

Ayçiçeği Sapının Kesilme Özelliklerinin Belirlenmesi*

Habib KOCABIYIK¹

Birol KAYIŞOĞLU¹

Geliş Tarihi: 15. 05.2003

Özet: Bu çalışmada, hasattan sonra ayçiçeğinin tarlada kalan kısımlarının mekanizasyona yönelik fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tanımlanması amaçlanmıştır. ayçiçeği saplarına kesme testleri uygulanarak katı zemin üzerindeki kesilme mekaniği irdelenmiş, maksimum kesilme kuvvetleri ve sapın kesilme gerilmeleri, toplam kesilme enerjisi ve özgül kesilme enerjisi incelenmiştir. Ayrıca ayçiçeği sapının nem içeriği ve sap bölgesinin kesilme özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda, ayçiçeği sapının maksimum kesilme kuvveti 0.25 kN ile 4.85 kN arasında ortalama 1.81 kN, kesilme gerilmesi 0.77 MPa ile 9.44 MPa arasında ortalama 4.05 MPa, kesilme enerjisi 3.27 J ile 47.18 J arasında ortalama 13.40 J, özgül kesilme enerjisi 0.99 J/cm² ile 6.59 J/cm² arasında ortalama 2.79 J/cm² bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: ayçiçeği sapı, fiziko-mekanik özellik, kesilme kuvveti, kesilme gerilmesi, kesilme enerjisi

Determination of Cutting Properties of Sunflower Stalk

Abstract: In this research, it was aimed to determine the physical and mechanical properties of sunflower parts that remain at fields and concerned with mechanization. The mechanics of cutting on rigid surface was investigated by applying cutting tests to sunflower stalks. The maximum cutting force and cutting stress, total cutting energy, and specific cutting energy were examined. In addition, the effects of the stalk moisture content and stalk region from the bottom to the top on cutting properties were researched. At the end of the research, the maximum cutting force was measured between 0.25 kN and 4.85 kN, an average of 1.81 kN. The cutting stress was obtained between 0.77 MPa and 9.44 MPa, an average of 4.05 MPa. The cutting energy was determined between 3.27 J and 47.18 J, an average of 13.40 J. The specific cutting energy was measured between 0.99 J/cm² and 6.59 J/cm², an average of 2.79 J/cm².

Key Words: sunflower stalk, physical-mechanical properties, cutting force, cutting stress, cutting energy

Giriş

Üzerinde tarım yapılan toprakların fiziksel ve kimyasal yapısı, zamanla su ve rüzgarın neden olduğu erozyon ve tarımsal üretim sırasındaki tarla trafiği nedeniyle bozulmaktadır. Bu durum toprağın biyolojik aktivitesi üzerinde olumsuz bir rol oynamaktadır. Toprağı yeniden eski haline getirmek için büyük uğraşlar gerekmektedir. Bu nedenle son yıllarda, toprağın yapısının bozulmasını önlemek için yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Toprak muhafazasına yönelik olan bu çalışmalarda çok farklı teknik ve yöntemler kullanılmaktadır. Tarımsal üretim sonrasında tarlada kalan bitki artıklarının tekrar toprağa kazandırılmasına yönelik çalışmalar, toprağın hem kimyasal hem de biyolojik yapısının korunmasını sağlayan, toprak muhafazası tekniklerinin başında gelmektedir.

Özellikle su erozyonu riskinin yüksek olduğu bölgelerde, bitki artıklarının tarladan kaldırılmaması gerekmektedir (Hayes ve Kimberlin 1978). Bitki artıklarının toprağa geri kazandırılmasıyla toprağın bazı fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerinin geliştiği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmektedir (Doran 1980, Doran 1987). Bitki artıklarının parçalanarak toprağa karıştırılması mikrobiyal hareket için daha fazla yüzey alanı meydana getirmekte ve böylece çürüme, dolayısıyla humus oluşumu hızlanmaktadır (Vigil ve Sparks 1995). Ülkemizdeki tarım toprakların büyük bir kısmı organik madde içeriği açısından fakir durumdadır (Eyüpoğlu 1999). Ayrıca, ekonomik nedenlerle gübre kullanımının kısıtlı olması ve yeşil gübre kullanımı alışkanlığının olmaması, anızın tekrar toprağa kazandırılmasının önemini arttıran

faktörlerdir. Sapların toprağa geri dönüşümünü sağlayacak alet ve tekniklerin geliştirilmesi açısından mekanik kesme davranışlarının bilinmesi önem kazanmaktadır (Çakır ve ark. 2001).

Sapın kesilme işlemi, uygulanan basıncın bıçağın materyali kesme özelliği kazanana kadar materyali sıkıştırması ve kesilmekte olan materyal içerisinde bıçağın hareketi olmak üzere iki aşamada incelenebilir. Bıçaklarda kesici ucun kalınlığı kesme direncini etkilemektedir. Kesici kalınlığı 70-80 µm kadar olan bıçaklarda kesme kuvveti sabit kalırken, bunun üstündeki değerlerde önemli derecede artmaktadır. Sonuç olarak kolayca deforme olması ve hızlı şekilde yıpranmasına karşın, enerji tüketimi düşük olan çok ince bıçak uçlarının kullanılması önerilmektedir (Sitkei 1986).

Eğilerek gerilmiş olan bir sapı kesmek için gerekli olan kuvvet ve yapılan işin miktarı, gerilmeden kesilen bir sap için gerekli kuvvet ve yapılan işle karşılaştırıldığında neredeyse %50 daha az olmuştur. Kesme işleminin gerilmiş olan sapların yönünde meydana geldiği gözlenmiştir (Sakharov ve ark. 1984).

Ayçiçeği sapının gerilme direnci 2.8 – 8.7 N/mm², %81 nem içeriğinde kesilmesi için gerekli kesilme enerjisi 0.455 J/mm² olarak belirlenmiştir (Persson 1987).

Kayışoğlu ve ark. (1999), ayçiçeğinin mekanizasyonuna yönelik bazı özelliklerinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmada, hasada yönelik olarak ayçiçeği

* Doktora Tezinden hazırlanmıştır

¹ Trakya Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Tekirdağ

sapının mekanik özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, kesme kuvvetinin 23.9 N ile 33.6 N arasında değiştiği ve sapın nem içeriğiyle artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca sapın tabladan kök bölgesine doğru inildikçe kesme kuvvetlerinde artış olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada, yoğun olarak ayçiçeği üretimi yapılan Trakya bölgesinde, toprağa karıştırılmak amacıyla parçalanacak olan ayçiçeği saplarının kesilme özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, ayçiçeğinin tarlada kalan kısımlarının parçalanmaya yönelik özellikleri içerisinde kesilme özellikleri ele alınmış, ayçiçeği sapının maksimum kesilme kuvveti, kesilme gerilmesi, toplam kesilme enerjisi ve özgül kesilme enerjisi incelenmiştir. Kesilme özellikleri üzerine sap bölgesinin ve nem içeriğinin etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, SANBRO E-0634 / 01 hibrit ayçiçeği ekilen alanda yürütülmüştür. Bu ayçiçeği çeşidinin saplarına ait bazı fiziksel özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Hasat işlemi sırasında ayçiçeği bitkisinin yaklaşık %25'lik kısmı mekanik olarak tahribat görmüş, bitkinin %75 gibi büyük bir kısmı herhangi bir mekanik hasara uğramadan tarlada toprakla teması kesilmeden kalmıştır.

Hasattan sonra tarlada kalan ayçiçeği saplarını değerlendirecek olan makinaların tasarımında temel veri kaynağı olan ayçiçeğinin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi için sapların kesme testlerinde kullanılan bir kesme deney düzeneği oluşturulmuştur.

Kesme deney düzeneği üç üniteden meydana gelmektedir (Şekil 1). Birinci üniteyi kesme işleminin gerçekleştiği ve uygulanan kuvvetleri kesme kutusu yardımıyla bir sinyale dönüştüren yük hücresi ile bıçak ve deneme standı, ikinci üniteyi yük hücresinden alınan sinyali sayısal değere dönüştüren bir sayısal indikatör, üçüncü üniteyi de indikatörde sayısal değer olarak değişen kuvvet değerlerinin kayıt edilmesini sağlayan bir bilgisayar ve yazılım oluşturmaktadır.

Kesme deney düzeneğinde kesici bıçaklara hareket, bir elektrik motoru aracılığıyla verilmiş, elektrik motorundan alınan dönü hareketi sonsuz vidalı bir redüktör aracılığıyla doğrusal harekete dönüştürülmüştür. Kesici bıçak kesme işlemi sırasında düşey doğrultuda 1.5 mm/s kesme hızında hareket edecek şekilde ayarlanmıştır (Çakır ve ark. 1997).

Kesici bıçaklara uygulanan kesme kuvvetinin ölçülmesinde kesme kutusu yöntemiyle çalışan ESIT marka TCS 500 model bir yük hücresinden yararlanılmıştır. Bu yük hücresine ait teknik özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Düzenekte bulunan diğer ünite ise sayısal indikatördür. ESIT marka PVI sayısal indikatörü, saniyede 50 ölçme hızına sahiptir. Endüstriyel uygulamalar için geliştirilmiş panel tipi, duyarlı, doğruluk sınıfı yüksek olan ağırlık, kuvvet ve basınç ölçme göstergesidir. Cihazın çalışması için ek enerji verilmesi gerekmektedir ve bunun

için 12 V' luk şarj edilebilen kuru pil kullanılmıştır. Cihazdan alınan verinin bilgisayara aktarılması kullanıcı tarafından belirlenen COM2 port bağlantısı ile yapılmaktadır.

Ayrıca, düzenekten alınan sayısal verilerin değerlendirilmesi amacıyla sistemde Wearnnes NB386 SX-20 marka taşınabilir bilgisayar kullanılmıştır. Yük hücresinden alınan sinyaller, sayısal indikatör üzerinden bilgisayara aktarılmıştır.

Yük hücresinden elde edilen sinyallerin bilgisayara kaydedilmesi için, Procomm seri veri haberleşmesi programı kullanılmıştır.

Ayçiçeği saplarının kesilme testleri sırasında elde edilen kuvvetler aracılığıyla ayçiçeği saplarının kesilme enerjilerinin hesaplanmasında Oakdale Engineering şirketinin geliştirdiği ve mühendislik verilerinin değerlendirilmesinde kullanılan DataFit 8.0 yazılımı kullanılmıştır. DataFit 8.0 kişisel kullanıcılar için geliştirilmiş çok yönlü bir data değerlendirme yazılımıdır.

Deneme arazisinden farklı nem içeriklerinde ve farklı çaplarda toplanmış olan ayçiçeği sapları Şekil 2' de görüldüğü gibi eşit bölümlere ayrılmış ve bölgesel olarak mekanik özellikleri olan kesilme kuvveti, kesilme gerilmesi, kesilme enerjisi, özgül kesilme enerjisi saptanmıştır (Kocabıyık 2003).

Sap kesilme gerilmesinin ölçülmesi: Her bir kesilme bölgesinin 3 ayrı noktasında kesme işlemi uygulanmıştır. Kesme işlemi sırasında yük hücresi aracılığıyla elde edilen kuvvetler indikatörden bilgisayara saniyede 50 veri olacak şekilde kayıt edilmiştir. Kayıt edilen kuvvet değerlerinin içerisinde tespit edilen maksimum kesme kuvveti sapın kesit alanına oranlanarak kesme gerilmesi hesaplanmıştır (Mohsenin 1970, Çakır 1995).

$$\tau = \frac{F}{A} \cdot 10^{-3}$$

Burada;

- τ : Kesilme gerilmesi (MPa),
- F : Maksimum kesme kuvveti (kN),
- A : Materyalin kesilme noktasındaki kesit alanı (m²)

Toplam kesilme enerjisi: Kesme testi sırasında kayıt edilen kuvvetlere ve bıçağın aldığı yola bağlı olarak sapın toplam kesilme enerjisi, aşağıdaki eşitlikten yararlanarak hesaplanmıştır (Burden ve Faires 1989, Çakır 1995).

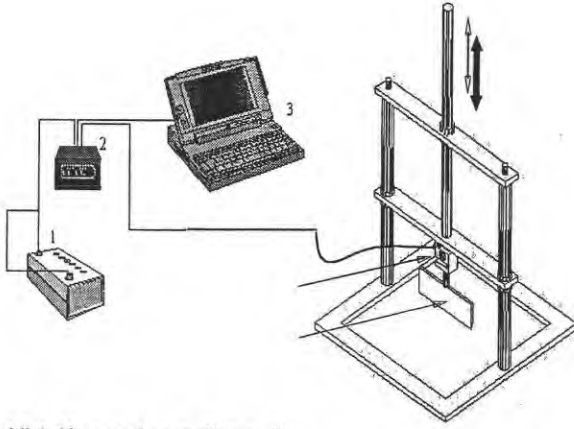
$$E = \int_a^b F(x)dx$$

Burada;

- E : Toplam kesilme enerjisi (J),
- F : Kesme kuvveti (N),
- dx : Bıçağın anlık yer değiştirmesi (m),
- a : Kesme kuvvetinin sıfır olduğu ve bıçağın harekete başladığı nokta (m),
- b : Bıçağın ulaştığı ve kesme işleminin bittiği son nokta (m).

Çizelge 1. Ayçiçeği fiziksel özellikleri

	Hasat Öncesi Bitki Yüksekliği (cm)	Hasat Sonrası Sap Uzunluğu (cm)	Sap Çapı (mm)		
			A	B	C
Min.	110.00	49.00	11.50	11.00	9.00
Mak.	167.00	145.00	27.00	23.00	21.90
Ort.	141.69	106.94	19.09	17.64	15.24
SD	9.21	28.63	3.51	2.97	3.02
% VK	6.50	26.77	18.39	16.83	17.98



Şekil 1. Kesme deney düzeneği (1-Güç ünitesi (Kuru pil), 2-İndikatör, 3-Bilgisayar, 4-Yük hücresi, 5-Kesici bıçak)

Çizelge 2. Kesme deney düzeneği yük hücresi teknik özellikleri

Yük kapasitesi (=E _{max}) (kg)	500
Uyarma gerilimi (V)	10
Tam yükte çıkış (mV/V)	2±0.1%
Toplam hata (%E _{max})	0.03
Çalışma sıcaklık aralığı (°C)	-20 +80
Ayarlanmış sıcaklık aralığı (°C)	-10 +40
Güvenli aşırı yük (%E _{max})	100
Maksimum dayanma yükü (%E _{max})	300
Maksimum yan yük (%E _{max})	100
Malzeme	DIN 1. 4542
Koruma	IP68 (DIN 40050)
Ağırlık (kg)	0.8

Özgül kesilme enerjisi: Hesaplanan toplam kesilme enerjisinden yararlanarak özgül kesilme enerjisi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Çakır 1995, Beyhan ve Tekgüler 2000).

$$E_{\text{ö}} = \frac{E}{A}$$

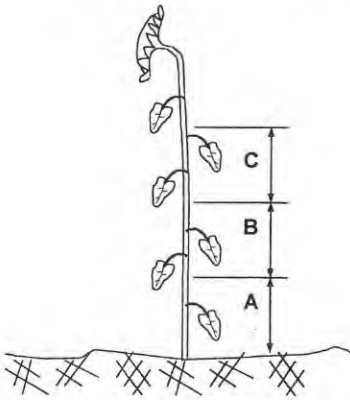
Burada;

- E_ö : Özgül kesilme enerjisi (J / cm²),
- E : Toplam kesilme enerjisi (J),
- A : Materyalin kesilme noktasındaki kesit alanı (cm²).

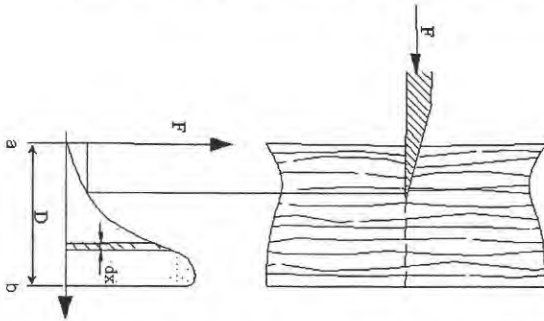
Bulgular ve Tartışma

Ayçiçeği sapslarına uygulanacak olan mekanik işlemleri doğrudan etkileyecek kesme özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Maksimum kesilme kuvveti ortalaması en yüksek 2.32 kN değeri ile sapsların toprağa yakın bölgesi olan A bölgesinde elde edilirken, en düşük değer 1.38 kN ile sapsın en üst bölgesi olan C bölgesinde elde edilmiştir. En yüksek kesme gerilmesi ortalama 4.55 MPa değeri ile A bölgesinde elde edilirken, en düşük değer 3.76 MPa ile B bölgesinde elde edilmiştir. Toplam kesilme enerjileri ortalamaları içerisinde 19.36 J ile en yüksek değer sapsın A bölgesinde elde edilmiş, en düşük değer ise 8.56 J ile C bölgesinde elde edilmiştir. Özgül kesilme enerjileri ortalamaları içerisinde 3.57 J/cm² değeri ile sapsın A bölgesinde elde edilirken, en düşük özgül kesilme enerjisi değeri ise 2.31 J/cm² değeri ile sapsın üst bölgesi olan C' de elde edilmiştir. Sapsın tüm bölgeleri değerlendirildiğinde maksimum kesilme kuvvetinin 0.25 - 4.85 kN, kesilme direncinin 0.77 - 9.44 MPa, toplam kesilme enerjisi 3.27 - 47.18 J, özgül kesilme enerjisi ise 0.99 - 6.59 J/cm² arasında değişim göstermiştir.



Şekil 2. Ayçiçeği gövdesinin ölçüm yapılan bölümleri



Şekil 3. Kesme deneyinde bıçağın hareketi ve kuvvet diyagramı

Bıçağın ilk harekete başladığı nokta (a) sıfır ve bıçağın ulaştığı son nokta ise (b) sap çapına eşit olmaktadır (Şekil 3).

Çizelge 3. Ayçiçeği sapının farklı bölgelerindeki kesilme özellikleri

		Sap bölgesi			
		A	B	C	Genel
Maksimum kesilme kuvveti (kN)	Min	0.44	0.42	0.25	0.25
	Mak	4.85	4.85	4.61	4.85
	Ort	2.32 a	1.72 b	1.38 c	1.81
	SD	1.11	1.09	0.89	1.10
	% VK	47.84	63.37	64.29	60.77
		AÖF (P<0.05) =0.275			
Kesilme gerilmesi (MPa)	Min	0.89	0.99	0.77	0.77
	Mak	9.44	8.58	8.77	9.44
	Ort	4.55 a	3.76 b	3.83 b	4.05
	SD	1.20	2.26	2.27	2.19
	% VK	26.37	60.11	59.27	54.07
		AÖF (P<0.05) =0.583			
Toplam kesilme enerjisi (J)	Min	4.89	4.81	3.27	3.27
	Mak	47.18	44.30	31.95	47.18
	Ort	19.36 a	12.28 b	8.56 c	13.40
	SD	12.18	8.74	5.83	10.24
	% VK	62.91	71.17	68.11	76.42
		AÖF (P<0.05) =2.035			
Özgül kesilme enerjisi (J/cm ²)	Min	0.99	1.16	1.04	0.99
	Mak	6.16	6.59	5.97	6.59
	Ort	3.57 a	2.48 b	2.31 b	2.79
	SD	1.45	1.15	1.09	1.35
	% VK	40.62	46.37	47.19	48.39
		AÖF (P<0.05) =0.394			

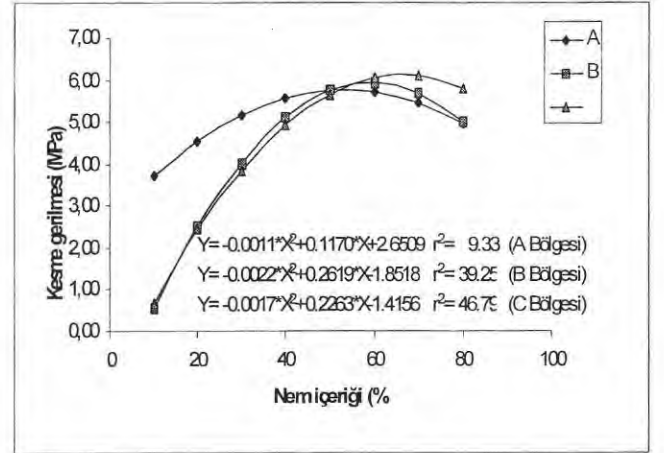
Kesilme gerilmesi ve özgül kesilme enerjisinin nem içeriği ile olan ilişkileri Şekil 4a ve Şekil 4b' de verilmiştir. Bu iki kriter, nem içeriği ile önce pozitif yönde artış gösterirken, çok yüksek nem düzeylerinde bir azalma eğilimi göstermektedirler. Özellikle sapın A bölgesinde diğer iki bölgeye göre farklı bir değişim özelliği olduğu görülmektedir.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi sap bölgelerinin kesilme özelliklerinin birbirinden farklı olduğu görülmüş ve sap bölgelerindeki maksimum kesme kuvvetleri ($F=23.85^{**}$), kesme gerilmeleri ($F=4.55^*$), toplam kesilme enerjileri ($F=57.75^{**}$), özgül kesilme enerjileri ($F=23.97^{**}$) arasındaki fark istatistik açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Sapın dip bölgesi olan A bölgesi yani toprakla temas halindeki kısımdan üst bölgelere doğru kesilme özelliklerinin değerlerinde azalmalar olmuştur. Janusz ve ark. (1978) ve Çakır (1995) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar bulmuşlardır. Maksimum kesme kuvveti ve toplam kesilme enerjileri her üç bölgede de değişim göstermiş, fakat kesilme gerilmesi ve özgül kesilme enerjisi değerlerinde fark olmasına rağmen B ve C bölgelerindeki fark önemli olmamıştır. Bu fark, sapın toprağa yakın bölgelerinin diğer bölgelere göre daha sert ve odunsu bir yapıda olmasından kaynaklanmaktadır.

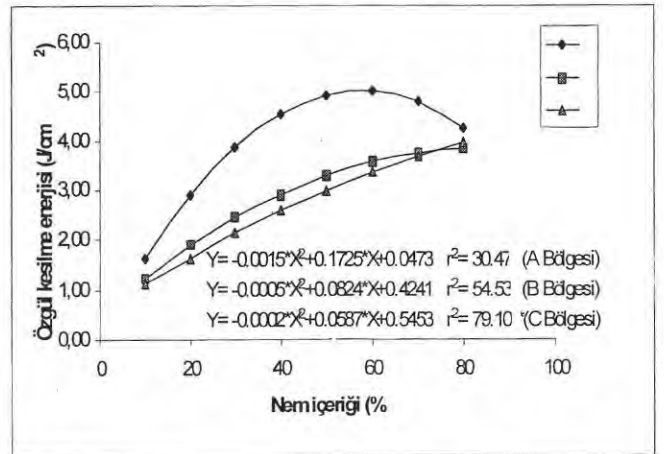
Sonuç

Çalışmada, üretim miktarı ve alanı ile Türkiye'de ve özellikle Trakya yöresinde önemli bir paya sahip olan ayçiçeğinin üretimden sonra tarlada kalan artıklarının mekanizasyona yönelik mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmış, bu amaç doğrultusunda farklı nem içeriklerindeki ayçiçeği saplarının üç farklı bölgesine kesme testleri uygulanmış ve sapların kesilme özellikleri ile ilgili şu sonuçlar elde edilmiştir.

Ayçiçeği sapının üç kesilme bölgesi için maksimum kesilme kuvveti ortalama 1.81 kN, kesilme gerilmesi



(a)



(b)

Şekil 4. Ayçiçeği sapının kesme gerilmesi (a) ve özgül kesilme enerjisi (b) ile nem içeriği arasındaki ilişki

Çizelge 4. Kesme testleri varyans analiz sonuçları

Kaynak		SD	HKT	HKO
Nem	Mak Kesme Kuvveti	11	80.20	7.30
	Kesme Gerilmesi	11	357.22	32.47
	Toplam Kes. Enerji	11	6552.21	595.66
	Öz. Kesme Enerjisi	11	89.99	8.18
Sap bölgesi	Mak Kesme Kuvveti	2	16.34	8.17**
	Kesme Gerilmesi	2	14.04	7.02*
	Toplam Kes. Enerji	2	2165.88	1082.94**
Nem x Sap bölgesi	Öz. Kesme Enerjisi	2	33.69	16.84**
	Mak Kesme Kuvveti	22	7.16	0.33
	Kesme Gerilmesi	22	30.56	1.39
	Toplam Kes. Enerji	22	1153.94	52.45
Hata	Öz. Kesme Enerjisi	22	21.44	0.97
	Mak Kesme Kuvveti	72	24.67	0.34
	Kesme Gerilmesi	72	110.97	1.54
	Toplam Kes. Enerji	72	1350.12	18.75
Toplam	Öz. Kesme Enerjisi	72	50.60	0.70
	Mak Kesme Kuvveti	108	480.65	
	Kesme Gerilmesi	108	2279.61	
	Toplam Kes. Enerji	108	30609.88	
	Öz. Kesme Enerjisi	108	1034.42	

* 0.05, ** 0.01 düzeyinde önemli

ortalama 4.05 MPa, kesilme enerjisi ortalama 13.40 J, özgül kesilme enerjisi ortalama 2.79 J/cm² bulunmuştur

Kesme testleri sonucunda; maksimum kesme kuvveti, kesme gerilmesi, toplam kesilme enerjisi ve özgül kesilme enerjisi gibi mekaniksel özelliklerin sapın farklı bölgelerine ve yapısal özelliklerine göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca materyalin nem oranı da bu mekaniksel özellikleri etkilemektedir.

Kaynaklar

- Beyhan, M. A. ve A. Tekgüler, 2000. Fındık dip sürgünlerinin kesilmesinde bıçak-destek mekanizmasının özgül enerji tüketimine ve maksimum kesme kuvvetine etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, 1-2 Haziran, Erzurum. s.242-248.
- Burden, R. L. and D. W. Faires, 1989. Numerical Analysis. Fourth Edition. PWS-KENT Publishing Company, Boston, MA.
- Çakır, E. 1995 The Mechanics of Cutting Plant Residue on a Rigid and Soil Surface. Ph.D. Dissertation. Auburn University. Auburn, AL.
- Çakır, E., C. E. Johnson, R. L. Raper and R. L. Schafer, 1997. Bitki artıklarının toprak zeminde kesilmesinin mekaniği. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül, Tokat. s.966-974.
- Çakır, E., C. E. Johnson, R. L. Raper and R. L. Schafer, 2001. The mechanics of cutting plant residue on a rigid and soil surface. SAAED Southern Cooperative Series Bulletin, SCSB-392. <http://web.utk.edu/~taescomm/scsb/392/al3.html>
- Doran, J. W. 1980. Microbial changes associated with residue management with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:518-523.

Doran, J. W. 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distribution in no-tillage and plowed soils. Biol. Fertil. Soils 5:68-78.

Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No:220. Teknik Yayın No: T-67. Ankara.

Hayes, A. W. and L. W. Kimberlin, 1978. A Guide for Determining Crop Residue for Water Erosion Control. Crop Residue Management System. American Society of Agronomy, Special Publication Number 31. Madison, WI.

Janusz, H., B. Szot, J. Korejtko and S. Grundas, 1978. Static cutting resistance and energy of stalk of winter wheat and rye. International Conference on Physical Properties of Plant Materials and Their Influences on Technological Processes. p. 191-199.

Kayıoğlu, B., P. Ülger, H. Kocabiyik and T. Aktaş, 1999. A research on the determination of some mechanical properties of sunflower. CIOSTA-CIGR XXVIII International Congress 14-17 June, Work Sciences in Sustainable Agriculture, Danish Institute of Agricultural Sciences, Horsens, Denmark.

Kocabiyik, H. 2003. Ayçiçeği Anızının Parçalanması, Anız Parçalamada Kullanılacak Prototip Bir Makinanın Tasarımı ve İmalatı Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ.

Mohsenin, N. N. 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, Library and Congress Catalog Card No: 78-97180, USA.

Persson, S. 1987. Mechanics of Cutting Plant Material. An ASAE Monograph Number 7 in a Series Published by ASAE, St. Joseph, Michigan.

Sakharov, V. V., R. Z. Rakmanberdiev and G. G. Guaeov, 1984. An investigation into the severing of pre-tensed mulberry stems by a screw-type cutter. Mekhanizatsiya i Elektrifikatsiya Sel'Skago Khozyaistva 3:61-62.

Sitkei, G. 1986. Mechanics of Agricultural Materials. Elsevier Sciences Publishing, New York.

Vigil, M. F. and D. Sparks, 1995. Factors affecting the rate of crop residue decomposition under field conditions. USDA-NRCS/ARS. Conservation Tillage Fact Sheet#3-95, http://infosys.ars.usda.gov/ctf3_95.pdf

İletişim adresi:

Habib KOCABIYIK

Trakya Üniv. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü-Tekirdağ