etkili olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak US uygulamalarının, meyvelerin raf ömrünü uzatmada ve kaliteyi artırmada etkili olduğu görülmüştür (Cao ve diğ., 2010).

Çileklerde yapılan bir diğer çalışmada da farklı güçte (30 W, 60 W, 90 W) ve farklı sürelerinde (5-10 dk.) ultrasesin muhafaza kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, 30W ve 60W uygulamalarda, pH, suda çözülebilir kuru madde ve renk gibi özellikler kontrol grubundan ve 90W uygulamasından daha iyi bulunmuştur. Sonuçlar göstermiştir ki; 90W gibi yüksek güçteki US çilek kalitesini olumsuz etkilerken, 30W ve 60W arasındaki güç seviyelerinde uygulandığında, kaliteyi artırmada etkili olduğu ve çileğin hasat sonrası ömrünü uzatmada kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Aday ve diğ., 2013).

Yapılan bazı çalışmalar ışığında ultrasesin yalnız başına yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle “kullanılan biyolojik ve kimyasal maddelerin etkinliğini artırmada etkili olur mu?” sorusu akla gelmiştir. Bu soruya cevaplamak için yeni çalışmalar yürütülmüştür (Dikilitaş ve diğ., 2018).

Ultrasesin kombine halinde uygulamaların yönelik yapılan bir çalışmada, sıvı klordioksit (40 mg L⁻¹ ClO₂, 10 Dak.) ve ultrasesin (100 W) tek tek ve kombine uygulamalarının erikte (*Prunus Salicina* L.) hasat sonrası muhafazası üzerine etkileri incelenmiştir. Kombine uygulamalar tek aşamalı ve iki aşamalı US dalgaları ile uygulanmıştır. Tek aşamalı US tekniği mikrobial floranın azaltılması ve meyve kalitesini korumada daha etkili olmuş, meyvelerin raf ömrünü 35 günden 60 güne

kadar çıkarmıştır. Ayrıca bu uygulamada önemli miktarda kimyasal kalıntı olmadığı görülmüştür. Sonuçlar göstermektedir ki US, ClO₂'in etkisini artırmada ve tüketiciler için risk oluşturmadan kaliteyi korumada etkili olmuştur (Chen ve Zhu, 2011).

Kombine uygulamalardan bir diğerinde de ultrases (40 Khz, 10 Dk.) ve salisik asitin (SA, 0,05 mM) tek tek ve kombine olarak şeftalide maviküf (*Penicilium Exponsium*)'e etkileri incelenmiştir. SA uygulaması tek başına uygulandığında küf oluşumunu engellemede US'in tek başına uygulamasından daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Ancak US ile beraber SA uygulamasının mantar oluşumunu engellemede daha etkili olmuş, US, SA'in olumlu etkisini artırmıştır (Yang ve diğ., 2011).

Diğer bir çalışmada da, çileklerde ultrases ve çeşitli kimyasalların (ozon, klorin dioksit) tek ve kombine uygulamasının muhafaza kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Meyvelere 0,075 mg/L ozon, 6 mg/L klorin dioksit ve 30 W Ultrases tek tek, ultrases ve ozon kombinasyonu ve ultrases ve klorin dioksit kombinasyonu 5'er dakika boyunca uygulanmış, daha sonra meyveler 4°C'de 4 hafta saklanmıştır. Tüm uygulamalar meyvelerdeki küf oluşumunu azaltmıştır. Ozon uygulaması tek başına yapıldığında meyvelerde beyazlamaya sebep olmuştur. Ozonla veya klorin dioksitle uygulanan ultrases pH, SÇKM, elektriksel iletkenlik, meyvenin doku özellikleri gibi kalite faktörleri bakımından, tek uygulama yapılanlara ve kontrol grubuna göre daha iyi bulunmuştur. Sonuç olarak ultrasesin ozon veya klorin dioksitle kombine uygulanmasının meyvelerin raf ömrünü uzatmada etkili olduğu tespit edilmiştir (Aday ve Caner, 2014).

Benzer şekilde ultrasesin kalsiyum klorür (CaCl₂) ile beraber Santa Rosa erik çeşidinde kalite ve muhafaza süresi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, meyvelere %4'lük kalsiyum klorür, ultrases veya ultrases ile birlikte CaCl₂ uygulanmıştır. Uygulama sonrası meyveler, MAP ambalaj içerisinde paketlenerek, 0-1°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem içeren muhafaza deposunda 40 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Çalışma sonucunda CaCl₂'ün ultrases ile birlikte uygulanmasının meyve eti sertliği, fenolik bileşikler ve çürük meyve oranı bakımından diğer uygulamalara göre daha olumlu sonuçlar verdiği ve meyve kalitesinin daha iyi korunduğu tespit edilmiştir (Bal, 2016).

Ultrases kimyasal uygulamaların etkinliğini artırmak amacı ile kullanıldığı gibi fiziksel uygulamaların da etkinliğini artırmaktadır. Bu amaçla domateslerde, sıcak su uygulaması (SSU-40°C-30 dk.), ultrases uygulaması (US -45 khz, 30 dk), sıcak US uygulaması (S-US-40°C 30 dk, 45 khz) ve ultraviyole radyasyon uygulaması (UV-C 0,97 kJm⁻²) yapılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki; tüm yöntemler 10°C de domatesin saklama kalitesini arttırmıştır. SSU, S-US ve UV-C ile mikrobiyal gelişimin engellenmesi ve raf ömrünün uzamasının yanı sıra, renk ve ağırlık kaybı minimal seviyede kalmıştır. Bu çalışma ile geleneksel klorinasyon uygulamasının insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkisinin önüne geçilebileceği gösterilmiştir (Pinheiro ve diğ., 2016).

1.2. Domates Muhafazası Konusunda Yapılan Çalışmalar

Domates sebze türleri içerisinde üretimi ve tüketimi en fazla olan sebzedir. Domatesin yararlarının yanı sıra tüketim alanları da çok fazladır. Soğuk hava şartlarında muhafazada, solunumu yavaşlatmaya yönelik uygulamalarla domatesin raf ömrünü ve muhafaza süresini uzatmaya çalışılmaktadır. Domatesin muhafaza koşulları ve süreleri Tablo 1.1'de gösterildiği gibi çeşidine ve olgunluk düzeyine göre farklılık göstermektedir (Karaçalı, 2009).

Tablo 1.1. Domates muhafazasında depo istekleri ve muhafaza süreleri

Olgunluk Durumu	Muhafaza Süresi	Depo Sıcaklığı (°C)	Depo Oransal Nemi (%)
Yeşil olgun	3 hafta	12-15	85-90
Pembe olgun	10 gün	7-10	85-90
Kırmızı olgun	5-6 gün	2-5	85

Domatesin olgunlaşma sürecinin kontrollü bir şekilde yapılmasıyla ürünün raf ömrünü uzatarak çürümelere karşı daha dayanıklı hale gelmesi sağlanmaktadır. Domateslerde soğukta muhafaza, kontrollü atmosferde muhafaza ve modifiye atmosferde muhafaza ile birlikte ozon uygulamaları, sıcak su uygulamaları ve UV-C uygulaması yapılmaktadır.

Majidi ve diğ. (2014), kontrollü atmosfer depolamanın (KA) ve modifiye atmosfer ambalajlamanın (MAP) konvansiyonel soğuk depoya kıyasla, yeşil olgun hasat

edilmiş domateslerin hasat sonrası kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. KA (5 kPa O₂ ve 3 kPa CO₂) ve MAP'ın olgunlaşma sürecini geciktirmede, soğuk depolamaya göre daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Sertlik ve rengin korunmasında, KA uygulaması en iyi sonucu verirken bunu MAP takip etmiştir. SÇKM değeri soğuk depolamada en yüksek değerlere ulaşırken, MAP ve özellikle KA muhafaza, domateslerde TA'nın azalışını geciktirmiştir.

Yapılan bir çalışmada domates meyvesinin ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak için kitosan (CS) ve nano boyutta titanyum dioksit (CT) filmle yapılan aktif paketlenmenin kullanılabilirliği araştırılmıştır. CT filminde paketlenmiş domatesler, CS filmindeki ve kontroldekilere göre daha düşük seviyede kalite değişiklikleri göstermiştir. Ayrıca, CT filminin UV ışığına maruz kaldığında etilen fotodegradasyon aktivitesi gösterdiği ve sonuç olarak olgunlaşmayı ve kalite değişimlerini geciktirdiği ortaya konmuştur (Kaewklin ve diğ., 2018).

Yeşil olumdaki domatesler atımlı ışık uygulamasının (PL) ve UV-C (1-8 J / cm²) farklı dozlarına maruz bırakılmış ve daha sonra 20±2°C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Yapılan uygulamaların pH, SÇKM ve kızarma üzerinde etkili olmadığı; ancak muamele edilmiş numunelerin likopen, toplam karotenoid, fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi, muamele edilmeyen kontrollerle karşılaştırıldığında sırasıyla, 6,2, 2,5, 1,3 ve 1,5 kata kadar artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, PL ve UV-C ışınlanmasının, depolama sırasında ürünün fiziksel özelliklerinde önemli değişiklikler meydana getirmediği, sağlığa faydalı gıda bileşiklerinin domateslerde birikmesi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Pataro ve diğ., 2015)

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Bitkisel materyal

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak Bursa ilinin, İznik ilçesi, Çakırca mahallesinde yetiştirilen Swenson F1 çeşidine ait domatesler (Şekil 2.1.) kullanılmıştır. Denemeye alınacak domatesler 29 Eylül 2017 tarihinde kırılma-pembe olum döneminde hasat edilmiştir. Domatesler zedelenmeyecek şekilde özenle kasalara dizildikten sonra, özel araçla Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Yerleşkesinde bulunan Hasat Sonrası Fizyoloji Laboratuvarına getirildi.



Şekil 2.1. Araştırmada kullanılan Swenson domates meyveleri

Swenson F1 çeşidi yüksek verimli, iri meyve yapısına sahip bir domatestir. Açık tarla sırk domates yetiştiriciliğine ve yayla bölgelerinde sera için uygun, renk, şekil ve kalitesi bakımından tüketici tarafından tercih edilen bir çeşittir. Meyveleri sert, meyve ağırlığı 180-200-230 gr. arasında, ortalama verimi 14-16 ton/da'dır. TSWV (Benekli solgunluk virüsü)'ye dayanıklıdır.

2.1.2. Ultrases uygulama cihazı

Çalışmamızda, yapılan ultrases uygulamaları için Şekil 2.2’de görülen Kudos marka ultrasonik su banyosu kullanılmıştır. Bu cihaz; 52 kHz frekansında su içerisinde ultrases uygulayabilme ve aynı zamanda istenilen sıcaklığa ayarlanabilme özelliğine de sahip, 6 litre kapasitelidir.



Şekil 2.2. Denemede kullanılan ultrases cihazı

2.2. Yöntem

2.2.1 Ultrases uygulamaları

Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu Hasat Sonrası Fizyoloji Laboratuvarına getirilen meyvelerden, ezilmiş, hasar görmüş ve şekil bozukluğu olanlar ayrılarak deneme dışı bırakılmıştır. Toplam 5 farklı gruba ayrılan domates meyvelerinden birinci grup hiçbir uygulama yapılmaksızın kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Diğer 4 gruba ise su ve ultrases uygulamaları yapılmıştır (Şekil 2.3).

Söz konusu uygulamalar;

1. Kontrol
2. Suda 5 dakika bekletme
3. 5 dakika 22-24°C'de 52 kHz ultrases uygulaması
4. 10 dakika 22-24°C'de 52 kHz ultrases uygulaması
5. 20 dakika 22-24°C'de 52 kHz ultrases uygulaması



Şekil 2.3. Ultrases uygulaması

2.2.2. Ambalajlama ve depolama

Uygulamalar yapıldıktan sonra domatesler, kurutma kâğıdı üzerinde kuruyana kadar bekletilmiştir. Ardından plastik köpük tabaklar içerisine 4'er adet olacak şekilde yerleştirildi ve streç filmle paketlenmiştir (Şekil 2.4). Her paket bir tekerrürü oluşturacak şekilde değerlendirilmiştir. Ambalajlanan ürünler $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren soğuk depo odasına yerleştirilerek 6 hafta süre ile muhafaza edilmiştir.

2.3. Ölçüm ve Gözlemler

Deneme başlangıcında ve haftalık periyotlarda, domateslerde meydana gelen değişimleri gözlemlemek amacı ile aşağıda belirtilen ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.



Şekil 2.4. Muhafazaya alınacak ürünlerin ambalajlanması

2.3.1 Ağırlık kaybı

Araştırmada domateslerde meydana gelen ağırlık kayıplarının ölçülmesi için her uygulamadan 3 paket örnek ayrılmış ve depolama süresince bu örnekler kullanılmıştır. Tartımlar, Sartorius marka 0.01 g duyarlılıktaki hassas terazi ile yapılmıştır. Kümülatif ağırlık kaybı, haftalık yapılan tartımlar sonucu, aşağıdaki formül (2.1) kullanılarak başlangıç ağırlığına göre % olarak hesaplanmıştır.

$$AK=(A-B) \times 100 / A \quad (2.1)$$

AK: Ağırlık kaybı (%)

A: Başlangıç meyve ağırlığı (g)

B: Analiz dönemindeki meyve ağırlığı (g) nı ifade etmektedir.

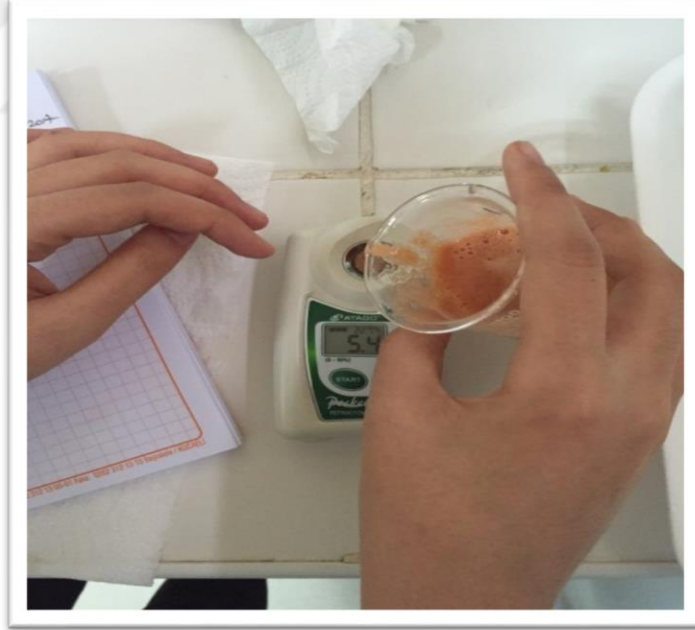
2.3.2 Meyve eti sertliği

Her tekerrürden alınan 4 domatesde, Shimadzu EZ-LX marka tekstür analiz cihazının 8 mm çaplı silindirik ucu ile baskı uygulanmak suretiyle meyve eti sertliği Newton (N) olarak belirlenmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Domateslerde meyve eti sertliği

2.3.3. Suda çözümlü kuru madde (SÇKM) miktarı



Şekil 2.6. Domateslerde SÇKM ölçümü

Domates meyveleri blender yardımıyla parçalandıktan sonra süzgeçten geçirilerek, elde edilen domates suyunda, suda çözümlü kuru madde oranı, Atago Pal-3 (Atago Co. Ltd. Japan) marka dijital refraktometre (Şekil 2.6) ile ölçülmüş ve sonuçlar (%) olarak ifade edilmiştir (Kasım ve Kasım, 2007).

2.3.4. Elektrolit (Potasyum iyon) sızıntısı

Elektrolit sızıntısı ölçümleri, Kasım ve Kasım (2007)'nin kullanmış olduğu yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla her uygulamayı temsilen her tekerrürden alınan 4 domatesten 5 mm kalınlığında eşit büyüklüklerdeki dilimler, 2 kez 50 ml saf su ile yıkandıktan sonra 50 ml su içerisinde 2 saat süreyle bekletilerek inkübe edilmiştir (Şekil 2.7). İnkübasyon sonunda elde edilen çözeltinin elektriksel iletkenliği (EC) ölçülmüş, aynı örnekler derin dondurucuda -18°C 'de dondurulmuştur. Derin dondurucudan çıkarılan örnekler, çözünmeye bırakılmış, çözelti sıcaklığı 18°C 'ye ulaştığında tekrar EC ölçümleri yapılarak: Formül (2.2) göre elektrolit sızıntısı hesaplanmış, (%) olarak ifade edilmiştir. Ölçümlerde WTW InoLab cond 720 marka elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı (EC meter) kullanılmıştır.

$$ES = \frac{BO}{DO} \times 100 \quad (2.2)$$

ES: Elektrolit sızıntısı (%)

BO: Başlangıç EC değeri

DO: Donup çözüldükten sonraki EC değeri

2.3.5. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı

Titre edilebilir asit miktarının saptanabilmesi için her uygulamaya ait domates suyundan 10 mL örnek alınıp, 100 mL. beher içerisine konulmuş ve meyve suyunun üzerine 20 mL saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan karışımın pH değeri 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucunda harcanan NaOH miktarı aşağıdaki formüle (2.3) yerleştirilerek titre edilebilir asit miktarı sitrik asit cinsinden (%) olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.6).

pH ölçümlerinde Hanna HI 2211 pH metre ve otomatik dijital büret kullanılmıştır (Karaçalı, 2014).

$$TEA = \frac{(S \times N \times F \times E)}{C} \times 100 \quad (2.3)$$

TEA: Asit miktarı (%)

S: Kullanılan sodyum hidroksit miktarı (ml)

N: Kullanılan sodyum hidroksit normalitesi (0.1)

F: Kullanılan sodyum hidroksit faktörü

C: Alınan örnek miktarı (mL)

E: İlgili asidin equivalent değeri (Sitrik asit 0,064 g)



Şekil 2.7. Titre edilebilir asit miktarının ölçümü için örnek ve hazırlanması domateslerde TEA ölçümü

2.3.6. Meyve zemin rengi

Depolama süresince domateslerin zemin rengindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla muhafaza süresince aynı örneklerde ölçüm yapılmıştır. Bu amaçla her tekerrürü temsilen 4 adet domatesin 3 farklı noktasından ölçümler yapılmıştır. Renk ölçümlerinde, D65 lambası bulunan Minolta CR-400 Renk Ölçer cihazı (Minolta Co., Osaka, Japan) kullanılmış, cihaz her ölçüm öncesinde beyaz kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir. Ölçümler L^* , a^* ve b^* cinsinden ölçülmüş (Şekil 2.8) ve aşağıdaki formüller kullanılarak hue (2.4), Delta E (ΔE) (2.5) ve Kırmızılık İndeksi (2.6) değerleri hesaplanmıştır (McGuire, 1992 ve Lancaster, 1997). Renk ölçümlerinin

değerlendirmesinde L* değeri CIELab renk koordinat sistemine göre parlaklığı ifade etmekte, 0 ile 100 arasında puanlanmakta (0 siyah, 100 beyaz), +a* değeri kırmızı, - a* değeri yeşil, +b* değeri sarı, - b* değeri mavi rengi temsil etmektedir. Renk ölçümlerinde orijinal değerler verilmek yerine, başlangıca göre % değişimler verilmiştir. Sonuçların negatif (-) çıkması değerlerin yükselmesi, pozitif (+) çıkması da değerlerin azalması anlamına gelmektedir.

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\Delta E = \sqrt{(a_0 - a_1)^2 + (b_0 - b_1)^2 + (L_0 - L_1)^2} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$TCI = \frac{2000 a}{\sqrt{L(a^2+b^2)}} \dots \dots \dots (2.6)$$



Şekil 2.8. Domateslerde meyve zemin rengi ölçümü

2.3.7. Şeker analizi

Araştırmada, Kasım ve Kasım (2015)'in uyguladığı yönteme göre şeker analizi yapılmıştır. Her tekerrürden şeker analizi için alınan domates örnekleri, blenderdan geçirilerek, örnekten 3 g alınmış ve 10 mL saf su içerisinde homojenize edilmiştir. Daha sonra önce kaba filtre kâğıdından geçirilmiş, sonra da enjektör filtresinden

(Naylon 66) HPLC'ye enjekte edilmiştir. Bu amaçla Agilent 1260 marka HPLC cihazında kullanılmıştır (Şekil 2.9).

Çalışmada kullanılan HPLC cihazının özellikleri aşağıda verilmiştir.

Kolon: Zorbax Karbonhidrat 4.6 mm ID × 150 mm

Mobil Faz: (75/25) asetonitril/ su

Akış hızı: 1.4 ml/dak.

Kolon sıcaklığı: Ortam sıcaklığı

Dedektör: RID (Refractive index dedector)

Dedektör sıcaklığı: 35°C

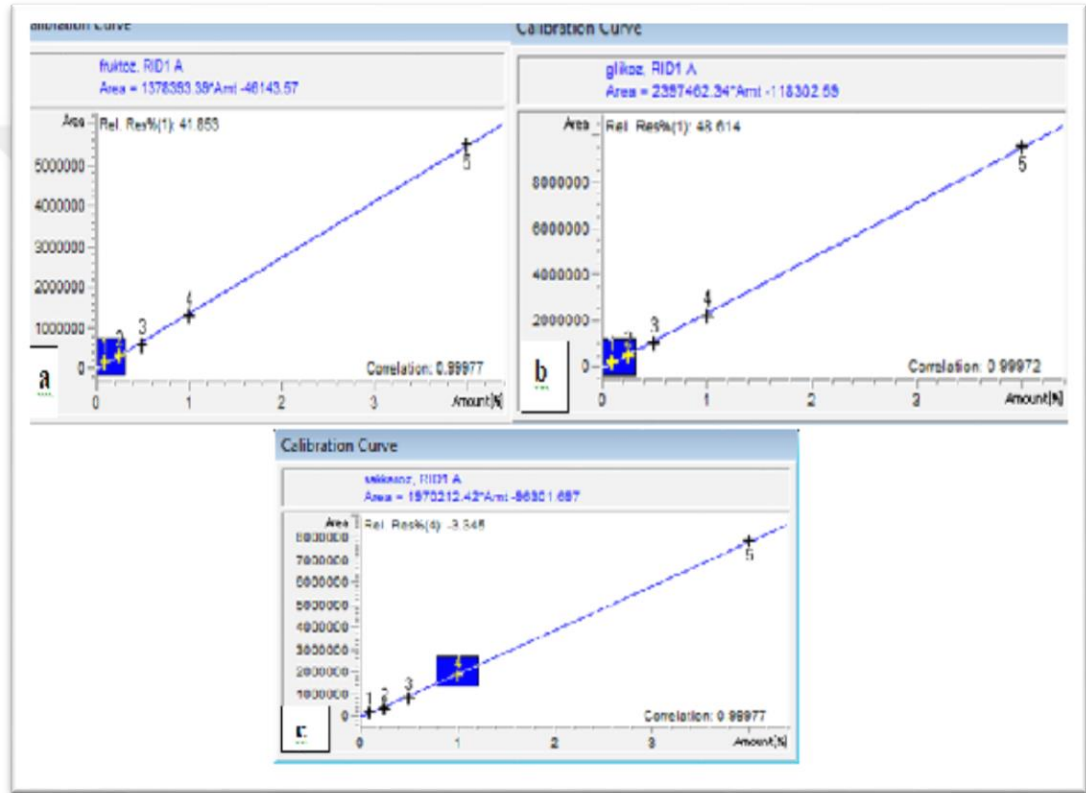


Şekil 2.9. Şeker ölçümlerinin yapıldığı HPLC sistemi

Domates meyvelerinin içerdiği fruktoz, glikoz ve toplam şeker miktarının hesaplanması amacıyla 5 farklı konsantrasyonda, glikoz, fruktoz ve sakkaroz standart çözeltisi hazırlanarak, HPCL cihazına enjekte edilmiştir. Örneklerden elde edilen pik alanları standart çözeltilerden elde edilen kurve kullanılarak (%) olarak hesaplanmıştır (Şekil 2.10).

2.4. Deneme Deseni

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve değerlendirilmiştir. Her tekerrürde 4 domatesten oluşan 1 paket kullanılmıştır. Ağırlık kaybı ve renk ölçümlerinde ayrı örnekler kullanılmış ve ölçümler hep aynı örneklerde depo içerisinde yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde Duncan karşılaştırma testi kullanılarak analiz edilmiştir.



Şekil 2.10. Glikoz, fruktoz ve sakkaroz standart çözeltilerine ait standart pikler

3. BULGULAR

3.1 Ağırlık Kaybı (%)

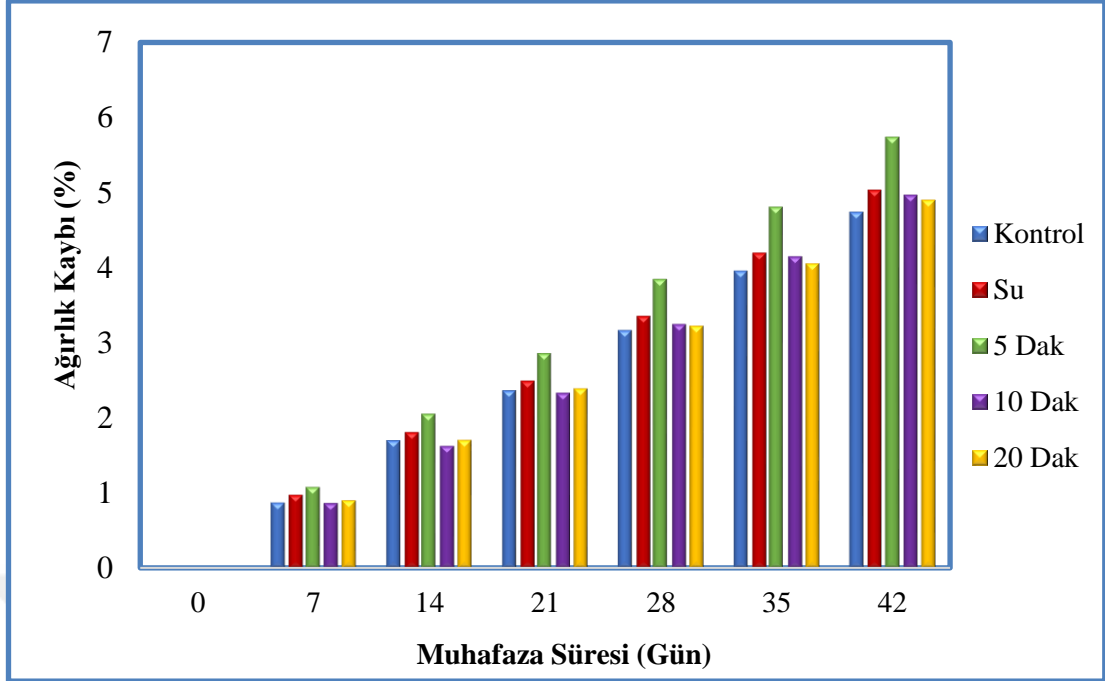
Kırılma-pembe olum döneminde hasat edilen domateslerde muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri Tablo 3.1 ve Şekil 3.1 de gösterilmiştir. Muhafaza süresince, tüm uygulamalarda düzenli bir artış görülmüş ve 42. günde ortalama %5,07 oranında bir ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Muhafaza süresince ağırlık kaybında oluşan bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında da önemli farklılıklar tespit edilmiş, en yüksek ağırlık kaybı %2,92 ortalama ile 5dk uygulamasında, en düşük ağırlık kaybı ise %2,40 ile kontrol grubu domateslerde elde edilmiştir. Uygulamalardan K, S, 10dk ve 20dk uygulamaları arasında farklılığın önemsiz olduğu tespit edilirken, bu uygulamalarla 5dk arasındaki farklılıklar %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 42. gün sonunda ise en fazla ağırlık kaybı %5,74 ile yine 5dk ultrases uygulanan domateslerde elde edilirken, en düşük ağırlık kaybı %4,73 ile kontrol grubu domateslerde tespit edilmiştir.

Tablo 3.1. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince ağırlık kaybı üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	0,87	1,70	2,36	3,16	3,95	4,73	2,40 b
Su	0,00	0,98	1,81	2,49	3,35	4,19	5,03	2,55 b
5 dakika	0,00	1,09	2,07	2,88	3,86	4,81	5,74	2,92 a
10 dakika	0,00	0,88	1,65	2,35	3,26	4,15	4,97	2,47 b
20 dakika	0,00	0,91	1,71	2,40	3,23	4,06	4,90	2,46 b
Zaman Ort.*	0,00 g	0,94 f	1,79 e	2,50 d	3,37 c	4,23 b	5,07 a	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.1. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince ağırlık kaybı üzerine etkisi. (%)

3.2 Meyve Eti Sertliği (N)

Farklı sürelerde ultrases uygulanan domates meyvelerinde depolama süresince meyve eti sertliğinde meydana gelen değişimler Tablo 3.2 ve Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Muhafaza başlangıcında domateslerdeki ortalama meyve eti sertliği 74,18 N olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince yumuşama gerçekleşmiş ve meyve eti sertliği giderek azalmıştır. Muhafaza süresi sonunda (42. günde) ortalama 43,80 N’a kadar düşmüştür. Muhafaza süresince oluşan bu farklılıklar istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Meyve eti sertliği depolamanın 7. gününde 5dk ultrases uygulamasında (75,28 N) en yüksek, kontrol grubunda ise (67,18 N) en düşük seviyede görülürken; depolamanın 42. gününde su uygulanan domateste (51,84 N) en yüksek, 20 dk ultrases uygulamasında ise en düşük (30,82 N) seviyede gerçekleşmiştir. Diğer bir ifade ile meyve eti sertliğinde azalma meydana gelerek yumuşama gerçekleşmiştir. Uygulamalar arasında da önemli farklılıklar tespit edilmiş, en yüksek sertlik değeri ortalama 61,51 N ile su grubu domateslerde görülmüştür. Bunu 5 dk (61,17 N) ve kontrol grubu (60,25 N) meyveler takip etmiştir. En düşük sertlik değeri ise 56,22 N ile 20 dk ultrases uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulamalardan K, S, 5 dk ve 10 dk uygulamaları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Ancak S ve 5dk

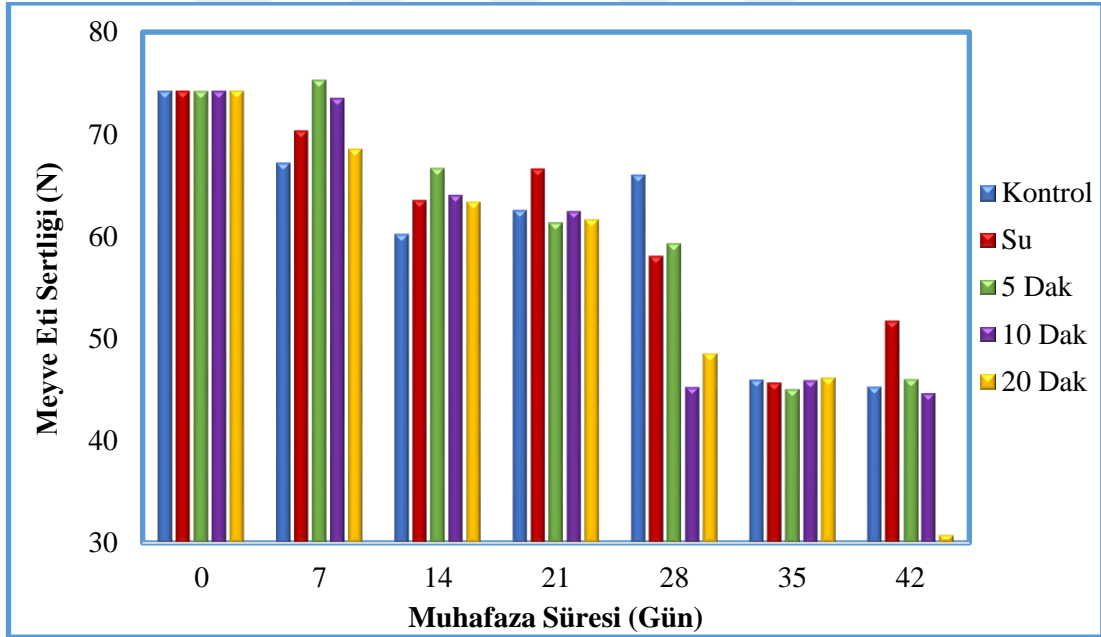
uygulamaları ile 20dk uygulaması arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Tablo 3.2. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince meyve eti sertliği (N) üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	74,18	67,18	60,28	62,58	66,05	46,10	45,41	60,25 ab
Su	74,18	70,35	63,57	66,63	58,13	45,83	51,84	61,51 a
5 dakika	74,18	75,28	66,68	61,40	59,37	45,17	46,14	61,17 a
10 dakika	74,18	73,49	64,06	62,51	45,39	46,05	44,79	58,64 ab
20 dakika	74,18	68,55	63,39	61,69	48,66	46,28	30,82	56,22 b
Zaman Ort.*	74,18 a	70,97 a	63,60 b	62,96 b	55,52 c	45,89 d	43,80 d	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.2. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince meyve eti sertliği (N) üzerine etkisi

3.3 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Miktarı (%)

Domateslerin 42 günlük muhafaza süresince suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarlarında meydana gelen değişim oranları Tablo 3.3 ve Şekil 3.3’de gösterilmiştir.

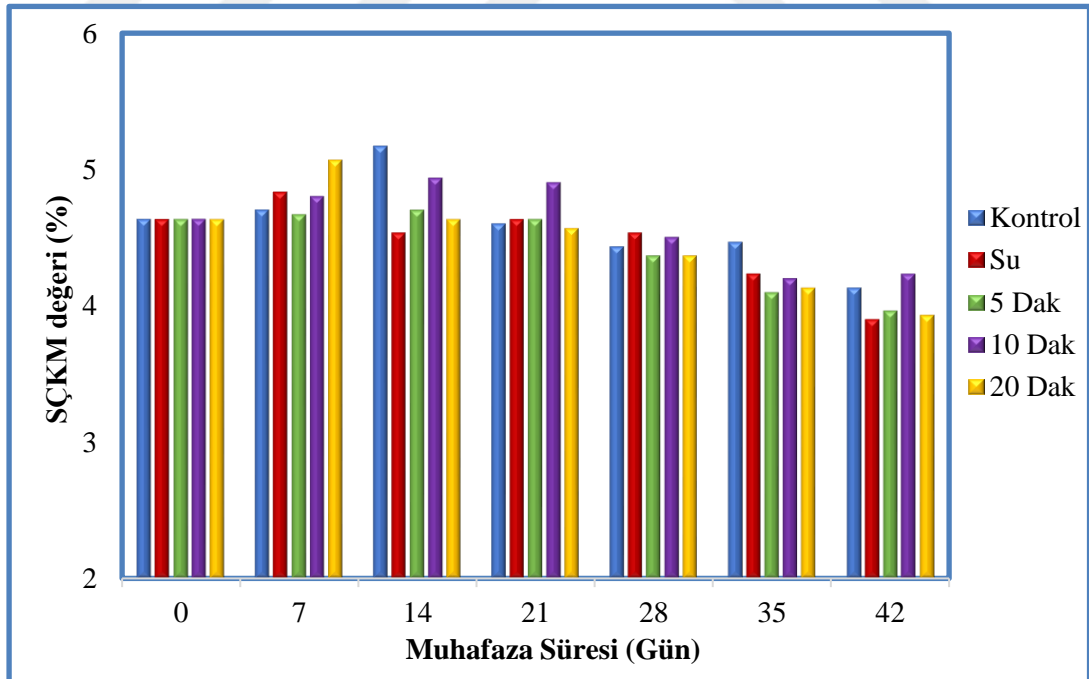
Muhafaza süresince, tüm uygulamalarda düzenli bir azalma tespit edilmiştir. Ancak ilk 3 haftada meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmazken, 4. Haftadan itibaren SÇKM değerindeki azalma hızlanmış ve istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur.

Tablo 3.3. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatesin muhafazası süresince suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarına etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	4,63	4,70	5,17	4,60	4,43	4,47	4,13	4,59 a
Su	4,63	4,83	4,53	4,63	4,53	4,23	3,90	4,47 a
5 dakika	4,63	4,67	4,70	4,63	4,37	4,10	3,97	4,44 a
10 dakika	4,63	4,80	4,93	4,90	4,50	4,20	4,23	4,60 a
20 dakika	4,63	5,07	4,63	4,57	4,37	4,13	3,93	4,48 a
Zaman Ort.*	4,63a	4,81 a	4,79 a	4,67 a	4,44 b	4,23 c	4,03 d	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.3. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domatesin muhafazası süresince suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarına etkisi

Muhafaza süresinin sonunda en yüksek SÇKM oranı, %4,23 ile 10 dk ultrases uygulanan domateslerde, en düşük SÇKM oranı ise %3,90 ile su uygulanan domateslerde tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında domateslerin, SÇKM değerleri % 4,63 iken; depolama sonunda %4,03 olmuştur. Farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarında en yüksek SÇKM ortalama değeri %4,60 ile 10dk uygulamasında, en düşük SÇKM ortalama değeri ise %4,44 ile 5dk uygulamasında görülmüş, bunu S (%4,47) ve 20 dk (%4,48) uygulamaları takip etmiştir. Ultrases uygulamaları arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

3.4 Titre Edilebilir Asit Miktarı (g/1000mL)

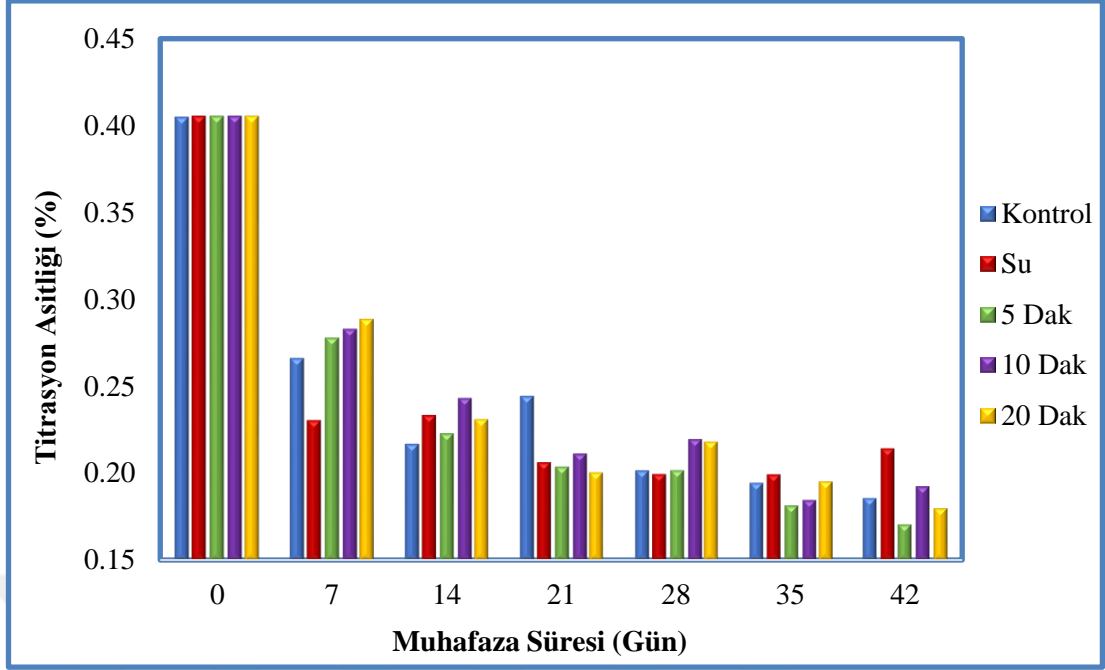
Muhafaza süresince ölçülen TEA miktarları Tablo 3.4 ve Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Kırılma-pembe olum döneminde hasat edilen domateslerde 42 günlük depolama süresince olgunlaşmaya bağlı olarak, meyve içindeki TEA miktarında düzenli bir azalma tespit edilmiştir. Depolama boyunca oluşan bu azalma, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında domateslerdeki TEA miktarı %0,41 iken, 42. günde %0,19’a kadar düşmüştür. Uygulamalar arasında en yavaş azalma S uygulamasında (42. günde %0,21), en hızlı azalma ise 5dk uygulamasında (42. günde %0,17) tespit edilmiştir. Domateslerde farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulamalarından en yüksek TEA miktarı %0,25 ortalama ile K, 10dk ve 20dk uygulamalarında, en düşük TEA miktarı ise %0,24 ortalama ile S ve 5dk uygulamalarında bulunmuştur. Bu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.4. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domatesin muhafazası süresince titre edilebilir asit (TEA) miktarında meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,41	0,27	0,22	0,24	0,20	0,19	0,19	0,25 a
Su	0,41	0,23	0,23	0,21	0,20	0,20	0,21	0,24 a
5 dakika	0,41	0,28	0,22	0,20	0,20	0,18	0,17	0,24 a
10 dakika	0,41	0,28	0,24	0,21	0,22	0,18	0,19	0,25 a
20 dakika	0,41	0,29	0,23	0,20	0,22	0,20	0,18	0,25 a
Zaman Ort.*	0,41 a	0,27 b	0,23 c	0,21 cd	0,21 de	0,19 ef	0,19 f	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.4. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domatesin muhafazası süresince titre edilebilir asit (TEA) miktarında meydana gelen değişimler

3.5 Elektrolit Sızıntısı (ES) Miktarı (%)

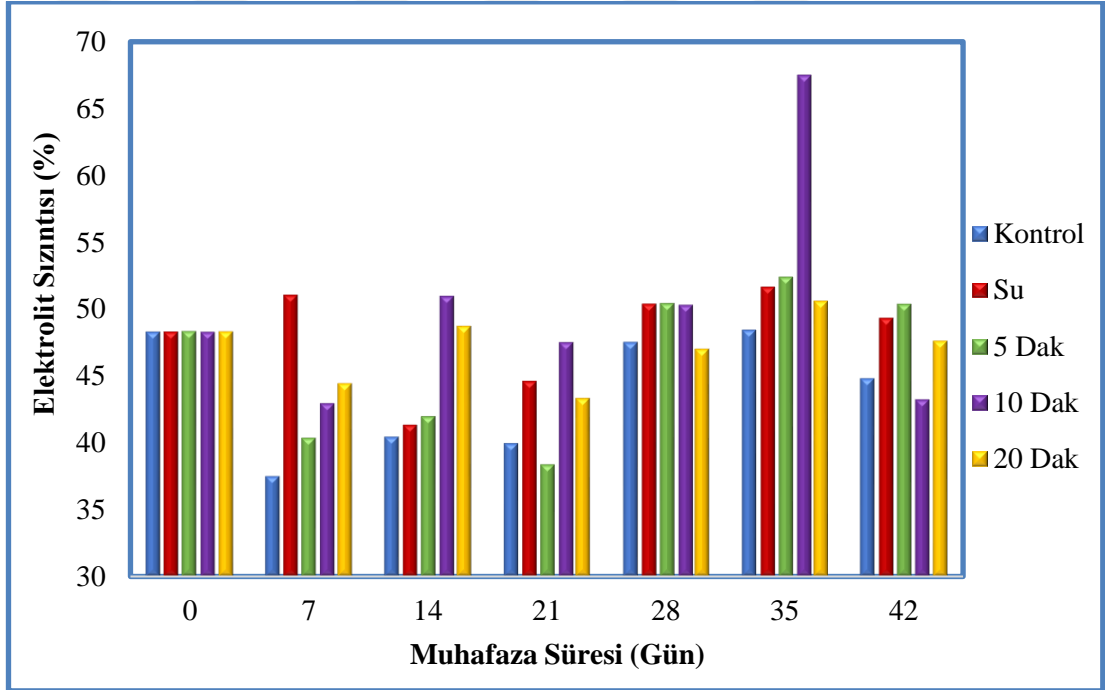
Farklı dozlarda uygulanan ultrasesin domateslerin hücre duvarında oluşturduğu zararın belirlenmesi için elektrolit sızıntısı ölçülerek tespit edilmiştir (Tablo 3.5 ve Şekil 3.5). Başlangıçta ortalama %48,30 olan sızıntı oranının ilk üç hafta düşüş gösterdiği, 4. ve 5. hafta artış (49,12; 54,08) ve 6. haftada yine düşüş (47,06) gösterdiği gözlemlenmiştir. Ancak bu haftalar arasında en fazla artışı 5. haftada (%54,8) göstermiştir. Elektrolit sızıntı oranı altı haftanın sonunda %47,06 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince oluşan bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapılan ultrases uygulamalarının domateslerin elektrolit sızıntısı üzerine etkisinde ise olgunlaşma oranı en fazla olan 10dk ultrases (%50,1) ve su (%48,1) uygulamaları olmuştur. Elektrolit sızıntı oranı en az olan uygulama ise kontrol uygulaması (%43,9) olmuştur. Uygulamalar arasındaki bu farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde önemsiz bulunurken, kontrol uygulaması ile kıyaslandığında önemli bulunmuştur.

Tablo 3.5. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince elektrolit sızıntı (ES) oranında meydana getirdiği değişimler.

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	48,30	37,52	40,50	39,99	47,53	48,40	44,82	43,90 b
Su	48,30	51,04	41,30	44,59	50,37	51,60	49,32	48,10 ab
5 dakika	48,30	40,35	41,90	38,36	50,38	52,30	50,32	46,00ab
10 dakika	48,30	42,99	51,00	47,52	50,30	67,40	43,25	50,10 a
20 dakika	48,30	44,44	48,69	43,33	47,00	50,57	47,59	47,10 ab
Zaman Ort.*	48,30 bc	43,26 cd	44,68 bcd	42,76 d	49,12 b	54,08 a	47,06 bcd	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.5 Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince elektrolit sızıntı (ES) oranında meydana getirdiği değişimler

3.6. Meyve Zemin Rengi

3.6.1. L* Renk değeri değişim oranı

Depolama öncesi farklı dozlarda ultrases uygulanan domateslerin meyve renginden L* renk değerine ait % değişim oranları Tablo 3.6 ve Şekil 3.6 da verilmiştir. Altı haftalık

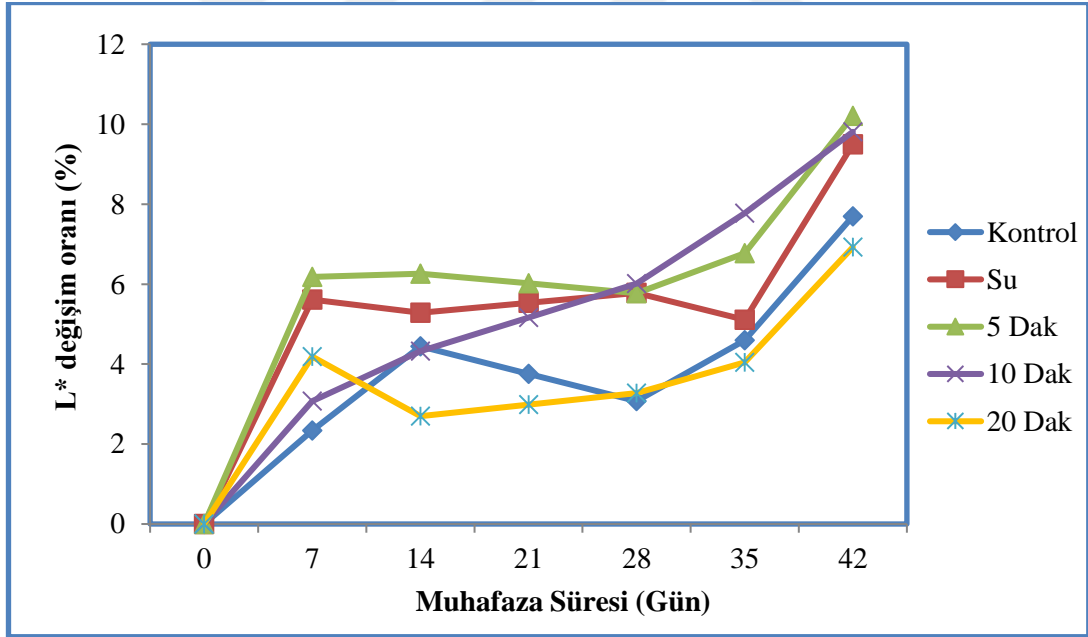
muhafaza süresince L* renk değerlerinde bazı dalgalanmalar olmakla beraber ortalama %8,83 oranında bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.6. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (L* değeri) değişim oranları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	2,34	4,44	3,76	3,07	4,59	7,70	3,70 b
Su	0,00	5,61	5,28	5,53	5,78	5,11	9,49	5,26 a
5 dakika	0,00	6,18	6,26	6,02	5,77	6,77	10,21	5,89 a
10 dakika	0,00	3,08	4,32	5,17	6,01	7,77	9,81	5,17 a
20 dakika	0,00	4,19	2,70	2,99	3,27	4,04	6,92	3,44 b
Zaman Ort.*	0,00 c	4,28 b	4,60 b	4,69 b	4,78 b	5,66 b	8,83 a	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.6. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (L* değeri) değişim oranları

Muhafazanın yedinci gününde L* renk değeri değişim oranı %4,28 olarak azalırken, 14. gününde %4,60 oranında ve 42. günde %8,83 oranında azalmıştır. Günler arasında oluşan bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ultrases uygulamaları arasındaki en yüksek L* renk değeri değişim oranı ise %5,89 ile 5 dakikalık ultrases

uygulaması olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucu %5,26 ile su uygulaması takip etmiştir. Bu iki uygulama arasındaki fark örneklemeden kaynaklanmıştır. Uygulamalardan K ve 20dk uygulamaları arasındaki farklılık tesadüften kaynaklanmakta ve önemsiz bulunurken, bu uygulamalarla S, 5dk ve 10dk uygulamaları arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde önemli bulunmuştur. 42. gün sonunda en düşük L* renk değeri değişim oranı %3,44 ile 20 dk ultrases uygulanan domateslerde tespit edilmiştir.

3.6.2. A* Renk değeri değişim oranı

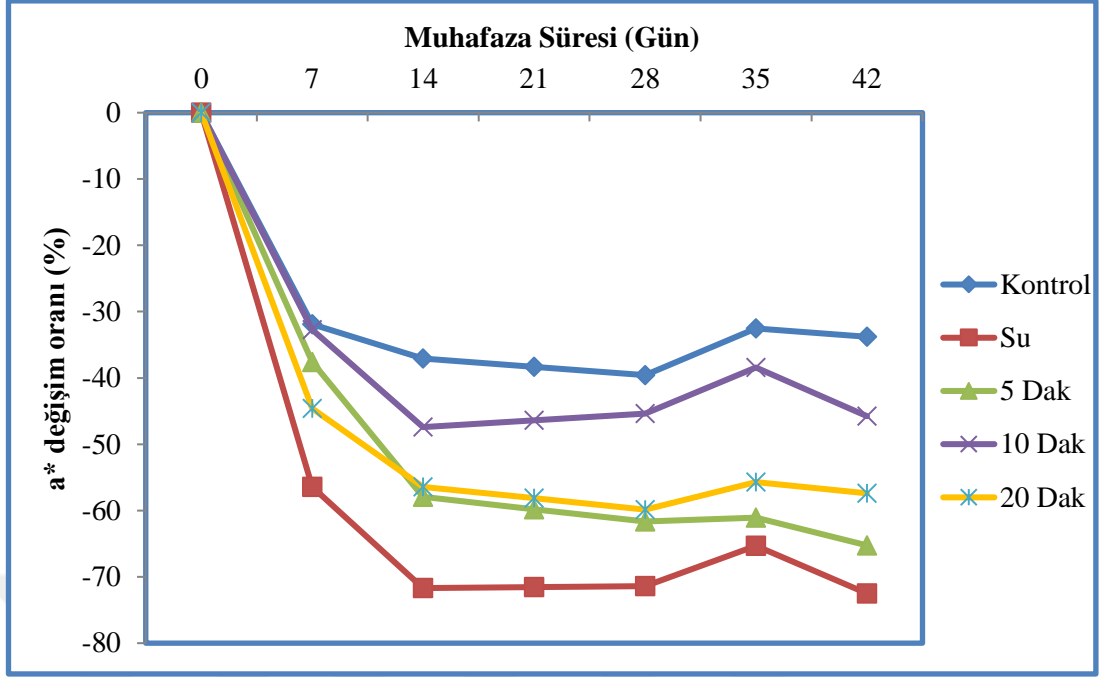
Altı haftalık muhafaza dönemi boyunca ultrases uygulaması yapılan domateslerin meyve rengindeki a* renk değeri değişim oranları Tablo 3.7 ve Şekil 3.7’de gösterilmiştir. Muhafaza süresince a* renk değeri değişim oranlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Deneme ilk haftasında oldukça keskin bir a* renk değeri artışı meydana gelmiş ve bu oran ortalama %40,66 seviyesinde gerçekleşmiştir. İlerleyen haftalarda da bu artış daha sınırlı seviyede artarak deneme sonunda %54,94 olarak belirlenmiştir. Yedi haftanın sonunda uygulanan ultrasesin ölçülen a* renk değerleri üzerindeki etkisine bakılacak olursa en yüksek a* renk değeri değişimi %58,41 olarak ölçülen su grubu, en düşük a* renk değeri değişim oranı da %30,46 ile kontrol grubunda belirlenmiştir. Kontrol grubu ve 10dk grubu arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; kontrol grubu ile S, 5dk, 20dk grubu arasındaki farklılıklar %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 3.7. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (a* değeri) değişim oranları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	-31,92	-37,08	-38,33	-39,58	-32,53	-33,79	-30,46 a
Su	0,00	-56,44	-71,69	-71,54	-71,38	-65,30	-72,50	-58,41 c
5 dakika	0,00	-37,63	-57,94	-59,79	-61,65	-61,06	-65,26	-49,05 bc
10 dakika	0,00	-32,72	-47,42	-46,40	-45,38	-38,41	-45,76	-36,58 ab
20 dakika	0,00	-44,59	-56,42	-58,14	-59,87	-55,69	-57,38	47,44 abc
Zaman Ort.*	0,00 a	-40,66 b	-54,11 b	-54,84 b	-55,57 b	-50,60 b	54,94 b	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.7. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatestede muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (a^* değeri) değişim oranları

3.6.3. B^* Renk değeri değişim oranı

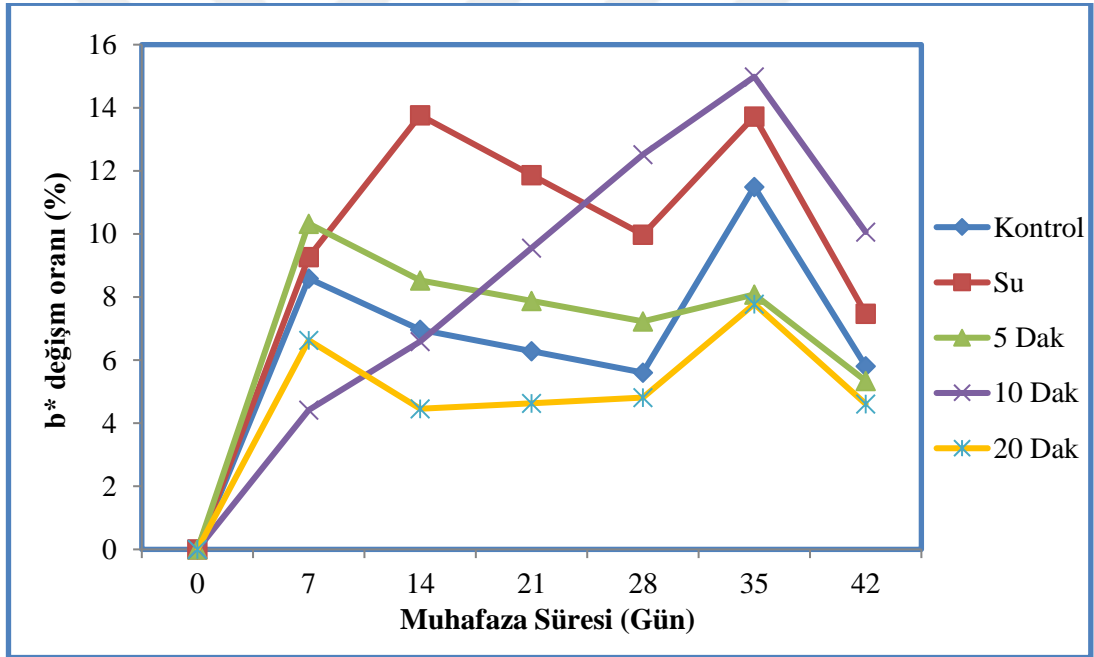
Araştırmada domateslerin b^* renk değeri değişim oranları (%) Tablo 3.8 ve Şekil 3.8 verilmiştir. 42 günlük muhafaza süresince b^* renk değerinde dalgalanmalar olmakla beraber genel olarak bir azalma görülmektedir. Muhafazanın 7. gününde %7,85 olan b^* renk değeri değişim oranı 35. günde %11,21'e kadar artmış, 42. günde %6,66'ya kadar düşmüştür. Muhafaza süresince ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ultrases uygulamaları arasındaki en düşük ortalama %4,70 ile 20 dakikalık ultrases uygulamasında belirlenirken, en yüksek ortalamalar ise %9,44 ile Su ve %8,30 ile 10 dakikalık ultrases uygulaması olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ve 5dk uygulamaları arasındaki farklılıklar önemsiz, kontrol grubu ile Su ve 20 dk uygulamaları arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 3.8. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (b* değeri) değişim oranları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	8,59	6,97	6,29	5,61	11,50	5,81	6,39 bc
Su	0,00	9,27	13,76	11,87	9,98	13,72	7,47	9,44 a
5 dakika	0,00	10,33	8,52	7,88	7,23	8,08	5,34	6,77 bc
10 dakika	0,00	4,42	6,59	9,55	12,52	14,98	10,06	8,30 ab
20 dakika	0,00	6,63	4,45	4,63	4,81	7,78	4,61	4,70 c
Zaman Ort.*	0,00c	7,85b	8,06b	8,04b	8,03b	11,21a	6,66b	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.8. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (b* değeri) değişim oranları

3.6.4. Hue (H°) Açı değeri değişim oranı

Depolama öncesi farklı sürelerde ultrases uygulanan domateslerin depolama süresince hue açı değerindeki değişimler Tablo 3.9 ve Şekil 3.9'da verilmiştir. 42 günlük muhafaza süresince hue değerlerinde oldukça hızlı bir düşme gözlemlenmiştir. Muhafazanın yedinci gününde bu düşme çok hızlı gerçekleşerek ortalama %16,98

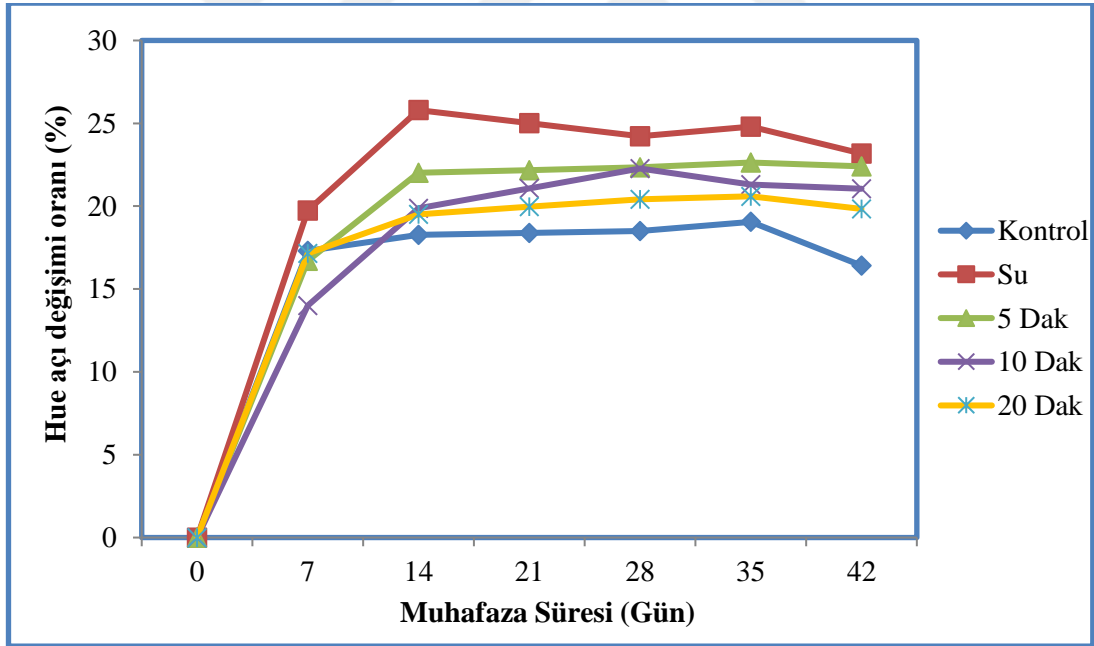
olarak ölçülen hue değeri değişim oranı muhafazanın 14. gününde %21,09, 21. gününde %21,32 ve muhafazanın 35. gününde de %21,68 oranında azalmıştır.

Tablo 3.9. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatestede muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (hue açısı değeri) değişim oranları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	17,30	18,28	18,39	18,49	19,05	16,41	15,42 c
Su	0,00	19,74	25,80	25,01	24,22	24,80	23,18	20,39 a
5 dakika	0,00	16,70	22,01	22,18	22,35	22,63	22,41	18,33 ab
10 dakika	0,00	14,00	19,87	21,07	22,27	21,31	21,06	17,08 bc
20 dakika	0,00	17,14	19,50	19,96	20,42	20,60	19,83	16,78 bc
Zaman Ort.*	0,00c	16,98 b	21,09 a	21,32 a	21,55 a	21,68 a	20,58 a	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.9. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatestede muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (hue açısı değeri) değişim oranları

7. ve 14. günler arasındaki oluşan bu farklılık istatistiksel olarak önemli, 14. günden sonra oluşan farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaları arasındaki en yüksek hue değeri değişimi %20,39 ile su uygulamasında, en düşük değişim oranı ise %15,42 ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Bu iki uygulama

arasındaki fark önemli bulunmuştur. 5dk, 10dk ve 20dk uygulamaları arasındaki farklılıklar da önemsiz bulunurken, 5dk ile kontrol ve 10dk, 20dk ile su uygulamaları arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde önemli bulunmuştur. 42. gün sonunda en düşük hue değişim oranı %16,41 ile kontrol grubu domateslerde, en yüksek hue değişim oranı %23,18 ile su uygulamasında tespit edilmiştir.

3.6.5. Delta E (ΔE) açığı değerleri

42 günlük muhafaza süresince meyve renginden delta E renk değişimleri Tablo 3.10 ve Şekil 3.10'de gösterilmiştir. Depolama boyunca, tüm uygulamalarda düzenli bir artış görülmüş ve 42. günde ortalama 7,31 oranında bir delta E renk değişimi meydana gelmiştir. Muhafaza süresince oluşan bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında da önemli farklılıklar tespit edilmiş, en yüksek delta E renk değişimi 6,08 ortalama ile su uygulamasında, en düşük delta E renk değişimi ise 4,36 ortalama ile kontrol grubu domateslerde elde edilmiştir.

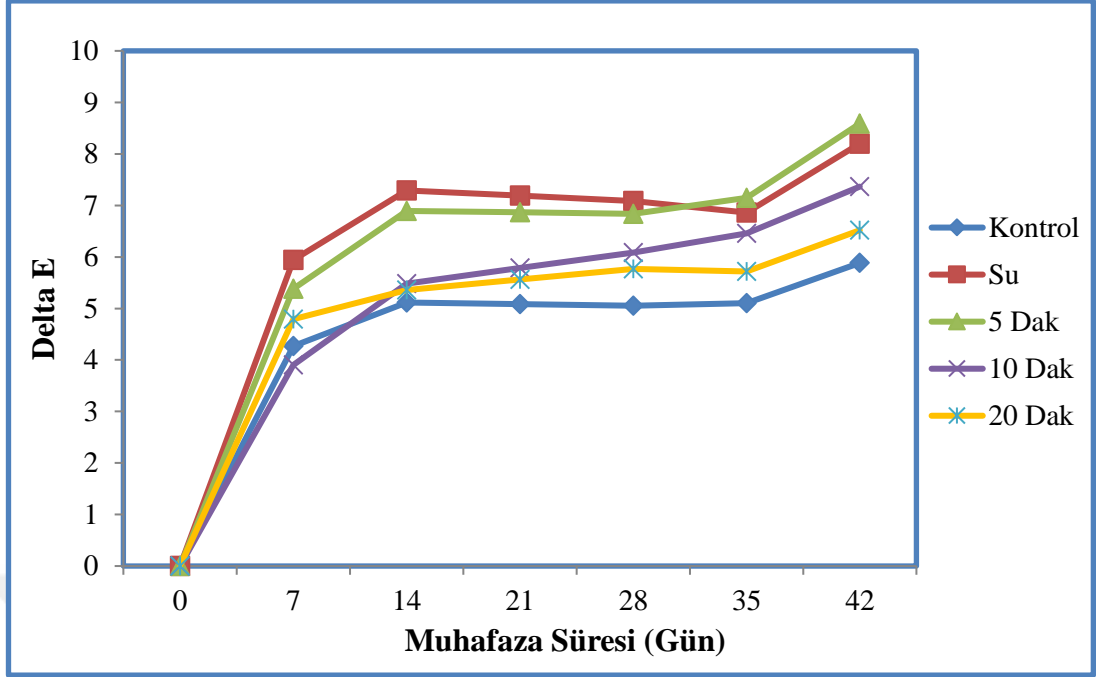
Uygulamalardan S, ve 5dk uygulamaları arasında farklılığın önemsiz olduğu tespit edilirken, bu uygulamalarla K, 10dk ve 20dk arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde önemli bulunmuştur. 42. gün sonunda ise en fazla delta E renk değişimi 8,59 ile 5dk ultrasin uygulanan domateslerde elde edilirken, en düşük delta E renk değişimi 5,88 ile kontrol grubu domateslerde tespit edilmiştir.

Tablo 3.10. Farklı sürelerde uygulanan ultrasin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (delta E değeri) değişim oranları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	4,27	5,11	5,08	5,05	5,10	5,88	4,36 b
Su	0,00	5,94	7,29	7,19	7,09	6,86	8,20	6,08 a
5 dakika	0,00	5,38	6,89	6,87	6,84	7,15	8,59	5,96 a
10 dakika	0,00	3,90	5,48	5,78	6,09	6,46	7,36	5,01 b
20 dakika	0,00	4,79	5,36	5,56	5,77	5,71	6,52	4,82 b
Zaman Ort.*	0,00 d	4,86 c	6,03 b	6,10 b	6,17 b	6,26 b	7,31 a	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.10. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domatestede muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (delta E değeri) değişim oranları

3.6.6. Kırmızılık indeksi

Muhafaza süresince meyve renginde kırmızılık indeksinde meydana gelen değişim oranları (%) Tablo 3.11 ve Şekil 3.11’de gösterilmiştir. Kırılma-pembe olum döneminde hasat edilen domateslerde 42 günlük depolama süresince olgunlaşmaya bağlı olarak, meyve kırmızılık indeksinde düzenli bir artış tespit edilmiştir. Depolama süresince oluşan bu artış, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza ilk haftasında domateslerdeki kırmızılık indeksi hızlı bir artış göstermiş; ortalama %37,93’e ve 42. günde ortalama %48,57’ye kadar yükselmiştir. Uygulamalar arasında en yavaş artış K uygulamasında (42. Günde %30,23), en hızlı artış ise S uygulamasında (42. Günde %64,30) tespit edilmiştir.

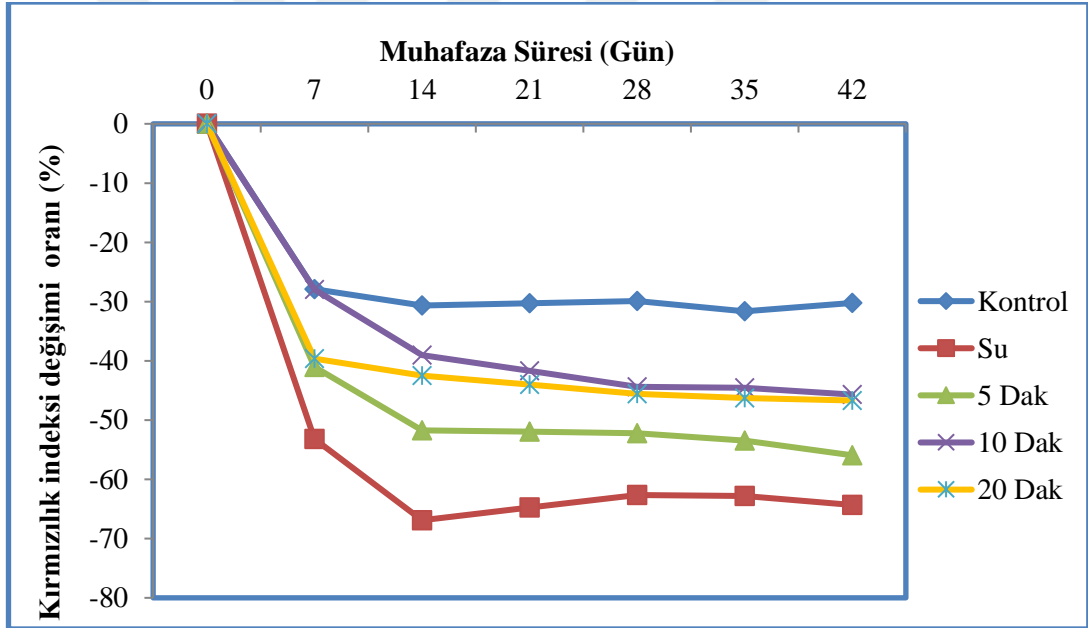
Domateslerde farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulamalarında en düşük kırmızılık indeksi artışı %25,81 ortalama ile K uygulamasında, en yüksek kırmızılık indeksi artışı ise %53,51 ortalama ile S uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza süreleri bakımından farklılıklar önemsiz bulunurken; ultrases uygulamaları arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 3.11. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (kırmızılık indeksi) değişim oranları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	-27,90	-30,68	-30,30	-29,91	-31,65	-30,23	-25,81 a
Su	0,00	-53,17	-66,91	-64,77	-62,63	-62,79	-64,30	-53,51 c
5 dakika	0,00	-41,01	-51,72	-51,97	-52,22	-53,47	-55,94	43,76 bc
10 dakika	0,00	-27,95	-39,03	-41,70	-44,38	-44,53	-45,70	34,76 ab
20 dakika	0,00	-39,61	-42,49	-44,02	-45,56	-46,26	-46,69	37,81 ab
Zaman Ort.*	0,00 a	-37,93 b	-46,17 b	-46,55 b	-46,94 b	-47,74 b	-48,57 b	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.11. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince meyve kabuk rengindeki (kırmızılık indeksi değeri) değişim oranları

3.7 Enfeksiyon Oranı (%)

Farklı sürelerde ultrases uygulanan domateslerde ilk üç hafta enfeksiyon tespit edilmemiştir (Tablo 3.12 ve Şekil 3.12). Enfeksiyon 4. haftada %9,67, iken 6 haftanın sonunda %42,07 oranında oluşmuştur. 4. haftada, en yoğun K uygulamasında %15,00 oranında, en az %4,44 oranında 20dk ultrases uygulamasında gözlemlenmiştir. Temel

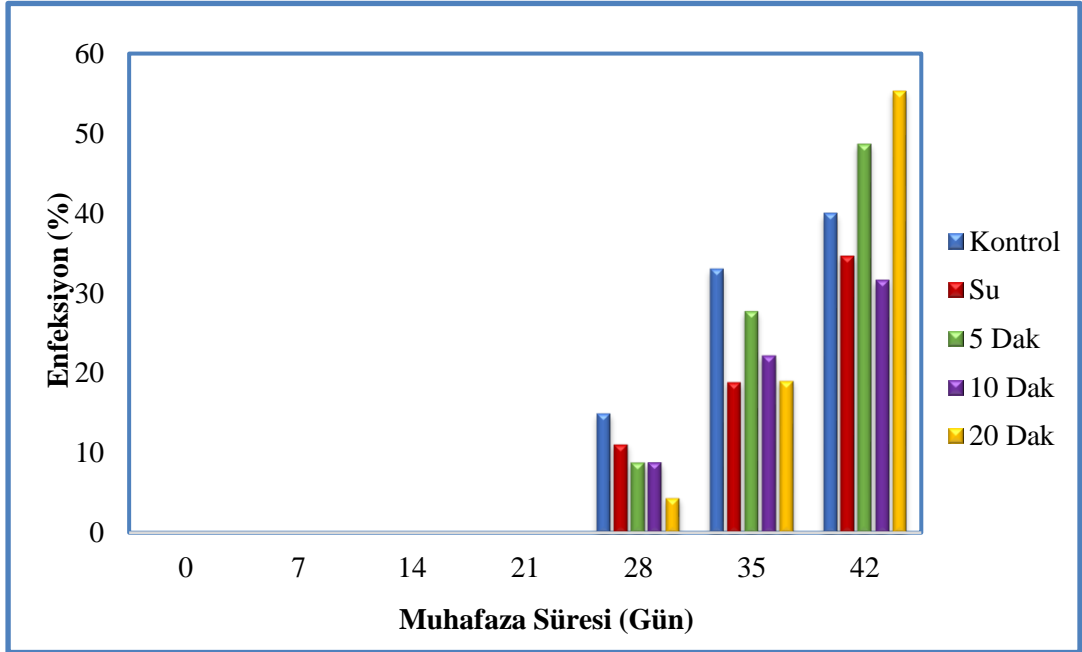
enfeksiyon kaynağı olarak *Botrytis cinerea* saptanmıştır. Denemenin altıncı haftasında bazı domateslerde; K, 10dk, 20dk uygulamalarında aşırı olgunluk belirtileri görülmüştür. Bu nedenle bu haftaya kadar K uygulamasında yüksek olan enfeksiyon oranı son hafta diğer uygulamalarda da artış göstermiş, 42.haftada K uygulamasında %40,00, 5dk uygulamasında %48,67 ve 20dk uygulamasında %55,33 oranında enfeksiyon gözlenmiştir.

Tablo 3.12. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin domateste muhafaza süresince enfeksiyon oranında (%) meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	33,06	40,00	12,58 a
Su	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	18,89	34,67	9,24 a
5 dakika	0,00	0,00	0,00	0,00	8,89	27,78	48,67	12,19 a
10 dakika	0,00	0,00	0,00	0,00	8,89	22,22	31,67	8,97 a
20 dakika	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44	19,17	55,33	11,28 a
Zaman Ort.*	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 d	9,67 c	24,22 b	42,07 a	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.12. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domateste muhafaza süresince enfeksiyon oranında (%) meydana gelen değişimler

3.8. Fruktoz (%)

Araştırmada, domates meyvelerinin muhafaza süresince ortaya çıkan fruktoz miktarlarındaki değişimler Tablo 3.13 ve Şekil 3.13’de gösterilmiştir. Fruktoz değeri farklı zamanlarda ve farklı uygulamalarda değişiklikler göstermiştir.

Uygulamalar arasındaki farklılara bakıldığında; depolama başlangıcında %1,20 olarak ölçülen fruktoz miktarı 42 günlük depolama sonunda, en düşük ortalama %1,28 ile 10dk uygulamasında, en yüksek ortalama ise %1,43 ile S uygulamasında bulunmuş, %1,36 ile K ve 20dk uygulamasının takip ettiği tespit edilmiştir. Muhafaza süresince en düşük fruktoz değeri 7. günde, % 0,77 ile 5 dk uygulamasında, en yüksek fruktoz değeri ise 21. günde, % 1,89 ile K uygulamasında bulunmuştur. S ile K ve 20dk uygulamaları arasındaki farklılık önemsiz bulunurken, S ile 5dk, 10dk uygulamaları arasındaki farklılığın istatistiksel düzeyde ($p<0,05$) önemli olduğu saptanmıştır.

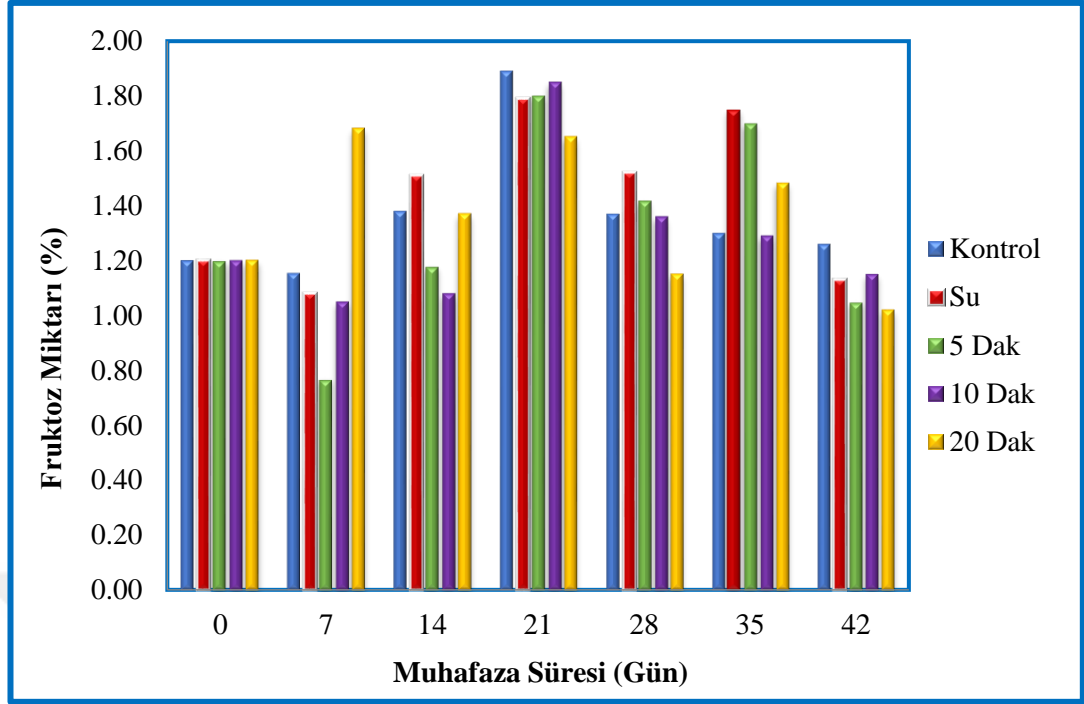
Farklı zamanlarda yapılan analizlerin ortalamalarına bakıldığında ise en düşük değer %1,12 ile 42. Gün analizlerinde en yüksek değer ise %1,80 ile 21. gün analizlerinde bulunmuştur. Farklı günlerde yapılan analizler arasındaki farklılığın istatistiksel düzeyde ($p<0,05$) önemli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.13. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domateste muhafaza süresince fruktoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	1,20	1,15	1,38	1,89	1,37	1,30	1,26	1,36 ab
Su	1,20	1,08	1,51	1,79	1,52	1,75	1,13	1,43 a
5 dakika	1,20	0,77	1,18	1,80	1,42	1,70	1,05	1,30 b
10 dakika	1,20	1,05	1,08	1,85	1,36	1,29	1,15	1,28 b
20 dakika	1,20	1,68	1,37	1,65	1,15	1,48	1,02	1,36 ab
Zaman Ort.*	1,20 de	1,15 e	1,30 cd	1,80 a	1,36 c	1,50 b	1,12 e	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.13. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domatestte muhafaza süresince fruktoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%)

3.9. Glikoz (%)

Denemede, domates meyvelerinin muhafaza süresince ortaya çıkan glikoz miktarlarındaki değişimler Tablo 3.14 ve Şekil 3.14'te gösterilmiştir. Denemede domates meyvelerinin glikoz miktarının, fruktoz miktarından daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Depolama süresinin domates meyvelerinin glikoz miktarı üzerindeki etkisi incelendiğinde, başlangıçta % 1,25 olan glikoz değeri, 21. güne kadar bir azalma, 28. günden muhafazanın son haftası olan 42. güne kadar bir artış ile dalgalanma eğiliminde olmuştur. Glikoz miktarının en düşük, 21. günde 0,59 ile S, en yüksek 42. günde 1,25 ile K uygulamasında olduğu görülmüştür. 42 günlük depolama sonunda uygulama ortalamalarında, en yüksek %1,08 ile K uygulaması olmuş, bunu %0,95 ile 10dk uygulamasının takip ettiği bulunmuştur. Farklı zamanlarda yapılan analizlerin ortalamalarına bakıldığında en düşük değer %0,74 ile 21. gün analizlerinde, en yüksek değer (başlangıç dışında) ise %1,11 ile 42. gün analizlerinde bulunmuş; zaman ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel düzeyde ($p < 0,05$) önemli olduğu tespit edilmiştir.

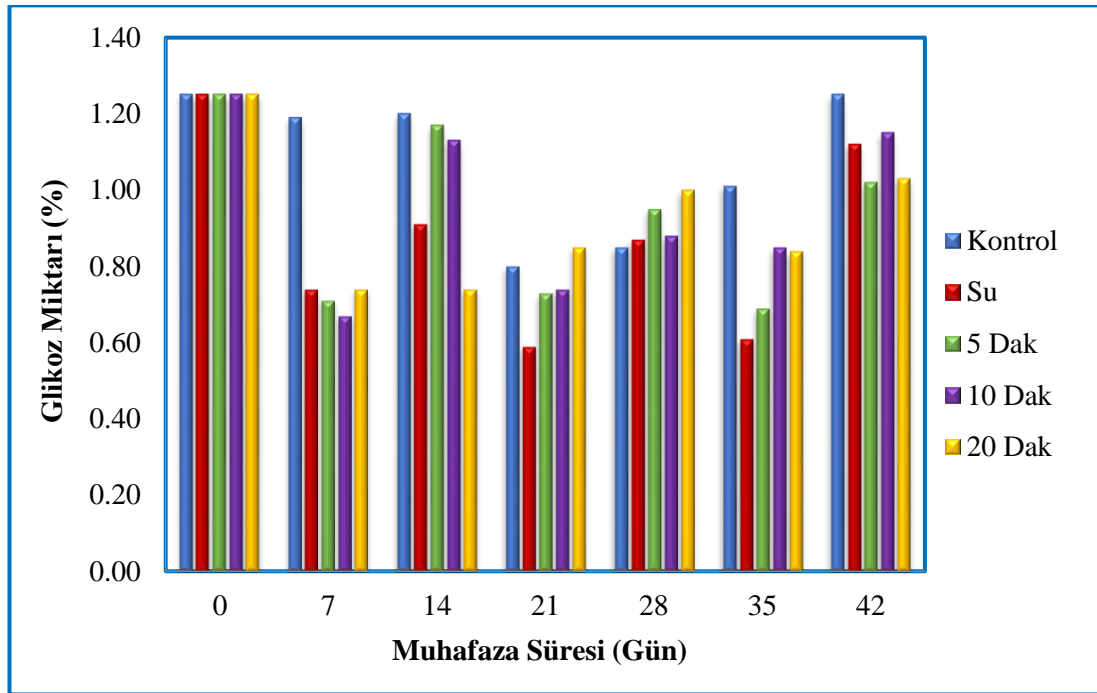
Uygulamalar arasındaki farklılıklara bakıldığında en düşük değer %0,87 ile S uygulamasında, en yüksek değer ise %1,08 ile K uygulamasında bulunmuştur. S ile K uygulamaları arasındaki farklılığın istatistiksel düzeyde ($p<0,05$) önemli olduğu, S ile 5dk, 10dk, 20dk uygulamaları arasındaki farklılığın önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.14. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domateste muhafaza süresince glikoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	1,25	1,19	1,20	0,80	0,85	1,01	1,25	1,08a
Su	1,25	0,74	0,91	0,59	0,87	0,61	1,12	0,87b
5 dakika	1,25	0,71	1,17	0,73	0,95	0,69	1,02	0,93b
10 dakika	1,25	0,67	1,13	0,74	0,88	0,85	1,15	0,95ab
20 dakika	1,25	0,74	0,74	0,85	1,00	0,84	1,03	0,92b
Zaman Ort.*	1,25a	0,81d	1,03bc	0,74d	0,91cd	0,80d	1,11ab	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.14. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domateste muhafaza süresince glikoz miktarında meydana gelen değişim oranları (%)

3.10. Toplam Şeker (%)

Kırılma-pembe olum döneminde hasat edilen domateslerin 42 süren muhafaza sonrasında toplam şeker miktarındaki değişim oranları Tablo 3.15 ve Şekil 3.15’de sunulmuştur. Fruktoz ve glikoz toplamından oluşan toplam şeker değeri muhafaza başlangıcında %2,45, muhafaza sonunda %2,24 olarak belirlenmiştir. 42 gün boyunca toplam şeker miktarındaki bu azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar arasında en düşük şeker değeri 7. günde (%1,49) dozunda, 5dk uygulamasında, en yüksek şeker değeri 21. günde (%2,69) dozunda K uygulamasında bulunmuştur. Bunu takip eden uygulama ise yine 21. günde (%2,59) dozunda 10dk uygulamasıdır.

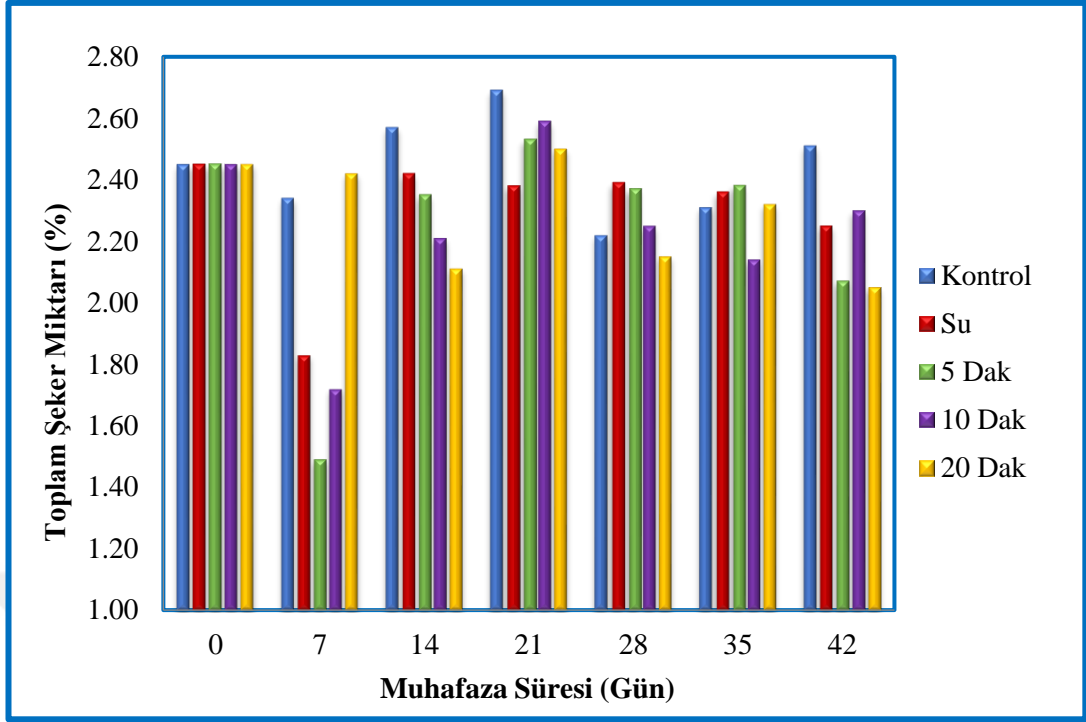
Uygulama ortalamalarının en düşük toplam şeker değeri %2,23 ile 5dk ultrases uygulamasında, en yüksek şeker değeri %2,44 ile K uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Uygulamalar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Zaman ortalamalarındaki en düşük değer %1,96 ile 7. gün analizlerinde, en yüksek değer %2,54 ile 21. gün analizlerinde ortaya çıkmıştır. Zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel düzeyde ($p<0,05$) önemli bulunmuştur.

Tablo 3.15. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domateste muhafaza süresince toplam şeker miktarında meydana gelen değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							Uyg Ort.**
	0	7	14	21	28	35	42	
Kontrol	2,45	2,34	2,57	2,69	2,22	2,31	2,51	2,44 a
Su	2,45	1,83	2,42	2,38	2,39	2,36	2,25	2,30 a
5 dakika	2,45	1,49	2,35	2,53	2,37	2,38	2,07	2,23 a
10 dakika	2,45	1,72	2,21	2,59	2,25	2,14	2,30	2,24 a
20 dakika	2,45	2,42	2,11	2,50	2,15	2,32	2,05	2,29 a
Zaman Ort.*	2,45 ab	1,96 c	2,33 ab	2,54 a	2,28 ab	2,30 ab	2,24 b	

*Zaman ortalamaları satırında farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

** Uygulama ortalamaları sütununda farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.15. Farklı sürelerde uygulanan ultrasesin, domateste muhafaza süresince toplam şeker miktarında meydana gelen değişim oranları (%)

4.TARTIŞMA

Dünya’da en çok üretimi yapılan sebzelerin başında gelen domates (Çam, 2017) ülkemiz, örtüaltı ve tarla sebzeciliği üretiminde en fazla üretimi yapılan sebze türüdür (FAO, 2018). Ancak yılın hemen hemen her döneminde domates üretilebilmekle beraber, hasattan sonraki dönemdeki koşullar ve tüketime kadar geçen süre içerisinde önemli kayıplar meydana gelmektedir.

Bu kayıpların önlenmesinde ya da azaltılması ülke ekonomisine önemli katkıda bulunacaktır. Her dönem yetiştirilen bir tür olması nedeni ile elma, armut, üzüm, kivi vb. ürünler gibi uzun bir muhafazadan ziyade, kalite korunumuna ve piyasa arzının dengelenmesine yönelik bir muhafaza domatesler için kullanılmaktadır. Özellikle sera-tarla üretim geçişlerindeki boşlukların doldurulmasında muhafaza önem kazanmaktadır. Ayrıca yurtdışı ihracatına yönelik pazarlamalarda yolda geçen süredeki muhafaza da dikkat edilmesi gereken hususlar arasında sayılmaktadır.

Üretiminin yoğunluğu, geniş bir pazarlama alanının olmasının yanı sıra geniş kullanım alanlarına (taze, kurutulmuş, dondurulmuş, meyve suyu, konserve vb) sahip olan domates içeriğindeki kendine özgü besin değeri sayesinde, likopenin anti-oksidatif etkilerinden ve kansere karşı fonksiyonlarının var olmasından dolayı her geçen gün artan bir taleple karşılaşmaktadır. Özellikle anti-kanserojen bir madde olan likopenin en önemli kaynağı olarak domates kabul edilmektedir (Durmuş ve diğ., 2018).

Bu kadar önemli bir besin kaynağı olmasına rağmen hasat sonrası ürün kayıplarının fazla olması birçok yaş meyve-sebzede olduğu gibi domateste de önemli bir sorundur. Bu amaçla çalışmamızda yaş meyve ve sebze muhafazasında kalitenin korunması ve kayıpların azaltılması amacıyla Ultrases uygulamalarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu etkilerin domates üzerinde nasıl sonuç verdiğini incelediğimiz çalışmada, kırılma-pembe olum döneminde hasat edilen domates meyveleri, ultrasonik su banyosu içerisine yerleştirilerek, 5, 10, 20 dakika olmak üzere 3 farklı sürede ultrases uygulanmıştır.

Hasat sonrasında ürünler, buldukları ortam koşullarına, kabuk yapılarına ve su içeriklerine bağlı olarak az ya da çok su kaybederler. Bu su kaybı makro boyutta ağırlık kaybı olarak değerlendirilmektedir (Salveit, 2016; Karaçalı, 2009). Yürüttüğümüz denemede de 6 haftalık muhafaza süresi boyunca %4,73-5,74 arasında ağırlık kaybı meydana gelmiştir (Tablo 3.1 ve Şekil 3.1). Denemede kullanılan domateslerin standart bir streç film ile kaplanması ağırlık kaybının oldukça düşük kalmasına neden olmuştur. Batu ve Thompson (1998) farklı kalınlık ve tiplerdeki (PE, PVC ve PP) plastik ambalajların su ve ağırlık kaybını ambalajsız olanlara oranla oldukça azalttığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da ağırlık kaybının sınırlı olmasının en önemli nedeni plastik ambalajdan kaynaklanmaktadır. Ayrıca morfolojik yapıları gereği domates meyvelerinde stoma yoğunluğu çok düşüktür. Bu durum da su kaybının ve dolayısı ile ağırlık kaybının az olmasına neden olmaktadır (Van Meeteren ve Aliniaefard 2016). Farklı sürelerde uygulanan Ultrases uygulamalarından 5dk dışındakiler ile kontrol ve su uygulamaları arasında ağırlık kayıpları bakımından bir fark bulunmamış, ancak 5dk ultrases uygulamasının ağırlık kaybını artırdığı görülmüştür. Mustafa ve diğ. (2014) kitosan kaplamasının ultrases ile etkinliğini artırmak için kullanımlarında, ultrasesin ağırlık kaybını artırdığını tespit etmişlerdir. Bunda karşın yine domateste yapılan bir çalışmada, ultrasesin ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir (Pinheiro ve diğ., 2016). Bu nedenle kullanılacak ultrases frekansı ve süresinin kabuk dokusunu zayıflatabileceği de söylenebilir. Ancak bu yorumu desteklemek için frekans ve süre ile ilgili çok sayıda çalışma yapılması gerekecektir. Yapılan bazı çalışmalarda ultrasesin yalnız başına yeterli olmadığı sonucuna varılmış, kimyasal madde kullanımındaki sakıncaların azaltılması için, ultrases biyolojik veya kimyasal maddeler ile kombine edilerek uygulanması önerilmektedir (Dikilitaş ve diğ., 2018).

Hasat sonrası dönemde, önemli kalite kayıplarından birisi de hücre duvarındaki pektik maddelerin parçalanmasına bağlı yumuşamadır. Bu durum hem hücre bütünlüğünün kaybolmasına yol açarak yeme kalitesini düşürür, hem de enfeksiyon kaynaklarının hücre içine girişini kolaylaştırır (Karaçalı, 2009). Ultrases uygulamaları, yine uygulama süresinin artışına bağlı olarak yumuşamayı hızlandırmıştır. Özellikle 20 dk uygulamasında en düşük sertlik değeri (42.günde 30,82 N) belirlenmiştir. Bu durum sertlik kaybı olarak yorumlanabileceği gibi, ultrasesin olgunlaşmayı hızlandırdığı

şeklinde de yorumlanabilir. Bu sonuç depolama uygulamalarında istenmeyen bir durum olsa da, hızlı olgunlaştırma ve pazara hızlı ürün sunma açısından avantajlı olabilecektir. Ultrasesin sertlik üzerindeki etkisinde, uygulama frekansının ve sürenin de etkisi bulunmaktadır. Kim ve diğ., (2015)'nın yapmış olduğu çalışmada, domateslerde düşük frekanslı (1 kHz) ultrases ile uzun süre (6 saat) uygulamanın, hücre duvarlarını sağlamlaştırarak, yumuşamayı geciktirdiğini belirlemiştir. Bu çalışmada ses dalgalarının yumuşama geciktirme üzerinde dolaylı olarak etkili olduklarını, etilen üretiminden sorumlu genler (*ACS2*, *ACS4*, *ACO1*, *E4* ve *E8*) ve olgunlaşmayı düzenleyen genlerin (*RIN*, *TAGL1*, *HB-1*, *NOR* ve *CNR*) ses dalgası ile uyarıldığını ve etilen üretiminin geciktirilmesi sonucunda yumuşamanın ertelendiğini bildirmişlerdir. Pinheiro ve diğ., (2015) 45 kHz ultrases uygulamasının domateslerde tekstür kaybını azalttığı belirlemiştir. Bal (2016), eriklerde CaCl₂ ile kombine uygulanan ultrasesin meyve eti sertliğini korumada etkili olduğunu tespit etmiştir.

Yumuşama diğer bir ifade ile sertlik ya da tekstür kaybı hücre duvarının yapısının bozulmasından kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda yapılan hücresel çalışmalarda, hücre duvarı bozucu enzimler (Glucanase, polygalacturonase, pectin methyl esterase (PME), xilanase) nedeni ile dokusal değişimlerin gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu enzimlerin faaliyetleri sonucunda, hücre duvarı bileşenleri depolimerizasyona uğrayarak hücre yapısı bütünlüğünü kaybetmektedir (Pareek, 2016). Meyve hücre duvarı, kompleks polisakkarit ve protein ağlarından oluşur. Burada hücre duvarı, meyve türlerine ve gelişim aşamasına bağlı olarak ortalama olarak yaklaşık %35 pektin, %25 selüloz, %20 hemiselüloz ve %10 yapısal protein içermektedir (Brownleader ve diğ., 1999). İşte yukarıda adı geçen enzimler hücre duvarı bileşenlerini parçalayarak, yumuşamaya neden olmaktadır.

Önceki çalışmalar genel olarak tekstür kaybını geciktirmesi şeklinde sonuçlanmasına karşın, bizim çalışmamızda süre ile yumuşamanın arttığı şeklinde belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda hem kullanılan frekansların farklı olması hem de bazı kimyasallar ile kombine kullanılması, yumuşamaya neden olan enzimler üzerinde negatif etki yapmış olabilir. Bizim kullandığımız çalışmada ise enzim faaliyetlerini teşvik ettiği görülmektedir. Bu durumda frekans ve süre konusunda çalışılması gerektiğini söylemek yanlış olmayacaktır.

Olgunlaşma ile beraber meyvelerde SÇKM değerlerinde bir yükselme meydana gelmektedir. Özellikle şeker oranları yüksek olan meyvelerde bu değişim, meyve suyundaki basit şekerlerin artışı şeklinde değerlendirilmektedir (Karaçalı 2009; Majidi ve diğ., 2014). Bizim çalışmamızda ise ilk 3 hafta SÇKM değerlerinin yaklaşık aynı seviyede kaldığı, ilerleyen haftalarda ise azaldığı görülmektedir. SÇKM değerlerini oluşturan ana bileşenlerden birisi şekerler olmakla beraber, bir diğeri de organik asitlerdir. Şekerler olgunlaşmaya bağlı olarak artarken, organik asitler azalmaktadır. Ayrıca solunum sırasında şekerlerin öncelikli olarak kullanılması da bu dengenin oluşmasında etkili olmaktadır. Özellikle depolamanın ilk haftasında şekerdeki ani düşüş, üretim ortamından düşük sıcaklığa giren meyvelerde solunumla hızlı şeker kaybına bağlanabilir. Bu düşüşten sonra şekerde önce bir artış sonra bir azalma meydana gelmiştir. İlk artış aşamasında olgunlaşmaya bağlı şeker artışı ile solunumda kullanılan şeker ve organik asitlerindeki azalma dengeli devam etmiş, ancak 3. haftadan itibaren şeker dönüşümü azaldığından (olgunlaşmaya bağlı) SÇKM değerinin düştüğü görülmüştür. Uygulamalar arasında ise SÇKM değişimine ait önemli bir farkın olmaması, farklı sürelerdeki ultrasesin SÇKM üzerinde etkili olmadığını göstermektedir. Mustafa ve diğ. (2014)'de domateste, Aday ve Caner (2014)'de çilekte, Chen ve diğ. (2012)'de Litchi (*Litchi chinensis*) meyvelerinde ultrases uygulamasının SÇKM artışını yavaşlattığını bildirmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda SÇKM değerleri bakımından önemli bir fark oluşmamıştır.

SÇKM oranındaki değişim gibi asit miktarı da olgunlaşma ile önemli derdede değişen kriterlerden birisidir. Özellikle baskın asitin sitrik asit olduğu domateslerde, asit miktarına bağlı ekşilik oldukça önemli organoleptik özelliklerdendir. Bu nedenle asit seviyesinin azalması, yenilebilir olmasını sağlamaktadır. Başlangıçta %0,41 olana TA 7. haftada hızlı bir düşüş göstermiş ve %0,27'e gerilemiştir. Daha sonraki dönemde azalmalar meydana gelmekle beraber, daha düşük olmuştur. Ancak uygulamalar TA değişimi üzerinde önemli bir etki oluşturmamıştır. Elde ettiğimiz bulgular, Mustafa ve diğ. (2014)'nin domateste ve Chen ve diğ. (2012)'nin Litchide yaptığı çalışmalarla çelişmektedir. SÇKM'de olduğu gibi bunun nedeni kullanılan ultrasesin frekansından kaynaklanabileceği gibi, bu çalışmalarda ultrases tek başına değil bazı kimyasal uygulamalarla kombinasyon halinde kullanılmasından etkilenmiş olabilir.

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası ultraviyole, radyofrekans, ses uygulamaları, sıcaklık uygulamaları gibi fiziksel uygulamalar, uygulama dozuna ve süresine bağlı olarak dokularda hasara neden olabilmektedir. Doku hasarlarının ve üşüme zararının erken dönemde belirlenmesinde kullanımı potasyum iyon sızıntısı ya da elektrolit sızıntısı ölçümü kullanılabilir. (Halloran ve diğ., 1996). Yaptığımız ultrases uygulamaları da dokulara az ya da çok hasar verebilmektedir. Nitekim çalışmamızda kontrole göre daha yüksek seviyede elektrolit sızıntısı olmasının nedeni de ultrasesin hücre duvarında düşüğe olsa bir hasar verdiğini göstermektedir. Ancak başlangıçta %48,3 oranında oluşan sızıntı oranı muhafaza sonunda en fazla %52,32 seviyesine çıkmıştır. Bu durum meydana gelen hasarın büyüyerek artan boyuta ulaşmadığı, uyarıcı nitelikte olduğu anlamına gelmektedir.

Klimakterik bir tür olan domates, hasat sonrası dönemde de olgunlaşmaya devam etmektedir (Pareek, 2016). Olgunlaşma sürecinde meyvede renk değişimi, karbohidrat metabolizmasındaki değişimler ve yumuşama gibi fizyolojik olaylar meydana gelmekte ve bu olaylar bitkisel bir hormon olan etilen tarafından düzenlenmektedir (Prinsi ve diğ., 2011). Domates yeşil olum dönemi olarak kabul edilen, tohumlarının ten rengi olduğu ve meyvenin en az 2 odacığında (lokulusunda) önemli bir jel gelişimi olduğu dönemde, etilen üretimi çok düşük ancak hassasiyeti çok yüksektir; kırmızı olum döneminde ise etilen üretimi yüksek ancak hassasiyeti düşüktür (Toivonen, 2016). Domateste, renk değişimi, olgunlaşmayla beraber, yeşilden kırmızıya, diğer bir ifade ile yeşil renkli klorofil moleküllerinin bir karotenoid olan likopene dönüşmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Giovannoni, 2001). Likopen önemli bir antioksidan madde olması nedeniyle domates tüketimini teşvik etmektedir (Javanmardi ve Kubota, 2006). Domateste 10.5–27.8 mg 100 g⁻¹ likopen bulunmaktadır (Ilahy ve diğ., 2011). Çalışmamızda kullanılan kırılma-pembe olum döneminde hasat edilen domateslerde de depolama süresince olgunlaşmaya devam ederek zemin rengi kırmızıya dönmüştür. Çalışmamızda renk ölçümlerinde standart L*, a*, b* ve hue* değerlerinin yanısıra, başlangıça göre renk değişiminin belirlendiği delta E ve domates kırmızılık indeksi hesaplamaları da yapılmıştır. Ölçümler hep aynı örneklerde yapıldığından, farkın daha iyi anlaşılması amacı ile başlangıça göre değişim oranları verilmiştir. Parlaklık değerlerine bakıldığında, depolama öncesi su içinde bekletmek depolama sırasında parlaklık (L*) değerini azaltmıştır. Ancak uzun

süre uygulamanın bu kaybı ortadan kaldırdığını, ancak kontrol ile aynı değerlerde tutabildiğini görmekteyiz. Yeşil/kırmızı ($-a^*/+a^*$) renk değerini veren a^* değerlerine bakıldığında da L^* değerine benzerlik gösterdiği, suyun a^* değerini yükselttiğini ancak burada 10dk ve 20 dk ultrasesin suyun etkisini azalttığını göstermektedir. Hue açısı değerlerindeki değişimler, kırmızılık indeksindeki değişimler ve delta E değerleri incelendiğinde, en az değişim kontrolde elde edilmektedir, bunu sırayla 20dk, 10dk ve 5dk takip etmekte, en fazla değişim ise su uygulamasında elde edilmiştir.

Bitkilerde genetik yapının yanı sıra atmosfer bileşimi ve ısı, donma, ozon, radyasyon veya kimyasal işlemler gibi çevresel faktörlerde fizyolojik olayların seyrinin ya da morfolojik yapının değişmesine neden olmaktadır (Forney, 2016). Yaptığımız çalışmada kullandığımız uygulamalardan, ultrases hatta suda bekletmede ürün içinde bazı farklılaşmalar neden olmaktadır. Nitekim suda bekletme ile özellikle kabuk dokusunun uyarıldığı, bunun sonucu olarak renk dönüşümünün hızlandığı belirlenmiştir. Özellikle kırmızılık indeksinde bakıldığında, hiç uygulama yapılmayan domates meyvelerinde renk dönüşümünün çok yavaş olduğu, suda bekletilenlerde ise en hızlı olduğu görülmektedir (Şekil 3.11). Ancak oluşan bu olumsuz etki ultras ile azaltılmış ve uygulama süresi artıka kırmızılıktaki değişim oranı azalmıştır. Ultrasenin su içinde uygulanması, sudan kaynaklanan nedenlerle kızarmayı dolayısı ile olgunlaşmayı hızlandırmaktadır. Ultrasenin su dışındaki uygulamalarının da değerlendirilmesi gelecek çalışmalar için bir öneri olabilir.

Enfeksiyon oluşumlarına baktığımızda, ilk 3 hafta enfeksiyon belirlenmezken 4. ve 5.hafta kontrolde yoğun olmak üzere enfeksiyon tespit edilmiştir. 4. Haftada ultrasenin süresi ile ters orantılı olarak enfeksiyon oluşmuş, ancak su uygulamasında enfeksiyonun kontrolden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun muhafaza öncesi su içerisinde bekletmenin meyve yüzeyindeki mikroorganizma yükünü azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Son haftada (42. gün) başta 5 dk olmak üzere tüm ultrases uygulamalarında meyvelerde olgunlaşmanın ilerlemesi ile kontrolden daha yüksek oranda enfeksiyon saptanmıştır.

Şeker analizlerinden elde edilen sonuçlarda, muhafaza süresince glikoz miktarının ultrases ve su uygulamalarında kontrolden daha düşük olması olgunlaşmanın bir

göstergesi olarak algılanmıştır. Bu değerlendirmeler, renk değişimleri, SÇKM ve TEA değerleri ile benzerlik göstermiştir.



5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak farklı sürelerde 52 kHz su içerisinde ultrases uygulamasının, kalitenin korunması üzerinde etkili olmadığı, özellikle suya bağlı olarak bu etkinin ortaya çıktığı görülmektedir. Özellikle kontrol uygulamasının gözardı edilmesi durumunda, ultrasesin etkili olduğu görülmektedir. Burada suyun olgunlaşmayı hızlandırdığı görülmektedir. Bu nedenle suyu devre dışında bırakarak hava ortamında yapılacak bir ultrases uygulamasının etkisini daha da artırabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda ultrases etkisiz olmuş gibi görülse de kontrolle değil su ile kıyaslamada ultrasesin net başarılı olduğu görülmektedir.

Ayrıca ultrasesin hasat sonrasında kullanımı ile ilgili son derece sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle özellikle farklı frekans ve sürelerde ultrases uygulamaları, su içinde ya da bazı çözeltiler içerisindeki uygulamalar ile hava içerisindeki ultrases uygulamaları ile ilgili çalışmaların çoğaltılması gerekmektedir. Elde edilecek bu verilerin ışığında, ultrasesin pratikte kullanılıp kullanılmayacağına ilişkin yorumların yapılması mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

Aday M. S., and Caner C., Individual and combined effects of ultrasound, ozone and chlorine dioxide on strawberry storage life, *Lwt Food Science and Technology*, 2014 **57**(1), 344-351.

Aday M. S., Temizkan R., Büyükcan M. B. and Caner C., An innovative technique for extending shelf life of strawberry: Ultrasound, *LWT. Food Science and Technology*, 2013, **52**(2), 90-101

Awad T.S., Moharram H. A., Shaltout O. E., Asker D. and Youssef M., Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food, *Food Research International*, 2012, **48**(2), 410-427

Bal E., Effects of exogenous polyamine and ultrasound treatment to improve peach, *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 2013, **73**(4).

Bal E., Derim Sonrası Santa Rosa Erik Çeşidinde Kalsiyum Klorürle Ultrasound Uygulamalarının Modifiye Atmosfer Paketler İçerisinde Muhafaza Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri, *Meyve Bilimi*, 2016, **1**, 12-18

Batu A., Thompson A. K., Effects of modified atmosphere packaging on post harvest qualities of pink tomatoes, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 1998 **22**(4), 365-372.

Benli M. Hasat Sonrası Fungal Hastalıklarla Kimyasal ve Biyolojik Mücadele, *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 2003, 1-25.

Brownleader M., D., Jackson P., Mobasheri A., Pantelides A. T., Sumar S., Trevan M. and Dey P. M., Molecular Aspects of Cell Wall Modifications During Fruit Ripening, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1999, **39**, 149–164.

Büyüktanır A., *Ultrasones (Ultrasound)*, 2010.

Cao S., Hu Z., Pang B., Wang H., Xie H. and Wu F., Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest, *Food Control*, 2010, **21**(4), 529-532.

Chen Y., Jiang Y., Yang S., Yang E., Yang B. and Nagendra Prasad K., Effects Of Ultrasonic Treatment On Pericarp Browning Of Postharvest Litchi Fruit. *Journal of Food Biochemistry*, 2012, **36**(5), 613-620.

Chen Z. and Zhu C., Combined effects of aqueous chlorine dioxide and ultrasonic treatments on postharvest storage quality of plum fruit (*Prunus salicina* L.), *Postharvest Biology and Technology*, 2011, **61**(2-3), 117-123.

Çam E., *Yaş Sebze ve Meyve Sektörünün Güncel Durum Değerlendirmesi*, 2017.

Dikilitaş M., Balak V., Şimşek E., Karakaş S., Ses Dalgaları İle Mikroorganizmaların Kontrolü, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2018, **22**(3), 431-444.

Dinçer C., Topuz A., Meyve ve Sebzelerin Muhafazasında İyonize Radyasyon Kullanımı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, (S. 285-288), Bolu, 2006.

Dölekoğlu C. Ö., Gıda Kayıpları, İsrar ve Toplumsal Çabalar, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 2017, **23**(2), 179-186.

Durmuş M., Yetgin O., Abed M. M. and Haji E. K., Domates Bitkisi, Besin İçeriği ve Sağlık Açısından Değerlendirmesi, *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 2018, **1**(2), 59-74.

Bilek S. E., ve Turantaş F., Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review, *International Journal of Food Microbiology*, 2013, (**166**), 155-162.

Fallik E., Prestorage Hot Water Treatments, *Postharvest Biology and Technology*, 2004, **32**(2), 125-134.

Forney C. F., Impact of Postharvest Technologies on the Flavor of Fresh Fruits and Vegetables, *In Postharvest Ripening Physiology of Crops*, 1st ed., CRC Press, Boca Raton, Florida, US, 626-661, 2016.

Giovanconi J., Molecular Biology of Fruit Maturation and Ripening, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 2001, **52**, 725–749.

Güvenç İ., Türkiye’de Domates Üretimi, Dış Ticareti ve Rekabet Gücü, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 2019, 57-61.

Halloran N., Çağırın R., ve Kasım M. U., Sebzelerde Hasat Sonrası Üşeme Zararı, *Gıda/The Journal Of Food*, 1996, **21**(5).

İlahy R., Hdider C., Lenucci M. S., Tlili I., and Dalessandro G., Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high-lycopene tomato cultivars, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2011, **24**, 588–595.

Javanmardi J., Kubota C., Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage, *Postharvest biology and technology*, 2006, **41**(2), 151-155.

Jayasooriya S. D., Bhandari B. R., Torley P. and D'Arcy B. R., Effect of High Power Ultrasound Waves on Properties of Meat: A Review, *International Journal of Food Properties*, 2004, **7**(2), 301-319.

Kaewklin P., Siripatrawan U., Suwanagul A., Lee Y. S., Active Packaging From Chitosan-Titanium Dioxide Nanocomposite Film For Prolonging Storage Life Of

Tomato Fruit, *International Journal of Biological Macromolecules*, 2018, (112), 523-529.

Karaçalı İ. *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması*, (S. 486), İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 494, 2009

Kasım M. U., Kasım R., Sebze ve Meyvelerde Hasat Sonrası Kayıpların Önlenmesinde Alternatif Bir Uygulama: UV-C., *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2007, **13**(4), 413-419.

Majidi H., Minaei S., Almassi M. and Mostofi Y., Tomato Quality İn Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Packaging And Cold Storage, *Journal of Food Science And Technology*, 2014, **51**(9), 2155-2161.

Mizrach A., Ultrasonic Technology For Quality Evaluation Of Fresh Fruit And Vegetables İn Pre-and Postharvest Processes, *Postharvest Biology and Technology*, 2008, **48**(3), 315-330.

Mustafa M. A., Ali A., Manickam S., Siddiqui Y., Ultrasound-Assisted Chitosan–Surfactant Nanostructure Assemblies: Towards Maintaining Postharvest Quality of Tomatoes, *Food and Bioprocess Technology*, 2014, **7**(7), 2102-2111.

Pareek S., Ripening physiology, An overview, *Postharvest Ripening Physiology of Crops*, 1st ed., Pareek S. Ed, CRS Press, Boca Raton, Florida, US, 1-48, 2016.

Pataro G., Sinik M. C., Capitoli M. M., Donsì G., Ferrari G., The İnfluence of Post-Harvest UV-C and Pulsed Light Treatments on Quality and Antioxidant Properties of Tomato Fruits During Storage, *Innovative Food Science, Emerging Technologies*, 2015, (30), 103-111.

Pinheiro J. C., Alegria C. S., Abreu M. M., Gonçaves E. M. and Silva C. L., Evaluation of Alternative Preservation Treatments (Water Heat Treatment, Ultrasounds, Thermosonication and UV-C Radiation) to Improve Safety and Quality of Whole Tomato, *Food and Bioprocess Technology*, 2016, **9**(6), 924-935.

Pinheiro J., Alegria C., Abreu M., Gonçaves E. M. and Silva C. L., Influence of Postharvest Ultrasounds Treatments on Tomato (*Solanum Lycopersicum*, Cv. Zinac) Quality and Microbial Load During Storage, *Ultrasonics sonochemistry*, 2015, **27**, 552-559.

Plotto A., Roberts D. D. and Roberts R. G., (2002, August). Evaluation of Plant Essential Oils as Natural Postharvest Disease Control of Tomato (*Lycopersicon Esculentum*). In *XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture*, 2002, **628**, (737-745).

Prinsi B., Negri A. S., Fedeli C., Morgutti S., Negrini N., Cocucci M. and Espen L., Peach fruit ripening: A proteomic comparative analysis of the mesocarp of two cultivars with different flesh firmness at two ripening stages, *Phytochemistry*, 2011, **72**, 1251–1262.

Saltveit M. E., Water Loss from Harvested Horticultural Commodities, *In Postharvest Ripening Physiology of Crops*, 1st ed., Pareek S. Ed, CRC Press, Boca Raton, Florida, US, 217-235, 2016.

Suslow T., *Ozone applications for postharvest disinfection of edible horticultural crops*, UCANR Publications, 2004.

Toivonen P. M. A., Postharvest Physiology of Fruits and Vegetables, *Postharvest Ripening Physiology of Crops*, 1st ed., Pareek S. Ed., CRC Press, Boca Raton, Florida, US, 49-79, 2016.

URL-1: FAO, Tomatoes, 2017, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Ziyaret tarihi: 1 Nisan 2018).

URL-2: TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, (Ziyaret tarihi: 10 Nisan.2018).

URL-3: USDA, *United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service*, <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=SOLYL#>, (Ziyaret tarihi: 30.05.2019).

URL-4: USDA, *National Nutrient Database for Standard Reference Release, The National Agricultural Library*, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/05630?format=Full&reportfmt=pdf&pdfQvs=%7Bn1%3D%7BQv%3D1%7D%2C+Qv%3D1%7D&ds=>, (Ziyaret tarihi: 13.06.2019).

URL-5: USDA. <https://www.ars.usda.gov/>, (Ziyaret tarihi: 1 Nisan 2018).

Van Meeteren U., Aliniaefard S., Stomata and postharvest physiology, *Postharvest Ripening Physiology of Crops*, 1st ed.; Pareek, S., Ed., CRC Press, Boca Raton, Florida, US, 157-216, 2016.

Wang W., Ma X., Zou M., Jiang P., Hu W., Li J., Ye X., Effects of Ultrasound On Spoilage Microorganisms, Quality and Antioxidant Capacity of Postharvest Cherry Tomatoes, *Journal of food science*, 2015, **80**(10), C2117-C2126.

Yang Z., Cao S., Cai Y. and Zheng Y., Combination of salicylic acid and ultrasound to control postharvest blue mold caused by *Penicillium expansum* in peach fruit, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2011, **12**(3), 310-314.

Yuting X., Lifan Z., Jianjun Z., Jie S., Xingqian Y., and Donghong L., Power Ultrasound for The Preservation of Postharvest Fruits and Vegetables, *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 2013, **6**(2), 116-125.

Yüksel F., Gıda Teknolojisinde Ultrases Uygulamaları, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2013, **8** (2), 29-38.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Kosumcu S., Yılmaz F., Kasım M. U., KASIM R., Çilekte (*Fragaria x ananassa* duch.) Hasat Sonrası Enfeksiyon ve Kalite Üzerine Bazı Uçucu Yağların Etkisi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2019, **2**(1), 27-35.



ÖZGEÇMİŞ

Semra KOŞUMCU 1968 yılında Afyon’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Dinar’da tamamladıktan sonra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nden 1990 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 1997 Yılında Sınıf Öğretmeni olarak göreve başladı. 2003 Yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Kocaeli ili, Körfez ilçesinde Ziraat Mühendisi kadrosuna, 2005 yılında Körfez İlçe Müdürlüğü görevine, 2010 yılında, Tarım ve Köyişleri Bakanlığınca yapılan, görevde yükselme sınavını kazanarak asil müdürlüğe atandı. 2011- 2014 arasında 3 yıl Körfez Kent Konseyi genel kurulu, yürütme kurul üyeliğinde, 2004- 2014 yıllarında 10 yıl süre ile Körfez Tüketici Sorunları Hakem Heyeti Başkanlığı görevinde bulundu. Kaymakamlık ve il müdürlüğü tarafından yürütülen, çeşitli projelerde görev aldı. Semra KOŞUMCU, üst düzey kamu görevlilerine yönelik düzenlenen eğitim programlarına, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından düzenlenen çeşitli kurslara, diğer bakanlıklar, kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşlarınca düzenlenen, eğitim, kurs ve seminerlere katıldı. 2005 yılından bu yana İlçe Müdürlüğü görevini sürdürmektedir. Evli ve üç çocuk annesidir.