



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Buğday Hasadında Kullanılan Klasik ve Yolucu Hasat Başlıklarının Performans Karşılaştırması

Sait M. SAY^a, Ahmet İNCE^a, Selçuk UĞURLUAY^b, Alper SOYSAL^c

^a Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 01330 Adana, TÜRKİYE

^b Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Antakya-Hatay, TÜRKİYE

^c Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Meslek Yüksek Okulu, Tarım Makinaları Programı, Ceyhan-Adana, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Tarımsal Teknolojileri DOI: 10.1501/Tarimbil_0000001144
Sorumlu Yazar: Sait M. SAY, e-posta: saitmsay@cu.edu.tr, Tel: +90(322) 338 61 95 Geliş
tarihi: 28 Ekim 2010, Düzeltmelerin gelişi: 05 Ocak 2011, Kabul: 08 Şubat 2011

ÖZET

Bu çalışmada, klasik biçerdöver başlığıyla tahıl hasadına alternatif olabilecek yolucu başlığın buğday hasadında teknik ve işletmecilik yönünden karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, her iki başlıkla hasada ait dane kaybı, gerçek tarla kapasitesi ve yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir. Tarla denemeleri, hasat başlığı (klasik ve yolucu), biçerdöver ilerleme hızı (5, 7 ve 9 km h⁻¹) ve ürün dane neminin (% 11 ve % 16) faktör olarak seçildiği tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemeler sonucunda ilerleme hızı ve dane neminin dane kayıpları ve yakıt tüketimi üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Klasik başlıkla hasatta 5 km h⁻¹ ilerleme hızında %11 nem içeriğinde toplam dane kaybı %0.79, yakıt tüketimi 10.4 l ha⁻¹ bulunurken, % 16 nem içeriğinde toplam dane kaybı %0.71 ve yakıt tüketimi ise 12.2 l ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Yolucu başlıkla hasatta toplam dane kayıpları ilerleme hızı ve ürün neminin artmasıyla azalmıştır. Yolucu başlıkla hasatta toplam dane kaybı değerleri ilerleme hızına bağlı olarak %11 nem içeriğinde %1.11 ile %0.86 arasında değişirken %16 nem içeriğinde %0.82-%0.59 arasında değişmiştir. Yakıt tüketim değerleri ise ilerleme hızının artışı ile azalmış ancak dane neminin yükselmesiyle artmıştır. Bu değerler yine ilerleme hızına bağlı olarak yüksek nem içeriğinde 6.4-8.0 l ha⁻¹ arasında kalırken, düşük nem içeriğinde 7.6-8.8 l ha⁻¹ arasında değişmiştir. Klasik başlıkla ideal hasat hızı (5 km h⁻¹) ile yolucu başlığın en yüksek hasat hızı (9 km h⁻¹) karşılaştırıldığında yolucu başlıkla hasatta toplam kayıpların aynı kaldığı, gerçek tarla kapasitesinin %153 arttığı ve yakıt tüketiminin ortalama %32 azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Biçerdöver; Buğday Hasadı; Yolucu Başlık; Dane Kaybı

Comparing the Performance of Conventional and Stripping Headers in Wheat Harvest

ARTICLE INFO

Research Article — Agricultural Technologies
Corresponding author: Sait M. SAY, e-mail: saitmsay@cu.edu.tr, Tel: +90(322) 338 61 95
Received: 28 October 2010, Received in revised form: 05 January 2011, Accepted: 08 February 2011

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the performance of conventional and stripping headers, which can be an alternative for cereal harvesting, in terms of technical and management aspects. For this purpose, grain losses,

effective field capacity and fuel consumption values of both two headers were determined. Field tests were conducted based on split plots in randomized blocks that header (conventional and stripping), forward speed (5, 7 and 9 km h⁻¹) and moisture content of grain (11 and 16%) were chosen as independent variables. It was obtained that the forward speed and the moisture content were effective on grain losses and fuel consumption statistically ($P<0.01$). In harvest with conventional header at 5 km h⁻¹ forward speed, total grain losses and fuel consumption were 0.79%, 10.4 l ha⁻¹ and 0.71%, 12.2 l ha⁻¹ for 11 and 16% moisture contents, respectively. Total grain losses decreased with increase in forward speed and moisture content in harvesting with stripping header. For stripping header, total grain losses ranged between 1.11-0.86% and 0.82%-0.59 for 11% and 16% moisture contents, respectively. Fuel consumption decreased with increasing forward speed, but it increased with increasing moisture content. These values varied from 6.4 to 8.0 l ha⁻¹ for high moisture content and varied from 7.6 to 8.8 l ha⁻¹ for low moisture content. Comparing the conventional header at ideal forward speed (5 km h⁻¹) with the stripping header at highest forward speed (9 km h⁻¹), it was found that the total losses were almost same for both two headers, the effective capacity was 153% higher and the fuel consumption was 32% less for stripping header.

Keywords: Combine Harvester; Wheat Harvesting; Stripping Header; Grain Loss

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Dünyada yaygın olarak üretimi yapılan tahıl ve tahıl ürünlerinin temel gıda gereksinimini karşıladığı bilinmektedir. Ekonomisi önemli ölçüde tarıma dayalı olan ülkemizde, tarımsal üretim içerisinde bitkisel üretim, bitkisel üretim içerisinde ise tahıl üretimi önemli bir yere sahiptir. Toplam tarımsal alanının yaklaşık olarak yarısında tahıl üretimi yapılan ülkemizde, üretim miktarları dikkate alındığında, tahıl üretim payının %35 olduğu bilinmektedir. Tüm tahıllar içerisinde buğday üretiminin payı ise %61.4'tür (TUIK 2010a). Hızla artan ülke ve dünya nüfusu ile tarımsal üretimi olumsuz etkileyen iklimsel faktörlerin her geçen gün etkisini artırması gibi durumlar birlikte değerlendirildiğinde, birim üretim alanından mümkün olan en yüksek tahıl veriminin elde edilmesini kısıtlayan etkenlerin ortadan kaldırılması oldukça önemlidir. Tarımsal mekanizasyon uygulamaları ile ilişkili olarak bu etkenlerin en önemlilerinden birisi, hasat sırasında oluşan dane kayıplarıdır. Dane kayıplarının başlıca nedenleri; hasatta kullanılan biçerdöverlerin koşullara uygun olarak ayarlanmaması, yüksek ilerleme hızı ile hasat, hasadın gecikmesi ve hasatta eskimiş biçerdöver kullanımı şeklinde özetlenebilir. Ülkemizde tahılların hasat ve harmanında biçerdöver kullanım oranı % 75-80 civarında olup bu biçerdöverler 6-20 da h⁻¹ kapasiteli kendi yürür teğetsel akışlı biçerdöverlerdir. 2009 yılı verilerine göre büyük çoğunluğu müteahhitlik yöntemiyle

işletilen toplam 13,360 adet biçerdöverle başta buğday olmak üzere tahıl hasadı yapılmaktadır. Resmi kayıtlara göre belirlenmiş ülke biçerdöver parkının %59'u 10 yaşın üzerindeki biçerdöverlerden oluşmaktadır (TUIK 2010b). Müteahhitlik sistemiyle hasatta, arz talep dengesi ve esnekliği dikkate alındığında hasadın biran önce tamamlanması isteği söz konusudur. Bu durum, yüksek ilerleme hızı ve biçerdöver ayarlarının yeterince yapılamaması gibi sonuçlara neden olmaktadır. Mevcut biçerdöver parkının önemli bir bölümünün ekonomik ömrünü doldurmuş olduğu gerçeği de düşünüldüğünde, buğday hasadında toplam dane kayıplarının diğer etkenlerin de katkısıyla %3-4 civarında olduğu tahmin edilmektedir (İnce et al 2008). Söz konusu dane kayıplarının düşürülmesi amacıyla, son yıllarda özellikle İngiltere, ABD, Avustralya ve Kanada gibi ülkelerde biçerdöverlere monte edilebilen ve başarıyla kullanılan yolcu başlıkların ülkemiz koşullarında denenmesi oldukça önemlidir. Buğday hasadında sadece başağın yolunarak biçerdöver içerisine alındığı bu uygulamada, biçerdöverin işlediği materyal miktarı ortalama %80-85 oranında azalmakta, ilerleme hızında geleneksel başlığa kıyasla 1.5-2 kat artış elde edilebilmektedir (İnce & Güzel 1998). Yolcu başlıkla yüksek ilerleme hızıyla hasatta; başlıkta, sarsakta ve elekte oluşan kayıpların önemli ölçüde azaldığı literatürde bildirilmektedir (Klinner et al 1987; Price 1989; Lazzari et al 1990; Sugiyama et al 1995). Bununla birlikte, biçerdöver materyal kapasitesindeki

azalmaya bağılı olarak harmanlama ve ayırma etkinliğinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, Martin (1991) tarafından yürütülen bir çalışmanın sonucunda; sap veriminin 6 t h⁻¹'dan 1 t h⁻¹'a düştüğü, bununla birlikte yakıt tüketimini %7-15 oranında azalttığı bildirilmiştir. Bunlara ek olarak Pellizi et al (1989) tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre görece yüksek ürün nem içeriğinin dane kaybı üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı, %15 nem içeriğinde ortalama dane kaybının %1 olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırma kapsamında, yolucu başlıkla buğday hasadının ülkemiz koşullarında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, klasik başlıkla buğday hasadına alternatif olabilecek yolucu başlık uygulaması, tarla denemeleriyle teknik ve temel işletmecilik esasları yönünden incelenmiştir. Bu incelemede, yolucu başlığın ülkemiz biçerdöverlerine adaptasyonunun araştırılması, dane kayıplarının, gerçek tarla kapasitesi ve yakıt tüketimi değerlerinin belirlenip karşılaştırılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Adana-Ceyhan ilçesi sınırlarında TİGEM'e bağılı olarak faaliyet gösteren Çukurova Tarım İşletmesinde yaklaşık 10 ha'lık üretim alanı üzerinde 2008 buğday hasat döneminde yürütülmüştür. Çukurova Tarım İşletmesi Adana İli Ceyhan İlçesi sınırları içerisinde 37°16'-37°14' kuzey enlemleri ile 35°43'-35°50' doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Denemelerde, bölgede yaygın olarak ekimi yapılan Ceyhan-99 ekmeçlik buğday çeşidi hasat edilmiştir. İşletmede kuru koşullarda üretimi yapılan çeşit; 100 cm'ye kadar boylanan, yatmaya dayanıklı, oval taneli, sert, kışa ve kurağa orta derecede dayanıklı, hasat-harman kabiliyeti iyi bir çeşittir (TMO 2010).

2.1. Kullanılan biçerdöver ve hasat başlığı

Denemelerde, klasik ve yolucu başlıkların monte edildiği 4.2 m iş genişliğinde, 1998 model New Holland TC 56 marka biçerdöver ve üzerindeki klasik hasat başlığı kullanılmıştır. Yörede buğday hasadında yoğun olarak kullanılan bu biçerdöver çalışmalar süresince kiralanmıştır. Biçerdöverine ait

bazı teknik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemelerde geleneksel hasat başlığı ile karşılaştırma yapmak üzere CVS-20 model yolucu hasat başlığı kullanılmıştır. Satın alınan yolucu başlığın modeli, üzerine monte edileceği biçerdöverin besleme boğazı ölçülerine göre seçilmiştir. Yolucu başlık, denemelere başlanmadan önce mevcut biçerdöverine monte edilmiş, kabin içerisine başlık üzerindeki rotor devrinin ürün koşullarına göre ayarlanıp gözlemlendiği dijital göstergelerle bağlanmıştır. Deneme biçerdöveri üzerinde, başlığın montajı dışında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Yolucu hasat başlığına ait bazı teknik özellikler Çizelge 2'de, şematik görünüşleri ise Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Deneme biçerdöverinin besleme boğazına monte edilen başak yolucu sistem; üzerinde 8 sıra halinde dizilmiş yolucu parmaklar bulunan yatay konumlu bir rotordan oluşmaktadır. Rotorun ön kısmında bulunan ürün yönlendirici kapak, farklı yüksekliklerdeki ürünün yolucu parmaklara yönlendirilmesi için kabin içerisinden hidrolik olarak ayarlanmaktadır. Rotorun yüksek devirde dönmesi ile parmaklar arasındaki boşluklara giren başaklar, aşağıdan yukarı doğru sıyrılarak saptan kopartılmakta ve ürün yönlendirme helezonu yardımıyla besleme elevatörüne iletilmektedir (Şekil 1). Böylece buğday materyalinin yalnızca başak kısmı kopartılırken sap tarlada kalmaktadır.

2.2. Uygulanan deneme deseni

Klasik ve yolucu hasat başlıklarının performans karşılaştırması; dane kayıpları, gerçek tarla kapasitesi değerleri ile yakıt tüketimi değerleri üzerinden yapılmıştır. Tarla denemeleri; hasat başlığı, biçerdöver ilerleme hızı ve ürün dane neminin faktör olarak seçildiği 2x4x3 tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Hesaplanan ortalamalar %5 önem düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testiyle gruplandırılmıştır. İstatistik analizler MiniTab R15 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Alt parsel boyutları 25x130 m olarak seçilmiştir. İki farklı hasat zamanı ürün dane nemine göre ayarlanmış, yörede erken ve normal hasat olarak değerlendirilen ve sırasıyla %16 ile %11 y.b. ortalama dane nemi değerlerinde farklı zamanlarda gerçekleştirilmiştir. Denemelerde,

Çizelge 1-Denemelerde kullanılan biçerdövere ait bazı teknik özellikler*Table 1-Some technical properties of combine harvester used in trials*

| <i>Harmanlama</i> | |
|--|--------------------|
| Batör genişliği, m | 1.3 |
| Batör çapı, m / Pervaz sayısı, adet / Devir aralığı, min ⁻¹ | 0.6 / 8 / 430-1070 |
| Kontrbatör alanı, m ² /Bar sayısı, adet/Sarım açısı | 0.8/14/111 |
| Sap yayıcı genişliği, m | 1.3 |
| <i>Ayırma</i> | |
| Sarsak sayısı, Adet/Ayırma alanı, m ² | 5/5 |
| Sarsak ayırma alanı, m ² | 5.00 |
| <i>Temizleme</i> | |
| Elek alanı, m ² | 4.12 |
| Fan üzerindeki kanat sayısı, Adet | 6 |
| <i>Dane deposu</i> | |
| Kapasite, l | 6000 |
| Boşaltma tüpü tahliye hızı, l s ⁻¹ | 72 |
| <i>Motor gücü, ISO TR14396, kW</i> | 152 |
| <i>Yakıt tankı kapasitesi, l</i> | 300 |
| <i>Aktarma sistemi</i> | |
| Tipi | Hidrostatik |
| Dişli kutusu | 3 Hızlı |
| <i>Boş ağırlık, kg</i> | 8 520 |

Çizelge 2-CVS 20 Yolucu hasat başlığına ait bazı teknik özellikler*Table 2-Some technical properties of CVS 20 stripping header*

| <i>Özellik</i> | <i>Değer</i> |
|---|--------------|
| İş genişliği, m | 6 |
| Rotor sayısı, adet / Rotor çapı, mm | 1/600 |
| Yolucu parmak sıra sayısı, adet | 8 |
| Rotor devir aralığı, min ⁻¹ | 440-770 |
| Rotor devir artış kademesi, min ⁻¹ | 1 |
| Kütle, kg | 1712 |

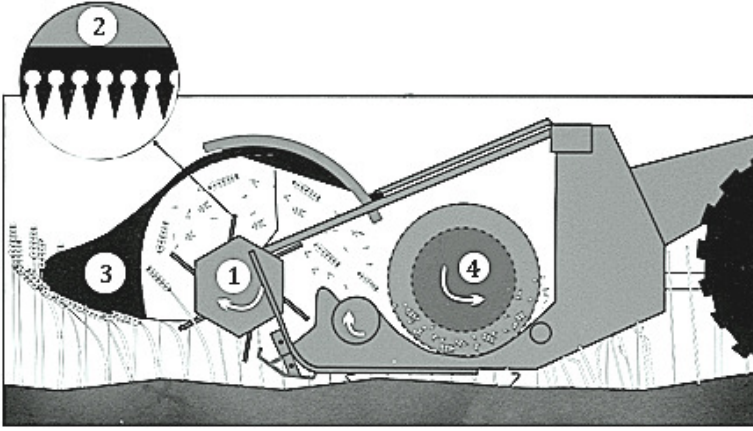
yolucu hasat başlığının optimum koşullarda çalıştırılan klasik başlığa göre karşılaştırılması amaçlandığından, hasat başlığı ve ilerleme hızı faktörleri birleştirilip tek bir faktör olarak değerlendirilmiştir. Buna göre; ürün verimi, üretim alanının durumu ve dane kayıpları değerlerine göre klasik başlıkla optimum ilerleme hızı ön denemelerle belirlenmiştir. 5 km h⁻¹ (KB-5) olarak belirlenen bu ilerleme hızı, 5, 7 ve 9 km h⁻¹ (YB-5, YB-7 ve YB-9) olarak seçilen üç ayrı ilerleme hızıyla çalıştırılan yolucu başlıkla karşılaştırılmıştır.

Varyans analizinde bağımlı değişkenler olarak başlık kayıpları, diğer kayıplar ve toplam kayıplar ile yakıt tüketimi değerleri kullanılmıştır. Hasat işlemlerinin tamamında biçerdöver ayarları ve

biçerdöver lastik basınçları sabit tutulmuştur.

2.3. Dane kayıplarının belirlenmesi

Dane kayıplarının belirlenmesinden önce, her bir deneme parselinin tesadüfen seçilen 5 ayrı bölgesinden 0.5×0.5 cm ölçülerindeki standart çerçeve kullanılarak örnekler alınmış ve dane, başak, materyal verimleri ile 1000 dane ağırlıkları belirlenerek tartımla 1 ha'lık birim üretim alanı değerlerine dönüştürülmüştür. Tartımlarda %1 hassasiyetli Sartorius marka (Precision Balances TE, Sartorius AG, Germany) dijital terazi kullanılmıştır. Denemelerde dane kayıpları, başlık kayıpları ve diğer kayıplar olarak değerlendirilmiştir. Toplam kayıplar ise; başlık



Şekil 1-Yolucu başlığa ait şematik görünüş (1- Rotor;2- Yolucu parmaklar; 3- Ayarlanabilir ürün yönlendirici kapak; 4- Taşıyıcı helezon (Klinner et al 1987)

Figure 1-Schematic view of stripping header (1- Stripping rotor; 2-Flexible stripping fingers; 3- Adjustable crop deflector; 4- Helix conveyor)



Şekil 2-Yolucu başlık

Figure 2-Stripping header

kayıplarıyla diğer kayıpların toplamından oluşmuştur. Başlık kayıpları, hasat sırasında başlığın geçişi sırasında yere dökülen serbest daneler ile başak içerisindeki danelerin toplamı olarak belirlenmiştir. Diğer kayıplar ise, harmanlama, ayırma ve temizleme kayıplarından oluşan ve biçerdöverin arka kısmından dışarı atılan serbest daneler ile harmanlanmamış danelerin toplamından oluşmuştur. Başlık kayıpları

ölçülürken, biçerdöver normal çalışma durumunda iken yaklaşık 20 m önüne, ürün içerisine standart çerçeveler yerleştirilmiştir. Biçerdöver, çerçeveler akslar arasına gelinceye kadar çalıştırılmış ardından durdurulmuştur. Daha sonra çerçeve içindeki taneler sayılmıştır. Toplam kayıplar, biçerdöverin arka bölümünden namlu şeklinde arazi üzerine bırakılan karışımdan 3 çeyrek metrekaare yöntemine göre dane sayılarak belirlenmiştir. Toplam kayıptan

başlık kayıplarının çıkartılmasıyla diğer kayıplar bulunmuştur. Örnekleme çerçevelerinde sayılan daneler, 1000 dane ağırlığı değerleri üzerinden 1 ha lık alan değerlerine dönüştürülmüştür. Kayıp oranı her deneme parselindeki dane verimine oranlanarak hesaplanmıştır. Deneme alanlarında dökülme ile depoda kırık dane kaybı gözlenmemiştir. Dane kayıplarının ölçülmesinde “üç çeyrek metrekaare” yöntemi kullanılmıştır (Akyol 1999).

Yakıt tüketimi değerleri, dijital göstergeli iki adet akışmetre (Macnaught M05, Macnaught Pty. Ltd., Australia) kullanılarak belirlenmiştir. Akışmetrelerden biri yakıt deposu ve enjeksiyon pompası arasındaki gidiş hattına, diğeri ise enjektörlerden yakıt deposuna geri dönüş hattına bağlanmıştır. İki akışmetreden ölçülen yakıt tüketimleri arasındaki fark gerçek yakıt tüketim değeri olarak belirlenmiştir. Ölçülen yakıt tüketimleri (ml), parsel boyutları ve aktif biçerdöver iş genişliğinden yararlanarak $l\ ha^{-1}$ değerlerine dönüştürülmüştür.

2.4. Gerçek alan kapasitesinin belirlenmesi

Denemelerde alt faktörlerin tümü için gerçek kapasite değerleri hesaplanırken aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Say 2010):

$$GTK = 0.1 \times \dot{I}G \times \dot{I}H \times e_t \quad (1)$$

$$GÜK = GTK \times \dot{Ü}V \quad (2)$$

$$GMK = GTK \times MV \quad (3)$$

Eşitliklerde; GTK , gerçek tarla kapasitesi, $ha\ h^{-1}$; $\dot{I}G$, iş genişliği, m; $\dot{I}H$, ilerleme hızı $km\ h^{-1}$; e_t , tarla etkinliği, ondalık; $GÜK$, gerçek ürün kapasitesi, $t\ h^{-1}$; GMK , gerçek materyal kapasitesi, $t\ h^{-1}$; $\dot{Ü}V$, ürün verimi, $t\ ha^{-1}$ ve MV , materyal verimi, $t\ ha^{-1}$ dir.

Tarla etkinliği değerinin, üretim alanı geometrisi ve biçerdöver işletme politikaları gibi birçok faktörün etkisi altında geniş sınırlarda değişme olasılığı bulunduğundan, hesaplamalarda literatür verisi olarak kullanılmıştır. Gerçek tarla kapasitesinin yanı sıra, gerçek ürün verimi kapasitesi, gerçek materyal kapasitesi, sap/dane oranı ve 1000 dane ağırlığı değerleri de ayrıca hesaplanmıştır. Yolucu başlıkla çalışmada gerçek materyal verimi hesaplanırken, başak verimi değeri dikkate alınmıştır. Bu hesaplamalarda, alt parsellerin beş farklı noktasından örnekleme

çemberleriyle elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Buğday çeşidine ait genel özellikler

Ceyhan-99 buğday çeşidine ait dane verimi, başak verimi, materyal verimi, sap/dane oranı ve 1000 dane ağırlığı ve hasatta dane nemi değerleri Çizelge 3'te ortalama değerler olarak deneme bloklarına göre gruplandırılarak verilmiştir. Bu değerler, biçerdöver ilerleme hızı seçiminden biçerdöver ayarlarına kadar, biçerdöver ayırma etkinliği, dolayısıyla dane kayıpları üzerinde etkisi bulunan temel değerlerdir. Klasik başlık ve yolucu başlıkla hasatta performans ölçütleri üzerinde etkili olan dane, başak ve materyal verimleri tüm bloklar birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla; $5\ 328\ kg\ ha^{-1}$, $7\ 277\ kg\ ha^{-1}$ ve $14\ 265\ kg\ ha^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Denemelerde faktör olarak incelenen dane nemi değeri, yüksek nemde hasat için ortalama %16.0 normal nemde hasat için ise tüm bloklar birlikte değerlendirildiğinde ortalama %11.0 olarak bulunmuştur.

3.2. Dane kayıplarına ilişkin sonuçlar

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4); bağımsız değişken olan biçerdöver ilerleme hızı ile hasat zamanını belirleyen ortalama dane nemi faktörlerinin, dane kaybı ve yakıt tüketimi değerleri üzerinde önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Diğer yandan, hasat başlığı-ilerleme hızı ile ortalama dane nemi etkileşiminin başlık kayıpları üzerinde ($P<0.01$), diğer kayıplar ile toplam kayıplar üzerinde ($P<0.05$) önem düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. Çizelge 4 ve Şekil 3 detaylı incelendiğinde aşağıdaki şu değerlendirmeler yapılabilir.

Toplam dane kaybı ölçümlerine göre; klasik başlıkla $5\ km\ h^{-1}$ ilerleme hızında hasatta dane kaybı %0.75'tir. Bu değer, biçerdöver ayarlarının ve ilerleme hızının ürün koşullarına göre iyi seçildiğini gösteren Türkiye ortalaması düşünüldüğünde oldukça düşük bir değerdir.

Ortalama dane neminin %11.0 olarak belirlendiği çalışma koşullarında, klasik başlıkla $5\ km\ h^{-1}$ ilerleme hızında yapılan hasatta

Çizelge 3-Ceyhan-99 buğday çeşidine ait bazı genel özellikler

Table 3-Some general properties of Ceyhan-99 wheat variety

| Blok/Özellik | Blok 1 | Blok 2 | Blok 3 | Ortalama |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Dane verimi, kg ha ⁻¹ | 5415±100 | 5220±85 | 5350±90 | 5328±100 |
| Başak verimi, kg ha ⁻¹ | 7310±200 | 7220±220 | 7300±180 | 7277±195 |
| Materyal verimi, kg ha ⁻¹ | 14606±280 | 13800±250 | 14300±265 | 14265±250 |
| Sap/dane oranı | 1.70±0.01 | 1.64±0.01 | 1.67±0.01 | 1.67±0.01 |
| 1000 dane ağırlığı, g | 43.2±0.43 | 44.0±0.35 | 42.5±0.40 | 43.2±0.40 |
| Dane nemi, % (y.b.) | | | | |
| Nem1 | 16.0±0.10 | 15.9±0.12 | 16.2±0.10 | 16.0±0.10 |
| Nem2 | 11.2±0.08 | 10.8±0.10 | 11.1±0.10 | 11.0±0.09 |

Çizelge 4-Deneme faktörlerine göre ölçülen değerlerin değişimi ve varyans analizi sonuçları

Table 4-Effects of experimental factors on measured values and results of variance analyses

| Başlık-İlerleme hızı (B-İH) | Ort. dane nemi, (ODN), %y.b. | Başlık kaybı, % | Diğer kayıp, % | Toplam kayıp, % | Yakıt tük., l ha ⁻¹ |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| KB-5 | 11.0 | 0.06±0.00 ^f | 0.72±0.02 ^a | 0.79±0.02 ^{cd} | 10.4±0.83 ^b |
| | 16.0 | 0.05±0.01 ^f | 0.66±0.03 ^a | 0.71±0.02 ^d | 12.2±0.17 ^a |
| YB-5 | 11.0 | 0.58±0.02 ^{ab} | 0.53±0.04 ^b | 1.11±0.06 ^a | 8.0±0.00 ^d |
| | 16.0 | 0.59±0.02 ^a | 0.22±0.01 ^e | 0.82±0.02 ^{bc} | 8.8±0.12 ^c |
| YB-7 | 11.0 | 0.50±0.02 ^{bc} | 0.36±0.04 ^{cd} | 0.86±0.05 ^{bc} | 7.2±0.17 ^e |
| | 16.0 | 0.35±0.03 ^d | 0.25±0.05 ^e | 0.60±0.03 ^e | 7.8±0.12 ^e |
| YB-9 | 11.0 | 0.45±0.03 ^e | 0.43±0.03 ^c | 0.88±0.04 ^b | 6.4±0.12 ^h |
| | 16.0 | 0.25±0.01 ^e | 0.34±0.03 ^d | 0.59±0.04 ^e | 7.6±0.12 ^f |
| Ortalamalar | | | | | |
| KB 5 | | 0.06±0.01 ^d | 0.69±0.02 ^a | 0.75±0.02 ^b | 11.3±0.55 ^a |
| YB5 | | 0.59±0.01 ^a | 0.38±0.07 ^b | 0.97±0.07 ^a | 8.4±0.19 ^b |
| YB7 | | 0.43±0.04 ^b | 0.30±0.04 ^c | 0.73±0.06 ^c | 7.5±0.08 ^c |
| YB9 | | 0.35±0.05 ^c | 0.39±0.03 ^b | 0.74±0.07 ^{bc} | 7.0±0.28 ^d |
| | 11.0 | 0.40±0.21 ^a | 0.51±0.15 ^a | 0.91±0.14 ^a | 7.99±1.69 ^b |
| | 16.0 | 0.31±0.21 ^b | 0.37±0.14 ^b | 0.68±0.11 ^b | 9.09±1.92 ^a |
| P değerleri | | | | | |
| B-İH | | 0.0000 | 0.0003 | 0.0029 | 0.0000 |
| ODN | | 0.0005 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0016 |
| B-İH×ODN | | 0.0033 | 0.0102 | 0.0349 | 0.3887 |

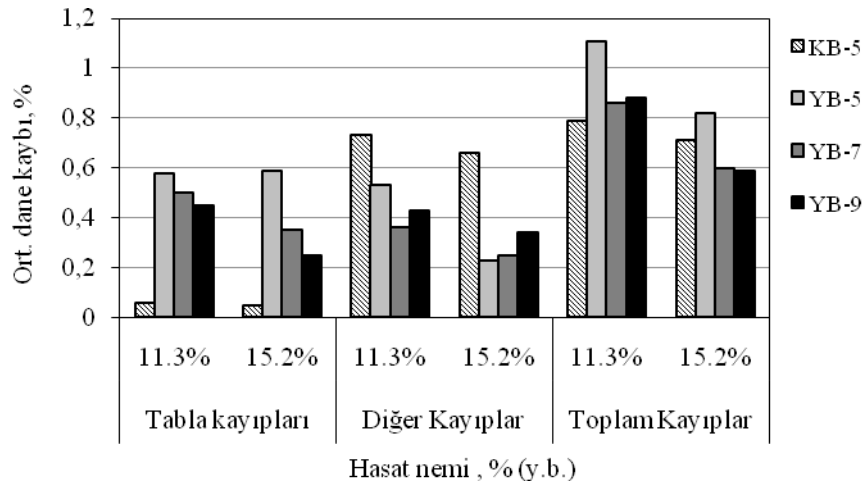
^{a-h} Aynı kriter için aynı kolonda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$)

belirlenen %0.79'luk toplam dane kaybı değerinin, aynı dane nemi değeri için yolucu başlıkla seçilen tüm hızlardaki hasatlarda ölçülen toplam dane kaybı değerlerinin altında kaldığı saptanmıştır. %11.0 ortalama dane neminde yolucu başlıkla hasatta elde edilen en küçük toplam dane kaybı değeri %0.86 ile 7 km h⁻¹ ilerleme hızında elde edilmiştir. Buna göre, klasik başlıkla hasatta normal sayılabilecek 5 km h⁻¹ ilerleme hızı değerinin aynı koşullarda yolucu başlıkla hasatta, kayıplar açısından bir avantaj getirmediği söylenebilir.

Yolucu başlıkla hasatta, ilerleme hızındaki

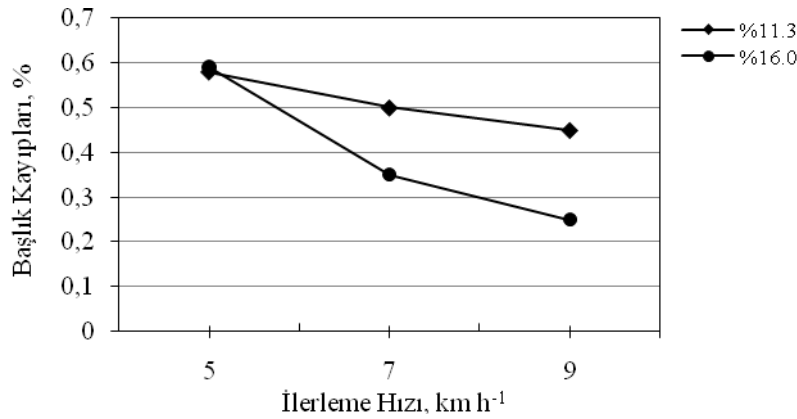
artışla ilişkili olarak toplam kayıpların azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Yolucu başlıkla hasatta en düşük ortalama toplam dane kaybı değeri 7 ve 9 km h⁻¹ ilerleme hızlarıyla çalışmada sırasıyla %0.73 ve %0.74 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızındaki artışa bağlı olarak toplam dane kayıplarının düşmesi tabla kayıplarındaki belirgin azalmayla ilişkilidir (Şekil 4).

Şekil 4'te verilen grafikte görüldüğü gibi, yolucu başlıkla yüksek dane neminde hasatta (%16.0 y.b.), düşük nemde hasada kıyasla daha düşük tabla kaybı değerleri elde edilmiştir.



Şekil 3-Dane kayıplarının seçilen uygulamalara göre değişimi

Figure 3-Changes in grain losses depending on factors examined



Şekil 4-Yolcu başlıkla hasatta ilerleme hızı ve ürün nemine bağlı olarak başak yolucu tabla kayıplarının değişim

Figure 4-Changes in stripping header loss depending on forward speed and grain moisture content

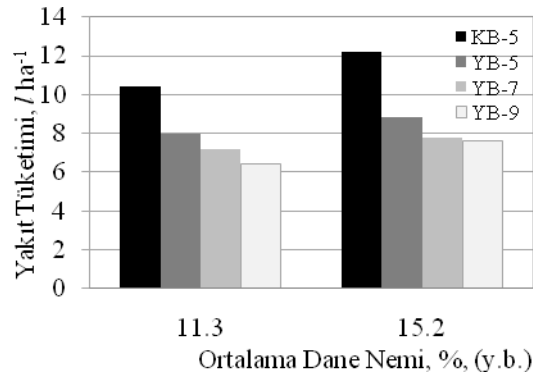
En düşük ve en yüksek tabla kaybı değerleri, 9 ve 5 km h⁻¹ ilerleme hızı ve %16.0 dane neminde gerçekleştirilen hasatlarda sırasıyla %0.25 ve %0.59 olarak belirlenmiştir. Yüksek dane nemi, yolcu başlığın temas ettiği başağın da görece yüksek neme sahip olduğu anlamına gelmektedir. Yolcu parmakların üzerinde bulunduğu tamburun yüksek devri (600 min⁻¹) ve yüksek nem değerlerinde danelerin başağa tutunma dirençlerinin fazla olmasına bağlı olarak çarpma etkisinde dökülme

kaybının azaldığı söylenebilir. Aynı rotor devrinde ilerleme hızına bağlı olarak tabla kayıplarının azalması ise başak ile yolcu parmaklar arasındaki temasın daha kısa sürede gerçekleşmesiyle açıklanabilir. Diğer kayıplar üzerinden bir değerlendirme yapıldığında; en büyük dane kaybı değerlerinin, her iki dane nemi değerlerinde klasik başlıkla yapılan hasatlarda %0.72 ve %0.66 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum, harmanlama, ayırma ve temizleme ünitesine giren

materyal yoğunluğuyla doğrudan ilişkilidir. Diğer kayıpların en az olduğu uygulama, %0.23'lük dane kaybı değeriyle yolucu başlıkla 5 km h^{-1} ilerleme hızında yapılan hasat olarak belirlenmiştir. Bu hız değerinde; harmanlama, ayırma ve temizleme aşamalarında düşük yoğunluktaki materyalin işlenmesi nedeniyle ünitelerin işlevsel etkinliğinin arttırdığı söylenebilir.

3.3. Yakıt tüketimine ilişkin sonuçlar

Varyans analizi sonuçlarına göre, hasat başlığı-ilerleme hızı ile ortalama dane nemi faktörlerinin ölçülen yakıt tüketim değerleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($P < 0.01$). Bununla birlikte faktörler arası etkileşimin, yakıt tüketimi üzerinde etkisinin, her bir faktörün etkisinin birbirinden bağımsız olması nedeniyle, önemsiz olduğu görülmüştür. Denemelerde en yüksek yakıt tüketimi değerleri, %11.0 ve %16.0 ortalama dane nemlerinde sırasıyla 10.4 ve 12.2 l ha^{-1} olarak KB-5 uygulamasıyla elde edilmiştir (Şekil 5). En düşük yakıt tüketimi değeri ise yolucu başlıkla 7 km h^{-1} ilerleme hızıyla hasatta 6.4 l ha^{-1} olarak gerçekleşmiştir. Aynı ilerleme hızında hasatta (KB-5, YB-5), biçerdöverlerin materyal işleme kapasiteleri arasındaki farklılık, iş genişliği daha büyük olmasına rağmen yolucu başlıkla hasatta düşük yakıt tüketimi ölçülmesinin en önemli nedenidir (Çizelge 5). Ortalama dane nemi değerindeki artışla bütün uygulamalarda yakıt tüketimi değerlerinde artış eğilimi gözlenmiştir. Bu durum, danenin görece daha nemli başaktan ayrılması için daha fazla enerji harcanması gerektiği şeklinde açıklanabilir. Yolucu başlıkla hasatta ise ilerleme hızındaki artışa bağlı olarak yakıt tüketimi değerlerinde azalma gözlenmiştir. Örneğin %11.0 ortalama dane neminde, YB-5 (8.0 L ha^{-1}) ile YB-9 (6.4 l ha^{-1}) uygulamaları arasında yakıt tüketiminde %20 azalma gözlenmiştir. İlerleme hızına bağlı olarak yakıt tüketiminin azalması, uygulamalarda aynı vites kademesinde farklı takviye (takviye 5, 7 ve 9) değerlerinin uygulanması ile yakından ilişkilidir. Buna göre, takviye artışının nominal motor devirlerine yakın sınırlarda çalışılmasına bağlı olarak yakıt tüketimini arttırmadığı, sabit parsel mesafesinin daha kısa sürede kat edilmesine bağlı olarak yakıt tüketiminde azalmalar oluştuğu söylenebilir.



Şekil 5-Seçilen uygulamalara göre yakıt tüketimi değerlerindeki değişim

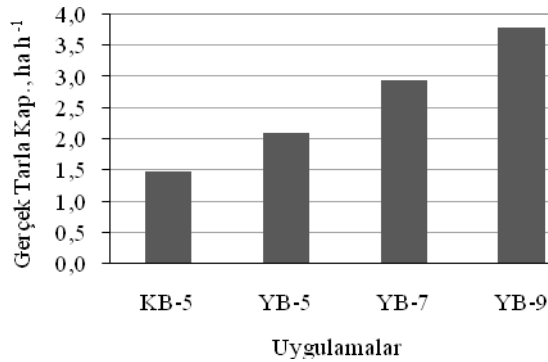
Figure 5-Changes in fuel consumption depending on experimental factors

3.4. Gerçek tarla kapasitesine ilişkin sonuçlar

Gerçek tarla kapasitesi hesaplamalarında kullanılan tarla etkinliği (zamandan yararlanma katsayısı) değeri literatürden ortalama bir değer olarak 0.70 alınmıştır (Say 2010). Çizelge 5 ile Şekil 6 & 7'de, ortalama değerler üzerinden hesaplanmış gerçek kapasite değerleri toplu olarak verilmiştir. Yolucu başlıkla hasatta aynı ilerleme hız değerlerinde belirlenen gerçek tarla kapasitesi değeri yalnızca iş genişliği farklılığına bağlı olarak, klasik başlıkla hasata oranla %40 daha fazladır. İş genişliği farklılığının yanı sıra ilerleme hızının da artmasıyla YB-9 uygulamasında elde edilen gerçek tarla kapasitesi değerinin KB-5 uygulamasına oranla %153 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum toplam dane kaybı değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde çok önemli bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Gerçek tarla kapasitesindeki artış, belirli bir periyotta tamamlanması zorunlu olan tarımsal işlemler için kayıpların azaltılmasına yönelik oldukça önemlidir. Örneğin %4'lük izin verilebilir dane kaybı için optimum hasat döneminin 20 gün olduğu bir buğday çeşidinin hasadında KB-5 ve YB-9 uygulamalarıyla hasat gerçekleştirileceği düşünülün. Çalışılabilir gün oranı ve günlük çalışma süresinin sırasıyla 0.88 ve 10 h gün^{-1} olduğu koşullarda (Işık 1990), üretim alanı büyüklüğüne göre hasadın teorik tamamlanma süresi arasındaki ilişki Şekil 8'de verilmiştir.

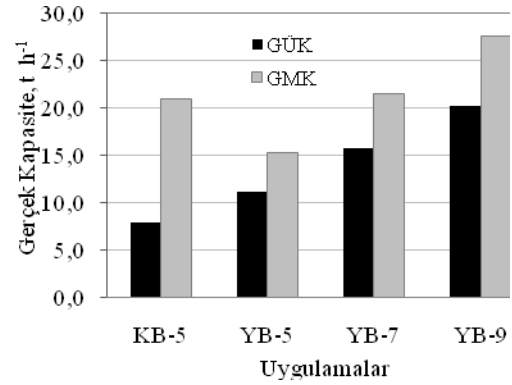
Çizelge 5-Gerçek kapasite değerlerinin uygulamalara göre değişimi
 Table 5-Changes in effective capacities depending on experimental factors

| Uygulama | Gerçek tarla kap. (GTK), ha h ⁻¹ | Gerçek ürün kap., (GÜK), t h ⁻¹ | Gerçek materyal kap., (GMK), t h ⁻¹ |
|----------|--|---|---|
| KB-5 | 1.5 | 7.8 | 21.0 |
| YB-5 | 2.1 | 11.2 | 15.3 |
| YB-7 | 2.9 | 15.7 | 21.4 |
| YB-9 | 3.8 | 20.1 | 27.5 |



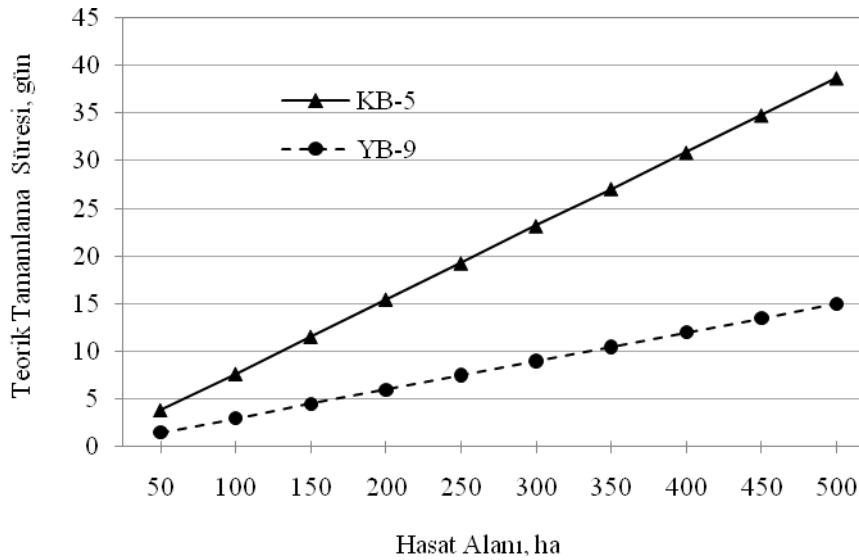
Şekil 6-Seçilen uygulamalara göre gerçek tarla kapasite değerlerindeki değişim

Figure 6-Changes in effective field capacities depending on experimental factors



Şekil 7-Seçilen uygulamalara göre diğer kapasite değerlerindeki değişim

Figure 7-Changes in other capacities depending on experimental factors



Şekil 8-Hasat alanı büyüklüğü ile teorik tamamlama süresi arasındaki ilişki

Figure 8-Relationship between harvested area vs theoretical completion time of harvest

Araştırma kapsamında değerlendirilen koşullara göre, YB-9 uygulamasıyla 15 günlük hasat döneminde tamamlanan hasat alanı büyüklüğü 500 ha'dır. KB-5 uygulamasıyla 15 günlük sürede hasat edilebilecek alan ise 200 ha ile sınırlı kalmaktadır (Şekil 8). Bu durumda KB-5 uygulamasıyla 500 ha alanda, kabul edilebilir dane kaybı aralığında hasadın tamamlanabilmesi için benzer özelliklere sahip en az bir adet biçerdöverin daha kiralanması gerekecektir. Bu sonuç; farklı dane kaybı değerleri için optimum hasat döneminin kademeli olarak daraltılarak, edinme ve işletme giderlerinin de dikkate alındığı, kritik işletme büyüklüklerinin belirlendiği ekonomik analizlerle birlikte değerlendirilmelidir.

4. Sonuçlar

Yolucu başlıkla hasatta seçilen aralıkta ilerleme hızı artışının dane kaybını azalttığı belirlenmiştir. 5 km h⁻¹ ilerleme hızında %11 ve %16 dane nem değerleri birlikte değerlendirildiğinde belirlenen ortalama toplam dane kaybı değeri %0.97 iken 9 km h⁻¹ ilerleme hızında bu değer %0.74'e düşmüştür. Klasik başlıkla hasatta 5 km h⁻¹ ilerleme hızında aynı değer %0.75 olarak belirlenmiştir. Yolucu başlıkla hasatta toplam dane kaybı değerlerinin ürün dane nemine hassas olduğu belirlenmiştir. Buna göre, 7 km h⁻¹ ve 9 km h⁻¹ ilerleme hızları dane nemine göre birlikte gruplandırılıp bir değerlendirme yapıldığında, %11 dane neminde ortalama dane kaybı değerinin %0.87, %16 dane nemi değerinde ise aynı değer %0.60 olduğu görülmüştür.

Yolucu başlıkla buğday hasadının önemli bir tarımsal üretim girdisi olan birim alanda yakıt tüketimi üzerinde önemli avantajlar getirdiği belirlenmiştir. Klasik başlıkla hasatta 5 km h⁻¹ ilerleme hızıyla hasatta her iki dane nemi için ortalama 11.3 l ha⁻¹ olarak belirlenen yakıt tüketimi değeri, 9 km h⁻¹ ilerleme hızıyla çalışmada yolucu başlıkla hasat için 7 l ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Söz konusu bu avantaj, gerçek tarla kapasitesindeki önemli farklılıkla ilgilidir. Klasik başlıkla hasatta 1.5 ha h⁻¹ olarak belirlenen gerçek tarla kapasitesi değeri, yolucu başlıkla hasatta 9 km h⁻¹ ilerleme hızı için 3.8 ha h⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yüksek ilerleme hızlarında ve yüksek dane nemi

değerlerinde hasat mümkün olduğundan optimum hasat dönemi içerisinde daha fazla alanda hasat gerçekleştirilmesi mümkündür. Özellikle ikinci ürün tarımı yapılan bölgelerde yüksek nemde hasadın gerçekleştirilme olanağı toprak hazırlığı ve ekimin öne çekilmesi açısından avantaj sağlamaktadır.

Teşekkür

Bu araştırma, Devlet Planlama Teşkilatı (Proje No: 2003K120320) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akyol, B (1999). Ceylanpınar tarım işletmesinde buğday, mercimek, II. ürün mısır ve pamukta ürün kayıplarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Şanlıurfa
- İşık A (1990). Zamanlılık analizleri ve tarım makinelerinin seçimi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(3): 59-68
- İnce A, Güzel E (1998). Tahıl hasadında kullanılan yolucu başlıkların değerlendirilmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi*, 568-574, 17-18 Eylül, Tekirdağ
- İnce A, Say S M, Güzel E, Özcan M T, Soysal A & Uğurluay S (2008). Biçerdöverle tahıl hasadında dane kaybını azaltmaya yönelik alternatif bir yöntem kullanımı ve sistem analizi. DPT Proje Sonuç Raporu (Proje No:2003K120320-B06) (Yayınlanmamış)
- Klinner W E, Neale M A & Arnold R E (1987). A new stripping header for combine harvesters. *Agricultural Engineer*, Spring, 9-14
- Lazzari M, Peigher G & Santi S (1990). Performance evaluation of a stripping header on Rice. *Revista di Ingegneria Agraria* 21(3): 172-178
- Martin J Y (1991). Cereal stripping: testing of the Shelbourne Reynolds Stripper. *Bulletin Technique Machinisme Equipments Agricoles* 55:41-49
- Pellizi G, Cavalchini A G, Gubiani R, Lazzari M (1989). An important invention: The stripper header. *Macchine e Motori, Agricoli-IMA-II Trattorista* 47(2): 15-21
- Price J S (1989). Future developments in stripper harvesting (offprint). In: *Proceedings of the Eleventh International Congress on Agricultural Engineering*, 20023-2029, 4-8 September, Dublin
- Say S M (2010). Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliği.

- (Editör: S M Say, Tarım Makinaları 1). Nobel Kitabevi yayınları, 126-158, Adana
- Sugiyama T, Ichikawa T, Takahashi H, Hidaka Y, Makino E & Shibuya T (1995). Studies on the stripping header of a combine harvester. In: *Proceedings of Arbi95*, 1-7, Japan
- TMO (2010). TMO ürün kataloğu. Erişim: <http://www.tmo.gov.tr/Main.aspx?ID=157>
- TUIK (2010a). Bitkisel üretim istatistikleri. Erişim: <http://www.tuik.gov.tr>
- TUIK (2010b). Tarım alet ve makine sayıları. Erişim: <http://www.tuik.gov.tr>