

## Ayçiçeği Sapının Parçalanmaya Yönelik Bazı Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Selçuk UĞURLUAY, Ahmet İNCE, Emin GÜZEL, M. Tunç ÖZCAN

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Adana  
ugurluay@cu.edu.tr

**Özet :** Ayçiçeği tarımında en önemli problemlerden biri ürün saplarının tarladan uzaklaştırılması veya parçalanarak toprağa karıştırılmasıdır. Ürün artıklarının parçalanarak toprağa karıştırılması, özellikle sürdürülebilir tarım kapsamı içerisinde, önemli bir konudur. Bu çalışmada, hasattan sonra tarlada kalan ayçiçeği saplarının kesilmeye yönelik bazı mekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla, tarla ve laboratuvar koşullarında eğme ve kesme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Eğme testinin deneysel sonuçları, hesaplanmış değerler ile karşılaştırılmıştır. Kesme kuvvetlerinin belirlenebilmesi için bir bilgisayar destekli kesme sistemi kullanılmıştır. Eğme kuvveti ile sap çapı; kesme gerilmesi ile nem içeriği arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Kesme gerilmesi bölgelere göre farklılıklar göstermiş ve nem içeriğinin kesme gerilmesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kesme gerilmesi nem miktarının artmasıyla artmakta, sapın üst bölgelerine çıkıldıkça azalmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Ayçiçeği, kesme, sap parçalama, eğme test, kesme gerilmesi.

### Determining of Some Mechanical Properties of Sunflower Stalk with Related to Chopping

**Abstract :** One of the most important problems in sunflower cultivation is to remove the crop stalks from the field or chopping and mixing in the soil. The chopping and mixing the crop residues into the soil become an important topic especially in sustainable agriculture in recent years. The main object of this research was to determine some mechanical properties of sunflower stalks remained at fields after harvest which has important effect on cutting. For this aim, the bending and cutting tests were conducted in the field and laboratory, respectively. Experimental results of bending test were compared with calculated results. A computer aided test apparatus were used for obtaining the cutting forces.

The effect of stalk diameter on the bending force and the effects of stalk regions and moisture content on cutting stress were evaluated. The bending force increases with stalk diameter. The cutting stress is significantly different according to the regions. The moisture content of stalk has also an important effect on the cutting stress. While it increases with moisture content, a decrease occurs towards upper region.

**Key words:** Sunflower, cutting, stalk chopping, bending test, cutting stress.

### GİRİŞ

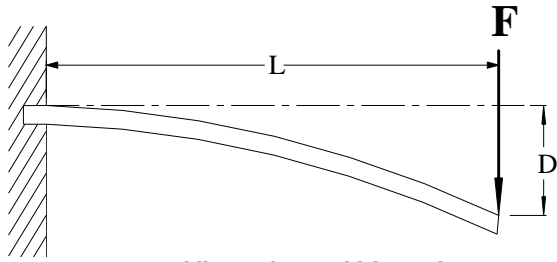
Ayçiçeği (*Heliantus annus L.*), ülkemizde yaklaşık 550 000 ha'lık bir alanda 650 000 ton yıllık üretimi ile önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde üretimi yapılan tüm yağ bitkilerinin %70'ini oluşturan ayçiçeği, bitkisel yağ gereksiniminin %50'sini karşılamaktadır (FAO, 2003; Anonim 1, 2002). Bu kadar önemli bir potansiyele sahip ayçiçeği tarımındaki en önemli problemlerden biri, ürün saplarının tarladan uzaklaştırılması veya parçalanarak toprağa karıştırılmasıdır. Sap artıklarının uygun bir şekilde

toprağa karıştırılması ile alet tıkanması, kötü çimlenme, bitki hastalıkları ve otlama gibi problemleri azaltmak yada önlemek mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, son yıllarda, özellikle sürdürülebilir tarım kapsamı içerisinde, hasat sonrasında tarlada kalan sap artıklarının parçalanması ve toprağa karıştırılması önemli bir konu haline gelmiştir.

Bitkisel ve hayvansal artıklar, kompost haline getirilmediği sürece verim artışı veya toprak ıslahı için yeterince faydalı olamazlar. Bitkisel artıkların

çürüyerek toprakta yararlı forma dönüşmeleri, materyal özelliklerine, toprağın nem içeriğine, C/N oranına ve materyalin parçalanıp toprağa karıştırılma etkinliğine bağlıdır (Önal ve Aykas, 1997; Vigil ve Sparks, 1995). Tüm bu etkenlerin arasında, bitki artıklarının parçalanması ve toprağa karıştırılması en fazla müdahale edilebilecek olan etmendir. Birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalar sonucunda, bitkisel artıkların toprağa karıştırılmasıyla, toprağın fiziksel ve mikro-biyolojik özelliklerini geliştirdiği sonucuna varmışlardır (Doran, 1980; Strehler, 1984). Topraklarımızın büyük bir bölümünün organik madde içeriği bakımından yetersiz olduğu göz önüne alınırsa, bitki saplarının parçalanması ve toprağa karıştırılmasının ülkemiz için önemi daha da artmaktadır.

Bitkiler farklı mekanik özellikler gösteren hücrelerden oluşmaktadır. Bitkisel materyallerin kesilmesi konusunda çalışan tasarım mühendisleri ve araştırmacılar, bitkisel materyallerin makine ile kesilmesi sırasında göstereceği davranışları çözümleyebilmek için, bitkilerin yapıları ve özelliklerini tanımaya ihtiyaç duymaktadırlar. Bitki sap yoğunluğu ve nem içeriği, kesme işlemi üzerine en fazla etkisi olan iki faktördür (Bright ve Kleis, 1964). Choi ve Erbach (1986) bitki sapı kesit alanının artmasıyla, mısır sapını kesmek ve eğmek için gereken kuvvetlerin



Şekil 1. Ankastre kiriş testi.

$$D = C \times F \times \left( \frac{L^3}{EI} \right) = C \times F \left( \frac{64 \times L^3}{E \times \pi \times d^4} \right) \quad (1)$$

Burada : "D" yük altındaki yer değiştirme miktarı (mm), "F" eğme kuvveti (N), "L" mesnet ve eğme kuvveti arasındaki uzaklık (mm) ve "C" sabitedir (Ankastre kirişler için 1/3).

arttığını ve kesici uç açısının kesme işlemi üzerine etkili faktör olduğunu vurgulamışlardır. Sakharov ve ark. (1984) üzerinde eğme gerilmesi olan sapları kesmek için gerekli kuvvetlerin, gerilme uygulanmamış olanlardan %50 daha küçük olduğunu elde etmişlerdir. Bununla birlikte, kesici düzenin özellikleri, kesme işleminde önemli role sahiptir (Raper, 2001).

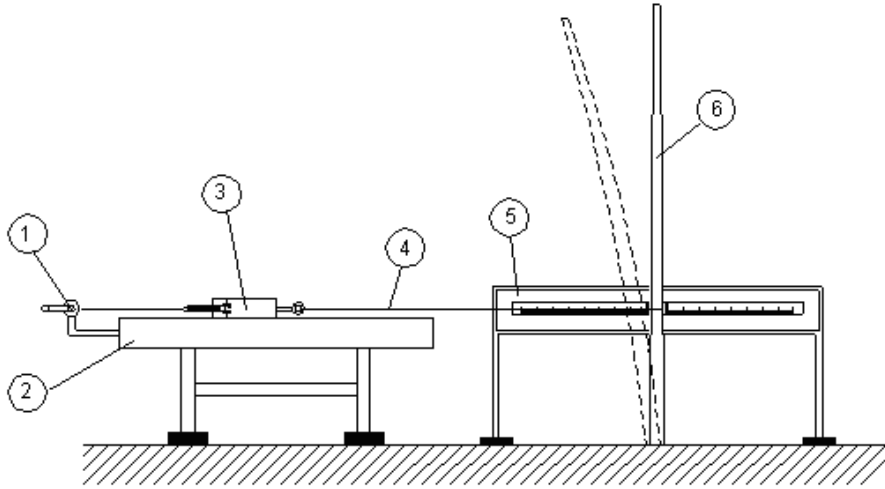
Bu çalışmadaki ana hedef, hasat sonrasında tarlada kalan ayçiçeği bitkisi saplarının, eğme kuvvetlerinin sap çapına bağlı değişimi ile sap bölge farklılıklarının ve nem içeriklerinin kesme gerilmelerine etkileri gibi mekanik özelliklerini belirlemektir. Böylece, sapların parçalanması ve toprağa karıştırılması için uygun aletlerin geliştirilmesine yönelik çözümlere ulaşmak kolaylaşacaktır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Eğme İşlemi

Ürünlerin hasadında esneklik, sapın rijitliğine bağlı olup, "EI" çarpımıyla ifade edilmektedir. Burada; "E" malzemenin elastiklik katsayısı ve "I" kesit alanın atalet momentidir (Kanafojiski and Karwowski, 1972). Yük altında meydana gelen eğilme, ankastre kiriş testleri (Şekil 1) kullanılarak belirlenebilir yada aşağıdaki eşitlik yarımıyla hesaplanabilir (Persson, 1987; Güzel, 1989).

Formülden de görüldüğü gibi, eğme kuvveti ve sap çapı (d) arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkinin belirlenebilmesi için, tarla koşullarında ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla, Şekil 2.'de görülen deney düzeneği kullanılmıştır. Hasat edilmiş bir tarlada rasgele seçilen ayçiçeği bitki sapı, kesme yüksekliğinden (30 mm) dijital kuvvet ölçme cihazına bir parça ipe bağlanmıştır. Daha sonra, sap eğmeye zorlanarak ve skaladan eğilme miktarı, kuvvet ölçerden de eğme kuvveti değeri okunmuştur. Bu noktada bitki sap çapı da kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanan değerler ile karşılaştırılmıştır. Aynı eşitlikle ayçiçeği saplarının ortalama elastiklik katsayısı (E) değeri de hesaplanmıştır.



Şekil 2. eğme kuvveti ölçüm metodu; (1) makara; (2) sehpa; (3) kuvvet ölçer; (4) ip; (5) yer değiştirme ıskalası; (6) ayçiçeği sapı.

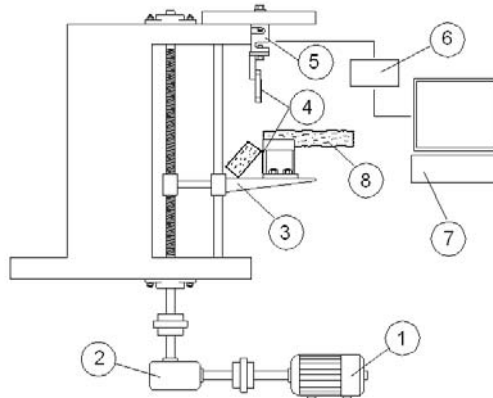
### Kesme İşlemi

Kesmede üç çeşit bıçak hareketi vardır. Bunlar; dik kesme, çekerek kesme ve her ikisinin birlikte uygulandığı karışık kesmedir. Dik kesme durumunda, bıçak ilerleme hızına eşit bir hızda ve kesici uç materyal tabakasına dik olarak dalar. Birçok araştırmacı biyolojik materyallerin kesilme kuvvetlerini saptayabilmek için bu metodu kullanmışlardır (Kanafojiski and Karwowski, 1972, Sitkei, 1986; Persson, 1987; Çakır ve ark., 1997).

Ayçiçeği saplarının kesilme kuvvetlerini belirleyebilmek için, Özcan ve İlbuğa (1998) tarafından tasarlanmış bir kesme deney düzeneği, Vursavuş ve Özgüven (2003) tarafından geliştirilen biyolojik materyal deney cihazına bağlanmış ve kullanılmıştır (Şekil 3). Kesme düzeneği, sabit hızlı bir

platform, güç ünitesi (AC elektrik motoru, elektronik devir değiştirici ve redüksiyon kutusu) ve veri kayıt sisteminden (yük hücresi, PC kart ve yazılım) oluşan üç ana elemana sahiptir.

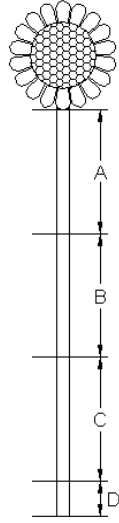
Farklı çaplara sahip ayçiçeği sapları bölgelere göre sınıflandırılarak (Şekil 4), 1.1 mm/s bıçak hızında kesilmiştir. Kesme deneyleri beş farklı nem içeriğinde ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kesme işlemi sırasında, yük hücresi tarafından algılanan maksimum kesme kuvvetleri belirlenmiştir. Kesilme gerilmeleri, Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Mohsenin, 1970).



Şekil 3. Kesme düzeneği; (1) AC elektrik motoru; (2) redüksiyon ünitesi; (3) hareketli platform; (4) bıçaklar; (5) yük hücresi; (6) PC kart; (7) bilgisayar; (8) Ayçiçeği sapı.

$$\tau = \frac{F_{\max}}{A} \quad (2)$$

Burada; " $\tau$ " kesilme gerilmesi ( $N/mm^2$ ), " $F_{\max}$ " maksimum kesme kuvveti (N) ve " $A$ " sapın kesit alanıdır ( $mm^2$ ). Kesilme gerilmesi üzerine nem içeriğinin etkisi bölgelere göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

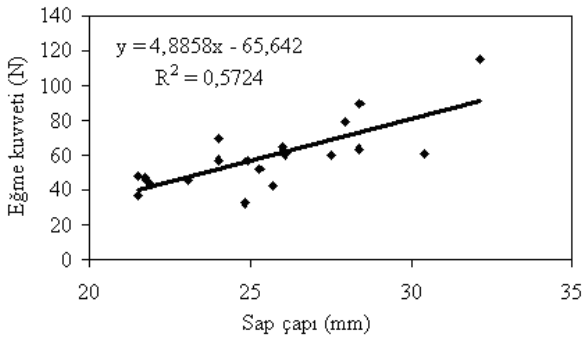


**Şekil 4. Kesme deneyinde değerlendirilen ayçiçeği sap bölgeleri; (A) üst bölge; (B) orta bölge; (C) alt bölge; (D) odunsu bölge.**

## SONUÇ ve TARTIŞMA

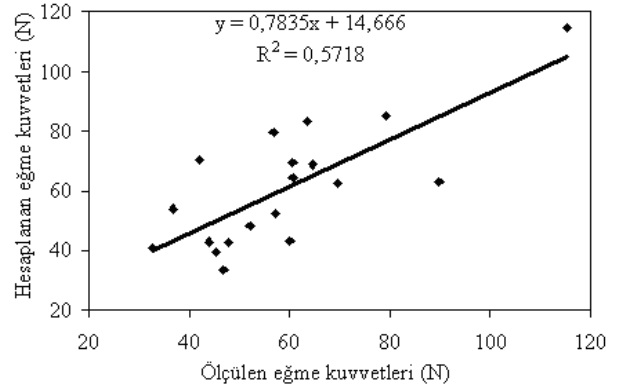
### Eğme Kuvvetleri

Yapılan denemeler sonucunda sap çapı ile eğme kuvveti arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve sap çapı artarken, eğme kuvvetinin de arttığı saptanmıştır (Şekil 5). Ayçiçeği sapının ortalama elastiklik modülü  $394.2 N/mm^2$  olarak bulunmuştur.



**Şekil 5. Sap çapına bağlı olarak eğme kuvvetindeki değişimler.**

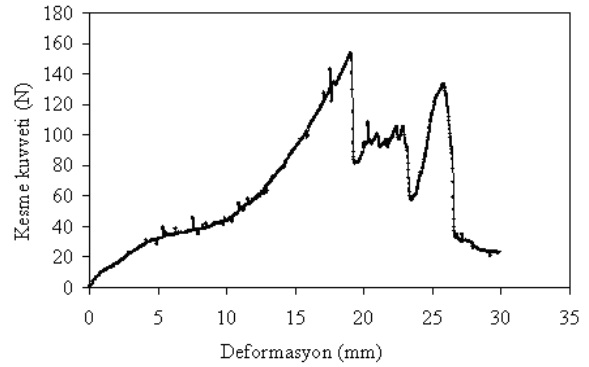
Şekil 6'da hesaplanmış ve ölçülmüş eğme kuvvetleri arasındaki farklılıklar görülmektedir. Bir başka deyişle, bu grafik deneysel yöntemin güvenilirliğini göstermektedir. Bulunan R2 değeri, deneysel yöntemin eğilme kuvvetleri hakkında kabul edilebilir sınırlar içerisinde bir bilgi verebileceğini göstermektedir. Yöntem, küçük çaplı saplar için daha güvenilirdir.



**Şekil 6. Hesaplanmış ve ölçülmüş eğme kuvvetleri arasındaki farklılıklar.**

### Kesilme Gerilmesi

Ayçiçeği sapı lifli bir materyaldir ve tübular yapıdadır. Kesme işlemi liflerin, sıkıştırma sonrasında birbirinden ayrılması ile gerçekleşmektedir. Diğer bir deyişle, ayçiçeği sapının kesilme işlemi Şekil 7'de verilmiş olan kuvvet-deformasyon örneğindeki, sıkıştırma sonrası katı kesmenin özelliklerini göstermektedir.



**Şekil 7. Ayçiçeği sapının (26 mm çapındaki) kesilmesi sonucunda oluşan kuvvet-deformasyon eğrisi.**

Sap üzerindeki toprağa çok yakın olan bölge odunsu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, kesilme gerilmesi üst bölgelere göre daha yüksektir. Kesilme gerilmeleri, bu bölgede %80 nem içeriğinde, 0.95-1.5 N/mm<sup>2</sup> arasında değişmektedir.

Şekil 8’de görüldüğü üzere, kesilme gerilmesi ve bağımsız değişkenler arasında artan bir üssel ilişki vardır. En büyük kesilme gerilmesi en alt bölgede (C bölgesi) oluşmuş ve üst bölgelere doğru çıkıldıkça azalmıştır. Bölge ve nem içeriği kesilme gerilmesi üzerine %1 önem seviyesinde etkili bulunmuştur (Çizelge 1). Duncan Testi sonuçlarına göre alt bölgelerdeki kesilme gerilmesi değerleri orta ve üst bölgelerdekinden farklı bulunmuştur. Aynı zamanda, %50 nem içeriğine kadar kesilme gerilmeleri arasında herhangi bir istatistiksel farklılık bulunmazken, kesilme gerilmesinin diğerlerinden %65 ve %80 nem içeriklerinde farklı olduğu elde edilmiştir (Çizelge 1). Çizelge 2 de ise ortalamalar için Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir

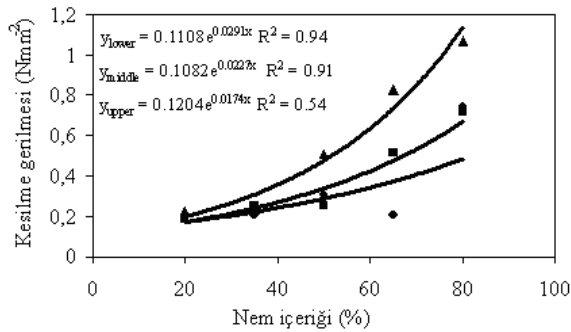
Bu araştırmada, ayçiçeği sapının parçalanmasına etkili olan eğme kuvveti ve kesilme gerilmesi gibi ayçiçeği sapının bazı mekanik özellikleri incelenmiştir. Eğme kuvvetine sap çapının etkili olduğu saptanmıştır. Ayçiçeği sapının elastiklik katsayısı ortalama değeri 394.2 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Kesilme gerilmesi nem içeriğine bağlı olarak artış göstermekte ve sap üzerinde belirlenmiş bölgelere göre de değişmektedir. Kesilme gerilmesi ve bağımsız değişkenler arasında artan bir üssel ilişki bulunmaktadır. En büyük kesilme gerilmesi değeri, alt bölgede ve %80 nem içeriğinde 1.15 N/mm<sup>2</sup>’dir.

Düşük eğme kuvveti ve lifli sap materyali göz önünde tutularak, ayçiçeği saplarının parçalanması ve etkili bir kesme için yüksek bıçak hızları gerektirmektedir. Buna ek olarak, yine etkin bir sap parçalama için nem içeriğinin düşürülmesi gerekmektedir.

**Çizelge 1. Kesilme gerilmesi verilerinin analizi**

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	6	0.125	0.021	0.6054
Bölge	2	1.122	0.561	16.2896**
Hata	12	0.413	0.034	
Nem içeriği	4	5.748	1.437	49.4854**
Bölge x Nem içeriği	8	1.037	0.130	4.4628**
Hata	72	2.091	0.029	
Toplam	104	10.536		

\*\*önem düzeyi 0.01



**Şekil 8. Bölgelere göre nem içeriği ile birlikte kesilme gerilmelerinin değişimleri.**

●: alt bölge, ■: orta bölge, ▲: üst bölge.

**Çizelge 2. Ortalamalar için Duncan çoklu karşılaştırma testi” sonuçları**

	Ortalamalar (N/mm <sup>2</sup> )
Bölgeler	0.333b 0.385b 0.573a
Nem içerikleri	0.205c 0.230c 0.356bc 0.516b 0.843a

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Bright R E; Kleis R W (1964). Mass shear strength of haylage. Transactions of the ASAE, 7(2), 100-101.
- Choi C H; Erbach D C (1986). Corn stalk residue shearing by rolling coulters. Transactions of the ASAE, 29(6), 1530-1535.
- Çakır E; Jhonson C E; Raper R L; Schafer R L (1997). The mechanics of cutting plant residues on a soil surface. Proceedings of 17<sup>th</sup> National on Congress Agricultural Machinery, 966-974.
- FAO (2003). Tarımsal üretim verileri. (www.fao.org)
- Doran J W (1980). Microbial changes associated with residue management with reduced tillage. American Society of Soil Science, 44, 518-523
- Güner H (1984). Agriculture of sunflower. Farmer publications, Çorlu. (in Turkish)
- Güzel E; Zeren Y (1989). The theory of free cutting and rotary cutters. Proceedings of 11<sup>th</sup> International Congress on Agricultural Engineering. Dublin.
- Kanafojiski Cz; Karwowski T (1972). Agricultural machines, Theory and Construction. Vol.2, Virginia.
- Mohsenin N N (1970). Physical Properties of Plant And Animal Materials. 78-97180, USA.
- Önal I; Aykas E (1997). Techniques and Machinery used to incorporate cotton stalks into the soil after harvesting. Proceedings of 17<sup>th</sup> National on Congress Agricultural Machinery, 290-297
- Özcan M T; İlbuğa M (1998). Studies on pruning in citrus orchards-Part I. Proceedings of 18<sup>th</sup> National on Congress Agricultural Machinery, 56.
- Persson S (1997). Mechanics of Cutting Plant Material. ASAE Publications, Michigan
- Raper R L (2001). The influence of implement type and tillage depth on residue burial. Proceedings of International Soil Erosion Research for the 21<sup>st</sup> Century, 517-520.
- Sakharov V V; Rakmanberdiev G G; Guagev G G (1984). An investigation into the severing of pre-tensed mulberry stems by a screw-type cutter. Mekhanizatsiya i Elekfikikatsiya Sel'Skaogo Khozyaistva, 3, 61-62.
- Sitkei G (1986). Mechanics of Agricultural Materials. Elsevier Sciences, Newyork.
- Strehler A (1984). Result of utilization of dry biomass for heat and power generation in agriculture. Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Symposium on Mechanization and Energy.
- Vigil M F; Sparks D (1995). Factors affecting the rate of crop residue decomposition under field conditions. USDA-NRCS/ARS. Conservation tillage fact sheet, No.3-95.
- Vursavuş K; Özgüven F (2003). Determining the strength properties of Dixired peach variety. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 155-160.