



FASULYENİN HASAT-HARMAN MEKANİZASYONUNDA TANE KAYIPLARI¹

Mehmet Hakan SONMETE²

Fikret DEMİR²

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Konya/Türkiye

ÖZET

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, iş verimi, toplam tane kayıpları 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 bulunmuştur. II. Yöntemde bu değerler sırasıyla % 25.279 ve %22.301'dir. III. Yöntemde ise % 19.380 ve %18.006 olarak bulunmuştur.

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

GRAIN LOSSES IN THE HARVESTING-THRESHING MECHANIZATION OF DRY BEAN

ABSTRACT

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.

Work efficiency, total grain losses and some characteristics related to plant mechanization were determined in these methods.

Consequently, it was found that total grain losses in Canada and Sarikiz bean population were 9.029-6.955 % in the first method, 25.279-22.301 % in the second method, 19.380-18.006 % in the third method, respectively.

Keywords: Dry bean, grain losses, work efficiency, harvesting-threshing machines.

GİRİŞ

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan baklagiller familyasına ait türlerden soya ve yerfıstığına da ilave ederse fasulye, nohut, mercimek, bakla, bezelye ve börülce olmak üzere 8 tanesi besin maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Baklagil bitkisi olan fasulyenin insan beslenmesinde ve hayvan beslemede önemli bir yeri vardır. Kuru taneleri ortalama % 25 civarında protein ihtiva eder.

Dünya'da toplam yemeklik tane baklagil ekim alanının %44.38'ini ve toplam kuru baklagil üretiminin %36.56'sını oluşturan fasulye, en fazla ekim alanı ve üretimi olan yemeklik tane baklagil bitkisidir. Üretimi en fazla Asya ve Güney Amerika kıtalarında bulunan

Hindistan, Brezilya ve Meksika'da yapılmaktadır (Anonymous 2005 a).

Türkiye'de ekim alanı ve üretimi bakımından fasulye, nohut ve mercimekten sonra üçüncü sırayı almaktadır. Fasulye, nohut ve mercimekle beraber ekim alanı ve üretimi sürekli artan yemeklik tane baklagillerden biridir. 2005 yılı verilerine göre 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. 2002 yılında fasulye ekim alanı en fazla olan ilimiz 28 205 ha ile Konya'dır. Konya'da verimde Türkiye ortalamasının üzerindedir ve 53 845 ton ile en fazla fasulye üretimine Konya ili sahiptir. 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 (Anonymous 2005 b).

¹Bu çalışma Mehmet Hakan SONMETE'nin Doktora Tezinin bir kısmından özetlenmiştir. Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

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 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.

Çeşitli araştırmacı ve yazarlar, fasulye hasadında, hasadın erken yapılmasının tanelerin buruşuk ve bükük olması nedeniyle alınacak ürün miktarını azalttığını, geciktirilmesinin ise baklaların çatlayarak tanelerin dökülmesine neden olduğunu, sonuç olarak yine alınacak ürün miktarını azalttığını bildirmişlerdir. Hasat ve harmanın elle veya makina ile yapılmasının, hasat zamanına etki eden faktörlerden birisi olduğunu, elle hasatta tanedeki nem oranının %40'a indiğinde hasada başlandığını, şayet makinalı hasat-harman yapılacaksa tanelerin %18-20 nem içerdikleri zaman hasat-harman yapılması gerektiğini, bazı çeşitlerde baklaların çatlamasını ve farklı zamanlı olgunlaşmasının sorun çıkardığını, eğer tanenin nem kapsamı verilen literatür değerlerinden az ise mekanik zararın önemli ölçüde arttığını, tanelerin kırılmasına, çatlamasına ve embriyonun zarar görmesine neden olabileceğini belirtmişlerdir. Ülkemizde hasadın genel olarak sabahın erken saatlerinde elle bitkilerin yolunması ya da biçilmesi şeklinde yapıldığını, orakla biçilmenin daha seyrek olduğunu, azotça zengin olan köklerin toprakta kalmasının toprak verimliliğinin artması açısından önemli olduğunu, bu nedenle bitkilerin biçilerek hasat edilmesinin daha uygun olacağını, fasulyeleri kökten el ile yolup 5-10 sıra hasat mahsulü birleştirilerek öbekler halinde iklim şartlarına bağlı olarak makinalı hasat-harman nem seviyesine kadar tarlada kurutulduğunu ve daha sonra fasulye harmanının bitkilerin sopalarla dövülmesiyle, lastik tekerlekli küçük traktörlerin bitkileri çiğnemeleriyle ya da özel olarak fasulye harmanı için yapılmış harman makinalarıyla yapıldığını vurgulamışlardır. İleri ülkelerde fasulye harmanı için geliştirilmiş özel makinaların yaygın biçimde kullanılmakta olduğunu, ayrıca mekanik hasadın daha ziyade 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 belirtmişlerdir. Hasat ve harman şeklinin yetiştiricilerin imkanlarına göre farklılık gösterdiğini,

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, 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 belirtmişlerdir. Hasat ve harman için önemli olan noktalardan birisinin baklaları üniform olarak hasat olgunluğuna gelen çeşitlerin seçilmesi gerektiğini, 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 vurgulamışlardır (Akçin 1988, Akdağ 2001, Işık ve Yüksel 1992, Özdemir 2002, Şehirli 1988, Sepetoğlu 1994).

Moser (1984), fasulye hasadı ile ilgili olarak çalı fasulyesi çeşitlerinin tek geçişte, sıra veya alan yolma prensibine göre çalışan hasat makinaları ile hasat edildiğini, elle hasada göre iş gücü gereksiniminde 1200 h/ha'dan 1.8-9 h/ha'a kadar düşüş kaydedildiğini, kayıpların %5 ile %15 arasında değiştiğini vurgulamıştır.

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. Toplam kayıpların %2.66-13.26 arasında, kırık tane kayıplarının %1'den az olduğunu ve makinanın işletme performansında 0.4-0.5 ha/h olarak belirtmişlerdir.

Daroczi ve Husti (1990), kuru fasulyenin hasat kayıplarını, kayıplara etkili faktörleri, uygun hasat metotlarını ve mekanizasyonunu 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 gördüğünü vurgulamışlardır.

Georgiev (1997), dört farklı kombine hasat makinasını içlerinde fasulyenin de bulunduğu üç ürünün hasadında denemiştir. Denemeler sonucunda tane ve bakla dökülmesi ile oluşan ve kesilmemiş bitkilerden oluşan kayıpları belirlemiştir. Kesici ünite ve

otomatik yükseklik kontrolüne sahip olan makina kullanılarak işletme rejimine bağlı olarak toplam tane kayıplarının %3.5'e kadar düştüğünü fakat işletme hızının artması ile kayıplarında arttığını saptamıştır.

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 düzeninin bulunmayışının soya hasadını güçleştirdiğini ve hasat sırasında kayıplara neden olduğunu, 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.

Zeren ve ark. (1991), 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. Çalışmada dört farklı hasat harman sistemini denemişler, sistemlerin teknik iş başarılarını karşılaştırmışlardır.

Sharma ve Devnani (1980), soya ve börülcenin harmanında batör devir sayısının ve batör-kontrbatör aralığının etkisini araştırmışlardır. Besleme hızı, tane çıkışı, harmanlama verimi, tane kırılması ve enerji tüketimi parametrelerini incelemişlerdir.

Demir (1985), mercimek ve nohudun tahıl harman makinası ile harman edilebilme olanaklarını incelemiş ve bu ürünlerin harmanlanması için makinada bazı konstrüksiyon değişikliklerini yapmıştır.

Çarman ve ark. (1994), Konya'da imalatı yapılan üç farklı firmaya ait harman makinalarını, mercimek, buğday ve nohut harmanında denemişlerdir.

Bozdemir (1998), tohumluk fasulye harmanında ülkemizde kullanılan üç tip harman makinasının (sapdöver harman makinası, fasulye harman makinası, bantlı tip harman makinası) performanslarını belirlemiştir.

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

MATERYAL VE METOD

Denemeler Konya ili Çumra ilçesi İçeriçumra beldesinde bulunan, farklı fasulye popülasyonları ekilmiş

iki tarlada yürütülmüştür. 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 olacak şekilde ekilmiştir.

Fasulyehasat-harman denemelerinde kullanılan alet ve makinalar

Çift bıçaklı çayır biçme makinası: Makaslama kesme yapan bu makinada her iki bıçakta hareket etmektedir. Makinaya biçilmiş ürünü namlu haline getiren özel bir namlu düzeni ilave edilerek takılmıştır. Makinaya ilişkin bazı teknik özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Şekil 1'de makina ve ilave edilen namlu düzeni görülmektedir.

Tablo 1. Çift Bıçaklı Çayır Biçme Makinasının Bazı Teknik Özellikleri

Özellik	Birim	Değer
Biçme düzeni yapısal iş genişliği	mm	1700
Toplam ağırlık	kg	210
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 1. Çift bıçaklı çayır biçme makinasının ve ilave edilen namlu düzeninin genel görünüşü

Prototip hasat-harman makinası: Prototip hasat-harman makinası ürünü tarladan biçerek harmanlama organında harman eden, taneyi tane deposuna aktaran, sapı kıyarak saman haline getiren, 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 2'de, sap kıyıcı ve pnömatik iletim

düzeninin genel görünüşü Şekil 3’de, Prototip hasat-harman makinasının genel görünüşü Şekil 4’de, makinaya ilişkin bazı teknik özellikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. 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 eksenleri arası uzaklık	mm	76.2
Eksantrik devir sayısı	min ⁻¹	695
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
Pikap genişliği	mm	1750
Besleme mili devir sayısı	min ⁻¹	130
Aspiratör		
Aspiratör devir sayısı	min ⁻¹	2280
Batör		
Sayısı	adet	8
Çapı	mm	115
540 min ⁻¹ kuyruk mili devrinde batör devir sayıları	1:	510
	2:	205
	3:	510
	4:	135
	5:	780
	6:	135
	7:	780
	8:	135
Kontrbatör		
Sayısı	adet	8
Delik çapları	mm	13
Vantilatörler		
Vantilatör devir sayısı	min ⁻¹	1080
Sayısı	adet	2
Sarsaklar		
Sarsak devir sayısı	min ⁻¹	390
Sayısı	adet	2
Kavuzlu tane deposu		
Hacmi	dm ³	130
Saman aspiratörü		
Aspiratör devir sayısı	min ⁻¹	1040



Şekil 2. Prototip hasat-harman makinasının biçme ve pikap düzeni



Şekil 3. Prototip hasat-harman makinasının sap kıyıcı ve pnömatik iletim düzeni

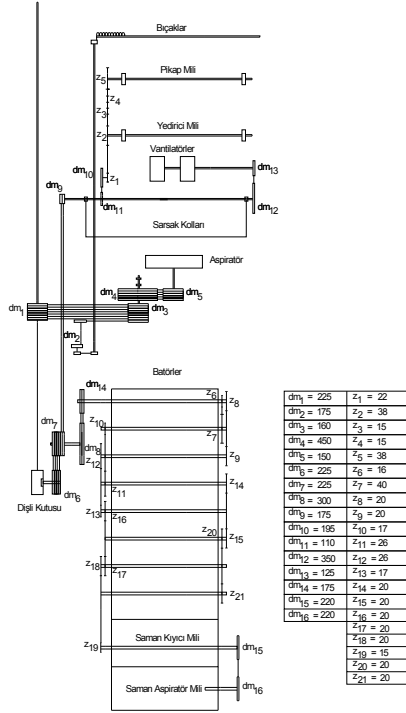


Şekil 4. Prototip hasat-harman makinasının genel görünüşü

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 üniteye 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 ayrılmayan 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 tertibatı-

na iletilmektedir. Prototip hasat-harman makinasının hareket iletim düzeni Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Prototip hasat-harman makinasının hareket iletim tertibatı

Harman makinası: Harmanlamada kullanılan fasulye harman makinasının bazı teknik özellikleri Tablo 3’de, genel görünüşü Şekil 6’da verilmiştir.

Tablo 3. Harman Makinasının Bazı Teknik Özellikleri

Özellik	Birim	Değer
Genel ölçüler		
Toplam uzunluk	mm	6040
Toplam genişlik	mm	2370
Toplam yükseklik	mm	3450
Toplam ağırlık	kg	2300
Batör		
Batör çapı	mm	750
Batör devir sayısı	min ⁻¹	480
Kontrbatör		
Kontrbatör delik çapı	mm	22
Aspiratör		
Aspiratör devir sayısı	min ⁻¹	1285
Eksantrik devir sayısı	min ⁻¹	385
Pnömatik tane elevatörü		
Tane elevatörü devir sayısı	min ⁻¹	120
Kesmik elevatörü devir sayısı	min ⁻¹	190
Eksantrik		
Eksantrik devir sayısı	min ⁻¹	340

Deneme alanları her iki fasulye popülasyonunda ayrı ayrı olmak üzere tesadüf blokları deneme desenine göre üç farklı yöntemde üç tekerrürlü olarak yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Her iki popülasyonda da makina denemelerinde parsel boyutu (50mx5.4m) alanı 270 m², elle yolma parselleri; Kanada popülasyonunda 1.parsel (40mx15m) alanı 600 m², 2.parsel

(35mx15m) alanı 525 m², 3.parsel (25mx25m) alanı 625 m², Sarıkız popülasyonunda (50mx4m) alanı 200 m² dir. Denemelerde ölçülen tüm değerler 150 mx66.67 m ölçülerindeki standart parsel çevrilerek ortalamaları alınmıştır (Güzel 1986).



Şekil 6. Harman makinasının genel görünüşü

Fasulyenin hasat ve harman denemelerinde uygulanan yöntemler 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 7), öbekler haline getirilen ürün kurutulduktan sonra harman makinası ile harmanlanmaktadır (Şekil 11).

II.yöntemde fasulye, çift bıçaklı çayır biçme makinası ile hasat edilerek namlu haline getirilmekte (Şekil 8 ve 9), ürün kurutulduktan sonra harman makinası ile harmanlanmaktadır (Şekil 11).

III.yöntemde fasulye hasat-harmanı, prototip hasat-harman makinası ile yapılmaktadır (Şekil 10).



Şekil 7. Fasulyenin elle yolunarak hasadı ve öbek yapılması

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.

Bitkiye ilişkin ölçümler

Bitkinin mekanizasyona yönelik bazı özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; olgunlaşma süresi, bitki

boyu, ilk bakla yüksekliği, yatma, tane düşey dağılımı, tane-bakla ve yeşil aksamın nem değişimi, bin tane ağırlığı, tane boyut dağılımı, kritik hız, toplam verim, tane ve saman verimi esas alınmıştır.



Şekil 8. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile fasulye hasadı



Şekil 9. Çift bıçaklı çayır biçme makinası ile hasat işleminden sonra oluşan fasulye namluları



Şekil 10. Prototip hasat-harman makinası ile fasulye hasadı



Şekil 11. Harman makinası ile fasulye harmanı

Olgunlaşma süresi: Tohumun ekiminden bitkinin fizyolojik olgunluğa eriştiği zamana kadarki geçen gün sayısıdır. 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 za-

manında, 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. 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 yaklaşması ve gövdenin dikliğini kaybetmesidir. **Tane düşey dağılımı:** Toprak yüzeyinden itibaren bitkinin en üst noktasına kadar her yükseklikte bitki üzerindeki tanelerin oranını vermektedir. 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). **Tane, bakla ve yeşil aksamın nem değişimi:** 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 °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 içerisinde 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. Her iki fasulye popülasyonundan rasgele on adet tane alınıp kritik hız ölçme ünitesinde kritik hızları belirlenmiştir. **Toplam verim:** Elle yolma denemesinde 1 m² 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 yapılarak 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).

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).

$$Q = A \cdot V$$

$$Q : \text{Debi (m}^3/\text{s)}$$

$$A : \text{Kesit alanı (m}^2\text{)}$$

$$V : \text{Ortalama hız (m/s)}$$

Zaman ölçümleri ve iş verimi

Makinaların iş verimlerinin belirlenmesinde; efektif alan ve materyal kapasiteleri dikkate alınmıştır. Bunun için makinaların efektif çalışma hızları, efektif iş genişlikleri, efektif çalışma zamanı ve ortalama materyal verimleri belirlenmiştir.

Hasat-harman makinalarının iş kalitelerinin belirlenmesi için; anız yüksekliği, tane kayıpları belirlenmiştir.

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

Kayıp ölçümleri: Hasat yöntemlerinin başarısını belirleyebilmek için her yöntemin önemli kayıp şekilleri her hasat-harman aşamasında belirlenmiştir. 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 m² 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 kayıp-

ları bulmak için her parselden rasgele beş öbek altından 1 m²'lik çerçeve içerisindeki kayıplar toplanmıştır. Parsel alanı ve içerisindeki öbek sayısı belirlendikten sonra öbek başına düşen hasat edilmiş alan hesaplanmıştır. Öbek altından alınan 1 m²'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 Metodlarına ve TS 3222 deney ilkelerine göre belirlenmiştir. Denemelerde her parsel için örnekler alınmış, örneklerin ortalamalarından toplam kayıplar hesaplanmıştır (Anonymous 1999, Çarman ve ark. 1994, Demir 1985). Elde edilen taneler içerisindeki her parsel için 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 kayıpların toplamı olarak bulunmuştur. Samanla beraber atılan kayıp taneleri belirlemek için harman makinasının saman sevk borusu çıkış ağzından çıkan samandan rasgele örnekler alınarak tane aranmıştır. Bulunan taneler harman makinasının diğer çıkış ağzlarında 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 makinasının diğer çıkış ağzlarında elde edilen kayıp tanelere ilave edilmiştir.

İstatistiksel analizler: Kanada ve Sarıkız popülasyonlarında toplam tane kaybı yüzdeleri arasında yöntemlere göre farklılıkların önemli olup olmadığının, popülasyonlar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla varyans analizleri yapılmıştır. Yöntemler arası farkın önemli çıkması durumunda LSD testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark.1987).

ARAŞIRMA SONUÇLARI

Bitkiye ilişkin ölçümler

Kanada fasulye popülasyonunda olgunlaşma süresi yaklaşık 90 gün, Sarıkız fasulye popülasyonunda ise yaklaşık 80 gün olarak belirlenmiştir. Bitki boyu de-

ğeri, Kanada popülasyonunda 28.1±0.33cm, Sarıkız popülasyonunda ise 33.9±0.39 cm, ilk bakla yüksekliği değerleri Kanada popülasyonunda 4.1±0.12 cm, Sarıkız popülasyonunda ise 4.6±0.15 cm olarak belirlenmiştir. Denemeler süresince her iki fasulye popülasyonunda da yatma gözlenmemiştir.

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarında belirlenen tane düşey dağılımı değerleri Tablo 4’de, nem seviyesi değişimleri Tablo 5’de, tane boyut dağılımına ait yapılan ölçümler, maksimum, minimum ve ortalama değerler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 4. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Tane Düşey Dağılımı

	Katman (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

Tablo 5. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Nem Seviyesi Değişimi

Ölçüm zamanı	Nem seviyesi (% y.b.)					
	Kanada			Sarıkız		
	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

Tablo 6. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonlarında Tane Boyut Dağılımı

	Uzunluk (mm)			Genişlik (mm)		Kalınlık (mm)			
	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	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

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

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.

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.

Hava hızı ölçüm değerleri

Prototip hasat - harman akınasının aspiratör, vantilatör, saman sevk borusu çıkış ağzında, harman makinasının saman sevk borusu çıkış ağzında çalışma esnasında ölçülen ortalama hava hızı ve hesaplanan debi değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Makinaların Hava Çıkış Ağzlarından Elde Edilen Hava Hızı Değerleri

Makina	Hava hızı (m/s)		Debi (m ³ /s)	
	Sol	Sağ	Sol	Sağ
Prototip hasat-harman makinası aspiratörü	27.38		4.05	
Prototip hasat-harman makinası vantilatörü	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	

Tablo 8. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Hasat Yöntemlerinde İlerleme Hızı ve Anız Yüksekliği Değerleri

Kanada	İlerleme Hızı (km/h)	Anız Yüksekliği (cm)
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)
Çift bıçaklı çayır biçme makinası	2.4	5.3±0.19
Prototip hasat-harman makinası	1.8	3.9±0.09

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 Tablo 8’de, makinaların efektif iş genişliği ve efektif alan iş verimi değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Kanada ve Sarıkız Fasulye Popülasyonları Denemelerinde Çeşitli İşlemlerde Kullanılan Makinaların Efektif İş Genişliği ve Efektif Alan İş Verimi Değerleri

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

Kayıp ölçümleri

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonlarında uygulanan üç farklı hasat-harman yönteminde oluşan tane kayıplarının sonuçları Tablo 10, 11 ve 12'de verilmiştir.

Tablo 10. 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

Tablo 11. 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

Tablo 12. 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

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 Tablo 13'de ve 14'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre hem Kanada hem de Sarıkız popülasyonlarında toplam tane kaybı bakımından yöntemler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) çıkmıştır. Yapılan LSD testi sonuçlarına göre her iki popülasyonda da yöntemler farklı gruplara girmişlerdir (Tablo 13 ve 14).

Tablo 13. Kanada Popülasyonunda Toplam Tane Kaybına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler (%) ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F	Yöntemler Ortalama
Tekerrür	2	2.375	1.534	I.Yöntem 9.029 c
Yöntem	2	202.963	131.070**	II.Yöntem 25.279a
Hata	4	1.549		III.Yöntem 19.380 b
Genel	8	52.109		LSD:4.678

** : % 1 seviyesinde önemli

Tablo 14. Sarıkız Popülasyonunda Toplam Tane Kaybına Ait Varyans Analizi, Ortalama Değerler (%) ve LSD Testi Sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	F	Yöntemler Ortalama
Tekerrür	2	0.199	0.582	I.Yöntem 6.955 c
Yöntem	2	188.040	551.449**	II.Yöntem 22.301 a
Hata	4	0.341		III.Yöntem 18.006 b
Genel	8	47.230		LSD:2.195

** : % 1 seviyesinde önemli

Kanada ve Sarıkız fasulye popülasyonları arası farklılıkların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. 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 istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

TARTIŞMA

Belirlenen bitki boyu ortalama değerlerine göre Sarıkız popülasyonu, Kanada popülasyonundan yaklaşık 5 cm daha uzundur. Bu farklılığın popülasyon özelliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Kanada popülasyonuna göre Sarıkız popülasyonunda bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği değerlerinin daha fazla olması, Sarıkız popülasyonundaki kayıpla-

rın azalmasının nedenleri arasında gösterilebilir. Daroczi ve Husti (1990), kuru fasulyenin hasat kayıplarına etkili faktörler arasında benzer ifadeler 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 popülasyonunun 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 (Tablo 4).

Hasatta zamanlama tane kaybı açısından önemlidir. Özellikle elle hasatta %40, makinalı hasatta ise tanelerin %18-20 nem durumunda hasat harmanı yapılmalıdır. Daha düşük nem seviyelerinde kayıplarda önemli ölçüde artmaktadır (Akçin 1988, Şehirli 1988, Işık ve Yüksel 1992, Sepetoğlu 1994). Sarıkız popülasyonunda gerek elle yolda gerekse makina ile hasatta nem seviyeleri literatürlerde belirtilen değerlerin altında kalmamıştır. Ancak, Kanada popülasyonunda hem elle yolda hem de makina ile hasatta yaklaşık %3 oranında literatür değerlerinin altında kalmıştır. Bu durum, Kanada popülasyonunda kayıpların daha fazla olmasının nedenleri arasında gösterilebilir (Tablo 5).

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.). 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.

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. Zeren ve ark. (1991), nohut hasat ve harmanı üzerine yaptıkları çalışmada makinaların en uygun çalışma koşullarını her bir makina, makinanın en az kayıpla ve rahat çalışabileceği çalışma hızı ve bitki tane nemi değerlerine göre belirlemişlerdir. 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 (Tablo 8).

Prototip hasat-harman makinasıyla hasatta çift bıçaklı çayır biçme makinasına göre daha düşük seviye-

de 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 biçilmekte ve anız yüksekliği azaltılabilmektedir.

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), 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 yolda titreşimsiz olarak hasat edilmesi nedeniyle I. yöntemdeki kayıp oranı diğer iki yöntemde 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 (Tablo 10). Daroczi ve Husti (1990), kuru fasulyenin hasat kayıpları, kayıplara etkili faktörler, uygun hasat metotları ve mekanizasyonu konularını araştırdıkları çalışmalarının sonucunda benzer ifadelere yer vermişlerdir.

II. yöntem, I. yöntemle karşılaştırıldığında bu aşamada oluşan kayıpların yaklaşık olarak Kanada popülasyonunda %2.8, Sarıkız popülasyonunda %3.2 kat fazla olduğu görülmektedir (Tablo 10 ve 11). 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 aşamalarda 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 (Tablo 10, 11 ve 12).

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 düzeyinin toprak seviyesine mümkün olduğunca yaklaşılması 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 ağzlarından 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 kurumasıdır. 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 (Tablo 10, 11 ve 12).

SONUÇ VE ÖNERİLER

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.

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.

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. 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.

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 yüksekte 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 bozmaya-cak 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 işleme 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.

Kayıpların mümkün olduğu kadar azaltılması için mevcut hasat-harman işlemlerinin iyileştirilmesinin yanı sıra fasulye hasat-harmanını uygun şekilde yapabilecek makinaların geliştirilmesi üzerinde çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçin, A., 1988. Yemelik Dane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları: 43, Ziraat Fakültesi Yayınları: 8, Konya.
- Akdağ, C., 2001. Yemelik Dane Baklagiller. Gazi-osmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10, Ders Notları Serisi No: 4. Tokat.
- Anonymous, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metotları. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 2005 a. <http://www.fao.org>
- Anonymous, 2005 b. <http://www.die.gov.tr>
- Bozdemir, M., 1998. Ülkemizde Tohumluk Fasulye Üretimi Amacı ile Kullanılan Farklı Tip Harman Makinalarının 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.
- 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 Üzerine Bir Araştırma. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara.
- 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.

- 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., 1983. Türkiye’de İmal Edilen Harman Makinaları Üzerine Bir Araştırma. Türkiye Ziraat 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.
- 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 Ziraat 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.
- Moser, E., 1984. Verfahrenstechnik Intensivkulturen. Lehrbuch der Agrartechnik. Bd. 4. Pareys Studententexte 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 Ziraat Donatım Kurumu Yayınları, Yayın No 46. Ankara.
- Özdemir, S., 2002. Yemeklik Baklagiller. Hasat Yayıncılık Ltd. Şti. s.41. İstanbul.
- Sepetoğlu, H., 1994. Yemeklik Dane Baklagiller. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Notları No: 24, İzmir.
- Sharma, K. D., Devnani, 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.
- Ülger, P., 1985. Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları. Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No: 37, Ankara.
- 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., Özcan, T., Işık, A. 1991. Nohut Hasat ve Harman Mekanizasyonu Üzerine Bir Araştırma. Doğa-Tr.J. of Agriculture and Forestry, 15: 215-238. Ankara.