

Depolama Süresinin Bazı Hıyar Çeşitlerinde Mekanik Özelliklere Olan Etkisinin Belirlenmesi*

Yeşim Benal YURTLU¹ Doğan ERDOĞAN²

Geliş Tarihi: 15.02. 2005

Öz: Bu çalışmada, bazı hıyar çeşitlerinde depolama süresinin ürünün mekanik özelliklerine 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. Çalışmada deneme materyali olarak 147-F1 ve Rawa-F1 hıyar çeşitleri kullanılmıştır. Denemeye alınacak ürünlere, hasat edilen günde (0. gün) ve bu günü izleyen 3., 6., 9. ve 12. günlerde sıkıştırma testi uygulanmıştır. Ürünler % 85-90 nem oranında 10 °C depo sıcaklığında depolanarak depo sürelerinin biyolojik malzeme özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Denemeler sonunda biyolojik akma noktasındaki deformasyon, kuvvet, elastiklik modülü, deformasyon enerjisi, deformasyon hacmi ve deformasyon duyarlılığı değerleri belirlenmiştir. Bu özelliklere, çeşit ve depo süresi ile bunların ikili etkileşimlerinin etkisinin ortaya konulabilmesi için istatistiksel analiz yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Deformasyon duyarlılığı üzerinde çeşit, istatistiksel olarak etkili bulunmazken depo süresi P<0.01 önem seviyesinde etkili olmuştur. Her iki hıyar çeşidi için de depo süresindeki artışla elastiklik modülü artarken deformasyon duyarlılığı azalmıştır.

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

Effect of Storage Time on Some Mechanical Properties of Cucumber Cultivars

Abstract: In this study, a compression test-measurement system was developed to determine the effect of storage time on some mechanical properties of cucumber 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. 147-F1 and Rawa-F1 cucumber cultivars were used in the tests. To investigate the effects of storage time on the properties of the biological materials, samples were stored in 10 °C and 85-90 % r. h. conditions and tests were conducted at harvest date, 3rd, 6th, 9th and 12th days. The compressive force-deformation characteristics of each vegetable were determined with a view to obtaining information on bioyield point force and deformation for them. Deformation, bioyield point force, modulus of elasticity, deformation energy, deformation volume and deformation susceptibility were determined at the end of the tests. The statistical analyze was made to determine the effects of the cultivars, storage time and their interactions on these properties. Storage time significantly (P<0.01) affected deformation susceptibility but there is no effect of cultivars on it. The modulus of elasticity of both cucumber varieties tended to increase where as deformation susceptibility decrease as the time in cold storage increased.

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

Giriş

Tarım mühendisliğinin temel görevlerinden biri, tarımsal üretimin nitelik ve nicelik bakımından geliştirilmesinde kullanılacak en ileri teknikleri ortaya koymak, uygulamak, ekonomik analizler yapmak ve değerlendirmektir. Bu tekniklerin ortaya konulması sırasında göz önüne alınacak ana verilerden biri tarımsal ürünün kendisidir. Bu açıdan tarımsal ürünlerin, bir başka anlatımla biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Biyolojik malzemenin özelliklerini, fiziksel özellikler (temel ölçüler, mekanik özellikler, termik özellikler, optik özellikler, elektriksel özellikler vb), kimyasal özellikler ve biyolojik özellikler olarak sınıflandırmak olanaklıdır.

Biyolojik malzemenin etkisi altında kaldığı kuvvete karşı gösterdiği davranışlara, mekanik özellikler denilmektedir. Uygulanan kuvvet, malzemede deformasyon ve akma davranışına neden olabilir.

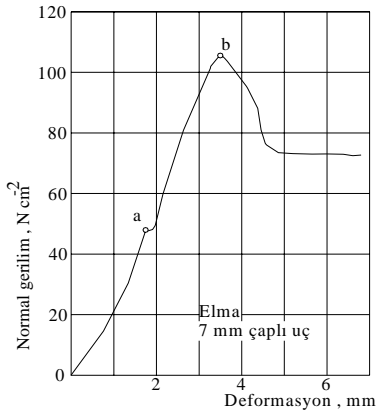
Malzemelerin verdiği tepkide temel olarak etkili olan; büyüklük, kuvvetin yapısı ya da uygulanma şeklidir.

Biyolojik malzemelere ilişkin çalışmalarda, genel elastik cisimlerin mekaniğinde karşılaşılmayan yapı ve tanımlamalara gereksinim duyulmaktadır. Bunlardan biyolojik akma noktası, kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinde deformasyonda artış olurken kuvvetin azaldığı ya da değişmediği noktadır (Şekil 1, a noktası) (Sitkei 1986). Biyolojik akma noktası, eğrinin başlangıç bölgesindeki gibi düz bir hat olmaktan saptığı doğrusallık limitinden sonraki herhangi bir noktada ortaya çıkabilir (Şekil 2, Y noktası). Meyve ve sebzelerin bir kısmında bu nokta bulunmaz. Bu nokta, küçük hacimli hücre içi kopmaların olduğunu göstermektedir. Biyolojik malzemelerde bu nokta, ürünün zedelenmeye duyarlılığını belirlemede önemli bir rol oynamaktadır ve yükleme, biyolojik akma noktasına ulaşmazsa hücre sistemi zarar görmeyecektir. Akma

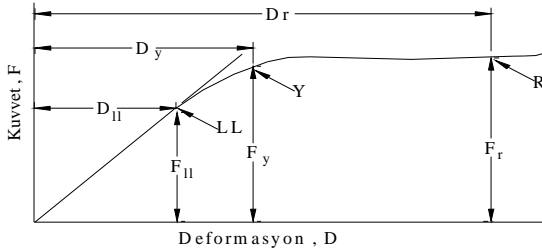
* Doktora Tezinden hazırlanmıştır.

¹ Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi Müdürlüğü-Ankara

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



Şekil 1. Biyolojik malzemeler için kuvvet-deformasyon eğrisi (a. Biyolojik akma noktası, b. Kopma noktası) (Sitkei 1986)



Şekil 2. Bir tarımsal ürün için olası kuvvet-deformasyon eğrisi (LL: lineer limit, Y: biyolojik akma noktası, R: kabuk yırtılma noktası) (Mohsenin 1980)

noktasındaki bası kuvveti ölçüldüğünde ürüne zarar vermeden uygulanabilecek kuvvet bulunmuş olmaktadır. Bu noktanın yeri, ürünün mukavemetine, meyve etinin sertliğine, olgunluğa ve depolama süresine bağlı olarak değişim göstermektedir (Sinn ve Özgüven 1989).

Biyolojik malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar meyveler üzerinde yoğunlaşmakla birlikte sebzeler ile ilgili çalışmalar da vardır. Bunlardan hıyar ile ilgili olan bazıları şunlardır. Tunçer ve Özgüven (1989)'de, sebzelerin biyolojik-teknik özelliklerine değinilirken turşuluk hıyar için meyve sertliğine ilişkin değerler verilmiştir. Koravo hıyar çeşidinde meyvenin ortasından, 6 mm çaplı silindirik uçla 100 mm/dak hızla yapılan yükleme sonucunda kabuk yırtılma noktasında ölçülen kuvvet 30 N dolaylarındadır. 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 değeri ni hıyar için 632 kPa (0.632 N/mm² olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada;

• Oluşturulan test ve ölçüm düzenekleriyle bazı hıyar çeşitlerinin (147-F1 ve Rawa-F1 hıyar çeşitleri)

biyolojik akma noktasındaki kuvvet, deformasyon, elastiklik modülü, deformasyon enerjisi, deformasyon hacmi ve deformasyon duyarlılığı gibi bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi,

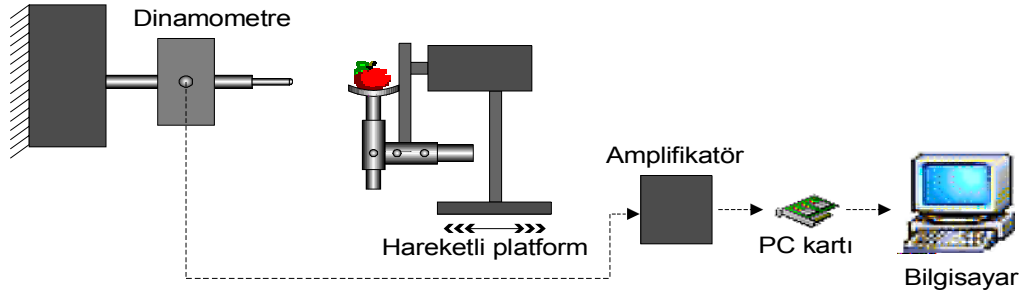
• Çeşit ve depo süresinin bu özellikler üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

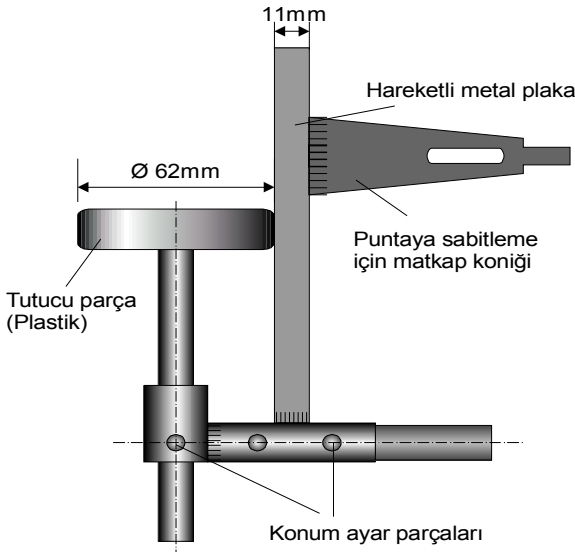
Çalışmada materyal olarak 147-F1 (Hızır-F1) ve Rawa-F1 hıyar çeşitleri kullanılmıştır. Denemeye alınan hıyar çeşitlerinden 147-F1 (Hızır-F1), TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilmiş ve 2000 yılında kayıt altına alınmış, sırk, sera yetiştiriciliğine uygun hibrit bir çeşittir. Rawa-F1, 1997 yılında toplu ticari tohumluk üretim izni alan, sırk, serada yetiştiriciliğe uygun hibrit bir çeşittir. (Anonim 2002).

Denemelerde kullanılan ürünler 6 Ağustos 2001'de Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Bahçeleri'nden hasat edilmişlerdir. Hıyar çeşitleri, üründen 0. gün (hasat edilen gün), 3. gün, 6. gün, 9. gün ve 12. günde değer alınarak denemeye alınmıştır. Hasat tarihinde her bir çeşitten 26 adet ürün oda sıcaklığında bekletilirken geriye kalanlar % 85-90 nem oranında 10 °C depo sıcaklığında, su kaybını önlemek için, 7 mm çaplı kurşunkalem ile üzerlerine 3-4 adet delikler açılmış polietilen torbalara 5-6 adet olmak üzere yerleştirilip torba ağızları bağlandıktan sonra kasalara konularak depolanmıştır (Karaçalı 1993). Ürünler depodan çıkartıldıktan sonra 3-4 saat oda koşullarında bekletilip denemeye alınmıştır. Denemeler ortalama oda sıcaklığı koşullarında yapılmıştır. Denemeler 21 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her deneme gününde ayrıca 5 adet üründen Poisson oranı ölçümleri yapılmıştır.

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, basıya çalışacak silindirik batıcı uç ve ölçme alanı 0-1000 kp olan dinamometre, amplifikatör, PC kart ile bilgisayardan oluşan veri toplama sisteminden oluşmaktadır (Şekil 3). Hareketli platformda gezer puntanın ucuna sabitlenen tutucu; hareketli plaka, tutucu parça, ürünlerin gerektiğinde silindirik batıcı uca göre konumunu değiştirmeyi sağlamak için sağa-sola ve yukarı-aşağı ayarlama yapmaya olanak sağlayan parçalardan oluşmaktadır (Şekil 4). 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.



Şekil 3. Sıkıştırma test ve ölçüm düzeneğinin şematik görünüşü



Şekil 4. Sıkıştırma test düzeneğinde kullanılan tutucu

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 hıyarlar tüm olarak tutucuya yerleştirilmiştir. Sıkıştırma testlerinde ürünler, silindirik batıcı uç ürünün orta kısmına gelecek şekilde konumlandırılmıştır. 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 tormanın aynasına sabitlenmiştir.

Alınan veriler Windows ortamına taşınmış ve her bir deneme için kuvvet-deformasyon eğrisi oluşturulmuştur. Elde edilen eğrilerden biyolojik akma noktası için kuvvet değerleri okunmuş, bu değere karşılık gelen zaman değerinden de deformasyon hesaplanmıştır. Daha sonra aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

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)
- ΔD : Deformasyon (mm)'dur.

Biyolojik akma noktasını gösteren nokta olarak A noktasına ilişkin deformasyon enerjisi ve deformasyon hacmi aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Aydın ve Çarman 1997, Vursavuş ve Özgüven 1999):

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

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

Burada ;

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

Deformasyon hacminin deformasyon enerjisine oranı olarak tanımlanan deformasyon duyarlılığı, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Holt ve School 1977):

$$C_S = \frac{V_A}{E_A} \dots\dots\dots 4$$

Burada;

- C_S : Deformasyon duyarlılığı (ml/J)'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.

Poisson oranını belirlemek için sıkıştırma test düzeneğinden yararlanılmıştır. Poisson oranını belirlemek için; ürünlerden 20 mm çaplı, 20 mm uzunluğunda test örnekleri çıkarılmıştır. Test örneğini elde etmek için kullanılan aparat, pistonu çekiliyken ürüne hızlı bir şekilde daldırılan ucu kesilmiş bir şırınga olup, aparatın içinde kalan silindirik ürün, piston yardımıyla dışarı alındıktan sonra boyu 20 mm olacak şekilde kesilmiştir. Bu şekilde elde edilen test örnekleri iki düz plaka arasında sıkıştırılmıştır. Bu işlemden sonra test örneklerinin ikinci çap ve boyu ölçülerek kaydedilmiştir. Bu değerler aşağıdaki eşitlikte yerine konularak Poisson oranı belirlenmiştir (Sitkei 1986):

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

Burada;

- D₁ : İkinci çap (mm),
D₀ : İlk çap (mm),
L₁ : İkinci boy (mm),
L₀ : İlk boy (mm)'dur.

Denemeler 2 x 5 faktöriyel deneme planına göre yürütülmüştür. Değişkenler iki çeşit ve beş depolama zamanından (0., 3., 6., 9. ve 12.gün) oluşmaktadır. Veriler varyans analizi ve Duncan testi yapmak amacıyla STATISTICA istatistik paket programıyla analiz edilmiştir.

Bulgular

Denemeye alınan 147-F1 çeşidi hıyarların ağırlıkları 91.8-146.9 g arasında, ortalama 121 g, Rawa çeşidinin ağırlıkları 91.9-141.4 g arasında, ortalama 119 g olarak ölçülmüştür. Poisson oranı değerleri ortalaması ve standart hatası 147-F1 çeşidi için 0.436 ± 0.011 , Rawa-F1 çeşidi için 0.466 ± 0.010 olarak bulunmuştur. Hıyar için yapılan sıkıştırma testleri sonucunda yöntem bölümünde açıklandığı şekilde elde edilen biyolojik akma noktasındaki deformasyon, kuvvet, elastiklik modülü, deformasyon enerjisi, deformasyon hacmi ve deformasyon duyarlılığı değerlerinin çeşit ve depolama süresine göre değişimlerini veren grafikler sırasıyla Şekil 5...10'da verilmiştir. Şekiller incelendiğinde her iki hıyar çeşidi için de 6. günün, ürünün depolanmasında kritik bir zaman olduğu görülmektedir. Şekil 5'de biyolojik akma noktasına karşılık gelen deformasyon değerlerinin değişimi verilmiştir. Şekil 6'deki kuvvet-depo süresi grafiği 6. güne kadar ölçülen kuvvet değerinde belirgin bir artış olduğunu ortaya koymaktadır. Yani 6. güne kadar ürüne zarar vermeden uygulanabilecek kuvvet değerinde artış ortaya çıkmaktadır. Bu durum depolama süresinin, ürünün mekanik özellikleri üzerindeki etkisinden kaynaklanmakta ve bu günden sonra kuvvet değeri genel olarak azalma eğilimi göstermektedir.

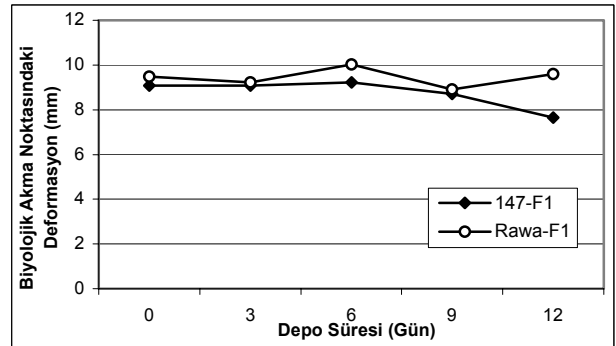
Şekil 7'de depolama süresiyle birlikte elastiklik modülünün her iki çeşit için arttığı görülmektedir. Bu artan elastikiyetin, hıyar türünün kabuk ve meyve eti özelliklerine

bağlı olduğunu söylemek olanaklıdır. Bu durum depolama süresindeki su kaybıyla da ilişkilidir.

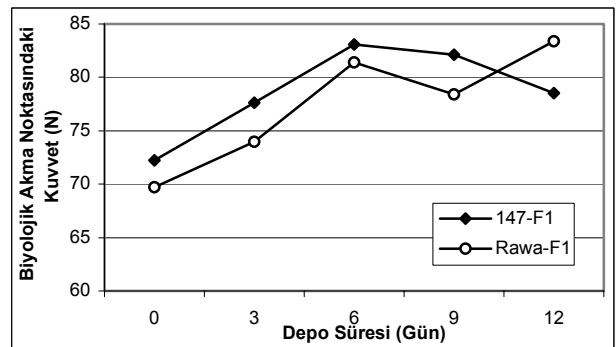
Şekil 8 incelendiğinde 6. güne kadar depolama süresindeki artışla deformasyon enerjisinde artış olduğu görülmektedir. Bu, materyalin deformasyonu sırasında biyolojik akma noktasındaki enerji absorpsiyonudur. Yani, depolama süresinin 6. güne kadar artışıyla, ürünün biyolojik akma noktasına ulaşması için gereken enerji miktarı da artmaktadır. Şekil 9'da da aynı şekilde 6. güne kadar biyolojik akma noktasındaki deformasyon hacimlerinde bir artış söz konusudur.

Depolama süresine bağlı olarak 6. güne kadar ürünün deformasyon duyarlılığında azalma yani ürünün zedelenmeye karşı göstermiş olduğu dirençte bir artış söz konusu olmaktadır (Şekil 10).

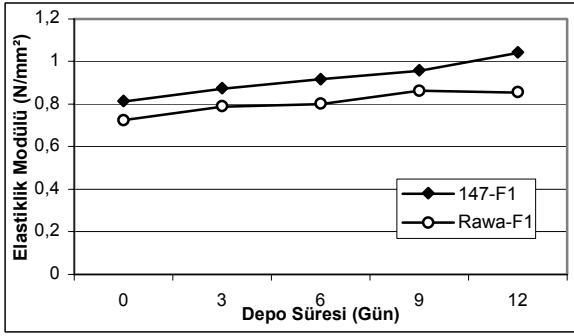
Deney ölçüm ve hesaplama değerleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek için çeşit, depo süresi ve çeşit x depo süresi alt gruplarına göre tanıtıcı istatistik değerleri elde edilmiş ve faktöriyel düzende varyans analizi tekniği uygulanmıştır. Deney ölçüm ve hesaplama değerlerine hıyar çeşidi ve depo süresinin etkileri Çizelge 1'de görülmektedir. Varyans analizi sonuçları hıyar için depolama süresinin tüm ölçüm ve hesaplamaları belirgin bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Çeşit ise kuvvet ve deformasyon duyarlılığı dışında diğer değerleri belirgin olarak etkilememektedir. Bu



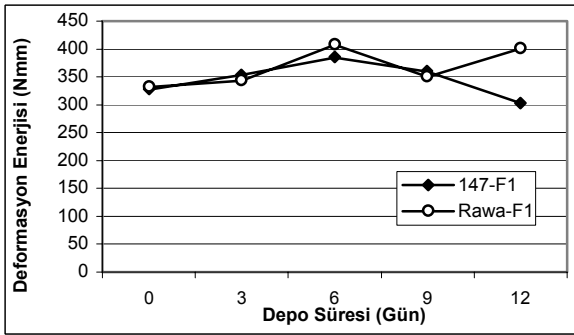
Şekil 5. Hıyar çeşitleri için biyolojik akma noktasındaki deformasyon-depo süresi değişimi



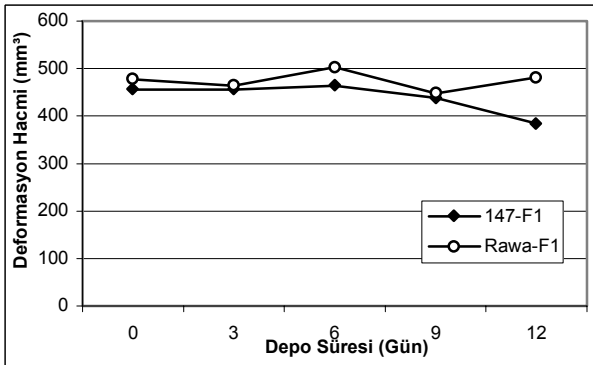
Şekil 6. Hıyar çeşitleri için biyolojik akma noktasındaki kuvvet-depo süresi değişimi



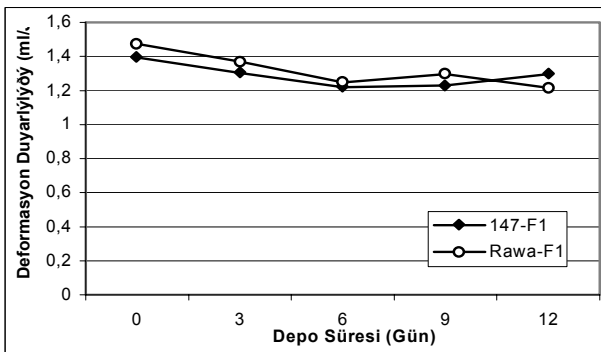
Şekil 7. Hıyar çeşitleri için elastiklik modülü-depo süresi değişimi



Şekil 8. Hıyar çeşitleri için deformasyon enerjisi-depo süresi değişimi



Şekil 9. Hıyar çeşitleri için deformasyon hacmi-depo süresi değişimi



Şekil 10. Hıyar çeşitleri için deformasyon duyarlılığı-depo süresi değişimi

durum iki çeşit arasında deformasyon duyarlılığı açısından istatistiksel olarak fark olmadığını göstermektedir. Bunun nedeni bu çeşitlerin yapı olarak birbirinden farklı olmamasıdır. Çeşit x depo süresi interaksiyonu, kuvvet dışındaki tüm değerler için vardır.

Hıyar 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.

Tartışma

Hıyar türüne ait denemeye alınan iki çeşide ilişkin sonuç ve değerlendirmeler, elastiklik modülünün depolama süresince 0. günden 12. güne doğru arttığını göstermektedir. Hıyardaki bu elastiklik artışını ürünün kabuk ve doku özellikleriyle su kaybına bağlamak olanaklıdır. Yapılan araştırmada elastiklik modülü 147-F1 çeşidi için 0.811-1.040 N/mm², Rawa-F1 çeşidi için 0.742-0.864 N/mm² arasında bulunmuştur. Hıyar türünün elastiklik modülünü Gezer ve ark. (2000) düz iki plaka arasında sıkıştırma testi yaparak 0.632 N/mm² olarak ölçmüşlerdir. Değerlerin bu koşullarda uygunluk gösterdiği söylenebilir. Tunçer ve Özgüven (1989)'in yaptıkları çeviride, Koravo hıyar çeşidi orta bölgesinden yüklendiğinde kabuk yırtılma noktasında ölçülen kuvvetin 30 N dolaylarında olduğu belirtilmiştir. Rawa-F1 sofralık çeşidi için biyolojik akma noktasındaki kuvvet hasat edilen günde 69.71 N olarak ölçülmüştür. Bu değerler arasındaki farkın çeşit ve yükleme hızı farklılıklarından kaynaklandığı söylenebilir.

Sonuç

Hıyar için; deformasyon duyarlılığı üzerinde çeşit, istatistiksel olarak etkili bulunmazken depo süresi P<0.01 önem seviyesinde etkili olmuştur. Her iki hıyar çeşidi

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

Deney ölçüm ve hesaplama değerleri	Çeşit	Depo süresi	Çeşit x Depo süresi
Deformasyon (ΔD) (mm)	xx	xx	xx
Kuvvet (F) (N)	-	xx	-
Elastiklik modülü (E) (N/mm ²)	xx	xx	x
Deformasyon enerjisi (E _A) (Nmm)	xx	xx	xx
Deformasyon hacmi (V _A) (mm ³)	xx	xx	xx
Deformasyon duyarlılığı (C _S) (ml/J)	-	xx	x

xx P<0.01

x P<0.05

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

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

HIYAR		ΔD (mm)	F (N)	E (N/mm ²)	E _A (Nmm)	V _A (mm ³)	C _S (ml/J)
Çeşit	Depo süresi (Gün)	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
147-F1 (ÇEŞİT 1)	0	a A 9.07 ± 0.164	a C 72.21 ± 0.689	a D 0.811 ± 0.016	a BC 327.46 ± 6.81	a A 455.53 ± 8.23	a A 1.394 ± 0.013
	3	a A 9.07 ± 0.213	a B 77.64 ± 1.442	a C 0.872 ± 0.019	a AB 353.85 ± 12.97	a A 455.81 ± 10.72	a B 1.303 ± 0.024
	6	b A 9.22 ± 0.212	a A 83.09 ± 1.629	a BC 0.918 ± 0.019	a A 385.11 ± 14.32	b A 463.46 ± 10.65	a C 1.218 ± 0.023
	9	a A 8.71 ± 0.141	a AB 82.15 ± 1.240	a B 0.957 ± 0.014	a AB 358.87 ± 9.95	a A 437.74 ± 7.09	a BC 1.229 ± 0.019
	12	b B 7.65 ± 0.166	a AB 78.53 ± 1.97	a A 1.040 ± 0.016	b C 302.97 ± 12.9	b B 384.41 ± 8.36	a BC 1.295 ± 0.032
RAWA-F1 (ÇEŞİT 2)	0	a AB 9.49 ± 0.207	a D 69.71 ± 2.176	b C 0.724 ± 0.025	a B 331.75 ± 13.77	a AB 476.68 ± 10.41	a A 1.473 ± 0.051
	3	a BC 9.22 ± 0.225	a CD 73.99 ± 1.434	b B 0.789 ± 0.013	a B 343.65 ± 14.37	a BC 463.29 ± 11.29	a B 1.368 ± 0.026
	6	a A 10.01 ± 0.141	a AB 81.41 ± 1.733	b B 0.799 ± 0.019	a A 407.63 ± 10.93	a A 502.72 ± 7.09	a C 1.246 ± 0.029
	9	a C 8.92 ± 0.177	a BC 78.39 ± 1.788	b A 0.864 ± 0.022	a B 350.66 ± 12.44	a C 448.06 ± 8.89	a BC 1.296 ± 0.031
	12	a AB 9.59 ± 0.176	a A 83.37 ± 1.753	b A 0.855 ± 0.021	a A 400.3 ± 12.56	a AB 481.6 ± 8.85	a C 1.216 ± 0.026

*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)

için de depo süresindeki artışla elastiklik modülü artarken deformasyon duyarlılığı azalmıştır. İki çeşit arasında 147-F1 çeşidinin elastiklik modülü tüm depolama süresince daha büyük olmuştur. Toplam 12 günlük depo süresinde 3 gün arayla yapılan ölçümlerde 6. günün kritik bir değer verdiği belirlenmiştir. 6. güne kadar deformasyon duyarlılığı daha hızlı bir azalma gösterirken bu günden sonra büyük bir değişim ortaya çıkmamıştır.

Çalışmanın daha sonraki araştırmalara ışık tutması ve uygulamaya aktarılması açısından şu öneriler yapılmıştır:

Hıyar çeşitlerine sıkıştırma, delme, sivri cisimlerle temas açısından maksimum özen, hasat edilen günde gösterilmelidir. Ayrıca hıyar çeşitlerinin, mekanik özellik değişimlerinin az olması açısından, polietilen torbalarda depolanması uygun bulunmuştur.

Kaynaklar

- Anonim 2002. TC Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tohumluk ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü ticari sebze kayıt listesi, Ankara.
- Aydın, C. ve K. Çarman. 1997. Şeftalide çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s. 665-672, Tokat.
- Gezer, İ., M. Güner ve E. Dursun. 2000. Bazı sebze ve meyvelerin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Ekin Dergisi Yıl: 4, Sayı: 13, s. 70-75, Ankara.
- Holt, J. E. and D. Schoorl. 1977. Bruising and energy dissipation in apples. J. Texture Studies 7: 421-432.

Karaçalı, İ. 1993. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 494, Bornova-İzmir.

Mohsenin, N. M. 1980. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, 742 p., New York, USA.

Sinn, H. ve F. Özgüven. 1989. Biyolojik malzemenin teknik özellikleri 1. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı, No: 27, Adana.

Sitkei, G. 1986. Mechanics of agricultural materials. Akademiai Kiado, 487 p., Budapest, Hungary.

Tunçer, İ. K. ve F. Özgüven. 1989 (çev. Moser, I. E. 1984). Bağ bahçe sebze ve endüstri kültürlerinde mekanizasyon uygulamaları. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No: 52, Ankara.

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 Köyşleri Bakanlığı
Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi Müdürlüğü
Yenimahalle-Ankara
Tel: 0 312 315 65 74
e-posta: yurtlu@tamtest.gov.tr
yurtlu@hotmail.com