



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi  
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi  
23 (49): (2009) 60-66  
ISSN:1309-0550



## KONYA'DA YETİŞTİRİLEN BAZI ELMA ÇEŞİTLERİNDE MEKANİK HASAT PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ<sup>1</sup>

Sedat YOKUŞ<sup>2</sup>

Cevat AYDIN<sup>3,4</sup>

<sup>2</sup>Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Konya/Türkiye

<sup>3</sup>Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 02.03.2009, Kabul Tarihi:22.04.2009)

### ÖZET

Bu çalışmada, elma meyvesinin mekanik yöntemle hasat edilmesine yönelik olarak sarsıcı tasarımı, seçimi ve hasat parametrelerinin belirlenmesinde önemli olan ağaç dinamik özelliklerinden yaylanma rijitliği ve meyve tutunma kuvvetinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Materyal olarak Starking Delicious, Golden Delicious ve Granny Smith elma çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma kapsamında dal ve gövde yaylanma rijitliği ve meyve tutunma kuvvetinin zamana bağlı değişimleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda dal yaylanma rijitliğinin çeşitlere göre 105-139 kg/m, gövde yaylanma rijitliğinin 847- 1328 kg/m arasında değiştiği görülmüştür. Meyve tutunma kuvveti zamana bağlı olarak azalmıştır. Bu azalma çeşitlere göre 3.03-0.87 kg. arasında gerçekleşmiştir. Çeşitler arasında daldan kopma kuvveti ( $P<0.01$ ), meyve eti sertliği ( $P<0.01$ ) ve kök genişliği ( $P<0.05$ ) bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur, diğer parametreler bakımından gözlenen farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Konya, elma, hasat, yaylanma rijiditesi, meyve tutunma kuvveti.

### DETERMINATION OF MECHANIC HARVESTING PARAMETERS IN SOME APPLE VARIETIES GROWN AT KONYA

#### ABSTRACT

This study was carried out to determine some dynamic properties such as spring rigidity and fruit detachment force in apple tree which is important for mechanical harvesting parameters, shaker harvester designing and choosing. The varieties of apple were used in the study as the Starking Delicious, Golden Delicious and Granny Smith apple. Spring rigidity and changes in fruit detachment forces with respect to time were investigated. As a result of the study, limb and trunk spring rigidity were changed from 105 to 139 kg/m and from 847 to 1328 kg/m, respectively. Fruit detachment forces with respect to time decreased from 3.03 to 0.87 kg. where as the differences among apple varieties in respect of fruit detachment forces ( $P<0.01$ ), fruit stiffness ( $P<0.01$ ) and root width ( $P<0.05$ ) were statistically significant but the others were not ( $P>0.05$ ).

**Key Words:** Konya, apple, harvesting, fruit detachment force, spring rigidity.

### GİRİŞ

Elma (*Malus domestica*), gülgiller (*Rosaceae*) familyasından, kültürü yapılan ağaç meyvelerinden biridir. Elmanın anavatanı, Anadolu'yu da içine alan Güney Kafkaslardır. Kültür elması (*Malus Communis* Lam.) ekolojik şartların uygun olması nedeniyle ülkemiz genelinde yetiştiriciliği yapılmaktadır, fakat en uygun kültür merkezleri yabanasının yayılma alanlarına paralel olarak Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz Kıyı Bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri ve son yıllarda Güneyde Göller Bölgesi elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır. Dünya'da elma üretiminde Türkiye; Çin, A.B.D. ve Fransa'dan sonra dördüncü sırayı almaktadır (Anonymous 2006). Türkiye'de ve Konya'da elma üretim değerleri Tablo 1'de görülebilir.

Tablo 1 incelendiğinde, ülkemizde 2001 verilerine göre toplam meyvelik alan 1.534.200 da iken, % 5.34 artışla 2005 yılında 1.616.149 da olmuştur. Aynı yıllarda üretim miktarı 2.450.000 ton iken, % 4.9 artışla 2.570.000 tona yükselmiştir. Konya'da 2001 verilerine göre toplam meyvelik alan 115.090 da iken % 14.68

artışla 2005 yılında 131.980 da olmuştur. Aynı yıllarda üretim miktarı 85.402 ton iken, 2005 yılında % 4.48 artışla 89.231 ton olarak gerçekleşmiştir.

Ülkemizde meyve hasadı genellikle elle yapılmaktadır. Günümüzde tarımda işgücü bulmak gün geçtikçe zorlaşmakta olduğundan makineli hasat zorunlu bir hale gelmektedir. Makineli hasadın gerçekleştirilebilmesi içinde meyvelerin ve ağaç özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Taze tüketim ve fabrikasyon için meyve hasadı, meyvelerin zedelenebilirlik derecesine göre farklı hasat yöntemleri, farklı plantasyon ve ağaç şekli gerektirmektedir. Taze tüketim için elle hasat ve bazı yardımcı aletler kullanılıp, dar sıra ve bodur anaç üretim yapılırken, fabrikasyon amacıyla hasat için yüksek boylu ağaçlarda makine kullanılmaktadır.

Meyvelerin ağaçtan topluca silkelenmelerini amaçlayan mekanik hasat yöntemi, meyve hasadında teknik ilerlemenin sağlandığı alanlardan biridir. Mekanik hasatta ağacın ana gövdesini ya da dallarını sarsan, ağaca dalgalı olarak hava ya da su püskürtün, tırmık biçimindeki yakalama kollarıyla ağacın içerisine giren vb. makineler kullanılmaktadır.

<sup>1</sup>20.06.2008 tarihinde S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünde kabul edilen Yüksek Lisans Tezinin özetidir.

<sup>4</sup>Sorumlu Yazar: [caydin@selcuk.edu.tr](mailto:caydin@selcuk.edu.tr)

Mekanik hasat yöntemi, elle toplamanın zor olduğu küçük taneli meyveler ve gıda endüstrisinde kullanılacak her türlü meyve ile sert kabuklu meyvelerin hasadına uygunluk göstermektedir. Mekanik hasat alanındaki çalışmalar özellikle, meyvenin dalından

koparılması, uygun platformlarla tutulması ya da toplanması, sarsıcı etkinliğinin artırılması, sarsma süresinin kısaltılması ve meyvelerdeki zedelenmelerin önlenmesi alanlarında yoğunlaşmaktadır (Gezer 2005).

Tablo 1. Türkiye’de ve Konya’da Yıllar İtibarıyla Elma Üretim Değerleri (Anonymous 2001, 2002, 2003, 2004, 2005).

	Türkiye’de Toplam meyvelik alanı (da)	Türkiye’de Üretim (ton)	Konya’da Toplam meyvelik alanı (da)	Konya’da Üretim (ton)
2001	1.534.200	2.450.000	115.090	85.402
2002	1.500.000	2.200.000	88.020	56.091
2003	1.590.000	2.600.000	119.310	95.149
2004	1.620.000	2.100.000	113.280	64.274
2005	1.616.149	2.570.000	131.980	89.231

Tarımsal işlerde kullanılan tarım alet ve makineleri, bu işlerde daha çok başarıya ulaşmaları, uygulama etkinliklerinin artırılması yönünde, yapısal gelişme ve değiştirmelere uğratılmaktadırlar. İşte gelişme, geliştirme yönünde mühendislerce kullanılan en büyük veriler biyolojik malzemelerin fiziko-mekanik özellikleri olmaktadır. Biyolojik malzemelerin, tohumluklarından tutulup, üretim sürecinin her kademesinde, hasat, temizleme, sınıflandırma, iletim, işlenme ve gıda teknolojisinin her kademesinde bu özelliklerden yararlanan alet-makine özellikleri geliştirilmektedir. Alet-makine tasarımcıları, yapımcıları böylesine özellikler arası etkileşimi göz önüne alarak çalışmaktadırlar (Tunalıgil 1993).

Hasat makinelerinin iletim ve sınıflandırma düzenlerinin ölçülendirilmesi için, bu aygıt ve makinenin işleyeceği ürünün geometrik ölçülerinin, yoğunluk ve özgül ağırlıklarının bilinmesi gerekir. Hasat için ürünün olgunluk derecesinin ölçülmesi, ürünün hasat elemanının baskısına dayanabilmesi, ürünün ağaçtan kopma (ayırılma) kuvvetinin bilinmesi, ürünün taşınması ve diğer işlem kademelerine girmesi için basınca dayanıklılığının bilinmesi gerekir (Moser 1989).

Amasya elma çeşidinin fiziko-mekanik özelliklerinden biri olan hasat parametresi olarak elastisite modülünü ve deformasyon hacmini araştıran çalışmada, elastisite modülü  $1.62 \text{ N/mm}^2$ , deformasyon hacmi  $2.02 \text{ mm}^3$  olarak bulunmuştur (Aydın 1989).

Bazı elma çeşitlerinin poisson oranları ve elastikiyet modüllerinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada Amasya elmasında poisson oranı ortalama olarak 0.390, Golden elmasında 0.382, Starking elmasında ise 0.375 bulunmuştur. Elastikiyet modülü ise sap kısmı ve çiçek bölgelerinde  $1.11- 3.05 \text{ N/mm}^2$  arasında değişmiştir (Öğüt ve Aydın 1992).

Van yöresinde yetiştirilen elma ve armut çeşitlerinde derim zamanına bağlı bazı olgunluk parametreleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak üzere yapılan çalışmada Araştırmayı Van yöresinde yetiştirilen 3 standart elma çeşidi (Starking, Amasya ve Golden delicious) ve 3 mahalli elma çeşidi (Bey, Ekşi ve Turş) ile dört standart armut çeşidi (Williams, Mustafabey, Düşes ve Coscia) incelemiştir. Hasat döneminde meyve ağırlığı, SÇKM, titre edilebilir asit

miktarı ve pH gibi olgunluk parametreleri arasındaki ilişkileri belirlemiştir (Karadeniz ve ark. 1995).

Yapılan bir araştırmada, elmalar arasında çarpışma enerjisine bağlı olarak Golden ve Starking elma çeşidinde ürünlerin birbirleriyle olan çarpışması sırasında oluşan çarpışma katsayıları ve zedelenme hacimleri belirlenmiştir. Araştırmada çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin arttığı Starking elma çeşidinin zedelenmeye karşı daha duyarlı olduğu ortaya çıkmıştır. Çarpışma katsayısı 0.35-0.52 zedelenme hacmi ise  $0.48-5.16 \text{ cm}^3$  arasında değişmiştir (Aydın ve Çarman 1998).

Kayısı hasadında bir el silkeleyicinin bazı parametrelerinin belirlenmesi üzerine yapılan araştırmada el silkeleyicinin kayısı hasadındaki iş başarısı (kg/h ve ağaç/h), yakıt tüketimi (l/h) ve hasat etkinliği (%) gibi bazı parametreleri belirlemiştir. Elde edilen sonuçları klasik hasat yöntemiyle karşılaştırılmış, denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde 1 h süreyle hasat gerçekleştirilmiştir. Hem el silkeleyici ve hem de klasik yöntemde hasadı aynı kişi yapmıştır. El silkeleyicinin genliği 60 mm ve frekansı 20–23 Hz’dir. Yan dallara bağlanan el silkeleyici 2 defa aralıklı ve 4 s süreyle tam gazda çalıştırılmıştır. Denemeler sıra arası 10 m olan ve 8-12 yaşlarındaki kayısı ağaçlarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda el silkeleyici iş başarısı bir saatte hasat edilen kayısı olarak % 38.6 ve ağaç sayısı olarak da % 48.48 artırdığı bulunmuştur. Yakıt tüketimi ortalama 1.4 l/h, hasat etkinliği ise % 99.7 olarak belirlenmiştir (Güner ve Gezer 2001).

Yapılan bir çalışmada turuncgil hasadında kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilmiş, turuncgil hasadında kullanılan toplama robotu, bölgesel ağaç tacı sarsma ve yakalama sistemi (Mongoose), ağaç tacı çekme ve yakalama sistemi (Crunkelton), havalı hasat makinesi, gövde sarsıcı sistemler, kesintisiz hareketli ağaç tacı sarsma ve yakalama sistemlerini tanıtmış ve kullanılan alet ekipmanları ayrıntıları ile ele almışlardır. (Söyler ve Özcan 2003).

Lang (2005) Meyve ağacının dinamik yapısının sarsıcı dizaynında etkili olan bazı parametrelerinden olan, dal yayılma katsayısı, dalın yer değiştirmesi

dibi ağacın bazı dinamik özelliklerinin etkisini ortaya koymuştur. Bu çalışmada;

$$M_t \cdot x_M + k \cdot \ddot{x}_M + 1/c \cdot \dot{x}_M = m \cdot r \cdot w^2 \cdot \sin wt$$

denkleminde;

$M_t$  :Toplam kütle (kg)

$\ddot{x}_M$  :Dalın ivmesi ( $ms^{-2}$ )

$k$  :Sönümlenme katsayısı ( $Nsm^{-1}$ ),

$\dot{x}_M$  :Dal hızı ( $ms^{-1}$ ),

$C$  :Dal yaylanma katsayısı ( $mN^{-1}$ ),

$x_M$  :Dalın yer değiştirme miktarı (m),

$m$  :Balanssızlık kütleleri (kg),

$r$  :Balanssızlık kütlelerinin merkezden kaçıklığı (m),

$w$  :Sarsıcının frekansı (rad/s),

$t$  :Zaman (s)'dir.

Kütle sarsıcılarda;

$$P_r = mrw^3x/2[\sin(2wt-\phi)+\sin \phi]$$

Burada;

$P_r$  :Güç (kW),

$\Phi$  :Faz açısı (rad),

$x$  :Genlik,

$x$  :s/2,

$s$  :Strok (m),

$s$  :2mr/ $M_t$ ,

$M_t = M + m + M_m$  (kg),

$M_t$  :Toplam kütle (kg),

$M$  :Sarsıcının kütlesi (kg),

$M_m$  :Ağacın kütlesi(sarsıcısız) (kg),

$m$  :Balanssızlık kütleleri (kg),

$W$  :Sarsıcının frekansı (rad/s),

$R$  :Balanssızlık kütlelerinin merkezden kaçıklığı (m)'dir.

Z. Lang'a göre mekanik hasat parametrelerinde önemli olan diğer parametrelerde ağaç gövdesinin ve ana kökün özellikleridir. Buna göre hasatta etkili parametrelerden olan ağacın yüksekliği, kökün genişliği, ağırlık merkezinin yeri ve sarsıcının bağlanma yüksekliğine bağlı olarak ağaca uygulanan titreşim değişmektedir. Bu değişim aşağıdaki formülle ifade edilmiştir.

$$P = Kg^2/(Aum+Kd) \text{ (Şekil 1)}$$

Burada;

$P$  :Sarsıcının toprak zemininden bağlanma yüksekliği (cm),

$Kg$  :Ağaç kök derinliği (cm),

$Aum$ :Ağacın ağırlık merkezinin toprak zemine olan uzaklığı (cm),

$Kd$  :Ağaç kök genişliği (cm)'dir.

Erik ağaçlarında hasat tekniği açısından meyve tutunma kuvveti ve yaylanma rijiditesinin belirlenmesi

üzerine yaptıkları bir çalışmada, erik meyvelerinin hasadına yönelik olarak bir makine seçimi ya da tasarımının yapılması ve hasadın mekanik yöntemlerle gerçekleştirilebilmesi için öncelikle bazı ağaç ve meyve özelliklerinin belirlenmesinin zorunlu olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada erik meyvesinin mekanik yöntemle hasat edilmesine yönelik parametrelerinin (genlik ve frekans gibi) belirlenmesinde önemli olan, ağaç dinamik özelliklerinden yaylanma rijitliğinin ve meyve tutunma kuvvetinin belirlenmesini amaçlamış, araştırma kapsamında yaylanma rijitliğini ağacın dal ve gövdesi için ayrı ayrı belirlemiş, ayrıca dal ve gövde çaplarının yaylanma rijitliği üzerine olan etkisini tespit etmişlerdir. Meyve tutunma kuvvetinin meyve ağırlığına oranı hesaplanarak zamana göre değişimlerini belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre ağaç dal ve gövde çaplarının artmasıyla birlikte yaylanma rijitliğinin arttığı belirlenmiştir (Polat ve ark. 2006).

## MATERYAL VE METOD

Araştırma materyali olarak, Konya ekolojik şartlarında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan yarı bodur Starking delicious, Golden delicious ve Granny smith elma çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü elma bahçesinde yürütülmüştür.

Starking delicious elması, meyveleri orta iri, iri, uzun, konik biçiminde, sap tarafı genişçe ve çiçek çukuru tarafı kuvvetli dilimlidir. Sapı ince, uzun, kabuğu ince, sert, parlak sarı zemin üzerine sıvama ve koyu kırmızı çizgili; eti beyaz, yumuşak, tatlı, güzel kokuludur (Öğüt ve Aydın 1992).

Golden delicious elması meyve orta iri-iri, silindirik, düzgün şekilli; sap çok uzun ve ince; kabuk parlak sarı, sap tarafında bariz paslı benekli; eti yeşilimtrak krem renkte, sıkı, gevrek, ince daneli, nazik, sulu aromalı, tatlıdır (Özbek 1977 ve 1978).

Granny smith elması ağacı zayıf-orta kuvvette, yarı dik-yayvan gelişir. Her yıl ve bol ürün verir. Meyvesi orta iri-iri, yeşil zemin üzeri hafif donuk sarı renkli, kalitesi çok iyi olup, sert, çok sulu ve kendine özgü mayhoş bir tadı vardır (Anonymous 2006).

Araştırmada materyal olarak kullanılan elma çeşitlerinin bazı fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

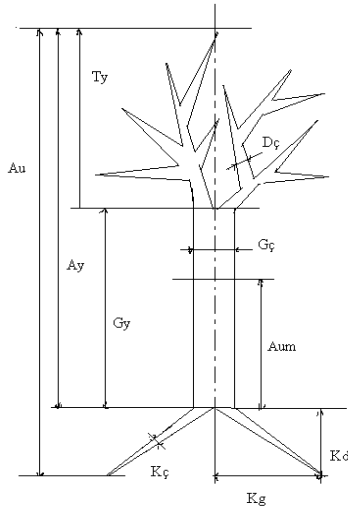
Araştırmada; Vibro-meter markalı, 8 HPC-1/A1 tipinde, 220V-50Hz besleme voltajlı ve analog ibre sapmalı göstergeli kuvvet amplifikatörü ve çıkışa digital avometre bağlanarak kuvvet ölçümü yapılmıştır

Vibro-meter markalı, LTC-115-0,1 tipinde, 0-50 kp ölçüm aralığında, 2 mV/V çıkış voltajlı, 350 ohm giriş dirençli, 352 ohm çıkış dirençli dinamometre, Tr markalı, Fruit pressure tester FT 327 tipinde ve 13kg/cm<sup>2</sup>- 29 lb/ inc<sup>2</sup> kapasiteli penetrometre, 22 kg/50 lb kapasiteli ve 250 g/0.5 lb ölçüm aralığında bir el dinamometresi kullanılmıştır.

Ağaç dalı veya gövdesinin kuvvet altındaki yer değiştirmesini görebilmek için kontrplak üzerine milimetrik kâğıt yapıstırılarak 35X40 cm ebadında bir milimetrik levha oluşturulmuştur. Bu levha üzerinde dal veya gövdenin yer değiştirme miktarını görebilmek için dal veya gövdeye bir lazer bağlanmış levha üzerinde lazerin izinden yararlanarak dal veya gövdenin sapması ölçülmüştür. Çalışmada ağacın bölgelendirilmesi Şekil 1'deki gibi yapılmış ve ölçüler alınmıştır

Tablo 2. Araştırmada Kullanılan Elma Çeşitlerinin Özellikleri

Özellikler	Granny Smith	Golden delicious	Starking delicious
Ortalama Meyve Çapı (mm)	72±8	64±2	74±3
Ortalama Meyve Yüksekliği (mm)	60±5	55±3	61±5
Ortalama Meyve Ağırlığı (g)	179±14	174±9	183±17



Şekil 1. Ağacın şematik görünüşü

Burada;

Ay : Ağaç yüksekliği (cm),

Ay : Gy+Ty (cm),

Gy : Gövde yüksekliği (cm),

Ty : Taç yüksekliği (cm),

Au : Ağaç uzunluğu (cm),

Au : Ay+Kd (cm),

Kd : Kök derinliği (cm),

Kg : Kök genişliği (cm),

Kç : Kök çapı (cm),

Gç : Gövde çapı (cm),

Dç : Dal çapı (cm),

Aum:Ağırlık merkezi uzaklığı (cm)'dir.

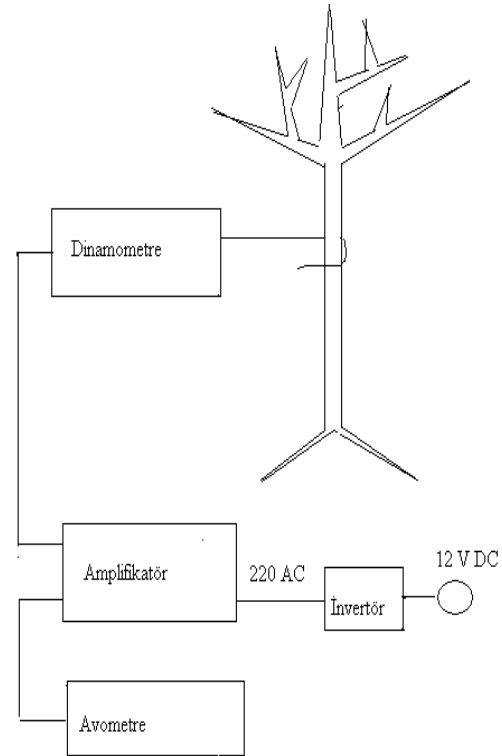
Ağırlık merkezinin bulunması için ağaçlar topraktan sökülmüş yatay olarak denge tezgâhının üzerine konmuş dengede kalma durumuna geldikten sonra kökten yukarıya doğru olan mesafe şerit metre ile ölçülmüş ve ağırlık merkezinin yeri bulunmuştur.

Kök genişliğinin ve derinliğinin bulunması amacıyla ağaç kökünün etrafı topraktan temizlendikten sonra kökün yanlara ve aşağıya doğru olan mesafesi şerit metre ile ölçülmüştür. Gövde yüksekliğinin belirlenmesi için ağacın toprak yüzeyinden dalların ayrıldığı yere kadar olan mesafesi şerit metre ile ölçülmüştür. Ağaç yüksekliğinin belirlenmesi için ağacın toprak yüzeyinden dalm en yüksek noktasına kadar olan mesafe şerit metre ile ölçülmüştür. Ağaç ağırlığı; ağaç ağırlık merkezinden el dinamometresi ile, ağacın gövdesi, kökü ve dal çapı ise kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 1).

Meyve eti sertliğinin belirlenmesi için farklı cinsteki elma çeşitlerinin meyve eti sertliği penetrometre yardımıyla ölçülmüştür.

Meyvenin daldan kopma kuvvetinin belirlenmesi için meyve, el dinamometresi kullanılarak daldan koparılmış, kopma anında da dinamometrede okunan değer belirlenmiştir.

Gövde ve dal yaylanma kuvvetini ölçmek için dinamometre, amplifikatör, invertör ve avometreden oluşan bir düzenek oluşturulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Gövde ve dal yaylanma katsayısının ölçümünde akış diyagramı

Bahçede yapılan ölçümlerde amplifikatörü beslemek amacıyla, araçtan elde edilen 12 V'luk gerilim, invertör yardımıyla 220 V'a yükseltilmiştir (Şekil 2). Gövde ve dal yaylanma katsayısını ölçebilmek için dinamometrenin ucuna bir aparat hazırlanmış, kuvvet dinamometresi yardımıyla, dal ve gövdeye uygulanarak yaylanma katsayıları ölçülmüştür. Avometreden

okunan veriler kayıt edilmiş, kayıt edilen veriler bilgisayar yardımıyla değerlendirilmiştir.

Çalışmada ölçüme başlamadan önce dinamometre ve amplifikatör kalibre edilmiştir. Amplifikatöre bağlı olan avometre yardımıyla, 1 kg ağırlığa karşılık 15 mV değeri, 2 kg ağırlığa karşılık 30 mV değeri ve 5 kg ağırlığa karşılık 75 mV değerleri okunmuş, ölçülen değerler ve uygulanan kuvvet Microsoft Office Excel programında değerlendirilerek amplifikatörün kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir.

Gövde ve dal yaylanma katsayılarının belirlenmesi için milimetrik tablo gövdenin ve dalın arkasına yerleştirilmiştir. Dinamometre yardımıyla da gövdeye ve dala kuvvet uygulanarak gövde ve dalın yerinden hareket ettirilerek amplifikatörden alınan değerler okunmuştur. Gövde ve dalın üzerine tutturulan lazer ışık yardımıyla gövdenin hareket miktarı milimetrik levha üzerinde ölçülerek elde edilen veriler bilgisayara aktarılmış, yapılan ölçümler sonucunda gövde yaylanma katsayıları belirlenmiştir.

Çalışma sonucu elde edilen ölçümlerin, çeşit ortalamaları arasındaki farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığını tespit etmek için varyans analizleri ve LSD testi yapılmıştır. Ölçüm yapılan değerlerin istatistiksel olarak hangi seviyede önemli olduğunu belirten P değeri varyans analiz tablosunda belirtilmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### Elma Çeşitlerinin Dalda Tutunma Kuvvetleri

Araştırmada, elmaların daldan kopma kuvvetleri (Kk) 20.08.2007 tarihinden başlayarak, 24.09.2007 tarihine kadar altı defa ölçüm yapılarak belirlenmiştir (Tablo 3). Elma çeşitlerinin zamana bağlı olarak daldan kopma kuvvetleri ve kopma denklemleri aşağıdaki şekillerden görülebilmektedir (Şekil 3, 4 ve 5). Çeşitlere bağlı olarak en düşük daldan kopma kuvveti Granny smith elma çeşidi için 2,0 kg, (19.62 N) Golden delicious elma çeşidi için 1.23 kg (12.07 N) ve Starking delicious için 0.87 kg (8.53 N) bulunmuştur.

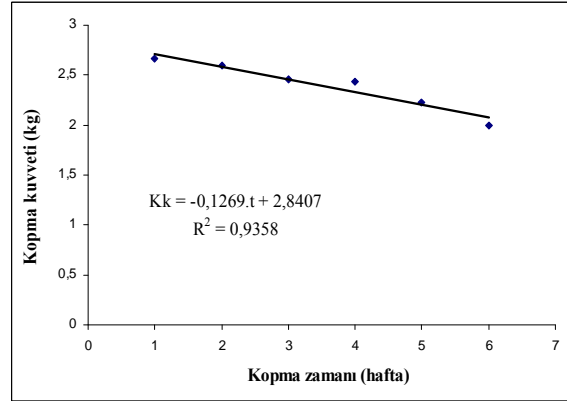
Tablo 3. Meyvenin Olgunluğuna Bağlı Dalda Tutunma Kuvvetleri (kg)

Hasat tarihi	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
20.08.2007	2.66±0.34	3.03±0.23	2.10±0.10
27.08.2007	2.60±0.20	2.47±0.17	1.97±0.13
03.09.2007	2.46±0.06	2.33±0.17	1.63±0.13
10.09.2007	2.43±0.13	2.10±0.10	1.47±0.07
17.09.2007	2.23±0.27	1.43±0.23	1.07±0.23
24.09.2007	2.00±0.10a	1.23±0.23b	0.87±0.23b

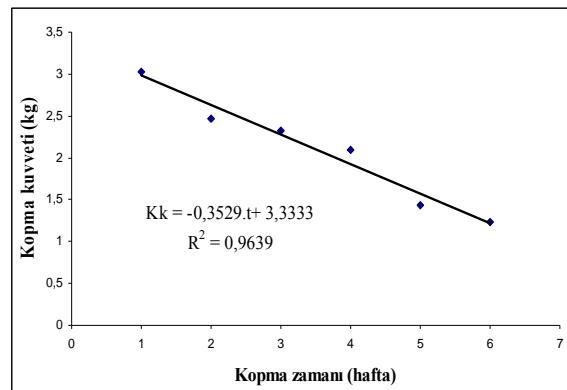
LSD=0.5432

Şekil 3, 4 ve 5'te görüldüğü gibi hasat dönemine yaklaştıkça, elma çeşitlerinin kopma kuvvetlerinin azaldığı görülmektedir. Kopma kuvvetlerinin en düşük olduğu değerler, elma çeşitleri için hasat dönemi hakkında bilgi vermektedir. 24.09.2007 tarihinde elde edilen, elma çeşitlerinin daldan kopma kuvvetlerine uygulanan varyans analiz sonucu ( $F=31.14$ ), çeşitler

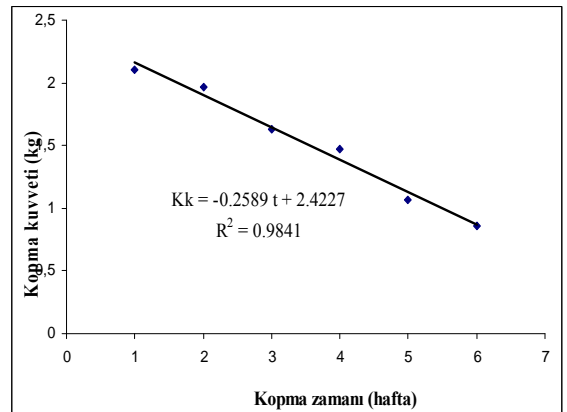
arasındaki daldan kopma kuvveti değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Bu değerler uygulanan LSD testi sonucu, Granny smith elma çeşidinin daldan kopma kuvveti değeri, diğer iki çeşide göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Tablo 3). Başka bir ifade ile elma çeşitleri farklı zamanlarda olgunlaşmaktadır. Hasat zamanlarının aynı döneme getirilmesi için olgunlaştırıcıların kullanılması gerektiği söylenebilir.



Şekil 3. Granny Smith elma çeşidinin zamana bağlı olarak daldan tutunma kuvveti



Şekil 4. Golden Delicious elma çeşidinin zamana bağlı olarak daldan tutunma kuvveti



Şekil 5. Starking Delicious elma çeşidinin zamana bağlı olarak daldan tutunma kuvveti

### Elma Çeşitlerinin Meyve Eti Sertliği Değerleri

Granny smith elma çeşidinin meyve eti sertliği 6.4 kg/cm<sup>2</sup>, Golden delicious ve Starking delicious elma

çeşidinin meyve eti sertliği değerleri ise 5.4 kg/cm<sup>2</sup> olarak saptanmıştır. Elma çeşitlerinin son hasat tarihinde elde edilen, meyve eti sertliği değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda (F=150), meyve eti sertliği ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Hangi çeşitler arasında meyve eti sertliği bakımından fark bulunduğunu belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonucuna göre (Tablo 4), Granny smith elma çeşidinin meyve eti sertliği, istatistiksel olarak Golden delicious ve Starking delicious elma çeşitlerine göre farklı olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre Granny smith elma çeşidinin çarpma zararına karşı daha dayanıklı olduğunu söyleyebiliriz. Başka bir ifadeyle makineli hasada diğer iki çeşide göre daha uygun olduğunu belirtebiliriz.

Tablo 4. Meyve Eti Sertliği Değerlerine Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Çeşitler	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
Meyve eti sertliği	6.40±0.06 <sub>a</sub>	5.40±0.06 <sub>b</sub>	5.40±0.00 <sub>b</sub>
LSD=0.2478			

#### Elma Ağaçlarının Mekanik ve Fiziksel Özellikleri

Her üç elma çeşidine ait ağaç özellikleri Tablo 5’de topluca verilmiştir. Tabloda verilen ağaç özelliği değerlerine varyans analizleri uygulanmış, analiz sonuçlarına göre sadece ağaçların kök genişliği değerleri arasında istatistiksel açıdan %5 önem seviyesinde

Tablo 5. Elma Ağaç Çeşitlerinin Bazı Mekanik ve Fiziksel Özellikleri

Mekanik ve fiziksel özellikler	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
Dal çapı (mm)	32.50±6.71	23.50±2.78	31.83±1.96
Dal yaylanma miktarı (cm)	10.17±3.77	7.17±1.17	10.83±2.19
Dal yaylanma katsayısı ( kg/m )	138.70±32.50	132.00±14.60	104.70±20.90
Gövde çapı (mm)	62.50±6.93	57.67±6.55	62.50±1.53
Gövde yaylanma miktarı (cm)	3.50±1.00	5.67±1.68	2.17±0.33
Gövde yaylanma katsayısı (kg/m)	1160.0±420.0	847.0±166.0	1328.0±322.0
Gövde yüksekliği (cm)	68.67±7.54	72.33±5.61	73.00±9.50
Kök çapı (mm)	12.00±1.00	18.00±2.08	20.33±2.40
Kök genişliği (cm)	62.33±6.74 <sub>b</sub>	97.00±5.29 <sub>a</sub>	73.00±5.13 <sub>b</sub>
Kök derinliği (cm)	49.00±6.24	39.00±4.58	43.00±2.08
Ağırlık merkezi (cm)	66.67±2.19	69.00±1.73	68.00±4.04
Ağaç yüksekliği (cm)	252.70±11.20	268.00±9.54	258.30±24.60
Ağaç ağırlığı (g)	3900.0±436.0	5750.0±144.0	6100.0±1069.0

Bu araştırma sonucunda elde edilen verilerden yararlanarak, bir elma ağacının dal ya da gövde sarsıcısı dizayn edilebilir ve aynı sarsıcı ile üç elma çeşidinin hasadı da yapılabilir. Araştırmanın, bu konu üzerinde çalışma yapmak isteyenlere yol gösterebileceği ümit edilmektedir.

#### KAYNAKLAR

Anonymous, 2001. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.  
 Anonymous, 2002. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.  
 Anonymous, 2003. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.  
 Anonymous, 2004. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.  
 Anonymous, 2005. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.

farklılık bulunmuştur. Elma ağaçlarına ait, dal çapı, dal yaylanma miktarı, dal yaylanma katsayısı, gövde çapı, gövde yaylanma miktarı, gövde yaylanma katsayısı, gövde yüksekliği, kök çapı, kök derinliği, ağırlık merkezi, ağaç yüksekliği ve ağaç ağırlığı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre, bu değerler arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir.

Elma çeşitlerinin kök genişliği değerlerine yapılan LSD testi sonucunda Golden delicious çeşidinin kök genişliği değeri, diğer iki çeşidin kök genişliği değerlerine göre istatistiksel bir farklılık göstermiştir.

Bu araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, her üç ağaç çeşidinin fiziksel ve mekanik özellikleri arasında belirgin bir farklılık görülmediğini söyleyebiliriz. Örneğin, dal ve gövde yaylanma katsayısı değerleri, dal ve gövde sarsıcıların projelendirilmesinde önemlidir. Çeşitler arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz oluşu, çeşitlerden herhangi birisine ait değerlerin seçimiyle projelenden sarsıcının, diğer çeşitlerde de kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Yine ağaç ağırlık merkezinin yeri, çeşitler arasında farklılık göstermemesinden dolayı, sarsıcının ağaca bağlanma noktası hakkında, bize yaklaşık bir fikir vermektedir. Yani yaklaşık bu değeri 68 cm olarak alabiliriz. Sarsıcının bu noktanın altına bağlanması durumunda ağaç kökü zarar görmekte, bu noktanın üstüne bağlanması durumunda ise dallar zarar görebilmektedir.

Anonymous, 2006. Bitkisel Üretim. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara

Aydın, C.,1989. Amasya Elma Çeşidinin Tarım Tekniği Yönünden Önemli Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Aydın, C.,ve Çarman K., 1998. Elmalar arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 18.Ulusal Kongresi Tekirdağ

Gezer, İ., 2005. Kayıtsızlıkta Mekanizasyon, Medipres matbaacılık yayıncılık ltd. şti. Malatya.

*S. Yokuş ve C. Aydın / Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 23 (49): (2009) 60-66*

- Gezer, İ. ve ark., 2000. Bazı Sebze ve Meyvelerin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi Türk-Koop Ekin Dergisi Sayı:13, Ankara.
- Güner, M. ve Gezer, İ., 2001. Kayısı Hasadında Bir El Silkeleyicinin Bazı Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, cilt:7, Ankara.
- Karadeniz ve ark., 1995. Van Yöresinde Yetiştirilen Elma ve Armut Çeşitlerinde Derim Zamanında Belirlenen Bazı Olgunluk Parametreleri Arasındaki İlişkiler. Y.Y.Ü.Z.F. Dergisi. Van.
- Lang, Z., 2005. Dynamic Modelling Structure of a Fruit Tree for Inertial Shaker System Design. Biosystem Engineering.
- Moser, E., 1989. Bağ Bahçe Sebze ve Endüstri Kültürlerinde Mekanizasyon Uygulamaları. (Çevirenler: Tuncer, K., ve Özgüven, F.). TZDK Mesleki Yayınları Yayın No: 52, Ankara.
- Öğüt, H. ve Aydın, C., 1992. Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Poisson Oranı ve Elastikiyet Modüllerinin Belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı:3, Cilt:2 Konya.
- Özbek, S., 1977. Genel Meyvecilik. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 2, Adana.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik (Kışım Yaprağını Döken Meyve Türleri). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:128, Ders kitabı: 11, Adana.
- Polat ve ark., 2006. Erik Ağaçlarında Hasat Tekniği Açısından Meyve Tutunma Kuvveti ve Yaylanma Rijiditesinin Belirlenmesi. Tarım Makineleri Bilimi Dergisi
- Söyler, O., ve Özcan, M. T., 2003. Turunçgil Hasadının Teknik ve Ekonomik Başarılarının Belirlenmesi Üzerine Çalışmalar. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi. Konya
- Tunalıgil, B.G., 1993. Biyolojik Malzemelerin Teknik Özellikleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:1305, Ders Kitabı:379, Ankara.