



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2023, 60 (4):679-688

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1360197>

Begüm ARKAIN¹

Türker SARAÇOĞLU^{2*}

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve
Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 17020,
Çanakkale, Türkiye

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği
Bölümü, 09970, Aydın, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

tsaracoğlu@adu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Deformasyon,
depolama süresi, fiziksel özellikler, Poisson
oranı, sıkıştırma testi

Keywords: Deformation, storage period,
physical properties, Poisson ratio,
compression test

Kiraz domatesi çeşitlerinde farklı depolama sürelerinin bazı mekanik özelliklere etkisi*

The effects of different storage periods on some
mechanical properties of cherry tomato varieties

*Yazarın lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 15.09.2023

Accepted (Kabul Tarihi): 23.11.2023

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, iki çeşit kiraz domatesi meyvesinin kütle, hacim, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey ve projeksiyon alanı gibi fiziksel özellikleri ile statik yük etkisi altında farklı sıkıştırma pozisyonlarının ve farklı depolama sürelerinin mekanik özellikler üzerindeki etkisini incelemektir.

Materyal ve Yöntem: Örneklerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için kütle, hacim, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri hesaplanmıştır. Projeksiyon alanı ImageJ görüntü işleme programı ile belirlenmiştir. Örneklerin kuvvet etkisi altındaki davranışlarının tespiti için örnekler sıkıştırma testine tabii tutulmuştur.

Araştırma Bulguları: Kiraz domatesi meyvesinde yapılan ölçümlerde, fiziksel özellikler Trend F1 çeşidinde daha yüksek olduğu bulunmuştur. İki farklı ekseninde yapılan ölçümlerde, her iki sıkıştırma pozisyonunda depolama süresindeki artışla beraber deformasyonda da artış görülmüştür. Ayrıca, meyve sap eksenindeki kuvvetin meyve sap eksenine dik uygulanan kuvvete göre daha fazla olduğu, deformasyonun da benzer bir eğilim gösterdiği gözlemlenmiştir.

Sonuç: Domates meyvesinin özellikle depolama sırasında meyve sap eksenine dik olarak konumlanmasının statik yük altında meyve sap eksenine dik pozisyonda taşımaya göre daha dayanımlı olacağı sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to investigate the physical properties such as mass, volume, geometric mean diameter, sphericity, surface and projection area of two varieties of cherry tomatoes and the effect of different compression positions under static load and different storage times on mechanical properties.

Materials and Methods: To determine the physical properties of the samples, mass, volume, geometric mean diameter, sphericity and surface area values were calculated. The projection area was determined by ImageJ image processing program. The specimens were subjected to compression test to determine the behavior of the specimens under force.

Results: In cherry tomato measurements, physical properties were found to be higher in Trend F1 variety. In the measurements made on two different axes, an increase in deformation was observed with the increase in storage time in both compression positions. It was also observed that the force on the fruit stem axis was higher than the force applied perpendicular to the fruit stem axis, and the deformation showed a similar trend.

Conclusion: It was concluded that positioning the tomato perpendicular to the fruit stem axis, especially during storage, would be more resistant under static load than transportation perpendicular to the fruit stem axis.

GİRİŞ

Domates, (*Solanum lycopersicum*) *Solanaceae* familyasında yer alan, dünyada ve ülkemizde ekonomik açıdan önemli 3 sebze türünden birisidir (Tunabaş, 2022). Dünyada 2021 yılı içerisinde toplam 5.167.388 ha alana domates ekimi yapılmış olup toplam 189.333.955 ton domates üretimi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1) (FAO, 2021).

Çizelge 1. Dünyada 2021 yılı domates üretim verileri

Table 1. World tomato production data for 2021

Ülke adı	Üretim (ton)	Ekim alanı (ha)	Verim (ton/ha)
Çin	67.636.724	1.144.821	59.08
Hindistan	21.181.100	845.000	25.07
Türkiye	13.095.258	165.204	79.27
ABD	10.475.265	109.226	95.90
İtalya	6.644.790	102.060	65.11
Mısır	6.245.787	150.109	41.61
İspanya	4.754.380	56.110	84.73
Meksika	4.149.240	90.306	45.95
Brezilya	3.679.160	51.907	70.88
Nijerya	3.575.968	844.633	4.23
Dünya	189.333.955	5.167.388	36.64

Domates içeriğinde karbonhidrat, organik asit, amino asit, vitamin, pigment, çeşitli mineral ve fenolik bileşenleri barındırmaktadır (Yılmaz & Özer, 2022). Ayrıca, domatese olgunlaşma aşamasında kırmızı rengini veren likopen maddesi, güçlü bir antioksidan olmanın yanında antikarsinojenik, antiteratojenik ve kolesterol düşürücü etkilerinden dolayı bazı kanser türlerinin ve kronik hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Sabbağ & Sürücüoğlu 2011; Figueiredo-González et al., 2017). Domatesin taze olarak tüketiminin yanı sıra salça, konserve, domates kurusu, domates suyu, ketçap gibi çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır (PA Silva et al., 2019). Domatese uygulanan kurutma, yıkama, seçme-ayıklama, parçalama, ısıtma, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi işlemler sonrasında gıda sanayisinde tüketilebilir hale getirilebilmektedir (Cumhur, 2019).

Domates, ülkemizde tarla ve örtü altı sebzeçiliğinde üretimi en fazla yapılan ürünlerden birisidir. Türkiye’de domates üretiminin bir kısmı Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgesinde yapılmakta olup Türkiye’nin her bir bölgesinde domatesin farklı çeşitlerine rastlamak mümkündür (TÜİK, 2022). Bu çeşitler, yerli ve hibrit (melez) olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Günümüzde yerli ve hibrit çeşitlerle birlikte kiraz, kokteyl, erik, salkım ve beef tipi domatesler örnek olarak verilebilir (Abak, 2016). Bu çeşitler arasında, kiraz domatesinin kendine özgü olan tadı, aroması, albenisi ve her mevsim tüketilebilir olması ile son yıllarda popülaritesi artan bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, kiraz domatesinin hem hassas bir ürün olması hem de hasattan belli bir süre sonra yumuşamaya ve bozulmaya başlaması, üründe belli başlı deformasyonların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu gibi olumsuzlukların önüne geçilebilmesi, hasat sonrasında taşıma, iletim, sınıflandırma, paketlenme ve depolama sırasında kullanılacak tarım alet ve makinelerinin tasarımında, imalatında ve ürünlerin işlenmesi aşamasında, biyolojik malzemelerin bazı teknik özelliklerinin (fiziksel ve mekanik) bilinmesi gerekmektedir (Yurtlu & Erdoğan, 2005a). Daha önceki yıllarda literatürde meyve ve sebzelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır. Bunlar arasında domates (Yurtlu & Erdoğan 2005a; Saraçoğlu & Özarslan, 2015), şeftali (Eraltan, 2005), sofralık zeytin (Gümüšoğlu vd., 2006), çekirdeklik kabak (Durgut, 2008), portakal (Çalışkan & Vursavuş, 2009), erik (Alniak, 2012), patates (Kesim & Altuntaş, 2012), nektarin (Kabaş vd., 2016), içde (Şahin & Altuntaş, 2017) bulunmaktadır.

Çalışmanın amacı, iki çeşit kiraz domatesinin (Verti F1, Trend F1) boyut, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı ve görüntü işleme tekniği ile projeksiyon alanı gibi fiziksel özelliklerin tespit edilmesi ve statik yük etkisi altında farklı sıkıştırma pozisyonlarının ve farklı depolama sürelerinin mekanik özellikler (deformasyon, deformasyon enerjisi, kopma kuvveti ve poisson oranı) üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

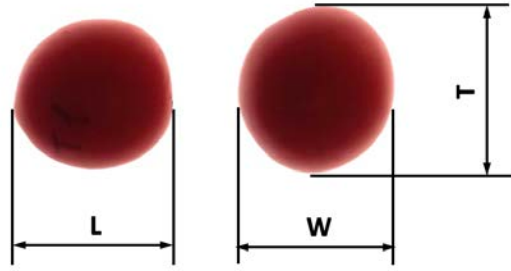
MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Antalya yöresinde serada yetiştirilen Trend F1 ve Verty F1 çeşidi domatesler kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan örnekler üretici serasından hasat edilmiştir. İlk gün her çeşitten 30 adet ürün oda sıcaklığında bekletilerek, geri kalanlar ise kasalara konularak 5 °C depo sıcaklığı koşullarında %85-90 ortam nemi değerinde depolanmıştır (Yurtlu & Erdoğan, 2005a; Kesim & Altuntaş, 2012). Denemeler ilk gün, 3. gün, 6. gün, 9. gün ve 12. gün depolama sürelerinde gerçekleştirilmiştir. Domates örnekleri depodan çıkarıldıktan sonra 2-3 saat oda sıcaklığında bekletilmiş ve daha sonra denemeye alınmışlardır.

Fiziksel özellikler

Fiziksel özelliklerin belirlenmesi için yapılan denemelerde her çeşit için 30 adet örnek kullanılmıştır. Örneklerin kütle ölçümleri 0.01 g ölçüm aralığına sahip hassas terazi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin gerçek hacminin belirlenmesi amacıyla su taşıma yöntemi kullanılmıştır. Ölçüm işlemi için 50 cm³ hacme sahip dereceli silindir içerisine 20 cm³ su konulmuş ve domates dereceli silindir içerisine bırakılmıştır. Domates konulduktan sonra yükselen su seviyesi kap üzerinden okunmuştur. Suyun hacmindeki artış değeri, örneğin hacmini vermektedir (Karababa & Coşkun, 2007).

Örneklerin boyut özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla dijital kumpas yardımıyla üç eksenli belirli eksenleri baz alınarak (uzunluk, genişlik ve kalınlık) boyut ölçümleri yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Kiraz domates meyvesinin boyutları, L: uzunluk, W: genişlik, T: kalınlık.

Figure 1: Dimensions of cherry tomato fruit, L: length, W: width, T: thickness.

Domates meyvesinin boyut ölçümlerinde elde edilen değerler kullanılarak geometrik ortalama çap değeri, küresellik ve yüzey alanı değerleri aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak bulunmuştur (Mohsenin, 1986; Akçakal & Saraçoğlu, 2019).

$$D_o = (L \cdot W \cdot T)^{1/3} \quad (1)$$

$$S_p = \frac{D_o}{L} \quad (2)$$

$$S = \pi(D_o)^2 \quad (3)$$

D_o : Geometrik ortalama çap (mm),

L : Uzunluk (meyve sap eksenine doğrultusunda) (mm),

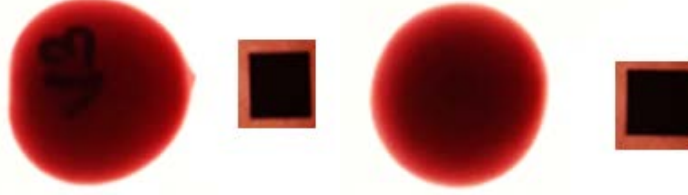
W : Genişlik (mm),

T : Kalınlık (mm),

S_p : Küresellik (%),

S : Yüzey alanı (mm²)

Projeksiyon alanının belirlenmesi amacıyla domates örneklerinin meyve sap eksenine dik ve meyve sap eksenine paralel doğrultuda 1 cm²lik kalibrasyon yüzeyleri ile dijital fotoğrafları çekilmiş ve ImageJ görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Domatesin projeksiyon alanındaki görüntüsü.

Figure 2: Image of tomato in the projection area.

Mekanik özellikler

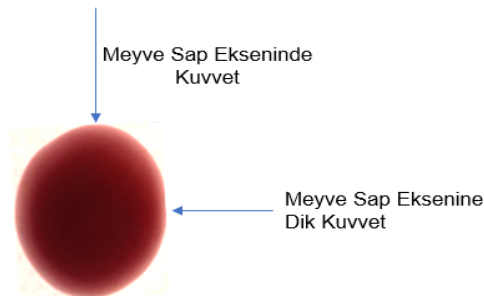
Sıkıştırma testleri için Zwick-Roell marka Üniversal Test Cihazı kullanılmıştır. Cihaz düz plaka ve veri aktarımını sağlayan masaüstü bilgisayar ve TestXpert 2 yazılım programından oluşmaktadır (Şekil 3). Test cihazı maksimum 500 N'a kadar ölçüm yapmakta ve cihazda yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi için çoklu eğriler elde edilerek doğrudan karşılaştırılması yapılabilmektedir (Anonymous, 2019).



Şekil 3: Zwick-Roell Üniversal Test Cihazı.

Figure 3: Zwick-Roell Universal Testing Machine.

Her depolama süresi için yapılan denemede 15 adet meyve sap eksenine dik pozisyonda ve 15 adet meyve sap eksenine paralel konumda olmak üzere toplam 30 adet örnek kullanılmıştır. Şekil 4'te kiraz domates meyvesi sıkıştırma eksenleri gösterilmektedir. Denemeler öncesinde cihaz ayarları gerçekleştirilmiştir. Yükleme hızı olarak Dantas et al., (2017)'in çalışmalarındaki değerlere yakın olacak şekilde 4 mm.min⁻¹ olarak belirlenmiş ve ön yük olarak 0.2 N esas alınmıştır.

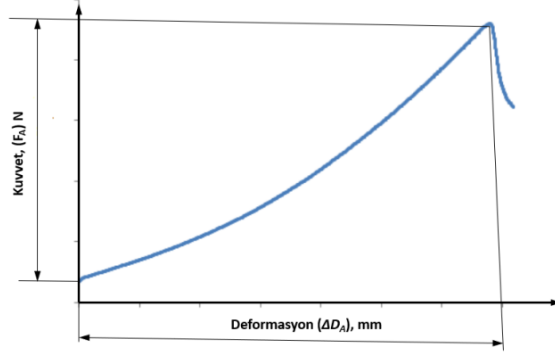


Şekil 4: Meyve sıkıştırma eksenleri.

Figure 4: Fruit compression axes.

Cihaz tarafından oluşturulan kuvvet-deformasyon eğrileri bilgisayar ortamında Excel formatında export edilerek kaydedilmiştir.

Deformasyon enerjisi, Şekil 5'te yer alan eğri yardımıyla aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.



Şekil 5: Biyolojik malzemeler için denemelerden elde edilen örnek kuvvet-deformasyon eğrisi.

Figure 5: Example force-deformation curve from trials for biological materials.

$$E_A = \frac{\Delta D \cdot F_A}{2} \quad (4)$$

E_A : Kabuk yırtılma noktasındaki deformasyon enerjisi (Nmm),

ΔD : Kabuk yırtılma noktasındaki deformasyon (mm),

F_A : Kabuk yırtılma noktasındaki deformasyon kuvveti (N)

Poisson oranını belirlemek amacıyla sıkıştırma testleri sırasında örneklerin serbest konumda çap ve boyları ölçülmüş, sıkıştırma sonunda kabuk yırtılma noktasında sistem durdurularak tekrar çap ve boyları ölçülerek aşağıdaki eşitlik yardımıyla poisson oranı belirlenmiştir (Yurtlu & Erdoğan, 2005b).

$$\mu = \frac{(D_1 - D_0)/D_0}{(L_1 - L_0)/L_0} \quad (5)$$

D_1 : İkincil çap (mm),

D_0 : İlk çap (mm),

L_1 : İkincil boy (mm),

L_0 : İlk boy (mm)

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Fiziksel özellikler

Çizelge 2'de denemelerde kullanılan Trend F1 ve Verty F1 çeşidi kiraz domatesi meyvesi çeşitlerinin fiziksel özellikleri gösterilmektedir. Denemeye alınan Trend F1 çeşidi domates meyvelerinin ortalama uzunlukları 34.38 mm, genişlikleri 31.42 mm, kalınlıkları 30.01 mm, kütleleri 18.71 g, hacimleri 16.83 cm³, geometrik ortalama çapları 31.87 mm, küresellik değeri 0.92, yüzey alanı 3205.16 mm² ve projeksiyon alanı 749.98 mm² 'dir. Verty F1 çeşidi domateslerin ortalama uzunlukları 33.79 mm, genişlikleri 30.70 mm, kalınlıkları 29.25 mm, kütleleri 17.24 g, hacimleri 14.85 cm³, geometrik ortalama çapları 31.18 mm, küresellik değeri 0.94, yüzey alanı 3062.33 mm² ve projeksiyon alanı 731.11 mm² olarak bulunmuştur.

Çizelge 2. Domateslerin fiziksel özellikleri için ortalama ve standart sapma değerleri**Table 2.** Mean and standard deviation values for physical properties of tomatoes

	Trend	Verty
Uzunluk L , (mm)	34.38±2.42	33.79±2.39
Genişlik W , (mm)	31.42±2.30	30.70±1.83
Kalınlık T , (mm)	30.01±2.13	29.25±1.82
Kütle m , (g)	18.71±3.71	17.24±2.95
Hacim V , (cm ³)	16.83±4.04	14.85±3.00
Geometrik Ortalama Çap D_o , (mm)	31.87±2.15	31.18±1.81
Küresellik S_p , (%)	0.92±2.99	0.94±3.76
Yüzey Alanı S , (mm ²)	3205.16±427.89	3062.33±353.25
Projeksiyon Alanı (mm ²)	749.98±112.19	731.11±105.45

Saraçoğlu & Özarslan (2015) yapmış oldukları çalışmada kiraz domatesinin uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, kütle ve hacim değerlerinin ortalamasını sırasıyla 26.24 mm, 27.30 mm, 25.99 mm, 26.50 mm, %97, 2227.94 mm², 10.20 g, 10.08 cm³ olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar çalışmada ele alınan Trend ve Verty değerleri ile karşılaştırıldığında uzunluk, genişlik, kalınlık, yüzey alanı, kütle ve hacim değerinin daha yüksek, geometrik ortalama çap, küresellik değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

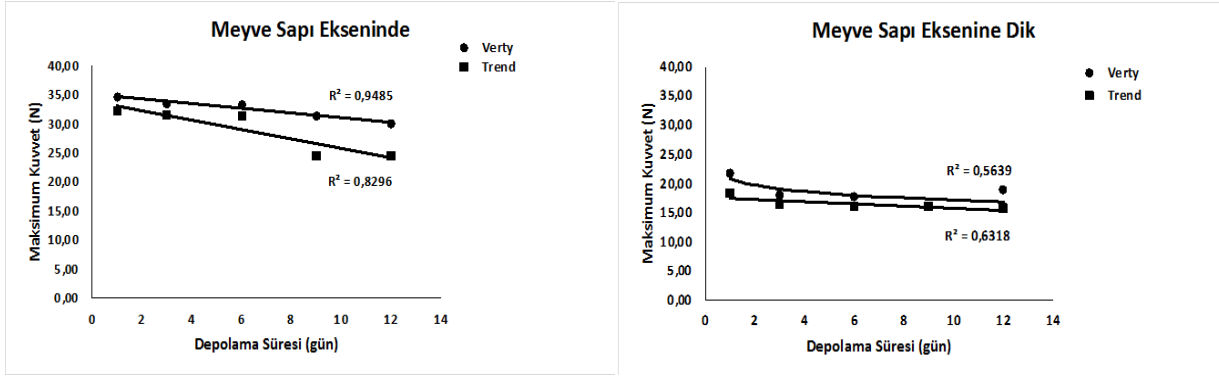
Mekanik özellikler

Sıkıştırma testleri ile elde edilen kuvvet-deformasyon eğrilerinde biyolojik akma noktaları görülmemiştir. Biyolojik akma noktası görülmediğinden maksimum kuvvet, deformasyon ve deformasyon enerjisi değerleri için kabuk yırtılma noktasındaki maksimum kuvvet değerleri kullanılmıştır. Çeşit, sıkıştırma pozisyonu ve depolama süresine bağlı olarak elde edilen verilerin normalliği SPSS 13 paket programında Çok değişkenli (Multivariate) varyans analizi yapılarak kontrol edilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde depolama süresine bağlı olarak deformasyon ve deformasyon enerjisi değerlerinin farklı olmadığı, geri kalan tüm değerlerin bağımsız değişkenler çeşit, sıkıştırma pozisyonu ve depo süresi için farklılıkların önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Çeşit, sıkıştırma pozisyonu ve depolama süresi için en küçük kareler ortalaması ile standart hata değerleri**Table 3.** Least squares mean and standard error values for variety, compression position and storage time

	N	Kopma Kuvveti (N)	Deformasyon (mm)	Deformasyon Enerjisi (Nmm)	Poisson Oranı
Çeşit		P=0.001	P=0.004	P=0.001	P=0.000
Verty	139	25.49±0.609	7.83±0.113	111.18±3.838	0.31±0.007
Trend	134	22.71±0.619	7.36±0.115	92.08±3.901	0.35±0.007
Sıkıştırma Pozisyonu		P=0.000	P=0.000	P=0.000	P=0.000
Meyve eksenine dik	139	17.43±0.609	5.43±0.113	48.18±3.838	0.36±0.007
Meyve ekseninde	13	30.76±0.619	9.76±0.115	155.08±3.901	0.31±0.007
Depo Süresi		P=0.007	P=0.426	P=0.510	P=0.043
1.gün	39	26.71±1.141	7.32±0.211	106.83±7.187	0.35±0.013
3. gün	57	24.78±0.944	7.51±0.175	103.76±5.948	0.35±0.010
6. gün	60	24.58±0.920	7.62±0.170	105.64±5.794	0.33±0.010
9. gün	60	21.96±0.920	7.72±0.170	93.75±5.794	0.32±0.010
12. gün	57	22.44±0.944	7.81±0.175	98.16±5.948	0.31±0.010
Genel	273	24.10±0.437	7.6±0.081	101.63±2.754	0.33±0.005

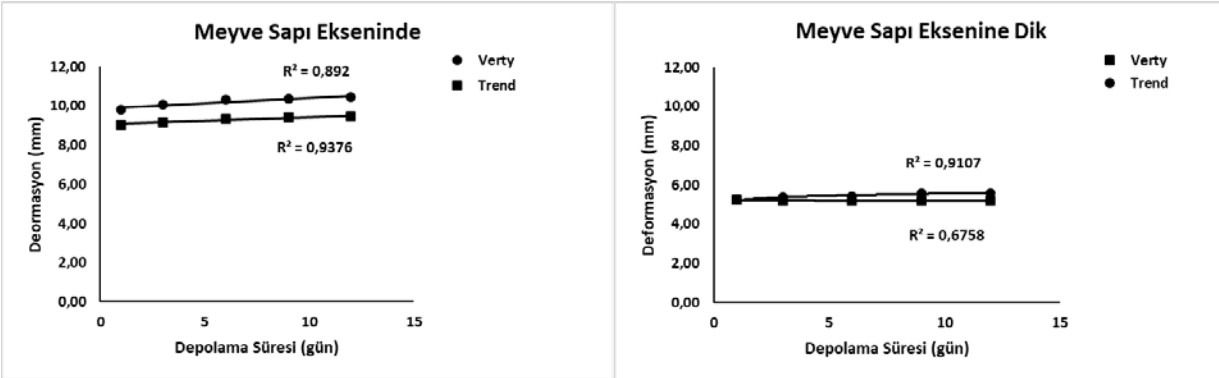
Denemelerde Verty F1 ve Trend F1 kiraz domates çeşitleri için meyve sap ekseninde ve meyve sap eksenine dik pozisyonlarda gerçekleştirilen sıkıştırma testlerinde elde edilen kopma kuvveti, deformasyon, deformasyon enerjisi ve poisson oranı değerlerinin depolama süresine bağlı olarak değişimini gösteren grafikler Şekil 6-9 arasında verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde her iki çeşit ve her sıkıştırma pozisyonu için depolama süresine bağlı olarak maksimum kuvvet (F_{max}) azalma görülmektedir.



Şekil 6. Verty F1 ve Trend F1 çeşitlerine ait meyve sap eksenine ve meyve sap eksenine dik pozisyonda kopma kuvveti değerlerinin depolama süresine bağlı olarak değişimi.

Figure 6. Variation of breaking force values of Verty F1 and Trend F1 cultivars in the position perpendicular to the fruit stem axis and fruit stem axis depending on the storage period.

Depolama süresine bağlı olarak deformasyon değişimi gösteren Şekil 7 incelendiğinde, her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da depolama süresinin artmasına bağlı olarak her iki sıkıştırma pozisyonunda deformasyonda artış gözlemlenmiştir.

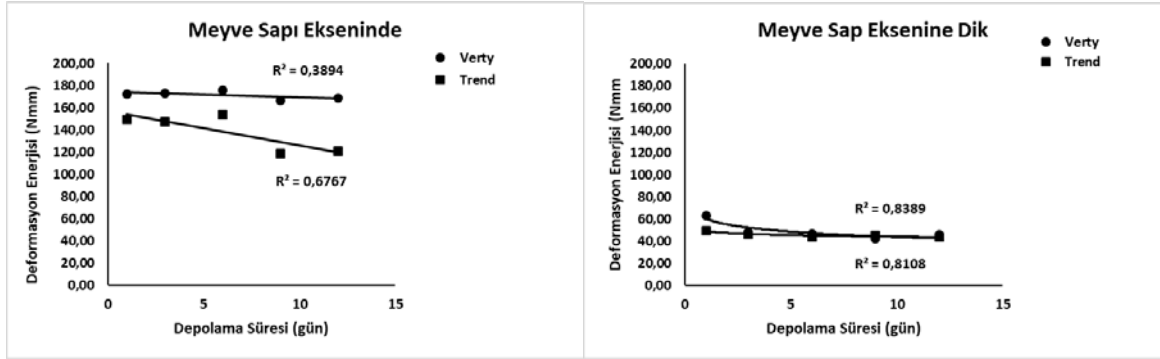


Şekil 7. Verty F1 ve Trend F1 çeşitlerine ait meyve sap eksenine ve meyve sap eksenine dik pozisyonda deformasyon değerlerinin depolama süresine bağlı olarak değişimi.

Figure 7. Variation of deformation values of Verty F1 and Trend F1 cultivars in the fruit stem axis and in the position perpendicular to the fruit stem axis depending on the storage period.

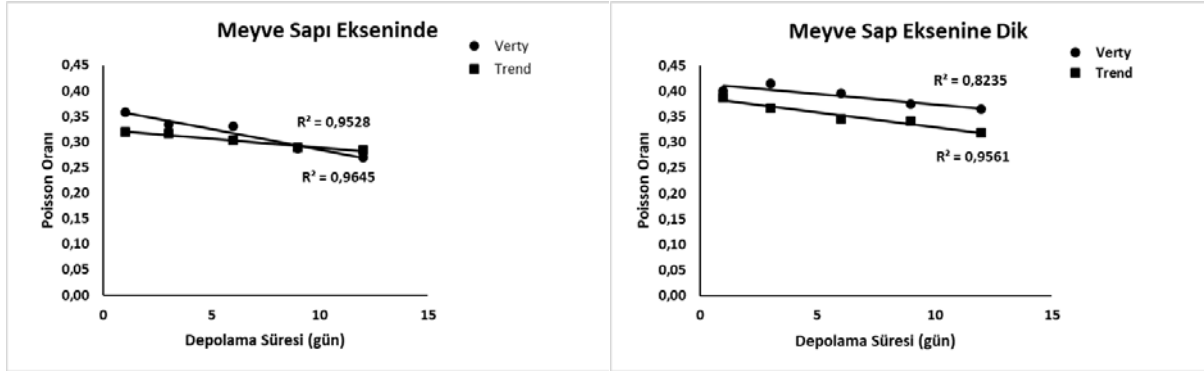
Denemelerde her iki çeşit içinde sıkıştırma pozisyonu açısından sonuçlar incelendiğinde meyve sap ekseninde uygulanan kuvvetin meyve sap eksenine dik pozisyonda uygulanan kuvvete göre daha fazla olduğu, deformasyonun da benzer şekilde meyve sap ekseninde, meyve sap eksenine dik konuma göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yurtlu & Erdoğan (2005a) da yapmış oldukları çalışmalarındaki sıkıştırma testlerinde depolama süresinin artışına bağlı olarak domates çeşitlerinin maksimum kuvvet değerlerinin azaldığı ve deformasyon değerlerinin ise arttığını ifade etmişlerdir.

Şekil 8 ve Şekil 9 incelendiğinde her iki çeşit için ve her iki sıkıştırma pozisyonu için depolama süresinin artışına bağlı olarak deformasyon enerjisi ve poisson oranı değerleri azalma göstermiştir. Deformasyon enerjisi değerlerinin meyve sapı ekseninde yapılan sıkıştırma testlerinde elde edilen değerleri, meyve sapı eksenine dik pozisyonda yapılan sıkıştırma sonucu elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur.



Şekil 8. Verty F1 ve Trend F1 çeşitlerine ait meyve sap eksenine ve meyve sap eksenine dik pozisyonda deformasyon enerjisi değerlerinin depolama süresine bağlı olarak değişimi.

Figure 8. Variation of deformation energy values of Verty F1 and Trend F1 cultivars in the fruit stem axis and perpendicular to the fruit stem axis depending on the storage period.



Şekil 9. Verty F1 ve Trend F1 çeşitlerine ait meyve sap eksenine ve meyve sap eksenine dik pozisyonda poisson oranı değerlerinin depolama süresine bağlı olarak değişimi.

Figure 9. Variation of Poisson's ratio values of Verty F1 and Trend F1 cultivars in the fruit stem axis and perpendicular to the fruit stem axis depending on the storage period.

Gürhan vd. (2001) Malatya yöresinde yetiştirilen üç farklı kayısı çeşidinin (*Hacıhaliloğlu*, *Hasanbey* ve *Çöloğlu*) bası yükü altındaki mekanik davranışlarının belirlenmesi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada, eksenler arasında (x , y ve z) deformasyon enerjisi açısından yapılan değerlendirmede, tüm çeşitlerde eksenler arasındaki farklılıklar önemli olup, deformasyon enerjisinin en yüksek değeri tüm çeşitler için y ekseninde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar kiraz domates meyvesi ile yapmış olduğumuz çalışma sonucuna benzer bir eğilim göstererek, her iki çeşit için sıkıştırma pozisyonuna bağlı olarak deformasyon enerjisi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Eraltan (2005) Dixired ve Earlyred şeftali çeşitleri için 0., 7., 14., 21., 28. gün depolama sürelerinde maksimum kuvvet (kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet) ve deformasyon enerjileri her iki çeşit için de depolama süresindeki artışa bağlı olarak azaldığını saptamışlardır. Her iki çeşit içinde 21. güne kadar gerçekleştirilen depolama işlemlerinin meyve dokusundaki yumuşama ve buna bağlı mekanik özelliklerdeki değişim açısından uygun bir depolama süresi olduğu belirlenmiştir. Durgut (2008) çekirdeklik kabağın hasat ve harmanına yönelik fiziko-mekanik özelliklerini saptadığı çalışmasında, kabak kabuğu maksimum kuvvet 18.96 ± 8.62 N olduğu ve bu noktadaki deformasyon değerinin 3.827 ± 1.319 mm, deformasyon enerjisinin ise 57.91 ± 17.63 Nmm olduğunu belirlemiştir. Polat et al. (2012) çalışmalarında nektarin meyvesine farklı pozisyonlarda uygulanan sıkıştırma testinde, sap tarafından sıkıştırma için kaydedilen deformasyon enerjisinin (1067 Nmm) yan tarafından sıkıştırma için kaydedilen deformasyon enerjisinden (607.5 Nmm) oldukça yüksek olduğu bulunmuştur. Kiraz domates meyveleri üzerinde gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada ise, benzer şekilde deformasyon enerjisinin meyve sap ekseninde (155.08 Nmm), meyve sap eksenine dik konuma (48.18 Nmm) göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Kohyama et al. (2013) çilek meyvesiyle yaptıkları çalışmada, sıkıştırma testleri

sonucunda elde ettikleri eğrilerde biyolojik akma noktasının görülmediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, meyvenin her iki pozisyonda yapılan sıkıştırma testi sırasında en fazla deformasyonun meyve sap eksenine dik pozisyonda olduğu görülmüştür. Dik pozisyondaki doku hasarı her zaman meyvenin uç kısmında, çanak yaprakların olduğu sap kısmından daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Kabaş vd. (2016) çalışmalarında nektarin meyvesinin sıkıştırma testlerinde maksimum kuvvetinin 75.20 N ile 180.20 N arasında olduğunu, buna karşılık gelen deformasyon miktarının ortalama 5.77 mm, poisson oranının ise 0.14-0.24 değerleri arasında değiştiğini ve ortalamanın 0.19 ± 0.01 olduğunu saptamışlardır. Ansar et al. (2020) çilek meyvesinin farklı eksenlerde sıkıştırma testine tabii tutulduğu bir çalışmada, yatay eksenlerdeki deformasyonun dikey eksendekenden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Dikey eksen yönünden sıkıştırmanın, meyve yapısı ve hücre dokusu kütlesi arasında birleşik bir mekanik tepki üreteceğini, yatay eksenlerdeki mekanik tepkinin ise sadece meyve yapısından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Akçakal (2022) çilek meyvesi ile yapmış olduğu çalışmada, bu iki farklı sıkıştırma yönünün maksimum kuvvet ve deformasyon üzerinde önemli bir etki ($p < 0.05$) gösterdiğini ifade etmiştir. Elde edilen bu sonuç, bu çalışmadaki sonuçla örtüşmektedir. Ünsal (2022) kiraz meyvesine sıkıştırma testi uygulamış ve ezilme sırasındaki kuvvet değerlerini z ve y ekseninde sırasıyla 18.57 ve 21.57 N olarak kaydetmiş, kaydettiği bu değerlerin literatürdeki kiraz meyvelerinden daha yüksek olduğunu vurgulamıştır. Bu farkın sebebi olarak da meyvelerin çeşit farklılıkları, farklı iklimsel koşullar ve sulama, gübreleme gibi yetiştirme koşullarının farklılık gösterebileceğini ifade etmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, iki çeşit kiraz domates meyvesinin fiziksel özelliklerinin yanında, iki farklı eksen (meyve eksenine dik ve meyve ekseninde) ve farklı depolama sürelerinde sıkıştırma testleri yapılmıştır. Deneme sonuçlarına göre kiraz domatesinde meydana gelen deformasyon, deformasyon enerjisi, maksimum kuvvet ve poisson oranı belirlenmiştir. Meyve ekseninde yapılan ölçümlerin analiz sonuçlarında maksimum kuvvet, deformasyon ve deformasyon enerjisinin meyve eksenine dik yapılan ölçümlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuca bağlı olarak domatesin özellikle depolama sırasında meyve sap eksenine dik olarak konumlanmasının statik yük altında meyve sap eksenine dik pozisyonda konumlanmasına göre daha dayanımlı olacağı sonucuna varılabilir. Ayrıca domates meyvelerinin taşınma sırasında da bu konumu koruyacak şekilde konumlandırıcı önlemler alınması meyvelerin statik yük altında zedelenmelerine engel olacaktır. Sonuç olarak kiraz domates çeşitlerinde ilk gün itibariyle depo süresinin artışına bağlı olarak deformasyonun artışı nedeniyle ürünlerin depo ömürleri boyunca dikkatlice taşınmasının ve iletilmesinin gerekliliği söylenebilir. Özellikle düz plakalar ile yapılacak ölçümler depolama sırasında etkili olan sıkıştırma kuvvetleri hakkında daha gerçekçi sonuçlar vereceğinden sıkıştırma testlerinde düz plakalar arasında yapılan testler önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abak, K., 2016. Türkiyede domatesin dünü, bugünü ve yarını. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 17 (5): 8-13.
- Akçakal, T. & T. Saraçoğlu, 2019. Elmanın Bazı Geometrik ve Hidrodinamik Özellikleri ile Zedelenme Parametrelerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56 (4): 465-474
- Akçakal, T., 2022. Aydın İlinde Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinin Hasat ve Hasat Sonrası İşlemlere Yönelik Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 100 s.
- Alniak, S., 2012. Erik Meyvesinin Farklı Hasat Dönemlerindeki Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Anonymous, 2019. Zwick-Roell Sıkıştırma Test Cihazı. (Web sayfası: <https://www.zwickroell.com>) (Erişim Tarihi: Mart 2019).
- Ansar, A., M. Murad, S. Sukmawaty & L. Ilmaknun, 2020. Comparison of the Mass Tissue Strength of Strawberry Fruit Between Vertical and Horizontal Axes. Research Square. (This is a preprint, a preliminary version of a manuscript that has not completed peer review at a journal). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-121671/v1>
- Cumhur, Ö., 2019. Ön İşlem Uygulamalarının Meyve ve Sebze Ürünlerinin Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 239 s.

- Çalışkan, N. & K. Vursavuş, 2009. Washington navel portakalın hasat sonrası işlemlere yönelik fiziksel ve sürtünme özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5 (1): 83-92.
- Çevik, M.Y., 2013. Domateste Olgunluğun Fiziko-Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, 50 s.
- Durgut, F.T., 2008. Çekirdeklik Kabağın (*Cucurbita pepo* L.) Hasat ve Harmanına Yönelik Fizikomekanik Özelliklerin Saptanması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 47 s.
- Eraltan, F.M., 2005. Şeftalinin Mekanik Özellikleri Üzerine Çeşit ve Depolama Süresi Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, 50 s.
- Figueiredo-González, M., P. Valentão, D.M. Pereira & P. B. Andrade, 2017. Further insights on tomato plant: cytotoxic and antioxidant activity of leaf extracts in human gastric cells. *Food and Chemical Toxicology*, 109: 386-392. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.09.018>
- Gümüšoğlu, G., A. İnce & E. Güzel, 2006. Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinde bazı fiziksel özelliklerinin olgunlaşma periyodu süresince değişimi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2 (3): 239-244.
- Gürhan, R., M. Vatandaş & M. Güner 2001. Kayısının mekanik davranışının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 7 (04): 138-140. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000700
- Kabaş, Ö., S. Sözer & İ.Ünal, 2016. Nektarin meyvesinin bazı mühendislik parametrelerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12 (1): 65-68.
- Karababa, E. & Y. Coşkun, 2007. Moisture dependent physical properties of dry sweet corn kernels. *International Journal of Food Properties*, 10 (3): 549-560. <https://doi.org/10.1080/10942910601003981>
- Kesim, S. & E. Altuntaş, 2012. Hasat sonrası ısıtma işlem ve depolama uygulamalarının patatesin fizikomekanik özellikleri ve kalitesi üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (1): 53-63.
- Kohyama, K., T. Masuda, H. Shimada, T. Tanaka & Y. Wada, 2013. A Simple Mechanical Index of Strong Quality of Strawberry Fruits. *Republic National Food Research Institute*, (77): 1-11.
- Mohsenin, N.N., 1986. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 891 pp.
- PA Silva, Y., B.C. Borba, V.A. Pereira, M.G. Reis, M. Calari, M.S.L. Brooks & T.A. Ferreira, 2019. Characterization of tomato processing by-product for use as a potential functional food ingredient: nutritional composition, antioxidant activity and bioactive compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70 (2): 150-160. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1489530>
- Polat, R., T. Aktas & A. İkinci, 2012. Selected mechanical properties and bruise susceptibility of nectarine fruit. *International Journal of Food Properties*, 15 (6): 1369-1380. <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.498546>
- Sabbağ, Ç. & M.S. Sürücüoğlu, 2011. Likopen: insan sağlığında vazgeçilmez bir bileşen. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6 (3): 27-41.
- Saraçoğlu, T. & C. Özarslan, 2015. Kiraz domatesi meyvesinin kütle ve hacminin matematiksel modellenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1): 103-108.
- Şahin, G. & E. Altuntaş, 2017. Kuş iğdesi meyvesinin fiziko-mekanik, renk ve kimyasal özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7 (1): 01-11.
- Tunabaş, E., 2022. Domates Rizosferindeki Fungusların Domatesteki Solgunluk Etmeni *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*ye Karşı Antagonistik Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, 77 s.
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Web sayfası: <https://biruni.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: Ağustos 2023).
- Ünsal, Y., 2022. Kiraz Meyvesinin Fiziko-Mekanik ve Hidrodinamik Özelliklerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 63 s.
- Yılmaz, C. & H. Özer, 2022. Organik ve geleneksel yetiştirme tekniklerinin domatese etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37 (1): 23-36. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.877643>
- Yurtlu, Y.B. & D. Erdoğan, 2005a. Domates çeşitlerinde depolama süresinin bazı mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (2): 201-206. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000416
- Yurtlu, Y.B. & D. Erdoğan, 2005b. Depolama süresinin bazı hıyar çeşitlerinde mekanik özelliklere olan etkisinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (3): 251-256. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000584