



## Amasya ve Granny Smith Elma Çeşitlerinin Raf Ömrü Sürecince Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>1\*</sup>

Cemal KAYA<sup>2</sup>

Mehmet YILDIZ<sup>3</sup>

Oğuz TEKELİOĞLU<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 60240, Taşlıçiftlik, Tokat, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 60240, Taşlıçiftlik, Tokat, TÜRKİYE

<sup>3</sup> Artova Tarım İlçe Müdürlüğü- Tokat, TÜRKİYE

<sup>4</sup> Tunceli Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Tunceli, TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar

e-posta: ealtuntas@gop.edu.tr

Geliş Tarihi : 26.11.2009

Kabul Tarihi : 02.12.2009

### Özet

Bu çalışmanın amacı, Tokat ekolojik şartlarında yetiştirilmiş olan Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin 3 aylık depolama sonrası raf ömrü süresince fiziko-mekanik özelliklerini belirlemektir. Denemede, iki elma çeşidinin; 0, 7, 14, 21 ve 28 günlük raf ömrü süresince fiziksel özellikleri (boyut özellikleri, küresellik, yüzey alanı, % ağırlık kaybı; mekanik özellikleri (kopma kuvveti, özgül deformasyon, kopma enerjisi ve kopma için gerekli olan güç) ile beraber suda çözünebilir kuru madde (Briks) değerlerinin değişimleri incelenmiştir. Elmaların boyutları (geometrik ortalama çap); 0 ve 28 gün arasındaki raf ömrü süresine göre; Amasya çeşidinde, 58,88-58,91 mm ve Granny Smith çeşidinde ise 60,87-60,10 mm arasında değişmiştir. Raf ömrü süresince, küresellik değerleri de Amasya çeşidinde, 1,047-1,060 ve Granny Smith çeşidinde ise 1,056-1,034 arasında değişmiştir. Kopma kuvveti ve özgül deformasyon değerleri sırasıyla, Amasya çeşidinde 509,2-331,0 N; %39,07-29,1 ve Granny Smith çeşidinde 498,3-231,7 N; %92,1-35,1 arasında değişmiştir. Briks değerleri ise Amasya çeşidinde %11,98-12,70 ve Granny Smith çeşidinde ise %12,48-11,90 arasında değişmiştir. Granny Smith elma çeşidinde depolama sonrası raf ömrü süresinin mekanik özellikler ve Briks değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur(P<0.01).

**Anahtar Kelimeler:** Elma, Amasya, Granny Smith, raf ömrü, fiziko-mekanik özellikler

## Determination of physico-mechanical properties of Amasya and Granny Smith apple cultivars during shelf life periods

### Abstract

The aim of this study was to determine the physico-mechanical properties of two cultivars of apples, Amasya and Granny during shelf life periods after three months storage. In this experiment, the physical properties (size, sphericity, surface area and weight lose); mechanical properties (rupture force, specific deformation, rupture energy and required power of rupturing) and total soluble solids (Brix) content of two apple cultivars were investigated among 0, 7, 14, 21 and 28 days shelf life periods, respectively. The size of the apple cultivars ranged from 58.88 to 58.91 mm and 60.87 to 60.10 mm for Amasya and Granny Smith cultivars, respectively. During the shelf life period, the sphericity ranged from 1.047 to 1.060 (Amasya) and from 1.056 to 1.060 (Granny Smith), respectively. Rupture force and specific deformation ranged from 509.2 to 331.0 N; 39.07% to 29.10% for Amasya cultivar; and 498.3 to 231.7 N; 92.1% to 35.1% for Granny Smith cultivar, respectively. Brix (total soluble solid content) values ranged from 11.98 to 12.70% for Amasya cultivar; from 12.48 to 11.90% for Granny Smith cultivar, respectively. The effect of shelf life periods on mechanical properties and Brix value were significant for Granny Smith apple cultivar (P<0.01).

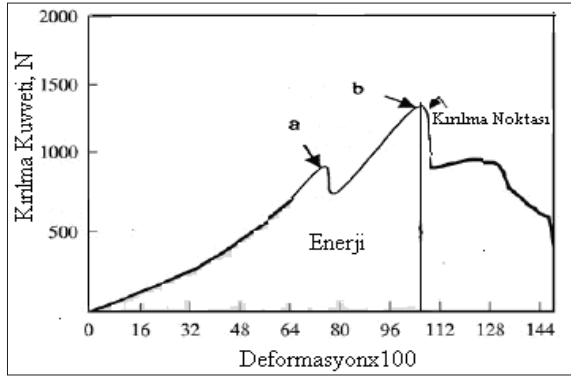
**Keywords:** Apple, Amasya, Granny Smith, shelf life, physico-mechanical properties.

### GİRİŞ

Tarım ürünlerine üretimden tüketiciye sunulması kadar geçen sürede uygulanan işlemler, tarımsal materyallerin fiziko-mekanik özelliklerinden faydalanılarak gerçekleştirilebilmektedir [1]. Tarımsal materyallerin fiziko-mekanik özelliklerinin bilinmesi tarım makinalarının tasarımı, yapımı, çalıştırılması, kontrolü, verimlerinin saptanması ve analizi için gereklidir. Materyal özelliklerinin bilinmesi sayesinde ayrıca, kurutma, ezme ve paketleme gibi ürün işleme yöntemleri ile beraber; depolama, iletim ve hasat işlemleri için temel mühendislik verileri elde edilmektedir [2].

Tarımsal ürünler, çok küçük zorlamalar karşısında büyük deformasyonlara uğrayabilmekte ve uygulanan yük kaldırıldığında materyalde kalıcı deformasyon görülmektedir. Tarımsal ürünlerde, kuvvet etkisi altında, ürün yapısı ve uygulanan kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak akma ve kopma olayı oluşur (Şekil 1). Akma noktasında, biyolojik malzemede kalıcı deformasyon oluşturmaktadır. Kopma noktasında ise kabuk yırtılması meydana gelmektedir.

Bu noktanın konumu, ürünün kabuk mukavemetine, meyve etinin sertliğine, olgunlaşma safhasına ve depolama süresine bağlı olarak değişir.



Şekil 1. Biyolojik materyale ait kuvvet-deformasyon eğrisi (a. biyolojik akma noktası, b. kopma noktası) (Sitkei 1986).

Bazı araştırmacılar, bazı tarımsal ürünlerin fiziksel özellikleri ile kuvvet etkisi altındaki davranışlarını incelemiştir. Elma konusunda hasada yönelik, hasat sonrası, taşıma sırasında ve depolama boyunca ürünlerin fiziksel ve kimyasal değişimleri ile mekanik özelliklerini, çeşit ve nem içeriği bazında incelenmiştir [3-10]. Çeşitli araştırmalar sonucunda meyvelerin kuvvet-deformasyon ilişkileri, kopma kuvveti, kopma enerjisi, deformasyon, özgül deformasyon, kopma gücü, elastisite modülü vb. özellikleri belirlenmiştir.

Meyve ve sebzeler hasat sonrası solunum yaptıkları için ağırlık kaybıyla beraber, sertlik kaybına ve kimyasal bileşim değişimlerine uğramaktadır. Meyve ve sebzelerin bozulmalarını önlemek ve niteliklerini korumak amacıyla yapılan depolamayla, meyve ve sebzelerin metabolizma faaliyetlerini durdurmaksızın en düşük düzeyde gerçekleşmesi için gerekli şartların sağlanması amaçlanmıştır [11]. Elma depolamadaki sıcaklık derecesi, ilgili meyvenin donma noktasının 1-2°C üstündeki sıcaklıklardır. Depolama sonrası pazarlama aşamasında da raf ömrünün artırılması ve ürünün niteliğinin korunması gereklidir. Elmanın depolanması ve pazarlamadaki raf ömrü süresince, niteliklerinin uzun süreli muhafazası önemlidir. Depolamada incelenen fiziko-mekanik özelliklerin raf ömrü süresince de incelenmesi ürünün niteliğini belirlemek açısından önemlidir.

Bu çalışmada, Tokat yöresinde yetiştirilen Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin 3 aylık soğuk depolama sonrasındaki aşamada 0, 7, 14, 21 ve 28 günlük raf ömrü süresince (oda sıcaklığında) fiziksel (boyut özellikleri, küresellik, yüzey alanı, ağırlık değişimi) ve mekanik özellikleri (kopma kuvveti, özgül deformasyon, kopma enerjisi, kopma gücü ve sertlik değerleri) ile beraber suda çözünebilir kuru madde (Briks) değerlerinin değişimleri incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyali olarak Tokat ekolojik şartlarında yetiştirilmiş Amasya ve Granny Smith elma çeşitleri kullanılmıştır. Deneme materyali olan elma çeşitleri, 3 aylık

depolama koşullarında +1°C sıcaklık ve % 95 bağıl nemde tutulduktan sonra, raf ömrü için 20°C deki oda koşullarına alınmışlardır. Ölçüm yapılacak 0, 7, 14, 21 ve 28 günlük periyotlar için rastgele örnekler seçilmiştir. Elma çeşitlerinin fiziksel ve mekanik ölçümleri oda sıcaklığında yapılmıştır.

Araştırmada elma örneklerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde iki plaka arasında bası denemeleri yapılarak; başlıca, kopma kuvveti, özgül deformasyon, kopma enerjisi ve kopma gücü belirlenmiştir. Bu amaçla Biyolojik malzeme test cihazı kullanılmıştır. Söz konusu cihaz, üç ana üiteden (hareketli platform, iletim ünitesi ve data kazanım ünitesi (load cell, PC card ve program) oluşmaktadır.

Elmaların fiziksel özelliklerinden boyut özelliği, 30 adet rastgele seçilen meyvede yapılan ölçümlerin ortalaması ile saptanmıştır. Elma örneklerinin uzunluk, genişlik ve kalınlıkları 0,01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile ölçülmüş, meyvelerin geometrik ortalama çap (GOÇ) ve küresellik değerleri (KD) ise aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır [2].

$$GOÇ = (UGK)^{1/3} \dots\dots\dots(1)$$

$$KD = [GOÇ / U] \dots\dots\dots(2)$$

Eşitliklerde; U: uzunluk (mm), G: genişlik (mm) ve K: kalınlık (mm)'tır.

Elma örneklerindeki % ağırlık kaybı değişimlerinin belirlenmesinde, depolama sonrası 0. günden 28. güne kadar, 0,01 g hassasiyetli terazi ile tartımlar gerçekleştirilmiş ve bir önceki uygulamadaki örneklerdeki ağırlık değeri esas alınarak ürünlerdeki % ağırlık kaybı değerleri bulunmuştur. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM veya Briks) için elmalar rendelenip homojenize edildikten sonra kaba filtre kağıdından geçirilmiş ve saf suya göre kalibre edilmiş el refraktometresi (0-32 ölçekli, Hand Sugar Refractometer WYT-1) ile okunmuş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir [12].

Mekanik özellikleri belirlemede, biyolojik materyal test cihazı (Zwick Z 0.5 marka) kullanılmıştır. Biyolojik materyal test cihazı; sabit plaka, hareketli plaka ve data kazanım ünitesi (yük hücresi (loadcell), PC kart ve bilgisayar yazılımından) bileşenlerinden oluşmakta olup, maksimum 500 Newton (N) kuvvet ölçüm kapasitesine sahiptir. Biyolojik materyal test cihazıyla sıkıştırma ve delme (puncture) testleri farklı hızlarda yapılabilmektedir. Biyolojik materyal test cihazı, 5 mm/saniye sabit hızda çalıştırılarak, elma örneklerinin sıkıştırma testi ile kuvvet-deformasyon diyagramları çizilmiştir. Diyagramdaki maksimum kuvvet değerleri kopma kuvveti olarak belirlenmiştir. Kopma enerjisi, kuvvet-deformasyon eğrisi altında kalan alanın planimetre ile ölçülmesiyle bulunmuştur. Kopma enerjisi, özgül deformasyon ve kopma için gerekli olan güç ölçümleri ise aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır [2, 13, 14, 15].

$$E = \frac{FD}{2} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{ÖD} = \frac{L-Ld}{L} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

$$G = \frac{EV}{60000 D} \dots\dots\dots(5)$$

Eşitliklerde; E: kopma enerjisi (mJ); F: kırılma kuvveti (N); D: deformasyon (mm); ÖD: özgül deformasyon (%); Ld: deforme olan boyut değeri, L: deforme olmayan boyut değeri; G: kopma için gerekli olan güç (W) ve V: yükleme hızı (mm/min)'dir.

İki farklı elma çeşidinin; 0, 7, 14, 21 ve 28 günlük raf ömrü süresince fiziko-mekanik özellikleri ile suda çözünebilir kuru madde değerlerinin grafik gösterimleri, hesaplamalar ve istatistiksel sonuçları Excell ve SPSS programları yardımıyla yapılmıştır. Denemelerde, her parametre ölçümü için 10 meyve üzerinden 3 tekrarla- ma yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin 3 aylık depolama sonrası; 0, 7, 14, 21 ve 28 günlük raf ömrü süresince fiziksel, mekanik ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerlerinin değişimleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

### Fiziksel özellikler

Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin raf ömrü süresine göre fiziksel özellikleri; boyut özellikleri (geometrik ortalama çap, küresellik, % ağırlık kaybı, yüzey alanı) olarak değişimleri parametreler bazında sırasıyla Şekil 2, 3, 4, 5'de verilmiştir.

Elma çeşitlerinin geometrik ortalama çap değerleri; 0 ve 28 gün arasındaki raf ömrü süresine göre; Amasya çeşidinde, 58,88-58,91 mm ve Granny Smith çeşidinde ise 60,87-60,10 mm arasında değişmiştir. Geometrik ortalama çap değerleri, Amasya çeşidi için sadece %0,05 artış ve Granny Smith çeşidi için, %1,26 oranında azalış göstermiştir. Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin geometrik ortalama çap değerlerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Kheilalipour et al. [9], iki farklı elma çeşidine (Redspar ve Delbarstival) ait geometrik ortalama çap değerlerinin ortalamasının sırasıyla 79,54 ve 63,38 mm olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir. Meisami-asl et al [10] ise Golab elma çeşidinin geometrik ortalama çap değerinin ortalama olarak 53,04 mm olarak değiştiğini açıklamıştır.

Raf ömrü süresince, küresellik değerleri de Amasya elmasında 1,047-1,060 ve Granny Smith çeşidinde ise 1,056-1,034 arasında değişmiştir. Amasya ve Granny

Smith elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin küresellik değerlerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Ögüt ve Aydın [4], Amasya, Golden ve Starking elma çeşitlerinde ortalama küresellik değerlerinin 2 aylık depolama sonucunda sırasıyla; 0,87; 0,91 ve 0,93 olarak belirlemiştir. Kheilalipour et al. [9], iki farklı elma çeşidine (Redspar ve Delbarstival) ait küresellik değerlerinin ortalamalarının sırasıyla 1,07 ve 1,09 değiştiğini ifade etmişlerdir.

Denemede kullanılan elma çeşitlerinden Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin hacim ağırlıkları da sırasıyla 463 kg/m<sup>3</sup> ve 476 kg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Ögüt ve Aydın [4], Amasya, Golden ve Starking elma çeşitlerinde ortalama hacim ağırlık değerlerinin 2 aylık depolama sonucunda sırasıyla; 770 kg/m<sup>3</sup>; 830 ve 830 kg/m<sup>3</sup> olarak belirlemiştir. Meisami-asl et al [10], Golab elma çeşidinin hacim ağırlığı değerlerinin ortalama olarak 240 kg/m<sup>3</sup> olarak değiştiğini açıklamıştır.

Elma çeşitlerinin ağırlık değerleri değişimi ve yüzey alanı değerleri, Şekil 4 ve 5'de; SÇKM (Briks) değerleri değişimleri ise Amasya ve Granny Smith elma çeşitleri için Şekil 6'da verilmiştir. Raf ömrü süresince % ağırlık kaybı değerleri değişimleri; Amasya çeşidinde %1,24-2,49 ve Granny Smith çeşidinde ise %2,00-6,17 arasında değişmiştir.

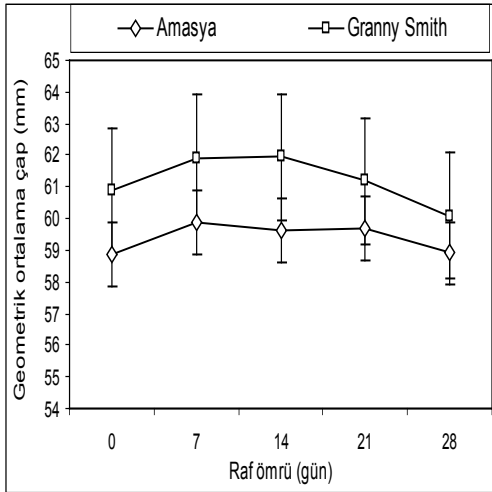
Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin % ağırlık kaybı değişimlerine etkisi istatistiksel açıdan Amasya elma çeşidi için P<0.01 seviyesinde; Granny Smith çeşidi için ise P<0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Saraçoğlu [8], Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin modifiye atmosferde depolanmasında farklı kalınlıklardaki değişik ambalaj filmlerinin uygunluğunun araştırıldığı çalışmasında; 10 aylık depolama sonunda her iki elma çeşidindeki ortalama en yüksek ağırlık kaybı (%4,62 ve %5,94) sırasıyla Granny ve Amasya elmalarının kontrol örneklerinde gerçekleşmiştir. Ayrıca, modifiye atmosferde depolanan örneklerde ağırlık kaybının daha düşük düzeylerde (Granny Smith çeşidinde %1,27-2,02, Amasya çeşidinde ise %1,14-1,44) olduğu belirtilmiştir.

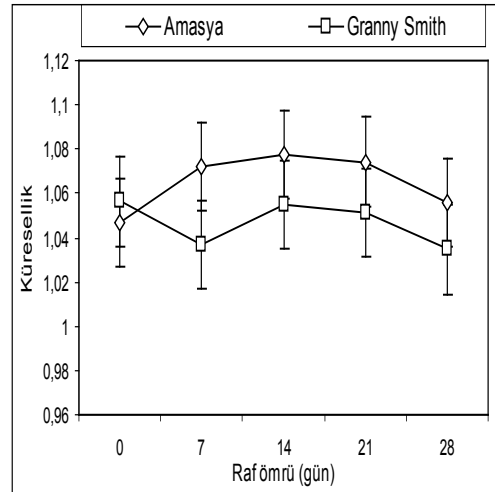
Raf ömrü süresince, yüzey alanı değerleri de Amasya çeşidinde 108,92-109,02 mm<sup>2</sup> ve Granny Smith çeşidinde 116,34-113,56 mm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin yüzey alanı değerlerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Briks değerleri ise Amasya çeşidinde %11,98-12,70 ve Granny Smith çeşidinde ise %12,48-11,90 arasında değişmiştir. Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin Briks değerleri değişimlerine etkisi istatistiksel açıdan P<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

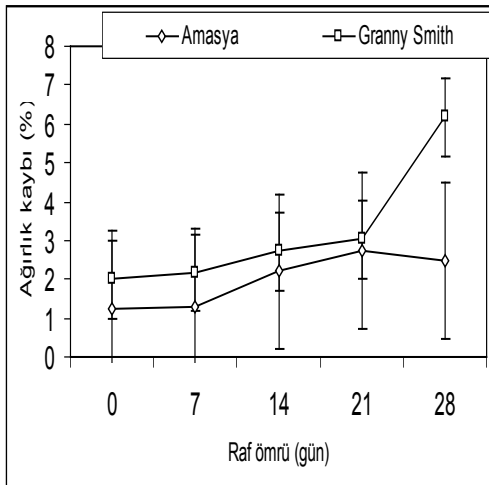
Saraçoğlu [8], Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin değişik ambalaj materyalleriyle ambalajlanarak modifiye atmosferde on ay süresince depolanması sonu-



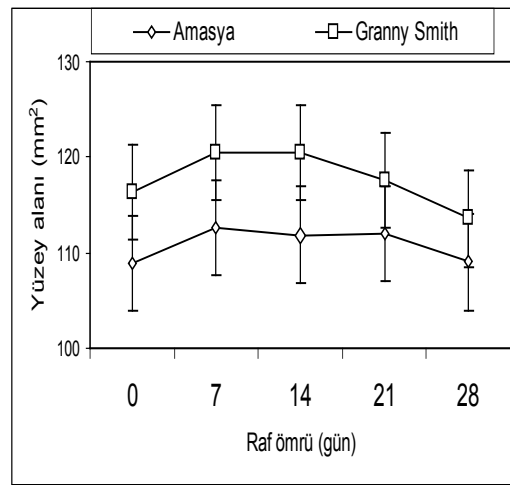
Şekil 2. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile geometrik ortalama çap (mm) değerlerinin değişimi



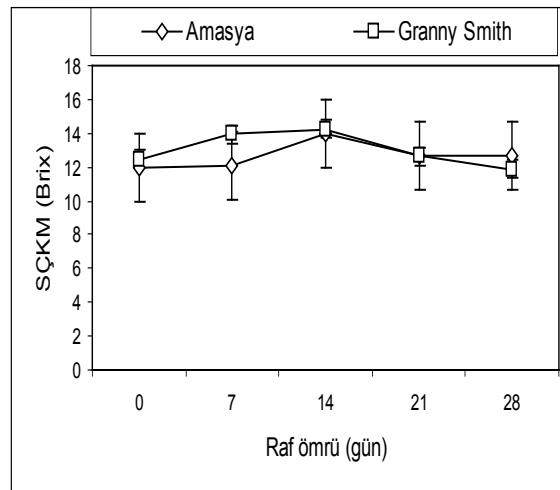
Şekil 3. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile küresellik değerlerinin değişimi



Şekil 4. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile ağırlık kaybı (%) değerlerinin değişimi



Şekil 5. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile yüzey alanı (mm²) değerlerinin değişimi



Şekil 6. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile suda çözünebilir kuru madde (SÇKM veya Briks) değişimi

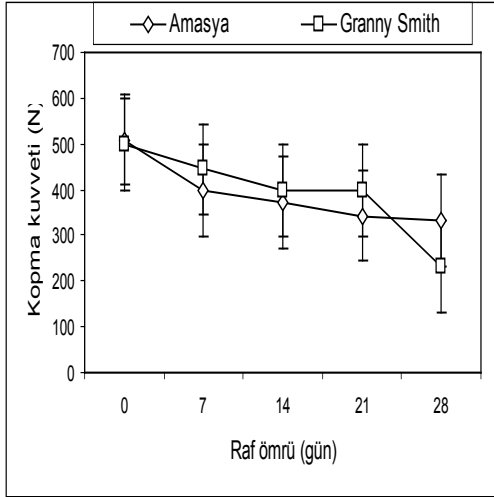
cunda elmaların suda çözünür kuru madde değerlerinin sırasıyla 11,73- 12,17 ile %11,88 ile 12,18 arasında bulunduğunu belirtmiştir. Depolama süresince her ay için belirlenen suda çözünür kuru madde değerlerindeki değişimlerin her iki elma çeşidi için depolama ve ambalaj materyalleri arasında istatistiksel farklılıkların bulunduğunu ifade etmiştir.

Gezer ve ark. [16], Amasya ve Golden elma çeşitlerinde SÇKM değerlerini sırasıyla %10,50 ile 13,50 olarak bulmuştur. Gerçekcioglu et al. [17], Amasya ve Starkrimson ve Stark Spur Golden Delicious elma çeşitlerinde suda çözünebilir kuru madde değerlerini 2002-2003 yılları için sırasıyla için Amasya elmasında 12,17-14,00 ve Starkrimson çeşidinde ise 11,50-14,33 olarak değiştiğini açıklamışlardır. Kheilalipour et al. [9], iki farklı elma çeşidine (Redspar ve Delbarstival) ait Briks değerlerinin ortalamasının sırasıyla 10,73 ve 12,54 olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir.

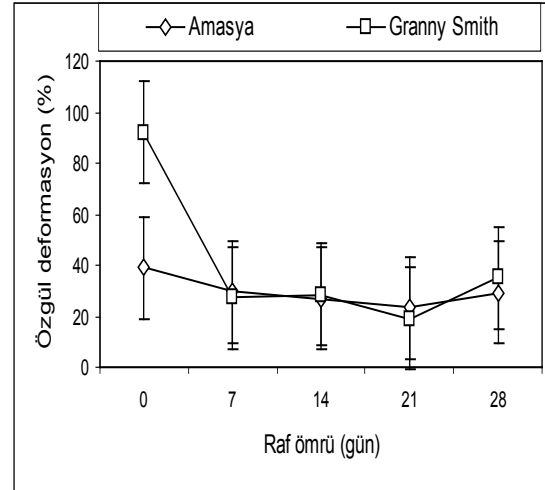
### Mekanik özellikler

Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin mekanik özellikleri içerisinde; kopma kuvveti değerlerinin değişimleri Şekil 7'de; özgül deformasyon değerlerinin değişimleri ise Şekil 8'de verilmiştir. Kopma kuvveti değerleri sırasıyla, Amasya çeşidinde 509,2-331,0 N ve Granny Smith çeşidinde 498,3-232,7 N arasında değişmiştir. Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin kopma kuvveti değerleri değişimlerine etkisi istatistiksel açıdan  $P < 0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Gezer ve ark. [16], Amasya ve Golden elma çeşitlerinde hasat için elmaların daldan kopma direncinin sırasıyla 19,40 ve 16,57 N arasında değiştiğini, meyve eti sertliğinin el penetrometresiyle ölçüm değerlerinin de sırasıyla çeşitler için 704 ve 622 kPa ( 71,81-63,44 kg/cm<sup>2</sup>) olarak belirlemişlerdir.

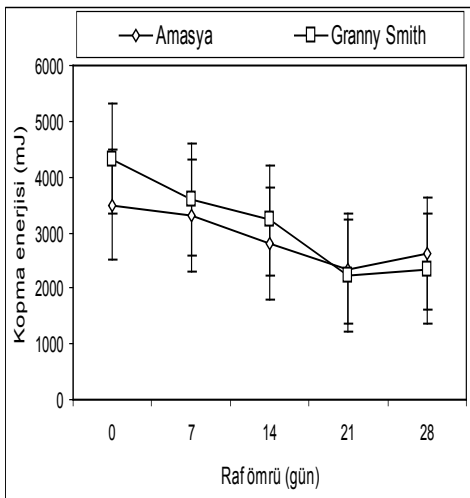
Gerçekcioglu et al. [17], Amasya ve Starkrimson ve Stark Spur Golden Delicious elma çeşitlerinde meyve eti sertliği değerlerini el penetrometresi ölçümleriyle çeşit-



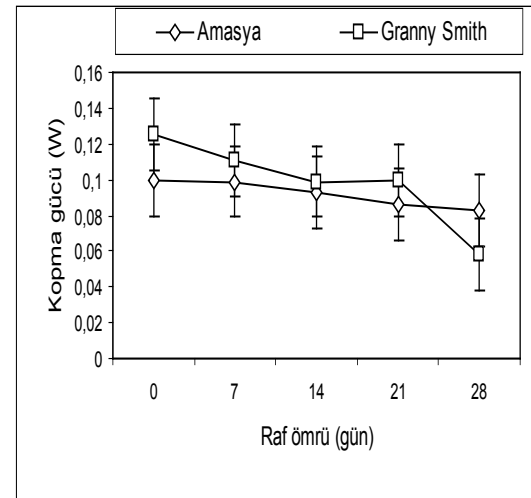
Şekil 7. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile kopma kuvveti (N) değerlerinin değişimi



Şekil 8. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile özgül deformasyon (%) değerlerinin değişimi



Şekil 9. Elma çeşitlerine göre raf ömrü ile kopma enerjisi (mJ) değerlerinin değişimi



Şekil 10. Elma çeşitlerine göre raf ömrü için gerekli güç (W) değerlerinin değişimi

ler bazında sırasıyla 16,34 ile 22,39 lb (7,26-10,16 kg) arasında değiştiğini açıklamışlardır.

Özgül deformasyon değerleri sırasıyla, Amasya çeşidinde %39,1-29,1 ve Granny Smith çeşidinde %92,1-35,1 arasında değişmiştir. Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin özgül deformasyon değerleri değişimlerine etkisi istatistiksel açıdan çeşitlere göre sırasıyla  $P<0.01$  ve  $P<0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur.

Kopma enerjisi değerleri sırasıyla, Amasya çeşidinde 3502,5- 2633 mJ ve Granny Smith çeşidinde 4324,5-2347,5 mJ arasında değişmiştir. Elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin kopma enerjisi değerleri değişimlerine etkisi istatistiksel açıdan sırasıyla Amasya çeşidi için önemsiz ve Granny Smith çeşidi için ise  $P<0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Kopma için gerekli olan güç değerleri sırasıyla, Amasya çeşidinde 0,10-0,083 W ve Granny Smith çeşidinde 0,13-0,06 W arasında değişmiştir. Elma çeşitlerinde, raf ömrü süresinin kopma için gerekli güç değerleri değişimlerine etkisi istatistiksel açıdan sırasıyla Amasya çeşidi için önemsiz bulunurken; Granny Smith için ise  $P<0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Tokat ekolojik şartlarında yetiştirilen Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin 3 aylık depolama sonrası 0,7,14,21 ve 28 günlük raf ömrü süresince fizikomekanik özelliklerinin (boyut özellikleri, küresellik, yüzey alanı, % ağırlık kaybı, kopma kuvveti, özgül deformasyon, kopma enerjisi ve kopma için gerekli olan güç) ve suda çözünebilir kuru madde değerlerinin değişimleri incelenmiştir. Elmaların geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı değerleri her iki elma çeşidinde raf ömrü süresine bağlı olarak önce kısmi artış sonra da düşüş göstermiştir. Ağırlık kaybı değerlerinde ise raf ömrü süresine göre, genelde artış gözlenmiştir. Mekanik özelliklerden kopma kuvveti, özgül deformasyon, kopma enerjisi ve kopma için gerekli olan güç değerlerinde raf ömrü süresine göre genelde azalma eğilimi söz konusudur. Her iki elma çeşidi için de raf ömrü süresince fizikomekanik özelliklere ait istatistiksel farklılıklar da söz konusudur.

Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin ülkemizdeki ticari değeri göz önüne alındığında, depolama süresince ve depolama sonrası raf ömrü süresinin ürün üzerinde getireceği fizyolojik değişimlerin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu konuda fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerin farklı çeşitler bazında da farklı depolama sürelerinin incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Sinn ve Özgüven, 1989. Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri 1, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 27, Adana.
- [2] Mohsenin, N.N. 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- [3] Chesson, I., Moore, I. 1985. An automatic pressure tester. Transaction of the ASAE; 11 (5), 608-610.
- [4] Ögüt, H., Aydın, C. 1992. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin poisson oranı ve elastikiyet modüllerinin belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 2 (3); 39-53, Konya.
- [5] Gerçekçioğlu, R., Özkan, Y. 1993. Golden Delicious elma (*Malus communis* L.) çeşidinde derim öncesi bazı fizyolojik değişimler ve derim kriterlerinin karşılaştırılması üzerinde bir araştırma. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (1993), 25 -31, Tokat.
- [6] Polat, R., Kasap, A. 1995. Bazı elma çeşitlerinde soğuk depoda muhafaza şartlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 16. Kongresi, 5-7 Eylül 1995, Bursa.
- [7] Şahin, F. 2007. Elmanın hasadına yönelik fizikomekanik özelliklerinin belirlenmesi. GOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ABD Yüksek Lisans Tezi. (Yayınlanmamış), Tokat.
- [8] Saraçoğlu, O. 2007. Modifiye atmosferde elma depolanmasında değişik ambalaj filmlerinin uygunluğunun belirlenmesi. GOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Tokat.
- [9] Kheiralipour, K., Tabatabaeefar, A., Mobli, H., Rafiee, S., Sahraroo, A., Rajabipour, A., Jafari, A. 2008. Some Physical Properties of Apple. Pakistan Journal of Nutrition 7 (5): 667-672.
- [10] Meisami-asl, E., Rafiee, S., Keyhani, A., Tabatabaeefar, A. 2009. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript 1124. Vol. XI. March, 2009, 1-7.
- [11] Cemeröğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M., 2001. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi-1. Meyve ve Sebze Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Tek. Derneği Yayınları No:24. ANKARA. s.328.
- [12] Cemeröğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Yayınları No:34, Ankara, 535 s.
- [13] Braga, G,C., Couto, S. M. Hara, T. and J. T. P. A. Ve Neto, 1999. Mechanical behaviour of macadamia nut under compression loading. Journal of Agricultural Engineering Research, 72: 239-245.
- [14] Khazaei, J.; Rasekh, M.; Borghei, A.M. 2002.

- Physical and Mechanical Properties of Almond and Its Kernel Related to Cracking and Peeling. An Asae Meeting Presentation, Paper No 026153.
- [15] Güner, M., Dursun, E., Dursun, I. G. 2003. Mechanical behaviour of hazelnut under compression loading. *Biosystem Engineering*, 85(4), 485–491.
- [16] Gezer, İ., M. Güner ve E. Dursun. 2000. Bazı sebze ve meyvelerin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Ekin Dergisi* 13: 70-75. Ankara.
- [17] Gerçekcioglu, R., Cekic, C., Filiz, A. 2004. Physiological and Chemical Changes During Harvest Maturity in Apple Cultivars. *Asian Journal of Chemistry*, 16 (3-4), 1555-1561.