T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FASULYENİN HASAT-HARMAN MEKANİZASYONU VE GELİŞTİRME OLANAKLARI

Mehmet Hakan SONMETE

DOKTORA TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
KONYA, 2006

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FASULYENİN HASAT-HARMAN MEKANİZASYONU VE GELİŞTİRME OLANAKLARI

Mehmet Hakan SONMETE

DOKTORA TEZİ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu tez 22.09.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fikret DEMİR	Prof. Dr.Osman YALDIZ	Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
(Danışman)	(Üye)	(Üye)

Doç. Dr. Cevat AYDIN	Doç. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI
(Üye)	(Üye)

ÖZET

Doktora Tezi

FASULYENİN HASAT-HARMAN MEKANİZASYONU VE GELİŞTİRME OLANAKLARI

Mehmet Hakan SONMETE

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Fikret DEMİR

2006, 100 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Osman YALDIZ
Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Prof. Dr. Fikret DEMİR
Doç. Dr. Cevat AYDIN
Doç. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI

Bu araştırmada, kuru fasulye hasadında, yoğun işgücü gerektiren elle hasat dışındaki farklı yöntemlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, fasulye hasat-harmanı için üç farklı yöntem kullanılmış ve bu yöntemler iki farklı yerel fasulye popülasyonunun (Kanada ve Sarıkız) yetiştirildiği tarlalarda denenmiştir.

I.Yöntem: Elle yolma, öbek yapma, harman makinası ile harmanlama.
II.Yöntem: Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile biçme, öbek yapma, harman makinası ile harmanlama.
III.Yöntem: Prototip hasat-harman makinası ile hasat ve harmanlama.

Bu yöntemlerdeki işgücü tüketimi, iş verimi, toplam tane kayıpları, enerji tüketimleri ile bitkinin mekanizasyona yönelik bazı özellikleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarında sırasıyla I.Yöntemde toplam tane kayıpları %9.029 ve %6.955, toplam tüketilen enerji 2121.81 MJ/ha ve 1866.41 MJ/ha bulunmuştur. II.Yöntemde bu değerler sırasıyla % 25.279 ve %22.301, 1087.73 MJ/ha ve 1050.25 MJ/ha'dır. III.Yöntemde ise % 19.380 ve %18.006, 873.76 MJ/ha ve 868.33 MJ/ha olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kuru fasulye, tane kayıpları, işgücü tüketimi, iş verimi, hasat-harman makinaları, enerji tüketimi.

ABSTRACT

PhD Thesis

THE HARVESTING-THRESHING MECHANIZATION OF DRY BEAN AND ITS IMPROVEMENT POSSIBILITIES

Mehmet Hakan SONMETE

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Machinery

Supervisor : Prof. Dr. Fikret DEMİR

2006, 100 Page

Jury: Prof. Dr. Osman YALDIZ
Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Prof. Dr. Fikret DEMİR
Assoc. Prof. Dr. Cevat AYDIN
Assoc. Prof. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI

In this research it was aimed to improve different methods apart from manual harvesting requires intensive labour in dry bean harvesting. For this purpose three different methods were used for bean harvesting-threshing and these methods were tested in fields where two different local bean population (Canada-Sarikiz) were cultivated.

I.Method: Hand pulling, piling, threshing by thresher.
II.Method:Cutting by double knife mower, piling, threshing by thresher.
III.Method: Harvesting-threshing by prototype harvesting-threshing machine.

Labour requirments, work efficiency, total grain losses, energy consumptions and some characteristics related to plant mechanization were determined in these methods.

Consequently, it was found that total grain losses and consumed energy in Canada and Sarikiz bean population were 9.029-6.955 % and 2121.81 $MJ.ha^{-1}$-1866.41 $MJ.ha^{-1}$ in the first method, 25.279-22.301 % and 1087.73 $MJ.ha^{-1}$-1050.25 $MJ.ha^{-1}$ in the second method, 19.380-18.006 % and 873.76 $MJ.ha^{-1}$ -868.33 $MJ.ha^{-1}$ in the third method, respectively.

Key Words: Dry bean, grain losses, labour requirments, work efficiency, harvesting-threshing machines, energy consumption.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın doktora tezi olarak planlanıp yürütülmesinde beni yönlendiren yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Fikret DEMİR'e ve Doç. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI'na, makina çizimlerinde yardımcı olan Arş. Gör. Ali Yavuz ŞEFLEK'e, tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Osman YALDIZ ve Prof. Dr. Kazım ÇARMAN'a, Tarım Makinaları Bölümü diğer öğretim elemanlarına, arazi temini ve arazi çalışmalarında yardımcı olan İbrahim BÜYÜKESEN'e, çalışmada kullanılan makinalar üzerinde değiştirilen ve ilave edilen düzenler ile ilgili yapılan işlerde yardımcı olan Özyatağanlı Tarım Makinaları A.Ş. ve Öztunçlar Tarım Makinaları A.Ş.'ye, çalışmayı maddi olarak destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Konya, 2006 Mehmet Hakan SONMETE

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No **Sayfa No**

1.1. 2005 Yılında Dünya'da Yemeklik Tane Baklagillerin Ekim Alanı, Üretim ve Verimler Değerleri 2
1.2. 1980-2003 Yıları Arasında Türkiye'de Fasulye Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri 3
1.3. 2005 Yılında Türkiye'de Yemeklik Tane Baklagillerin Ekim Alanı, Üretim ve Verimler Değerleri 4
1.4. 2002 Yılında Türkiye'de En Fazla Fasulye Yetiştirilen 10 İlimizde Fasulye Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri 4
1.5. 2005 Yılıda Konya'nın En Fazla Fasulye Yetiştirilen Bazı İlçelerinde Fasulye Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri 5
2.1. Çalı Fasulyesi Hasat Yöntemleri ve Bunlara İlişkin Teknik Karakteristikler ... 16
2.2. Biçme Yüksekliğinin Tarla Ortalama Verimine Etkisi 23
3.1. Deneme Alanının 2005 ve Uzun Yıllara İlişkin Bazı Önemli İklim Değerleri 27
3.2. Çift Bıçaklı Çayır Biçme Makinasının Bazı Teknik Özellikleri 28
3.3. Prototip Hasat-Harman Makinasının Bazı Teknik Özellikleri 32
3.4. Harman Makinasının Bazı Teknik Özellikleri 41
3.5. Kanada Fasulye Popülasyonu İçin Deneme Parsellerinin Ölçüleri 45
3.6. Sarıkız Fasulye Popülasyonu İçin Deneme Parsellerinin Ölçüleri 45
4.1. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Tane Düşey Dağılımı 60
4.2. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Nem Seviyesi Değişimi 61
4.3. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Tane Boyut Dağılımı 62
4.4. Makinaların Hava Çıkış Ağızlarından Elde Edilen Hava Hızı Değerleri 62
4.5. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Hasat Yöntemlerinde İlerleme Hızı ve Anız Yüksekliği Değerleri 65
4.6. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Denemelerinde Çeşitli İşlemlerde Kullanılan Makinaların Efektif İş Genişliği ve Efektif Alan İş Verimi Değerleri 66

Çizelge No **Sayfa No**

4.7. Kanada ve Sarıkız Popülasyonlarında I.Yöntemde Oluşan Tane Kayıp Ortalamaları (%) 67
4.8. Kanada ve Sarıkız Popülasyonlarında II.Yöntemde Oluşan Tane Kayıp Ortalamaları (%)....69
4.9. Kanada ve Sarıkız Popülasyonlarında III.Yöntemde Oluşan Tane Kayıp Ortalamaları (%)....70
4.10. Kanada Popülasyonunda Toplam Tane Kaybına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler (%) ve LSD Testi Sonuçları....72
4.11. Sarıkız Popülasyonunda Toplam Tane Kaybına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler (%) ve LSD Testi Sonuçları....72
4.12. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde İnsan Enerji Eşdeğerleri 73
4.13. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde İnsan Enerji Eşdeğerleri 73
4.14. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde Makina Yakıt ve Yağ Tüketiminin Enerji Eşdeğerleri 73
4.15. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde Makina Yakıt ve Yağ Tüketiminin Enerji Eşdeğerleri 73
4.16. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde Traktör+Makina Yapım Enerjisi Gereksinimleri 74
4.17. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde Traktör+Makina Yapım Enerjisi Gereksinimleri 74
4.18. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde Toplam Enerji Gereksinimleri 74
4.19. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde Toplam Enerji Gereksinimleri 76
4.20. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman Aşamalarında Enerji Gereksinimi 76
4.21. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman Aşamalarında Enerji Gereksinimi 76
4.22. Kanada Popülasyonunda Toplam Enerji Tüketimlerine Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları 77
4.23. Sarıkız Popülasyonunda Toplam Enerji Tüketimlerine Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları 77

Çizelge No **Sayfa No**

4.24. Kanada Popülasyonunda Toplam Tane Kaybı Yüzdelerinin Enerji Eşdeğerleri ile Toplam Enerji Tüketimi Değerlerinin Toplamına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları 78

4.25. Sarıkız Popülasyonunda Toplam Tane Kaybı Yüzdelerinin Enerji Eşdeğerleri ile Toplam Enerji Tüketimi Değerlerinin Toplamına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları 78

4.26. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Arası Farklılıklara Ait Varyans Analizi Sonuçları 79

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No **Sayfa No**

2.1. Kendi yürür hasat makinası 15
3.1. Kanada fasulye popülasyonu ekilmiş tarlanın genel görünüşü 25
3.2. Sarıkız fasulye popülasyonu ekilmiş tarlanın genel görünüşü 25
3.3. Çift bıçaklı çayır biçme makinasının ve ilave edilen namlu düzeninin genel görünüşü 28
3.4. Çift bıçaklı çayır biçme makinasının ve ilave edilen namlu düzeninin şematik görünüşü 29
3.5. Prototip hasat-harman makinasının biçme ve pikap düzeni 30
3.6. Prototip hasat-harman makinasının sap kıyıcı ve pnömatik iletim düzeni 31
3.7. Sap kıyıcı ve pnömatik iletim düzenin şematik görünüşü 31
3.8. Biçme ve pikap düzenin şematik görünüşü 32
3.9. Prototip hasat-harman makinasının genel görünüşü 34
3.10. Prototip hasat-harman makinasının şematik görünüşü 35
3.11. Prototip hasat-harman makinasının hareket iletim tertibatı 37
3.12. Prototip hasat-harman makinasının aspiratörü 38
3.13. Prototip hasat-harman makinasının batör-kontrbatör ve saman ünitesi 38
3.14. Prototip hasat-harman makinasının vantilatörü 39
3.15. Prototip hasat-harman makinasının saman aspiratörü 39
3.16. Prototip hasat-harman makinasının sarsakları 39
3.17. Harman makinasının genel görünüşü 40
3.18. Harman makinasının şematik görünüşü 42
3.19. Fasulyelerin elle yolunarak hasadı ve öbek yapılması 45
3.20. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile fasulye hasadı 46
3.21. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile hasat işleminden sonra oluşan fasulye namluları 46
3.22. Prototip hasat-harman makinası ile fasulye hasadı 47
3.23. Harman makinası ile fasulye harmanı 47
3.24. Bitkide tane düşey dağılım katmanlarının şematik görünüşü 49

Şekil No **Sayfa No**

4.1. Prototip hasat-harman makinasının aspiratör hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri.....63
4.2. Prototip hasat-harman makinasının sağ vantilatör hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri.....63
4.3. Prototip hasat-harman makinasının sol vantilatör hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri.....64
4.4. Prototip hasat-harman makinasının saman aspiratörü hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri.....64
4.5. Harman makinasının saman aspiratörü hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri.....65
4.6. Kanada popülasyonunda I.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları.....68
4.7. Sarıkız popülasyonunda I.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları.....68
4.8. Kanada popülasyonunda II.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları.....69
4.9. Sarıkız popülasyonunda II.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları.....70
4.10. Kanada popülasyonunda III.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları.....71
4.11. Sarıkız popülasyonunda III.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları.....71
4.12. Kanada popülasyonunda uygulanan yöntemlere ait enerji tüketimleri.....76
4.13. Sarıkız popülasyonunda uygulanan yöntemlere ait enerji tüketimleri.....76

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ÇİZELGE LİSTESİ iv
ŞEKİL LİSTESİ vii
İÇİNDEKİLER ix
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 7
3. MATERYAL VE METOT 25
3.1. Materyal 25
3.1.1. Deneme yeri 25
3.1.2. Deneme yerinin toprak özellikleri 26
3.1.3. Deneme yerinin iklim özellikleri 26
3.1.4. Fasulye bitkisi 27
3.1.5. Fasulye hasat-harman denemelerinde kullanılan alet ve makinalar 27
3.1.5.1. Çift bıçaklı çayır biçme makinası 27
3.1.5.2. Prototip hasat-harman makinası 30
3.1.5.3. Harman makinası 40
3.1.6. Güç kaynağı olarak kullanılan traktör 43
3.1.7. Ölçümlerde kullanılan alet ve cihazlar 43
3.2. Metot 44
3.2.1. Bitkiye ilişkin ölçümler 48
3.2.2. Hava hızı ölçümü 51
3.2.3. Zaman ölçümleri ve iş verimi 51
3.2.4. İş Verimi 52
3.2.5. Efektif iş genişliği 53
3.2.6. İlerleme hızı 53
3.2.7. Anız yüksekliği 54
3.2.8. Kayıp ölçümleri 54
3.2.9. Yakıt tüketimi ölçümleri 57

3.2.10. Toplam enerji tüketimi 57
3.2.11. İstatistiksel analizler 59
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI 60
4.1. Bitkiye ilişkin ölçümler 60
4.2. Hava hızı ölçüm değerleri 62
4.3. İlerleme hızı ve anız yüksekliği 65
4.4. Efektif iş genişliği ve efektif alan iş verimi 66
4.5. Kayıp ölçümleri 67
4.6. Toplam enerji tüketimleri 72
5. TARTIŞMA 80
6. SONUÇ ve ÖNERİLER 91
7. KAYNAKLAR 96
EKLER

1. GİRİŞ

Günümüzde besinlerimizin tamamına yakını ya doğrudan doğruya bitkilerden ya da bitkilerle beslenen hayvanlardan sağlanan ürünlerden oluşmaktadır. Bitkiler aynı zamanda insanların yağ, giyim, ilaç, yakacak v.s. gibi gereksinimlerini de karşılamaktadır. Yaklaşık olarak 250 000 çiçekli bitki türü içerisinde 150 kadarı insan ihtiyaçlarını karşılama açısından önemlidir. Dünya genelinde ancak 15-20 adet çiçekli bitki türünün üretimi 10 milyon tonun üzerindedir. Önemli boyutlarda yetiştiriciliği yapılan baklagiller familyasına ait türlerden ülkemizde soya ve yerfıstığını da ilave edersek fasulye, nohut, mercimek, bakla, bezelye ve börülce olmak üzere 8 tanesi besin maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Gülümser ve ark. 1998).

Yemeklik tane baklagiller içerisinde dünyada en fazla ekim alanı ve üretimi olan fasulye, Orta Amerika orijinlidir. Amerika kıtasının keşfi ile önce Avrupa'ya daha sonra diğer bölgelere yayılmıştır. Meksika'da bulunan arkeolojik kalıntılar M.Ö. 4975 yılından beri kullanıldığını göstermektedir. Kökenini Orta Amerikanın sıcak bölgelerinden alan fasulye, zamanla yeni çeşitlerinin ortaya çıkmasıyla subtropik ve ılıman iklim kuşaklarında da geniş yetiştirme alanları kazanmıştır. Orta Amerika'dan Dünya'ya yayılan fasulye ülkemizde son 200 yıldan beri yetiştirilmektedir. Fasulye; kapalı tohumlular (*angiospermae*) sınıfı, çift çenekliler (*Dicotylodoneae*) alt sınıfı, gülgiller (*Rosales*) takımı, baklagiller (*Leguminosae*) familyası, kelebek çiçekliler (*Papilionoidea*) alt familyası ve fasulye (*Phaseolus*) cinsindendir. Dünya'da bu cinse ait çok sayıda tür mevcut olup, ülkemizde tarımı yapılan fasulyenin tamamı *Phaseolus vulgaris L.* türündendir (Akçin 1988).

Baklagil bitkisi olan fasulyenin insan beslenmesinde ve hayvan beslemede önemli bir yeri vardır. Kuru taneleri ortalama % 25 civarında protein ihtiva eder. Tane haricindeki toprak üstü aksamının protein oranı, tahılların yaklaşık iki katı kadardır. Fasulye proteinini meydana getiren aminoasit kompozisyonu diğer bitkisel protein kaynakları ve hayvansal proteinlere göre farklı olduğu için fasulye proteininden daha fazla faydalanabilmek amacıyla fasulye yemekleri, etle veya tahıllarla birlikte yapılır.

Doğu Karadeniz Bölgesi hariç, Türkiye'de sulu tarımı yapılan fasulye bitkisi münavebe içerisinde yer alması gereken en önemli baklagil bitkilerinden birisidir. Atmosferin bileşiminde yaklaşık olarak %80 oranında azot gazı bulunmasına rağmen bitkiler bundan doğrudan faydalanamazlar. Rhizobium türleri olarak bilinen bakteriler, fasulye köklerine girer ve orada çoğalarak köklerde nodozite adı verilen yumruların oluşmasını sağlarlar. Bu bakteriler kendileri için gerekli olan karbonhidratları bitkiden alırlar, buna karşılık toprak havasının azotunu bitkilerin faydalanabileceği forma çevirirler. Simbiyotik azot fiksasyonu olarak bilinen bu olayla fasulye bitkisi bir vejetasyon döneminde bir dekar tarlada yaklaşık 5 kg saf azot fikse eder. Bu özelliği ile toprağın verimini artırır, köklerindeki C/N oranı (13/1) tahıllara göre (80/1) dar olduğu için toprak içerisindeki kalıntılar daha hızlı parçalanıp organik forma dönüşerek toprağın biyolojik ve fiziksel yapısını iyileştirir (Akçin 1988).

Çizelge 1.1'de 2005 yılına ait dünya'da yemeklik tane baklagillerin ekim alanı, üretim ve verim değerleri verilmiştir.

Çizelge 1.1. 2005 Yılında Dünya'da Yemeklik Tane Baklagillerin Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (Anonymous 2005 b)

Tür	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
Fasulye	26 778 102	18 991 954	709.2
Nohut	11 210 818	9 172 530	818.2
Börülce	9 172 530	3 689 386	354.0
Bezelye	6 581 878	11 565 006	1757.1
Mercimek	4 000 357	4 031 837	1007.9
Bakla	2 597 476	4 498 126	1731.7
Toplam	60 341 161	51 948 839	

Fasulye dünya'da en fazla ekim alanı ve üretimi olan yemeklik tane baklagil bitkisidir. Toplam yemeklik tane baklagil ekim alanının %44.38'ini ve toplam kuru baklagil üretiminin %36.56'sını fasulye oluşturur. Tarımı %94 gibi yüksek bir oranla daha çok gelişmekte olan ülkelerde yapılmaktadır. En fazla Asya ve Güney Amerika kıtalarında bulunan Hindistan, Brezilya ve Meksika'da üretilmektedir.

Ülkemizde fasulye ekim alanı ve üretimi nohut ve mercimekten sonra üçüncü sırayı almaktadır. Fasulye, nohut ve mercimekle beraber ekim alanı ve üretimi sürekli artan yemeklik tane baklagillerden biridir.

1980-2003 yılları arasında Türkiye'de fasulye ekim alanı, üretim ve verim değerleri Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. 1980-2003 Yılları Arasında Türkiye'de Fasulye Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (Çiftçi 2004)

Yıllar	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
1980	114 000	165 000	1 447
1981	105 000	160 000	1 524
1982	106 000	165 000	1 557
1983	120 000	175 000	1 458
1984	112 000	164 000	1 464
1985	150 000	170 000	1 133
1986	153 000	170 000	1 111
1987	180 000	210 000	1 167
1988	176 000	211 000	1 199
1989	178 000	193 000	1 084
1990	171 000	210 000	1 228
1991	178 000	214 000	1 202
1992	168 000	200 000	1 190
1993	162 000	200 000	1 235
1994	163 000	180 000	1 104
1995	170 000	225 000	1 324
1996	172 000	230 000	1 333
1997	175 000	235 000	1 343
1998	172 000	236 000	1 372
1999	174 000	237 000	1 362
2000	176 000	230 000	1 307
2001	175 000	225 000	1 286
2002	180 000	250 000	1 389
2003	162 000	250 000	1 543

1980 yılında Türkiye'de fasulye ekim alanı 114 000 ha, üretimi 165 000 ton ve verimi 1 447 kg/ha iken, 2003 yılında fasulye ekim alanı 162 000 ha, üretimi 250 000 ton ve verimi 1 543 kg/ha olmuştur.

En fazla ekim alanı 1987 ve 2002 yıllarında 180 000 ha iken 2003 yılında 162 000 ha'a gerilemiştir.

En yüksek fasulye üretimine 250 000 ton ile 2002 ve 2003 yıllarında ulaşılmıştır.

2005 yılında fasulye ekim alanımız 175 000 ha, üretimimiz 225 000 ton'dur. Birim alandan elde edilen ürün miktarında ise herhangi bir artış olmamasına rağmen 2005 yılı verim değeri, dünya ortalamasının iki katına yakındır (Anonymous 2005 a).

Çizelge 1.3. 2005 Yılında Türkiye'de Yemeklik Tane Baklagillerin Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (Anonymous 2005 a)

Tür	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
Nohut	630 000	610 000	968
Mercimek	440 000	555 000	1 261
Fasulye	175 000	225 000	1 286
Bakla	17 000	33 000	1 941
Börülce*	1 450	2 700	1 862
Bezelye	1 300	3 000	2 308
Toplam	1 264 750	1 428 700	

* Değerler 1998 yılına aittir.

Ülkemizde yaklaşık 75 ilde fasulye tarımı yapılmaktadır. En yüksek fasulye ekim alanına sahip olan 10 ilimizin ekim alanı, üretim ve verim değerleri Çizelge 1.4'de verilmiştir.

Çizelge 1.4. 2002 Yılında Türkiye'de En Fazla Fasulye Yetiştirilen 10 İlimizde Fasulye Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (Çiftçi 2004)

İller	Ekim Alanı		Üretim		Verim
	(ha)	%	(ton)	%	(kg/ha)
Konya	28 205	15.7	53 845	21.5	1 909
Samsun	24 344	13.5	13 658	5.5	561
K.Maraş	15 386	8.6	22 541	9.1	1 465
Erzincan	8 986	5.0	12 310	4.9	1 370
Karaman	8 918	5.0	24 863	10.0	2 788
Niğde	5 142	2.8	11 455	4.6	2 228
Kayseri	4 946	2.7	5 312	2.1	1 076
Kırşehir	4 916	2.7	6 156	2.5	1 252
Aksaray	4 845	2.7	7 458	3.0	1 539
Malatya	4 536	2.5	7 406	3.0	1 633
Toplam	110 224	61.2	165 004	66.2	1 498
Türkiye	180 000	100.0	250 000	100.0	1 389

Çizelge 1.4'den de görüleceği gibi 2002 yılı verilerine göre fasulye ekim alanı en fazla olan ilimiz 28 205 ha ile Konya'dır. Konya'yı 24 344 ha ile Samsun ve 15 386 ha ile Kahramanmaraş illeri takip etmektedir. Konya'da verimde Türkiye ortalamasının üzerindedir. Fasulye ekim alanı 2004 yılında 155 000 ha'a düşmüş ise de 2005 yılında 175 000 ha'a çıkmıştır.

Fasulyede en fazla üretime de 53 845 ton ile Konya ilimiz sahiptir. Konya'yı 24 863 ton üretim ile Karaman, 22 541 ton ile Kahramanmaraş, 13 658 ton ile Samsun illeri izlemektedir. Samsun ilimiz, ekim alanı yönünden ikinci sırayı almasına rağmen, üretimde dördüncü sırayı almaktadır. Bu ilimizde genellikle fasulye, mısır ile karışık ekildiğinden, ekim alanı fazla görülmektedir.

Konya'nın en fazla fasulye yetiştirilen bazı ilçelerinde 2005 yılı fasulye ekim alanı, üretim ve verim değerleri Çizelge 1.5'de verilmiştir.

Çizelge 1.5. 2005 Yılında Konya'nın En Fazla Fasulye Yetiştirilen Bazı İlçelerinde Fasulye Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (Anonymous 2005 a)

İlçeler	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
Çumra	4 500	11 250	2500
Altınekin	2 100	5 250	2500
Ilgın	1 400	1 260	900
Ereğli	985	1 970	2000
Meram	750	1 612	2150
Doğanhisar	710	780	1100
Akşehir	689	620	900
Karatay	650	1 592	2450
Yunak	500	1 500	3000
Derbent	400	880	2200
Karapınar	400	680	1700
Beyşehir	360	432	1200

Çizelge 1.5.'de görüldüğü gibi Konya ilinin ilçeleri arasında en fazla fasulye ekimi yapılan ilçe 4 500 ha'lık ekim alanı ile Çumra'dır ve Konya ilinde fasulye ekilen alanlar içerisinde % 31.7'lik payla ilk sıradadır.

Baklagillerin birçoğunda mevcut olan çiçeklenme sürelerinin uzunluğu ve buna bağlı olarak meyve ve tohum tutma sürelerinin de uzun olması gibi bazı olumsuz özellikler fasulyede de henüz tam olarak çözümlenememiştir. Kültür bitkilerinde istenmeyen bu özellikler, bitkilerin hasat zamanını belirlemeyi ve yüksek verimi sınırlayan etkenlerdir. Bunlara ilave olarak fasulyede ilk bakla yüksekliğinin istenen seviyede olmaması da makinalı hasatta kayıpları artırmaktadır.

Ülkemizde kuru fasulyenin üretiminde en önemli problemlerden birisi, bitkinin hasadında karşımıza çıkmaktadır. Kuru fasulyenin hasadı büyük bir oranda insan işgücü kullanılarak elle yapılmaktadır. Elle toplanıp öbek yapılan fasulyeler yaklaşık

olarak bir hafta sonra yeterli harman nem seviyesine gelince, harman makinalarıyla, bitkiler sopalarla dövülerek yada lastik tekerlekli küçük traktörlerin bitkileri çiğnemeleriyle taneleri ayrılmaktadır.

Bu çalışmada entansif tarımın bir gereği olarak hasat-harman işlemlerinde, farklı seçeneklerin kullanılması için mekanizasyon uygulamalarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Akçin (1988), kuru fasulye hasadının baklaların 1/2 ya da 2/3'ü olgunlaştığı zaman yapıldığını, meyve kapçıkları olgunlaşıp kuruduktan sonra vakit geçirmeden sabahın erken saatlerinde fasulyeleri kökten el ile yolup 5-10 sıra hasat mahsulü birleştirilerek öbekler halinde yerinde birkaç gün süre ile bırakıldığını, baklaların çatlamasıyla meydana gelebilecek ürün kaybını önlemek amacıyla hasadın sabahın erken saatlerinde yapılması gerektiğini, orakla biçilmenin daha seyrek olduğunu, kurutmanın nemli alanlarda kurutma sehpaları üzerinde yapıldığını, kızışmanın önüne geçebilmek için uygun bir şekilde yığınlar yapılması gerektiğini, kuruyan fasulye yığınlarının araba veya traktör römorkları ile harman edileceği yere getirildiğini bildirmiştir. Ayrıca, mekanik hasadın daha ziyade geniş tarlalarda uygulandığını belirtmiş, bu makinalarda prensibin, sıra üzerindeki bitkileri tarayarak geçirmek olduğunu, bu uygulama esnasında bitkilerin sökülmediğini, içeride bir vantilatör yardımıyla sıyrılan bitkilerde meyvelerin yapraktan ayrılarak bir çanta veya bir sandıkta toplandığını, pratik olarak bir defada olmak üzere makina ile hasat yapılırsa da 8-10 mm çapında baklalar sıyrılan kısımların alt taraflarında fazla miktarda varsa, ikinci bir hasadın, bu büyüklüğe ulaşmış baklaları elle toplamak suretiyle yapıldığını belirtmiştir. Bu amaçlar için yapılmış çeşitli model ve tiplerde hasat makinalarının Fransa, Almanya, Hollanda ve A.B.D. tarafından yapıldığını belirterek bu makinaların bazı özelliklerini aşağıdaki şekilde vermiştir.

MATHER ET PLATT ST 3 (Fransa): Kendinden hareketli, tek sıralı hasat yapar, 45 BG, kullanmada 2 kişi gerektirir, iş başarısı 1.4-2.0 da/h, ağırlığı 2032 kg, bir vantilasyon sistemi ile çalışır, ilerleme hızı 2.4-4 km/h;

HERBORT No: 69 (Almanya): Kendinden hareketli, tek sıralı hasat yapar, 35 BG, kullanmada 2 kişi gerektirir, iş başarısı 1.5-2 da/h, ağırlığı 1250 kg, üç vantilasyon sistemi ile meyveleri ayırarak hasat yapar.

HERBORT No: 69 (Almanya): Kendinden hareketli, iki sıralı hasat yapar, 50 BG, iş başarısı 1-1.5 da/h, ağırlığı 1500 kg, üç vantilasyon sistemi ile meyveleri ayırarak hasat yapar, ilerleme hızı 3-5 km/h.

RUSTICA-SIMPLEX 1964 (Almanya): Yarı taşınabilir ve tek sıralı hasat yapar, 25-30 BG, kullanmada 2 kişi gerektirir, iş başarısı 1.5 da/h, ağırlığı 1300 kg, iki vantilasyon sistemi ile meyveleri sıyırarak hasat yapar.

BORGA (Hollanda): Yarı taşınabilir ve tek sıralı hasat yapar, 35-40 BG, kullanmada 2 kişi gerektirir, iş başarısı 0.7-1.7 da/h, ağırlığı 1600 kg, iki vantilasyon sistemi ile meyveleri ayırarak hasat yapar, ilerleme hızı 3-8 km/h.

CHISHOLM RYDER (C.R.C.O. A.B.D.): Traktörle çekilir ve iki sıralı hasat yapar, iş başarısı 3-4 da/h, ağırlığı 3500 kg, bir vantilasyon sistemi ile meyveleri sıyırmadan hasat yapar.

PLOEGER Tip. BP 200 (Almanya): Kendinden hareketli, tek sıralı hasat yapar, 30-35 BG, iki vantilasyon sistemi ile meyveleri sıyırarak hasat yapar, kullanmada 2 kişi gerektirir, 1-2 da/h, 1450 kg, 4-6 km/h.

PIX ALL (A.B.D.): Traktörle çekilir ve iki sıralı hasat yapar.

WHITMAN (A.B.D.): Traktörle çekilir ve iki sıralı hasat yapar.

SMEDLEY (İngiltere): İş başarısı tek sıralı hasat yapanlarda günde 10 da, çift sıralı hasat yapanlarda günde 25 da.

Akdağ (2001), kuru tane amaçlı fasulye yetiştiriciliğinde hasat zamanının tesbitinin önemli olduğunu, hasat erken yapıldığında bitkideki baklaların bir kısmının tam olgunlaşmadığı için tanelerin ideal renk, büyüklük ve özelliklerini kazanamadığını, böylece bu tanelerin hem buruşuk ve cılız olduğunu hem de normalin dışında renkte olduğunu, hasadın geciktirilmesi durumunda ise baklaların çatlaması ve dökülmesi nedeniyle yüksek oranda tane kaybı meydana geldiğini belirtmiştir.

Hasat için uygun zamanın bitkilerde baklaların genel olarak sarardığı, tanelerin normal şekil ve rengini kazandığı dönem olduğunu, harmanlama makina ile yapılacaksa tanelerin fazla sertleşmemesi gerektiğini, aksi halde çarpma nedeniyle kırık tane oranının fazla olacağını, makinalı harman için tanelerin nem içeriğinin % 18-20 oranında olması gerektiğini belirtmiştir.

Hasat ve harman şeklinin yetiştiricilerin imkanlarına göre farklılık gösterdiğini, ülkemizde hasadın genel olarak elle bitkilerin yolunması ya da biçilmesi şeklinde yapıldığını, azotça zengin olan köklerin toprakta kalmasının toprak verimliliğinin artması açısından önemli olduğunu, bu nedenle bitkilerin biçilerek

hasat edilmesinin daha uygun olacağını belirtmiştir. Hasadın günün serin ve özellikle sabah saatlerinde yapılmasının hasat kayıplarını azalttığını, hasadı yapılan bitkilerin küçük gruplar halinde iklim şartlarına bağlı olarak 5-6 gün kurumaya bırakıldığını, daha sonra bitkilerin yine sabah saatlerinde harman yerine taşındığını, harmanlamanın çoğunlukla sopayla dövmek ya da üzerinde traktör veya döven gezdirmek şeklinde yapıldığını, bu amaçla özel geliştirilmiş harman makinalarının da kullanıldığını, bu durumda kırık tane oranının fazla olmaması için batör dönü hızının yüksek olmaması gerektiğini, teknolojisi ileri ülkelerde hasat ve harmanı aynı anda yapan özel makinaların kullanıldığını açıklamıştır.

Bozdemir (1998), tohumluk fasulye harmanında ülkemizde kullanılan üç tip harman makinasının (sapdöver harman makinası, fasulye harman makinası, bantlı tip harman makinası) performanslarını belirlemiştir. Bu amaçla harman makinalarının iş kapasitelerini, kırık tane ve mekanik zedelenme oranlarını, çimlenme oranlarını ve tane/sap+kavuz oranlarını saptamıştır. Araştırma sonucunda iş kapasitesini, sapdöver harman makinasında 750 kg/h, fasulye harman makinasında 625 kg/h, bantlı tip harman makinasında 500 kg/h olarak belirlemiştir. Kırık tane oranının, denemesi yapılan makinaların harmanlama düzeninin devri arttıkça azalma gösterdiğini, sapdöver harman makinasında en fazla kırık tane oranının 240 min^{-1}'de %6.18 en düşük kırık tane oranının ise %3.23, fasulye harman makinasında en fazla kırık tane oranının 250 min^{-1}'de %4.72 en düşük kırık tane oranının ise 325 min^{-1}'de %0.32, bantlı tip harman makinasında en fazla kırık tane oranının 38 min^{-1}'de 0 cm aralıkta %0.51, en düşük kırık tane oranının ise yine 38 min^{-1}'de 1 cm aralıkta %0.06 olarak saptamıştır. Harmanlanan fasulyelerin tane/(sap+kavuz) oranını 0.45 olarak belirlemiştir.

Çarman ve ark. (1994), Konya'da imalatı yapılan üç farklı firmaya ait harman makinalarını, mercimek, buğday ve nohut harmanında denemişlerdir. Denemeler sonunda besleme hızını, mercimek harmanında 790-1804 kg/h, nohut harmanında 855-1980 kg/h ve buğday harmanında ise 1230-2245 kg/h olarak belirlemişlerdir. Ayrıca buğday harmanında batör çevre hızının % 21 oranında artmasının her üç makinada; besleme hızında % 53 oranında bir artışa, harmanlama veriminde % 3.6' lık, çimlenme yüzdesinde % 5.3'lük ve yakıt enerjisi tüketiminde ise % 20.6'lık bir azalışa neden olduğunu saptamışlardır.

Daroczi ve Husti (1990), kuru fasulyenin hasat kayıpları, kayıplara etkili faktörler, uygun hasat metotları ve mekanizasyonu konularını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda en sık görülen kayıpların dökülme, bakla kopması, tane kırılması ve harmanlanmamış tane şeklinde ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Bu kayıpların nedenlerini mekanik hasat güçlüklerine sebep olan bitki karakteristikleri (baklaların yere yakın büyümesi yani ilk bakla yüksekliğinin düşük olması, bitkinin dökülme ve bakla kopmasına meyilli olması), kullanılan hasat-harman makinalarının yapısal hataları, insan hataları (tecrübesiz işçiler) veya dikkatsizlik ve çevresel faktörler (hava, toprak yüzeyi) olarak belirlemişlerdir. İki aşamalı hasat işlemlerinin bilinen hasat yöntemlerinin en avantajlısı olarak göründüğünü vurgulamışlardır. Beş farklı hasat makinası ile dört farklı harman makinasını fasulye ve bezelye ürünlerinde denemişlerdir.

Demir (1985), mercimek ve nohudun tahıl harman makinalarıyla harman edilebilme olanaklarını incelemiş ve bu ürünlerin harmanlanması için makinada bazı konstrüksiyon değişikliklerini yaparak şu sonuçlara ulaşmıştır;

-Yerli tip harman makinalarında uygun kapasite sınırları ve kabul olunabilir kayıplar göz önüne alındığında, mercimek harmanında batör çevre hızının 24-25 m/s, aspiratör devir sayısının 1036-1090 min^{-1}, eksantrik devir sayısının 320-336 min^{-1}, nohut harmanında ise batör çevre hızının 15-20 m/s, aspiratör devir sayısının 1100-1350 min^{-1}, eksantrik devir sayısının 270-365 min^{-1} arasında olması gerektiğini,

-Harmanlama etkinliğinin batör çevre hızının artışıyla arttığını, harmanlama veriminin ise azaldığını,

-Toplam tane kaybının batör çevre hızı ve aspiratör devir sayısının artışıyla arttığını,

-Temizleme kaybının aspiratör devir sayısının dolayısıyla hava hızının artışıyla arttığını,

-Temizleme oranının genellikle % 80'in üzerinde olduğunu,

-Harmanlama kayıplarının azaltılabilmesi için dövücü organların plastikle kaplanması gerektiğini belirtmiştir.

Demir ve Kara (1991), yerli tip harman makinası ile nohut, mercimek ve buğdayın harmanlama ve ayırma işlemleri parametrelerini belirlemek amacıyla matematiksel bir model kullanarak harmanlama işlemini tahmin etmişler ve çeşitli

harmanlama dizayn parametreleri ile çalışma şartlarında kontrol etmişlerdir. Tahmin ettikleri eğilimlerle, deneysel veriler arasında korelasyonun bulunup bulunmadığını incelemişlerdir. Sonuç olarak, bütün ürün çeşitleri için besleme miktarının artışının ayırma kaybını artırdığını, kontrbatör uzunluğunun artışının ayırma kaybının büyük oranda azalmasına neden olduğunu, batör çevre hızının artışının tüm ürün çeşitleri için kontrbatör ayırma kaybını az oranda artırdığını, batör çapının değişiminin ve batör-kontrbatör aralığının artışının bütün ürün çeşitleri için ayırma kaybını artırdığını belirlemişlerdir. Uygulanan matematiksel modele göre, harmanlama kaybı üzerine, ürün çeşitleri için seçilen ve denenen makina parametrelerinin herhangi bir etkisinin olmadığının, yani harmanlama etkinliğinin %100 olduğunun yargısına varmışlardır.

Dilmaç (1998), Tokat yöresinde buğday hasat-harmanında farklı yöntemlerin teknik ve ekonomik yönden karşılaştırılmasını yapmıştır. Bunun için; tırpan, kanatlı orak makinası, sapdöver harman makinası ve biçerdöverin kullanıldığı üç farklı sistem oluşturmuştur. Bu sistemler;

Sistem-1: Tırpan ile hasat + Desteleme + Yığın yapma + Tırmıklama + Harman,

Sistem-2: Kanatlı orak makinası ile hasat + Yığın yapma + Tırmıklama + Harman,

Sistem-3: Biçerdöver ile hasat-harman'dır.

Bu sistemlerde kullanılan alet ve makinaların, bunların yer aldığı yöntem ve sistemlerin, işgücü tüketimlerini, iş başarılarını, enerji tüketimlerini ve kullanım giderlerini belirlemiştir. Araştırma sonucunda; sistem-1, sistem-2, sistem-3'de sırasıyla efektif iş başarısını (insan işgücü); 0.011 ha/h, 0.023 ha/h, 1.148 ha/h, enerji tüketimini 2083.111 MJ/ha, 2386.264 MJ/ha, 797 MJ/ha, maliyetini 31 690 114 TL/ha, 23 899 401 TL/ha, 6 751 024 TL/ha olarak belirlemiştir. Toplam tane kayıplarını sistem-1, sistem-2, sistem-3'de sırasıyla % 12.246, % 4.773, % 4.470, birim alana yakıt tüketimlerini ise kanatlı orak makinası için 3.675 l/ha, sapdöver harman makinası için 28.665 l/ha, biçerdöver için 12.316 l/ha şeklinde tesbit etmiştir. Sistemler arasında biçerdöverin kullanıldığı yöntemden oluşan

hasat-harman sistemini diğerlerine göre; işgücü tüketimi, iş başarısı, enerji tüketimleri ve kullanım giderleri bakımından, teknik ve ekonomik açıdan en başarılı bulmuştur.

El Saleh (2000), yaptığı çalışmada Suriye ve Türkiye'de mercimek hasadında uygulanan dört farklı hasat-harman yöntemi belirlemiştir. Bunlar;

I.Yöntem : Elle yolma + toplama + taşıma + harman makinası ile harmanlama,
II.Yöntem : Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile biçme + toplama + taşıma + harman makinası ile harmanlama,
III.Yöntem : Biçme-namlı yapma makinası ile biçme + toplama + taşıma + harman makinası ile harmanlama,
IV.Yöntem : 3 m'lik tablolu biçerdöver ile hasat ve harmandır.

I. Yöntemdeki toplam tane kayıplarını ortalama % 11.0, toplam saman kaybını ortalama % 8.2 ve toplam tüketilen enerjiyi 1791 MJ/ha, II. yöntemde bu değerleri sırasıyla % 15.9, % 15.2 ve 1560 MJ/ha, III. Yöntemde % 23.1, % 22.5 ve 2053 MJ/ha, IV. Yöntemde ise % 16.3, % 100 ve 902 MJ/ha olarak belirlemiştir.

Nohut hasadında ise, sadece biçerdöveri denemiş, değişik ilerleme hızlarında toplam tane kayıplarını, 3.1 km/h hızda ortalama % 35.7, 4.4 km/h hızda % 32.3 ve 6.8 km/h hızda ortalama % 45.3 olarak saptamıştır. Nohut hasadında toplam tüketilen enerjiyi 1063 MJ/ha olarak belirlemiştir. Her iki ürün için hasat-harman işleri sırasında kullanılan makinaların iş başarılarını belirlemiştir.

Georgiev (1997), 1992-1995 yılları arasında yaptığı çalışmada, dört farklı kombine hasat makinasını içlerinde fasulyenin de bulunduğu üç ürünün hasadında denemiştir. Denemeler sonucunda tane dökülmesi ile oluşan kayıpların %2.3-3.8, bakla dökülmesi ile oluşan kayıplar ve kesilmemiş bitkilerden oluşan kayıpların %0.1-1.1 arasında değiştiğini belirlemiştir. Kesici ünite ve otomatik yükseklik kontrolüne sahip olan Class Dominatör 106 isimli makina kullanılarak makina işletme rejimine bağlı olarak 4.7 km/h hızda toplam tane kayıplarının %3.5'e kadar düştüğünü fakat işletme hızının artması ile kayıplarında arttığını, Case 1666 isimli makina kullanıldığında tanenin mekanik zararının %1'e kadar düştüğünü saptamıştır.

Güzel (1998), soya fasulyesinin ilk kez ABD'de 1924 yılında biçerdöverle hasat edildiğini (Quick ve ark. 1974), o yıllardan beri de soyanın, aslında buğday ve arpa hasadı için geliştirilmiş biçerdöverle hasat edildiğini, buğday ve arpada taneleri taşıyan başak sapın ucunda olduğundan çok az bir kayıpla başağın uygun bir yükseklikten kesilip alınabildiğini, soyada baklalar toprak yüzeyinden itibaren bütün gövde yüksekliğince dağılmış olduğundan ve kapsüller sarsma, çarpma sırasında kolaylıkla açılmakta ve kırılmakta olduğundan buğday ve arpada biçerdöver kayıplarının %2-3 civarında olduğu halde, ABD'de soya hasadında %9 civarında olduğunu belirtmiştir. Bu kayıpların tablada 5.4-22.5 kg/da, harmanlamada ise 1-2.7 kg/da arasında olduğunu bildirerek (Siemens ve ark. 1974), Türkiye'de ise bu kayıpların çok daha yüksek olduğunu yaklaşık bu değerin %31.23 olduğunu, bununda %30.34'ünün tablada meydana geldiğini bildirmektedir (Zeren 1983).

Horvath ve Szule (1988), kuru fasulye'de hasat ve kırılma kayıplarını azaltmak amacıyla iki aşamalı hasat için kombine bir hasat makinası modifiye etmişlerdir. Harmanlama süresince makinanın ürünle temas eden kısımlarını lastik ve kauçukla kaplamışlardır. Denemelerde fasulyeleri %25 nem düzeyinde biçmişler ve %16-20 nem düzeyinde harmanlamışlardır. Hasat, toplama ve harmanlama işlemleri sonucunda oluşan kayıpları, temizle oranını, çimlenme yüzdesini ve kırık tane kayıplarını belirleyerek değerlendirmişlerdir. Toplam kayıpların %2.66-13.26 arasında, kırık tane kayıplarının %1'den az, temizleme oranının %79.5-98.4 arasında ve çimlenme oranının %91-95 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Makinanın işletme performansını 0.4-0.5 ha/h olarak belirtmişlerdir.

Işık ve ark. (1986), çalışmalarında hasatta bitki boyu, ilk baklanın yerden yüksekliği, bitki üzerinde bakla düşey dağılımı gibi bitkinin mekanizasyona yönelik bazı özellikleri ile tanenin fiziksel ve biyolojik değer kayıplarına etkili faktörleri değerlendirmişlerdir. Yapılan gözlemler ve değerlendirmeler sonucu, denemeye alınan üç soya çeşidi içerisinde Mitchell çeşidi soyanın daha iyi özellikte olduğunu belirlemişlerdir. Soya tohumlarına, tane fiziksel ve biyolojik değer kayıpları açısından en fazla tohum nem seviyesinin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Hasat sırasında, başta tohum nemi olmak üzere biçerdöver batör hızı ve gerekli diğer ayarlamaların en az zarar ve kayıp verecek şekilde düzenlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

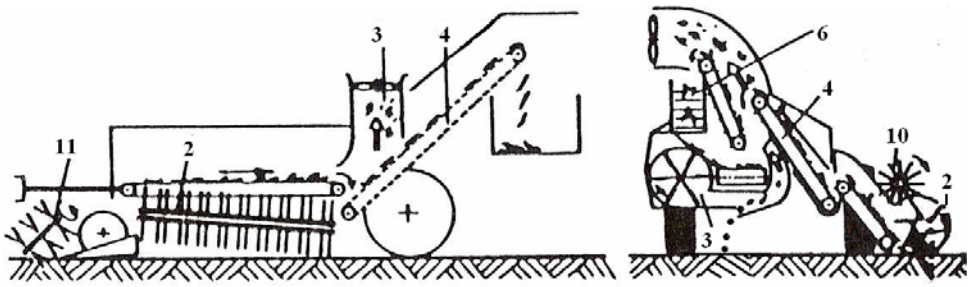
Işık ve Yüksel (1992), Bursa bölgesinde kuru fasulye üretiminde, baklaların büyük çoğunluğunun tamamen olgunlaşıp sarardığı ve tanedeki nem içeriğinin %40'a indiğinde hasada başlandığını, hasadı yapılan bitkilerin birkaç gün süreyle tarlada kurutulduğunu ve daha sonra harman edildiğini bildirmişlerdir.

İnvuflec (1967), çeşitli model ve tiplerde mevcut olan fasulye hasat makinalarını; taşınan makinalar ve traktörle çekilen hareketli makinalar olmak üzere iki grup altında toplamış, bu iki grup makinalarda, tek sıralı veya iki sıralı hasat yapabilme özelliklerine göre iki alt gruba ayrıldığını bildirmiştir.

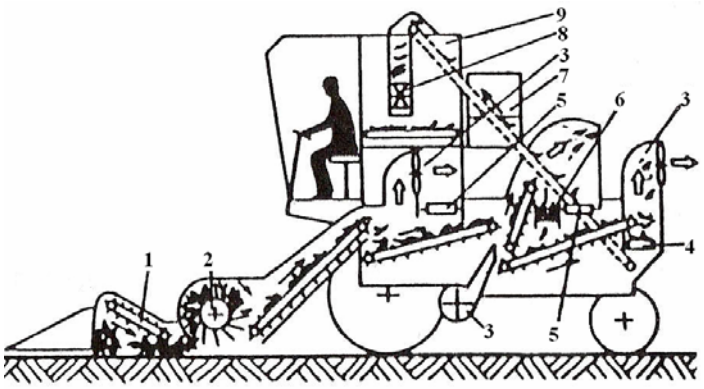
Kadayıfçılar ve Uslu (1981), yerfıstığı sökme makinası, yerfıstığı harman makinası ve dekortikatör (kabuk kıran ve ayıran) olmak üzere imal ettikleri üç adet prototip makinayı, yerfıstıklarında denemişlerdir. Sökme makinasının ilerleme hızını 1.5 m/s, elevatör hızını 1.2 m/s ve ortalama iş verimini 4.8 da/h olarak belirlemişler ve elevatör hızının, makinanın ilerleme hızına göre daha fazla olması ile topraktan bitkilerin kaldırılmasının hızlandığını ve sökme makinasının kapasitesinin artırılmış olduğunu, ancak büyük hız farkının kapsüllerin bitkilerden ayrılıp dökülmesine neden olduğunu belirtmişlerdir. Harman makinasının verimini 224 kg/h, güç ihtiyacını 2 kW olarak bulmuşlar, fıstık çeşidine ve nem oranına göre makinada tam etkinliği sağlamak için yeni ayarlamalar gerektiğini vurgulamışlardır. Dekortikatör ile çalışmada, fıstık kabuğunun ve iç fıstığın nem oranlarının makinanın kapsül kırma etkinliğine ve fıstıkların ortadan ayrılma oranlarına etkili olduğunu ve denemelerde %25-30 kabuk nem oranında en uygun sonucun alındığını belirlemişlerdir.

Kanofojski (1973), harmanlama kalitesi ve gücünün, materyal ve makine ile ilgili çeşitli faktörlerin etkisi altında olduğunu belirtmiştir. Materyal ile ilgili özelliklerin; materyalin cins ve yapısı (tanelerin kavuz veya kabuktan çözülebilme kolaylığı ile sapların ezilmeye ve basınca dayanıklılığı), materyalin nem içeriği, materyal içindeki yabancı maddeler (yeşil kısımlar yada yabancı otlar), tane-sap oranı (küçük olması, kırık tane oranını azaltmaktadır), makine ile ilgili özelliklerin; batör çeşidi, batör çevre hızı (batör devir sayısı ve çapı), pervaz sayısı ve şekli, kontrbatörün sarım açısı (kontrbatörün uzunluğu), batör-kontrbatör giriş ve çıkış aralığı, batör ve kontrbatör parmaklarının şekli ve dağılımı şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Moser (1984),"Verfahrenstechnik Intensivkulturen" başlıklı meyve, sebze, bağ, tütün ve şerbetçi otu tarımındaki teknik uygulamaları anlattığı eserinin meyvelerinden yararlanılan sebzelerin hasadı bölümünde fasulye hasadı ile ilgili olarak dikine büyüyen, az yapraklı, darbeye dayanıklı ve meyvelerin daldan kopma mukavemeti az olan çalı fasulyesi çeşitlerinin tek geçişte, sıra veya alan yolma prensibine göre çalışan hasat makinaları ile hasat edildiğini bildirmiştir (Şekil 2.1). Ürünün temizleme işleminin farklı hava akımlarından geçirilerek yapıldığını, bu yöntem yardımıyla çok defa elle hasada göre iş gücü gereksiniminde 1200 h/ha'dan 1.8-9 h/ha'a kadar düşüş kaydedildiğini belirtmiştir. Kayıpların %5 ile %15 arasında değiştiğini, bu oranın çalışma hızı / dolap hızı ilişkisi ve ürün yoğunluğu ile değişmekte olduğunu vurgulamıştır (Çizelge 2.2).



Sıra hasat makinası

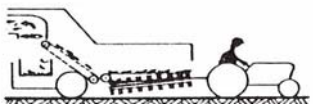


Alan hasat makinası

1. Baskı bandı, 2. Toplayıcı kasnak, 3. Hava akımlı temizleme, 4. Toplayıcı bant,
5. Ayrılan yabancı maddeleri dışarı taşıma bandı, 6. Bitki tutunma filizi yolucusu,
7. Motor, 8. Dağıtıcı, 9. Depo, 10. Sıyırıcı fırça, 11. Bitki kaldırma fırçası.

Şekil 2.1. Kendi yürür hasat makinası (Moser 1984)

Çizelge 2.1. Çalı Fasulyesi Hasat Yöntemleri ve Bunlara İlişkin Teknik Karakteristikler (Moser 1984)

Yöntemler / Karakteristikler		 Sıra hasat makinası		 Alan hasat makinası
Kullanılan alet		Asılır tip - Çekilir tip		Çekilir tip - Kendiyürür
Sıra / iş genişliği	(m)	1	2	2.1 - 3.0
Çalışma hızı	(km/h)	1 - 7	1 - 6	1 - 4
Motor gücü	(kW)	>25	>35	65 - 100
Yolucu kasnak	(min^{-1}) (m/s)	160 - 350 4 - 9	160 - 350 4 - 9	125 - 300 5 - 10
Hasat iş verimi *	(işg h/ha) (t/h)	7.0 - 9.0 2.0 - 2.5	3.0 - 4.5 4.0 - 6.0	1.8 - 3.0 6.0 - 10.0
Tarla kayıpları	(%)	5 - 10	8 - 10	8 - 15

- Ürün verimi: 18 t/ha

Özcan (1986), mercimek üretiminde uygulanan ve uygulanabilecek hasat ve harman yöntemlerini iş başarısı, kalitesi, enerji tüketimi yönünden karşılaştırmış ve uygun bir biçme düzeni geliştirilmesi açısından değerlendirmiştir.

Bu çalışmada uygulanan yöntemler şunlardır;

I. Yöntem :Elle yolma + Dirgenle toplama ve taşıma + Sapdöver harman makinası ile harmanlama,

II.Yöntem :Tırpanla biçme + Tırmıkla yığın yapma + Dirgenle toplama ve taşıma + Sapdöver harman makinası ile harmanlama,

III.Yöntem :Çift bıçaklı biçme makinası ile biçme + Tırmıkla yığın yapma + Dirgenle toplama ve taşıma + Sapdöver harman makinası ile harmanlama,

IV.Yöntem :Aspiratörlü mercimek hasat makinası ile hasat + Taşıma + Sapdöver harman makinası ile harmanlama,

V.Yöntem : Biçerdöver ile hasat ve harman.

Araştırmacı, yöntemleri karşılaştırabilmek amacıyla bitki ve makinaya ilişkin bazı özellikler ile insan ve makina çalışmasına ilişkin teknik ve ekonomik başarıları tarla koşullarında belirlemiştir.

Mercimek bitkisine ilişkin tanenin bitki üzerinde düşey dağılımı belirlerken, bitkiyi toprak yüzeyinden başlayarak beş katmana ayırmış ve her birinin tane

içeriklerini belirlemiştir. Birinci katmanın (0-5 cm) %2.7, ikinci katmanın (5-7.5 cm) % 12.1, üçüncü katmanın (7.5-10 cm) % 23.8, dördüncü katmanın (10-15 cm) % 47.5 ve beşinci katman (15 cm ve yukarı) % 13.9 oranında tane içerdiğini saptamıştır.

Araştırmacının, tarla çalışması sırasında yöntemleri karşılaştırırken belirlediği değerler aşağıdaki gibidir.

Birinci ve ikinci yöntemde bir işçi için elle yolmada 0.0048 ha/h, tırpanlamada 0.056 ha/h, tırmıklama ile biçilen bitkileri toplamada ise 0.096 ha/h efektif iş verimi belirlemiştir. Bir işçinin, toplama işleri için 0.108 ha/h'lik iş kapasitesine sahip olduğunu, hasat başlangıcında nem düzeyi (y.a.) % 35 iken, elle yolmada % 8, tırmıklamada % 0.7, toplamada % 1.3 ve harmanlamada % 5'in altında tane kaybı oluşabildiğini bildirmiştir.

Birinci yöntemde, hasat ve harman için 215.6 MJ/da enerji gereksinimi olduğunu, 5351.3 TL/da ile en yüksek maliyetli üretim yöntemi olduğunu belirlemiştir.

İkinci yöntemde enerji gereksinimini 156.2 MJ/da, toplam üretim maliyetini ise 3912.6 TL/da olarak belirlemiştir. Bu yöntemi en az enerji gereksinimi olan yöntem olarak bildirmiştir.

Üçüncü yöntemde enerji tüketimini 215.8 MJ/da, maliyetini 3635.4 TL/da olarak belirlemiştir. Bu yöntemde çayır biçme makinalarının, alan iş verimlerinin yüksek olması sayesinde hasada çözüm getirdiğini, biçmeyi takip eden tırmıklama ve toplama işlerinin insan gücüne dayalı ve masraflı işlemler olduğunu vurgulamıştır.

Dördüncü yöntemde ise enerji gereksinimini 243.9 MJ/da ve maliyetini 3369.6 TL/da olarak belirlemiştir. Bu yöntemde, yöntem 1, 2 ve 3'de uygulanan tırmıklama ve toplama işlemlerinin, bir defada hasat sırasında yapıldığını, ara işlemlerin kaldırıldığını belirtmiştir.

Beşinci yöntem için iki farklı değer hesaplamıştır. Birinci değer hesaplamasında; sapın saman yapılmadığı, normal çalışma koşulu için enerji tüketiminin 157.4 MJ/da ve maliyetinin 2544.5 TL/da olduğunu, ikinci değer hesaplamasında; sapın saman yapılması için toplama, taşıma ve harmanlama masrafları da göz önüne alarak enerji gereksiniminin 244.7 MJ/da'a ve maliyetinin

de 3027.6 TL/da'a yükseldiğini, biçerdöverle çalışmanın en ucuz ve en hızlı çalışma sağlayan yöntem olduğunu belirlemiştir.

Özdemir (2002), fasulyenin hem kuru tohumları için hem de taze baklaları, taze tohumları için hasat edildiğini, kuru tohumları için hasat edilecek bitkilerin fazla kurutulmadan hasat edilmesi gerektiğini, normal hasat zamanının baklaların büyük çoğunluğunun sarardığı dönem olduğunu, hasadın daha erken yapılmasının, tohumların kuruduktan sonra buruşuk olmasına neden olabileceği gibi fazla su tohumların kızışmasına bozulmasına neden olduğunu, hasatta geç kalındığında ise bakla çatlamasının fazla olduğunu ve hasat kaybının arttığını, hasadın elle veya makina ile olsun, hasat kaybını önlemek için sabahın erken saatlerinde, hava nemi yüksek iken yapılmasının gerektiğini, hasattan sonra tarlada veya harman yerinde kurutulan bitkilerin harman makinaları ile tohumlarının ayrıldığını belirtmiştir.

Kombine hasat harman makinaları ile hasat yapılacağında tohumun nem içeriğinin %18-20 civarında olması gerektiğini vurgulamıştır.

Pınar ve ark. (1995), Samsun yöresinin, soya fasulyesi üretimi bakımından önemli bir potansiyele sahip olduğunu, buna rağmen, hasadı tamamen insan tarafından orakla ve işgücüne talebin fazla olduğu bir dönemde yapıldığını belirtmişlerdir. Diğer bölgelerde olduğu gibi, Samsun yöresinde yetiştirilen soya çeşitlerinin çoğunun alçaktan kapsül bağladığını dolayısıyla, biçerdöverlerle yapılan hasatta kayıpların arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, biçerdöver ve elle hasadın olumsuzluklarını dikkate alan Yadav ve Yadav isimli araştırmacıların 1989 yılında, ülkelerinin iklim ve bitki özelliklerine uygun, traktöre asılır tip bir hasat makinası geliştirdiklerini, bu makinayı %15 hasat neminde, iki farklı soya çeşidinde denediklerini bildirmişlerdir. Deneme sonucunda, makinanın neden olduğu kayıp miktarının %3.46-4.12 arasında değiştiğini, aynı makinanın birim işgücü bakımından elle yapılan hasat ile karşılaştırıldığını ve birim alan başına işgücünden bir buçuk kat tasarruf sağlandığını, klasik biçerdöverlerle yapılan soya hasadında, en düşük kayıp miktarının %10 civarında olduğunu belirtmişlerdir.

Yadav ve Yadav (1985), Tandon ve Panwar' a (1989) göre, soya fasulyesi için yapılan tarımsal işlemlerin en kritik aşaması hasattır. Gecikmeli yapılan bir hasat, önemli derecede ürün kaybına neden olmaktadır (Pınar ve ark. 1985).

Senyücel (1993), Konuklar Tarım İşletmesinde çeşitli kriterlere göre, tarım makinaları kapasite ve mekanizasyon durumu ile çeşitli işlemler için enerji girdi ve çıktı değerlerini belirlemiştir. Hasat-harman işlemlerinde biçerdöver kullanımında, yakıt-yağ enerjisini 329.16 MJ/ha, imalat enerjisini 347.24 MJ/ha, işgücü enerjisini 8.05 MJ/ha olarak saptamıştır.

Sepetoğlu (1994) , hasat kayıplarının en düşük seviyede olmasını sağlayacak zamanda fasulye hasadının yapılmasının önemli olduğunu, normal hasat zamanın baklaların büyük çoğunluğunun sarardığı fakat henüz kupkuru olmadıkları zaman olduğunu belirtmiştir. Hasadın erken yapılmasının tanelerin kuruduktan sonra buruşuk ve kırışık olmasına neden olabileceği gibi fazla su içerenlerin bozulmasına ve kızışmalara da sebep olabileceğini, bunun yanında hasatta geç kalınırsa özellikle çeşit bakla çatlamasına hassas bir çeşitse baklaların çatlayarak tanelerini dökeceklerini, çatlamayan çeşitlerde bile hasatta gecikildiğinde bakla dökülmesinin oldukça yüksek olacağını, bunun için hasadın tam vaktinde ve bitkilerde gevrekliğin az olduğu sabah erken saatlerde yapılması gerektiğini, hasat ve harmanın sağlıklı olabilmesi için önemli olan noktalardan birisinin baklaları üniform olarak hasat olgunluğuna gelen çeşitlerin seçilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Hasat ve harmanın elle veya makina ile yapılmasının, hasat zamanına etki eden faktörlerden birisi olduğunu, şayet makinalı hasat-harman yapılacaksa tanelerin %18-20 nem içerdikleri zaman hasat-harman yapılması gerektiğini, aksi taktirde tanelerin kırılmasına, çatlamasına ve embriyonun zarar görmesine neden olabileceğini, özellikle A.B.D. ve Kanada'da büyük işletmelerde fasulye hasat harmanının özel biçerdöverlerle yapıldığını, bu makinaların batör ve kontrbatörlerinin lastikle kaplandığını, batör dönü sayılarının azaltılarak dakikadaki dönü sayısının 250-450 min^{-1} olacak şekilde ayarlandığını belirtmiştir. Makinalı hasat harman yapılan yerlerde kolaylık sağlaması için hasat öncesi kimyevi yaprak dökücü ilaçlar - magnezyum klorat veya sodyum klorat ve az miktarda magnezyum veya bor klorid baklalar olgunlaşmaya başlayınca yapraklara püskürtüldüğünü (Kay 1979), bu şekilde aynı zamanda olgunlaşmanın hızlandırılarak baklaların daha üniform olgunlaşmalarının sağlanmış olacağını, makinalı hasat için diğer önemli bir çeşit özelliğinin ilk bakla yüksekliği olduğunu, makinalı hasatta ürün kaybının azalması için ilk bakla yüksekliğinin fazla olmasının istendiğini ve çeşitlerin buna göre seçildiğini vurgulamıştır.

Ülkemizde fasulye hasadının elle yolunarak veya oraklarla biçilerek yapıldığını, ancak bu tip hasatlarda fasulyenin azotça zengin kökleri de topraktan sökülüp alındığı için fasulyenin toprağı zenginleştirici özelliği de büyük ölçüde azaltılmış olduğunu, daha sonra hasadı yapılan bitkilerin yığınlar yapılarak kurumak üzere 4-6 gün süre ile tarlada bırakıldığını, harmanın kurumuş olan bitkilerin sopalarla dövülerek veya üzerinde lastik tekerlekli traktör geçirilerek yapıldığını ve savrularak temizlendiğini, harman makinası kullanılacaksa tanelerin nem içeriklerinin biraz yüksek (%18-20) olması gerektiğini belirtmiştir.

Sharma ve Devnani (1980), soya ve börülcenin harmanlanmasında batör devir sayısının ve batör-kontrbatör aralığının etkisini araştırmışlardır. Denemelerinde; besleme hızı, tane çıkışı, harmanlama verimi, tane kırılması ve enerji tüketimi parametrelerini incelemişlerdir. Harmanlama veriminin batör çevre hızının artmasıyla arttığını, besleme hızının ise batör-kontrbatör aralığının artışıyla azaldığını, enerji tüketiminin batör çevre hızı ve besleme hızı ile orantılı olduğunu saptamışlardır.

Şehirali (1988), fasulye hasadında en önemli konunun, ürün kaybını en düşük düzeyde tutarak en yüksek ve kaliteli ürünü elde etmek olduğunu, fasulye tanelerinin çeşit ve hava koşullarına bağlı olarak ekimi izleyen 90-120 gün sonra olgunlaştığını, hasadın erken yapılmasının tanelerin buruşuk ve büzük olması nedeniyle alınacak ürün miktarını azalttığını, geciktirilmesinin ise baklaların çatlayarak tanelerin dökülmesine neden olduğunu, sonuç olarak yine alınacak ürün miktarını azalttığını belirtmiştir.

Kuru fasulye üretimi için fasulye yetiştiriciliğinde, baklaların büyük çoğunluğunun tamamen olgunlaşıp sarardığı ve tanedeki nem oranının %40'a indiğinde hasada başlandığını, bu nem kapsamında birçok çeşitte baklaların yaklaşık %80'inin sarardığını ve olgunlaştığını, bazı çeşitlerde baklaların çatlamasının ve farklı zamanlı olgunlaşmasının sorun çıkardığını, eğer tanenin nem kapsamı hasatta %40'dan az ise baklaların çatlaması ve mekanik zararın önemli ölçüde arttığını belirtmiştir. Hasadı gelmiş olan bitkilerin sabahın erken saatlerinde elle yolunarak ya da orakla biçilerek hasat edildiğini, hasadın sabahın erken saatlerinde yapılmasıyla baklaların çatlayarak oluşturacağı ürün kaybının önlendiğini, hasadı yapılan 4-8 ekim sırası birleştirilerek bitkilerin birkaç gün süreyle tarlada kurutulduğunu ve daha sonra

harman edildiğini, eğer harman tarlada yapılmayacaksa bitkiler kuruyuncaya dek havadar kapalı bir yerde yığın yapıldığını belirtmiştir. Geniş alanlarda yapılan fasulye yetiştiriciliğinde iki sırayı aynı zamanda sökebilen makinaların, bitkileri topraktan çektiğini ya da toprak yüzeyinin biraz altından kestiğini, bitkilerin sökümden sonra 10 gün kadar kurutulduğunu, kurutulan bitkilerin çeşitli yöntemlerle harman edildiğini belirtmiştir.

Fasulye harmanı sırasında tüm işlemlerin en kısa sürede ve bir defada bitirilmesinin istendiğini, bunun nedeninin harmanda her el değiştirmede tohumların değişik oranlarda zarar görmesi olduğunu, bu durumun genellikle tohumculuk yapan bölgeler için önem taşıdığını vurgulamıştır.

Fasulye harmanının tarlada ya da ambarda bitkilerin sopalarla dövülmesiyle, lastik tekerlekli küçük traktörlerin bitkileri çiğnemeleriyle ya da özel olarak fasulye harmanı için yapılmış harman makinalarıyla yapıldığını, yurdumuzda fasulye harmanının yaygın biçimde sopalarla bitkilerin dövülmesiyle yapıldığını belirtmiştir.

İleri ülkelerde fasulye harmanı için geliştirilmiş özel makinaların yaygın biçimde kullanılmakta olduğunu, makinalı harmanda tanedeki su miktarının mekanik zararı en düşük düzeyde tutacak kadar az olması gerektiğini, bu oranın çeşitlere ve iklim koşullarına göre %16-18 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Uzun (1993), Samsun yöresinde soya ve ayçiçeği tarımında kullanılan alet ve makinaların yakıt, zaman tüketimlerini ve iş başarılarını belirlemiştir. Araştırma sonucunda, ayçiçeği tarımında makina iş başarısının ilk toprak işlemede 3.65 h/ha, ikilemede 1.31 h/ha, üçlemede 0.94 h/ha, tohum yatağı hazırlamada 0.87 h/ha, ekimde 2.28 h/ha, gübreleme ve çapalamada 1.30 h/ha, boğaz doldurmada 1.09 h/ha ve hasatta 1.19 h/ha ve harcanan toplam yakıtın ise 73.97 l/ha olduğunu, soya tarımında ise ilk toprak işlemede 3.41 h/ha, ikilemede 1.26 h/ha, üçlemede 1.01 h/ha, tohum yatağı hazırlamada 0.72 h/ha, ekimde 1.21 h/ha, gübreleme ve çapalamada 1.13 h/ha, hasatta 1.15 h/ha ve harcanan toplam yakıtın ise 61.18 l/ha olduğunu belirlemiştir. İş başarılarının % 35'inin ve toplam tüketilen yakıtın % 37'sinin ilk toprak işlemede elde edildiğini vurgulamıştır.

Ülger (1982), hasat öncesi ve sonrasında oluşan değişik tip kayıplar içerisinde; harmanlama kayıplarının büyük yer tuttuğunu, bu kayıpların bitki, makina ve

çalıştırma koşullarına bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Yerli tip harman makinalarıyla harmanlama sırasında ortaya çıkan tane kayıplarını, kaynaklandıkları işlevsel birimlere göre, harmanlama kayıpları ve ayırma kayıpları olmak üzere iki ana bölümde inceleyerek, şunları bildirmiştir;

-Genelde harmanlama kayıpları tekrar harmanlanması gereken bitkiden ayrılmamış tane (başak, başak kırıntıları, kesmik vs.) ve tane zedelenmesi şeklinde olduğunu, yerli tip harman makinalarında kontrbatör yapısı gereği, harmanlanmamış tane kayıplarının ortaya çıkmasının çok uzak bir olasılık olduğunu, bu makinalarda harmanlama kaybı olarak sadece tane zedelenmesinin söz konusu olduğunu, "Kırık Tane Oranı" deyimiyle tanımlanan bu tür ürün kaybının, harmanlanan ürün tohum olarak kullanılacak ise daha büyük bir önem taşımakta ve geri kazanılamaz özellikte bir kayıp olduğunu,

-Ayırma biriminde ortaya çıkan ürün kayıplarının başında "Samandaki Kayıp Tane" nin geldiğini belirterek, kimi zaman uygun olmayan vantilasyon veya aspirasyon etkisiyle, kimi zamanda çeşit özelliğine bağlı olarak oluşan samandaki kayıp tanenin, teknik açıdan ikinci bir işlemle, tekrar kazanılabilir özellikte ise de, ekonomik açıdan geri kazanılamaz türden bir kayıp olarak irdelenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca ayırma birimlerinin işlevsel ve yapısal özellikleri nedeniyle görülebilen bir diğer ürün kaybının, "Kesmik İçindeki Kayıp Tane" olduğunu, daha az enerji tüketilerek ve daha kolay bir şekilde tekrar elde edilebildiği için bu tür kaybın geri kazanılabilir özellikte olduğunu, ancak, kolay da olsa ikinci bir işlemi gerektirdiğinden yine de bir kayıp olarak irdelenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Toros (1991), Çukurova yöresinde buğday ikinci ürün soya tarımında kullanılan alet ve makinaların yakıt zaman verilerini ve iş başarılarını tesbit etmiştir.

Denemeler sonucunda buğday ve ikinci ürün soya tarımı için efektif iş başarılarını ve tarla iş başarılarını sırasıyla;

- Buğdayda 4.98 makina.h/ha – 5.34 adam.h/ha

- Soyada 7.27 makina.h/ha – 7.78 adam.h/ha olarak belirlemiştir.

Ayrıca yapılan enerji değerlendirmesinde ise dekara toplam 3405.8 MJ enerji tüketilirken buna karşılık 14195.0 MJ'lük enerji çıktısı eşdeğerde ürün elde edildiğini belirtmiştir.

Buğday ve ikinci ürün soya tarımında yapılan işlemler için tüketilen yakıt miktarlarını buğday için 36.50 l/ha, soya için ise 54.95 l/ha, ekim öncesi toprak hazırlıklarında harcanmış yakıt miktarlarını ise soyada 22.6 l/ha, buğdayda 14.1 l/ha olarak belirlemiştir.

Yaldız ve ark. (1990), araştırmalarında Çukurova Bölgesinde önemli tarımsal ürünlerin enerji bilançosunu belirlemişler, sonuç olarak girdi-çıktı enerjisi olarak değerlendirmişlerdir.

Zender (1986), fasulye, mercimek, nohut, bezelye ve bakla hasat ve harmanında uygulanan yöntemleri ve makinaları açıklamıştır.

Zeren (1982), soya tarımının yapıldığı bazı bölgelerimizde soya hasadının, tahıl hasadı için geliştirilen klasik tip biçerdöverler kullanılarak yapıldığını, soyanın gerek bitki yapısı, gerekse tane yapısı olarak tahıllardan çok farklı olduğunu, tanenin kapsül içinde oluşunun ve kapsüllerin tahıllarda olduğu gibi sapın ucunda değil gövdenin üzerinde dağılmış olmasının, kapsül ile zemin arasındaki mesafenin azlığının ve ülkemizde kullanılan tahıl biçerdöverlerinde tabla otomatik ayar düzenin bulunmayışının soya hasadını güçleştirdiğini ve hasat sırasında kayıplara neden olduğunu belirtmiştir. Tahılların, genellikle tarla ortalama verimlerinin %3-5'i kadar bir kayıpla biçilirken, aynı biçerdöver ile soya hasat edildiğinde bu kayıpların % 6-25'e kadar çıkabildiğini vurgulamıştır.

Zeren (1983), soya bitkisinin alçaktan kapsül bağlaması nedeniyle, hasat sırasında oluşan kayıpların, biçme yüksekliğine bağlı olarak değiştiğini, hasat sırasında bazı soya çeşitlerinde toplam bakla sayısının %20'sinin, kesme yüksekliğinin altında kaldığını bildirmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.2. Biçme Yüksekliğinin Tarla Ortalama Verimine Etkisi (Zeren 1982)

Biçme Yüksekliği (cm)	Verim (kg/da)	Kayıp (kg/da)	Kayıp (%)
Elle Hasat	203	0	0
9.0	192	10.9	5.67
13.0	185	19.4	10.48
16.5	178	24.8	13.93

Zeren ve ark. (1990), Çukurova Bölgesinde pamuk, ikinci ürün soya, mısır ve buğday üretiminde uygulanan geleneksel mekanizasyon sistemi ile, toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığında zaman ve enerji tüketimini azaltmaya yönelik yaptıkları

çalışmada, kombine tarım makinalarının (birleştirilmiş aletlerin) kullanıldığı yeni bir üretim yöntemini ve mekanizasyon sistemini teknik ve ekonomik yönden karşılaştırmışlardır.

Zeren ve ark. (1991), çalışmalarının birinci bölümünde nohut bitkisinin hasat mekanizasyonuna ilişkin bitki nem değişimini, bitki boyunu, ilk bakla yüksekliğini, bitki sıklığını, bitki üzerinde bakla dağılımını, bakla ve dal sayısını, nohut tanesinin bazı fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Ortalama bitki boyunu 39.7 cm, ilk baklanın yerden yüksekliğini 20.3 cm olarak belirlemişler ve bitki üzerindeki bakla dağılımının düzgün olduğunu ve tane düşey dağılımı açısından 20 cm'nin altında tane oranının % 0 olduğunu saptamışlardır. Nohut bitkisinin bitkisel özellikler açısından hasatta mekanizasyona uygun olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada dört farklı hasat harman sistemini denemişler, sistemlerin teknik iş başarılarını ve enerji tüketimlerini karşılaştırmışlardır. Denenen bu sistemler şöyledir;

I. Sistem: Elle yolma ve yığın yapma + yığın toplama + harman makinası ile harmanlama,

II. Sistem: Biçerdöver ile hasat harman,

III. Sistem: Aspiratörlü hasat makinası ile hasat ve toplama + harman makinası ile harmanlama,

IV. Sistem: Yolma makinası ile yolma + tırmıkla yığın yapma + yığın toplama + harman makinası ile harmanlama'dır.

Araştırma sonuçlarına göre, toplam tüketilen enerji miktarlarını I., II., III. ve IV. Yöntemlerde sırasıyla 2305.99 MJ/ha, 666.16 MJ/ha, 2653,77 MJ/ha, 3333.54 MJ/ha olarak saptamışlar ve yöntemler içinde, biçerdöverle hasat ve harmanı enerji tüketimi yönünden en ekonomik sistem olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri

Denemeler Konya ili Çumra ilçesi İçeriçumra beldesinde bulunan, farklı fasulye popülasyonları ekilmiş iki tarlada yürütülmüştür. Denemelerin yapıldığı fasulye tarlalarının genel görünüşleri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Kanada fasulye popülasyonu ekilmiş tarlanın genel görünüşü



Şekil 3.2. Sarıkız fasulye popülasyonu ekilmiş tarlanın genel görünüşü

Çumra ilçesi 37°–38° doğu boylamı ile 33°–34° kuzey enlemleri arasında yer almakta, yüzölçümü 2320 km^2 ve rakımı 1009 m' dir. Çumra ilçesinin doğusunda Karaman, batısında Akören ve Meram ilçesi, kuzeyinde Karatay ve Karapınar ilçeleri, güneyinde ise Güneysınır ilçesi bulunmaktadır.

3.1.2. Deneme yerinin toprak özellikleri

Çumra ovasının büyük bir kısmı alüvial topraklarla kaplıdır, mineral maddeler bakımından zengin, genç, derin ve verimlidir. Ancak tuzluluk, alkalilik, drenaj ve rüzgâr erozyonu gibi problemleri vardır. Arazilerin %50'si düz, %17'si hafif, %14 'ü orta meyilli, %13'ü dik ve %6'sı çok diktir (Anonymous 1978).

Kanada fasulye popülasyonun yetiştirildiği 1. tarla %29 kil, %44 silt, %27 kum oranı ile killi tın tekstür sınıfına dahildir. Bu tarlada organik karbon %0.813, organik madde %1.40, kireç ($CaCO_3$) %8.6, PH 8.21, tuz (EC) 97.2 µmhos/cm, azot (N) %0.07 'dir.

Sarıkız fasulye popülasyonun yetiştirildiği 2. tarla %21 kil, %26 silt, %53 kum oranı ile kumlu killi tın tekstür sınıfına dahildir. Bu tarlada organik karbon %0.689, organik madde %1.19, kireç ($CaCO_3$) %10.2, PH 8.18, tuz (EC) 97.8 µmhos/cm, azot (N) %0.06 'dır.

Her iki tarlanın toprakları da orta kireçli, orta derecede alkalin ve organik madde yüzdeleri düşüktür.

3.1.3. Deneme yerinin iklim özellikleri

Konya kapalı havzasında yer alan Çumra, farklı ürünlerin bir arada yetiştirildiği geniş ürün desenine sahip önemli bir tarımsal üretim merkezidir. Çumra ve çevresinde kışları soğuk ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuraktır. Sonbahar ve İlkbahar ayları yağışların olduğu evrelerdir. Yaz sıcaklığı çoğu tarımsal ürünün yetiştirilmesine elverişlidir (Akkuş 2000) . Deneme alanının 2005 ve uzun yıllara ilişkin bazı önemli iklim değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Alanının 2005 ve Uzun Yıllara İlişkin Bazı Önemli İklim Değerleri (Anonymous 2005 c)

Aylar	Yıllar	Ort. Max. Sıc. (°C)	Ort. Min. Sıc. (°C)	Ort. Sıc. (°C)	Ort. Nisbi Nem (%)	Top. Yağış (mm)	Rüzgar Hızı (m/s)	Güneş. süresi (h/gün)
Nisan	2005	18.6	4.3	11.3	54.2	29.9	1.6	7.1
	Uzun Yıllar	17.8	4.0	10.9	61.0	38.4	1.2	6.9
Mayıs	2005	23.5	8.7	16.3	49.2	24.4	1.2	8.2
	Uzun Yıllar	22.4	8.0	15.6	61.0	38.8	0.8	8.6
Haziran	2005	27.3	12.3	20.1	45.3	28.7	1.2	9.9
	Uzun Yıllar	26.6	11.4	19.6	57.0	19.8	0.9	10.4
Temmuz	2005	33.0	16.6	25.0	44.9	0.9	1.3	10.5
	Uzun Yıllar	29.9	13.9	22.5	52.0	5.5	1.0	11.3
Ağustos	2005	32.9	16.1	24.5	43.8	3.1	1.2	11.0
	Uzun Yıllar	29.8	13.1	21.8	53.0	4.6	0.7	11.0
Eylül	2005	25.6	10.0	17.6	51.0	27.6	1.0	9.1
	Uzun Yıllar	26.0	9.0	17.4	56.0	5.3	0.6	9.6
Ekim	2005	17.5	3.9	9.9	61.9	24.4	0.9	7.0
	Uzun Yıllar	19.9	4.9	11.9	65.0	33.8	0.5	7.1

Uzun yıllar ortalama meteorolojik değerler (1954-2000)
Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Aylık Hava Raporları

3.1.4. Fasulye bitkisi

Bu çalışmada Konya bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen Kanada ve Sarıkız yerel popülasyonları kullanılmıştır.

Her iki fasulye popülasyonu da pnömatik hassas ekim makinası ile sıra üzeri 10 cm, sıra arası 45 cm'ye ekilmiştir.

3.1.5. Fasulye hasat-harman denemelerinde kullanılan alet ve makinalar

3.1.5.1. Çift bıçaklı çayır biçme makinası

Makaslama kesme yapan bu makinada her iki bıçakta hareket etmektedir. Karşılıklı olarak hareket eden bıçaklar hareketlerini çift kollu bir kranktan almaktadırlar. Bıçaklar birbiri üzerine baskı parmaklarıyla bastırılmaktadır. Baskı parmaklar üst ve alt olmak üzere iki tiptir.

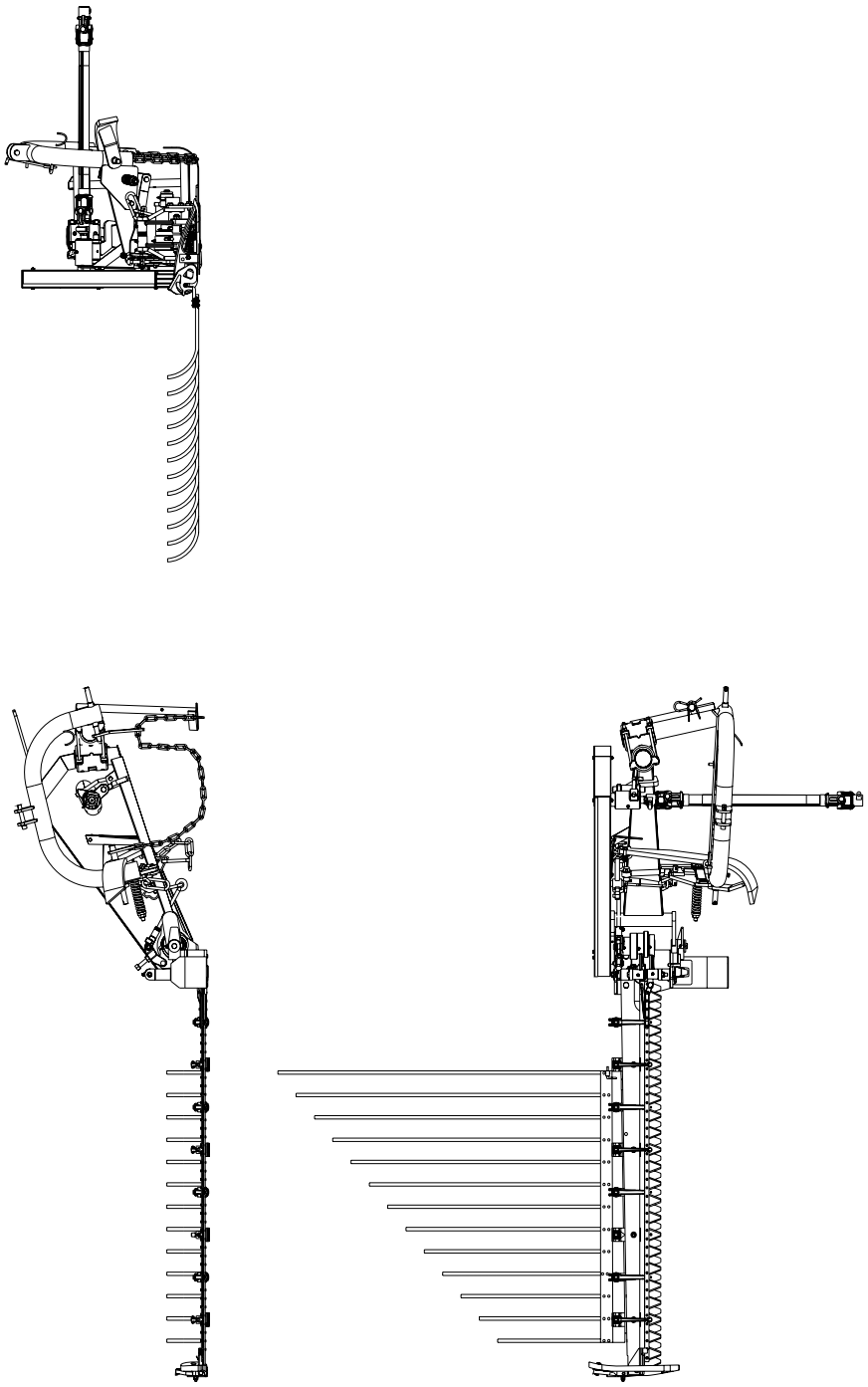
Hareket traktör kuyruk milinden mafsallı şaft yardımıyla alınmakta ve giriş kasnağı miline iletilmektedir. Giriş kasnağından krank kasnağına iki adet V-kayışla iletilen hareket krankı döndürmekte ve krank kollarına küresel mafsalla bağlı ara kollar üstten yataklanmış sarkaç kollarını hareket ettirmektedir. Makinaya biçilmiş ürünü namlu haline getiren özel bir namlu düzeni ilave edilerek takılmıştır. Makinaya ilişkin bazı teknik özellikler Çizelge 3.2'de verilmiştir. Şekil 3.3'de makinanın ve ilave edilen namlu düzeninin genel görünüşü, Şekil 3.4'de ise şematik görünüşü verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çift Bıçaklı Çayır Biçme Makinasının Bazı Teknik Özellikleri

Özellik	Birim	Değer
Biçme düzeni yapısal iş genişliği	mm	1700
Toplam ağırlık	kg	210
Üst bıçak sayısı	adet	22
Alt bıçak sayısı	adet	23
Üst baskı parmağı sayısı	adet	4
Alt baskı parmağı sayısı	adet	4
Bıçak eksenleri arası uzaklık	mm	76.2
Eksantrik devir sayısı	min^{-1}	1440
Bıçak stroku	mm	38.1
Ortalama bıçak hızı	m/s	1.8



Şekil 3.3. Çift bıçaklı çayır biçme makinasının ve ilave edilen namlu düzeninin genel görünüşü



Şekil 3.4. Çift bıçaklı çayır biçme makinasının ve ilave edilen namlu düzeninin şematik görünüşü

3.1.5.2. Prototip hasat-harman makinası

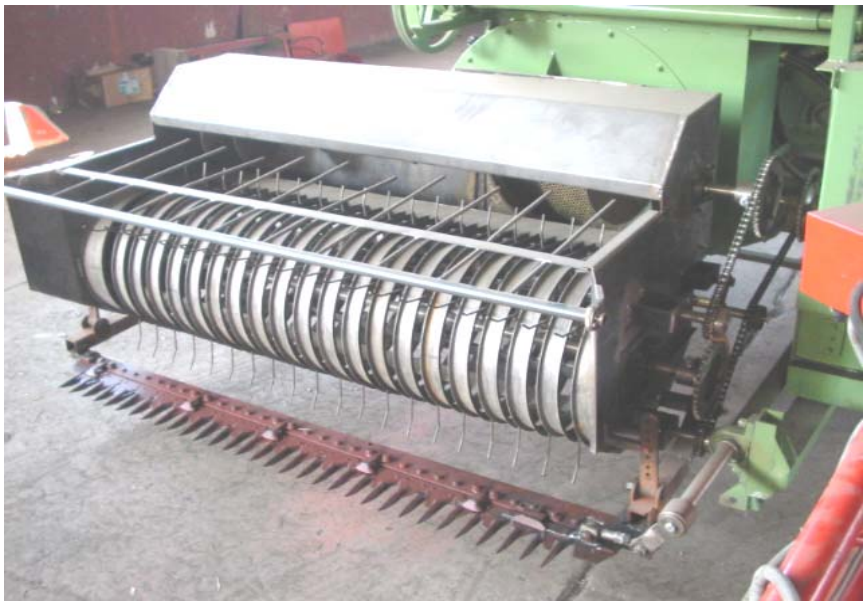
Prototip hasat-harman makinası ürünü tarladan biçerek harmanlama organında harman eden, taneyi tane deposuna aktaran, sapı kıyarak saman haline getirerek saman sevk borusundan tarım arabasına yükleyen bir makina olarak dizayn edilmiştir.

Bu amaçla, imalatçı bir firma tarafından nohut bitkisinin hasat ve harmanı için imal edilen makina üzerine fasulye bitkisinin hasat ve harmanına uygun olabileceği düşünülen bazı düzenler imal edilerek monte edilmiştir. Bu düzenler;

-Ürünü tarladan bıçaklar ile biçen biçme düzeni ve biçilen ürünü, dönerek çalışan yaylı parmaklar vasıtasıyla aspiratörün vakum alanına sevk eden pikap (toplama) düzeni,

-Sapı kıyarak saman haline getirip saman sevk borusundan tarım arabasına yükleyecek bir sap kıyıcı ve pnömatik iletim düzenidir.

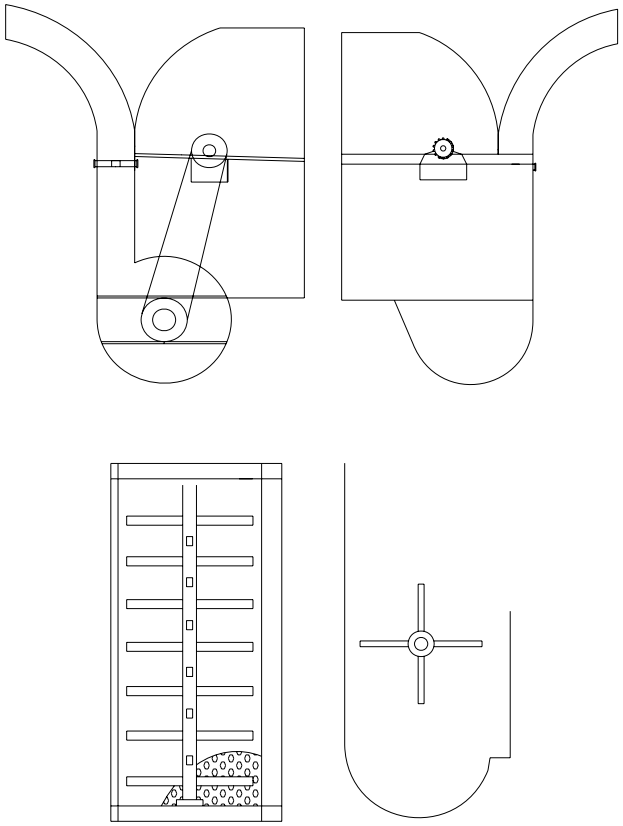
İmal edilerek prototip hasat-harman makinası üzerine monte edilen biçme ve pikap düzeninin genel görünüşü Şekil 3.5'de, şematik görünüşü Şekil 3.8'de, sap kıyıcı ve pnömatik iletim düzeninin genel görünüşü Şekil 3.6'da, şematik görünüşü Şekil 3.7'de verilmiştir.



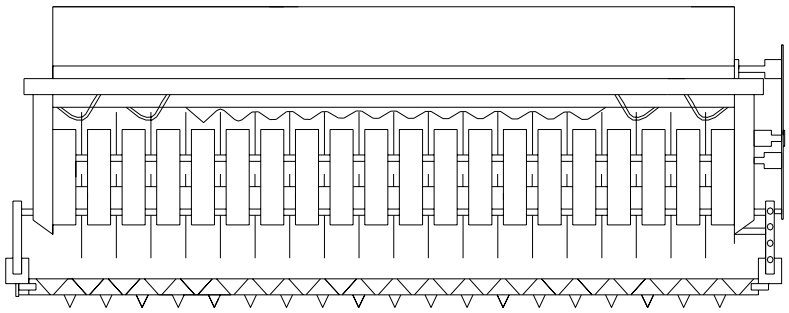
Şekil 3.5. Prototip hasat-harman makinasının biçme ve pikap düzeni



Şekil 3.6. Prototip hasat-harman makinasının sap kıyıcı ve pnömatik iletim düzeni



Şekil 3.7. Sap kıyıcı ve pnömatik iletim düzenin şematik görünüşü



Şekil 3.8. Biçme ve pikap düzenin şematik görünüşü

Biçme düzeni, parmaklı orta bıçak tipindedir. Pikap düzeni, Ø 5.5 mm'lik yaylı parmaklar, 2 mm ve 4 mm'lik sacın presle şekillendirilmesiyle oluşturulmuştur. Yaylı parmaklar; 40x40 mm'lik köşebent malzeme üzerine civatalarla bağlanmış ve köşebent malzeme iki ucundan çatıya yataklandırılmıştır. Pikap düzeninin sonunda; sağ ve sol tarafta helezon, ortada ise üçgen kesitli uçlara sahip paletli besleme düzeni bulunmaktadır.

Prototip hasat-harman makinasının bazı teknik özellikleri Çizelge 3.3'de, makinaya ilişkin genel görünüş Şekil 3.9'da, şematik görünüşü Şekil 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.3. Prototip Hasat-Harman Makinasının Bazı Teknik Özellikleri

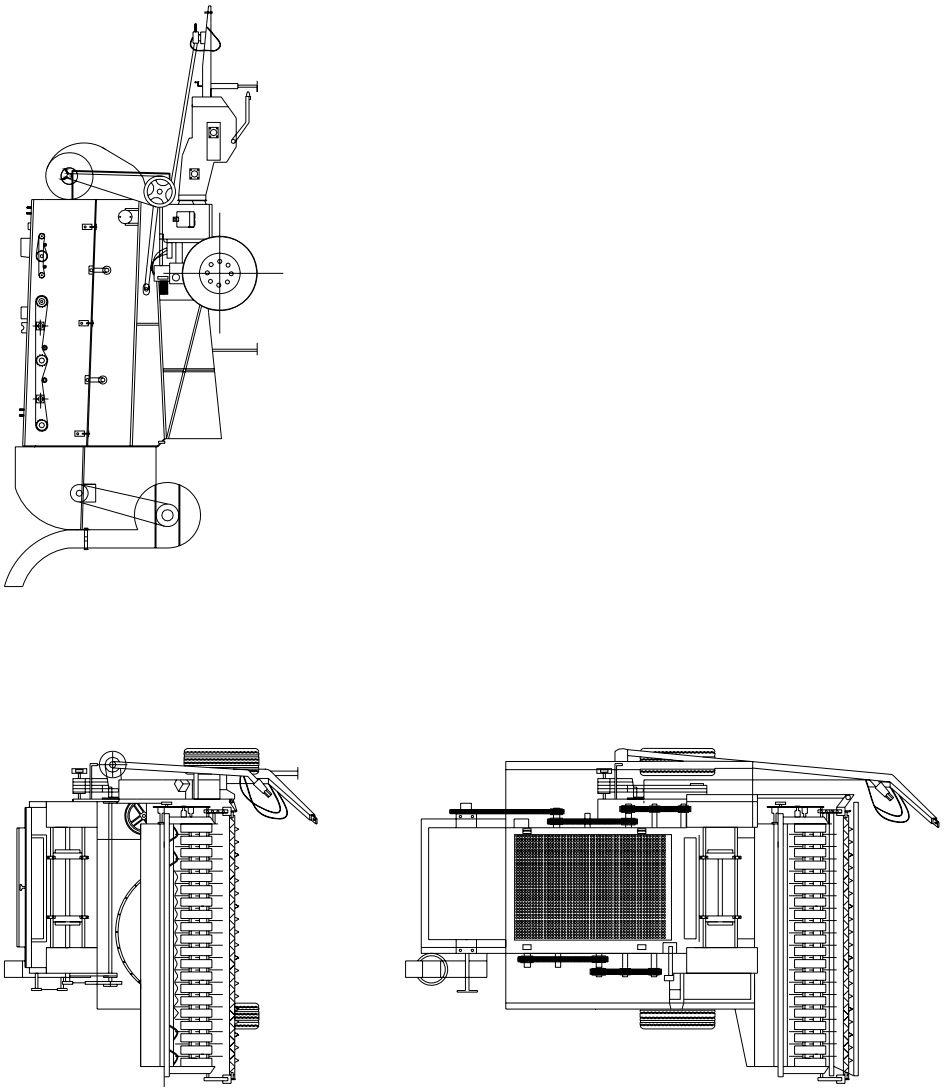
Özellik	Birim	Değer
Genel ölçüler		
Uzunluk	mm	5740
Genişlik	mm	2670
Yükseklik	mm	2800
Ağırlık	kg	2480
Tane depo kapasitesi	kg	600
Biçme düzeni		
Yapısal iş genişliği	mm	1750
Bıçak yaprağı sayısı	adet	32
Bıçak parmak sayısı	adet	22
Baskı parmağı sayısı	adet	5
Bıçak eksenleri arası uzaklık	mm	76.2
Eksantrik devir sayısı	min^{-1}	695

Özellik	Birim	Değer
Parmaklar arası uzaklık	mm	50.8
Bıçak stroku	mm	76.2
Ortalama bıçak hızı	m/s	1.8
Pikap düzeni		
Pikap mili devir sayısı	min^{-1}	130
Yaylı parmak sayısı	adet	80
Pikap kuşağı sayısı	adet	20
Baskı parmağı sayısı	adet	10
Baskı parmağı çapı	mm	10
Pikap genişliği	mm	1750
Besleme mili devir sayısı	min^{-1}	130
Aspiratör		
Aspiratör devir sayısı	min^{-1}	2280
Dış çapı	mm	800
İç çapı	mm	468
Kanat genişliği	mm	160
Kanat sayısı	adet	20
Kanat et kalınlığı	mm	4
Batör		
Sayısı	adet	8
Çapı	mm	115
540 min^{-1} kuyruk mili devrinde batör devir sayıları	min^{-1}	1: 510 2: 205 3: 510 4: 135 5: 780 6: 135 7: 780 8: 135
Uzunluğu	mm	980
Tipi		Parmaklı
Parmak sayısı	adet	30
Sıra sayısı		4
Parmaklar arası mesafe (ort.)	mm	135
Kontrbatör		
Boyutları		100 x 26
Sayısı	adet	8
Delik çapları	mm	13
Saç kalınlığı	mm	2
Vantilatörler		
Vantilatör devir sayısı	min^{-1}	1080
Sayısı	adet	2
Çapı	mm	570
Kanat sayısı	adet	4
Kanat genişliği	mm	185
Kanat et kalınlığı	mm	4

Özellik	Birim	Değer
Sarsaklar		
Sarsak devir sayısı	min^{-1}	390
Sayısı	adet	2
Uzunluğu	mm	1230
Genişliği	mm	970
Kalınlığı	mm	0.5
Malzemesi		Sac
Hacmi	dm^3	870
Yerden yüksekliği	mm	480
Kavuzlu tane deposu		
Hacmi	dm^3	130
Yerden yüksekliği	mm	1380
Saman aspiratörü		
Aspiratör devir sayısı	min^{-1}	1040
Çapı	mm	500
Kanat sayısı	adet	8
Kanat genişliği	mm	125
Kanat et kalınlığı	mm	4



Şekil 3.9. Prototip hasat-harman makinasının genel görünüşü



Şekil 3.10. Prototip hasat-harman makinasının şematik görünüşü

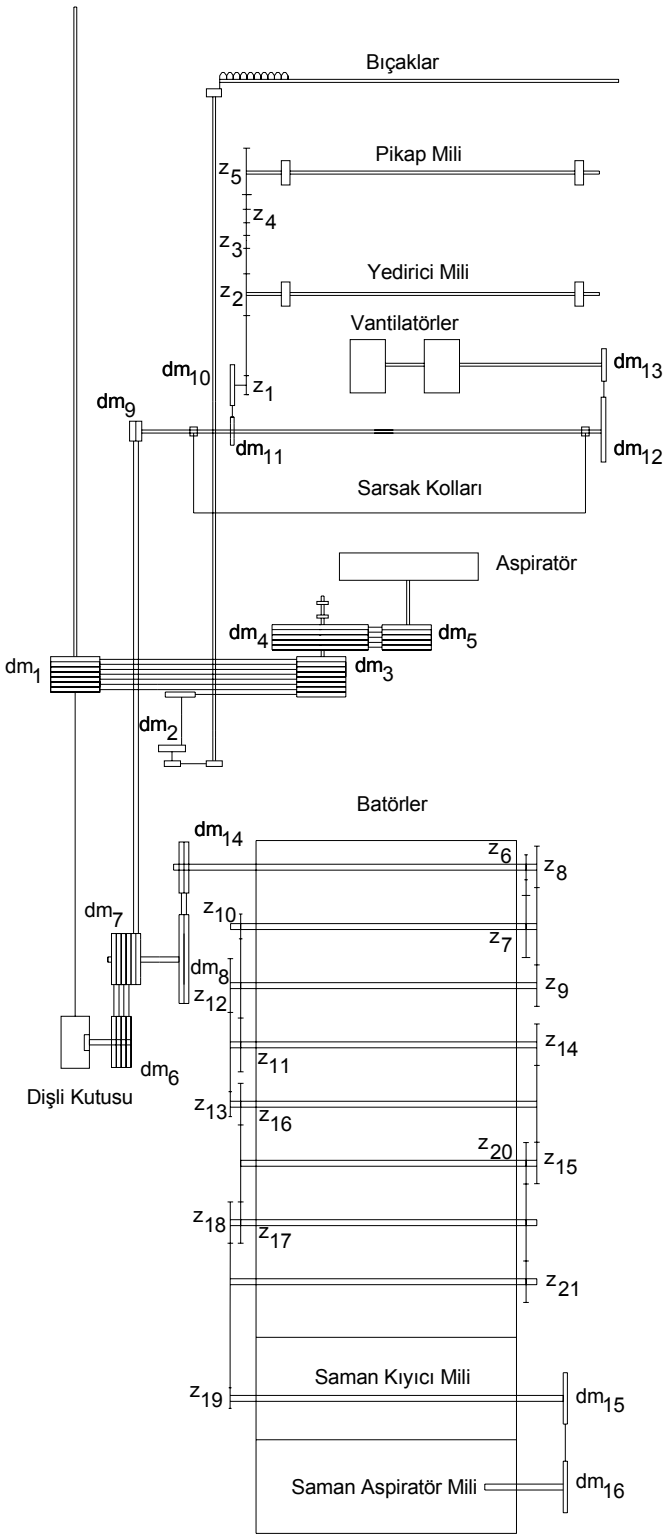
Prototip makina, traktör kuyruk milinden mafsallı mil ile tahrik edilen hareket halinde iken biçme, harmanlama, ayırma, temizleme ve depolama işlemlerini birlikte yapabilen çekilir tip kombine bir hasat harman makinasıdır.

Materyalin, biçme düzeninden harmanlama ünitesine iletimi pnömatik ve mekanik yolla yapılmıştır (elevatör ve aspiratör). Hareket iletim düzenlerinde, mekanik düzenlerin yanında hidrolik sistemler de kullanılmıştır. Çeki oku, yol ve iş durumu olmak üzere iki farklı konuma getirilebilmektedir. Makinanın sağ ve solunda tabla yüksekliğini ve eğimini ayarlayan hidrolik silindirler bulunmaktadır. Bu silindirler vasıtasıyla biçme ünitesi arazi eğimine uyum sağlamaktadır. Hidrolik kumanda sistemi çeki oku üzerine yerleştirilmiş olup operatör tarafından kumanda edilmektedir.

Bıçaklar tarafından biçilen ürün, pikap düzeni tarafından aspiratörün vakum alanına sevk edilmektedir. Vakum alanına giren ürün, hava akımının etkisiyle harmanlama tertibatına iletilmektedir. Harmanlama tertibatında batör-kontrbatör tarafından harmanlanan ürün sap kısmı sap kıyıcı ünitede saman haline getirilerek pnömatik iletim düzeni vasıtasıyla saman sevk borusundan tarım arabasına, tane kısmı eğik düzlem vasıtasıyla jaluzi tip eleğe iletilmektedir. Elek üzerindeki materyal, hava akımı etkisiyle kavuz v.b. hafif maddelerden arınmakta, kavuzlardan ayrılamayan kavuzlu taneler eleğin hareketi ile elek sonunda kavuzlu tane deposuna boşaltılmaktadır. Bu kısımda biriken kavuzlu taneler tekrar harmanlama sistemine elle verilerek ikinci bir harmanlama sağlanmaktadır. Kavuzsuz taneler elek aralarından geçerek eğik düzlem üzerinden ana depoda toplanmaktadır. Makina üzerinde bir adet tane deposu ve bir adet kavuzlu tane deposu olmak üzere toplam iki adet depo bulunmaktadır.

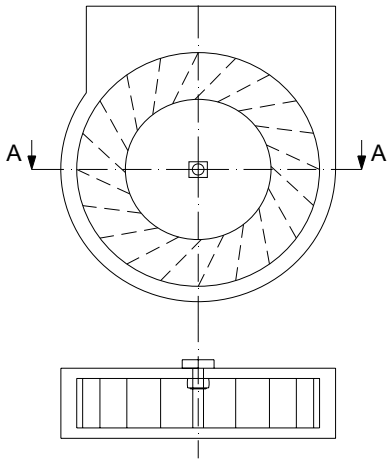
Traktör kuyruk milinden mafsallı mil ile alınan hareket, ana mil üzerinden kayış-kasnak tertibatı ve zincir dişli sistemleri ile değişik oranlarda biçme, iletim, harmanlama, temizleme ve sap kıyıcı tertibatına iletilmektedir. Prototip hasat-harman makinasının hareket iletim düzeni Şekil 3.11'de verilmiştir.

Prototip hasat-harman makinasının aspiratörünün şematik görüntüsü Şekil 3.12'de, batör-kontrbatör ve saman ünitesinin şematik görünüşü Şekil 3.13'de verilmiştir.

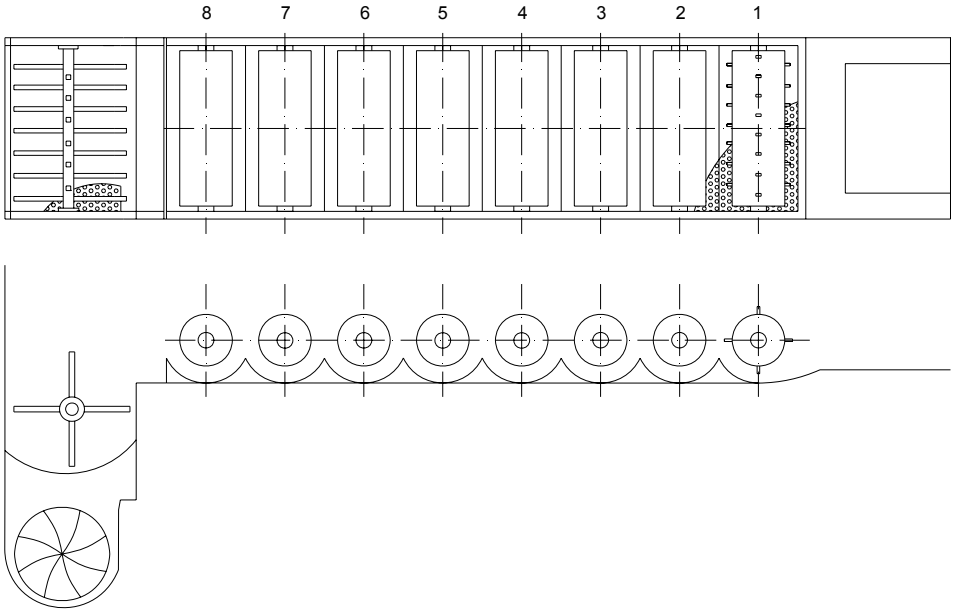


dm_1 = 225	z_1 = 22
dm_2 = 175	z_2 = 38
dm_3 = 160	z_3 = 15
dm_4 = 450	z_4 = 15
dm_5 = 150	z_5 = 38
dm_6 = 225	z_6 = 16
dm_7 = 225	z_7 = 40
dm_8 = 300	z_8 = 20
dm_9 = 175	z_9 = 20
dm_{10} = 195	z_{10} = 17
dm_{11} = 110	z_{11} = 26
dm_{12} = 350	z_{12} = 26
dm_{13} = 125	z_{13} = 17
dm_{14} = 175	z_{14} = 20
dm_{15} = 220	z_{15} = 20
dm_{16} = 220	z_{16} = 20
	z_{17} = 20
	z_{18} = 20
	z_{19} = 15
	z_{20} = 20
	z_{21} = 20

Şekil 3.11. Prototip hasat-harman makinasının hareket iletim tertibatı



Şekil 3.12. Prototip hasat-harman makinasının aspiratörü

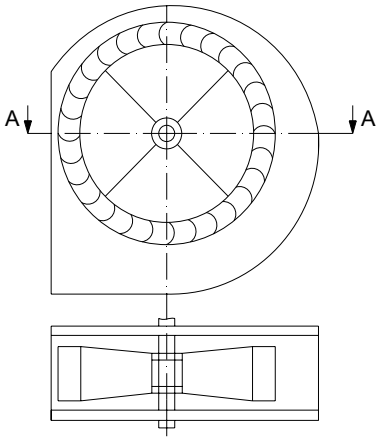


Şekil 3.13. Prototip hasat-harman makinasının batör-kontrbatör ve saman ünitesi

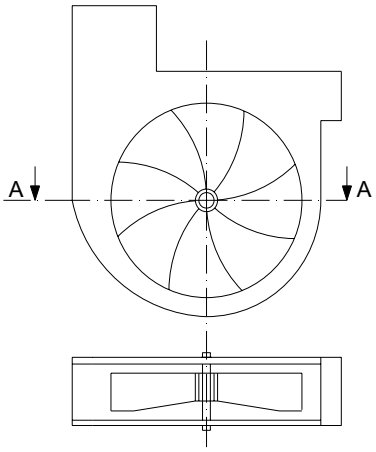
Makinanın vantilatörlerinden sarsaklara basılan hava akımlarının birbirini etkilememesi için vantilatörler arasında çapları 400 mm olan 1 mm' lik sacdan yapılmış iki adet sac perde mevcuttur (Şekil 3.14.).

Prototip hasat-harman makinası saman yapma ünitesinde bulunan saman aspiratörü kıyıcı ünite tarafından parçalanarak saman haline getirilen ürünün makina dışına iletilmesini sağlamaktadır (Şekil 3.15).

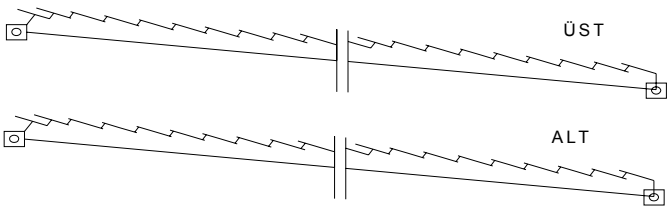
Prototip hasat-harman makinası temizleme ünitesinde bulunan her sarsak dört bölümden meydana gelmiş olup bu sarsaklar üzerinde sarsak aralarına yirmiiki kademede ayarlanabilen ayar kademesi mevcuttur (Şekil 3.16).



Şekil 3.14. Prototip hasat-harman makinasının vantilatörü



Şekil 3.15. Prototip hasat-harman makinasının saman aspiratörü



Şekil 3.16. Prototip hasat-harman makinasının sarsakları

3.1.5.3. Harman makinası

Pnömatik dane ileticili depolu harman makinası traktör kuyruk mili ile sabit veya hareketli olarak çalışan, fasulyeyi harmanlayarak ayıran ve sapı saman haline getiren, tane ve samanı hava ile ayırarak taneleri bir elevatör yardımıyla üzerindeki depoya ileten, bir çift lastik tekerlek üzerinde taşınan bir makinadır.

Harmanlamada araştırma materyali olarak kullanılan fasulye harman makinasının genel görünüşü Şekil 3.17'de, bazı teknik özellikleri Çizelge 3.4'de, şematik görünüşü Şekil 3.18'de verilmiştir.

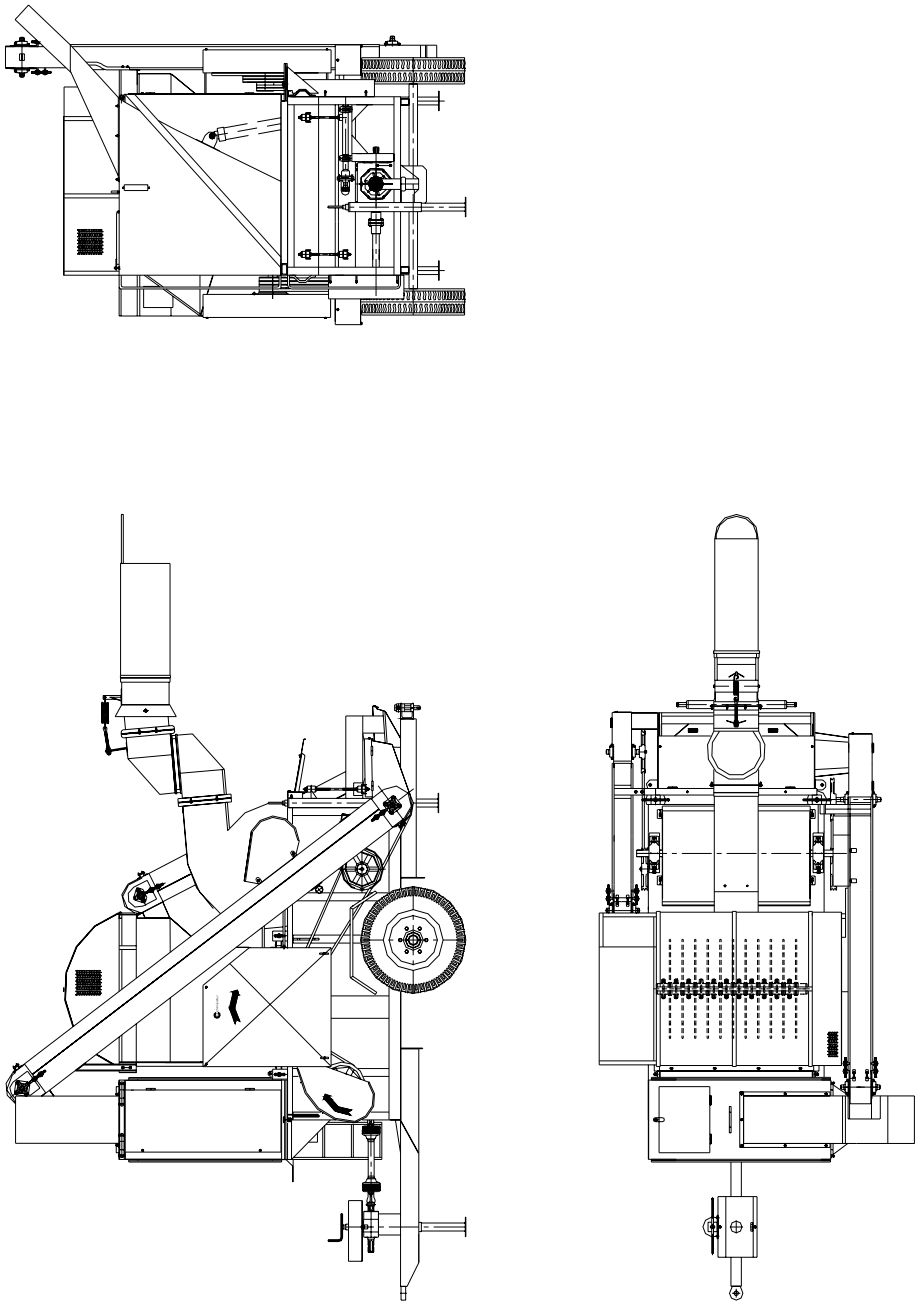


Şekil 3.17. Harman makinasının genel görünüşü

Harman makinanın yan tarafında bulunan besleme ağzından, dirgenle yedirilen fasulyeler batör-kontrbatör arasından geçerek harman edilmektedir. Tane + saman (malama) haline gelen materyal, kontrbatör delikleri arasından eğik düzleme dökülmektedir. Söz konusu harmanlanmış materyal, meyil ve salınım hareketi yardımıyla aspiratör etki alanına girmekte, saman hava akımıyla tane ve kesmikten ayrılarak saman sevk borusundan dışarı yada tarım arabasına bırakılmakta ve tane, elekler yardımıyla temizlenerek tane elevatörü ile makinanın deposuna doldurulmaktadır. Kontrbatör 2.5 mm kalınlığındaki sac plakaya karışık sıralı delikler açılarak yapılmış olup, çatıya geçmeli ve civatalarla sökülebilir şekilde bağlanmıştır.

Çizelge 3.4. Harman Makinasının Bazı Teknik Özellikleri

Özellik	Birim	Değer
Genel ölçüler		
Toplam uzunluk	mm	6040
Toplam genişlik	mm	2370
Toplam yükseklik	mm	3450
Toprak aralığı	mm	260
Toplam ağırlık	kg	2300
Besleme ve harmanlama düzeni		
Besleme ağzı yerden yüksekliği	mm	1950
Besleme ağzı genişliği	mm	430
Besleme ağzı derinliği	mm	1200
Batör		
Batör çapı.	mm	750
Batör genişliği	mm	1200
Batör devir sayısı	min^{-1}	480
Batör mili ölçüsü	mm	80x80
Batör parmak sayısı	adet	(11x4) 44
Batör parmak ölçüsü	mm	30x10 lama
Kontrabatör		
Kontrbatör delik çapı	mm	22
Delikli plaka örtme oranı.		%36
Volan		
Sayısı	adet	2
Çapı	mm	650
Kütlesi	kg	(95x2)190
Aspiratör		
Çapı	mm	650
Genişliği	mm	250
Aspiratör devir sayısı	min^{-1}	1285
Kanat sayısı	adet	9
Kanat ölçüleri	mm	250x250
Eksantrik devir sayısı	min^{-1}	385
Pnömatik tane elevatörü		
Fan çapı	mm	420
Kanat sayısı	adet	12
Fan çıkış genişliği	mm	85
Fan emme çapı	mm	220
Tane elevatörü devir sayısı	min^{-1}	120
Kesmik elevatörü devir sayısı	min^{-1}	190
Eksantrik		
Eksantrik devir sayısı	min^{-1}	340



Şekil 3.18. Harman makinasının şematik görünüşü

3.1.6. Güç kaynağı olarak kullanılan traktör

Güç kaynağı olarak 51.5 kW (70 BG) gücünde traktör kullanılmıştır. Bu traktörle çift bıçaklı çayır biçme makinası, prototip hasat-harman makinası ve harman makinasının çalıştırılması işlemi yapılmıştır.

3.1.7. Ölçümlerde kullanılan alet ve cihazlar

Denemelerde zaman ölçümleri için kronometre, devir ölçümleri için devir ölçme cihazı kullanılmıştır.

Deneme parsellerinin belirlenmesinde jalonlar, çelik metre, ip, kayıpların belirlenmesi için iç alanı 1 m^2 olan 100x100 cm metal profil çerçeve kullanılmıştır. Örneklerin tartılması için 5200 g kapasiteli, 0.01 g hassasiyetli elektronik dijital hassas terazi, hava hızı ölçümleri için 0.4-40 m/s ölçüm aralığı olan dijital göstergeli hava hızı ölçüm cihazı kullanılmıştır.

3.2. Metot

Bu çalışmada deneme materyali olarak, Konya bölgesinde fasulye üretim alanlarında yaygın olarak kullanılan Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonları seçilmiştir. Bu amaçla, Çumra'daki deney alanları her iki fasulye popülasyonda ayrı ayrı olmak üzere tesadüf blokları deneme desenine göre üç farklı yöntemde üç tekerrürlü olarak yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

Denemelerde ölçülen tüm değerler 150 m x 66.67 m ölçülerindeki standart parsele çevrilerek ortalamaları alınmıştır (Uçucu 1976, Uçucu 1981, Güzel 1986).

Çizelge 3.5'de Kanada fasulye popülasyonu için deneme parsellerinin ölçüleri, Çizelge 3.6'da ise Sarıkız fasulye popülasyonu için deneme parsellerinin ölçüleri verilmiştir.

Fasulyenin hasat ve harman denemelerinde uygulanan hasat yöntemleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

I. Yöntem: Elle yolma, öbek yapma, harman makinası ile harmanlama.
II. Yöntem: Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile biçme, öbek yapma, harman makinası ile harmanlama.
III. Yöntem: Prototip hasat-harman makinası ile hasat ve harmanlama.

I. yöntemde fasulye, hasadı elle yapılarak öbekler haline getirilmekte (Şekil 3.19), öbekler haline getirilen ürün kurutulduktan sonra harman makinası ile harmanlanmaktadır (Şekil 3.23).

II.yöntemde fasulye, çift bıçaklı çayır biçme makinası ile hasat edilerek namlu haline getirilmekte (Şekil 3.20 ve 3.21), ürün kurutulduktan sonra harman makinası ile harmanlanmaktadır (Şekil 3.23).

III.yöntemde fasulye hasat-harmanı, prototip hasat-harman makinası ile yapılmaktadır (Şekil 3.22).

Çizelge 3.5. Kanada Fasulye Popülasyonu İçin Deneme Parsellerinin Ölçüleri

I. Yöntem	1. Parsel : 40 m x 15 m = 600 m^2 2. Parsel : 35 m x 15 m = 525 m^2 3. Parsel : 25 m x 25 m = 625 m^2
II. Yöntem	1. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 2. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 3. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2
III. Yöntem	1. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 2. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 3. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2

Çizelge 3.6. Sarıkız Fasulye Popülasyonu İçin Deneme Parsellerinin Ölçüleri

I. Yöntem	1. Parsel : 50 m x 4 m = 200 m^2 2. Parsel : 50 m x 4 m = 200 m^2 3. Parsel : 50 m x 4 m = 200 m^2
II. Yöntem	1. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 2. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 3. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2
III. Yöntem	1. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 2. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2 3. Parsel : 50 m x 5.4 m = 270 m^2



Şekil 3.19. Fasulyenin elle yolunarak hasadı ve öbek yapılması



Şekil 3.20. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile fasulye hasadı



Şekil 3.21. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile hasat işleminden sonra oluşan fasulye namluları



Şekil 3.22. Prototip hasat-harman makinası ile fasulye hasadı



Şekil 3.23. Harman makinası ile fasulye harmanı

Koşulların insan, hasat-harman, materyaller üzerinde iş başarılarına etkisi her yıl değişiklik gösterdiğinden, yanılmalara neden olmaması için aynı koşullar altında tüm denemeler aynı üretim yılındaki hasat-harman döneminde yapılmıştır.

3.2.1. Bitkiye ilişkin ölçümler

Olgunlaşma süresi: Tohumun ekiminden bitkinin fizyolojik olgunluğa eriştiği zamana kadarki geçen gün sayısıdır. Bu süre, gözlemlerle belirlenen, bitkideki sararma başlangıcı ile anlaşılmaktadır. Ya da ekim tarihinden tam olgunlaşma gününe kadar olan zaman dilimini içermektedir (El Saleh 2000).

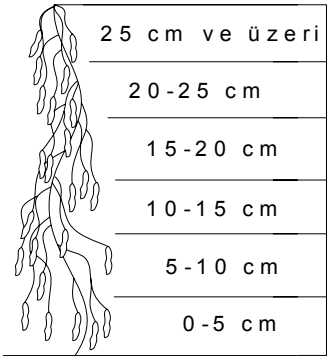
Bitki boyu: Toprak yüzeyi ile bitkinin en üst noktası arasındaki düşey mesafedir. Hasat zamanında ortalama bitki boyu, her parselden rasgele on örnek bitki ölçülerek belirlenmiştir. Ölçümler, bitkinin tarlada doğal halinde yapılmıştır (Işık ve ark.1986, Zeren ve ark.1991).

İlk bakla yüksekliği: Toprak yüzeyi ile toprak yüzeyinden itibaren ilk bulunan bakla arasındaki düşey mesafedir. Hasatta meydana gelecek kayıpları etkileyen faktörlerden birisidir. Bakla yüksekliği ne kadar fazla ise yolma ve biçme sırasında anızda kalan tane kayıpları da o oranda az olacaktır. Denemelerde her parselden rasgele on örnek bitki ölçülerek ilk bakla yüksekliği belirlenmiştir (Işık ve ark.1986, Zeren ve ark.1991).

Yatma: Bitki dallarının veya gövdesinin genetik yapı veya çeşitli dış etmenlerle toprak yüzeyine yakınlaşması ve gövdenin dikliğini kaybetmesidir. Bu durum makinalı hasadı olumsuz etkilemekte ve tane kayıplarını arttırmaktadır. Biçme mekanizmaları kullanırken, bitkinin yatmış olması tanelerin biçme yüksekliği altına inmesine ve bazı dalların biçilmeden bırakılmasına neden olmaktadır.

Tane düşey dağılımı: Toprak yüzeyinden itibaren bitkinin en üst noktasına kadar her yükseklikte bitki üzerindeki tanelerin oranını vermektedir. Tane düşey dağılımı belirlendikten sonra, çeşit üzerinde makinalı hasat yapmadan önce, hasadın ne kadar başarılı olabileceğini tahmin etmek mümkün olabilmektedir. Başka bir deyişle, bitki tam olarak toprak yüzeyinden biçilemediği için biçme düzenine belli bir yükseklik vermek gerekmektedir. Verilen bu yüksekliğin altında kalan bakla ve taneler kayıp sayılmaktadır.Tane düşey dağılım faktörü kullanılarak kesme düzeyi

altında kalabilecek bakla ve tane oranları konusunda tahmin yapılabilmektedir. Diğer yandan bu dağılıma bakarak çeşidin dallanma ve yatma durumu hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Böylece üzerinde çalışılan çeşidin makinalı hasada uygun olup olmadığı konusunda tahmin yapılabilmektedir. Denemelerde tane düşey dağılım katman yüksekliği belirlendikten sonra, tane düşey dağılım katmanları el ile kesilerek alınmıştır. Her katman kesilmesinden sonra değişik katmanlardan elde edilen örnekler tartılmış ve belirlenen katmanlardaki tane yüzde oranları hesaplanmıştır (Özcan 1986) .



Şekil 3.24. Bitkide tane düşey dağılım katmanlarının şematik görünüşü

Tane, bakla ve yeşil aksamın nem değişimi: Fasulyede genellikle hasat zamanı başladığında renk değişimi oluşmaktadır. Bitki nem oranı, havanın sıcaklık ve bağıl nem oranına bağlıdır. Genellikle zaman geçtikçe bitki, bakla ve tane nem oranı azalmaktadır. Makinalı hasatta, tanelerin %18-20 nem durumunda hasat harmanı yapılmalıdır. Aksi halde tanelerin kırılmasına, çatlamasına ve içten embriyonun zarar görmesine sebep olabilir. Denemelerde hasat dönemi başlamadan önce yeşil aksam, bakla ve tane nem oranları ölçümleri için örnekler alınmıştır. Bitkiler toprak seviyesinden makasla kesilerek naylon torba içerisinde taşınarak baklalar yeşil aksamdan ayrılmıştır. Baklaların yarısı tanelerine ayrılmış diğer yarısı da bakla olarak kullanılmıştır. Elde edilen yeşil aksam, bakla ve taneler nemli haliyle hassas bir terazide tartıldıktan sonra 105 ^{o}C'de 24 saat fırında bekletilmiştir. Örnekler kuruduktan sonra tekrar tartılarak yaş ağırlık miktarından kuru ağırlık miktarı çıkarılıp nem miktarı bulunarak yaş baza göre hesaplanmıştır (El Saleh 2000).

Bin tane ağırlığı: Harmanlanmış her örnek içerisinden bin adet sayılıp hassas elektronik terazide tartılarak g/1000 tane olarak belirlenmiştir.

Tane boyut dağılımı: Her iki fasulye popülasyonundan rasgele elli adet tane alınarak dijital kumpas ile taneye ait üç boyut ölçülmüştür.

Kritik hız: Kritik hızın belirlenmesi amacıyla, kritik hız ölçme seti kullanılmıştır. Kritik hız ölçme seti; elektronik devir ayarlayıcı, elektrik motoru, fan, hava karışım odası ve üzerinde gözetleme penceresi bulunan düşey hava kanalından oluşmaktadır.

Trifaze elektrik motoru, bir elektronik devir ayarlayıcısına bağlanmıştır. Devir ayarlayıcı ile elektrik motorunun devri 0-500 min^{-1} arasında kademesiz olarak artırılıp azaltılabilmektedir. Elektrik motorunun diğer tarafına 0.35 kW güç ile çalışan körüklü bir fan bağlanmıştır. Fanın hava çıkış kısmına anma çapı 110 mm olan 1 m uzunluğunda PVC bir boru yatay şekilde bağlanmıştır. Borunun diğer ucuna hava karışım odası monte edilmiştir. Hava karışım odasının üst tarafına 110 mm çapında ve 1 m uzunluğunda başka bir PVC boru düşey konumda yerleştirilmiştir. Bu borunun üzerine materyalin hareketini gözlemek için 20 mm çapında saydam cam bir boru yerleştirilmiştir.

Hava karışım odasına fan tarafından basılan türbülanslı hava akımını düzgün akışlı hale dönüştürebilmek için hava karışım odasının üstüne monte edilmiş düşey borunun üzerinde üç adet difüzör bulunmaktadır. Düşey borunun ucuna bağlanan saydam plastik borunun üzerinden elektronik kritik hız ölçme aleti ile hava hızı ölçülmektedir.

Her iki fasulye popülasyonundan rasgele on adet tane alınıp kritik hız ölçme ünitesinde kritik hızları belirlenmiştir.

Toplam verim: Elle yolma denemesinde 1 m^2' lik alandan bitkiler elle hasat edilerek her parselden beş ayrı örnek alınmıştır. Toplanan bitkiler 1 hafta süreyle bez torba içerisinde açık havada kurutulmuştur. Makina denemelerinde, örnekler toprak yüzeyinden makasla kesilerek alınmıştır. Kurutma işleminden sonra tartım yapılıp örnek sayısına bölünerek toplam verim kg/da olarak bulunmuştur.

Tane ve saman verimi: Toplam verim belirlendikten sonra örnekler harmanlanmış ve elde edilen taneler tartılmıştır. Daha sonra örnek sayısına bölünerek

toplam verim kg/da olarak bulunmuştur. Toplam verimden tane veriminin çıkarılmasıyla saman verimi bulunmuştur (El Saleh 2000).

3.2.2. Hava hızı ölçümü

Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla, prototip hasat-harman makinasının aspiratör, vantilatör, saman sevk borusu çıkış ağzında, harman makinasının saman sevk borusu çıkış ağzında hava hızı ölçümleri yapılmıştır (Evcim 1983).

Dikdörtgen kesitli çıkış ağızları, dikdörtgen alanlara bölünerek elektronik hava hızı ölçme cihazı ile ölçümler dokuz ayrı noktadan yapılmıştır.

Debi ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Ülger 1985).

$Q = A \cdot V$

Q : Debi (m^3/s)

A : Kesit alanı (m^2)

V : Ortalama hız (m/s)

3.2.3. Zaman ölçümleri ve iş verimi

Zaman ölçümleri ve alan iş verimi hesaplamalarında üç kronometreli ölçüm seti kullanılmıştır. İş verimi aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Özcan 1986).

$$İVe = 0.1 * B * V * T_{ef}$$

$$T_{ef} = T_{es} / (T_{es} + T_d + T_k)$$

İVe : İş verimi (ha/h)

B: İş genişliği (m)

V: İlerleme hızı (km/h)

T_{ef} : Efektif zaman

T_{es} : Esas zaman (makinanın tarlada çalıştığı gerçek süre)

T_d : Dönme zamanı (dönüşlerde kaybedilen zaman)

T_k : Kayıp zaman (çalışma sırasında oluşan arızalardan kaynaklanan zaman)

3.2.4. İş Verimi

Alan iş verimleri efektif alan iş verimi olarak hesaplanmıştır. Deneme parselleri işlenirken harcanan efektif çalışma zamanı (t_{ef}) kullanılarak iş verimi (ha/h) olarak hesaplanmıştır (Güzel 1986, Özcan 1986).

$$İV_{ef} = A / t_{ef}$$

$İV_{ef}$: Efektif alan iş verimi (ha/h)
A : İşlenen alan (ha)
t_{ef} : Efektif çalışma zamanı (h)

Harman makinalarında materyal iş verimi de benzer bir yolla hesaplanmıştır. Aynı çalışma süresinde işlenen materyal tartılarak iş verimi belirlenmiştir.

$$İV_{materyal} = G_{mat} / t_{es}$$

$İV_{materyal}$: Materyal iş verimi (kg-materyal/h)
G_{mat} : Harmanlanan materyal kütlesi (kg)
t_{es} : Makinanın gerçek çalışma süresi (h)

Harman makinasında alan iş verimi, 1 m^2 alandaki materyal ağırlığı belirlenerek hesaplanmıştır.

$$İV_a = İV_{materyal} / g$$

$İV_a$: Harman makinasının alan iş verimi (ha/h)
$İV_{materyal}$: Harman makinasının materyal iş verimi (kg-materyal/h)
g : Bir hektar alandaki materyal kütlesi (kg/ha)

1 m^2 alandaki materyal veriminin belirlemesinde boyutları 1m x 1m olan çerçeveden yararlanılmıştır. Hasat olgunluğunda bulunan deneme parseli üzerinden rasgele yerlerden yeterli sayıda örnek elle yolunmuş 24 saat 105 ^oC sıcaklıkta kurutulmuş ve tartılarının aritmetik ortalaması birim alandaki materyal verimi olarak (g/m^2) ve (kg/ha) olarak değerlendirilmiştir (Özcan 1986).

3.2.5. Efektif iş genişliği

Makinanın efektif iş genişliği ölçümlerinde makina ilk geçişini yaptıktan sonra parselden birkaç metre uzakta belirli bir noktadan (jalondan) biçilmemiş bitki sırasına olan ilk ölçüm yapılmıştır. Makina geçiş sayısı sayılarak ve birçok geçişten sonra aynı noktadan tekrar ölçüm yapılarak iş genişliği hesaplanmıştır (Dilmaç 1998).

$$B_{ef} = (L_{ilk} - L_{son}) / n$$

B_{ef} : Makinanın efektif biçme genişliği (cm)
L_{ilk} : İlk ölçüm uzaklığı (cm)
L_{son} : Son ölçüm uzaklığı (cm)
n : İlk ölçümle son ölçüm arasında makinanın geçiş sayısı (adet)

3.2.6. İlerleme hızı

Kronometre yardımıyla parsel boyunca biçme sırasında geçen zaman ölçülmüş, biçilen parsel uzunluğundan yararlanarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla ilerleme hızı hesaplanmıştır.

$$V = 3.6 (L / t)$$

V : İlerleme hızı (km/h)
L : Ölçüm uzunluğu (m)
t : Ölçüm uzunluğunun alınması için geçen zamanların aritmetik ortalaması (s)

3.2.7. Anız yüksekliği

Anız yüksekliği, biçme alet ve makinalarının bitkiyi toprak yüzeyinden ne kadar yüksekten biçtiğini ifade etmektedir. Hasat yöntemi uygulanan her parselden onbeş adet ölçüm yapılmış ve ölçümlerin aritmetik ortalaması anız yüksekliği olarak belirlenmiştir (Özcan 1986, Zeren 1991).

3.2.8. Kayıp ölçümleri

Hasat yöntemlerinin başarısını belirleyebilmek için her yöntemin önemli kayıp şekilleri her hasat-harman aşamasında belirlenmiştir.

Hasat öncesi meydana gelen ürün kayıpları yetiştirme tekniğinin, iklim etmenlerinin ve canlıların mekanik etkilerinin sonucunda oluşmaktadır. Yöntemin uygulanmasındaki herhangi bir eksikliğin meydana getirdiği ürün kaybı çok yüksek olabilmekte fakat çiftçi çoğunlukla ürünü ancak hasat dönemi geldiği zaman sahiplendiği için bu dönemin öncesinde oluşan kayıplara yeterli önem vermemektedir.

Çalışma sırasında denemelerin uygulanacağı alandan rasgele farklı yerlerden hasat öncesinin kayıpları aranmıştır. Bulunan bakla yada çatlamış bakladan dökülen taneler hasat öncesi kayıpları olarak belirlenmiştir.

Elle yolma sırasında oluşan kayıplar için, fasulye elle hasat yönteminde işçilerin bitkiyi yolduktan sonraki boşalan yerlerde, her parselde 1 m^2' lik çerçeve ile rasgele beş farklı örnek alanda belirlenmiştir. Elle yolma işleminden sonra fasulyeler öbekler haline getirilerek harman nem seviyesine gelinceye kadar kurumaya bırakılmıştır. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ve prototip hasat-harman makinası ile hasatta biçme sırasında oluşan kayıpları belirlemek amacıyla ip çerçeveler kullanılmıştır. Çerçeve eni 50 cm ve boyu tabla genişliğinde olan ip ve kazıklardan oluşmaktadır. Hasat sırasında makina durdurulup geri alındıktan sonra bu yerlere örnek çerçevesi yerleştirilmiş ve çerçeve içerisinde bulunan çeşitli tane kayıpları toplanmıştır. Bu alandan alınan kayıplar ölçüldükten sonra bulunan kayıplar kg/ha'a çevrilmiştir. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile biçme ve namlu yapma işleminden sonra fasulyeler öbekler haline getirilmiştir. I. ve II.yöntemlerde öbek altında kalan

kayıpları bulmak için her parselden rasgele beş öbek altından 1 m^2'lik çerçeve içerisindeki kayıplar toplanmıştır. Parsel alanı ve içerisindeki öbek sayısı belirlendikten sonra öbek başına düşen hasat edilmiş alan hesaplanmıştır. Öbek altından alınan 1 m^2'lik çerçeve içerisinde bulunan kayıplar, öbek başına düşen hasat edilmiş alana bölündükten sonra, bu kısımda oluşan kayıplardan, I.yöntem için elle yolma sırasında hesaplanan kayıp miktarı çıkarılarak; II.yöntem için biçme ve namlu yapma sırasında hesaplanan kayıp miktarı çıkarılarak öbek altı kayıpları belirlenmiştir. Prototip makina kullanıldığında bu kısımdaki kayıplar sıfır kabul edilmiştir (Özcan 1986, El Saleh 2000).

Harmanlama sırasında oluşan kayıplar**,** Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metotlarına ve TS 3222 deney ilkelerine göre belirlenmiştir.

Denemelerde her parsel için örnekler alınmış, örneklerin ortalamalarından toplam kayıp aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Anonymous 1999, Çarman ve ark. 1994, Demir 1985, Dilmaç 1998).

$$T_k : H_t + S_t + E_t$$

T_k : Toplam kayıp (kg)
H_t : Harmanlanmamış tane miktarı (kg)
S_t : Samandaki tane miktarı (kg)
E_t : Elek altındaki tane miktarı (kg)

Kırık tane kaybı (elek altı), harmanlanmamış tane kaybı, samana kaçan tanelerden oluşan temizleme kaybı oranları aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Anonymous 1999, Tetik 1982, Evcim 1982 ve 1983, Demir 1985, Ülger ve ark. 1991, Dilmaç 1998).

$$KTO = (Q_k / Q).100$$
$$HTO = (Q_h / Q).100$$
$$TKO = (Q_t / Q).100$$

$$KO = KTO + HTO + TKO$$

Bu eşitliklerde;

KTO : Kırık tane oranı (%)

HTO : Harmanlanmamış tane oranı (%)

TKO : Temizleme kayıp oranı (%)

KO : Toplam kayıp oranı (%)

Q_k : Tüm çıkış ağızlarından elde edilen kırık tane miktarı (kg)

Q_h : Çıkış ağızlarından elde edilen harmanlanmamış tane miktarı (kg)

Q_t : Saman içerisindeki tane miktarı (kg)

Q : Toplam tane miktarı (kg)

Elde edilen taneler içerisindeki her parsele ait üründen alınan örneklerde kırık tane, harmanlanmamış baklalar v.b. aranmış ve ait olduğu kayıp çeşidine ilave edilmiştir. Harmanlanmamış baklalar, tanesi çıkarıldıktan sonra bakladaki tane kaybı olarak sayılmıştır. Harman makinası kullanımı sırasında oluşan kayıplar yukarıdaki eşitliklerde verilen kayıpların toplamı olarak bulunmuştur.

Samanla berabere atılan kayıp taneleri bulmak için harman makinasının saman sevk borusu çıkış ağzından çıkan samandan rasgele örnekler alınarak tane aranmıştır. Bulunan taneler harman makinanın diğer çıkış ağızlarında elde edilen kayıp tanelere ilave edilmiştir.

Prototip hasat-harman makinası kullanıldığında samanla atılan tanelerle beraber batör-kontbatör etkisinden depoda bulunan kırık tane ve harmanlanmamış baklalar aranmıştır. Harmanlanmamış baklalar, tanesi çıkarıldıktan sonra bakladaki tane kaybı olarak sayılmıştır.

Harman makinasında uygulanan kayıp belirleme yöntemi prototip hasat-harman makinasında da kullanılmıştır.

Prototip hasat-harman makinası saman sevk aspiratörünün çıkış ağzından samanla beraber atılan taneleri bulabilmek içinde harman makinasında olduğu gibi çıkan saman içerisinden rasgele örnekler alınarak tane aranmıştır. Bulunan taneler harman makinanın diğer çıkış ağızlarında elde edilen kayıp tanelere ilave edilmiştir.

3.2.9. Yakıt tüketimi ölçümleri

Yakıt tüketiminin belirlenmesi amacıyla, dolu depo yönteminden yararlanılmıştır. Belirli bir alan için depo tamamen doldurulmuştur. Makina işi bitirdikten hemen sonra ölçekli bir kap kullanılarak, depo tekrar ilk seviyesine kadar doldurulmuştur. İşlem yapılan alan ve doldurulan yakıt miktarı ölçülerek birim alan için tüketilen yakıt miktarı belirlenmiştir (Göktürk 1999, El Saleh 2000).

3.2.10. Toplam enerji tüketimi

Enerji tüketimi üç başlık altında toplanmıştır. Bunlar, İnsan, yakıt-yağ ve makina yapım enerjileridir. İnsan işgücü enerjisi 1.87 MJ/h olarak alınmıştır (Kaltschmitt ve Reinhardt 1997).

Yakıt tüketimi belirlemeleri sonucu (l/ha) olarak elde edilen yakıt tüketimi enerji eşdeğerine çevrilmiştir. Yağ enerjisi ise yakıt enerjisinin % 2'si olarak alınmıştır. Bir litre diesel yakıtın enerji eşdeğeri 35.524 MJ/l ve yakıtın üretimi için harcanan enerji 3.726 MJ/l değerleri kullanılmıştır. Tüketilen bir litre yakıtın enerji eşdeğeri 39.25 MJ/l, tüketilen bir litre yağın enerji eşdeğeri ise 0.785 MJ/l'dir. Diesel yakıtı için (yakıt + yağ) enerji değeri 40.035 MJ/l'dir (Kaltschmitt ve Reinhardt 1997).

Makina yapım enerjisi hesaplamalarında, aşağıdaki hesaplama yöntemlerinden yararlanılmıştır.

-Makina yapımında kullanılan malzemenin üretimi için tüketilen enerji: Malzeme üretim enerjisi (MÜ).

-Makina yapımında, malzemenin fabrikada biçimlendirilişi sırasında tüketilen enerji: Fabrika yapım enerjisi (F).

-Makinanın aşınan ve bozulan parçalarının yenilenmesi için takılan yedek parçanın yapımı için harcanan enerji : Yedek parça enerjisi (Yd).

Hesaplamalar aşağıdaki eşitlikler kullanılarak yapılmıştır.

$MÜ = G_1 . a + G_2 . b$

MÜ : Malzeme üretim enerjisi (MJ)
G_1 : Makinanın toplam metal ağırlığı (kg)
G_2 : Makinanın lastik ağırlığı (kg)
a,b : Malzeme üretim katsayısı (MJ/kg) (Ek Çizelge 8, Ek Çizelge 11)

$F = G . C$

F : Fabrika yapım enerjisi (MJ)
G : Makina toplam ağırlığı ($G_1 + G_2$) (kg)
c : Fabrika yapım katsayısı (MJ/kg) (Ek Çizelge 9, Ek Çizelge 11)

$Yd = 0.33 (MÜ + F) d$

Yd : Yedek parça enerjisi (MJ)
d: Toplam takılmış parça oranı (Ek Çizelge 10, Ek Çizelge 11)

Toplam makina yapım enerjisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$My = (MÜ + F) 0.82 + Yd$

My : Malzeme üretim, fabrika yapım ve yedek parça enerjilerinin toplamı olan makina yapım enerjisi (MJ).

Makina yapım enerjisinin 1 ha alana düşen payını bulmak için makinanın toplam kullanılabilir ömrü (yıl olarak) ve yılda işlediği alan (ha) olarak belirlenmiş ve ömrü içinde toplam işlediği alan hesaplanmıştır.

$$E = My / (T.A)$$

E: ha başına makina yapım enerjisi girdisi (MJ/ha)
T: Kullanılabilir ömür (yıl) (Ek Çizelge 11)
A: Yılda işlenen alan (ha/yıl) (Ek Çizelge 11)

Yöntemin ha başına toplam enerji girdisini oluşturan üç elemanın insan ve makinanın enerji tüketimleri ile makina yapım enerjisi toplanarak toplam eşdeğer enerji tüketimi hesaplanmıştır (Doering 1980, Özcan 1986, Yaldız ve ark.1990, Zeren ve ark. 1991, Yaldız ve ark.1993, Yavuzcan 1994).

Genel enerji tüketimi boyutunda, yöntemlerin toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji eşdeğerlerinin ve yöntemlerin hasat-harman işlemlerindeki toplam enerji tüketimlerinin toplanması ile elde edilen değerler belirlenmiştir.

3.2.11. İstatistiksel analizler

Denemelerde kullanılan Kanada ve Sarıkız popülasyonlarında ayrı ayrı olmak üzere toplam tane kaybı yüzdeleri, toplam enerji tüketimleri ve toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji eşdeğerlerinin ve hasat-harman işlemlerindeki toplam enerji tüketimleri değerleri arasında yöntemlere göre farklılıkların önemli olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla varyans analizleri yapılmıştır. Yöntemler arası farkın önemli çıkması durumunda LSD testi uygulanmıştır. Popülasyonlar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla da varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark.1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Bitkiye ilişkin ölçümler

Kanada fasulye popülasyonunda olgunlaşma süresi yaklaşık 90 gün, Sarıkız fasulye popülasyonunda ise yaklaşık 80 gün olarak belirlenmiştir.

Denemelerin yürütüldüğü tarlalarda ölçülen bitki boyu değerleri, Kanada popülasyonunda 28.1±0.33 cm, Sarıkız popülasyonunda ise 33.9±0.39 cm olarak belirlenmiştir. Fasulye popülasyonlarında ölçülen bitki boyu değerlerine ilişkin sonuçlar Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

İlk bakla yüksekliği değerleri Kanada popülasyonunda 4.1±0.12 cm, Sarıkız popülasyonunda ise 4.6±0.15 cm olarak belirlenmiştir. Fasulye popülasyonlarında ölçülen ilk bakla yüksekliği değerlerine ilişkin sonuçlar Ek Çizelge 2'de verilmiştir.

Denemeler süresince her iki fasulye popülasyonunda da yatma gözlenmemiştir.

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarında belirlenen tane düşey dağılımı değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Tane Düşey Dağılımı

	Katmanlar (cm)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25 ve yukarı
Kanada	% Tane	2.5	14.1	22.6	32.4	21.1	7.3
Sarıkız	% Tane	1.9	12.2	27.8	30.8	20.4	6.9

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarının hasadında uygun hasat neminin belirlenmesi için, hasat zamanlarından önce bitkinin tane, bakla ve yeşil aksamın nem değişimi tekerrürlü olarak belirli aralıklarla hasat zamanlarına kadar belirlenmiştir. Her iki popülasyonda da elle yolma ile hasat işlemi için uygun olan yaklaşık %40 tane nem seviyesine ulaşıldığında elle yolma ile hasada, makinalı hasat işleminden yaklaşık olarak bir hafta önce başlanmıştır. Makinalı hasat ise, yaklaşık % 18-20 tane nem seviyesine ulaşıldığında gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.2'de Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarında nem seviyesi değişimleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Nem Seviyesi Değişimi

	Nem seviyesi (% y.b.)					
	Kanada			Sarıkız		
Ölçüm zamanı	Tane	Bakla	Yeşil aksam	Tane	Bakla	Yeşil aksam
Makina ile hasat						
Hasattan 15 gün önce	48-50	53-55	64-66	49-53	57-59	65-67
Hasattan 7 gün önce	37-40	42-45	52-55	40-43	45-47	54-56
Hasattan 5 gün önce	24-27	27-30	41-44	28-31	31-34	48-52
Hasat zamanı	15-18	17-20	28-31	17-21	18-22	26-29
Elle yolma						
Hasattan 8 gün önce	48-50	53-55	64-66	49-53	57-59	65-67
Hasat zamanı	37-40	42-45	52-55	40-43	45-47	54-56

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi hasat zamanına yaklaşıldıkça her iki fasulye popülasyonunda hızlı bir nem kaybı olmuştur. Makinalı hasat için son 15 günlük dönem içerisinde, Kanada popülasyonunda yeşil aksam nem seviyesi % 64-66'dan % 28-31'e, bakla nem seviyesi % 53-55'den %17-20'ye, tane nem seviyesi de % 48-50'den % 15-18'e kadar düşmüştür. Sarıkız popülasyonunda ise yeşil aksam nem seviyesi % 65-67'den % 26-29'a, bakla nem seviyesi % 57-59'dan %18-22'ye, tane nem seviyesi de % 49-53'den % 17-21'e kadar düşmüştür. Elle yolmada ise son 8 günlük dönemde, Kanada popülasyonunda yeşil aksam nem seviyesi % 64-66'dan % 52-55'e, bakla nem seviyesi % 53-55'den %42-45'e, tane nem seviyesi de % 48-50'den % 37-40'a kadar düşmüştür. Sarıkız popülasyonunda ise yeşil aksam nem seviyesi % 65-67'den % 54-56'ya, bakla nem seviyesi % 57-59'dan % 45-47'ye, tane nem seviyesi de % 49-53'den % 40-43'e kadar düşmüştür.

Bin tane ağırlığı değerleri Kanada popülasyonunda ortalama 335,6 g, Sarıkız popülasyonunda ise ortalama 302,4 g olarak belirlenmiştir.

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarında tane boyut dağılımına ait yapılan ölçümler, maksimum, minumum ve ortalama değerler Çizelge 4.3, Ek Çizelge 3 ve Ek Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Tane Boyut Dağılımı

	Uzunluk (mm)			Genişlik (mm)			Kalınlık (mm)		
	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.
Kanada	12.96	11.03	12.12±0.069	7.99	6.82	7.47±0.038	6.11	4.08	5.45±0.049
Sarıkız	12.84	10.34	11.73±0.086	7.93	6.30	7.01±0.048	6.17	4.40	5.35±0.068

Pnömatik iletimde önemli bir değer olan kritik hız değerleri Kanada popülasyonunda ortalama 8.18±0.08 m/s, Sarıkız popülasyonunda ise 8.06±0.07 m/s olarak belirlenmiştir (Ek Çizelge 5).

Tane verimi Kanada popülasyonunda 375 kg/da, Sarıkız popülasyonunda 300 kg/da olarak, tane/materyal oranı ise Kanada popülasyonunda 0.603, Sarıkız popülasyonunda 0.523 olarak belirlenmiştir. Toplam verim Kanada popülasyonunda 621.8 kg/da, Sarıkız popülasyonunda 573.6 kg/da olarak belirlenmiştir.

Bitkideki toplam bakla sayısı Kanada popülasyonunda 19±0.49 adet/bitki, Sarıkız popülasyonunda 15.5±0.40 adet/bitki şeklinde saptanmıştır (Ek Çizelge 6). Kanada popülasyonunda birim alandaki (1 m^2) bitki sayısı değerleri,14 ile 20 adet/m^2 arasında değişmiş ve ortalama 17±0.58 adet/m^2, Sarıkız popülasyonunda bu değerler, 14 ile 20 bitki/m^2 arasında değişmiş ve ortalama 16±0.60 adet/m^2 olarak belirlenmiştir.

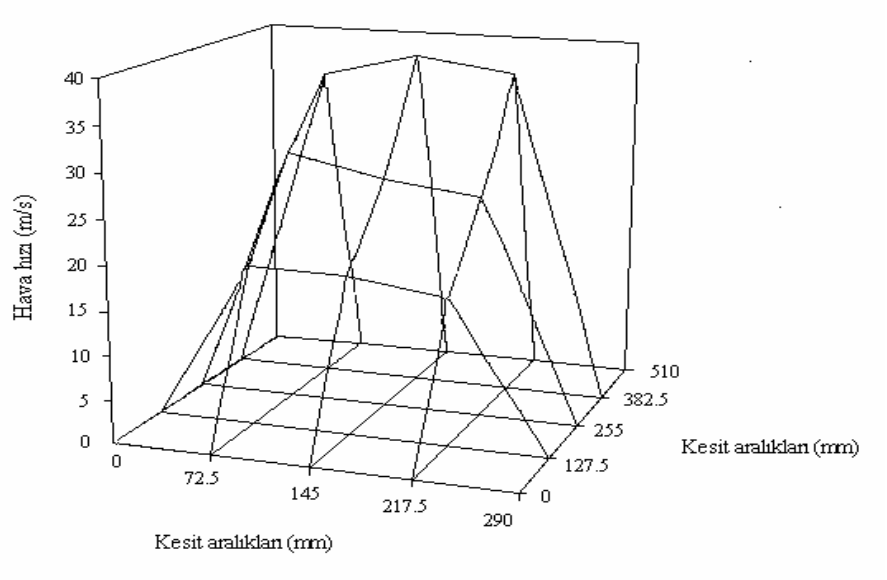
4.2. Hava hızı ölçüm değerleri

Prototip hasat-harman makinasının aspiratör, vantilatör, saman sevk borusu çıkış ağzında, harman makinasının saman sevk borusu çıkış ağzında çalışma esnasında ölçülen ortalama hava hızı ve hesaplanan debi değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Ayrıca, makinaların hava çıkış ağızlarındaki kesitlerden elde edilen hava hızı profilleri Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5'de verilmiştir.

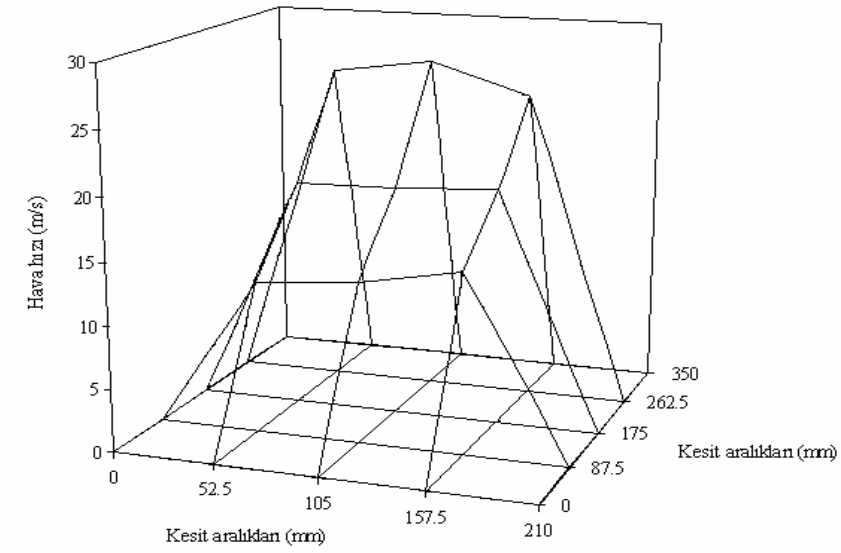
Çizelge 4.4. Makinaların Hava Çıkış Ağızlarından Elde Edilen Hava Hızı Değerleri

Makina	Hava hızı (m/s)		Debi (m^3/s)	
Prototip hasat-harman makinası aspiratörü	27.38		4.05	
Prototip hasat-harman makinası vantilatörü	Sol	Sağ	Sol	Sağ
	19.41	19.33	1.43	1.42
Prototip hasat-harman makinası saman aspiratörü	17.24		0.47	
Harman makinası saman aspiratörü	18.02		2.33	

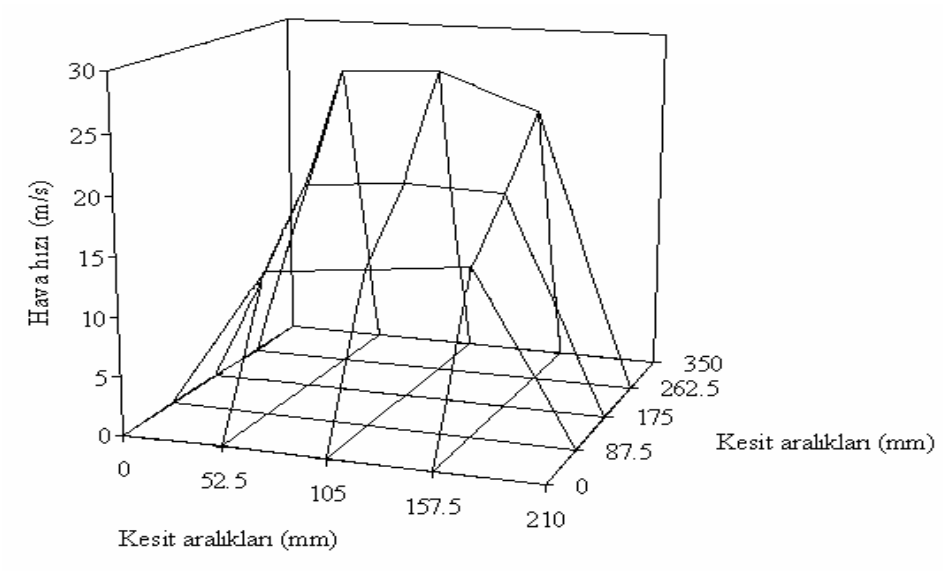
Hava hızı ortalama değerleri, prototip hasat-harman makinasının aspiratör çıkış ağzındaki kesitte 27.38 m/s, sağ vantilatör çıkış ağzındaki kesitte 19.33 m/s, sol vantilatör çıkış ağzındaki kesitte 19.41 m/s, saman aspiratörü hava çıkış ağzındaki kesitte 17.24 m/s, harman makinasının saman aspiratörü hava çıkış ağzındaki kesitte 18.02 m/s olarak saptanmıştır.



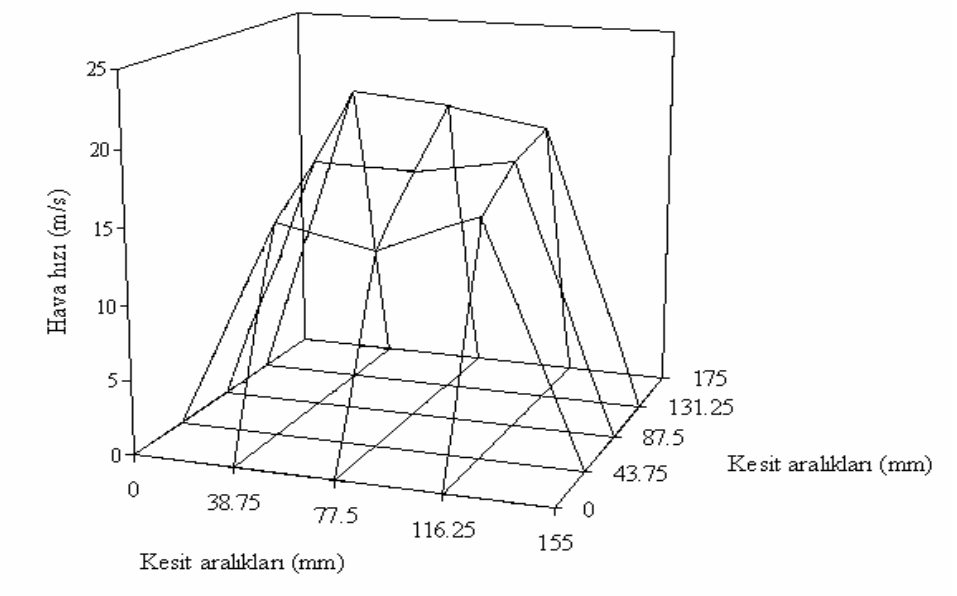
Şekil 4.1. Prototip hasat-harman makinasının aspiratör hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



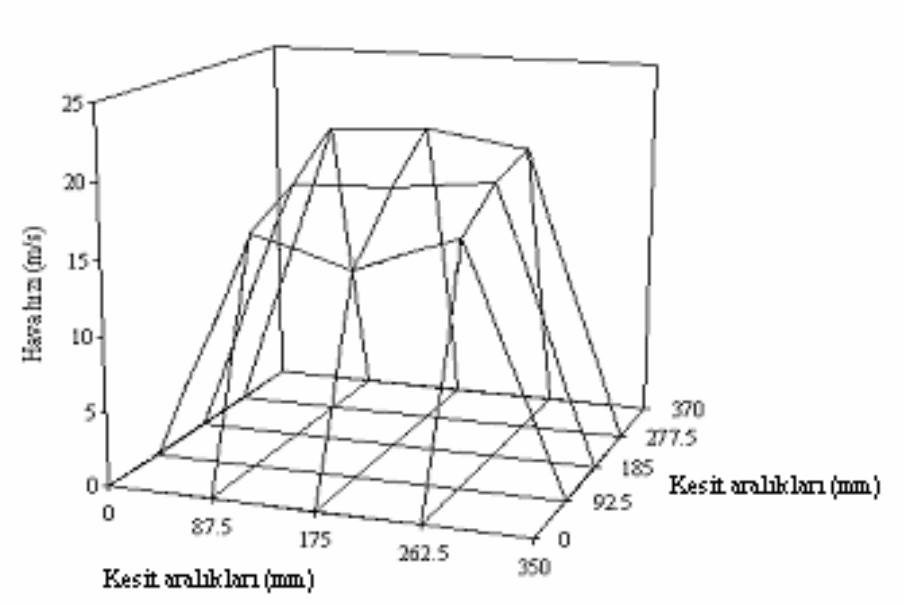
Şekil 4.2. Prototip hasat-harman makinasının sağ vantilatör hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



Şekil 4.3. Prototip hasat-harman makinasının sol vantilatör hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



Şekil 4.4. Prototip hasat-harman makinasının saman aspiratörü hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



Şekil 4.5. Harman makinasının saman aspiratörü hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri

4.3. İlerleme hızı ve anız yüksekliği

Denemelerde, çift bıçaklı çayır biçme makinası ve prototip hasat-harman makinası ile çalışma esnasında, makinanın yapısal özelliğine, bitki ve tarla koşullarına bağlı olarak ön denemeler yapılarak uygun bir ilerleme hızı belirlenmiştir.

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonları hasat yöntemlerinde ilerleme hızı ve anız yüksekliği değerleri Çizelge 4.5'de, biçme makinalarına ilişkin anız yüksekliği değerleri Ek Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 4.5.Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Hasat Yöntemlerinde İlerleme Hızı ve Anız Yüksekliği Değerleri

Kanada	İlerleme Hızı (km/h)	Anız Yüksekliği (cm)
Elle yolma	-	-
Çift bıçaklı çayır biçme makinası	2.25	5±0.21
Prototip hasat-harman makinası	1.9	4.18±0.11
Sarıkız	İlerleme Hızı (km/h)	Anız Yüksekliği (cm)
Elle yolma	-	-
Çift bıçaklı çayır biçme makinası	2.4	5.3±0.19
Prototip hasat-harman makinası	1.8	3.9±0.09

Çizelge 4.5 incelendiğinde, çayır biçme makinası ile Kanada popülasyonunda 2.25 km/h hızla çalışırken anız yüksekliği 5±0.21 cm, Sarıkız popülasyonunda 2.4 km/h hızla çalışırken anız yüksekliği 5.3±0.19 cm olarak ölçülmüştür. Prototip hasat-harman makinası ile Kanada popülasyonunda 1.9 km/h hızla çalışırken anız yüksekliği 4.18±0.11 cm, Sarıkız popülasyonunda 1.8 km/h hızla çalışırken anız yüksekliği 3.9±0.09 cm olarak ölçülmüştür.

4.4. Efektif iş genişliği ve efektif alan iş verimi

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonları denemelerinde uygulanan hasat-harman yöntemlerinde, her bir işlem için tarlada ölçülen efektif iş genişliği ve hesaplanmış alan iş verimi değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Denemelerinde Çeşitli İşlemlerde Kullanılan Makinaların Efektif İş Genişliği ve Efektif Alan İş Verimi Değerleri

Kanada	Efektif iş genişliği (m)	Teorik iş verimi (ha/h)	Efektif iş verimi (ha/h)
Elle yolma + öbek yapma	-	0.0062	0.0051
Çift bıçaklı biçme makinası	1.65	0.383	0.287
Çift bıçaklı öbek yapma	-	0.133	0.110
Harman makinası	-	0.263	0.219
(Tane verimi 3750 kg/ha)			(790 kg-tane/h)
Prototip hasat-harman makinası	1.65	0.333	0.209
Sarıkız	**Efektif iş genişliği (m)**	**Teorik iş verimi (ha/h)**	**Efektif iş verimi (ha/h)**
Elle yolma + öbek yapma	-	0.0054	0.0045
Çift bıçaklı biçme makinası	1.65	0.408	0.298
Çift bıçaklı öbek yapma	-	0.160	0.131
Harman makinası	-	0.300	0.250
(Tane verimi 3000 kg/ha)			(720 kg-tane/h)
Prototip hasat-harman makinası	1.65	0.315	0.202

Çift bıçaklı çayır biçme makinasında yapısal iş genişliğinin % 97.1'i aktif olarak iş yapabilmektedir. Prototip hasat-harman makinasında bu değer % 94.3 olarak tesbit edilmiştir.

4.5. Kayıp ölçümleri

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarında uygulanan üç farklı hasat-harman yönteminde oluşan tane kayıplarının ve yapılan varyans analizlerinin sonuçları aşağıda verilmiştir.

I.Yöntem:

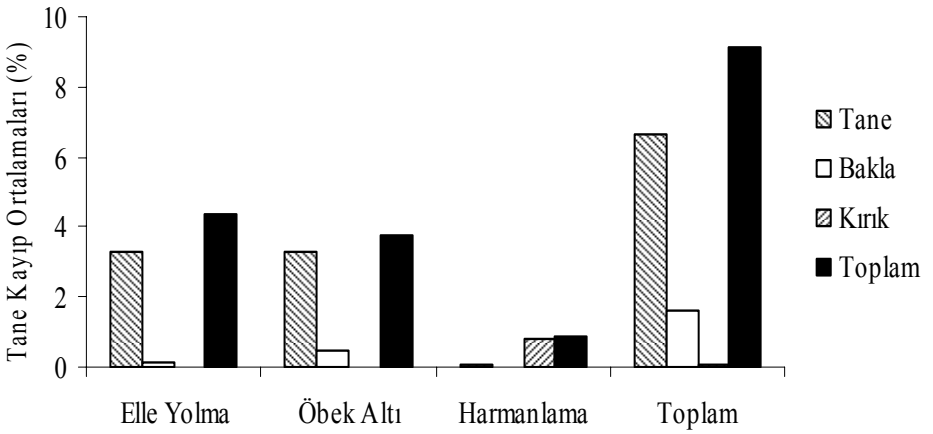
Çizelge 4.7'de I.yöntemde her iki fasulye popülasyonunda oluşan kayıpların yüzde ortalamaları kayıp aşamalarına göre verilmiştir.

Şekil 4.6'da Kanada popülasyonunda I.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları, Şekil 4.7'de Sarıkız popülasyonunda I.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları grafikler halinde verilmiştir.

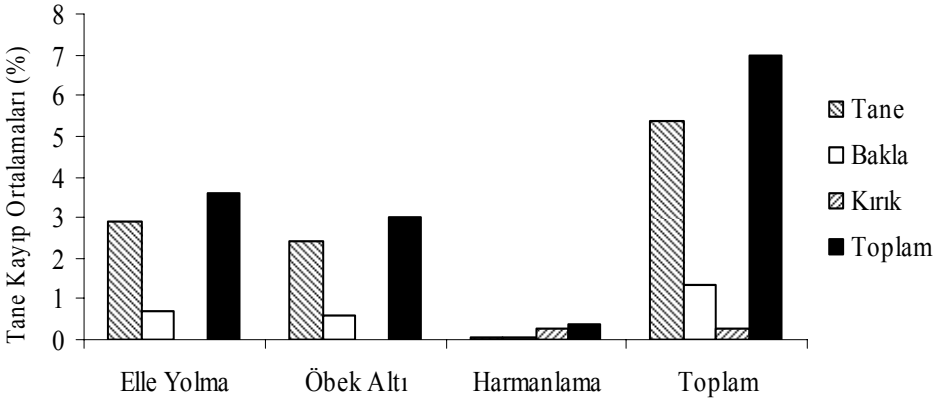
Çizelge 4.7. Kanada ve Sarıkız Popülasyonlarında I.Yöntemde Oluşan Tane Kayıp Ortalamaları (%)

		Elle Yolma	Öbek Altı	Harmanlama	Toplam Kayıp
Kanada	Tane	3.274	3.302	0.060	6.636
	Bakla	1.109	0.480	0.029	1.618
	Kırık	-	-	0.775	0.775
	Toplam	4.383	3.782	0.864	9.029
Sarıkız	Tane	2.891	2.390	0.065	5.346
	Bakla	0.697	0.592	0.045	1.334
	Kırık	-	-	0.275	0.275
	Toplam	3.588	2.982	0.385	6.955

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi toplam kayıp Kanada popülasyonunda %9.029, Sarıkız popülasyonunda %6.955 olarak bulunmuştur. Kanada popülasyonunda toplam kayıpların %4.383'ü ele yolma, %3.782'si öbek altı, %0.864'ü harmanlama kaybı, Sarıkız popülasyonunda ise toplam kayıpların %3.588'i ele yolma, %2.982'si öbek altı, %0.385'i harmanlama kaybı olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Kanada popülasyonunda I.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları



Şekil 4.7. Sarıkız popülasyonunda I.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları

II.Yöntem:

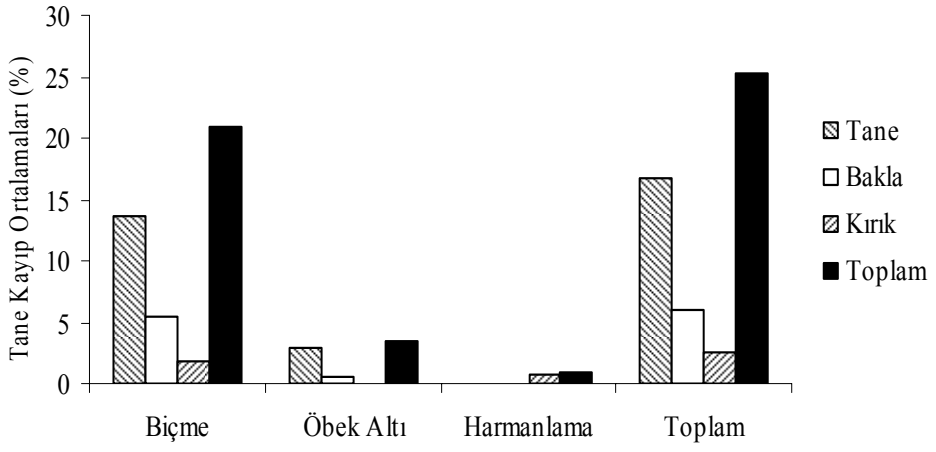
Çizelge 4.8'de II.yöntemde her iki fasulye popülasyonunda oluşan kayıpların yüzde ortalamaları kayıp aşamalarına göre verilmiştir.

Şekil 4.8'de Kanada popülasyonunda II.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları, Şekil 4.9'da Sarıkız popülasyonunda II.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları grafikler halinde verilmiştir.

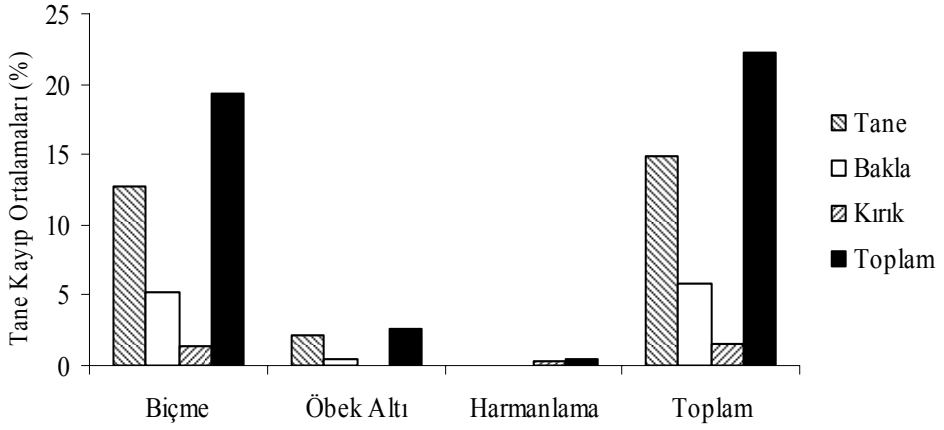
Çizelge 4.8. Kanada ve Sarıkız Popülasyonlarında II.Yöntemde Oluşan Tane Kayıp Ortalamaları (%)

		Biçme	Öbek Altı	Harmanlama	Toplam Kayıp
Kanada	Tane	13.621	2.987	0.058	16.666
	Bakla	5.495	0.463	0.031	5.989
	Kırık	1.849	-	0.775	2.624
	Toplam	20.965	3.450	0.864	25.279
Sarıkız	Tane	12.762	2.103	0.055	14.920
	Bakla	5.276	0.470	0.040	5.786
	Kırık	1.305	-	0.290	1.595
	Toplam	19.343	2.573	0.385	22.301

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi toplam kayıp Kanada popülasyonunda %25.279, Sarıkız popülasyonunda %22.301 olarak belirlenmiştir. Kanada popülasyonunda toplam kayıpların %20.965'i biçme, %3.450'si öbek altı, %0.864'ü harmanlama kaybı, Sarıkız popülasyonunda ise toplam kayıpların %19.343'ü biçme, %2.573'ü öbek altı, %0.385'i harmanlama kaybı olarak belirlenmiştir. Biçme sırasında oluşan kayıp, Kanada popülasyonunda toplam kaybın % 82.935'i, Sarıkız popülasyonunda ise toplam kaybın %86.736'sı kadardır. Bu kaybın önemli bir kısmı Kanada popülasyonunda %13.621, sarıkız popülasyonunda %12.762 oranı ile tane şeklindedir.



Şekil 4.8. Kanada popülasyonunda II.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları



Şekil 4.9. Sarıkız popülasyonunda II.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları

III.Yöntem:

Çizelge 4.9'da III.yöntemde her iki fasulye popülasyonunda oluşan kayıpların yüzde ortalamaları kayıp aşamalarına göre verilmiştir.

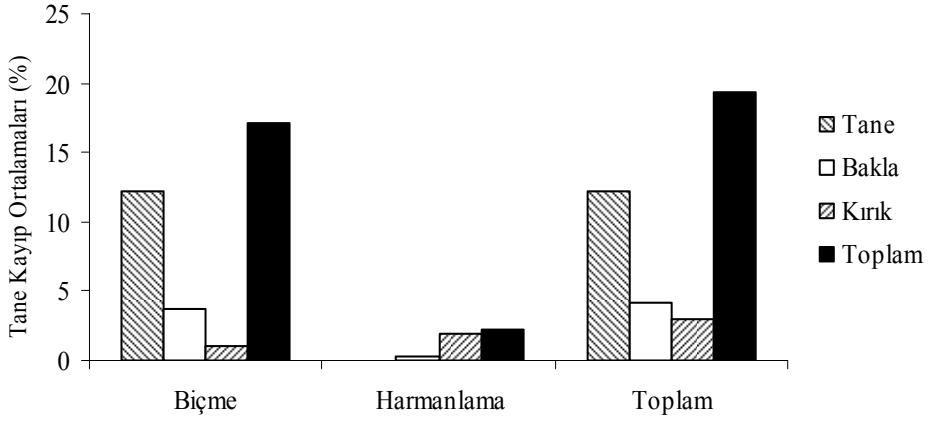
Şekil 4.10'da Kanada popülasyonunda III.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları, Şekil 4.11'de Sarıkız popülasyonunda III.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları grafikler halinde verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kanada ve Sarıkız Popülasyonlarında III.Yöntemde Oluşan Tane Kayıp Ortalamaları (%)

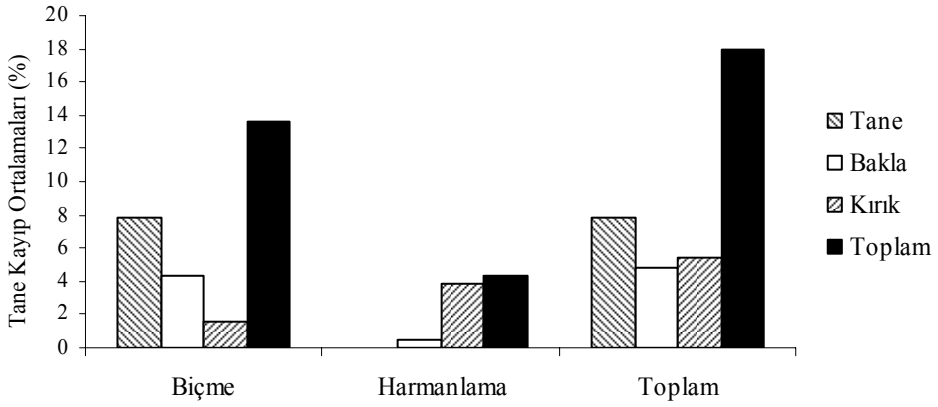
		Biçme	Harmanlama	Toplam Kayıp
Kanada	Tane	12.240	-	12.240
	Bakla	3.790	0.335	4.125
	Kırık	1.110	1.905	3.015
	Toplam	17.140	2.240	19.380
Sarıkız	Tane	7.795	-	7.795
	Bakla	4.301	0.475	4.776
	Kırık	1.575	3.860	5.435
	Toplam	13.671	4.335	18.006

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi prototip hasat-harman makinası kullanıldığında hasat aşamaları ikiye düşmektedir. Bu aşamalar biçme ve harmanlamadır. Toplam kayıp Kanada popülasyonunda % 19.380, Sarıkız popülasyonunda %18.006 olarak

belirlenmiştir. Kanada popülasyonunda toplam kayıpların %17.140'ı biçme, %2.240'ı harmanlama kaybı, Sarıkız popülasyonunda ise toplam kayıpların %13.671'i biçme, %4.335'i harmanlama kaybı olarak belirlenmiştir. Biçme sırasında oluşan kayıp, Kanada popülasyonunda toplam kaybın % 88.422'si, Sarıkız popülasyonunda ise toplam kaybın % 75.925'i kadardır. Bu kaybın önemli bir kısmı Kanada popülasyonunda %12.240, Sarıkız popülasyonunda %7.795 oranı ile tane şeklindedir. Harmanlama esnasında oluşan tane kaybı prototip hasat-harman makinasının deposundaki materyal içerisinde bulunan kırık tanelerden, harmanlanmamış baklalardan ve saman üfleme ağzından atılan tanelerden oluşan kayıplardır. Prototip hasat-harman makinasında Kanada popülasyonunda oluşan toplam kaybın %11.558'i, Sarıkız popülasyonunda ise %24.075'i harmanlama sırasında oluşan kayıplardır.



Şekil 4.10. Kanada popülasyonunda III.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları



Şekil 4.11. Sarıkız popülasyonunda III.yöntemde oluşan tane kayıp ortalamaları

Kanada ve Sarıkız popülasyonlarında toplam tane kaybı değerleri arasında yöntemlere göre farklılıkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan varyans analizi, ortalama değerler (%) ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.10'da ve 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kanada Popülasyonunda Toplam Tane Kaybına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler (%) ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
Tekerrür	2	2.375	1.534
Yöntem	2	202.963	131.070 **
Hata	4	1.549	
Genel	8	52.109	

** : %1 seviyesinde önemli

Yöntemler	Ortalama
I.Yöntem	9.029 c
II.Yöntem	25.279 a
III.Yöntem	19.380 b
LSD:4.678	

Çizelge 4.11. Sarıkız Popülasyonunda Toplam Tane Kaybına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler (%) ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
Tekerrür	2	0.199	0.582
Yöntem	2	188.040	551.449 **
Hata	4	0.341	
Genel	8	47.230	

** : %1 seviyesinde önemli

Yöntemler	Ortalama
I.Yöntem	6.955 c
II.Yöntem	22.301 a
III.Yöntem	18.006 b
LSD: 2.195	

Varyans analizi sonuçlarına göre hem Kanada hem de Sarıkız popülasyonlarında toplam tane kaybı bakımından yöntemler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. Yapılan LSD testi sonuçlarına göre her iki popülasyonda da yöntemler farklı gruplara girmişlerdir (Çizelge 4.10 ve 4.11). Kanada popülasyonunda toplam tane kaybı en fazla II.yöntemde (%25.279), en az I.yöntemde (%9.029) bulunmuştur. III.yöntemde toplam tane kaybı ise %19.380 olmuştur (Çizelge 4.10). Sarıkız popülasyonunda toplam tane kaybı en fazla II.yöntemde (%22.301), en az I.yöntemde (%6.955) bulunmuştur. III.yöntemde toplam tane kaybı ise %18.006 olmuştur (Çizelge 4.11).

4.6. Toplam enerji tüketimleri

Fasulye denemelerinde çalışmalar sırasında çeşitli hasat-harman işlemlerinde tüketilen insan enerjisi eşdeğerleri Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde İnsan Enerji Eşdeğerleri

İşlem	İşçi sayısı (adet)	Sürücü sayısı (adet)	Alan iş verimi (h/ha)	İnsan enerjisi (MJ/ha)
Elle yolma + öbek yapma	4	-	196.08 x 4	1466.68
Öbek yapma (ç.b.)	2	-	9.09 x 2	33.99
Harmanlama	4	1	4.57 x 5	42.73
Çift bıçaklı	-	1	3.48	6.51
Prototip	-	1	4.79	8.96

Çizelge 4.13. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde İnsan Enerji Eşdeğerleri

İşlem	İşçi sayısı (adet)	Sürücü sayısı (adet)	Alan iş verimi (h/ha)	İnsan enerjisi (MJ/ha)
Elle yolma + öbek yapma	3	-	222.22 x 3	1246.65
Öbek yapma (ç.b.)	2	-	7.63 x 2	28.54
Harmanlama	2	1	4.00 x 3	22.44
Çift bıçaklı	-	1	3.36	6.28
Prototip	-	1	4.95	9.26

Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'de fasulye denemelerinde çeşitli hasat-harman işlemlerinde kullanılan makinaların yakıt ve yağ tüketimlerinin enerji eşdeğerleri verilmiştir.

Çizelge 4.14. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde Makina Yakıt ve Yağ Tüketiminin Enerji Eşdeğerleri

Makina	Yakıt tüketimi (l/ha)	Yakıt enerjisi (MJ/ha)	Yağ enerjisi (MJ/ha)	Toplam yakıt yağ enerjisi (MJ/ha)
Traktör+harman makinası	8.95	351.29	7.03	358.32
Traktör+ç.b. makinası	5.75	225.69	4.51	230.20
Traktör+prototip	10.90	427.83	8.56	436.39

Çizelge 4.15. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde Makina Yakıt ve Yağ Tüketiminin Enerji Eşdeğerleri

Makina	Yakıt tüketimi (l/ha)	Yakıt enerjisi (MJ/ha)	Yağ enerjisi (MJ/ha)	Toplam yakıt yağ enerjisi (MJ/ha)
Traktör+harman makinası	9.10	357.18	7.14	364.32
Traktör+ç.b. makinası	5.95	233.54	4.67	238.21
Traktör+prototip	10.60	416.05	8.32	424.37

Çizelge 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19'da fasulye hasat-harmanında kullanılan makinaların hesaplanmış yapım enerjilerinin değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.16. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde Traktör+Makina Yapım Enerjisi Gereksinimleri

İşlem	Alan iş verimi (h/ha)	Traktör yapım enerjisi (MJ/ha)	Makina yapım enerjisi (MJ/ha)	Traktör+makina yapım enerjisi (MJ/ha)
Traktör		36.99 (MJ/h)	-	-
Harmanlama	4.57	169.04	85.04	254.08
Çift bıçaklı	3.48	128.73	33.17	161.90
Prototip	4.78	176.81	251.60	428.41

Çizelge 4.17. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde Traktör+Makina Yapım Enerjisi Gereksinimleri

İşlem	Alan iş verimi (h/ha)	Traktör yapım enerjisi (MJ/ha)	Makina yapım enerjisi (MJ/ha)	Traktör+makina yapım enerjisi (MJ/ha)
Traktör		36.99 (MJ/h)	-	-
Harmanlama	4.00	147.96	85.04	233.00
Çift bıçaklı	3.36	124.29	33.17	157.46
Prototip	4.95	183.10	251.60	434.70

Çizelge 4.18. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman İşlemlerinde Toplam Enerji Gereksinimleri

İşlem	İnsan işgücü enerjisi (MJ/ha)	Yakıt yağ enerjisi (MJ/ha)	Traktör+makina yapım enerjisi (MJ/ha)	Toplam enerji tüketimi (MJ/ha)
Elle yolma + öbek yapma	1466.68	-	-	1466.68
Öbek yapma (ç.b.)	33.99	-	-	33.99
Harmanlama	42.73	358.32	254.08	655.13
Çift bıçaklı	6.51	230.20	161.90	398.61
Prototip	8.96	436.39	428.41	873.76

Çizelge 4.19. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman İşlemlerinde Toplam Enerji Gereksinimleri

İşlem	İnsan işgücü enerjisi (MJ/ha)	Yakıt yağ enerjisi (MJ/ha)	Traktör+makina yapım enerjisi (MJ/ha)	Toplam enerji tüketimi (MJ/ha)
Elle yolma + öbek yapma	1246.65	-	-	1246.65
Öbek yapma (ç.b.)	28.54	-	-	28.54
Harmanlama	22.44	364.32	233.00	619.76
Çift bıçaklı	6.28	238.21	157.46	401.95
Prototip	9.26	424.37	434.70	868.33

Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21'de fasulye hasat-harmanında çeşitli işlemlerde hesaplanmış toplam enerji gereksinimleri verilmiştir.

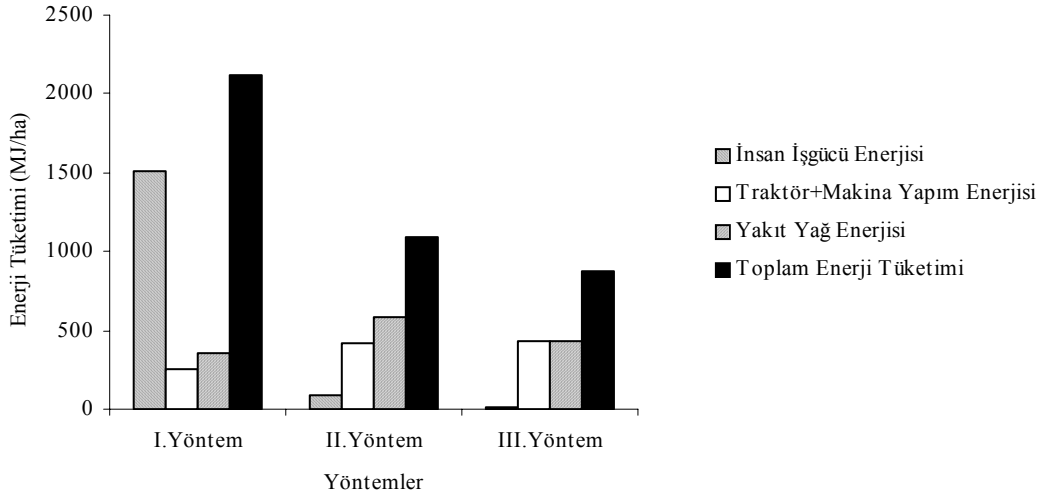
Çizelge 4.20. Fasulye (Kanada) Hasat-Harman Aşamalarında Enerji Gereksinimi

	Kesme yolma (MJ/ha)	Öbek yapma (MJ/ha)	Harmanlama (MJ/ha)	Kesme ve harmanlama (MJ/ha)	Toplam enerji tüketimi (MJ/ha)
I. Yöntem	1466.68		655.13	-	2121.81
II. Yöntem	398.61	33.99	655.13	-	1087.73
III. Yöntem	-	-	-	873.76	873.76

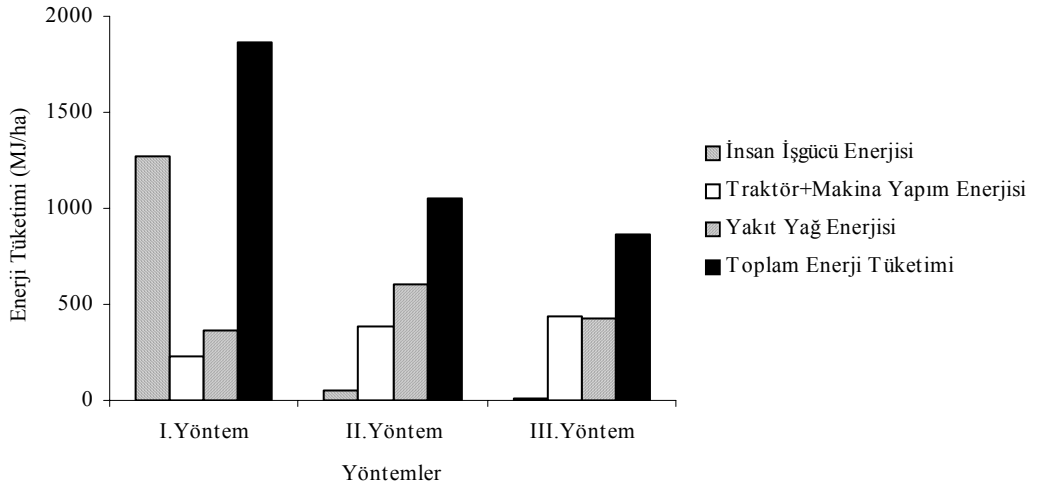
Çizelge 4.21. Fasulye (Sarıkız) Hasat-Harman Aşamalarında Enerji Gereksinimi

	Kesme yolma (MJ/ha)	Öbek yapma (MJ/ha)	Harmanlama (MJ/ha)	Kesme ve harmanlama (MJ/ha)	Toplam enerji tüketimi (MJ/ha)
I. Yöntem	1246.65		619.76	-	1866.41
II. Yöntem	401.95	28.54	619.76	-	1050.25
III. Yöntem	-	-	-	868.33	868.33

Şekil 4.12'de Kanada fasulye popülasyonunda uygulanan yöntemlere ait enerji tüketimi değerleri, Şekil 4.13'de Sarıkız fasulye popülasyonunda uygulanan yöntemlere ait enerji tüketimi değerleri grafikler halinde verilmiştir.



Şekil 4.12. Kanada popülasyonunda uygulanan yöntemlere ait enerji tüketimleri



Şekil 4.13. Sarıkız popülasyonunda uygulanan yöntemlere ait enerji tüketimleri

Kanada ve Sarıkız popülasyonlarında toplam enerji tüketimi değerleri arasında yöntemlere göre farklılıkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan varyans analizi, ortalama değerler ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.22 ve 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Kanada Popülasyonunda Toplam Enerji Tüketimlerine Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
Tekerrür	2	1128.44	0.737
Yöntem	2	1336366.705	872.824 **
Hata	4	1531.084	
Genel	8	335139.328	

** : %1 seviyesinde önemli

Yöntemler	Ortalama
I.Yöntem	2121.81a
II.Yöntem	1087.73b
III.Yöntem	873.76c

LSD: 147.095

Çizelge 4.23. Sarıkız Popülasyonunda Toplam Enerji Tüketimlerine Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
Tekerrür	2	4369.200	0.968
Yöntem	2	847687.859	187.808**
Hata	4	4513.576	
Genel	8	215271.053	

** : %1 seviyesinde önemli

Yöntemler	Ortalama
I.Yöntem	1866.61a
II.Yöntem	1050.25b
III.Yöntem	868.33b

LSD: 252.556

Varyans analizi sonuçlarına göre hem Kanada hem de Sarıkız popülasyonlarında toplam enerji tüketimleri bakımından yöntemler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. Yapılan LSD testi sonuçlarına göre Kanada popülasyonunda yöntemler farklı gruplara, Sarıkız popülasyonunda ise II. ve III. yöntemler aynı gruba, I.yöntem ise farklı gruba girmiştir (Çizelge 4.22 ve 4.23). Kanada popülasyonunda toplam enerji tüketimi en fazla I.yöntemde (2121.81 MJ/ha), en az III.yöntemde (873.76 MJ/ha) bulunmuştur. II.yöntemde toplam enerji tüketimi ise 1087.73 MJ/ha olmuştur (Çizelge 4.22). Sarıkız popülasyonunda toplam enerji tüketimi en fazla I.yöntemde (1866.61 MJ/ha), en az III.yöntemde (868.33 MJ/ha) bulunmuştur. II.yöntemde toplam enerji tüketimi ise 1050.25 MJ/ha olmuştur (Çizelge 4.23).

Kanada popülasyonunda tarla verimi 3750 kg/ha, Sarıkız popülasyonunda ise 3000 kg/ha'dır. Fasulyenin enerji eşdeğeri olan 14.48 MJ/kg değeri (Yaldız ve ark. 1993) ve hasat zamanı nem seviyeleri dikkate alınarak kuru madde miktarlarına göre toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji cinsinden eşdeğerleri Kanada popülasyonu için I.yöntemde 3496.73 MJ/ha, II.yöntemde 11256.11 MJ/ha, III.yöntemde 8629.43 MJ/ha, Sarıkız popülasyonu için ise I.yöntemde

2134.57 MJ/ha, II.yöntemde 7944.06 MJ/ha, III.yöntemde 6414.10 MJ/ha olarak belirlenmiştir. Hasat-harman aşamalarındaki toplam enerji tüketimleri diğer bir deyişle girdi enerjisi tüketim değerleri bu değerlerle toplanarak genel enerji tüketimi boyutunda Kanada popülasyonu için I.yöntemde 5618.54 MJ/ha, II.yöntemde 12343.84 MJ/ha, III.yöntemde 9503.19 MJ/ha, Sarıkız popülasyonunda ise I.yöntemde 4000.98 MJ/ha, II.yöntemde 8994.31 MJ/ha, III.yöntemde 7282.43 MJ/ha değerleri bulunmuştur.

Kanada ve Sarıkız popülasyonlarında toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji cinsinden eşdeğerleri ile toplam enerji tüketimi değerlerinin toplanmasıyla elde edilen değerler arasında yöntemlere göre farklılıkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan varyans analizi, ortalama değerler ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.24 ve 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.24.Kanada Popülasyonunda Toplam Tane Kaybı Yüzdelerinin Enerji Eşdeğerleri ile Toplam Enerji Tüketimi Değerlerinin Toplamına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
Tekerrür	2	754038.74	1.581
Yöntem	2	34194729.068	71.691 **
Hata	4	476976.583	
Genel	8	8975680.243	

** : %1 seviyesinde önemli

Yöntemler	Ortalama
I.Yöntem	5618.540c
II.Yöntem	12343.840a
III.Yöntem	9503.190b

LSD:2596.246

Çizelge 4.25.Sarıkız Popülasyonunda Toplam Tane Kaybı Yüzdelerinin Enerji Eşdeğerleri ile Toplam Enerji Tüketimi Değerlerinin Toplamına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
Tekerrür	2	66279.803	1.322
Yöntem	2	19315900.856	385.329 **
Hata	4	50128.381	
Genel	8	4870609.355	

** : %1 seviyesinde önemli

Yöntemler	Ortalama
I.Yöntem	4000.980c
II.Yöntem	8994.310a
III.Yöntem	7282.430b

LSD:841.665

Varyans analizi sonuçlarına göre hem Kanada hem de Sarıkız popülasyonlarında toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji eşdeğerleri ile toplam enerji tüketimi toplamı bakımından yöntemler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. Yapılan LSD testi sonuçlarına göre her iki popülasyonda

yöntemler farklı gruplara girmişlerdir (Çizelge 4.24 ve 4.25). Kanada popülasyonunda toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji eşdeğerleri ile toplam enerji tüketimi toplam değerleri en fazla II.yöntemde (12343.84 MJ/ha), en az I.yöntemde (5618.54 MJ/ha) bulunmuştur. III.yöntemde bu değer 9503.19 MJ/ha olmuştur (Çizelge 4.24). Bu değerler Sarıkız popülasyonunda en fazla II.yöntemde (8994.31 MJ/ha), en az I.yöntemde (4000.98 MJ/ha) bulunmuştur. III.yöntemde bu değer 7282.43 MJ/ha olmuştur (Çizelge 4.25). Genel enerji tüketimi boyutunda en dezavantajlı uygulamanın Kanada fasulye popülasyonunda II.yöntem olduğu saptanmıştır.

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonları arası farklılıkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Arası Farklılıklara Ait Varyans Analizi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F
Popülasyon	1	8610864.6	0.966
Hata	4	8918437.5	
Genel	5	8856922.9	

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

5. TARTIŞMA

Bitkinin ve tanenin tarladaki konumu, biçme makinalarının dizaynında önemli bir veridir. Bitkinin sıklığı ve tanenin yerden yüksekliği makinanın hangi besleme hızında ve en fazla ne kadar yüksekten biçme yapılması gerektiğini belirler. Mümkün olduğu kadar toprak yüzeyine yakın biçmek en az kayba neden olacaktır. Makinaların bu koşullarda başarılı olarak çalışması için hem yapısal özellikleri hem de toprak koşulları uygun olmalıdır (Zeren ve ark. 1991).

Bitki boyu ortalama değerleri, Kanada popülasyonunda 28.1±0.33 cm, Sarıkız popülasyonunda ise 33.9±0.39 cm olarak belirlenmiştir (Ek Çizelge 1). Belirlenen bitki boyu ortalama değerlerine göre Sarıkız popülasyonu, Kanada popülasyonundan yaklaşık 5 cm daha uzundur. Bu farklılığın popülasyon özelliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

İlk bakla yüksekliği değerleri Kanada popülasyonunda 4.1±0.12 cm, Sarıkız popülasyonunda ise 4.6±0.15 cm belirlenmiştir (Ek Çizelge 2). Bitki boyu ve ilk baklanın yerden yüksekliğinin fazlalığı, makinalı hasat işlemini kolaylaştırmaktadır. Kanada popülasyonuna göre Sarıkız popülasyonunda bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği değerlerinin daha fazla olması, Sarıkız popülasyonundaki kayıpların azalmasının nedenleri arasında gösterilebilir. Daroczi ve Husti (1990), kuru fasulyenin hasat kayıplarına etkili faktörler arasında benzer ifadelere yer vermişlerdir.

Tane düşey dağılımı değerleri incelendiğinde, her iki popülasyonda da tanenin % 50'den fazlası 10-15 cm ve 15-20 cm katmanlarındadır. En az tane bulunan katman her iki popülasyonda da 0-5 cm katmanıdır. Biçme makinaları 5 cm biçme yüksekliğinin altında çalıştıkları zaman anızda tane kayıpları en az düzeyde olacaktır. Bu biçme yüksekliğinde oluşan anızda tane kayıpları Kanada popülasyonun da % 2.5, Sarıkız popülasyonunda % 1.9 kadardır. Sarıkız popülasyonunda Kanada popülasyonuna göre makinalı hasatta biçme yüksekliği sınırları içerisinde kalan 0-10 cm katmanlarında daha az tane bulunması kayıpların daha az olmasının nedenleri arasında gösterilebilir (Çizelge 4.1).

Hasatta zamanlama tane kaybı açısından önemlidir. Özellikle elle hasatta %40, makinalı hasatta ise tanelerin %18-20 nem durumunda hasat harmanı yapılmalıdır. Aksi halde tanelerin kırılmasına, çatlamasına ve embriyonun zarar görmesine sebep olur. Daha düşük nem seviyelerinde kayıplarda önemli ölçüde artmaktadır (Akçin 1988, Şehirali 1988, Işık ve Yüksel 1992, Sepetoğlu 1994). Sarıkız popülasyonunda gerek elle yolmada gerekse makina ile hasatta nem seviyeleri literatürlerde belirtilen değerlerin altında kalmamıştır. Ancak, Kanada popülasyonunda hem elle yolmada hem de makina ile hasatta yaklaşık %3 oranında literatür değerlerinin altında kalmıştır. Bu durum, Kanada popülasyonunda kayıpların daha fazla olmasının nedenleri arasında gösterilebilir (Çizelge 4.2).

Karışımı oluşturan unsurların şekil ve boyut özelliklerine göre ayrılması, yaygın uygulama alanı bulan ürün temizleme ve sınıflandırma özelliklerinden birisidir (Yıldız ve ark. 1992). Harmanlanmış tarım ürünlerinin temizlenip sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılan elek ve triyörlerin tasarımı, seçimi ve uygun biçimde çalıştırılmaları, karışımı oluşturan unsurlara ilişkin şekil ve boyut özelliklerinin tam ve doğru olarak belirlenmesine bağlıdır. Karışımı oluşturan unsurların tanımlanmasında tanenin en az üç eksen ölçüsüne gereksinim vardır. Bu özelliklerin bilinmesi özellikle harman düzeneklerinin dizaynı veya mevcut makinalarda yapılacak değişiklikler için önem taşımaktadır. Tane boyutlarının ve tane materyal oranının bilinmesi, hasat-harman makinalarda kontrbatör ve temizleme eleklerinin delik boyutlarının seçimini kolaylaştırmaktadır (Zeren ve ark. 1991). Ölçülen boyut özelliklerine göre, prototip hasat-harman makinasının elek delik çaplarının belirlenmesinde bu öneriler dikkate alınmıştır.

Harmanlanmış taneli ürünlerin hava akımı ile temizleme ve sınıflandırılmasında, ürünlerin kritik hız değerlerinin bilinmesi ve hava hızının buna göre seçilmesi gerekir. Kritik hız, taneli ürünlerin temizlenmesi, sınıflandırılması ve bir yerden diğer bir yere pnömatik olarak taşınmasında bilinmesi gereken en önemli aero-dinamik özelliklerden birisidir (Yıldız ve ark. 1992).

Pnömatik iletimde önemli bir değer olan kritik hız değerleri Kanada popülasyonunda ortalama 8.18±0.08 m/s, Sarıkız popülasyonunda 8.06±0.07 m/s olarak belirlenmiştir (ürün nemi % 12 y.b.). Üründen daha hafif materyaller belirlenen değerlerden daha düşük hava hızlarında temizlenebilirler. Sürtünme

kayıpları da göz önüne alınarak seçilen hava hızlarında ürünler pnömatik olarak bir yerden bir başka yere taşınabilir. Ayrıca ürün nem içeriğindeki değişime bağlı olarak kritik hız değerleri de belirli oranlarda değişebilmektedir. Hava akımının çalışma hızı saman eleğine gelen materyallerin kritik hızlarından büyük olmalıdır (Güzel 1988).

Makinaların hava çıkış ağızlarındaki kesitlerin üst kısımlarından orta ve alt kısımlara doğru inildikçe hava hızı değerleri düşmektedir (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5). Belirlenen kritik hız değerleri de dikkate alındığında ölçülen hava hızı değerlerinin ürünün pnömatik olarak iletilmesi ve temizlenmesi için yeterli olduğunu söyleyebiliriz. Bulunan hava hızı değerleri, fasulyenin kritik hızından yüksek olduğu için pnömatik iletimde herhangi bir aksaklık oluşturmamıştır (Çizelge 4.4).

Denemelerde, çift bıçaklı çayır biçme makinası ve prototip hasat-harman makinası ile çalışma esnasında, makinanın yapısal özelliğine, bitki ve tarla koşullarına bağlı olarak ön denemeler yapılarak uygun bir çalışma hızı belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Zeren ve ark. (1991), nohut hasat ve harmanı üzerine yaptıkları çalışmada makinaların en uygun çalışma koşullarını her bir makinada, makinanın en az kayıpla ve rahat çalışabileceği çalışma hızı ve bitki tane nemi değerlerine göre belirlemişlerdir.

Çalışma hızı; anız yüksekliği, tane kaybı ve alan iş verimine etkili bir faktördür. Bitki biçildikten sonra gövdesinin tarla üzerinde kalan kısmına anız denilmektedir. Baklaların bir kısmı yüksekten biçme nedeniyle anız üzerinde kalabilmektedir. Biçilen yerde belli bir sınırın üzerinde anız bırakıldığında önemli tane kayıpları oluşabilmektedir. Denemelerde bitki boyu Kanada popülasyonunda ortalama olarak 28.1 cm, Sarıkız popülasyonunda ortalama olarak 33.9 cm, ilk bakla yüksekliği Kanada popülasyonunda ortalama olarak 4.1 cm, Sarıkız popülasyonunda ortalama olarak 4.6 cm olarak bulunmuştur.

Sarıkız popülasyonunda çalışma hızı 1.8 km/h ile en düşük seviyede olmasına rağmen, anız yüksekliğini 3.9 cm ile en düşük seviyede tutmasından dolayı tane kayıplarını azaltması açısından avantajlıdır (Çizelge 4.5).

Prototip hasat-harman makinasıyla hasatta çift bıçaklı çayır biçme makinasına göre daha düşük seviyede anız yüksekliği elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak, çift bıçaklı çayır biçme makinası ile prototip hasat-harman makinasının biçme

düzenlerindeki farklılıktan ileri geldiği söylenebilir. Buna ek olarak hasat işlemleri sırasında kullanılan makinaların hızı arttıkça biçme düzeninin yüksek bir seviyede tutulması zorunluluğu nedeniyle, anız yüksekliği de artmaktadır. Düşük hızlarda da, biçme düzeni daha iyi bir şekilde kontrol edilebildiği için anız yüksekliği de belirli oranlarda azaltılabilmektedir. Bu şekilde tabla en düşük seviyeye indirilebilir.

Prototip hasat-harman makinasının sağ ve solunda birbirinden bağımsız çalışan hidrolik pistonlar bulunmaktadır. Bu pistonlar vasıtasıyla biçme ünitesi, tarlanın düzgünlüğü dikkate alınarak toprak seviyesine 0-30 cm arasında yaklaştırılabilmekte ve arazi eğimine uyum sağlanmaktadır. Hidrolik pompaların kumanda sistemi çeki oku üzerine yerleştirilmiş olup operatör tarafından kumanda edilmektedir. Bu sayede makinanın biçme ünitesi ürünü mümkün olduğu kadar toprak seviyesine yakın bir şekilde biçebilmekte ve anız yüksekliği azaltılabilmektedir.

Fasulye hasat-harman işlemlerinde her iki popülasyonda da işlemlerin teorik iş verimi, efektif alan iş veriminden yüksektir (Çizelge 4.6). Teorik iş verimi, çalışma hızı ile efektif iş genişliğinin çarpımıdır. Teorik ve efektif iş verimi arasındaki farklılık, dönme zamanı ve zorunlu duraklama zamanlarından oluşmaktadır. Bu zaman kayıplarına etkili faktörler, tarla boyutları, ürün yoğunluğu, makinanın genel durumu ve tarla düzgünlüğüne bağlıdır.

Harmanlamada alan iş verimine etkili faktörlerden biri de namludaki ürünün yoğunluğudur. Bu nedenle çekilir tip harman makinalarıyla harmanlamada, makinaların çekilme hızı namludaki materyal yoğunluğuna bağlı olarak değiştiğinden alan iş verimi de değişmektedir (Güzel 1998).

Kanada ve Sarıkız popülasyonlarında sırasıyla, I.yöntemde toplam tane kayıpları %9.029 ve %6.955, II. yöntemde bu değerler % 25.279 ve %22.301, III. yöntemde ise % 19.380 ve %18.006 olarak bulunmuştur. Zeren (1982), tahıllar biçerdöverle hasat edildiğinde genellikle tarla ortalama verimlerinin %3-5'i kadar bir kayıpla biçilirken, aynı biçerdöver ile soya fasulyesi hasat edildiğinde soya fasulyesi ilk bakla yüksekliğinin az olmasından ve biçerdöverlerde tabla otomatik ayar düzeninin bulunmamasından dolayı bu kayıpların % 6-25'e kadar çıkabildiğini vurgulamıştır. Moser (1984), çalı fasulyesinin hasat makinalarıyla hasadında kayıpların %5 ile %15 arasında değiştiğini belirtmiştir.

I.yöntemde hasat sırasında Kanada popülasyonundaki tane ve bakla nem seviyesinin Sarıkız popülasyonundaki tane ve bakla nem seviyesine göre daha düşük olması, Kanada popülasyonundaki efektif iş veriminin Sarıkız popülasyonuna göre daha yüksek olması diğer bir deyişle işçilerin elle yolma ve öbek yapma işlemlerini Kanada popülasyonunda Sarıkız popülasyonuna göre daha hızlı ve kısa sürede yapmaları bu aşamada popülasyonlardaki toplam kayıplar arasındaki farkın nedenleri olarak gösterilebilir. Bitkinin elle yolmada titreşimsiz olarak hasat edilmesi nedeniyle I. yöntemdeki kayıp oranı diğer iki yönteme göre daha düşüktür. Bitki nem oranı düştükçe kayıplar da artmaktadır. I.yöntemde Kanada popülasyonunda elle yolma ile hasatta % 37-40 tane nem seviyesinde toplam kayıp % 4.383, Sarıkız popülasyonunda ise % 40-43 tane nem seviyesinde toplam kayıp % 3.588 olmuştur. Bu esnada nem seviyesi elle hasat sırasında istenilen %40 nem seviyesi civarında olmasına rağmen bu kayıplar, bitki karakteristiklerinin yanısıra insan çalışma faktörüne bağlanabilir. Elle fasulye hasadı için mevsimlik işçiler çalıştırılmış ve çalışma sırasında işçilere müdahale edilmemiştir. İşçilerin fasulye hasat sezonunda daha fazla iş yaparak kazançlarını artırmak istemelerinden dolayı hasat işlemini kısa sürede bitirmek istemeleri, dolayısıyla dikkatsiz çalışmaları bu aşamadaki kayıpların nedenleri arasında gösterilebilir (Çizelge 4.7). Daroczi ve Husti (1990), kuru fasulyenin hasat kayıpları, kayıplara etkili faktörler, uygun hasat metotları ve mekanizasyonu konularını araştırdıkları çalışmalarının sonucunda en sık görülen kayıpların dökülme, bakla kopması, tane kırılması ve harmanlanmamış tane şeklinde ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Bu kayıpların nedenlerini mekanik hasat güçlüklerine sebep olan bitki karakteristikleri (baklaların yere yakın büyümesi yani ilk bakla yüksekliğinin düşük olması, bitkinin dökülme ve bakla kopmasına meyilli olması), kullanılan hasat-harman makinalarının yapısal hataları, insan hataları (tecrübesiz işçiler) veya dikkatsizlik ve çevresel faktörler (hava, toprak yüzeyi) olarak belirlemişlerdir.

II.yöntem, I. yöntemle karşılaştırıldığında bu aşamada oluşan kayıpların yaklaşık olarak Kanada popülasyonunda %2.8, Sarıkız popülasyonunda %3.2 kat fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7 ve 4.8). II. yöntemde Sarıkız popülasyonunda, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve hasat sırasındaki nem seviyesi ortalama değerlerinin Kanada popülasyonuna göre daha fazla olmasını toplam

kayıplarda iki popülasyon arasındaki farkın nedenleri arasında sayılabilir. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile I.yönteme göre titreşimli olarak hasat yapıldığından, III.yönteme göre çalışma hızının daha yüksek olmasından dolayı bu yöntemdeki kayıp oranı değerlerinde diğer iki yönteme göre artış olmuştur. Öbek altında ve harmanlama esnasında oluşan kayıplar ise her iki popülasyonda da I. yöntemdeki aynı aşamalardaki kayıp değerlerine oldukça yakındır.

III.yöntemde toplam kayıplarda iki popülasyon arasındaki farkın II.yöntemde olduğu gibi nem seviyeleri, bitki boyu ve ilk bakla yükseklikleri arasındaki farktan kaynaklandığını söylenebilir (Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9).

Üç farklı yöntem kayıp oluşma aşamalarına göre incelendiğinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir.

Hasat öncesi kayıpları bulmak için, fasulye popülasyonları hasat edilmeden önce her parsel içerisinde tane aranmış ve bulunamamıştır. Bu sebepten dolayı buradaki kayıplar sıfır kabul edilmiştir.

Her iki popülasyonda da elle yolma sırasında oluşan tane ve bakla kayıpları, biçme sırasında oluşan tane ve bakla kayıplarına göre daha az bulunmuştur. I.yöntemdeki bu değerler Kanada popülasyonunda, II.yönteme göre %14.733, III.yönteme göre %11.917; Sarıkız popülasyonunda ise II.yönteme göre %14.450, III.yönteme göre %8.508 düşüktür. Oranlardaki bu düşüklük titreşimsiz olarak çalışmadan kaynaklanmaktadır. Bu aşamada kırık tane şeklinde oluşan kayıplar I.yöntemde sıfırdır. Kırık tane kaybı oranı değerleri iki popülasyonda da yaklaşık olarak %1-2 değerleri arasında bulunmuştur. Öbek altında oluşan toplam kayıplar; I.yöntemde Kanada popülasyonunda %3.782 Sarıkız popülasyonunda %2.982, II.yöntemde Kanada popülasyonunda %3.450 Sarıkız popülasyonunda %2.573 olarak belirlenmiştir. III.yöntemde bu aşamadaki kayıplar sıfırdır. Kanada ve Sarıkız popülasyonları birbiri ile karşılaştırıldığında üç yöntemde de Sarıkız popülasyonunda Kanada popülasyonuna göre daha düşük kayıp değerleri belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak, çeşitli faktörlerle değişmekle birlikte bitkinin özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Daroczi ve Husti (1990), kuru fasulyenin hasat kayıpları, kayıplara etkili faktörler üzerine yaptıkları çalışmada benzer ifadelere yer vermişlerdir.

II.yöntemde her iki popülasyonda da oluşan toplam kayıp, diğer yöntemlere göre daha fazladır (%25.279 ve %22.301). II.yöntemde biçme sırasında oluşan

toplam kayıp III.yönteme göre Kanada popülasyonunda %3.825, Sarıkız popülasyonunda %5.672 fazladır. Fasulye hasadında ilk bakla yüksekliği değerlerinin oldukça düşük olmasından dolayı, biçme düzeninin toprak seviyesine mümkün olduğunca yakınlaştırılması gerekmektedir.

Harmanlama sırasında oluşan kayıplar kırık tane kaybı (elek altı), harmanlanmamış tane kaybı, samana kaçan tanelerden oluşan temizleme kaybı oranları şeklindedir.

Harmanlama esnasında oluşan tane kaybı prototip hasat-harman makinasının deposundaki materyal içerisinde bulunan kırık tanelerden, harmanlanmamış baklalardan ve saman üfleme ağzından atılan tanelerden oluşan kayıplardır.

Harman makinası ve prototip hasat-harman makinasında tüm çıkış ağızlarından elde edilen ürünlerdeki kayıplar; tane kaybı, kırık tane kaybı ve harmanlanmamış baklalardan oluşan bakladaki tane kaybı olarak hesaplanmıştır.

Prototip hasat-harman makinasında Kanada popülasyonunda oluşan toplam kaybın %11.558'i, Sarıkız popülasyonunda ise %24.075'i harmanlama sırasında oluşan kayıplardır.

Harmanlamada prototip hasat-harman makinasında, sapdöver harman makinasına göre toplam kayıp daha fazladır. Her iki popülasyonda sapdöver harman makinasıyla yapılan I. ve II.yöntemlerdeki harmanlamalarda toplam kayıp oranı seviyesi %1'in altında kalmıştır. Bu kayıp değerleri prototip hasat-harman makinasının kullanıldığı III.yöntemde, I. ve II.yöntemlere göre Kanada popülasyonunda yaklaşık olarak %1.35, Sarıkız popülasyonunda %3.92 oranında artmıştır. Fasulyede önemli problemlerden biriside bitkilerin aynı oranda yani homojen kurumamasıdır. Nem oranı daha yüksek olan bitkilerin, prototip hasat-harman makinasının üst kısmında bulunan batörlere dolanarak yeterince harmanlanamaması kayıpları artırmıştır. Ayrıca, biçilen ürünün aspiratörde emilerek batörlere iletilmesi esnasında ürünün zedelenme ve kırılma olasılığı kırık tane kayıplarına etkili faktörler arasında gösterilebilir (Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9).

Hem Kanada hem de Sarıkız popülasyonlarında toplam tane kaybı bakımından yöntemler arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan varyans analizleri sonucunda yöntemler istatistiki açıdan $p<0.01$ seviyesinde önemli

çıkmıştır. LSD testi sonuçlarına göre her iki popülasyonda da yöntemler farklı gruplara girmişlerdir (Çizelge 4.10 ve 4.11).

Hasat-harman işlemi yapılırken, tüketilen enerji grupları arasında insan enerjisi en pahalı enerjidir. Bu nedenden dolayı insan enerjisi tüketiminin az olması istenmektedir. Elle yolmada yüksek miktarda insan enerjisi tüketildiği halde, makina ile çalışmada insan enerjisi tüketimi sürücü kullanımından kaynaklanmaktadır ve düşük değerlerde kalmıştır.

Yakıt tüketimi, motorun yüklenmesine göre artmaktadır. Motoru az yükleyen işlemlerde yakıt tüketimi daha düşük düzeylerde kalmaktadır. Yağ tüketimi yakıt tüketiminin %2'si kadar alınmıştır. Yağ tüketiminden yağın yıpranması anlaşılmaktadır.

Prototip hasat-harman makinasında diğer makinalara göre daha fazla yakıt tüketilmiştir. Biçilen fasulyenin, pikap düzeninden emilerek batörlere iletilmesi esnasında daha yüksek hava hızı ve basınç gerekliliği daha fazla yakıt tüketiminin nedenleri arasında gösterilebilir (Çizelge 4.4, 4.14 ve 4.15).

İşlemlerde makina yapım enerjisi payı, kullanılan makinanın ağırlığı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Genellikle bir makinaya birkaç işlem bir arada yaptırılmak istendiğinde takılan parça sayısı arttığı için makinanın ağırlığı da artmaktadır. Böylece makinanın kullanım süresince makina yapımı için harcanan enerji içerisinde bu işleme düşen pay da artmaktadır. Makina yapım enerjisi payı, makinanın ekonomik ömrü ve yıl içerisinde kullanım süresi arttıkça düşmektedir.

Enerji gereksinimleri ile ilgili Çizelge 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, Şekil 4.12 ve 4.13 incelendiğinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir.

Kanada fasulye popülasyonu hasat-harman işlemlerinde, tüketilen toplam enerji içerisinde insan enerjisi olarak tüketilen miktar I.yöntemde 1509.41 MJ/ha (%71.14), II.yöntemde 83.23 MJ/ha (%7.65), III.yöntemde 8.96 MJ/ha (% 1.03)'dır. I.yöntemde toplam tüketilen insan enerjisinin % 97.17'si elle yolma + öbek yapma işlemi esnasında harcanmıştır. Sarıkız fasulye popülasyonunda ise bu değerler I.yöntemde 1269.09 MJ/ha (%67.99), II.yöntemde 57.26 MJ/ha (%5.45), III.yöntemde 9.26 MJ/ha (% 1.07)'dır. I.yöntemde toplam tüketilen insan enerjisinin % 98.23'ü elle yolma + öbek yapma işlemi esnasında harcanmıştır. I.yöntemde

tüketilen insan enerjisi miktarı; Kanada popülasyonunda, Sarıkız popülasyonuna oranla % 3.15 fazladır. Bunun nedenleri arasında, I.yöntemde Kanada popülasyonunda hasat edilen alan fazla olduğundan dolayı fazla işçi çalıştırılması gösterilebilir.

Tüketilen yakıt ve yağ enerjisi bakımından Kanada popülasyonunda prototip hasat-harman makinası 436.39 MJ/ha değeriyle ilk sırada iken, bunu 358.32 MJ/ha ile harman makinası ve 230.20 MJ/ha ile çift bıçaklı çayır biçme makinası takip etmektedir. Sarıkız popülasyonunda da Kanada popülasyonunda olduğu gibi prototip hasat-harman makinası 424.37 MJ/ha değeriyle ilk sırada iken, bunu 364.32 MJ/ha ile harman makinası ve 238.21 MJ/ha ile çift bıçaklı çayır biçme makinası takip etmektedir. Her iki popülasyonda da prototip hasat-harman makinasının ilerleme hızı diğer makinalara göre daha azdır. Bundan dolayı birim alanda daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Buda tüketilen yakıt ve yağ miktarının daha fazla olmasına neden olmaktadır.

Fasulye hasadında kullanılan makinalar arasında prototip hasat-harman makinası için traktör + makina yapım enerjisi en büyük değere sahiptir. Bu değerler Kanada popülasyonunda 428.41 MJ/ha ve Sarıkız popülasyonunda 434.70 MJ/ha olarak belirlenmiştir. Harman makinası için traktör + makina yapım enerjileri Kanada popülasyonunda 254.08 MJ/ha, Sarıkız popülasyonunda 233.00 MJ/ha, çift bıçaklı çayır biçme makinası makina yapım enerjileri ise sırasıyla 161.90 MJ/ha ve 157.46 MJ/ha'dır.

Fasulye hasat-harman işlemlerinde tüketilen toplam enerji bakımından Kanada popülasyonunda elle yolma+öbek yapma aşaması 1466.68 MJ/ha, Sarıkız popülasyonunda 1246.65 MJ/ha değerleriyle ilk sırada yer almıştır. Bu değerleri sırasıyla Kanada popülasyonunda 873.76 MJ/ha değeriyle prototip hasat-harman makinası, 655.13 MJ/ha değeriyle harman makinası, 398.61 MJ/ha değeri ile çift bıçaklı çayır biçme makinası, Sarıkız popülasyonunda ise 868.33 MJ/ha değeriyle prototip hasat-harman makinası, 619.76 MJ/ha değeriyle harman makinası, 401.95 MJ/ha değeri ile çift bıçaklı çayır biçme makinası takip etmektedir. Her iki popülasyonda da en az enerji, hasat edilmiş fasulye popülasyonlarının öbekler haline getirilmesi sırasında tüketilmiştir. Bu değerler Kanada popülasyonunda 33.99 MJ/ha, Sarıkız popülasyonunda ise 28.54 MJ/ha'dır.

Fasulye popülasyonlarında toplam enerji tüketimleri bakımından yöntemler arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan varyans analizleri sonucunda, yöntemler istatistiki açıdan $p<0.01$ seviyesinde önemli çıkmıştır. LSD testi sonuçlarına göre Kanada popülasyonunda yöntemler farklı gruplara, Sarıkız popülasyonunda ise II. ve III. yöntemler aynı gruba, I. yöntem ise farklı gruba girmiştir (Çizelge 4.22 ve 4.23).

Fasulye hasat-harman yöntemleri toplam enerji gereksinimleri yönünden karşılaştırıldığında ve tane kayıpları da göz önüne alındığında, Kanada popülasyonunda % 9.029 tane kaybı ile I.Yöntem en az kayıp oranına sahipken, enerji tüketimi bakımından 2121.81 MJ/ha'lık toplam enerji gereksinimi ile en fazla enerji harcanan yöntemdir. Benzer olarak Sarıkız popülasyonunda % 6.955 tane kaybı ile I.Yöntem en az kayıp oranına sahipken, enerji tüketimi bakımından 1866.41 MJ/ha'lık toplam enerji gereksinimi ile en fazla enerji harcanan yöntemdir. Bu enerji tüketiminin yüksekliği, elle yolma işleminde fazla miktarda insan enerjisi harcanmasından kaynaklanmaktadır.

II.yöntemde Kanada popülasyonunda tane kaybı % 25.279 iken, toplam enerji gereksinimi 1087.73 MJ/ha ile uygulanan üç sistem arasında ikinci sıradadır. Aynı şekilde II.yöntemde Sarıkız popülasyonunda tane kaybı % 22.301 iken, toplam enerji gereksinimi 1050.25 MJ/ha ile uygulanan üç sistem arasında ikinci sıradadır. Her iki fasulye popülasyonunda II.yöntemde biçme işleminde kullanılan makina ağırlığının diğer yöntemlere göre daha az olması toplam enerji tüketimini azaltarak, yöntemler arasında en az toplam enerji tüketimine sahip olan III.yöntemde kullanılan prototip hasat-harman makinasının değerlerine yaklaştırmıştır.

III.yöntemde oluşan tane kaybı değerleri; Kanada popülasyonunda % 19.380 iken, toplam enerji gereksinimi 873.76 MJ/ha, Sarıkız popülasyonunda % 18.006 iken, toplam enerji gereksinimi 868.33 MJ/ha'dır. III.yöntem her iki popülasyonda da uygulanan üç yöntem arasında en az enerji tüketimi olan yöntemdir. Bunun nedeni, insan enerji tüketiminin en az bu yöntemde olmasından kaynaklanmaktadır.

Fasulye hasat-harman işlemlerinde kullanılan traktör, harman makinası ve prototip hasat-harman makinası gibi yakıt tüketen makinaların toplam enerji tüketim değerleri farklılık göstermektedir. Bu farklılık yakıt ve yağ tüketiminin farklılığından

meydana gelmektedir. Yakıt ve yağ tüketimi makina ayarlarının doğru olarak yapılmasına ve makina kullanımına bağlıdır.

Araştırma sonuçları bölümünde de verildiği üzere genel kayıplar boyutunda toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji eşdeğerleri ile toplam enerji tüketimi değerlerinin toplamı Kanada popülasyonu için I.yöntemde 5618.54 MJ/ha, II.yöntemde 12343.84 MJ/ha, III.yöntemde 9503.19 MJ/ha, Sarıkız popülasyonunda I.yöntemde 4000.98 MJ/ha, II.yöntemde 8994.31 MJ/ha, III.yöntemde 7282.43 MJ/ha olarak bulunmuştur. Genel enerji tüketimi boyutunda en dezavantajlı uygulamanın Kanada fasulye popülasyonunda II.yöntem olduğu söylenebilir.

Varyans analizi sonuçlarına göre popülasyonlarında toplam tane kaybı ile toplam enerji tüketimi toplamları bakımından yöntemler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. Yapılan LSD testi sonuçlarına göre her iki popülasyonda yöntemler farklı gruplara girmişlerdir (Çizelge 4.24 ve 4.25).

Popülasyonlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.26).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Konya bölgesinde fasulye hasat harmanında, farklı alet ve makinaların kullanıldığı üç farklı yöntemde işgücü tüketimleri, iş verimleri, toplam tane kayıpları ve enerji tüketimleri belirlenmiştir.

Denemelerde kullanılan fasulye popülasyonlarında bitkinin ve tanenin mekanizasyona yönelik bazı morfolojik ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Fasulye popülasyonlarının, olgunlaşma, dallanma, ilk bakla yüksekliği, tane verimi, bitki boyu gibi özellikler, bitkinin genetik yapısına bağlı olmakla beraber iklim koşullarından da etkilenmektedir.

Kanada fasulye popülasyonunda olgunlaşma süresi yaklaşık olarak 90 gün, Sarıkız fasulye popülasyonunda ise yaklaşık olarak 80 gün olarak belirlenmiştir.

Bitki boyu değerleri ortalama olarak Kanada popülasyonunda 28.1 cm, Sarıkız popülasyonunda ise 33.9 cm olarak tesbit edilmiştir.

Denemeler süresince her iki fasulye popülasyonunda da kullanılan makinaların ürünü biçemeyeceği kadar bir yatma gözlenmemiştir.

İlk bakla yüksekliği ortalama değerleri Kanada popülasyonunda 4.1cm, Sarıkız popülasyonunda ise 4.6 cm olarak belirlenmiştir.

Her iki fasulye popülasyonda da tanenin % 50'den fazlası 10-15 cm ve 15-20 cm katmanlarındadır. En az tane bulunan katman her iki popülasyonda da 0-5 cm katmanıdır. Bu katmanda Kanada popülasyonunda % 2.5, Sarıkız popülasyonunda ise % 1.9 oranında tane tesbit edilmiştir.

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarının tane, bakla ve yeşil aksamın nem değişimi değerlerinin belirlenmesinde son 15 günlük dönemde her iki fasulye popülasyonunda hızlı bir nem kaybı olduğu belirlenmiştir. Bu dönem içerisinde Kanada popülasyonunda yeşil aksam nem değişimi % 57-60 nem seviyesinden % 28-31 nem seviyesine kadar düşerken, bakla nemi % 40-43'den %17-20'ye, tane nemi de % 35-38'den % 15-18'e kadar inmektedir. Sarıkız popülasyonunda ise yeşil aksam nem değişimi % 58-62 nem seviyesinden % 26-29 nem seviyesine kadar düşerken, bakla nemi % 42-45'den %18-22'ye, tane nemi de % 39-43'den % 17-21'e kadar inmektedir.

I.yöntemde, Kanada popülasyonunda elle yolma+öbek yapma efektif iş verimi 0.0051 ha/h, Sarıkız popülasyonunda ise 0.0045 ha/h bulunmuştur. I.yöntemde oluşan toplam tane kayıp ortalaması, Kanada popülasyonunda % 9.029'dur. Toplam kayıpların %4.383'ü elle yolma, %3.782'si öbek altı, %0.864'ü harmanlama kaybı şeklinde oluşmuştur. I.yöntemde Sarıkız popülasyonunda toplam tane kayıp ortalaması % 6.955'dir. Toplam kayıpların %3.588'i elle yolma, %2.982'si öbek altı, %0.385'i harmanlama kaybı şeklinde oluşmuştur. I.yöntemde toplam tüketilen enerji Kanada popülasyonunda 2121.81 MJ/ha'dır. Tüketilen bu toplam enerjinin 1509.41 MJ/ha'ı (%71.14) insan enerjisi, 358.32 MJ/ha'ı (%16.89) yakıt-yağ enerjisi, 254.08 MJ/ha'ı (%11.97) kullanılan makinaların yapım enerjisidir. Bu yöntemde toplam tüketilen insan enerjisinin %97.17'si elle yolma+öbek yapma işlemi esnasında tüketilmiştir. Sarıkız popülasyonunda I.yöntemde toplam tüketilen enerji 1866.41 MJ/ha'dır. Tüketilen bu toplam enerjinin 1269.09 MJ/ha'ı (% 67.99) insan enerjisi, 364.32 MJ/ha'ı (%19.52) yakıt-yağ enerjisi, 233.00 MJ/ha'ı (%12.48) kullanılan makinaların yapım enerjisidir. Bu yöntemde toplam tüketilen insan enerjisinin %98.23'ü elle yolma+öbek yapma işlemi esnasında tüketilmiştir. Birinci yöntem her iki fasulye popülasyonunda da en fazla insan enerjisinin kullanıldığı yöntemdir.

II.yöntemde, Kanada popülasyonunda çift bıçaklı biçme makinası 2.25 km/h hızla çalışmış ve ortalama 5 cm anız yüksekliği bırakmıştır. Sarıkız popülasyonunda ise çift bıçaklı biçme makinası 2.4 km/h hızla çalışmış ve ortalama 5.3 cm anız yüksekliği bırakmıştır. Makinanın efektif iş genişliği 1.65 m olup, yapısal iş genişliğinin % 97.1'i aktif olarak iş yapabilmektedir. Bu yöntemde oluşan toplam tane kayıp ortalaması, Kanada popülasyonunda % 25.279'dur. Toplam kayıpların %20.965'i biçme, %3.450'si öbek altı, %0.864'ü harmanlama kaybı şeklinde oluşmuştur. II.yöntemde Sarıkız popülasyonunda toplam tane kayıp ortalaması %22.301'dir. Toplam kayıpların %19.343'ü biçme, %2.573'ü öbek altı, %0.385'i harmanlama kaybı şeklinde oluşmuştur. II.yöntemde toplam tüketilen enerji Kanada popülasyonunda 1087.73 MJ/ha'dır. Tüketilen bu toplam enerjinin 83.23 MJ/ha'ı (% 7.65) insan enerjisi, 588.52 MJ/ha'ı (%54.11) yakıt-yağ enerjisi, 415.98 MJ/ha'ı (%38.24) kullanılan makinaların yapım enerjisidir. Sarıkız popülasyonunda II.yöntemde toplam tüketilen enerji 1050.25 MJ/ha'dır. Tüketilen bu toplam

enerjinin 57.26 MJ/ha'ı (% 5.45) insan enerjisi, 602.53 MJ/ha'ı (%57.37) yakıt-yağ enerjisi, 390.46 MJ/ha'ı (%37.18) kullanılan makinaların yapım enerjisidir. Bu yöntemde kullanılan yakıt-yağ enerjisi diğer yöntemlere göre en yüksek değerdedir.

III.yöntemde, Kanada popülasyonunda prototip hasat-harman makinası 1.9 km/h hızla çalışmış ve ortalama 4.18 cm anız yüksekliği bırakmıştır. Sarıkız popülasyonunda ise prototip hasat-harman makinası 1.8 km/h hızla çalışmış ve ortalama 3.9 cm anız yüksekliği bırakmıştır. Makinanın efektif iş genişliği 1.65 m olup, yapısal iş genişliğinin % 94.3'ü aktif olarak iş yapabilmektedir. Bu yöntemde oluşan toplam tane kayıp ortalaması, Kanada popülasyonunda % 19.380'dir. Toplam kayıpların %17.140'ı biçme, %2.240'ı harmanlama kaybı şeklinde oluşmuştur. Bu yöntemde Sarıkız popülasyonunda toplam tane kayıp ortalaması %18.006'dır. Toplam kayıpların %13.671'i biçme, %4.335'i harmanlama kaybı şeklinde oluşmuştur. III.yöntemde toplam tüketilen enerji Kanada popülasyonunda 873.76 MJ/ha'dır. Tüketilen bu toplam enerjinin 8.96 MJ/ha'ı (% 1.03) insan enerjisi, 436.39 MJ/ha'ı (%49.94) yakıt-yağ enerjisi, 428.41 MJ/ha'ı (%49.03) kullanılan makinaların yapım enerjisidir. Sarıkız popülasyonunda III.yöntemde toplam tüketilen enerji 868.33 MJ/ha'dır. Tüketilen bu toplam enerjinin 9.26 MJ/ha'ı (% 1.07) insan enerjisi, 424.37 MJ/ha'ı (%48.87) yakıt-yağ enerjisi, 434.70 MJ/ha'ı (%50.06) kullanılan makinaların yapım enerjisidir. Bu yöntem makina yapım enerjisi bakımından diğer yöntemler arasında en yüksek değere sahiptir.

Harmanlamada Kanada popülasyonunda harman makinasının efektif iş verimi 0.219 ha/h olarak belirlenmiş ve saatte yaklaşık 790 kg tane elde edilmiştir. Sarıkız popülasyonunda bu değerler 0.250 ha/h olarak belirlenmiş ve saatte yaklaşık 720 kg tane elde edilmiştir.

Prototip hasat-harman makinası ile yapılan fasulye hasadı sonucunda işgücü gereksinimi ve enerji tüketimi elle hasada göre önemli ölçüde azalmıştır.

Genel enerji tüketimi boyutunda Kanada popülasyonunda toplam tane kaybı yüzdelerinin enerji eşdeğerleri ile toplam enerji tüketimi toplam değerleri en fazla II.yöntemde (12343.84 MJ/ha), en az I.yöntemde (5618.54 MJ/ha) bulunmuştur. III.yöntemde bu değer 9503.19 MJ/ha olmuştur (Çizelge 4.24). Bu değerler Sarıkız popülasyonunda en fazla II.yöntemde (8994.31 MJ/ha), en az I.yöntemde

(4000.98 MJ/ha) bulunmuştur. III.yöntemde bu değer 7282.43 MJ/ha olmuştur (Çizelge 4.25).

Genel enerji tüketimi boyutunda en dezavantajlı uygulama Kanada fasulye popülasyonunda II.yöntem olarak saptanmıştır.

Baklagillerin birçoğunda mevcut olan çiçeklenme sürelerinin uzunluğu ve buna bağlı olarak meyve ve tohum tutma sürelerinin de uzun olması gibi bazı olumsuz özellikler fasulyede de henüz tam olarak çözümlenememiştir. Kültür bitkilerinde istenmeyen bu özellikler, bitkilerin hasat zamanını belirlemeyi ve yüksek verimi sınırlayan etkenlerdir. Bunlara ilave olarak fasulyede ilk bakla yüksekliğinin istenen seviyede olmaması da makinalı hasatta kayıpları artırmaktadır.

Hasatta zamanlama tane kaybı açısından önemlidir. Özellikle makinalı hasatta, tanelerin %18-20 nem durumunda hasat harmanı yapılmalıdır. Aksi halde tanelerin kırılmasına, çatlamasına ve embriyonun zarar görmesine sebep olur. Daha düşük nem seviyelerinde kayıplarda önemli ölçüde artmaktadır.

Bitkinin ve tanenin tarladaki konumunun, biçme makinalarının dizaynında önemli bir veridir. Bitkinin sıklığı ve tanenin yerden yüksekliği makinanın hangi besleme hızında ve en fazla ne kadar yüksekten biçme yapılması gerektiğini belirler. Mümkün olduğu kadar toprak yüzeyine yakın biçmek en az kayba neden olacaktır. Makinaların bu koşullarda başarılı olarak çalışması için hem yapısal özellikleri hem de toprak koşulları uygun olmalıdır.

Makinalı hasat işlemi için toprak işlemeden sonra tarla tesviye edilmeli, taşlar temizlenmeli, tohum yatağı hazırlığı iyi bir şekilde yapılmalı, ekim işlemi makina ile yapılmalı, mümkün olduğu kadar tarla zemininin düzgünlüğünü bozmayacak sulama sistemi ile sulama yapılmalıdır. Makinalı hasada uygun olabilecek uzun bitki boylu, ilk bakla yüksekliği değeri fazla olan, yatma direnci yüksek, baklası kolay çatlamayan ve tanesi kolay dökülmeyen, yüksek tane düşey dağılımına sahip çeşitler tercih edilmeli veya bu tip çeşitleri yetiştirebilmek için gerekli ıslah çalışmaları yapılmalıdır.

Prototip hasat-harman makinasının pikap düzeninin sonunda; sağ ve sol tarafta helezon, ortada ise üçgen kesitli uçlara sahip paletli besleme düzeni pikap tertibatında, yedirici ünite parmaklı tip yapılırsa fasulyenin sarılması veya dolanması ortadan kalkabilecektir. Harmanlama ünitesinde ilk batörün sapları kıyıcı şekilde

yapılması ve batörlerin çaplarının artırılması daha uygun olacaktır. Delikli kontrbatörlerin keskin kenarları materyal akışının engellenmemesi için uygun şekilde düzleştirilmelidir. Kavuzlu tane deposuna boşaltılan harmanlanmamış taneler tekrar harmanlanmak üzere bir elevatör vasıtasıyla batör sistemine geri döndürülmesi daha uygun olacaktır. Ayrıca, biçilen ürünün aspiratörde emilerek batörlere iletilmesi esnasında ürünün zedelenme ve kırılma olasılığı bulunduğundan bu kısımlar lastikle kaplanmalıdır.

Fasulye bitkisinin hasat-harman işlemlerinde mekanizasyona yönelik çalışmalara devam edilmelidir. Özellikle kayıpların ve insan işgücünün mümkün olduğu kadar azaltılması için mevcut hasat-harman işlemlerinin iyileştirilmesinin yanı sıra fasulye hasat-harmanını uygun şekilde yapabilecek makinaların geliştirilmesi üzerinde çalışmalar yapılması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

Akçin, A., 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları: 43, Ziraat Fakültesi Yayınları: 8, Konya.

Akdağ, C., 2001. Yemeklik Dane Baklagiller. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10, Ders Notları Serisi No: 4. Tokat.

Akkuş, A., 2000. Çumra Çevresinin Fiziki Coğrafyası ve İnsan Çevre İlişkisi 1.Uluslararası Çatal Höyükten Günümüze Çumra Kongresi Çumra Belediyesi Kültür Hizmetleri Yayınları Çumra.

Anonymous, 1978. Konya Kapalı Havzası Toprakları. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları: 288. Ankara.

Anonymous, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metotları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonymous, 2005 a. http://www.die.gov.tr

Anonymous, 2005 b. http://www.fao.org

Anonymous, 2005 c. Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Aylık Hava Raporları. Konya.

Bozdemir, M., 1998. Ülkemizde Tohumluk Fasulye Üretimi Amacı ile Kullanılan Farklı Tip Harman makinelarının Performans Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

Çarman, K., Demir, F., Konak, M., 1994. Konya Yöresinde İmal Edilen Sapdöver Harman Makinalarının Bazı Ürünlerin Harmanına Uygunluğunun Araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S. 286-295. Antalya.

Çiftçi, C.Y., 2004. Dünyada ve Türkiye'de Yemeklik Tane Baklagiller Tarımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Teknik Yayınlar Dizisi No: 5. Ankara.

Daroczi, M., Husti, I., 1990. The Characterization of The Possibilities for Dry Bean Harvesting in Hungary in 1990. Kertgazdasag (No.5) : 32-43. Hungary.

Demir, F., 1985. Mercimek ve Nohutun Tahıl Harman Makinalarıyla Harman Edilebilme Olanaklarının Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara.

Demir, F., Kara, K., 1991. Yerli Tip Harman Makinalarında Bazı Harmanlama Parametrelerinin Matematiksel Bir Modelle Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, s.333-354. Konya.

Dilmaç, M., 1998. Tokat Yöresinde Buğday Hasat-Harmanında Farklı Yöntemlerin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 1021, Ders Kitabı, 295, Ankara.

Doerıng, O.C., 1980. Accounting for Energy in Farm Machinery and Buildings Handbook of Energy Utilization in Agriculture, CRC Press, pp. 9-14. Florida.

El Saleh, Y., 2000. Suriye ve Türkiye'de Mercimek ve Nohut Hasadında Mekanizasyon Olanaklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.

Evcim, H.Ü., 1982. Yerli Tip Harman Makinalarında Tane Kayıpları. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, 283-310, Ankara.

Evcim, H.Ü., 1983. Türkiye'de İmal Edilen Harman Makinaları Üzerine Bir Araştırma. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Ankara.

Georgiev, D.P., 1997. Dry Bean Harvesting. Acta Horticulturae (No. 462) : 881-883. Proceedings of The First Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Volume 2, 4-7 June. Belgrade, Yugoslavia.

Göktürk, B., 1999. Kuru Soğanın Hasada Yönelik Bazı Özelliklerinin Saptanması, Kazıcı Bıçaklı Tip Hasat Makinasının Geliştirilmesi ve Diğer Hasat Yöntemleri ile Karşılaştırılması Üzerinde Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ.

Gülümser, A., Bozoğlu, H., Peşken, E., 1998. Yemeklik Dane Baklagiller (Uygulama Kitabı). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 27. Samsun.

Güzel, E., 1986. Çukurova Bölgesinde Yerfıstığının Söküm ve Harmanlanmasının Mekanizasyonu ve Bitkinin Mekanizasyona Yönelik Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No: 47. Ankara.

Güzel, E., 1998. Hasat-Harman İlkeleri ve Makinaları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayın No: 194, Adana.

Horvath, P., Szule, Z., 1988. Dry Bean Harvesting with Reconditioned Combine Harvester. Jarmuvek, Mezogazdasagi Gepek 35 (9) : 331-334, Hungary.

Işık, A., Karaman, Y., Zeren, Y., 1986. İkinci Ürün Soyanın Ekim ve Harmanlanmasına Yönelik Bazı Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No: 43. Ankara.

Işık, E., Yüksel, G., 1992. İkinci Ürün Fasulyenin Kuruma Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 232-238. Samsun.

İnvuflec., 1967. Le haricot vert. 18, Rue de I Arcade. Paris. 8.

Kadayıfçılar, S., Uslu, M., 1981. Yerfıstığı Hasat ve Harman Makinaları. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları. Ankara.

Kaltschmitt, M., Reinhardt, A., 1997. Nachwachsende Energieträger. Grundlagen, Verfahren, Ökologische Bilanzierung. Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden.

Kanafojski, C., 1973. Grundlagen Erntetechnisecher Bauqruppen. Veb-Verlag, 312 S.,Berlin.

Kay, D.E., 1979. Crop and product digest No: 3 Food Legumes. Tropical Products Institute, 435 P. London.

Moser, E., 1984. Verfahrenstechnik Intensivkulturen. Lehrbuch der Agrartechnik. Bd. 4. Pareys Studientexte Nr. 40. Verlag Paul Parey- Hamburg- Berlin- F.Almanya.

Özcan, M. T., 1986. Mercimek Hasat ve Harman Yöntemlerinin İş Verimi, Kalitesi, Enerji Tüketimi ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması ve Uygun Bir Hasat Makinası Geliştirilmesi Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Yayınları, Yayın No 46. Ankara.

Özdemir, S., 2002. Yemeklik Baklagiller. Hasat Yayıncılık Ltd. Şti. s.41. İstanbul.

Pınar, Y., Sessiz, A., Koyuncu, T., 1995. Soya Fasulyesinin Hasadına Yönelik Bazı Parametrelerin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 266-276. Bursa.

Senyücel, B., 1993. Konuklar Tarım İşletmesinde Tarım Makinaları Kapasite Kullanımı ve Mekanizasyon Durumunun Belirlenmesi. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Sepetoğlu, H., 1994. Yemeklik Dane Baklagiller. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Notları No: 24, İzmir.

Siemens, C.J., 1974. Harvesting and Drying Soybeans. University of IIIinois College of Agriculture Cooperative Extension Service/Circular 1094.

Sharma, K. D., Devnanı, R. S., 1980. Threshing Studies on Soybean and Cowpea. Agricultural Mechanization in Asia 11 (1), 65-68.

Şehirali, S., 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ankara.

Uçucu, R., 1976. Ein Beitrag zur Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes und Arbeitstung bei der Badenbearbeitung einschliesslich der Aussaat und der wirkung der wichtigsten agrarstuckturclen Einfluss grösssenunter Berücksichtigung der Verhaltnisse in der West Türkei. Diss. Justus Liebig Universitat Giessen-Batı Almanya.

Uçucu, R., 1981. Buğday ve Arpa Hasat-Harmanında Uygulanan Değişik Sistemlerin Ege Bölgesi Koşullarında İş Başarıları, İşgücü Gereksinimleri ve Maliyetleri. (Yayınlanmamış Doçentlik Tezi), E.Ü.ziraat Fakültesi. Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Bornova-İzmir.

Uzun, Z., 1993. Samsun Yöresinde Soya ve Ayçiçeği Tarımında Kullanılan Alet ve Makinaların Yakıt Zaman Tüketimleri ve İş Başarıları. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Samsun Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 81. Rapor Seri No: 68. Samsun.

Ülger, P., 1982. Buğday Hasat Harmanında Uygulanan Değişik Mekanizasyon Sistemlerinin Tane Ürün Kayıplarına Etkileri. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri, s. 195-243. Ankara.

Ülger, P., 1985. Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları. Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No: 37, Ankara.

Ülger, P., Erkmen, Y., Kara, M., Özsert, İ., 1991. Erzurum'da Köy Koşullarında Çalışan Yerli Harman Makinalarının Performansının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 409-415. Konya.

Tandon, S.K., Panwar, J.S., 1989. Status of Mecanization of Harvesting and Thresing of Soybean in India. AMA. Vol. 20 (1): 55-60.

Tetik, M., 1982. Sapdöverlerde Tane Kayıpları ve Kırık Tane Oranları. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri, Ankara. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. 305-312.

Toros, H., 1991. Çukurova Yöresinde Buğday İkinci Ürün Soya Tarımında Kullanılan Alet ve Makinaların Yakıt, Zaman Verileri, İş Başarıları. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 164. Rapor Seri No: 99. Tarsus.

Yadav, R.N.S., Yadav, B.G., 1985. Design and Development of a Tractor Drawn Soybean Reaper. Proc. ISAE, SJC. Vol.1. Bhopal, India.

Yaldız, O., Öztürk, H., Başçetinçelik, A., 1990. Energiebilanz bei den wichtigsten Produkten im Gebiet Çukurova (Turkei) Grundlagen der Landtechnic Bd. 40 Nr.2.,s. 65-66, VDI Verlag CmbH-Düsseldorf.

Yaldız, O., Öztürk, H.H., Zeren, Y., Başçetinçelik, A., 1993. Türkiye Tarla Bitkileri Üretiminde Enerji Kullanımı. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Bildiri Kitabı, s. 527-536, Kuşadası-Türkiye.

Yıldız, Y., Tuncer, İ.K., Özcan, M.T., Başçetinçelik, A., 1992. Bazı Tarımsal Ürünlerde Kritik Hız ve Tane Boyut Özellikleri. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s.274-285,14-16 Ekim, Samsun..

Yavuzcan, G., 1994. Enerji Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1324, Ders Kitabı, 383, Ankara.

Zender, F.N., 1986. Yemeklik Dane Baklagillerde Hasat ve Harman Yöntemleri. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Adana.

Zeren, Y., 1982. Soya Üretiminde Mekanizasyon. Soya Üretimi ve Sorunları Semineri. Hatay.

Zeren, Y., 1983. Çukurovada İkinci Ürün Soya Mekanizasyonu ve Sorunları. 8. Tarımsal Mekanizasyon Semineri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü. İzmir.

Zeren, Y., Özgüven, F., Işık, A., Busse, W., Fichtel, H., Doluschitz, R., 1990. Çukurova'da Tarla Tarımında Farklı Mekanizasyon Sistemlerinin Karşılaştırılması. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Bildiri Kitabı 1-4 Ekim, Adana-Türkiye.

Zeren, Y., Özcan, T., Işık, A. 1991. Nohut Hasat ve Harman Mekanizasyonu Üzerine Bir Araştırma. Doğa-Tr.J. of Agriculture and Forestry, 15: 215-238. Ankara.

EKLER

Ek Çizelge 1. Fasulye Popülasyonlarında Ölçülen Bitki Boyu Değerleri

Fasulye popülasyonları	Ölçümler (cm)	Ortalama (cm)	Standart hata	% V.K.
Kanada	27-33-24-38-32-30-28-23-26-25-29-22-22-25-24-25-35-32-31-36-34-23-22-29-22-31-31-23-27-30-28-26-32-28-29-25-27-28-29-31-25-27-28-24-26-23-25-27-28-28-29-29-30-28-27-28-29-30-28-28-29-30-31-30-30-29-27-28-28-31-31-30-31-26-29-27-31-29-26-28-28-24-25-30-31-30-26-26-29-30.	28.1	0.33	11.14
Sarıkız	40-37-30-30-45-38-43-33-40-32-41-35-35-34-25-30-27-32-38-33-37-32-30-34-30-33-29-34-28-36-34-32-36-28-30-33-30-36-35-32-37-35-36-31-32-30-32-33-36-29-30-33-39-40-41-38-36-39-34-36-30-31-28-31-37-32-33-38-32-31-30-38-35-37-33-34-35-35-32-31-32-33-30-37-37-35-38-33-36-33.	33.9	0.39	11.00

Ek Çizelge 2. Fasulye Popülasyonlarında Ölçülen İlk Bakla Yüksekliği Değerleri

Fasulye popülasyonları	Ölçümler (cm)	Ortalama (cm)	Standart hata	% V.K.
Kanada	7-3-4-5-4.5-4-5-4.5-3.5-7-6-6.5-0-5-2-4-4.5-4-4.5-5-0-4.5-3-4-4.5-5-4.5-5-4.5-3-4.5-4-4.5-3-4.5-4-5-2.5-4.5-5-4.5-2.5-5-4-4.5-4-4.5-5-4.5-4-4.5-0-3.5-4-5-4.5-4-4.5-3.5-4.5-4-4-4.5-4.5-4-1-4.5-4.5-4-3-4-3.5-4.5-4-4.5-4-4.5-4-4.5-4-4.5-4-4.5-4-4.5-4-2-4.5-4.5-4.	4.1	0.12	28.54
Sarıkız	4.5-2-5.5-1.5-6-5-4.5-5.5-4.5-4-5-5-4.5-1.5-4.5-4.5-0.5-5-4.5-5.5-5-4.5-6.5-4.5-4-0-3.5-4.5-7.5-5.5-3-4.5-4.5-4-6.5-4.5-4.5-4-4.5-0-4.5-4.5-4-5.5-5-5.5-6-5-5.5-3.5-5-4.5-4-8-6-4.5-5-3.5-4.5-4.5-4-4.5-4.5-5-6.5-4-5-4-4.5-6-4.5-5-5.5-5.5-4.5-5-6-5-6-5-5.5-5-4.5-5-6.5-5-5.5-4.5-5-0.	4.6	0.15	30.43

Ek Çizelge 3. Kanada Fasulye Popülasyonunda Tane Boyut Dağılımı Değerleri

Fasulye popülasyonu	Boyutlar	Ölçümler (mm)	Ortalama (mm)	Standart hata
Kanada	Uzunluk	12.95-11.32-12.12-12.15-11.26-12.06-12.28-12.33-12.79-11.75-12.78-12.95-11.89-12.91-12.28-12.45-12.27-11.75-12.39-11.84-12.27-12.87-11.03-12.87-12.01-12.07-12.48-12.08-11.93-12.73-11.95-12.96-11.79-12.57-11.88-12.54-11.56-12.33-11.86-11.56-11.75-11.84-11.74-11.84-12.25-11.73-12.13-11.48-11.32-11.84.	12.12	0.069
	Genişlik	7.98-7.11-7.6-7.56-7.3-7.66-7.87-7.99-7.69-7.47-7.44-7.84-7.39-7.95-7.64-7.49-7.34-7.11-7.3-7.75-7.87-7.59-6.82-7.48-7.43-7.43-7.25-7.52-7.35-7.6-7.51-7.84-7.54-7.34-7.87-7.56-7.1-7.42-7.1-7.15-7.62-7.2-7.51-7.38-7.53-6.94-7.18-7.23-7.13-7.47.	7.47	0.038
	Kalınlık	5.46-4.91-5.65-5.83-5.21-5.19-5.68-5.33-5.48-5.68-5.72-6.1-5.53-5.65-5.64-5.6-5.9-4.86-5.62-5.47-5.52-5.56-4.97-5.37-5.76-5.08-5.71-5.59-4.08-5.72-5.34-5.45-5.8-5.39-6.11-5.65-5.57-5.2-5.78-5.57-5.56-5.34-5.56-5.38-5.1-4.99-5.11-5.33-5.03-5.13.	5.45	0.049

Ek Çizelge 4. Sarıkız Fasulye Popülasyonunda Tane Boyut Dağılımı Değerleri

Fasulye popülasyonu	Boyutlar	Ölçümler (mm)	Ortalama (mm)	Standart hata
Sarıkız	Uzunluk	12.19-12.05-12.8-12.14-12.59-12.56-11.99-12.22-11.23-11.25-11.41-11.75-12.84-11.55-12.43-12.2-11.11-11.02-12.24-11.07-12.82-11.08-12.12-11.77-11.18-11.98-12.34-10.59-11.91-11.64-12.58-11.78-11.94-11.68-11.76-10.34-11.74-11.42-11.48-10.44-11.88-11.67-11.4-11.43-11.26-12.12-10.47-11.75-11.26-11.93.	11.73	0.086
	Genişlik	7.44-7.37-7.47-7.41-7.08-7.49-7.09-6.89-6.3-6.68-6.31-6.77-7.27-7.45-6.86-7.28-6.73-6.94-7.45-6.98-7.36-6.76-7.14-6.93-7.14-7.2-6.73-6.69-6.7-6.8-7.93-7.46-7.23-6.65-7.3-6.96-7.23-6.8-6.82-6.5-6.98-6.77-7.13-7.03-7.03-6.96-6.35-6.56-6.88-6.99.	7.01	0.048
	Kalınlık	5.85-5.92-5.25-5.96-5.61-6.17-5.67-5.88-5.42-4.83-5.06-5.39-5.81-5.89-5.62-5.64-4.99-5.08-5.61-5.43-5.95-5.55-5.8-5.04-5.66-5.18-5.13-5.52-5.33-5.16-5.75-5.44-6.07-4.73-4.4-5.2-4.77-5.25-5.05-5.72-4.9-4.99-4.67-6.17-5.22-4.66-4.52-4.46-4.44-5.78.	5.35	0.068

Ek Çizelge 5. Fasulye Popülasyonlarında Ölçülen Kritik Hız Değerleri

Fasulye popülasyonları	Ölçümler (m/s)	Ortalama (m/s)	Standart hata	% V.K.
Kanada	8.15-8.74-8.42-7.95-8.13-8.25-8.25-8.13-7.87-7.91.	8.18	0.08	3.18
Sarıkız	7.66-7.75-8.32-8.15-8.05-8.25-7.97-8.13-8.23-8.05.	8.06	0.07	2.57

Ek Çizelge 6. Fasulye Popülasyonlarında Ölçülen Bitkideki Bakla Sayısı Değerleri

Fasulye popülasyonları	Ölçümler (adet/bitki)	Ortalama (adet/bitki)	Standart hata	% V.K.
Kanada	22-13-20-20-31-21-22-26-19-24-22-17-17-17-11-17-21-30-13-11-9-21-15-16-19-27-22-22-22-20-20-17-19-19-18-23-26-22-17-18-24-15-16-24-32-23-22-13-17-14-9-10-10-20-7-14-17-10-18-22-18-19-17-28-19-17-25-19-12-13-17-25-22-15-15-22-21-21-17-25-20-22-23-24-27-18-20-20-20-20-18-20-18-20-12-15-13-15-22-22.	19	0.49	25.74
Sarıkız	14-13-13-15-16-19-19-19-16-21-7-23-13-13-15-16-17-18-19-19-14-18-18-22-12-12-23-16-16-11-10-12-12-13-15-20-16-16-16-16-16-17-18-21-10-11-29-12-16-14-16-20-8-17-16-14-10-11-21-21-14-20-15-12-14-13-7-7-19-17-13-18-11-13-15-15-17-13-19-15-12-18-16-15-12-14-19-20-21-23-20-19-18-15-14-13-11-15-20-16.	15.5	0.40	25.48

Ek Çizelge 7. Biçme Makinalarına İlişkin Anız Yüksekliği Değerleri

Fasulye popülasyonları	Biçme makinaları	Ölçümler (cm)	Ortalama (cm)	Standart hata	% V.K.
Kanada	Çift bıçaklı çayır biçme	4.5-5-5.5-4-4-6-7.5-5-4.4-4.3-4-4.9-4.6-3.5-7.5-8.5-5.2-8.6-4.6-4-4-4.2-4.9-6-4.3-7.2-4-7.8-5-5.3-4-5-4-5-4-4-4-4-5-3.9-4-9.2-4.3-4-4.	5	0.21	28
	Prototip	4.2-4-3.9-4-4.1-4-3.8-6-3.8-4-4.1-4-3.8-4-3.8-3.8-4-3.9-4-3.8-3.8-4-6.5-3.8-6-3.9-3.8-3.9-6.8-3.8-5-3.8-3.8-3.8-4-3.9-4-4-4.2-3.8-3.7-4-4.2-3.8-4.9.	4.18	0.11	17.46
Sarıkız	Çift bıçaklı çayır biçme	4.5-5-5.5-4.5-5.5-6-5.5-5-4.4-4.9-4.8-6-4.6-4.5-5.5-4.5-5.2-4.5-5.5-4.9-5.5-5.8-9-4.5-5.5-8.5-4.5-4-5-5.3-5.1-3.8-4.5-4-8-9-3.8-7-5-3.9-3.8-7-3.7-7.3-5.	5.3	0.19	24.53
	Prototip	4-4-3.9-4-3.6-3.8-3.8-3.9-3.8-4-4.5-3.9-3.8-4.5-4-3.8-5-3.9-4-3.7-3.9-4-4-3.8-4-7.5-3.7-3.5-3.5-3.6-4-3.8-3.5-3.8-4-3.9-3.5-4-3.5-3.7-3.5-3.5-3.9-3.8-3.9.	3.9	0.09	15.38

Ek Çizelge 8. Malzeme Üretim Enerjileri (a ve b katsayıları) (Doering 1980)

Malzeme cinsi	MJ/kg
Çelik dışı malzeme	85.813
Çelik malzeme	62.790
Traktör (toplam ağırlık üzerinden)	49.453
Biçerdöver (toplam ağırlık üzerinden)	50.286

Ek Çizelge 9. Bazı Makinaların Fabrika Yapım Enerjileri (c katsayısı) (Doering 1980)

Makina	Fabrika yapım enerjisi gereksinimi (MJ/kg)
Traktör	14.625
Hasat makinaları, biçerdöver, pamuk hasat makinası, kendiyürür yem hasat makinaları.	13.010
Pulluk ve diğer birincil toprak işleme aletleri.	8.627
Büyük daneli ürünler ekim makinaları, ikincil toprak işleme aletleri.	8.627
Gübre dağıtıcıları, ekim makinaları ve traylerler.	8.351
Tamburlu çayır biçme makinaları ve işleme makinaları.	7.384
Balya makinası, çekilir yem makinaları, sapdöver harman makinaları.	6.274

Ek Çizelge 10. Çeşitli Makinaların Toplam Takılmış Parça Oranı (d katsayısı) (Doering 1980)

Makina sınıfları	Toplam takılmış parça oranı (%)
Sınıf 1 4 tekerlekten hareketli traktör, paletli traktör.	74.25
Sınıf 2 Sabit güç kaynakları, iki tekerlekten hareketli traktör.	89.10
Sınıf 3 Kendi yürür biçerdöver, kendi yürür pamuk hasat makinaları, tamburlu biçme makinaları, sap parçalayıcı biçme makinaları, kazma aletleri, suda çalışan aletler, ön yükleyiciler, tesviye küreği, yemleme kamyonu, motorlu balya makinaları, kendi yürür yem hasat makinaları.	45.88
Sınıf 4 Bindirilmiş pamuk toplama makinası, mısır hasat makinası, patates hasat makinaları, şeker pancarı hasat makinaları, tarım arabaları, kuyruk milinden hareketli su boşaltma makinaları, çekilir tip yem hasat makinaları, kendi yürür ilaçlama makinaları.	60.69
Sınıf 5 Kuyruk milinden hareketli biçerdöver, kendi yürür biçme namlu yapma makinası, vagon ve kutu, mısır başlığı, ot ezici, silaj yükleyici, ekim makinaları, asılır tip ilaçlama aletleri, yemleme vagonu.	75.98
Sınıf 6 Kuru ve sıvı gübreleme makinaları.	91.28
Sınıf 7 Biçme makinaları, toprak işleme aletleri.	92.58

Ek Çizelge 11. Fasulye Hasat-Harmanında Kullanılan Makinaların Hesaplanmış Yapım Enerji Değerleri

Kullanılan makina	Çelik ağırlığı (kg)	Çelik dışı ağırlığı (kg)	Çelik malzeme enerji katsayısı (a)	Çelik dışı malzeme enerji katsayısı (b)	Çelik malzeme enerjisi (MJ)	Çelik dışı malzeme enerjisi (MJ)	Toplam malzeme yapım enerjisi (MJ)	Fabrika yapım enerji katsayısı (c)	Fabrika yapım enerjisi (MJ)	Toplam takılmış parça oranı (%) (d)	Yedek parça enerjisi (MJ)	Toplam yapım enerjisi (MJ)	Ekonomik ömür (yıl)	Yıllık kullanımı (ha)	Makina yapım enerjisi payı (MJ/ha)
Traktör	2850	-	49.453	-	140941.05	-	140941.05	14.625	41681.25	89.10	53696.43	203446.71	10	550 (h)	36.99 (MJ/h)
Çift bıçaklı	210	-	62.790	-	13185.9	-	13185.9	7.384	1550.64	92.58	4502.22	16586.18	10	50	33.17
Harman makinası	2300	-	62.790	-	144417	-	144417	6.274	14430.2	75.98	39828.40	170083.09	20	100	85.04
Prototip	2480	-	62.790	-	155719.2	-	155719.2	13.010	32264.8	75.98	47133.98	201280.86	10	80	251.60