

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PAMUK SAPININ PARÇALANMASI VE TOPRAĞA KARIŞTIRILMASI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ferda KAPLAN

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2007**

Yrd.Doç.Dr.Refik POLAT danışmanlığında, Ferda KAPLAN'ın hazırladığı "Pamuk Sapı Parçalama ve Toprağa Karıştırılma Mekanizasyonu Üzerine Bir Araştırma" konulu bu çalışma 14/09/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Refik POLAT

Üye : Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM

Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman ÇOPUR

Bu Tezin Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 699

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Bitkisel materyal ve deneme alanı.....	21
3.1.2. Denemelerde kullanılan cihaz ve aletler.....	23
3.1.2.1. Kesme deney düzeneği.....	23
3.1.2.2. Denemelerde kullanılan genel amaçlı ölçüm aletleri.....	24
3.1.3. Tarla denemelerinde kullanılan traktör.....	25
3.1.4. Denemelerde kullanılan makineler.....	25
3.2. Yöntem.....	31
3.2.1. Pamuk sapının fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi.....	31
3.2.1.1. Kesilme gerilmesi.....	32
3.2.1.2. Pamuk sapının nem düzeyinin belirlenmesi.....	33
3.2.1.3. Parçalama öncesinde sap uzunluklarının ve kalınlıklarının belirlenmesi.....	33
3.2.1.4. Sap yoğunlunun belirlenmesi.....	34
3.2.2. Arazi denemeleri.....	35
3.2.2.1. Deneme desenin oluşturulması.....	35
3.2.2.2. Pamuk sapının parçalanması sonrasında yapılan ölçümler.....	37
3.2.3. Makinelerin temel performans değerlerinin saptanması.....	38
3.2.3.1. Yakıt tüketim değerinin belirlenmesi.....	38
3.2.3.2. İş kapasitesinin saptanması.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	40
4.1. Pamuk Sapının Fiziko-Mekanik Özellikleri.....	41
4.2. Pamuk Sapının Sap Parçalama Öncesi Bazı Fiziksel Özellikler.....	41
4.3. Parçalama Sonrası Fiziksel Özellikler.....	42
4.3.1. Parça boyutları.....	42
4.3.2. Parçalama oranı.....	45
4.3.3. Tarla yüzeyinde kalan sap miktarı.....	46
4.3.4. Sap parçalama işlemi sonrasında arazi üzerinde sökülmeden kalan sap oranı ve boyutları.....	47
4.4. Makinelerin Temel Performans Değerleri.....	50
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	58
ÖZET.....	59
SUMMARY.....	60

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

**PAMUK SAPININ PARÇALANMASI VE TOPRAĞA KARIŞTIRILMASI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ferda KAPLAN

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd.Doç.Dr.Refik POLAT
Yıl: 2007, Sayfa: 60**

Bu çalışmada, hasattan sonra pamuğun tarlada kalan kısımlarının fiziko-mekaniksel özelliklerinin tanımlanması amaçlanmış, pamuk saplarına kesme testleri uygulanmıştır. Pamuk sapının farklı bölgelerindeki kesilme özellikleri incelenmiştir. Farklı sap parçalama makineleri kullanılarak sap parçalama etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonunda, pamuk sapının maksimum kesilme kuvveti 20.3 N ile 30.4 N arasında ortalama 26.7 N bulunmuştur. Kesme testleri sonucunda; maksimum kesme kuvveti gibi mekaniksel özelliklerin sapın farklı bölgelerine ve yapısal özelliklerine göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Pamuk sapının farklı nem düzeyleri ve farklı bölgeleri için kesilme kuvvetleri incelenmesi sonucunda nem ve sap çapının artmasıyla birlikte kesilme kuvvetinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca materyalin nem oranı da bu mekaniksel özellikleri etkilemektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Pamuk sapı, sap parçalama makinesi, fiziko-mekanik özellik

ABSTRACT
MSc Thesis

A RESEARCH BOSED ON THE CUTTING OF COTTON STALK AND MIXED TO EART

Ferda KAPLAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Yrd. Doç.Dr. Refik POLAT
Year: 2007, Page: 60

In this research at first, it was aimed to determine the physical and mechanical properties of cotton parts that remain at fields and concerned with mechanization and cutting test applying to cotton stalk. The cutting properties of cotton stalk were examined for different parts. Different cutting stalk machines were used for determine cutting stalk properties. At the end of the research, the maximum cutting force was between 20.3 N and 30.4 N, an average of 26.7 N. Result of the cutting test, the maximum cutting force were like mechanical properties were examined different properties for different parts structural properties. The cutting force of cotton stalk were examined for different moisture levels and different parts. At the result of test show that the cutting force increase with moisture and stalk diameter increases. The moisture contact of material was affected these mechanical properties.

KEY WORDS: Cotton stalk, the stem cutting machines, physical-mechanical properties.

TEŞEKKÜR

Tez konumun seiminden, araştırmanın yrtlmesi ve değerlendirilmesine kadar, her konuda yardımcı olan değerli danışmanım Sayın Yrd. Do.Dr. Refik POLAT'a, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Blmnde Araştırma Grevlisi olan sevgili arkadaşım mran ATAY'a, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölüm alışanlarına, Enstitünün diğer çalışanlarına, İngilizce ğretmeni Gülfem KAPLAN'a, İnaşaat Yüksek Mühendisi Yekbun DELİBALTA ve Esmer KARADEMİR'e

Çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan aileme;

Teşekkür ediyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Türkiye’de pamuk yetiştirme alanları.....	1
Şekil 1.2 Şanlıurfa-Harran Ovasında hasat sonrasında tarladaki pamuk sapsarı	4
Şekil 2.1. Sap parçalama makinesi	14
Şekil 2.2. Etkin pamuk sapsarı parçalama makinesi tipleri.....	15
Şekil 2.3. Bitkiyi söken, parçalan düşey malçlama yapan ve sırt oluşturan makine.	15
Şekil 3.1. Denemelerin yürütüldüğü hasadı tamamlanmış pamuk ekim alanı.....	21
Şekil 3.2. Kesilme dirençlerinin ölçüldüğü dinamometre	23
Şekil 3.3. Kesme deney düzeneği	24
Şekil 3.4. Frezeli sap parçalama makinesi.....	26
Şekil 3.5. Frezeli sap parçalama makinesinin çekiç tip bıçakları.....	27
Şekil 3.6. Zincirli sap parçalama makinesi.....	28
Şekil 3.7. Zincirli sap parçalama makinesinin bıçağı.....	28
Şekil 3.8. Düşey bıçaklı döner tırmığın işleyici bıçağı ve merdane dişleri.....	29
Şekil 3.9. Düşey bıçaklı döner tırmık.....	30
Şekil 3.10. Pamuk sapsarının ölçüm yapılan bölümleri.....	31
Şekil 3.11. Kesme deneyinde bıçağın hareketi ve kuvvet diyagramı	32
Şekil 3.12. Deneme deseni.....	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Yıllara göre Türkiye’de lif pamuk üretim durumu	2
Çizelge 1.2. Türkiye’de tarımı yapılan bazı bitkilerin hasattan sonra tarlada kalan artık miktarları	3
Çizelge 1.3. Pamuk sapı ve bazı yakıtların ısı değerleri	5
Çizelge 2.1. Farklı ürünlere ait yüzde toprak örtme miktarı ve buna karşılık gelen artık ağırlığı ile toprak kaybı oranı değerler.....	12
Çizelge 2.2. Asitlerle hidrolize edilen pamuk saplarından elde edilen glikoz oranları	13
Çizelge 2.3. Sap parçalama makinesi ile yüzeyde kalan sap miktarları.....	16
Çizelge 2.4. Bazı tarımsal artıkların yakıt karakteristikleri.....	17
Çizelge 3.1. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları.....	22
Çizelge 3.2. Pamuk hasat döneminde Şanlıurfa iline ait meteorolojik veriler	22
Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan sap parçalama makinesinin teknik özellikleri.	26
Çizelge 3.4. Yerel sap parçalama makinesinin teknik özellikleri	28
Çizelge 3.5. Araştırmada kullanılan dik bıçaklı toprak işleme makinesinin teknik özellikleri.....	30
Çizelge 4.1. Pamuk sapının farklı bölgelerindeki kesilme özellikleri.....	40
Çizelge 4.2. Kesme dirençlerinin varyans analiz tablosu.....	40
Çizelge 4.3. Hasat öncesi pamuğun bazı bitkisel özellikleri.....	41
Çizelge 4.4. Zincirli sap parçalama makinası ile parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı.....	42
Çizelge 4.5. Freze tipi sap parçalama makinası ile parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı.....	42
Çizelge 4.6. Düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı.....	43
Çizelge 4.7. Zincirli sap parçalama + Düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı	44
Çizelge 4.8. Freze tipi sap parçalama makinası + Düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı	44
Çizelge 4.9. Sap parçalama makinalarının parçalama derecesi.....	46
Çizelge 4.10. Parçalanmış pamuk sapı artıklarının yüzeyde kalan miktarı.....	46
Çizelge 4.11. Sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden veya parçalanmadan kalmış sap oranı	47
Çizelge 4.12. Freze tipi sap parçalama makinası İle sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı.....	48
Çizelge 4.13. Zincirli sap parçalama makinası İle sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı.....	49
Çizelge 4.14. Düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı.....	49
Çizelge 4.15. Freze tipi sap parçalama makinası ve düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı.....	50
Çizelge 4.16. Zincirli sap parçalama makinası ve düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı.....	50
Çizelge 4.17. Denemelerde kullanılan makinelerin temel performans değerleri.....	51

SİMGELER DİZİNİ

Al	:	Alüminyum
C	:	Karbon
Cl	:	Klor
Ca	:	Kalsiyum
cm	:	Santimetre
da	:	Dekar
g	:	Gram
H	:	Hidrojen
ha	:	Hektar
J	:	Joule
Kcal	:	Kilokalori
Kg	:	Kilogram
Kj	:	Kilojoule
KN	:	Kilonewton
m	:	Metre
m ²	:	Metrekare
MgO	:	Magnezyumoksit
mm	:	Milimetre
N	:	Azot
O	:	Oksijen
P	:	Potasyum
pH	:	Asit Değeri
S	:	Kükürt
SN	:	Solma noktası
TK	:	Tarla kapasitesi
t	:	Ton
Zn	:	Çinko
%	:	Yüzde
ρ	:	Yoğunluk
°C	:	Derece

1.GİRİŞ

Pamuk bitkisi her türlü toprakta yetişebilen bir bitki olmakla birlikte,yüksek verim ve kaliteye ulaşabilmek için toprağın derin profilli ve alüviyal olması gerekir. Derin, kumlu-killi su tutma yeteneği yüksek geçirgenliği, işlenmesi ve sulanması kolay topraklar pamuk tarımı için ideal topraklardır.

Pamuk bitkisinin Türkiye’de en fazla Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetişmektedir (Şekil 1).



Şekil 1.1. Türkiye’de pamuk yetiştirme alanları

Türkiye pamuk üretimi yıllara göre değişmekle birlikte yaklaşık 650 bin ha’dır. 2004 yılı tahmini gerçekleşen lif üretimi ise 928 bin ton’dur. Türkiye, dünyanın 20 milyon tonluk üretiminin yaklaşık %2’sini karşılamaktadır ve en büyük pamuk üreticisi olan 8 ülke için de 7. sırada yer almaktadır (TUİK, 2006). Dünya pamuk üretimine bakılacak olursa en büyük ülkeler sırasıyla ABD, Çin, Pakistan, Hindistan, Rusya, Özbekistan ve Türkiye’dir. Türkiye’de bölgelere göre pamuk üretimi Çizelge 1.1’ de verilmiştir (FAO, 2007).

Çizelge 1.1. Yıllara göre Türkiye’de lif pamuk üretim durumu (TUİK, 2006)

Yıllar	Ekim ve Üretim	Ege	Çukurova	Güneydoğu Anadolu	Antalya	Şanlıurfa	Türkiye
2001	Ekim (1000ha)	235.7	152.4	297.8	10.6	157.2	694.8
	Üretim (1000t)	269.2	217.6	421.4	11.4	219.4	919.7
2002	Ekim (1000ha)	224.3	140.9	320.7	8.9	174.4	694.8
	Üretim (1000t)	304.8	212.2	434.9	12.2	244	964.0
2003	Ekim (1000ha)	211.8	125.8	283.8	8.2	168.6	626.6
	Üretim (1000t)	267.2	196.2	421.0	13.9	259.4	899.2
2004	Ekim (1000ha)	176	130.7	321.5	8.5	188	636.8
	Üretim (1000t)	254.4	191.7	468.4	13.6	279.5	928
2005	Ekim (1000ha)	143.412	102.544	295.315	5.405	183.750	546.880
	Üretim (1000t)	218.518	186.939	447.961	10.282	279.264	863.700

Pamuk bitkisinin hasadı kozaların olgunlaşarak liflerin ortaya çıkması ile başlar. Hasat tarihi ekim yapılan yöreye, bakım çalışmalarına ve ekim zamanına göre değişmekle birlikte, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Antalya bölgelerinde Eylül ayının ortalarından itibaren başlayıp Kasım-Aralık aylarına kadar devam etmektedir. Çukurova bölgesinde pamuk hasadı biraz daha erken başlayıp Kasım ayı başlarına kadar yapılmaktadır. Pamuk hasadı Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 3 kez ve genellikle elle toplanarak yapılır. Ancak son zamanlarda makineli pamuk hasadı yaygınlaşmaya başlanmıştır.

Bitkisel artıkların değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar daha çok, geniş alanlarda üretimi yapılması nedeniyle, buğday bitkisinin artıkları üzerine olmuştur. Bu artıklar öncelikle kağıt ve mukavva sanayinde olmak üzere bir takım ahşap ürünlerin imalat sanayinde katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi, yakıt, hayvan yemi, yataklık, torf katkı maddesi olarak ve tekrar toprağa karıştırılarak değerlendirilmektedir (Kocabıyık ve Kayışoğlu, 2004).

Tarla bitkilerinin hasat sonrasında tarla yüzeyinde kalan artıkları bitkinin sap çeşidine, iklim şartlarına, tarım tekniğine ve makine kullanım düzeyine bağlı olarak anız yakılarak yok edilmekte, tarladan uzaklaştırılmakta ya da tarla yüzeyinde bırakılarak direk ya da parçalanarak toprağa karıştırılmaktadır. Türkiye’de tarımı

yapılan bazı tarla bitkilerinin ekim alanı, üretimi ve hasattan sonra tarlada kalan artık miktarları ile ilgili veriler Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye’de tarımı yapılan bazı bitkilerin hasattan sonra tarlada kalan artık miktarları
(Alibaş ve Ünal, 1995; TUIK, 2006)

Bitki	Ekim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton/yıl)	Sap/Ürün oranı	Sap miktarı (ton)
Buğday	9 400 000	21 000 000	1.50	31 500 000
Ayçiçeği	542 000	80 000	2.80	2 240 000
Mısır	555 000	2 300 000	1.00	2 300 000
Pamuk	654 177	2 260 921	2.00	4 521 842
Çeltik	58 000	210 000	0.78	163 800

Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi en fazla sap miktarına sahip olan ürün buğdaydır. Buğdayı pamuk bitkisi izlemektedir. Her bitkinin bitkisel artıkları farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Bu nedenle bu bitkilerin artıklarının değerlendirilmeleri yada toprağa karıştırılma işlemleri de farklılık gösterebilmektedir. Bütün artıkların temel benzerliği yakıt olarak kullanılabilmesidir.

Pamuk bitkisinin hasadı sonrasında pamuk sapsarı genellikle tarlada kalmaktadır (Şekil 1.2). Ülkemizde diğer bazı tarla bitkilerinde (ayçiçeği, mısır, tahıl, çeltik gibi) olduğu gibi pamuk bitkisinde de tarlada kalan sapsarın değerlendirilmesi için profesyonel bir yaklaşım söz konusu değildir. Bu sapsar daha çok köylüler tarafından toplanmakta yada sap parçalama işlemi uygulanmaksızın traktör pulluğu ile sürülerek toprağa karıştırılmaktadır.



Şekil 1.2. Şanlıurfa-Harran ovasında hasat sonrasında tarladaki pamuk sapları

Pamuk günümüzde lifinden ve çiğitinden yararlanması amacıyla üretimi yapılan bir kültür bitkisidir. Ancak hasat sonrası tarlada kalan bu bitkinin sapları da değerlendirilebilecek niteliklere sahiptir. Pamuk sapı odunsu yapısı ve lif özellikleri nedeniyle başta yakacak olmak üzere kâğıt ve yonga levha sanayinde kullanılabilir bir yan üründür (Gürsoy, 2002). Ülkemizde ekonomik anlamda henüz değerlendirme alanı bulunmayan bu önemli yan ürünün ülkemiz koşullarındaki kuru sap verimi 300-800 kg/da arasında değişebilmektedir (Evcim ve Yumak 1988). Bu verim değerinin ortalama 540 kg/da civarında olduğu ifade edilmektedir. Bu verim değerlerine göre, ülkemiz pamuk üretim alanlarından alınacak kuru sap verimleri Çizelge 1.2’de verilmiştir. GAP’ın tamamlanmasıyla birlikte pamuk sapı üretimimiz tahminen 3,45–9,2 milyon ton arasında olacaktır (Üğütmen ve Başçetinçelik, 1986).

Pamuk sapları çeşitli sektörler için kullanılabilir nitelikte önemli bir hammadde niteliği taşımaktadır. Yakacak olarak ele alındığında, oduna göre ısı değeri yönünden daha avantajlıdır (Çizelge 1.3). Pamuk saplarının ısı değerleri fueloil ve taşkömüründen düşük olup odundan yüksektir. Bu değerlere göre 1 ton

pamuk sapı 1.22 ton oduna, 0.61 ton taşkömürüne, 0.46 ton da fuel oil'la eşdeğerdir. Bu da GAP'ın tamamen devreye girmesiyle 3,45–9,2 milyon ton taşkömürüne veya 1,6–4,2 milyon ton fuel-oil'le karşılık geleceğini göstermektedir. Ancak kaba olması yönüyle de dezavantajlıdır. Bu dezavantaj pamuk saplarının yakıt olarak kullanıma sunulmasında önemli bir engeldir.

Çizelge 1.3. Pamuk sapı ve bazı yakıtların ısıl değerleri (Yumak, 1990)

Yakıt cinsi	Isıl değeri	
	MJ/kg	Kcal/kg
Pamuk sapı	18.3	4390
Odun	15.0	3600
Taşkömürü	30.0	7200
Fuel oil	40.0	9600

Bitki artıklarının toprağa karıştırılması işlemlerinin toprak erozyonu riskini azalttığı bir çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Toprak yüzeyinde ne kadar fazla bitki artığı bırakılırsa, toprak aynı oranda yüzey akışlarına ve erozyona karşı direnç kazanmaktadır. Toprak yüzeyindeki bitki artıkları bir çok erozyon kontrol uygulamalarının en önemli bileşenidir. Erozyon kontrolü için gerekli olan yüzeydeki bitki artığı miktarı; hasattan sonra kalan artık miktarı, otlatma, toprak işleme ve ekim işlerinde uygulanan yöntemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Burr ve Shelton, 2001). Toprak işleme sonucunda tarla yüzeyinde %20 oranında yüzeydeki bitki artığı kalması, erozyonu %50 oranında azaltmakta, %80 oranında yüzeydeki bitki artığı ise %90 oranında azalmasına neden olmaktadır (Dickey ve ark.,1986).

Ülkemizde pamuk üretim alanı dikkate alınarak her yıl 3,2 milyon ton pamuk sapının üretildiği tahmin edilmektedir. Pamuk üretim bölgelerinde sapların kimsen yakacak olarak kullanımı dışında belirtilen potansiyel değerden yararlanılamamaktadır. Bunun başlıca nedeni ise saplarının tarladan kullanım yerine aktarılmasında gerekli olan mekanizasyon eksikliğidir. Diğer bir nedeni ise sapların toprağa karıştırılmasıyla toprak verimliliğinin artacağı görüşüdür. Bununla birlikte çiftçilerin çoğu hasat sonrası pamuk saplarının sökülerek tarladan uzaklaştırılması için belirli bir ücret ödemeye hazırdır (Gürsoy, 2002).

Türkiye’de yoğun olarak tarımı yapılan pamuk bitkisinin saplarının tarlada olduğu gibi kalması, bir sonraki üretim sezonu için toprak işleme ve ekim işlemlerinde sorun çıkartmaktadır. Özellikle iyi parçalanamamış veya toprağa tam olarak karıştırılamamış bitki artıkları ekim işlemleri ve tohumların çimlenme performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde son yıllarda gerek pamuk toplanmasında gerekse saplarından tarladan uzaklaştırılmasında işçi bulma sorunları yaşanmaktadır. Bölgede pamuk tarımında toprak işlemeden hasadına kadar mekanizasyon kullanım oranı gün geçtikçe artmaktadır. Pamuğun hasat sonrasında, bir sonraki ürünün mekanizasyon işlemlerinin daha kolay ve hassas yapılabilmesi için pamuk saplarının tarım makinelerinin çalışmasını etkilemeyecek şekilde topraktan uzaklaştırılması yada parçalanması ve toprağa karıştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amaçları aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

1. Pamuk bitkisinin tarlada kalan kısımlarının parçalanmaya yönelik bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi,
2. Pamuk hasadından sonra tarlada kalan ve sökülmesi yada parçalanması sorun olan ve toprağa karıştırılması ile ilgili mekanizasyon işlemlerinin kısıtlı olduğu bu konu üzerine üç farklı makine ve beş farklı kullanım kombinasyonlarının pamuk sapının parçalanması ve toprağa karıştırılması açısından tarla koşullarında performanslarının belirlenerek karşılaştırılması.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hasattan sonra tarla yüzeyinde kalan anız ve sap saman gibi bitki artıklarının toprağa karıştırılmasının birçok yararı bulunmaktadır. Anızlı toprak işleme konusunda yapılan çalışmalarda; bitki artıklarının toprağa karıştırılmasıyla toprağın organik madde yönünden zenginleştiği ve verimliliğinin arttığı, strüktürünün iyileştiği su tutma kapasitesinin arttığı ve toprak sıkışıklığının azaldığı belirlenmiştir. Çeşitli araştırmalarla da pamuk saplarının diğer bitkisel üretim artıkları içerisinde enerji içeriği yönünden yüksek nitelik ve niceliğe sahip bir ürün artığı olduğu belirlenmiştir. Aşağıda verilen araştırmalarla pamuk saplarının bu alandaki kullanımının yanı sıra diğer alanlardaki (kağıt, selüloz, sıvı yakıt, glikoz,..vb.) kullanımı ve bazı tarla bitkilerinin parçalanarak toprağa karıştırılması üzerine yapılan bazı çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Başoğlu (1964), pamuk saplarının makineyle parçalanıp tekrar toprağa kazandırılması durumunda, pamuk bitkisinin topraktan aldığı azotun %48'inin, fosforun %41'inin ve potasyumun %74'ünün tekrar toprağa döneceği belirtilmiştir.

Cannon (1966), bitki artıklarının parçalanıp tekrar toprağa karıştırmanın toprağın organik madde içeriğine olumlu yönde etkide bulunduğu buna karşın sapların parçalanma boyunun uzun olmasının toprağa karıştırılmasını zorlaştırdığı ve daha uzun sürede çürüdüğünü ayrıca geç çürüyen bu sapların da ekim ve bakım işlerinde mekanik bir direnç kaynağı oluşturduğu söylenmiştir.

Colwick ve ark. (1971), pamuk saplarının farklı kısımlarının (kök, gövde, tepe ve dal) değişik parçalanma boyutlarında, topraktaki çürüme hızları ile sonuçtaki durumun ekim makinesinin performansı üzerine etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda, bitki kök kısımlarının diğer kısımlara göre daha uzun sürede

çürüdüğü, çürüme ve ayrışma açısından en iyi sonucun 7,5-15 cm arasındaki parçalanma boylarında elde edildiği, sap parçalanma boyunun 20 cm'nin üzerinde olması halinde ekim makinesinin gömücü ayaklarında tıkanmalar meydana geldiği ve üniform bir ekimin gerçekleşmediği saptanmıştır.

İncekara (1971), ülkemizde pamuk hasadı sonrası tarladaki saplar ya pamuk hasadından hemen sonra zincirli tip parçalayıcı veya bıçaklı tip sap keserle yada ağır bir sürgü veya merdane geçirilerek yere yatırıldıktan sonra diskli tırmık çekilerek saplar parçalanarak toprağa karıştırılmaktadır.

Janusz ve ark. (1978), kışlık buğday ve çeltik sapının kesilme direnci ve enerjisi incelenmiştir. Kışlık buğdayın kesilme direncinin 24,43 N ile 54,54 N arasında değiştiği ve sapın kesit alanı ve çeşidin olgunluk derecesi dikkate alındığında, kesme dirençlerinde önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. Çeltik saplarının kesilme direncinin ise 44,73 N ile 67,20 N arasında değiştiği bulunmuştur. Kesme kuvvetlerindeki değişimin iki kesit alanındaki farklılıklardan kaynaklandığı ve kardeşlenme kısmındaki boğum noktasından bitkinin tepe noktasına doğru kesme kuvvetinin çok hızlı bir şekilde azaldığı, 30 cm yükseklikte minimum noktaya ulaştığını belirtilmiştir.

Edwards ve Lofty (1979), sap artıklarının toprak faunasına etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, sapın parçalanarak toprak yüzeyine dağıtılması, sapın balya yapılarak toplanması, namlu halinde sapın yakılması, sapın dağıtılarak yakılması gibi işlemler uygulanmıştır.

Sapın parçalanarak toprak yüzeyine dağıtılması ile omurgasız canlıların çoğaldığı, çalışmanın ilk iki yıllık döneminde sapın yakılarak herhangi bir yöntemle tarladan uzaklaştırılmasının toprak faunasına etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmanın son iki yıllık döneminde ise sapın yakılarak uzaklaştırılmasıyla, toprakta yaşayan birçok omurgasız canlının hızlı bir şekilde etkilendiğini açıklamışlardır.

Posselius ve Stout (1981), bitki artıklarının çeşitli kullanım alanları için tarladan toplanmasının kısıtlarını dikkate alarak ne kadar kullanılacağını belirleyen bir model geliştirmişlerdir. Toprak tipi, tarla eğimi, iklim koşulları, uygulanan tarım sistemleri gibi faktörlerin yer aldığı bu modelle ilgili bir bilgisayar programı yapılarak belirli bir tarla için yukarıda sıralanan faktörler girilerek o tarladan ne kadar bitkisel artık toplanabileceği belirlenebilmektedir (Yumak, 1990)

Salisbury (1981), pamuk sapı ve bazı bitkisel ürün artıklarının balya halinde kazanlarda yapılacak değişiklikleri inceleyerek yakıt olarak yakılmasının daha pratik olacağını söylemiştir. Bu şekilde elde edilen enerjinin özellikle sıcak su ve ürün kurutma amacıyla sıcak hava eldesin de kullanılabilceğini belirtmiştir.

Aydemir (1982), pamuk saplarının parçalanıp toprağa gömülmesiyle dekara 6,3 kg azot, 2,5 kg fosfor ve 6,2 kg potas kazandırılmış ve bu miktar besin maddesinin ise yaklaşık 31 kg amonyum sülfat, 16 kg süper fosfat ve 3 kg potasyum sülfat gübresine karşılık geldiği bildirilmektedir.

Göksel (1982), ülkemizde odun hammaddesine dayalı kağıt sanayisinin orman kaynaklarını aşırı derecede zorladığına işaret ederek pamuk saplarının selüloz ve kağıt sanayisinde kullanım olanaklarını belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla, pamuk sapının lif boyut ölçümleri ve kimyasal analizini yaparak hammadde hakkında tam bir fikir elde ettikten sonra çeşitli pişirme tekniklerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda elde ettiği bulgularla göre pamuk saplarının kağıt ve selüloz sanayisi için uygun bir hammadde olduğu ve en uygun pişirme yönteminin “KRAFT” yöntemi olduğunu bulmuştur. Pamuk sapı liflerinin kısa, ıslak ve mukavemetlerinin düşük olması nedeniyle uzun lifli hammaddelerle karıştırılarak kullanılması gerektiğini kaydetmiştir. Ayrıca pamuk saplarından elde edilen değişik özelliklerdeki kültürel kağıt ve kartonların ağırtıldıktan sonra yazı ve bası kağıdı yapımında kullanılabilceğini belirtmiştir.

Kemp ve Matthews (1982), pamuk saplarının hasattan sonra tarladan uzaklaştırılmasının hastalık ve zararlıların kontrolü için gerekli bir işlem olduğu, bu

şekilde bir uygulamanın hastalık ve zararlı kaynaklarının yok edilmesi niteliği taşıdığı için ürün rotasyonu, uygun çeşit kullanımı ve kimyasal mücadele gibi yöntemlerde uygulamanın azalacağı söylenmişlerdir.

Zeren ve Güzel (1982), pamuk saplarının parçalanmasında kullanılan 4 farklı tip sap keserin iş yetikliği üzerine makinelerin güç tüketim değerlerini, efektif iş başarılarını, sap parçalama boyutlarını tespit etmişlerdir.

Summer ve ark. (1984), pamuk saplarının yakıt olarak kullanıma sunulmasında pratiklik (uygulanabilirlik) ve ekonomikliği sağlayabilmek için yoğunlaştırma işlemine değinilmişler ve bu amaçla sapların yuvarlak balya makineleriyle balyalanmasının uygun olacağını bildirmişlerdir. Balyalama ile yukarıda sözü edilen faydalar yanında depolama ve böylece sapların geniş bir periyotta kullanımının söz konusu olabileceğini kaydetmiştir.

Işık ve Sabancı (1986), Çukurova bölgesinde yapılan pamuk üretim alanlarındaki bitki artıklarının genellikle sapkeserle parçalandığını, ardından bu sapların Hatay ilinde çoğunlukla toplanarak yakıt olarak değerlendirildiği, Adana ve İçel illerinde ise genellikle toprağa karıştırıldığı bildirilmektedir. Ayrıca, toprağa karıştırılan veya yakıt olarak değerlendirilen bu sapların toplam sap verimi içerisindeki oranın sırasıyla %80 ve %20 olduğu ifade etmişlerdir. Pamuk sapları önemli bir biyokütle enerji kaynağı olarak görülmesinin yanı sıra, içerdiği selüloz oranının ise yüksek olması nedeniyle de kağıt ve selüloz sanayi için önemli bir hammadde niteliği taşıdığı çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir.

Metcalf (1986), bitkisel artıkların yanma etkinliği araştırılmıştır. Pamuk sapı ve bazı bitki artıklarının çiftlikteki ısıtma tesislerinde yakıt olarak kullanılması gerektiğini savunmuş ve tesislerde yapılacak değişiklikleri incelemiştir.

Annamalai ve ark. (1987), bu çalışmada çeşitli biyokütle yakıtlarının deneysel olarak bulunan ısı değerleri ile "Boie" eşitliğinden giderek elde ettikleri ısı değerlerini karşılaştırmışlardır. Bu eşitlik, bilinen fosil yakıtların C,H,N ve S

içeriğine göre ısı değerlerinin kestirimi için geliştirilmiş deneysel bir eşitlikdir. Çeşitli bitkisel ürün artıklarının kimyasal bileşimine göre söz konusu eşitlikten elde edilen ısı değerle deneysel olarak bulunan ısı değer arasında çok az bir fark (-%5) olduğunu bildirmişlerdir.

Lindley ve Smith (1988), küçük parçalardan oluşan biriket halinde hazırlanmış ayçiçeği sap artıklarının tutuşması yavaş, kül yüzdesi fazla olmaktadır ve %68 verimle yanmaktadır; toz halde palet biçiminde sıkıştırılmış ayçiçeği artıkları ise daha yüksek ısı içeriğine sahiptir ve %62 verimle yanmaktadır. Kül özellikleri de odun külünden farklı olmaktadır. Biriket halinde hazırlanmış ayçiçeği artıklarının en yüksek ısı değeri 16,7 Mj/kg, en düşük ısı değeri 13,9 Mj/kg; toz halinde hazırlanmış ayçiçeği artıklarının ise en yüksek ısı değeri 18,8 Mj/kg, en düşük ısı değeri 16,3 Mj/kg olmaktadır.

Yumak ve Evcim (1988), pamuk tarımında artık ürün olan saplarn hem değerlendirilmesi hem de pamuk hastalık ve zararlarıyla etkin bir mücadele için saplarn köklü olarak tarladan uzaklaştırılması yönünde çalışmışlardır. Saplarn çürüyerek toprağa karışması uzun zaman aldığından takip eden ürünün ekimi için mekanik bir engel oluşturmaktadır. E.Ü.Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünde saplarn kökleriyle beraber söken prototip bir pamuk sapı sökme makinesi tasarımı yapılarak imal edilmiştir. Makinenin sökme prensibi, traktör kuyruk milinden tahrik edilerek birbirine bastırılmış durumda karşıt dönen bir çift tekerleğin saplarn yakalayarak tekerlek çevre hızıyla ilerleme hızının bileşkesi doğrultusunda çekerek sökmesi şeklindedir.

Godwin (1990), toprak örtüsünün toprak kayıplarının azalmasında önemli bir yeri olduğunu ve toprak örtüsü arttıkça toprak kaybı oranının azaldığını belirtmiştir. (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Farklı ürünlere ait yüzde toprak örtme miktarı ve buna karşılık gelen artık ağırlığı ile toprak kaybı oranı değerleri

Toprak örtüsü (%)	Yüzey artığı miktarı (kg/ha)				Toprak kaybı oranı
	Buğday sapı	Mısır sapı	Yulaf sapı	Pamuk sapı	
10	200	300	50	1000	0.80
20	450	600	120	2200	0.43
30	700	950	200	3600	0.21
40	1050	1300	320	5100	0.10
50	1400	1700	450	6800	0.05
60	1800	2250	650	9000	0.02

Karakaya ve Yıldız (1990), pamuktan sonra buğday tarımında toprak işleme ve ekim yöntemlerinin ürün verimi, zaman tüketimi ve ekonomiklik açısından karşılaştırılmasını yaptıkları dört farklı mekanizasyon sistemini karşılaştırmışlardır. Gerek kira bedellerinin düşük olması, gerekse işlemin kısa sürede bitirilmesi nedeniyle pamuk sapları sap keser v.b. bir aletle parçalandıktan sonra toprağın goble diskaro ile yüzeyden işlenmesi, tohum ve gübrenin santrifüj dağıtıcılarla serpmeye olarak dağıtılması ve son olarak tohum ve gübrenin diskaro ile toprağa karıştırılmasını önermişlerdir.

Alibaş ve Ünal (1995), ülkemizde hububat, ayçiçeği ve pamuk saplarının %60 toplanabilme durumuna göre sadece 1993 yılında ortalama 29,5 milyon ton sap üretildiğini ($4.417 \cdot 10^{14}$ kJ/yıl. Yaklaşık 10,5 milyon ton eşdeğeri petrol/yıl) bildirmişlerdir. 1993 yılı istatistiklerine göre ülkemizde üretilen buğday, arpa, pamuk vb. bitkilere ilişkin artık miktarlarının hayvan yemi olarak kullanılmaması durumunda, kırsal kesimin enerji ihtiyacının karşılanacağını ve bu enerji miktarının, ülkemizde toplam enerji tüketiminin %17'ne karşılık geldiğini vurgulamıştır.

Özmerzi ve Barut (1996), ikinci ürün susamda farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin karşılaştırılması için yaptıkları araştırmada, anızlı alanda bitki saplarının iyi şekilde parçalanmamış olmasının, uzun sap artıklarının toprağa tam olarak karıştırılmasını engelleyerek bitki çıkışı olumsuz yönde etkilediğini ve makineli ekimde bitki çıkış oranının az olduğu belirtmişlerdir. Anızlı parsellerin

organik madde oranı (%2-20) yeterli bulunurken, anızsız parsellerin organik madde içeriğinin (%1.98) düşük çıktığı bildirilmiştir.

Çakır ve ark. (1997), pamuk, mısır, buğday ve soya fasulyesi ele alınmıştır. Bu bitkilerin hasattan sonra artıklarının toprak zemini üzerindeki kesilmesinin mekaniği incelenmiştir. Kesilme kuvveti ve gerilmeleri, kesilme enerjisi, özgül kesilme enerjisi, ve bitki boyunca uygulanan gerilmenin etkileri incelenmiştir. Bitki artıklarının toprak zemin üzerinde kesilmesinde boyutsal analiz tekniği uygulanmıştır. Bitki sap artıklarının toprak zemin üzerinde kesilmesine göre farklı olmaktadır. Mısır bitkisi hariç diğer bitkilerin saplarının kesilmesinde kesilme kuvveti doğrusal olarak artmakta ve kesilme kuvvetinin maksimum olduğu noktada gerçekleşmektedir. Mısır sapının kesilme kuvvetinin değişimi sert zemin üzerinde kesilmesindeki davranışı gibidir. Kesilme kuvveti önce lineer olarak artmakta, bir derecen sonra bu değer sabit kalmakta ve kompresyon bittiğinde de ani olarak maksimum değerde kesilme olmaktadır.

Guhagarkar (1997), araştırmacı selüloz içindeki glikozu tamamen indirgemek için gamma ışınmasına tabi tutup pamuk saplarını çeşitli asitlerle (H_2SO_4 , HCl ve $ZnCl_2$) hidrolize ederek değişik oranlarda glikoz elde etmiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Asitlerle hidrolize edilen pamuk saplarından elde edilen glikoz oranları (Guhagarkar, 1997)

Asit konsantrasyonları (%)	Hidrolize edilen pamuk sapı (%)	Glikoz (%)
67 H_2SO_4	60.0	9.2
72 H_2SO_4	60.2	9.4
100HCl	36.1	5.6
100HCl+ $ZnCl_2$ (9 gr)	57.2	11.9
100HCl+ $ZnCl_2$ (10 gr)	59.5	12.0

Kırcı ve ark. (1997), Pamuk sapları odunsu yapıları nedeniyle yonga levha ve içerdiği %50'lik selüloz oranıyla da kâğıt (selüloz) sanayisinde kullanılabilir nitelikte

bir üründür. Son yıllarda kâğıt hamuru elde edilmesinde kullanılan tekniklerde yeni bir takım gelişmeler olmuştur. Önceleri, pamuk saplarından ambalaj sektöründe (kraft kâğıdı) kullanılabilir özellikte kâğıt hamuru elde edilirken şimdilerde kâğıt hamuru eldesin deki gelişmelerle yüksek kalitede kâğıt hamuru (baskı kâğıdı) üretilmiştir.

Önal ve Aykas (1997), mekanize pamuk tarımı, tarım makineleriyle hassas çalışmayı arttırmıştır. Tarım makinelerin çalışmasını engellemeyecek şekilde, pamuk sapı artıklarının etkin olarak değerlendirilmesi, hem çiftçiler, hem de tarım makineleri imalatçılar tarafından benimsenmiş durumdadır. Bu gereksinim piyasadaki sap parçalama makinelerinde büyük yeniliklerin oluşmasında neden olmuştur (Şekil 2.1).



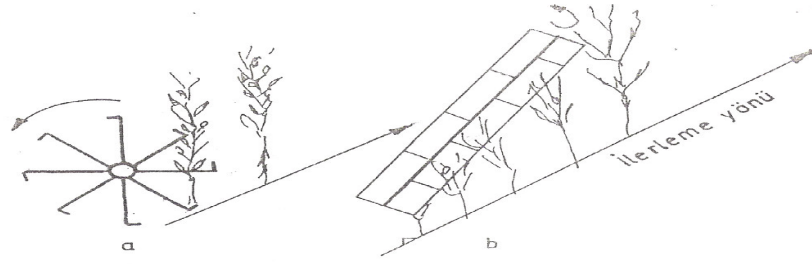
Şekil 2.1 Sap parçalama makinesi

Bu yöntem, hasat sonunda pamuk saplarının parçalanması ve bir sonraki bitkinin ekiminden önce ayrışmasını sağlamak üzere toprağa gömülmesidir. Parçalanmış bitki artıklarının (pamuk sapının) toprağa gömülmesiyle, toprak mikroorganizmalarının ayrıştırma hızını artırdığı bilinmektedir.

Tarladaki pamuk saplarını parçalamada kullanılan makineler içinde en etkin olanları aşağıda verilmiştir (Şekil 2.2).

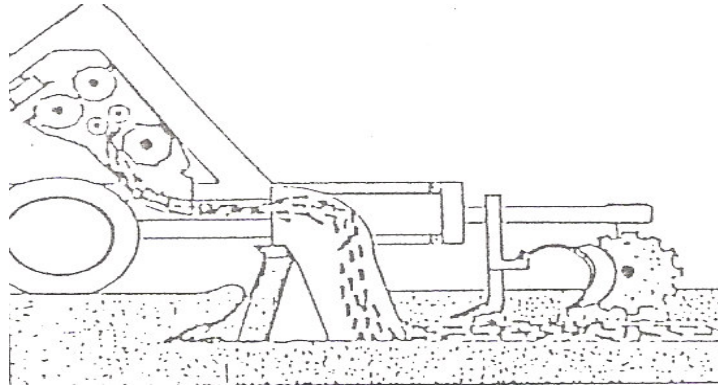
- İlerleme yönüne dik düşey düzlemde döner hareketli rotorlu sap keser.
- Traktörün yanına eğik konumda yerleştirilen rotora sahip sap keser.

Bu sap keser, ilerlerken, pamuk bitkisini tepeden başlayıp, toprak yüzeyine kadar kademeli olarak doğramaktadır. Her iki sap keser, sapları etkin bir şekilde parçaladıkları gibi pembe kurt zararlısına karşı mücadelede de etkili olduğu belirtilmiştir.



Şekil 2.2. Etkin pamuk sapı parçalama makinesi tipleri

İsrail de S.BEN DOR ENGINEERING CO. İle Hayfa Teknoloji Enstitüsü Ziraat Mühendisliği Fakültesi'nin işbirliği sonucunda, pamuk tarımında kullanılmak üzere, bitkiyi söken, parçalayan, düşey malçlama yapan ve düşey malçlama yapılan çizilerin üzerinde sırt oluşturan bir makine geliştirilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Bitkiyi söken, parçalayan düşey malçlama yapan ve sırt oluşturan makine

Nielsen ve Alken (1998), hasat sonrası tarlada dik ya da yatay duran sapların, rüzgâr hızını ve dolayısıyla erozyonu önlemedeki etkinliklerini saptamayı amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda ayçiçeği sap yüksekliği, yoğunluğu ve çap artışı sonucu silüet alan indeksi artmış, toprak yüzeyinde olan rüzgar hızı azalmıştır.

Şahin (1998), ayçiçeği saplarının tarladan kaldırılması üzerine; sap parçalama makinesiyle parçalayıp toprağa karıştırma, goble disk ile iki kez çapraz sürüm, sap toplama tırnığı ile toplama yöntemleri kullanılmıştır. Sap parçalama makinesinin parçalama etkinliğini belirlemek için deneme alanının değişik bölgelerinden 100'er adet sap örnekleri alarak uzunluklarını ölçmüş bunların ortalamalarını ve standart sapmalarını hesaplamıştır. Yüzeyde kalan anız miktarını ise sadece sap parçalama makinesi için belirlemiştir. Bu denemelerde ayrıca makinelerin iş kapasitelerini, ekim sonrası sıra üzeri dağılım düzensizliğini ve tarla filiz çıkış değerlerini belirlemiştir. Çizelge 2.3'da sap parçalama makinesi ile çalışmadan sonra yüzeyde kalan sap miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.3. Sap parçalama makinesi ile yüzeyde kalan sap miktarları

Ölçüm No	Ağırlık (kg/da)
1	175.6
2	83.2
3	113.6
4	112.8
5	195.2
Ortalama	136.8

Araştırmacı, parçalama işleminden önce yüzeydeki sap miktarını ortalama 1490 kg/da olarak bulduğunu, parçalama makinesi ile çalışmadan sonra sapın %9.2'sinin yüzeyde kaldığını ve %81.8'lik kısmının da parçalanarak toprağa karıştığını bildirmiştir.

Karagöz ve Keçecioglu (1999), imalathanede imal edilen sap parçalama makinesinin bıçaklarının ana boruya bağlantı kulaklarının, kaynak yerlerinden, en küçük bir darbe ile kırıldıkları belirtilerek, kırılmalarının nedenlerinin araştırılması ve sonuçta sorunun çözümü istenmiştir. Yapılan incelemede, bıçak kulaklarının ana bağlantı borusuna kaynatılmasında esas sorunun kaynağın bilhassa ana boruya nüfuz etmemesi olduğu tespit edilmiştir. Bu sorunun giderilmesi için önce sorun bilimsel

olarak araştırılmış, sonra sorunu giderici kaynak tekniği işlemleri uygulanarak olumsuzluklar giderilmeye çalışılmıştır.

Anonim (2000), GAP'ın tamamlanmasıyla birlikte ülkemizde üretilen pamuk sapından elde edilecek ham selüloz miktarı yıllık 1,7-4,6 milyon ton arasında olacaktır. Ülkemizde 2000 yılı ham selüloz tüketiminin 691.300 ton civarında olduğu düşünülürse söz konusu potansiyelin önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Acaroğlu (2001), tarımda enerji kullanımının sistematik analizinde direkt enerji girdileri ve indirekt enerji girdileri değerlendirilmektedir. Direkt enerji girdileri olarak imalat aşamasında direkt olarak tüketilen yararlı enerji tanımlanmaktadır. Direkt enerjinin değerlendirilmesinde 2 yaklaşım söz konusudur.

Bunlardan bizim için gerekli olan Nihai enerji veya kullanıma verilen enerji; Yararlı enerjinin üretimi için enerji kaynakları sahip oldukları ısı değerleri ile değerlendirilmektedir. Araştırmacı, Çizelge 2.4'de bazı enerji kaynaklarının ısı değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.4. Bazı tarımsal artıkların yakıt karakteristikleri

Yakıt tipi	% Analiz						Yaklaşık Analiz			
	C	H	O	N	S	Kül	VM	FC	Kül	Hu (M ₃ /kg)
Buğday samanı	46.70	6.30	41.20	0.40	0.1	5.30	79.63	16.75	3.62	18.40
Arpa samanı	46.30	6.40	43.40	0.30	0.1	3.50	73.84	18.84	7.32	17.10
Mısır sapı	43.65	5.56	43.31	0.61	0.01	6.86	75.17	19.25	5.58	16.50
Pamuk sapı	47.05	5.35	40.77	0.65	0.21	5.97	73.29	21.20	5.51	17.20

Alma ve ark. (2001), odun, buğday sapı ve pamuk sapı gibi lignoselülozik atıkların 450-750°C gibi yüksek sıcaklıklarda piroliz edilmesiyle %'75'lik bir verimle piroliz yağı elde edilmektedir. Bu piroliz yağının karbonhidrat esaslı sulu fraksiyonundan 825-875°C'de ve kısa bir sürede katalitik buhar reformu yoluyla H₂

enerjisinin üretilmesinin mümkün olduğu saptanmıştır. Bu amaçla kullanılan katalizörler arasında MgO-La₂O₃-Al₂O₃ katalizörleri üzerinde desteklenen kobalt veya krom esaslı Nikel'in H₂ verimi üzerinde en etkili katalizörler olduğu tespit edilmiştir.

Bayhan ve ark. (2001), önemli bazı pamuk üreticisi olan Çin, Mısır, Özbekistan gibi ülkelerde pamuk sapları uygun teknolojilerin geliştirilmesi suretiyle çeşitli alanlarda (yakıt, kâğıt ve yonga levha) hammadde olarak kullanılmaktadır. Yapılan görüşmelerde ülkemizde başta kâğıt olmak üzere diğer sektörlerdeki mevcut teknolojilerin pamuk sapı kullanımına uygun olmadığı ancak yapılacak bir takım değişikliklerle bu ürünün kullanılabileceği ifade edilmiştir. Yine bu görüşmelerde, mevcut teknolojiyi pamuk sapı kullanımına adapte edebilmek için başta pamuk sapı girdi fiyatı olmak üzere, pamuk saplarına belli bir form ve yoğunluk kazandırılması, üretim için istenilen miktarda hammadde girişinin yıl boyunca sağlanabilmesi gibi belirsizlik ve sorunların çözüme kavuşturulması gerektiği sonucu ile karşılaşılmıştır.

Oruç (2001), pamuk saplarının yakacak üretiminde kullanıldığını ve kalorisi daha fazla ve hesaplı yakacak üretildiğini belirtmiştir.

Alma ve ark. (2002), bu çalışmada, pamuk sapı tozları ve buğday samanı ilk olarak polietilen glikol (PEG)-400 ve gliserin ile karıştırılarak hazırlanan sülfürik asitlerle birlikte 160 °C sıcaklıkta ve 60 ile 120 dakika boyunca reaksiyona tabi tutmuşlardır. Poliüretan türü sert köpüklerde polimerik diphenylmethane diisocyanate ile başarılı bir reaksiyona sokulması sıkça rastlanan bir metot olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak pamuk sapı buğday samanına göre daha başarılı, poliüretan türü sert köpüklerde pamuk sapı ve buğday samanından daha başarılı bir şekilde üretildiğini tespit etmişlerdir.

Durdiyev ve Dursun (2002), mısır-buğday ekim nöbeti uygulamasında ön bitki olan mısırın hasadından sonra tarlada kalan ve sonraki ürün olan buğdayın ekimi için tohum yatağı hazırlığında önemli bir sorun olan mısır saplarının toprağa karışmasına sap parçalama ve farklı toprak işleme yöntemlerinin etkilerini belirlemektedir.

Ayrıca bitki artıklarının toprağa karışmasıyla gözenek yapısı ve agregat stabilitesi iyileşen toprağın erozyona karşı direncinin arttığı da belirtilmektedir. Anızlı toprak işlemede, bitkisel artıkların gerek toprağa daha yüksek bir oranda karıştırılabilmesi, gerekse bu artıkların daha kısa bir sürede çürüyebilmesi için kısa olarak parçalanmalarının gerekli olduğu bildirilmektedir. Diğer yandan kaba ve yeterince parçalanmayan sapların toprakta bulunmalarının tohumun toprakla temasını önleyebildiği ve bu durum çimlenmeyi olumsuz yönde etkileyebildiği de belirtilmektedir. Hasattan sonra tarla yüzeyinde kalan bitki artıklarının toprağa karıştırılmasının sağlayacağı faydalar yanında, toprağa uygun bir şekilde karıştırılmadığı durumda bir sonraki ürün için tohum yatağı hazırlığı ve ekim işlemlerinde, toprak işleme ve ekim makinelerinin çalışmalarını tıkanmalar nedeniyle güçleştirmektedir. Bütün bu nedenlerle özellikle ekim nöbeti veya ikinci ürün yetiştiriciliğinin uygulandığı bölgelerde ön bitkinin hasadından sonra tarlada kalan bitki artıklarının toprağa en yüksek oranda gömülmesi ve toprak işleme derinliği boyunca tekdüze dağılım gösterecek şekilde karıştırılması oldukça önemli olmaktadır. Ancak bu durum bitki artıklarının özelliklerine (çeşidi, birim alandaki miktarı vb.), toprağın nemine, fiziksel ve mekaniksel özelliklerine bağlı olduğu gibi kullanılan toprak işleme alet ve makinelerine de bağlı olmaktadır.

Güler ve Özen (2002), çalışmalarında, yonga levha üretiminde hammadde olarak pamuk sapları kullanılmıştır. Levhanın üretiminde yonga levha endüstrisinde yapıştırıcı madde olarak %33'lük amonyum klorür çözeltisi kullanılmıştır. 500,600 ve 700 kg/m³ özgül kütle ve 20 mm kalınlıkta ve üç tabakalı olarak üretilen levhaların orta tabakalarında tam kuru yonga ağırlığında oranla, %8–10, dış tabakalarda ise %10–12 olacak şekilde tam kuru tutkal, her iki tabaka için %1 sertleştirici madde kullanılmıştır.

Kafesçioğlu ve Gürdal (2003), kerpici iyileştirmek ve geliştirmek amacı ile katılan, Çimento, Kireç, Alçı veya Kireç+Alçı, Bitüm, Bağlayıcı nitelikte olan endüstri artıklarının yanında da, pamuk sapı da kullanılmıştır.

Evcim (2004), kütlü pamuk toplandıktan sonra tarlada; 600 kg kuru pamuk sapı kalmaktadır. Bu kalanlardan; 10 tabaka büyük boy sunta veya 90 paket fotokopi kâğıdı ya da yarım ton oduna eşdeğer yakacak yapılabileceği belirtilmiştir.

Kocabıyık ve Kayışoğlu (2004), hasattan sonra ayçiçeğinin tarlada kalan kısımlarının mekanizasyona yönelik fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tanımlanması amaçlanmış, 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/cm^2 ile 6.59 J/cm^2 arasında ortalama 2.79 J/cm^2 bulunmuştur.

Alma (2007), pamuk saplarından elde ettiği bir tutkal türü üretmiştir. Rezol tipi denilen bu tutkallar, daha çok sunta ve kontrplak gibi odun esaslı maddelerin yapıştırılmasında kullanılıyor. Alma'nın ürettiği bu organik ürünlerde, kimyasal yönüyle doğada çabuk eriyebilen yapısı yanında, sentetik kimyasallar gibi kanserojen etkisi de bulunmadığını belirtmiştir. Organik atıklardan, odun buğday sapı, ayçiçeği sapı, pamuk sapı gibi atıklardan sunta yapılabileceğini belirtmiştir. Araştırmacının buluşları arasında, tarımsal organik atıklardan ürettiği bakalit türü yeni bir plastik madde de mevcuttur. Araştırmacı, bu yeni ürünü odun talaşı, ağaç kabuğu, ceviz kabuğu, asma budama çubukları, pamuk ve buğday sapı gibi organik atıkların toplamından oluşturmuştur. Alma, ayrıca yine odunsu doğal atıklardan poliüretan köpük de elde etmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal ve deneme alanı

Bu çalışmada GAP Projesi kapsamında yer alan Şanlıurfa-Harran ovasının sulanmasına başlanması ile birlikte üretimi oldukça artmış olan **Stonville-453** çeşidi pamuk bitkisi kullanılmıştır. Pamuk sapının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneyler Harran Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Makine Bölümü laboratuvarı ve Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü atölyesinde yürütülmüştür. Pamuk sapının parçalanmasına yönelik olan deneyler ise Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin üretim arazisinde yetiştirilen pamuk bitkileri üzerinde yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Denemelerin yürütüldüğü hasadı tamamlanmış pamuk ekim alanı

Denemelerin yürütüldüğü toprak killi bir bünyeye sahip olup, tarla kapasitesinin %32.84, solma noktasının %21.53-23.11 arasında ve kullanılabilir su kapasitesi 165 mm/120 cm olduğu saptanmıştır. Toprağın ortalama gerçek infiltrasyon hızı 15 mm/h'dir. Toprak yüzeyinden aşağıya doğru gidildikçe kireç içeriğinin %30-40 oranına kadar çıktığı görülmektedir (Anonim, 2006).

Denemelerin yürütüldüğü pamuk yetiştirme alanlarına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak katmanı (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Organik madde (%)	CaCO ₃ (%)	pH	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	TK (%Pw)	SN (%Pw)
0-30	1.37	1.1	15.8	7.3	25	27	1280	31.55	22.15
30-60	1.40	0.79	26.2	7.2	12	20	900	31.80	22.60
60-90	1.43	0.63	33.0	7.2	6	17	810	32.30	21.53
90-120	1.42	0.49	41.2	7.2	-	-	-	32.84	23.11

Deneme alanlarında yetişen pamuk bitkisinin hasadı elle ve eylül – ekim olmak üzere iki dönemde yapılmıştır. Hem laboratuvar denemeleri hem de tarla denemeleri hasadının tamamlanmasından sonra 2006 yılı Kasım ve Aralık aylarında yapılmıştır. Denemelerin yapıldığı Şanlıurfa iline ait meteorolojik veriler Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

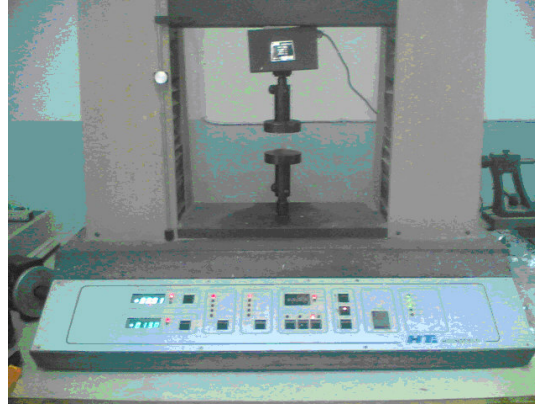
Çizelge 3.2. Pamuk hasat döneminde Şanlıurfa iline ait meteorolojik veriler (Anonim, 2007)

Aylar	2004			2005			2006		
	Sıcaklık (°C)	Yağış (kg/m ²)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Yağış (kg/m ²)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Yağış (kg/m ²)	Nem (%)
Eylül	34.8	41.4	72.0	26.3	-	46.0	27.1	-	92.3
Ekim	21.7	13.4	48.7	18.6	17.4	52.9	20.6	42.5	61.5
Kasım	11.7	41.4	72.2	11.2	54.4	64.3	11.4	26.2	57.5
Aralık	6.2	7.8	56.3	9.9	39.6	65.5	6.8	23.3	49.6

3.1.2. Denemelerde kullanılan cihaz ve aletler

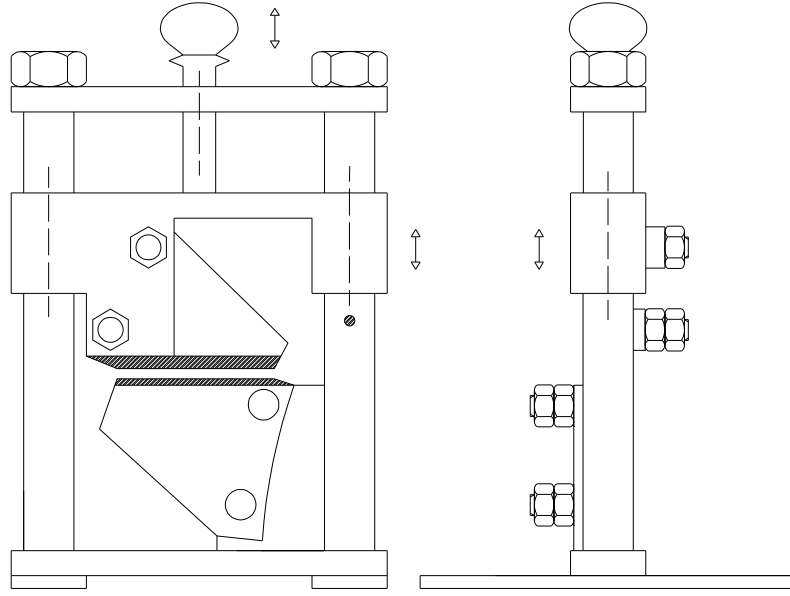
3.1.2.1. Kesme deney düzeneği

Tarladan kökleriyle birlikte rasgele çıkarılan pamuk saplarının toprak yüzeyinden itibaren 3 farklı bölgesi için kesme dirençleri ölçülmüştür. Bu amaçla Harran Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Makine Bölümü laboratuvarında bulunan 50 000 N kapasiteli Hounsfield marka çeki bası dinamometresinden yararlanılmıştır (Şekil 3.2). Dinamometre dijital olarak kullanılmı ve değeri okuma ekranına sahiptir.



Şekil 3.2. Kesilme dirençlerinin ölçüldüğü dinamometre

Pamuk sapının kesilme dirençlerinin belirlenmesi amacıyla sapların kesme testlerinde kullanılan bir kesme deney düzeneği oluşturulmuştur. Bu düzenek kesme amaçlı iki kesici ağza sahiptir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Kesme deney düzeneği

3.1.2.2. Denemelerde kullanılan genel amaçlı ölçüm aletleri

Kronometre: Tarla denemeleri aşamalarında farklı sap parçalama makineleri ile yapılan sap parçalama işlemlerinin iş başarılarının belirlenmesi amacıyla saniye göstergeli dijital bir kronometre kullanılmıştır.

Hassas terazi: Pamuk saplarının üç farklı bölgesinin nem düzeylerinin ve pamuk sapının tamamının ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla ± 0.001 duyarlılıkta hassas terazi kullanılmıştır.

Kumpas ve mikrometre: Pamuk sapının çaplarının ve uzunluklarının ölçülmesi amacıyla ± 0.01 mm hassasiyette dijital göstergeli kumpas ve mikrometre kullanılmıştır.

Etüv: Pamuk saplarının yüzeyden itibaren 0-10, 10-20 ve 20-30 cm yükseklikteki bölgelerinin nem düzeylerinin belirlenmesi amacıyla etüv kullanılmıştır.

Diğer yardımcı aletler: 30 cm'lik cetvel, şerit metre, bir litrelik ölçülü kap.

3.1.3. Tarla denemelerinde kullanılan traktör

Tarla Denemelerinde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait kabinli New Holland TD95D Markalı çift çeker traktör kullanılmıştır. Ağırlığı 5.700 kg'dır. Kuyruk mili devri 540-1000 d/d'dir.

3.1.4. Denemelerde kullanılan makineler

Bu çalışmada pamuk saplarının parçalanması amacıyla üç farklı makine kullanılmıştır. Ayrıca bu üç makine ile 2 farklı kombinasyonla sap parçalama işlemi de gerçekleştirilmiştir. Böylelikle 5 farklı sap parçalama işlemi uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılan makinelere ait genel bilgi ve teknik özellikler aşağıda verilmiştir.

Frezeli Sap Parçalama Makinesi: Denemelerde ilk kullanılan makine, Sönmezler Tarım Makineleri firması tarafından üretilen frezeli sap parçalama makinesidir. Makine traktöre iki kademeli ezici düzeneği ve asılır tip bir bağlantı ile bağlanmaktadır (Şekil 3.4). Üç Nokta Askı Düzeni çerçevesi, dikdörtgen profil malzemeden imal edilmiştir. Orta kol bağlantısının yapıldığı mafsallı bağlantı, çalışma esnasında makine dikine doğru hareket ederse, traktörü sabit tutarak makinenin öne doğru yaslanmasını engellemektedir. Makine hareketini traktör kuyruk milinden almaktadır. Kuyruk milinden bir şaft aracılığıyla alınan hareket sap parçalama makinesinin dişli kutusuna iletilmektedir. Traktör kuyruk milinden dişli kutusuna 540 d/d ile giren hareket 2.72 oranında artmaktadır. Makinenin dişli kutusuna gelen hareket 90° yön değiştirmekte ve şaftlı bağlantı yardımıyla kayış kasnak düzeninin bulunduğu mile iletilmektedir. Kayış-kasnak mekanizmasında yer alan kayışlar dişli tutunma yüzeyine sahiptirler. Bu nedenle kasnaklara tutunma en üst düzeydedir. Kayış-kasnak düzenine gelen hareket, parçalayıcı bıçakları üzerinde taşıyan ve bu bıçaklara hareket verip kılavuzluk eden mile iletilmektedir. Makinede iki kademeli ezici ünite, yüksek ataletli tip bıçaklar ile gövde üzerindeki sabit çift

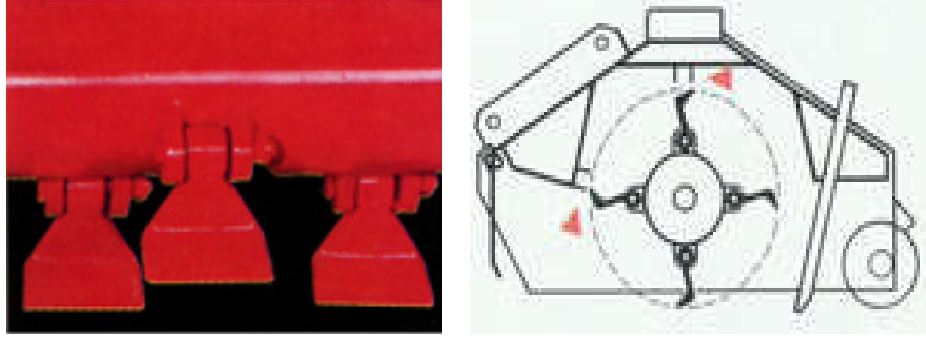
sıralı bıçaklar bulunmaktadır. Makinenin ön kısmında 6 mm kalınlığındaki ön panjur sacları vardır. Bu sacın makinede bulunmasının nedeni ise şoförü ve traktörü korumaktır. Bu sap parçalama makinesinde çekiç elcikler kullanılmaktadır (Şekil 3.5). Makinede yer alan çekiç elciklerin sayısı 32 adettir. Denemelerde kullanılan frezeli sap parçalama makinesine ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan sap parçalama makinesinin teknik özellikleri

İş genişliği (cm)	320
Ağırlık	1300
Rotordaki Bıçak Sayısı	32
Kesme Çapı (mm)	600
Rotor Çapı (mm)	220
Çekiş Gücü (Hp)	90
Hidrolik Kaydırma (mm)	600
Arka Rulo Çapı (mm)	225



Şekil 3.4. Frezeli sap parçalama makinesi



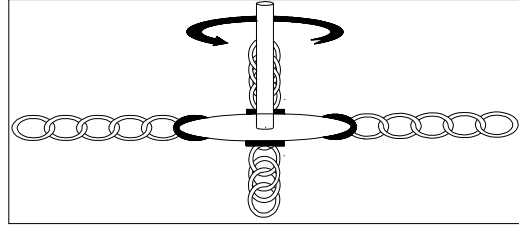
Şekil 3.5. Frezeli sap parçalama makinesinin çekiç tip bıçakları

Zincirli Sap Parçalama Makinesi: Zincirli sap parçalama makinesi pamuk hasadında kullanılan asılır tip makinedir (Şekil 3.6). Serbest kesme prensibine göre çalışan bu makine hareketini kuyruk milinden almaktadır. Kuyruk milinden bir şaft ile alınan hareket, makine üzerinde bulunan ayna dişli vasıtasıyla yön değiştirmektedir. Makinenin alt kısmında 110 mm kalınlığında, 50 mm genişliğinde ve 300 mm uzunluğunda bir demir ve bu demire dik olarak bağlanan bir zincir mekanizmasından oluşmaktadır. 540 d/d ile dönen bu demir ve zincir mekanizması pamuk saplarına çarparak parçalama işlemi olmaktadır. Makine çevresinde 300 mm yüksekliğinde ve 3 mm sac kalınlığında bir perde yer almaktadır.

Bu perdenin amacı parçalanmış sapların hem traktöre hem de sürücüye zarar vermemesi için uzağa fırlatılmamasıdır. Halk dilinde pamuk sap çırçırı diye bilinen bu makine ile iki sıra pamuk sapı parçalanabilmektedir. Parçalama işlemi yerden ortalama 15 cm yükseklikten kesilip ortalama 15-22 cm boyutlarında parçalanabilmektedir. Makinenin çalışma sırasında sadece bir insan işgücüne (traktör sürücüsüne) ihtiyaç duyulmuştur. Denemelerde kullanılan Zincirli sap parçalama makinesine ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.6. Zincirli sap parçalama makinesi



Şekil 3.7. Zincirli sap parçalama makinesinin bıçağı

Çizelge 3.4. Zincirli sap parçalama makinesinin teknik özellikleri

Genel uzunluk	1330 mm
Genel genişlik	1500 mm
Genel yükseklik	1100 mm
Bıçak uzunluğu	1230 mm
Üç nokta askı düzeni	Kategori-II
Ağırlık	165 kg

Düsey Bıçaklı Döner Tırmık: Hasat sonrasında tarlada kalan pamuk saplarının parçalanmasına yönelik olarak yapılan bu çalışmada kullanılan diğer bir makine ise dik bıçaklı bir toprak işleme makinesidir. Bu makine “Sönmezler Tarım Makineleri” firması tarafından imal edilen bir makinedir (Şekil 3.9). Makine iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım traktör kuyruk mili ile tahrik edilen rotorlar ile dik bıçaklardan oluşmaktadır (Şekil 3.8a, Şekil 3.8b). İşleyici bıçaklara hareket rotor dişli kutusu ile aktarılmaktadır. Rotor milleri tek parça ve dövme çelikten imal edilmişlerdir. Rotorlar yukarıdan ve aşağıdan sıkıştırılarak yataklama işini de görürler. İşleyici bıçaklar mangan-silis karışımı çelikten imal edilmiştir. İşleyici bıçaklar toprağa yatay dairesel olarak dönerek hareket ederler. İkinci kısım ise makinenin arkasına bağlanmış bir merdaneden oluşmaktadır. Merdane baklava dilimi kesitinde uzun dişlilerden oluşmaktadır. Bu dişliler birbirine art arda dizilmişlerdir. Merdane tıkanma olasılığına karşılık dişler arasına yerleştirilmiş temizleme aparatlarına sahiptir. Merdaneyi temizleyen bu toprak sıyırıcılar merdaneyi taşıyan çatısını oluşturan profilin alt kısmına geniş açılı olarak takılmışlardır (Şekil 3.4c). Merdanenin çapı 480 mm’dir.



(a)



(b)

Şekil 3.8 Düsey bıçaklı döner tırmığın işleyici bıçağı ve merdane dişleri



Şekil 3.9. Düşey bıçaklı döner tırmık

Denemelerde kullanılan düşey bıçaklı döner tırmık makinesine ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Araştırmada kullanılan düşey bıçaklı döner tırmık makinesinin teknik özellikleri

Özellikler	RA 301S
İş Genişliği (cm)	300
En Az Çeki Gücü-HP	100
En Fazla Çeki Gücü-HP	160
Arka Kuyruk Mili	Standart
Üç Nokta Askı Düzeni	Cat.II
Max. İş Derinliği	28
Rotor Sayısı	12
Bıçak Sayısı	24
Kuyruk Mili Devri d/dak.	540/1000
Rotor Hız Kademesi	6

3.2. Yöntem

3.2.1. Pamuk sapının fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Pamuk saplarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla denemelerin yapıldığı araziden 3 gün önce farklı çaplarda ve boyutlarda pamuk sapları alınmıştır. Bu pamuk sapları Şekil 3.10'da gösterildiği gibi sapın toprağa girdiği kök boğazından itibaren her 10 cm'lik kısım bir bölüm olacak şekilde 3 bölüme ayrılmıştır. Bu şekilde sapların bölgesel olarak fiziko-mekanik özellikleri olan sap kesilme kuvveti, kesilme enerjisi, kesilme gerilmesi ve özgül kesilme enerjisi belirlenmiştir.

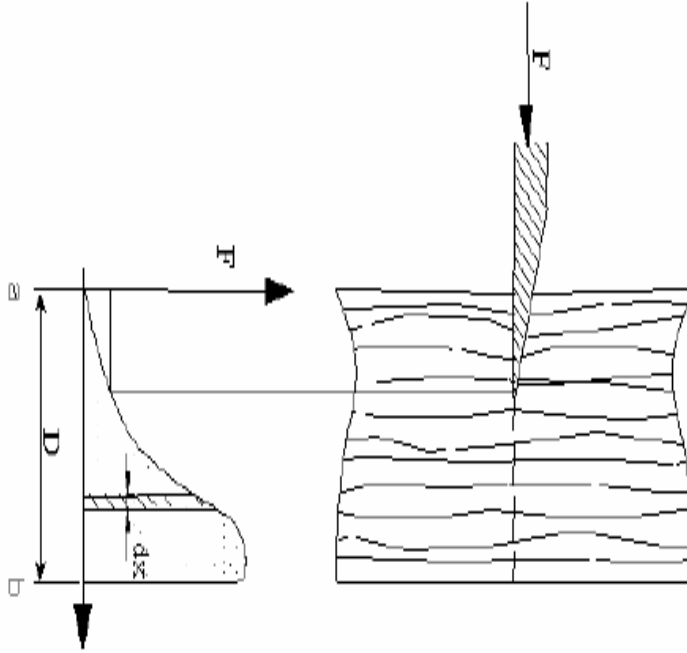


Şekil 3.10. Pamuk sapının ölçüm yapılan bölümleri

3.2.1.1. Kesilme gerilmesi

Pamuk saplarının her üç bölümünün yine farklı üç noktadan kesilme dirençleri ölçülmüştür. Kesilme direnci ölçülecek nokta iki kesici ağzın arasına yerleştirilmiştir.

Hareket hızı 4 min^{-1} olan dinamometre ile baskı uygulanmıştır. Sapın kesilmesi sırasındaki en yüksek değer hafızadan okunarak kaydedilmiştir. Her bir kesilme noktası için 20 kez deney yapılarak her deney için farklı pamuk sapsarı kullanılmıştır. Pamuk sapsarı kesme deneyinde kesici bıçağın hareketi ve buna bağlı olarak kuvvet diyagramı Şekil 3.11’da verilmiştir. Kesici bıçağın ilk harekete başladığı nokta (a) sıfır ve bıçağın ulaştığı son nokta ise (b) sapsarı çapına eşit olur.



Şekil 3.11. Kesme deneyinde bıçağın hareketi ve kuvvet diyagramı (Kocabıyık, 2003)

Kesme deneylerinde kayıt edilen kesme kuvveti değerlerinin içerisinde belirlenen maksimum kesme kuvvetinin sapsarı kesit alanına oranlanarak kesme gerilmesi hesaplanmıştır (Mohsenin 1970; Çakır 1995, Kocabıyık, 2003).

$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(3.1.)$$

Eşitlikte;

τ : Kesilme gerilmesi (N/m²),

F : Max. kesme kuvveti (N),

A : Materyalin kesilme noktasındaki kesit alanı (m²).

3.2.1.2. Pamuk sapının nem düzeyinin belirlenmesi

Denemelerin yapıldığı araziden alınan farklı çap ve boydaki pamuk sapı örnekleri Şekil 3.10'da görüldüğü gibi kök boğazından itibaren üç farklı bölgeye ayrılmıştır. Her bölge kesilerek ayrılmış ve her bölgenin nem düzeyi ayrı ayrı belirlenmiştir.

Pamuk saplarının nem düzeylerinin belirlenmesi amacıyla bir etüv kullanılmıştır. Pamuk sapları etüve konulmadan önce 0.001g duyarlılıkta hassas terazide tartılmıştır.

Etüve konulan saplar ASAE 358.2 nolu standarda göre 103 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilerek son ağırlıkları tekrar ölçülerek nem düzeyleri tespit edilmiştir.

3.2.1.3. Parçalama öncesinde sap uzunluklarının ve kalınlıklarının belirlenmesi

Pamuk hasadı sonrasında arazide kalan sapların topraktan en üst noktasına kadar olan yükseklikleri yani uzunlukları ve kök boğazı baz alınarak Şekil 3.9'da görüldüğü gibi 3 farklı bölgesinden (A, B, C) sap kalınlıkları ölçülmüştür.

Ölçümler tarlanın ortasından başlanılarak her 1 m aralığa denk gelen pamuk saplarında yapılmıştır.

3.2.1.4. Sap yoğunluğunun belirlenmesi

Ekim işlemini takiben pamuk ekili alanda seyreltme, çapalama, sulama gibi bakım işlerinden dolayı bitkinin yerinden sökülmesi olasılığı bulunmaktadır. Böylelikle ekim işlemi sonrasında ki bitki popülasyonu ile hasat sonrasındaki bitki popülasyonu aynı olmamaktadır.

Bu nedenle deneme arazisindeki bitki popülasyonunu belirlemek amacıyla deneme alanı içerisinde rasgele seçilmiş her biri 1 m² lik 10 adet alan üzerinde bitki sayımı yapılmıştır.

Yapılan ölçümler sonrasında birim alandaki sap miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Kocabıyık, 2003; Hickman and Schoenberger, 1989; Lyon 1998; Nielsen ve Aiken, 1998).

$$Q_n = \frac{1000 \times n}{b} \dots\dots\dots (3.2)$$

Eşitlikte ;

Q_n : Sap yoğunluğu (Adet/da),

n : 1 metre sıra uzunluğundaki sap sayısı (Adet),

b : Sıra arası mesafe (m).


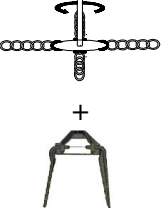
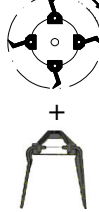


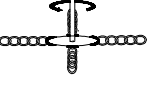


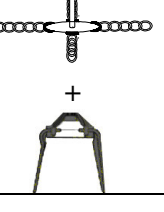
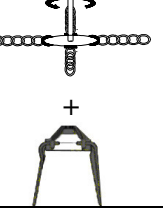
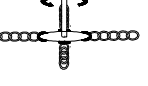




3.2.2. Arazi denemeleri

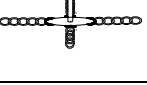


3.2.2.1. Deneme deseninin oluşturulması

Bu çalışmanın tarla denemeleri kapsamında pamuk sapının parçalanma etkinliğinin belirlenmesi amacıyla 3 farklı makine kullanılmıştır.

Kullanılan makinelerden bir tanesi toprak işleme makinesi olduğu için bu makine hem tek başına hem de diğer 2 sap parçalama makinesi ile kombinasyon oluşturularak kullanılmıştır. Dolayısıyla denemelerde 5 farklı sap parçalama kombinasyonu ele alınmıştır.

Denemeler pamuk sapının ve arazinin yapısından kaynaklanabilecek farklılıkları ortadan kaldırmak için Bölünmüş Parseller Deneme Deseni oluşturulmuştur (Kocabıyık, 2003; Düzgüneş ve ark., 1983; Shelton ve ark., 1994). Her bir parselin büyüklüğü 5 x 25 m olacak şekilde belirlenmiştir (Şekil 3.12). Deneme sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri “TARİST” istatistik programında yapılmış, önemlilik gösteren özelliklere ait ortalamaların karşılaştırılmasında “LSD” testi kullanılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1994).

		
Zincirli sap parçalama	Freze tipi sap parçalama	Düşey bıçaklı döner tırmık

Şekil 3.12. Deneme deseni

3.2.2.2. Pamuk sapının parçalanması sonrasında yapılan ölçümler

Sap parçalama işlemi sonucunda tarla yüzeyinde bulunan parça büyüklükleri sap parçalama işleminin başarısı açısından en büyük veri özelliğini taşımaktadır. Bu çalışmada sap parçalama makineleri ile işlenmiş alan içerisinde her bir parsel için rasgele belirlenmiş 3 adet 1 m²'lik alan tespit edilmiştir. Bu alan içerisinde arazi yüzeyinde ve toprağa karışmış olan sap parçaları tek tek toplanarak uzunlukları ölçülmüştür (Kocabıyık, 2003). Ölçülen bu değerler ve sap parçalama makinesinin etkinliği aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983).

$$\chi_{\text{ort}} = \frac{\sum f_i \times \chi_i}{\sum f} \dots\dots\dots(3.3)$$

Eşitlikte

χ_{ort} : Ortalama parçalanmış sap uzunluğu (mm)

χ_i : Gruba ait ortalama sap uzunluğu (mm)

f_i : Her bir gruba ait ölçüm yapılan parça sayısı (frekans) (adet)

f : Toplam parça sayısı (toplam frekans) (adet)

Pamuk sapsapların parçalama işleminden önce ve parçalama işleminden sonra ölçülen boyutlarından yola çıkılarak birim uzunluktaki pamuk sapı için sap parçalama makinelerinin etkinlikleri hesaplanmıştır.

Parçalama sonrasında arazi yüzeyindeki sap parçalarının yoğunluğunun hesaplanması için de her parselden rasgele 1 m²'lik alanlar belirlenmiş ve bu alandaki pamuk sapı parçaları tek tek sayılmıştır. Sap parçacıklarının toprağa gömülme oranları yalnızca iki makine kombinasyonu denemeleri için yapılmıştır. Sap parçalama işleminden sonra sapsapların toprak altı aksamalarının parçalanıp parçalanmadığını öğrenmek amacıyla her parsel için rasgele 1 m²'lik alan içerisinde kök adedi sayılarak makinenin kökleri parçalama yüzdesi hesaplanmıştır.

3.2.3. Makinelerin temel performans değerlerinin saptanması

3.2.3.1. Yakıt tüketim değerinin belirlenmesi

Pamuk sapının parçalanmasında kullanılan makinelerin performansını ve ekonomikliğini belirlemek amacıyla makinelerin çekilmesinde kullanılan traktörün yakıt tüketimi belirlenmiştir. Denemelerde her bir parsel girilmeden önce traktörün yakıt deposu tamamıyla doldurulmuştur. Parselin sonunda traktörün yakıt deposu tekrar tamamıyla doldurulmuş ve her bir parsel için traktörün ne kadar yakıt tükettiği hesaplanmıştır. Yakıt deposunun tamamlanması amacıyla ölçülü kap kullanılmıştır

Her bir parsel için yakıt tüketiminin belirlenmesi amacıyla aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$YT = TY/A \dots\dots\dots (3.4)$$

Eşitlikte;

YT : Yakıt tüketimi (l/da)

TY : Bir parseldeki çalışma sonucunda tüketilen yakıt miktarı (l)

A : Parsel büyüklüğü (da)

3.2.3.2. İş kapasitesinin saptanması

Sap parçalama işlemi için çalışılan makinelerin bir gidişte parsel boyunu ne kadar süre içerisinde aldıkları bir kronometre kullanılarak tespit edilmiştir. Ayrıca sap parçalama makinelerinin bir parseli toplamda ne kadar sürede bitirebildikleri ölçülmüştür. Bütün zaman ölçümleri sonucunda her bir parsel için aşağıdaki eşitlik kullanılarak ilerleme hızı belirlenmiştir (Kocabıyık, 2003; Ülger ve ark., 2002).

Çalışma hızı;

$$V = L/t \dots\dots\dots(3.5.)$$

Eşitlikte;

V : İlerleme hızı (m/s),

L : Alınan yol (m),

t : Zaman (s).

Traktörle ilerleme hızı belirlendikten sonra aşağıdaki bağıntılar kullanılarak sap parçalama makinelerinin efektif iş başarısı, teorik alan iş başarısı ve tarla başarısı hesaplanmıştır (Kocabıyık, 2003; Kayışoğlu, 1993).

$$E.İ.B = A/T \dots\dots\dots(3.6.)$$

Eşitlikte;

E.İ.B : Makinenin efektif alan iş başarısı (da/h),

A : Parsel büyüklüğü (da),

T : Toplam işleme süresi (h).

$$T.İ.B = 3,6 \times B \times V \dots\dots\dots(3.7.)$$

Eşitlikte;

T.İ.B : Makinenin teorik alan iş başarısı (da/h),

B : Makinenin iş genişliği (m),

V : Makinenin ortalama ilerleme hızı (m/s).

$$T.E = \frac{E.İ.B}{T.İ.B} \times 100 \dots\dots\dots(3.8.)$$

Eşitlikte;

T.E : Tarla etkinliği (%),

E.İ.B : Efektif alan iş başarısı (da/h),

T.İ.B : Teorik alan iş başarısı (da/h)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Pamuk Sapının Fiziko-Mekaniksel Özellikleri

Pamuk saplarına uygulanacak olan mekanik işlemleri doğrudan etkileyecek olan kesme özellikleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Pamuk sapının farklı bölgelerindeki kesilme özellikleri

		Sap bölgesi								
		A			B			C		
Nem düzeyi (%)		7.65	13.07	22.25	7.65	13.07	22.25	7.65	13.07	22.25
Max kesme kuvveti (N)	Min.	89.5	63.0	41.3	80.2	56.1	29.8	67.3	46.4	20.3
	Max	99.2	78.3	51.4	89.1	65.6	38.6	76.4	54.6	30.4
	Ort.	93.25a	71.85c	46.35e	84.95b	60.55d	33.80f	71.60c	48.95le	26.7f
	SD	2.81	3.93	3.36	2.99	2.91	3.18	2.37	2.72	2.49
	% VK	45.26	53.65	68.42	49.33	62.80	83.21	61.55	72.49	86.48
	AÖF (P<0.05)=10.73									

Pamuk sapının farklı nem düzeyleri ve farklı bölgeleri için kesilme kuvvetleri incelenmesi sonucunda; nem ve sap çapının artmasıyla birlikte kesilme kuvvetinin arttığı belirlenmiştir. En yüksek kesilme kuvveti A bölgesinde (0-10 cm) ve %7,65 nem düzeyinde 93.25 N olarak tespit edilmiştir. En düşük kesilme direnci ise C bölgesinde (20-30 cm) ve % 22.25 nem düzeyinde 26.7 N olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi, yapılan istatistiki analizler sonucunda nem (F= 1531.642***), sap bölgesi (4206.914***) ve nem x sap bölgesi interaksyonu (39.056***) arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge.4.2. Kesme dirençlerinin varyans analiz tablosu

Özellik	S.D.	Kareler toplamı	Kareler çizelge ortalaması	F
Nem (N)	3	42644.150	14214.717	1531.642***
Sap özelliği (SP)	2	78086.233	39043.117	4206.914***
N x SP	6	2174.800	362.461	39.056***
Hata	228	2116.000	9.281	
Genel	239	125021.183	523.101	

ns: Önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli *** : % 0.1 seviyesinde önemli

4.2. Pamuk Sapının Sap Parçalama Öncesi Bazı Fiziksel Özellikler

Pamuk sapının parçalanması öncesinde sap parçalama mekanizasyonuna etkide bulunan ve sap parçalama sonrası tarlada kalan pamuk sapı artık miktarının belirlenmesinde gösterge değeri olabilecek bitki yüksekliği, metrekarede bulunan pamuk sapı oranı ve kök boğazından itibaren üç farklı bölgeye ait pamuk sapı çaplarına ait değerler Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Hasat öncesi pamuğun bazı bitkisel özellikleri

	Bitki yüksekliği (cm)	Sap yoğunluğu (adet/m ²)	Sap çapı		
			A (0-10 cm)	B (10-20 cm)	C (20-30 cm)
Min.	65	9	10.5	7.6	6.1
Mak.	102	13	19.8	15.1	11.5
Ort.	79.36	10.6	14.12	11.55	9.06
SD	9.64	1.18	2.72	1.89	1.57
%VK	5.29	9.74	8.44	6.19	7.26

Çizelge 4.3. incelendiğinde, deneme alanında hasat sonrasında tarlada kalan pamuk saplarına ait bitki yüksekliği 65.00 cm ile 102.00 cm arasında değişmiş ve ortalama 79.36 cm olarak bulunmuştur. Sap yoğunluğunu belirlemek amacıyla metrekaredeki sap adedi incelenmiş ve metrekarede en düşük 9 adet ile 13 adet arasında pamuk sapı olduğu belirlenmiştir. Ortalama pamuk sapı yoğunluğu değeri ise 10.6 adet/m² olarak tespit edilmiştir. Pamuk sapı için arzu edilen parçalama yüksekliği toprağa en yakın olabilecek kısmı olmasına karşın bu çalışma kapsamında kök boğazından itibaren üç farklı bölgenin sap çapları da ölçülmüştür. Ortalama sap çapı değeri A bölgesinde (0-10 cm) 10.5 ile 19.8 cm arasında değişirken ortalama olarak 14.12 cm, B bölgesinde (10-20 cm) 7.6 ile 15.1 cm arasında değişirken ortalama 11.55 cm ve C bölgesinde (20-30 cm) 6.1 ile 11.5 cm arasında değişirken ortalama 9.06 cm olarak ölçülmüştür.

4.3. Parçalama Sonrası Fiziksel Özellikler

4.3.1. Parça boyutları

Denemelerde kullanılan makinelerde sap parçalama işleminden sonra elde edilen parça büyüklüklerinin dağılımları Çizelge 4.4., Çizelge 4.5., Çizelge 4.6., Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Yerel üreticiler tarafından üretilen ve pamuk saplarının parçalanması amacıyla kullanılan sap parçalama makinesi ile yapılan sap parçalama işleminden sonra, parça boyutları 6.97 cm ile 53.0 cm arasında değişmiştir. Ancak parça boyutları 0 cm ile 20 cm arasında yoğunlaşmıştır (yaklaşık % 85.34), Ortalama parça boyutu 13.38 cm olarak tespit edilmiştir. Varyasyon katsayısı % 32.30 olarak tespit edilmiştir. Buradan parçalama sonrası elde edilen parça boyutları arasında çok büyük fark olduğu sonucuna ulaşılabilir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Zincirli sap parçalama makinesi ile parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı

Sınıflar (cm)	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi Frekans
0-10.0	6.97	118	822.46	44.37
10.1-20.0	13.89	109	1514.01	40.97
20.1-30.0	25.63	19	486.97	7.14
30.1-40.0	33.76	13	438.88	4.89
40.1-50.0	45.0	5	225	1.87
50.1-60.0	53.0	2	106	0.76
Toplam		266	3593.32	100

$X_{ort} = 13.38$ $SD = 9.07$ $\%VK = 32.30$

Çizelge 4.5. Freze tipi sap parçalama makinesi ile parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı

Sınıflar (cm)	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi Frekans
0-10.0	3.27	268	1680.36	50.18
10.1-20.0	14.55	165	2400.75	30.89
20.1-30.0	23.71	51	1209.21	9.55
30.1-40.0	34.57	35	1209.95	6.55
40.1-50.0	43.64	12	523.68	2.26
50.1-60.0	52.66	3	157.98	0.57
Toplam		534	7181.93	100

$X_{ort} = 18.32$ $SD = 12.45$ $\%VK = 21.37$

Özel bir firma tarafından üretilen freze tipi sap parçalama makinesi ile yapılan sap parçalama denemeleri sonucunda parça boyutlarının 3.27 cm ile 52.66 cm arasında değişmiş ve ortalama parça boyutu 18.32 cm olarak tespit edilmiştir. Ancak parça boyutlarının çoğunluğu 0-20 cm aralığında yoğunlaşmaktadır (81.07) (Çizelge 4.5.).

Bir toprak işleme aleti olan düşey bıçaklı döner tırmık tarlada kalan sapsar üzerinde etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu denemelerde arazideki sapsarın parçalanma oranının oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ortalama parça boyutu 7.08 cm ile 74.62 cm arasında değişmiştir. Ancak parça boyutları 20 cm ile 50 cm arasında yoğunlaşmıştır (yaklaşık % 63.12), Ortalama parça boyutu 13.38 cm ve varyasyon katsayısı % 39.51 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalamada parça büyüklüğü frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi Frekans
0-10.0	7.08	24	552.24	12.12
10.1-20.0	15.40	27	1355.2	13.63
20.1-30.0	25.37	42	938.69	21.21
30.1-40.0	36.62	47	1061.98	23.73
40.1-50.0	47.73	36	811.41	18.18
50.1-60.0	57.71	14	807.94	7.08
60.1-70.0	74.62	8	516.96	4.04
Toplam		198	6044.42	100

$$X_{ort} = 28.36$$

$$SD = 17.01$$

$$\%VK = 39.51$$

Zincirli sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu ile yapılan sap parçalama denemeleri sonucunda sapsarın yalnızca parçalanmadıkları aynı zamanda bir miktarının toprağa gömüldükleri gözlenmiştir. Bu kombinasyonla yapılan sap parçalama işlemi sonucunda parça dağılımı en fazla 0-20 cm aralığında (% 86.25) olduğu gözlenmiştir. Ortalama parça boyutu ise 22.25 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Zincirli sap parçalama + Düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalama parça büyüklüğü frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.x	%Nisbi Frekans
0-10.0	6.39	149	952.11	53.98
10.1-20.0	13.96	89	1242.44	32.27
20.1-30.0	24.56	16	392.96	5.79
30.1-40.0	35.36	11	388.96	3.98
40.1-50.0	42.42	7	296.94	2.53
50.1-60.0	51.75	4	207	1.45
Toplam		276	3480,41	100

 $X_{ort} = 22.25$

SD= 16.41

%VK= 21.74

Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi freze tipi sap parçalama makinası ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu ile yapılan sap parçalama işlemi sonrasında sap parçacıklarının büyük bölümünün parçalandıktan sonra toprağa karıştığı gözlenmektedir. Toprak yüzeyinde kalan toplam sap parçacık miktarı 158 adettir. Toprak yüzeyinde kalan parçalanmış sapların büyük bölümü 0-20 cm aralığındaki parçalara aittir. Bu aralıktaki parçacık oranı % 79.11'dir. Bu kombinasyonla yapılan parçalama sonucunda ortalama sap parçacık boyutu ise 15.57 cm'dir

Çizelge 4.8. Freze tipi sap parçalama makinası + Düşey bıçaklı döner tırmık ile sap parçalama parça büyüklüğü frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.x	%Nisbi Frekans
0-10.0	7.71	59	454.89	37.34
10.1-20.0	14.42	66	951.72	41.77
20.1-30.0	26.57	21	557.97	13.29
30.1-40.0	36.50	8	292	5.06
40.1-50.0	44.50	2	89	1.27
50.1-60.0	55.50	2	111	1.27
Toplam		158	2456.58	100

 $X_{ort} = 15.57$

SD= 9.91

%VK= 19.25

Sap parçalama makineleri deney ilkelerine göre parçalanmış sap boyunun 10-15 cm ve %VK:20-30 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 1999). Bu araştırma kapsamında kullanılan 3 farklı makine ve 2 makine kombinasyonu ile yapılan sap parçalama denemelerinde tek başına düşey bıçaklı döner tırmık ile yapılan

denemelerde parça boyutlarının % 89'u 20-40 cm arasında değişmiş ve varyasyon katsayısı ise %VK:39.51 olarak bulunmuştur. Bu veriler belirtilen sınırların oldukça dışında kalmaktadır. Freze tipi sap parçalama makinesi ve zincirli sap parçalama makineleri ve makine kombinasyonları ile yapılan denemelerde ise belirtilen sınırlar içerisinde ya da bu sınırlara çok yakın değerler elde edilmiştir.

Sap parçalama denemeleri sonucunda bulunan değerler ayçiçeği sap parçalama ve toprağa karıştırılması işlemi üzerine Kocabıyık (2003), ve mısır sapının parçalanması üzerine Durdiyev (2002), tarafından yapılan denemelerde elde bulgularla da uyum içerisinde. Freze tipi sap parçalama makinesi, zincirli sap parçalama makinesi ve makine kombinasyonları ile sap parçalama işlemleriyle elde edilen parça büyüklüğü değeri ekimin kalitesini etkilemesi sebebiyle önerilmiş olan parça uzunluğu grubu içerisinde (Önal ve Aykas, 1997; Colwick ve ark., 1971).

Pamuk sapının parçalanması için standart bir değerlendirmenin yapılması için, kullanılabilecek rakamsal değerler makinelerin bir kez geçiş işlemi sonrası yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlardır.

4.3.2. Parçalama oranı

Araştırma kapsamında kullanılan makine ve makine kombinasyonlarının pamuk saplarını parçalama yeteneklerinin başka bir gösterge değeri olan parçalama oranı Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Parçalama oranı m²'de yer alan pamuk sapı sayısı içerisindeki parçalanmış pamuk sapı sayısı dikkate alınmıştır. Parçalama oranındaki en büyük değer 11.27 adet/m² olarak freze tipi sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonunda elde edilmiştir. Pamuk sapının parçalanmasındaki en küçük değer ise 3.95 adet/m² olarak düşey bıçaklı döner tırmık ile yapılan işlemde elde edilmiştir. Freze tipi sap parçalama makinesi ve freze tipi sap parçalama makinesi ile düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu ile elde edilen parçalama dereceleri arasında herhangi bir fark oluşmazken, bu iki yöntemden elde edilen sonuçlar diğer yöntemlere göre daha iyi derecededir. Düşey bıçaklı döner tırmık ile yapılan sap parçalama işlemi tek başına yeterli değildir. Parçalama dereleri arasında istatistiki açıdan (P<0.05) farklılıklar gözlenmiştir.

Çizelge 4.9. Sap parçalama makinalarının parçalama derecesi (adet/m)

Makine	Min.	Mak.	Ort.	SD	%VK
Freze tipi sap parçalama makinesi	8.74	11.25	10.22a	1.22	24.85
Zincirli sap parçalama makinesi	3.5	8.92	7.42b	2.34	34.66
Düşey bıçaklı döner tırmık	1.24	5.63	3.95c	1.78	40.77
Freze tipi sap par. mak.+Düşey bıç.döner tır.	9.24	12.0	11.27a	1.15	25.63
Zincirli sap parçalama mak + Düşey bıç.döner tırmık	6.89	10.45	8.53b	1.84	27.50

AÖF (P<0.05)=1.34

4.3.3. Tarla yüzeyinde kalan sap miktarı

Hasat sonrasında tarlada kalan pamuk saplarının parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde kalan miktarı adet olarak Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10.Parçalanmış pamuk sapı artıklarının yüzeyde kalan miktarı (adet/m²)

Parseller Makina	Min.	Max.	Ort.
Freze tipi sap parçalama makinesi	288	594	489a
Zincirli sap parçalama makinesi	182	326	274b
Düşey bıçaklı döner tırmık	67	218	173c
Freze tipi sap par. Mak.+Düşey bıç.döner tır.	52	117	76cd
Zincirli sap parçalama mak + Düşey bıç.döner tırmık	76	154	106c

AÖF (P<0.05)=92.51

Pamuk saplarının parçalama işlemi sonrasında tarla yüzeyinde en fazla artık 489 adet/m² olarak freze tipi sap makinesinin kullanıldığı deneme alanlarında bulunmuştur. Pamuk sap parçacık adedinin en az yüzeyde kalan artık miktarı ise 76 adet/m² olarak freze tipi sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonunda tespit edilmiştir. Kullanılan makinelere ve makine kombinasyonlarına bağlı olarak tarla yüzeyinde kalan artık miktarı arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11.). Freze tipi sap parçalama makinesi ile yapılan sap parçalama işleminde yüzeyde kalan sap miktarının fazla

olmasının nedeni parçalama işleminin oldukça iyi düzeyde olduğunun göstergesi olduğudur. Freze tipi sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu ile yapılan denemelerde ise yüzeyde kalan sap miktarlarının daha düşük olmasının sebebi düşey bıçaklı döner tırmık yüzeydeki sapların toprağa gömülmesinde etkili olduğudur.

4.3.4. Sap parçalama işlemi sonrasında arazi üzerinde sökülmeden kalan sap oranı ve boyutları

Pamuk saplarının parçalanmasına yönelik olarak tarla denemeleri sonrasında tarla yüzeyinde sökülmeden ve parçalanmadan kalan pamuk sapı oranı Çizelge 4.11’de verilmiştir. Sap parçalama makineleri ile sap parçalama işleminden sonra parçalanmış sapların tarla yüzeyinde kalanlarına ait frekans dağılım değerleri Çizelge 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden ve parçalanmadan kalmış sap oranı (adet/m²)

Makine	Min.	Mak.	Ort.	SD
Freze tipi sap parçalama makinesi	0	2	0.8c	1.0
Zincirli sap parçalama makinesi	3	7	4b	1.6
Düşey bıçaklı döner tırmık	6	11	8.0a	2.56
Freze tipi sap parçalama mak.+Düşey bıç.d.t	0	2	1.0c	1.0
Zincirli sap parçalama mak + Düşey bıç.d.t.	2	3	2.33c	0.3

AÖF (P<0.05)=1.74

Sap parçalama makineleri ile yapılan tarla denemeleri sonrasında arazi yüzeyinde hiç etkilenmeden kalan pamuk sapı miktarı değerinde en düşük oran ortalama 0.8 adet/m²olarak freze tipi sap parçalama makinesi ile yapılan tarla denemelerinde bulunmuştur. Buna karşında düşey bıçaklı döner tırmık ile yapılan tarla denemelerinde arazi yüzeyinde hiç etkilenmeden kalan sap miktarı 8.0 adet/m² olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Freze tipi sap parçalama makinası ile sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde kalan sapların boyutlarının frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi Frekans
0-3.1	1.5	2	3	2.94
3.1-6.0	4.6	10	46	14.71
6.1-10.0	7.96	28	222.88	41.17
10.1-15.0	12.8	10	128	14.71
15.1-20.0	17.07	13	221.91	19.12
20.1-25.0	21.33	3	63.99	4.41
25.1-30.0	27.5	2	55	2.94
Toplam		68	740.78	100

$X_{ort} = 10.89$

$SD = 5.88$

$\%VK = 22.18$

Freze tipi sap parçalama makinesi ile yapılan sap parçalama denemeleri sonucunda tarla yüzeyinde kalan sapların boyutlarının en fazla 6.1-10.0 cm aralığında (%41.17) olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak tarla yüzeyinde kalan sap boyutlarının ortalama değeri 10.89 cm olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Zincirli sap parçalama makinesi ile yapılan tarla denemelerinde ise tarla yüzeyindeki sapların sayısında büyük oranda artış olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında yüzeyde kalan sapların boyutlarının 20-30 cm aralığında olduğu gözlenmiştir. Bu değer sap parçalama açısından oldukça yüksek bir değerdir. Tarla yüzeyinde kalan sapların ortalama boyutları ise 23.46 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Zincirli sap parçalama makinası İle sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi Frekans
10.0-15.0	13.88	9	124.92	7.37
15.1-20.0	17.53	13	227.89	10.66
20.1-25.0	22.68	19	430.92	15.57
25.1-30.0	29.04	25	726	20.49
31.1-35.0	32.86	29	952.94	23.77
35.1-40.0	37.07	14	518.98	11.48
40.1-45.0	43.77	9	393.93	7.37
45.1->	53.0	4	212	3.28
Toplam		122	3587.58	100

$X_{ort} = 23.46$ $SD = 9.32$ $\%VK = 17.36$

Çizelge 4.14. Düşey bıçaklı döner tırmık İle sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi Frekans
10.0-15.0	14.63	12	175.56	6.15
15.1-20.0	18.22	11	200.42	5.64
20.1-25.0	22.68	19	430.92	9.74
25.1-30.0	27.33	17	464.61	8.72
31.1-35.0	32.86	29	952.94	14.87
35.1-40.0	36.45	43	1567.35	22.05
40.1-45.0	41.22	30	1236.6	15.38
45.1->	48.8	34	1659.2	17.44
Toplam		195	6687.6	100

$X_{ort} = 37.92$ $SD = 10.71$ $\%VK = 28.35$

Düşey bıçaklı döner tırmık ile yapılan arazi denemelerinde tarla yüzeyindeki sapların büyüklükleri ve adedi oldukça yüksek bulunmuştur. Ortalama sap boyutu 31.92 cm olarak bulunurken arazi yüzeyindeki sapların çoğunluğunun 31.1-40.0 cm aralığında (% 36.92) olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntemle yapılan denemelerde diğer iki makineye oranla sapların boyutlarının ve sayısının çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.15. Freze tipi sap parçalama makinası ve düşey bıçaklı döner tırmık İle sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort.(X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi frekans
0-3.1	2.95	24	70.8	33.33
3.1-6.0	4.71	19	89.49	26.39
6.1-10.0	8.44	12	101.28	16.67
10.1-15.0	13.85	5	69.25	6.94
15.1-20.0	17.4	8	139.2	11.11
20.1-25.0	22.9	4	91.6	5.56
Toplam		72	561.62	100

$X_{ort}= 5.79$

SD=4.78

%VK= 33.42

Düşey bıçaklı döner tırmık freze tipi sap parçalama aleti ve yöresel sap parçalama aletleri ile yaptığı kombinasyonlarda tarlada kalan sap yükseklikleri açısından elde edilen sonuçlar oldukça iyi düzeyde bulunmuştur. Tarla yüzeyinde kalan ortalama sap yüksekliği freze tipi sap parçalama makinesi + Düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu için 5.79 cm ve yöresel sap parçalama makinesi + Düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu için 7.55 cm olarak tespit edilmiştir. Her iki yöntemde de arazi yüzeyinde kalan sapların frekans dağılımının 0-10.0 cm arasında yoğunlaştığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.16. Zincirli sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık İle sap parçalama işleminden sonra tarla yüzeyinde sökülmeden kalan sapların boyutları frekans dağılımı

Sınıflar	Sınıf ort. (X)	Frekans (f)	f.X	%Nisbi Frekans
0-3.1	2.34	32	74.88	22.54
3.1-6.0	4.01	29	116.29	20.42
6.1-10.0	7.4	27	199.8	19.01
10.1-15.0	14.04	22	308.88	15.49
15.1-20.0	19.5	14	273	9.86
20.1-25.0	23.2	12	278.4	8.45
25.1-30.0	27.89	6	167.34	4.22
Toplam		142	1418.59	100

$X_{ort}= 7.55$

SD= 5.07

%VK= 28.82

4.4. Makinelerin Temel Performans Değerleri

Denemelerde kullanılan makinelerin çalışma hızları, yakıt tüketimleri, net iş başarısı, teorik iş başarısı ve tarla etkinliği değerleri Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Pamuk sapının parçalanmasına yönelik olarak kullanılan makine ve makine kombinasyonları içerisinde en yüksek çalışma hızı toplamda freze tipi sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu uygulamasında 13.6 km/h olarak tespit edilmiştir. Makinelerin tek başına kullanımında ise en yüksek çalışma hızı 7.1 km/h çalışma hızı ile düşey bıçaklı döner tırmık kullanımında elde edilmiştir. Tek başına makine kullanımında en düşük yakıt tüketimi 5.0 l/da ile yöresel sap parçalama makinesinde elde edilmiştir. Bunun yanında en iyi parçalama performansı sergileyen freze tipi sap parçalama makinesi ile yapılan sap parçalama işleminde 6.6 l/da yakıt tüketimin olduğu tespit edilmiştir. Makine kombinasyonları ile yapılan tarla denemelerinde ise en düşük yakıt tüketim değeri 11.1 l/da ile zincirli sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu ile yapılan tarla denemelerinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Denemelerde kullanılan makinelerin temel performans değerleri

Makine	Çalışma Hızı (km/h)	Yakıt Tüketimi (l/ha)	Net İş Başarısı (da/h)	Teorik İş Başarısı (da/h)	Tarla Etkinliği (%)
Freze tipi sap parçalama makinesi	3.5	6.6	8.8	12.96	0.68
Zincirleme sap parçalama makinesi	6.1	5.0	10.4	12.744	0.82
Düşey bıçaklı döner tırmık	5.5	7.1	6.6	11	0.60
Freze tipi sap parçalama mak + Düşey bıç.d.t.	9.1	13.6	14.0	18.2	0.77
Zincirleme sap parçalama mak + Düşey bıç.d.t.	11.6	11.1	16.0	23.2	0.69

Araştırma sonucunda, sap parçalama konusunda yapılmış olan başka çalışmalarda elde edilen sonuçlara yakın ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Düşey bıçaklı döner tırmık ve freze tipi sap parçalama makinesi haricinde kullanılan diğer makine ve makine kombinasyonlarında net iş başarısı verilen bu değerden yüksek bulunmuştur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Üretim miktarı ve alanı ile Türkiye’de ve özellikle GAP Bölgesinde önemli bir paya sahip olan pamuk üretimden sonra tarlada kalan pamuk sapı artıklarının mekanizasyona yönelik özelliklerinin belirlenmesi ve bu artıkların tarla koşullarında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda pamuk sap artıklarını parçalamak için freze tipi sap parçalama makinesi, zincirli sap parçalama makinesi ve düşey bıçaklı döner tırmık olmak üzere üç farklı makine ve bu makinelerin kombinasyonu kullanılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

1. Pamuk sapının bazı fiziko mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan testler sonucunda sapın farklı bölgelerine uygulanan kesme testlerin sonucunda maksimum kesme kuvveti sapın farklı bölgelerine (0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm) ve yapısal özelliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Sap nem düzeyinin ve sap çapının artmasıyla birlikte kesme direnci de artmaktadır. Yani sapın nem oranı mekaniksel özellikleri doğrudan etkilemektedir.

2. Pamuk hasadı sırasında bitkinin yok denecek kadar az bir kısmı mekanik olarak işlem görmüş büyük bir kısmı herhangi bir mekanik işleme uğramadan tarlada kalmıştır. Bu artıklar miktar, sayı ve boyut olarak büyük bir yoğunluğa sahiptir. Pamuk sap artıklarının, gerek geleneksel olarak, gerekse sanayide tam bir kullanım alanı olmamasından dolayı tarlada kalması, bir takım sorunlara yol açabilmektedir. Bir sonraki tarımsal üretim dönemi için uygulanacak mekanizasyon işlemlerini aksatmaması, organik bir kaynak olması nedeniyle bu büyük potansiyelin tarla şartlarında değerlendirilmesi önerilir.

3. Parçalanmış sapların büyüklük dağılımları ve ortalama büyüklükleri arasında makinelere göre önemli farklar oluşmuştur. Parça büyüklüklerinin 20-22,5 cm olması durumunda makinelerin çalışmasının engellediği ve ekimin kalitesi açısından düşünüldüğünde; ekim makinelerinin gömücü ayaklarında tıkanmalara neden olacağı 7.5 cm' den küçük olduğunda ise çok az bir ek yarar sağlanacağı belirtilmiştir.

4. Parçalama işleminden sonra yüzeyde kalan artık miktarı Freze tipi sap parçalama makinesinin kullanıldığı parsellerde diğer sap parçalama makinelerinin kullanıldığı parsellerden daha fazla olmasına karşılık, gömme oranları freze tipi sap parçalama makinesi ve makine kombinasyonlarının kullanıldığı parsellerde en iyi sonuç elde edilmiştir. Yüzey kaplama oranı değerleri içerisinde en iyi sonuç freze tipi sap parçalama makinesinin kullanılmasıyla elde edilmiştir. Bu durumda freze tipi sap parçalama makinesi pamuk sapının parçalanması işlemi için ideal bir makine olarak önerilebilir.

5. Makinelerin çalışma hızları, iş başarıları ve yakıt tüketimi açısından en iyi sonuçlar pamuk sapının parçalanma oranı da dikkate alındığında freze tipi sap parçalama makinelerinin kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Günümüzde pamuk saplarını parçalamak için kullanılan freze tipi sap parçalama makinesi ve zincirli sap parçalama makinesi ile parçalama etkinliğini artırabilmek için geçiş sayısının üreticiler tarafından artırılması bu makinelerin performanslarında olumsuz yönde değişikliklere neden olmakta ve birim alana düşen parçalama maliyeti, iş gücü gereksinimi, enerji girdileri artmaktadır. Bu nedenle sap parçalama makinesi ile birlikte bir toprak işleme aletinin kullanılması her ne kadar yakıt tüketimi, zaman ve iş gücü kullanımını bir miktar arttırsa da parçalama sonrasında sap parçacıklarının toprağa gömülme oranını artırdığından tavsiye edilebilir

KAYNAKLAR

- ACAROĞLU, M., 2001. Tarımsal Üretimde Enerji Bilançolar 1, Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O.42031 Kampus Konya, Selçuk-Teknik Online Dergisi, ISSN 1302-6178 Volume 2, Number:2.
- AÇIKGÖZ, N., AKBAŞ, M. E., MOGHADDAM, A., ve ÖZCAN, K., 1994. PC'ler için Veri Tabanlı Esaslı Türkçe İstatistik Paketi: TARİST, 1. Tarla Bitkileri Kongresi, 24-28 Nisan, İzmir, s.264-267.
- ALMA, M. H., BAŞTÜRK, M.A., ve ÇETİN N.S., 2001. Yenilenebilir Lignoselülozik Atıklardan Hidrojen Üretimi, Yenilenebilir Doğal Kaynaklardan Enerji Üretimi Sempozyumu TMMOB, Ekim, Kayseri.
- ALMA, M. H., and ACEMIOĞLU, B., 2002. A Kinetic of Sulfuric Acid Catalyzed Liquefaction of Wood into Phenol. 12 th European Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, pp.1243-1246.
- ALİBAŞ, K., ve ÜNAL, H., 1995. Ülkemizdeki Sap Samanın Enerji Potansiyeli ve Sap-Saman Yakıcıların Çalışma Prensipleri, Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi 5-7 Eylül, Bursa.
- ALMA, M.H., 2007. <http://www.focusdergisi.com.tr/bilim-insanlari/soylesiler/00251/>
- ANNAMALAI, K., SWEETEN, J.M., and RAMALINGAM S.C., 1987. Estimation of gross heating values of biomass fuels, American Society of Agricultural Engineers, 30(4):1205-1208.
- ANONİM, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Tarım Alet ve Makineleri Daire Başkanlığı Ankara. ISBU: 97540703903
- ANONİM, 2000. SEKA 2000 Yılı Sektör Raporu, 11s.
- ANONİM, 2006. Toprak Analiz Sonuçları, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Şanlıurfa.
- ANONİM, 2007. T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Şanlıurfa Meteoroloji İstasyonu.
- AYDEMİR, M., 1982. Pamuk ıslahı, Yetiştirme Tekniği ve Lif Özellikleri, T.K.B. Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Yayınları No.3, s.233-343.
- BAŞOĞLU, M., 1964. Pamuk Tarla Temizliğinde Pamuk Saplarının Sapkeserle Parçalanarak Toprağa Verilmesinin Zirai Mücadele. Toprak İslahı ve Gübre Bakımından Değeri, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Denizli Zirai Mücadele Müdürlüğü Yayını, Denizli, 31s.
- BAYHAN, Y., GÖNÜLOL, E., YALÇIN, H., ve KAYIŞOĞLU, B. 2001. İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Azaltılmış Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim uygulamaları, Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül, Şanlıurfa. s.96-102.
- BURR, C.A., ve SHELTON, D.P., 2001. Winter Weathering Influences on Percent Soybean Residue Cover. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 17(2)-159-164.
- CANNON, M.D., 1966. New design principle for crop-residue disposal equipment, Transactions of the ASAE., pp.781- 784.
- COLWICK, R.F., JONES, J.W., and FULGHAM, F., 1971. Crop residue disposal-tillage-planting relationships, Transactions of the ASAE., 14(1):114-120.

- ÇAKIR, E., 1995. The Mechanics of Cutting Plant Residue on a Right and Soil Surface. ASAE, pp.94-1003.
- ÇAKIR, E., JOHNSON, C.E., RAPER, R.L., and SCHAFER, R.L., 1997. Bitki Artıklarının Toprak Zeminde Kesilmesinin Mekanığı, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül, Tokat. s.966-974.
- DICKEY, E.C., JASA, P.J., and SHELTON, D.P., 1986. Estimating Residue Cover. NebGuide G86-793. Cooperative Extension. University of Nebraska, Lincoln, USA.
- DURDİYEV, D., ve DURSUN, E., 2002. Sap Parçama ve Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Mısır Saplarının Toprağa Karıştırılmasına Etkilerinin Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 8(1); 79-87.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., ve GÜRBÜZ, F., 1983. Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021/295. Ankara.
- EDWARD, T.G., and LOFTY, J.R., 1979. The effects of straw residues and their disposal on the soil fauna. Proceedigs of Symposium on the Straw decay and Workshop on Assesment technigues, Held at Hatfield Polytechnic, pp.37-44.
- EVCİM, Ü., ve YUMAK, H., 1988. Pamuk Sapı Sökme Makinesinin Dizayn Parametreleri, III. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu. Foça-İzmir, s.481-487.
- EVCİM, H.Ü., 2004. <http://www.trakmak.com/nhsohbet//index.asp?Subject=4-5-anason-yetistirciligi>
- FAO., 2007. <http://www.fao.org>
- GODWİN, R.J., 1990. Agricultural engineering in development: tillage for crop production in areas of low rainfall. FAO agricultural Services Bulletin. 83, Rome.
- GÖKSEL, E., 1982. Pamuk Saplarının Selüloz ve Kağıt Endüstrisinde Kullanım Olanakları Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, 29s.
- GUHAGARKAR, S.J., 1997. Cotton stalks for commercial production of glucose, American Society of Agricultural Engineers, 40(1):169-171.
- GÜRSOY, S., 2002. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Pamuk-Buğday Tohum Yatağı Hazırlığı ve Ekim Şeklinin Belirlenmesi, Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü.
- GÜLER, C., ÖZEN, R., 2002. Pamuk Saplarından Yonga Levha Üretimi, GAP IV. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, 06-08 Haziran, Şanlıurfa.
- HICKMAN, J.S., ve SCHOENBERGER, D.L., 1989. Estimating Soybean and Sunflower Residue. L-783, Cooperative Extension. Service of Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA.
- IŞIK, A. ve SABANCI, A., 1986. Çukurova Bölgesinde Pamuk Üretim Mekanizasyonu ve Sorunları, Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal kongresi Bildiri Kitabı, Adana, s.148-161.
- İNCEKARA, F., 1971. Endüstri Bitkileri ve Islahı (Lif Bitkileri ve Islahı), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, No:9, Bornova-İzmir, s.75-76.
- JANUSZ, H., SZOT, B., KOREJTOKO, J., and GRUNDAS, S., 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. pp.191-199.

- KAFESÇİOĞLU, R., ve GÜRDAL, E., Çağdaş Yapı Malzemesi Alker, Alçılı Kerpiç, <http://atlas.cc.itu.edu.tr/ç/isikb/alker03doc-01.html>.
- KARAGÖZ, Y., ve KEÇECİOĞLU, G., 1999. Sap Parçalama Makinesi Bıçak Bağlantı Kulaklarının Ana Boruya Kaynaklı Yerlerinin Kırılma Sebeplerinin Araştırılması, Tarım Bilimleri Dergisi. 5(3):48-47
- KARAKAYA, N.E., ve YILDIZ, Y., 1990. Çukurova Bölgesinde Pamuktan sonra Buğday Tarımında Uygulanan Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin ürün Verimi zaman Tüketimi ve Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması. 4. Uluslararası tarımsal mekanizasyon ve enerji kongresi, 1-4 Ekim, Adana. s.105-113.
- KAYIŞOĞLU, B., 1993. Tekirdağ İlinde Ayçiçeği ve Buğday Üretiminde Kullanılan Alet ve makinelerin İş Başarıları ile yakıt tüketimlerinin saptanması üzerine Bir araştırma. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. Tekirdağ. 2(1):39-45.
- KEMP, D.C., and MATTHEVWS, M.D.P., 1982. The development of a cotton stalk pulping machine, Journal of Agricultural Engineering Research, 27: 201-213.
- KIRCI, H., ÖZTÜRK, E., and EROĞLU, H., 1997. Alkali sulfite anthraquinone ethanol (ASAE) pulping of cotton stalk (*Gossypium hirsutum* L.), Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 21: 573-577.
- KOCABIYIK, H., ve KAYIŞOĞLU, B., 2004. Ayçiçeği Sapının Kesilme Özelliklerinin Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Dergisi.10(3):263-267.
- KOCABIYIK, H., 2003. Ayçiçeği Anızının Parçalanması, Anız Parçalama Kullanılacak Prototip Bir Makinanın Tasarımı ve İmalatı Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Edirne.
- LINDLEY, J.A., and SIMITH, G.M., 1988. Heat Energy from Sunflower Residue. Transactions of The ASAE., 31(4):1197-1202.
- LYON, D.J., 1998. Sunflower Residue Weight and Ground Cover Loss During Summer Fallow. Journal of Soil and Water Conservation, 53(1):71-73.
- METCALFE, J.P., 1986. Firing of boilers and furnaces with non_fossil fuels, Agricultural Engineer, 41(1):17-27..
- 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.
- NIELSEN, D. C. ve R.M. AIKEN, 1998. Wind speed Above and Within Sunflower Stalks Varying in height and Population. Journal of Soil and Water Conservation, 53(4):347-352 .
- ORUÇ, E., Pamuk Sapının Odun Yaptı. <http://www.yasadikca.com/dbread.php?id=28&cat=2>.
- ÖNAL, İ., AYKAS, E., 1997. Hasat Sonrası Pamuk Saplarının Toprağa Kazandırılmasında Kullanılan Teknik ve makineler, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi 17-19 Eylül, Tokat.
- ÖZMERZİ, A. ve BARUT, Z. 1996. İkinci ürün susamda farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin karşılaştırılması, 6. Uluslar arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji kongresi, Ankara. s.472-481.
- SALİSBORY, D., 1981. Can bales become a practical fuel source, Agricultural Engineering, July-1981, 25p.
- SHELTON, D.P., KACHMAN, S.D., DICKEY, E.C., FAIRBANKS, K.T., and JASA, P.J., 1994. Tillage and Planting System, Stalk Chopper, and Knife

- Applicator Influences on Corn Residue Cover. Applied Engineering in Agriculture, 10(29): 255-261.
- SUMNER, H.R., HELWING, R.E., and MONROE, G.E., 1984. Storing biomass in round bales, Agricultural Engineering, 65(9):19-21.
- ŞAHİN, G., 1998. Ayçiçeği Saplarının Tarladan Kaldırılması Üzerine Bir Araştırma. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı. Yüksek lisans Tezi, Tekirdağ.
- TUIK., 2006. <http://www.tuik.gov.tr>
- ÜLGER, P., GÜZEL, E., KAYIŞOĞLU, B., EKER, B., AKDEMİR, B., PINAR, Y., BAYHAN, Y., ve SAĞLAM, C., 2002. Tarım Makineleri İlkeleri (Gözden Geçirilmiş İkinci baskı). Fakülteler Matbaası. İstanbul.
- ÜĞÜTMEN, S. ve BAŞÇETİNÇELİK, 1986. Bazı Tarımsal Artıkların Isıl Değerlerinin Saptanması, 10. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi bildiri kitabı. Adana. s.295-303.
- YUMAK, H., ve EVCİM, Ü., 1988. Prototip Pamuk Sapı Sökme Makinesi, Tarımsal Mekanizasyon 11.Ulusal Kongresi 10-12 Ekim, Erzurum.
- YUMAK, H., 1990. Pamuk Sapı Sökme Makinesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir. (Yayımlanmamış).
- ZEREN, Y. ve GÜZEL, E., 1982. Çukurova Bölgesinde İmal Edilen Sap Kesme Makinelerinin İş Genişliği Üzerine Bir Araştırma, 7.Tarımsal Mekanizasyon Semineri, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinde doğdu. İlkokulu Şanlıurfa'da Vatan ilkokulunda, ortaokul ve lise eğitimini Şanlıurfa Özel Fırat Lisesinde tamamladı. 1999-2003 yılları arasında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Bölümü Tarım Makineleri alt programında Lisans eğitimini tamamladı. 2003-2004 yılları arasında bilgisayar ve İngilizce kurslarına giderek sertifikalarını aldı. 2004 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimine başladı.

ÖZET

Bu tez çalışmasında pamuk hasat sonrasında tarla yüzeyinde kalan pamuk sapının bazı fiziko-mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi ve farklı sap parçalama makineleri kullanılarak sap parçalama etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır.

Pamuk sapının farklı nem düzeyleri için kök boğazından itibaren her 10 cm den itibaren üç farklı bölgeye ayrılmış ve üç farklı bölgesinin ortalama sap çapları ve kesilme dirençleri belirlenmeye çalışılmıştır. Sap kalınlığındaki artışa paralel olarak kesilme direncinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca pamuk sapının nem düzeyindeki artışla birlikte kesilme direncide artmıştır.

Pamuk sapının parçalanması amacıyla freze tipi sap parçalama makinası, zincirli üretim sap parçalama makinası ve bir toprak işleme makinası olan düşey bıçaklı döner tırmık olmak üzere 3 farklı sap parçalama makinası kullanılmıştır. En etkin sonuç freze tipi sap parçalama makinası ile yapılan denemelerde elde edilmiştir. Ancak freze tipi sap parçalama makinası ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu ile yapılan denemelerde parçalanan sapların toprağa karıştığı ve bir sonraki ekim dönemi için uygun bir toprak zemini hazırlandığı gözlenmiştir.

Yakıt tüketimi ve iş başarıları karşılaştırıldığında en uygun zaman ve yakıt tüketimi zincirli sap parçalama makinası ile yapılan denemelerde elde edilmiştir. Buna karşın en yüksek zaman ve yakıt tüketimi freze tipi sap parçalama makinası ve düşey bıçaklı döner tırmık kombinasyonu ile yapılan denemelerde elde edilmiştir.

SUMMARY

At this thesis study, by using the different stalk smashing machines for the determination of some physical-mechanical features of cotton stalk. The stalk smashing has been tried to be determined.

The cotton stalks have been separated to three different parts for every 10 cms from the root level for it has different humidity levels and the average stalk diameter and cut resistance have been tried to be determined. Moreover with the increase of humidity in cotton stalk, the cut resistance has increased.

Three different stalk smashing machines have been used: stalk smashing machine in milling style, chained stalk machine in milling style, chained stalk machine, soil processing machine, soil processing machine and revolving scratch with perpendicular knife.

The best results have been achieved with the stalk smashing machine in milling type. Yet, the experiments did with the stalk smashing machine in milling type with rot tiller combination. It has been observed that the smashed stalk mixed to soil and prepared an appropriate soil surface for the future sowing period.

When compared to oil consumption and work perfection the best timing and economical oil consumption have been achieved at the experiments done by the chained stalk smashing machines. In spite of this, the highest time and oil consumption have been achieved at the experiments done by the stalk smashing machine in milling type with revolving scratch with perpendicular knife combination.