

Domates Çeşitlerinde Depolama Süresinin Bazı Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi*

Yeşim Benal YURTLU¹

Doğan ERDOĞAN²

Geliş Tarihi: 11.01.2005

Öz: Bu çalışmada, domates çeşitlerinde depolama süresinin bazı mekanik özelliklere etkisinin belirlenmesi amacıyla bir sıkıştırma test düzeneği geliştirilmiştir. Sıkıştırma testi deney ve ölçüm düzeneği; hareketli platform, tutucu, dinamometre, silindirik batıcı uç, amplifikatör, PC kart, veri toplama ve kaydetme programı ile bilgisayardan oluşmaktadır. Deneme materyali olan EF-49 ve Joker domates çeşitlerine, hasat edilen günde ve 5 °C sıcaklıkta depolanarak 2., 4. ve 6. günlerde sıkıştırma testi uygulanmıştır. Denemeler sonunda domateslerin biyolojik akma noktası görülmediğinden kabuk yırtılma noktası için, deformasyon, kuvvet, elastiklik modülü, deformasyon enerjisi ve deformasyon hacmi gibi bazı mekanik özellik değerleri belirlenmiştir. Her iki çeşit için kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet ve elastiklik modülü değerleri depolama süresinin artmasıyla azalmaktadır. Bu özelliklere çeşit ve depo süresi ile bunların ikili etkileşimlerinin etkisinin ortaya konulabilmesi için istatistiksel analiz yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik malzeme, domates, depolama süresi, mekanik özellikler, elastiklik modülü

Effect of Storage Time on Some Mechanical Properties of Tomato Cultivars

Abstract: In this study, a compression test-measurement system was developed to determine the effect of storage time on some mechanical properties of tomato varieties. The compression test-measurement system composes of moving platform, holder, dynamometer, cylindrical die with spherical end, amplifier, PC card, data logger software and computer. EF-49 and Joker tomato cultivars were used in the tests. To investigate the effects of storage time on the mechanical properties of the biological materials, samples were stored in 5 °C conditions and tests were conducted at harvest date, 2nd, 4th and 6th days. The compressive force-deformation characteristics of each vegetable were determined with a view to obtaining information on rupture point force and deformation for them. Deformation, rupture force, modulus of elasticity, deformation energy and deformation volume were determined at the end of the tests. The rupture force and modulus of elasticity of both tomato varieties tended to decrease as the time in cold storage increased. The statistical analyze was made to determine the effects of the cultivars, storage time and their interactions on these properties.

Key Words: Biological material, tomato, storage time, mechanical properties, modulus of elasticity

Giriş

Biyolojik malzemeler, ekim ya da dikimden tüketiciye sunuldukları zamana kadar hemen tüm işlem basamaklarında mekanik etkilere maruz kalırlar. Bu etkiler, statik ya da dinamik kuvvetler şeklinde olabilir. Uygulanan kuvvet, malzemede deformasyon ve akma davranışına neden olabilir. Malzemelerin verdiği tepkide temel olarak etkili olan; büyüklük, uygulanma süresi, kuvvetin yapısı ya da uygulanma şeklidir.

Biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin bilinmesi, hasat, taşıma, iletim, sınıflandırma, doldurma, boşaltma, paketleme gibi işlemlerde kullanılacak tarımsal araç ve makinelerin tasarımında, iş başarılarının belirlenmesinde, ürün işleme, ürün kalite kontrolü aşamalarında ve son olarak tüketiciye sunulan ürünün kalitesinin korunmasında önem taşımakta ve belirleyici olmaktadır.

Ürünün hasadından tüketiciye sunulduğu ana kadar oluşan zedelenmeler kalite ve pazar değeri kaybının temel sebebidir. Meyve ve sebzeler toplama, paketleme, taşıma ve diğer iletim aşamalarında birbirlerine ya da sert bir

yüzeye çarparak zedelenirler. Biyolojik malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar meyveler üzerinde yoğunlaşmıştır (Chen ve ark. 1987, Garcia ve ark. 1995, Abbott ve Lu 1996, Aydın ve Çarman 1998, Vursavuş ve Özgüven 1999). Meyveler ile karşılaştırıldığında az olmakla birlikte sebzeler ile ilgili çalışmalar da vardır. Bunlardan domates ile yapılan bazı çalışmalar şunlardır. Olorunda ve Tung (1985), yeşil, renk dönüşüm ve kırmızı olumdaki domatesler için kabuk yırtılma noktasında veri olarak sıkıştırma kuvvet-deformasyon karakteristiklerini ortaya koymuşlardır. Daha sonra, titreşimin, sıkıştırma yükünün ve taşıyıcı tipinin mekanik zedelenmeye neden olan etkilerini incelemek için, bir taşıma simülasyonu gerçekleştirmişlerdir. Kuvvet-deformasyon çalışmalarıyla, olgunluğun artmasının domatesin biyolojik dayanım noktası, dayanıklılık ve sertlik değerlerinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Kuvvet-deformasyon eğrileri, her bir domates için Instron universal test makinesinde (Model 1122) düz plaka arasında, 50 mm/dak ilerleme hızında elde edilmiştir. Reento domates çeşidi ile yapılan testler

* Doktora Tezi'nden hazırlanmıştır.

¹ Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi Müdürlüğü-Ankara

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makineleri Bölümü-Ankara

sonucu kırmızı olum durumundaki domates meyveleri için kuvvet-deformasyon karakteristikleri; biyolojik dayanım noktasındaki kuvvet 5.08 kg, deformasyon 9.30 mm, dayanıklılık 24.4 kg/mm, sertlik 0.547 kg/mm olarak belirlenmiştir. Gonzalez (1997), domates gibi karmaşık sistemlerin mekanik davranışlarını daha iyi anlamak için teste alınan örneğin iç yapısında ne gibi değişimlerin olduğunun belirlenmesinin önemine dikkat çekmiştir. Bu amaçla, farklı sıkıştırma düzeylerinde domatesin iç yapısının belirlenmesine ilişkin çalışmada manyetik rezonans görüntüleme tekniğini kullanmıştır. İleriki çalışmalarda gerilim dağılımı modelleri ve mekanik test düzeneği tasarımları üzerinde çalışmaların yoğunlaştırılması gerektiğini belirtmiştir. Gezer ve ark. (2000), elma, üzüm, erik ve kayısı meyveleri ile hıyar, biber, patlıcan ve domates sebzelerinin boyut özellikleri, kütle, kopma direnci, kütle/kopma direnci, suda eriyebilir kuru madde miktarı, meyve eti sertliği ve elastiklik modülü değerlerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, bazı ürünlere ilişkin çeşit belirtilmeden, ürünlerin fiziko-mekanik özelliklerini vermişlerdir. Elastiklik modülü değerini domates için 1006 kPa (1.006 N/mm²) olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada;

- Oluşturulacak test ve ölçüm düzeneğiyle bazı domates çeşitlerinin (EF-49 ve Joker domates çeşitleri) kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet, deformasyon, elastiklik modülü, deformasyon enerjisi ve deformasyon hacmi gibi bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi,
- Çeşit ve depo süresinin bu özellikler üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak EF-49 ve Joker domates çeşitleri kullanılmıştır. Domates çeşitlerinden EF-49, bodur tipte, büyük ve güçlü bitkili orta erkenci bir hibrit çeşididir. Meyveleri 200-230 g ağırlıkta olup mükemmel sert ve verimli bir çeşittir. Yarı sırık yetiştiriciliğe de uygundur (Anonim 1997). Joker, Golden West Overseas kuruluşunca üretim izni alınmış kuvvetli büyüyen, bodur hibrit bir çeşittir. Meyveleri 220-240 g ağırlıkta olup sofralık tüketime uygun, verimli bir çeşittir (Anonim 2000).

Deneme uygulanan domates çeşitleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Bahçeleri'nden kırmızı olumdayken hasat edilmişlerdir. Domates çeşitleri, üründen 0. gün, 2. gün, 4. gün ve 6. günde değer alınarak denenmiştir. Hasat tarihinde her bir çeşitten 21 adet ürün oda sıcaklığında bekletilirken geriye kalanlar %85-90 nem oranında 5°C depo sıcaklığı koşullarında kasalara yerleştirilerek depolanmıştır (Karaçalı 1993). Ürünler depodan çıkartıldıktan sonra 3-4 saat oda koşullarında bekletilip denemeye alınmıştır. Denemeler ortalama oda sıcaklığı koşullarında yapılmıştır. Her türe ait her bir çeşit için denemeler 21 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

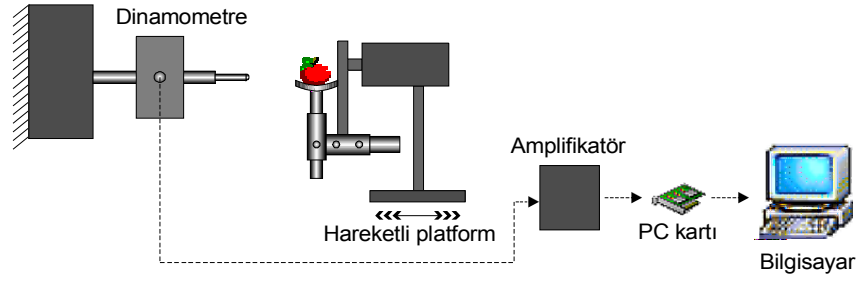
Testlerde algılayıcı olarak bir çeki-bası dinamometresi ile data ölçümleme kartının birlikte kullanılmasıyla geliştirilen yöntem uygulanmıştır. Bu

yöntem kısa bir zaman aralığında ortaya çıkan kuvvetlerin hızlı ve hassas bir şekilde kaydedilmesini sağlamaktadır. Sıkıştırma testlerini yapabilmek için daha önce yapılmış çalışmalardan esinlenerek bir düzenek tasarlanmış ve bu düzenek Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölüm Atölyesi'nde imal edilmiştir. Bu düzenek; yatay düzlemde hareket edebilen platform, ürünün test düzeneğine yerleştirilmesi için kullanılan tutucu, ölçme alanı 0-1000 kp olan dinamometre, basıya çalışacak silindirik batıcı uç, amplifikatör, ölçüm hassasiyeti % 0.015 olan 0-10 V ölçüm giriş aralığındaki sinyalleri değerlendirebilen PC kart (PCL-711 REV.A1), veri toplama ve kaydetme programı ve bilgisayardan oluşmaktadır (Şekil 1). Düzeneğin hareketli kısmını oluşturmak için Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölüm Atölyesi'nde bulunan TOS TRENCIN SN 55 model torna tezgahından yararlanılmıştır. Yükleme hızı olan hareketli platform ilerleme hızı 7 mm/dak olarak alınmıştır. Dinamometrenin ucuna bağlanan 8 mm çaplı uç, silindirik olup küresel olarak sonlanmaktadır. Veri alma ve kaydetme programı, 30 ms'de 4000 adet değer alacak şekilde ayarlanmıştır.

Sıkıştırma testinde, denemeye alınan ürünün silindirik batıcı uca değdiği bölgede elde edilen bası kuvvetinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, özel olarak hazırlanan test ve ölçüm düzeneğinde, denemeye alınacak domatesler tüm olarak ve ürün şekline de bağlı olarak merkezleştikten sonra tutucuya yerleştirilmiştir. Tutucu parça, ürünün hareket etmesini engellemek için içbükey olarak şekillendirilmiştir. Sıkıştırma testlerinde domates karın bölgelerinden silindirik batıcı uca göre konumlandırılmışlardır. Tutucunun üzerinde yer aldığı hareketli platform torna tablasının hareket ettirilmesiyle sağa ya da sola otomatik olarak ilerleyebilmektedir. Silindirik batıcı uç dinamometreye bağlanmış, dinamometre ise diğer ucundan toranın aynasına sabitlenmiştir.

Sıkıştırma testinde, denemeye alınan ürünün silindirik batıcı uca doğru hareket ettirilmesi sonucu temas ile başlayan bası kuvveti değerleri dinamometre ile algılanmıştır. Bası kuvveti değerleri, dinamometrenin indüktif devrelerinde elektriksel gerilim değerlerine dönüşmektedir. Böylece fiziksel direnç kuvvetleri elektriksel sinyaller olarak algılanmakta ve bası kuvveti ölçülmüş olmaktadır. Çeki-bası dinamometresi ile algılanarak elektriksel büyüklüklere dönüştürülen zayıf sinyaller bir amplifikatörde yükseltilmiş ve analog olarak data ölçümleme kartına iletilmiştir. Data ölçümleme kartıyla dijital sinyallere dönüştürülen veriler bir yazılım yardımıyla bilgisayarın sabit diskine kaydedilmiştir.

Alınan veriler Windows ortamına taşınmış ve her bir deneme için kuvvet-deformasyon eğrisi oluşturulmuştur. Elde edilen eğrilerden kabuk yırtılma noktası için kuvvet değerleri okunmuş, bu değere karşılık gelen zaman değerinden de deformasyon hesaplanmıştır. Daha sonra aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Domatesin Poisson oranı her iki çeşit için de 0.50 varsayılarak hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır (Finney ve Hall 1967). Bu kabullenme ile domatesin elastiklik modülü hesaplamasında da hassas değerlere ulaşılması sağlanmıştır.



Şekil 1. Sıkıştırma test ve ölçüm düzeneğinin şematik görünüşü

Silindirik batıcı uçla yapılan sıkıştırma testleri ile elastiklik modülünün hesaplanmasında Boussinesq tekniği kullanılmıştır (Mohsenin 1980, Sitkei 1986):

$$E = \frac{F(1 - \mu^2)}{d \cdot \Delta D} \dots\dots\dots 1$$

Burada ;

- E : Elastiklik modülü (N/mm²),
 F : Kuvvet (N),
 μ : Poisson oranı,
 d : Silindirik batıcı uç çapı (8 mm)'dir.

Kabuk yırtılma noktasına ilişkin deformasyon enerjisi ve deformasyon hacmi aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Aydın ve Çarman 1997, Vursavuş ve Özgüven 1999):

$$E_A = \frac{\Delta D_A \cdot F_A}{2} \dots\dots\dots 2$$

$$V_A = \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \Delta D_A \dots\dots\dots 3$$

Burada ;

- E_A : Deformasyon enerjisi (Nmm),
 ΔD_A : Kabuk yırtılma noktasındaki deformasyon (mm),
 F_A : Kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet (N)
 V_A : Deformasyon hacmi (mm³)'dir.

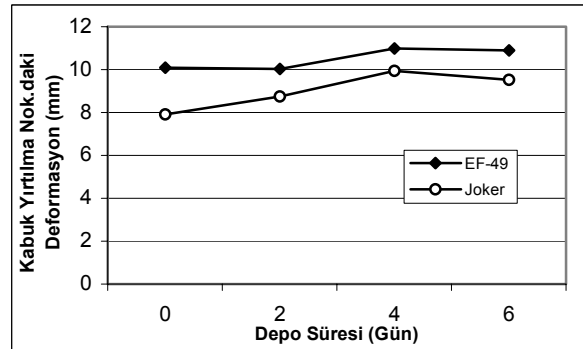
Denemeye alınan tüm ürünler denemelerden önce numaralandırılarak maksimum ölçüm kapasitesi 2000 g, ölçüm hassasiyeti 0.01 g olan hassas terazide tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir.

Denemeler 2 x 4 faktöriyel deneme planına göre yürütülmüştür. Değişkenler iki çeşit ve dört depolama zamanından (0. gün, 2. gün, 4. gün ve 6.gün) oluşmaktadır. Veriler varyans analizi ve Duncan testi yapmak amacıyla STATISTICA istatistik paket programıyla analiz edilmiştir.

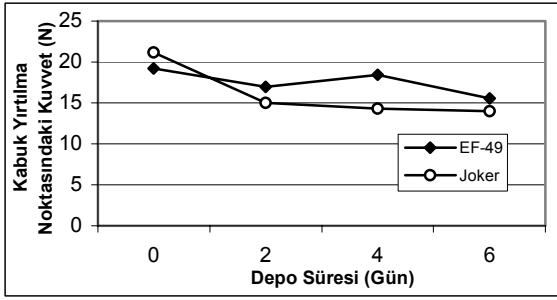
Bulgular

Denemeye alınan EF-49 çeşidi domateslerin ağırlıkları 124.1-273.2 g arasında, ortalama 173.6 g, Joker çeşidinin ağırlıkları 137.8-270.74 g arasında, ortalama 194.9 g olarak ölçülmüştür. Domates için yapılan ölçümler ile oluşturulan kuvvet-deformasyon grafiklerinde biyolojik akma noktası görülmemiştir. Biyolojik akma noktası görülmediğinden deformasyon, kuvvet, elastiklik modülü, deformasyon enerjisi ve deformasyon hacmi değerleri için kabuk yırtılma noktası verileri kullanılmıştır. Bu değerlerin çeşit ve depolama süresine göre değişimlerini veren grafikler sırasıyla Şekil 2-6'da verilmiştir. Şekil 2'de kabuk yırtılma noktasında ölçülen kuvvet değerlerine karşılık gelen deformasyon değerlerinin depo süresine göre değişimi görülmektedir. Bu değişim depolama süresiyle birlikte artma şeklindedir. Şekil 3 incelendiğinde her iki çeşit için de depo süresi ile kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet değeri değişiminin azalma şeklinde olduğu görülmektedir. En belirgin kuvvet düşüşü Joker çeşidi için 2. günde ortaya çıkmıştır. Elastiklik modülü değişimleri azalma şeklinde olup bu depolama süresiyle ürünlerin elastikiyetlerini kaybettiğini göstermektedir (Şekil 4). Çeşitler arasında 0. günde görülen elastikiyet modülü farklılığı 2. günden itibaren neredeyse tamamen kaybolmaktadır.

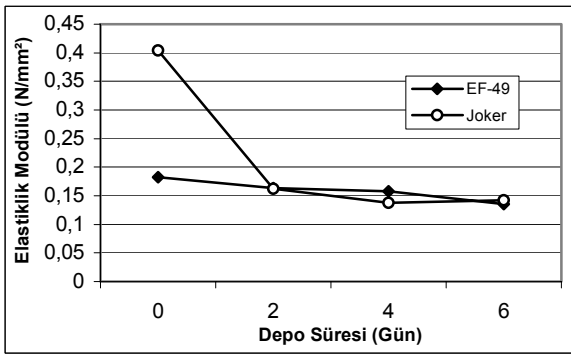
Kabuk yırtılma noktasına kadar absorbe edilen enerji Joker çeşidi için, deformasyon hacmi her iki çeşit için, depolama süresiyle az da olsa artma eğilimi göstermektedir (Şekil 5 ve Şekil 6). Joker çeşidi, EF-49 çeşidine göre deformasyona daha duyarlıdır.



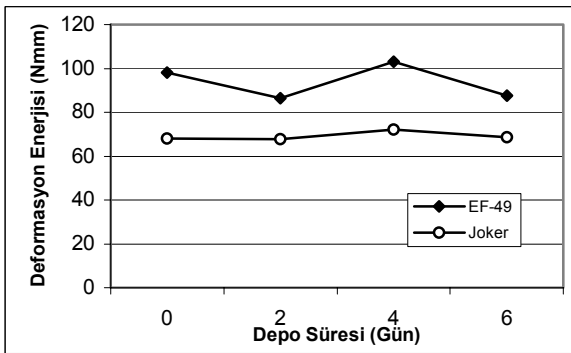
Şekil 2. Domates çeşitleri için kabuk yırtılma noktasındaki deformasyon-depo süresi değişimi



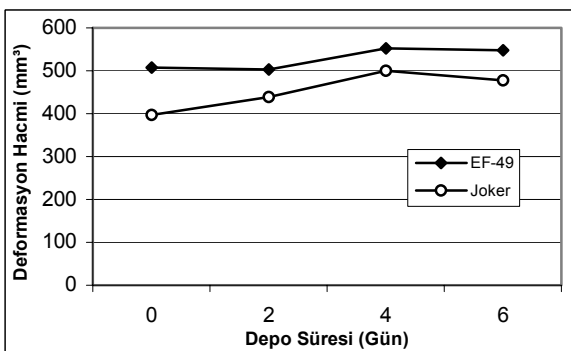
Şekil 3. Domates çeşitleri için kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet-depo süresi değişimi



Şekil 4. Domates çeşitleri için elastiklik modülü-depo süresi değişimi



Şekil 5. Domates çeşitleri için deformasyon enerjisi-depo süresi değişimi



Şekil 6. Domates çeşitleri için deformasyon hacmi-depo süresi değişimi

Domates için iki yönlü faktöriyel düzende yapılan varyans analizi sonucu belirlenen etkiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Domates için yapılan denemelerle yapılan ölçüm ve hesaplamalardan elde edilen değerlere ilişkin ortalamalar ve standart hatalar ile istatistiksel açıdan farkın önemli olduğu koşullar için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre domates çeşitleri arasındaki fark kuvvet ve elastiklik modülü dışındaki ölçüm ve hesaplamaları belirgin olarak ($P < 0.01$) etkilemiştir. Depolama süresi istatistiksel olarak sadece Joker çeşidinin kuvvet ve elastiklik modülü değerleri üzerinde etkilidir ($P < 0.05$).

Çizelge 1. Deney ölçüm ve hesaplama değerlerine domates çeşidi ve depo süresinin etkisi

Deney ölçüm ve hesaplama değerleri	Çeşit	Depo süresi	Çeşit x Depo süresi
Deformasyon (ΔD) (mm)	xx	-	-
Kuvvet (F) (N)	-	x	-
Elastiklik modülü (E) (N/mm^2)	-	x	-
Deformasyon enerjisi (E_A) (Nmm)	xx	-	-
Deformasyon hacmi (V_A) (mm^3)	xx	-	-

xx $P < 0.01$

x $P < 0.05$

- Her iki ($P < 0.01$ ve $P < 0.05$) önem seviyesinde de etkisiz

Tartışma

Domates çeşitleriyle ilgili bulgular ve değerlendirmeler, kabuk yırtılma noktasında kuvvetin ve elastiklik modülünün depolama süresiyle azaldığını göstermektedir. Kabuk yırtılma noktasında EF-49 çeşidi için kuvvet 19.25-15.56 N, deformasyon 10.1-10.98 mm, elastiklik modülü 0.183-0.135 N/mm^2 , Joker çeşidi için kuvvet 21.19-13.98 N, deformasyon 7.91-9.94 mm, elastiklik modülü 0.404-0.142 N/mm^2 arasında bulunmuştur. Olorunda ve Tung (1985) ise olgun durumdaki Reento domates çeşidi ile yaptıkları sıkıştırma testi sonucunda kuvveti 5.08 kg (50.8 N), deformasyonu 9.30 mm ve sertliği 0.547 kg/mm olarak bulmuşlardır. Kuvvet değerleri arasındaki farka çeşit, yükleme şekli ve yükleme hızının sebep olduğu söylenebilir. Ayrıca çalışmalarında; olgunluk derecesindeki artışın kuvvet, deformasyon ve sertlik değerlerinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Domates için yapılan kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet değeri karşılaştırmaları Şekil 7'de verilmektedir.

Sonuç

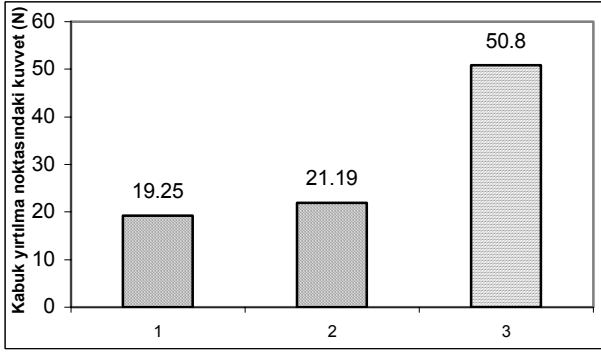
Domates için; deformasyon enerjisi ve deformasyon hacmini, depo süresi istatistiksel olarak etkilememiş, çeşit $P < 0.01$ önem seviyesinde etkili olmuştur. Kabuk yırtılma

Çizelge 2. Domates çeşitleri için deney ölçüm ve hesaplama değer ortalamaları, standart hataları ile Duncan testi sonuçları

Domates		ΔD (mm)	F (N)	E (N/mm ²)	E _A (Nmm)	V _A (mm ³)
Çeşit	Depo süresi (Gün)	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
EF-49 (ÇEŞİT 1)	0	a 10.1 ± 0.495 A	a 19.25 ± 0.821 A	a 0.183 ± 0.09 A	a 98.24 ± 7.375 A	a 507.36 ± 24.887 A
	2	a 10.03 ± 0.615 A	a 16.95 ± 0.888 A	a 0.163 ± 0.01 A	a 86.37 ± 8.325 A	a 503.72 ± 30.917 A
	4	a 10.98 ± 0.539 A	a 18.42 ± 0.88 A	a 0.158 ± 0.004 A	a 102.99 ± 8.779 A	a 551.7 ± 27.079 A
	6	a 10.9 ± 0.636 A	a 15.56 ± 0.842 A	a 0.135 ± 0.004 A	a 87.45 ± 9.517 A	a 547.77 ± 31.951 A
JOKER (ÇEŞİT 2)	0	b 7.91 ± 1.216 A	a 21.19 ± 8.12 A	a 0.404 ± 0.264 A	b 67.92 ± 13.05 A	b 397.63 ± 61.083 A
	2	a 8.75 ± 0.562 A	a 14.98 ± 1.022 B	a 0.162 ± 0.008 B	a 67.85 ± 8.427 A	a 439.44 ± 28.244 A
	4	a 9.94 ± 0.564 A	a 14.31 ± 0.613 B	a 0.138 ± 0.007 B	b 72.06 ± 6.219 A	a 499.47 ± 28.347 A
	6	a 9.51 ± 0.742 A	a 13.98 ± 0.944 B	a 0.142 ± 0.009 B	a 68.75 ± 8.406 A	a 478.01 ± 37.278 A

*Aynı çeşitte farklı büyük harf olan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05) (Depo sürelerinin karşılaştırılması)

Aynı depolama süresinde farklı küçük harfi olan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05) (Çeşitlerin karşılaştırılması)



1. EF-49, 0. gün, 2. Joker, 0. gün, 3. Reento, düz iki plaka arasında sıkıştırma, 50 mm/dak yükleme hızı, Olorunda ve Tung (1985)

Şekil 7. Domates için kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet değerleri

noktasındaki kuvvet ve elastiklik modülünü, çeşit istatistiksel olarak etkilemezken, depo süresi P<0.05 önem seviyesinde etkilemiştir. Her iki domates çeşidinde de depo süresindeki artışla elastiklik modülü ve kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet azalmış, deformasyon artmıştır. Joker çeşidi, EF-49 çeşidine göre deformasyona karşı, deformasyon enerjisi daha düşük olduğundan, duyarlı bulunmuştur.

Çalışmanın daha sonraki araştırmalara ışık tutması ve uygulamaya aktarılması açısından şu öneriler yapılmıştır: Domates çeşitleri hasat edilen gün de dahil olmak üzere depolama ömrü boyunca sıkıştırma kuvvetlerinin etkisinde kalacağı tüm koşullarda özenle toplanmalı, taşınmalı ve iletilmelidir. Bu değerlendirmenin yapılmasının nedeni, depolama süresindeki artışla kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet ve elastiklik modülü ortalamaları arasında fark bulunmasına rağmen deformasyon enerjisi ve deformasyon hacmi ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz bulunmasıdır. Domatesin araştırma kapsamındaki mekanik özelliklerini belirlemek

için kuvvetin silindirik batıcı uç ile uygulanması yönteminin, plakalar arasında sıkıştırma yöntemine göre daha iyi sonuç verdiği kanısına varılmıştır. Domates türüne ilişkin yapılacak çalışmalar için, kabuk yırtılma noktası daha hassas bir şekilde belirlendiğinden kullanılan yöntem önerilmektedir.

Kaynaklar

- Anonim 1997. May Agro/Tek haber mektubu. Sayı: 3, May Tohumculuk Zir. ve Tic. Ltd. Şti., Bursa.
- Anonim 2000. TC Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tohumluk ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü Milli Çeşit Listesi, Ankara.
- Abbott, J. A. and R. Lu. 1996. Anisotropic mechanical properties of apples. Transactions of the ASAE 39 (4): 1451-1459.
- Aydın, C. ve K. Çarman. 1997. Şeftalide çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin belirlenmesi. 17. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildiri Kitabı: 665-672. Tokat.
- Aydın, C. ve K. Çarman. 1998. Elmalar arasında çarpışma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin saptanması. 18. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildiri Kitabı: 773-778, Tekirdağ.
- Chen, P., M. Ruiz, F. Lu and A. A. Kader. 1987. Study of impact and compression damage on Asian pears. Transaction of the ASAE 30 (4): 1193-1197.
- Finney, E. E. Jr. and C. W. Hall. 1967. Elastic properties of potatoes. Transaction of the ASAE, p. 4-8.
- Garcia, J. L., M. Ruiz-Altisent and P. Barreiro. 1995. Factors influencing mechanical properties and bruise susceptibility of apples and pears. J. agric. Engng Res. 61: 11-17.
- Gezer, İ., M. Güner ve E. Dursun. 2000. Bazı sebze ve meyvelerin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Ekin Dergisi 13: 70-75. Ankara.

- Gonzalez, J. J. 1997. Internal structural changes of tomatoes in compression monitored via magnetic resonance imaging (MRI). IFT Conference, June, Orlando, FL.
- Karaçalı, İ. 1993. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 494, Bornova, İzmir.
- Mohsenin, N. M. 1980. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York, USA.
- Olorunda, A. O. and M. A. Tung. 1985. Simulated transit studies on tomatoes; effects of compressive load, container, vibration and maturity on mechanical damage. Journal of Food Technology 20: 669-678.
- Sitkei, G. 1986. Mechanics of agricultural materials. Akademiai Kiado. Budapest, Hungary.
- Vursavuş, K. ve F. Özgüven. 1999. Determination of the some mechanical properties and susceptibility to bruising damage of apples. 7 th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy: 570-575, Adana.

İletişim adresi:

Yeşim Benal YURTLU

TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı

Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi Müdürlüğü-Ankara