


Biçerdöverle Mısır Hasadında Dane Kayıplarının Belirlenmesi

Determination of Grain Losses in Corn Harvest with Combine-Harvester

Abdullah Sessiz^{1,*} , İbrahim Erkan Demirel² 

¹ Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

² Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği ABD, Diyarbakır, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): A. Sessiz, e-mail (e-posta): asesiz@dicle.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 02 Şubat 2021
Düzeltilme tarihi : 04 Mart 2021
Kabul tarihi : 07 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Mısır
Hasat
Biçerdöver
Dane kayıpları
Kırık dane
Çimlenme.

ÖZET

Bu çalışmada; mısır hasat sezonunda biçerdöverle yapılan I. ürün mısır hasadında biçerdöver ilerleme hızının dökülme kayıplarına, batör devir sayılarının ise kırık taneye ve çimlenmeye olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda biçerdöverle 4 farklı ilerleme hızında (3, 4, 5 ve 6 m/h) ve 4 farklı batör devir hızında (470, 570, 670, 770 d/d) denemeler yapılmıştır. Denemeler, Diyarbakır ili Çınar ilçesinde 2020 yılı I. ürün mısır hasat sezonunda Pioneer P2105 tohum çeşidinin ekili olduğu bir üreticiye ait tarlada gerçekleştirilmiştir. Hasat denemeleri için New Holland firmasına ait TC-56 model biçerdöveri kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre biçerdöverin hasat sırasındaki çalışma hızının artışıyla tarlada kalan tane miktarı önemli oranda artmıştır. Hızların hasat kayıplarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). En düşük çalışma hızı olan 3 km/h'lik ilerleme hızında ölçülen dane kaybı % 0.285 iken, en yüksek hız olan 6 km/h'lik ilerleme hızında % 1,13'e yükselmiştir. Ayrıca, batör dönü hızı artışına bağlı olarak kırık tane veya çatlamış tane şeklindeki kayıplar doğrusal olarak artmıştır. Devir sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli önemli olmuştur ($p < 0.01$). Kırık tane ve hasarlı oranı 470 d/d'da % 7.23', 570 d/d'da % 11.30' a, 670 d/d'da % 14.80' a ve 770 d/d'da % 16.92' yükselmiştir. Batör devir sayısının çimlenmeye olan etkisi de önemli bulunmuştur. Batör devir sayısının artışı çimlenme oranını doğrusal olarak azaltmıştır. Kontrol için alınan örneklerden çimlenme oranı % 90 iken, bu değer 470 d/d'da % 82.67, 570 d/d'da % 78.67, 670 d/d'da % 75.34 ve 770 d/d'da % 72.67'e düşmüştür. Bu devir sayısından sonra biçerdöverin aşırı zorlandığı ve ölçüm alınmayacak kadar kırık tane oluştuğundan ölçüm yapılamamıştır. Bu sonuçlar, tohumların çimlenme yeteneklerini yüksek tutmak için düşük batör devirlerinde çalışılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Article Info

Received date : 02 February 2021
Revised date : 04 March 2021
Accepted date : 07 March 2021

Keywords:

Corn
Harvest
Combine-harvester
Grain losses
Broken grain
Germination.

ABSTRACT

In this study; It was aimed to determine the effect of the forward speed of the combine harvester on the loss of grain, the cylinder peripheral speed on broken grain and the germination rate in the first crop corn with a combine harvester during the corn harvest season. For these purposes, the experiments were conducted with the combine harvester at 4 different forward speed (feed rates) (3, 4, 5 and 6 km / h) and 4 different threshing peripheral speeds (470, 570, 670, 770 rpm). The experiments were carried out in a field belonging to a farmer where Pioneer P2105 seed variety was planted during the first crop corn harvest season in 2020 in Çınar district of Diyarbakır. The New Holland TC-56 model combine harvester was used for the harvest trials.

According to the results, the amount of grain remaining in the field increased significantly with the increase in the forward speed of the combine harvester during corn harvest. The effect of speed on harvest losses was found to be statistically significant ($P < 0.01$). While the grain loss measured at the lowest forward speed of 3 km / h was 0.285%, the highest values were obtained as 1.13% at the highest speed of 6 km / h. Also, grain losses in the form of broken grains or cracked grains increased linearly due to the increase in threshing cylinder peripheral speed. The difference between cylinder rotation speed was found also statistically significant ($p < 0.01$). Broken grains and damaged rate increased to 7.23% at 470 rpm, 11.30% at 570 rpm, 14.80% at 670 rpm and 16.92% at 770 rpm. The effect of threshing cylinder peripheral speed on corn germination rate was also found important. Threshing drum speed increase linearly decreased the germination rate. While the germination rate from the samples taken for control was 90%, this value decreased to 82.67% at 470 rpm, 78.67% at 570 rpm, 75.34% at 670 rpm and 72.67% at 770 rpm. More than these cylinder peripheral speed, the measurement could not be taken because the combine harvester was overstrained and there were too many broken grains to be measured. These results revealed that seeds should be studied at low cylinder peripheral speed to keep their germination ability high.

1. GİRİŞ

İnsan ve hayvan beslenmesinde büyük öneme sahip olan mısır, dünyada tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra en fazla ekimi ve üretimi yapılan bitkidir. İnsan gıdası, hayvan yemi ve endüstride çok sayıda üretimin ham maddesini oluşturmaktadır. Türkiye’de iklim ve toprak koşullarının uygun olması nedeniyle yılda iki defa ekimi gerçekleştirilebilen mısır, hem üretim hem de ekonomik getirisi bakımından önemlidir. 2019 yılı itibariyle dünya toplam 1.05 milyar ton civarına mısır üretimi gerçekleşmiştir. Üretim bakımından ilk sırayı 346 milyon ton üretimle (% 32.96) ABD alırken, onu Çin, Brezilya, Arjantin, Ukrayna, Hindistan, Meksika, Güney Afrika, Rusya ve Kanada izlemektedir. İl 5 sırada yer alan ülkeler dünyanın toplam mısır üretiminin % 75’ini oluşturmaktadır (Anonymous a, 2019; Anonymous b, 2019). Türkiye, dünyada 18. Sırada yer almaktadır. TÜİK 2019 yılı verilerine göre Türkiye’de 639.000 ha’lık üretim alanından 6.000.000 ton ürün elde edilmiştir. Dünya mısır verimi ortalaması 580 kg/da’dır. Türkiye verim ortalaması 700-1000 kg/da aralığında değişmektedir (Anonymous a, 2019).

Mevcut durumda Türkiye’de mısır üretiminin en fazla yapıldığı bölgelerden birisi GAP bölgesidir. 2000’li yılların başından bu yana GAP bölgesinde sulu tarım alanları kademeli olarak artmaktadır. Sulu tarım alanlarının artışına bağlı olarak Şanlıurfa, Mardin ve Diyarbakır illerinde mısır üretimi yoğunlaşmıştır. 2019 yılında Diyarbakır ilinde 229.000 ton (Anonymous b, 2019) üretim gerçekleşmiştir. GAP Bölgesinde ortalama verim 1000 kg/da ’üzerindedir.

Bölgede, mısır tarımı için bir üretim sezonu boyunca yoğun bir toprak işlemeden sonra, ekim, bakım, mücadele, sulama ve biçerdöverle hasat işlemleri yapılmaktadır. Bu yüzden yoğun bir makina trafiği oluşmaktadır. Bu uzun üretim periyodunda çok önemli bir girdi kullanımı, yoğun bir emek ve zaman tüketimi söz konusudur. Dolayısıyla üretim sürecinin son aşamasını oluşturan hasat işleminin mümkün olduğunca en kısa sürede ve en az kayıpla gerçekleştirilmesi çiftçiler açısından oldukça önemlidir. Bölge çiftçileri arasında mısır tarımında belli bir yetiştiricilik kültürü ve deneyim gelişmesine rağmen başta biçerdöverle takılan mısır hasat başlığı olmak üzere, mısır bitkisinin makinalı hasat ile ilgili yeterli teknik bilgi ve deneyime sahip değildirler. Biçerdöver ile mısır hasadı yapılabilmesi için biçerdöver üzerinde bir takım düzenlerin veya ayarların yapılması gerekmektedir. Bu düzenlerden birisi de mısır bitkisi için özel geliştirilmiş biçme (tabla) düzenidir. Biçme yüksekliği biçerdöver ile ürün hasadında hasat kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Hasat sırasında uygun ve sabit biçme yüksekliği olması gerekmektedir. Biçerdöverin tarla sonunda dönüşlerin de ve operatörden kaynaklanan sorunlardan dolayı çoğu zaman sabit biçme yüksekliğinde çalışılmamaktadır (Yılmaz ve Gökdoğan, 2018a). Bu tür tabla ayar sorunlarından dolayı çiftçilerle de yapılan görüşmelerde biçerdöverle hasat kayıplarının yüksek olduğunu ifade edilmiştir.

Anlaşılabileceği gibi mısır üretiminde en önemli ve en kritik işlemlerden bir tanesi hasattır. Çünkü hasat kayıpları doğrudan çiftçinin gelirini etkilemektedir. Hasat kayıpları genellikle doğal dökülme ve biçerdöverle hasat sırasında oluşmaktadır.

Biçerdöverle hasadı sırasında meydana gelen ürün kayıplarına; makinadan öte ürün koşulları ve işletmecilik parametreleri de etkilidir (Güzel, 2008; Chinsuwan ve ark., 2001). Özellikle, hasat sırasındaki ürün nem içeriği, dolap dönüş hızı, tabla yüksekliği, biçerdöver çalışma hızı, besleme miktarı, batör-kontrbatör tipi, düzenleme şekli, elek ve silindir arası açıklık, silindir dönüş hızı ve temizleme ünitesi, dolap indeksi, biçme ünitesinin genişliği, biçerdöverin bakım-onarım durumu, biçerdöver yaşı, operatörün becerisi gibi parametreler etkilidir (Hofman, 1978; Jung, 1981; Griffin, 1987, hay ve ark., 1993; Sessiz ve ark., 2005; Sessiz ve ark., 2006; Hanna, 2008; Digman, 2009; Sumner ve ark., 2009; Yılmaz ve Gökdoğan 2017; Yılmaz ve Gökdoğan 2018b; Anonymous, 2020; Sessiz ve ark., 2020).

Kayıp oranı çoğunlukla, biçerdöverin tarladaki çalışma hızı ve ürün koşullarına bağlıdır. Biçerdöver operatörünün biçerdöverin etkinliğini iyileştirmek ve hasat kayıpları açısından en önemli faktörlerden birisi çalışma hızıdır. Biçerdöverde oluşan kayıpların % 80’inini biçme ve toplama kayıpları oluşturmaktadır (Staton ve Harrigan, 2008; Anonymous, 2020). Genel olarak hız ayarı, tabla ve harmanlama ünitesini tıkamayacak şekilde yapılmaktadır. Yüksek hızlar dane kayıplarını artırırken, düşük hasat hızları makinanın etkinliği düşürür, harmanlama verimliliğini azaltır ve yakıt tüketimini artırır (Butzen, 2020; Anonymous, 2020).

Makinadan öte dane kayıplarını artıran önemli parametrelerden bir tanesi nem içeriğidir. Tane nem içeriği % 18-25 arasında olduğu durumlarda hasat tercih etmektedirler. Tane nem seviyeleri yüksekken yapılan mısır hasadı, aşırı kurutma maliyetlerine, danenin zarar görmesine ve uygun olmayan harmanlama nedeniyle kayıpların artmasına neden olabilmektedir. Nem oranının istenilen seviyeye düşmesini beklemek ve dolayısıyla mısırın tarlada çok uzun süre kalması, koçanın veya danenin dökülmesine bağlı olarak aşırı hasat kaybına neden olabilmektedir (Huitnik, 2008; Humburg ve ark., 2009; Georgieva ve ark., 2016; Yılmaz ve Gökdoğan 2017). % 19-24 arasındaki nem seviyelerinde hasat kayıplarını en aza indirmek ve kurutma maliyetlerini düşürmek arasında iyi bir denge sağlayacaktır. Bu yüzden biçerdöverle mısır hasadının % 30’un altındaki nem içeriklerinde hasatın yapılması tercih edilmelidir. Düşük nem oranlarında biçerdöverle yapılan hasatta dane dökülmesinin yanı sıra harmanlama esnasında danenin kırılması ve parçalanması şeklinde mekanik kayıplarında artış olabilmektedir.

Türkiye’de ortalama olarak yılda 5-6 milyon ton üretimi yapılan mısırın özellikle dökülme şeklinde meydana gelen hasat kayıplarının azaltılması ülke ekonomisi ve çiftçi geliri açısından önemlidir. Bu yüzden biçerdöverle hasat sırasında meydana gelen kayıp oranının mutlaka azaltılması gerekmektedir. Hasat döneminde ürün koşullarının farklılık göstermesi nedeniyle tarla koşullarında biçerdöverin çalışma parametrelerinin bitkinin durumuna göre seçilmesi ve ayarlanması ürün kayıpları ve

kalitesi açısından önem taşımaktadır (Hofman., 1978; Sessiz ve ark., 2006; Ülger ve ark., 2006; Nikolai ve Hutchinson., 2006; Anonymous, 2020) .

Yukarıda da ifade edildiği gibi hasat kayıplarına hasat zamanı, makine çalışma hızı ve silindir dönü hızı gibi parametreler doğrudan etkilidir. Bunun için de özellikle biçerdöverin tarladaki ilerleme hızı ile harmanlama esansındaki harmanlama silindirinin dönü sayısını ne olması gerektiğinin bilinmesi dane kayıplarının azaltılması bakımından önemlidir.

Bu çalışmanın ana amacı; biçerdöverle I. Ürün mısır hasadında farklı ilerleme hızlarında ve farklı batör devir sayılarında meydana gelen döküleme kayıplarının belirlemektir. Çalışmanın diğer bir amacı ise batör dönü hızının neden olduğu kırık ve hasarlı dane ile devir sayının çimlenme oranı üzerine etkisini ortaya koymaktır. Bu amaçlar doğrultusunda biçerdöverle 4 farklı ilerleme hızında ve 4 farklı batör devir hızında tarla denemeleri yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Denemeler, Diyarbakır ili Çınar ilçesinde 2020 yılı I. ürün mısır hasat sezonunda Pioneer P2105 tohum çeşidinin ekili olduğu bir üreticiye ait tarlada gerçekleştirilmiştir. Bitkiye ait bazı fiziksel özellikleri belirlemek amacıyla denemelerin yapıldığı mısır tarlasında tarlanın farklı yerlerinden toprak seviyesinden rasgele 25 adet bitki hasat edilmiştir. Hasat edilen bu bitkilerin boyu, sap kalınlığı, koçan boyu, koçan çapı ve 1000 dane ağırlığı gibi parametreler ölçülmüştür. Ölçümlere ilişkin ortalama değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Tarım Makinaları

Ölçülen özellikler	Ölçülen değerler
Bitki boyu, cm	349.5
Sap kalınlığı, cm	
Alt kısım	2.7
Orta kısım	1.9
Üst kısım	0.8
Koçan uzunluğu, cm	22.4
Koçan kalınlığı, cm	
Alt kısım	5.1
Orta kısım	4.92
Üst kısım	4.25
1000 tane ağırlığı, gr (% 11 nemde)	335.8
Hasat sırasındaki ortalama tane nemi, %	% 16. 40
Ortalama verim, kg/da	1630

Tartım işleri 0,01 hassasiyetli VİBRA marka elektronik terazi ile yapılmıştır. Sap, koçan ve tane nem içeriklerinin belirlenmesinde NUVE marka kurutma dolabı (etüv) kullanılmıştır. Bitkiye ait fiziksel özelliklerin belirlenmesinde şerit metre ve kumpas, batör devir sayılarının kontrolünde devir takometresi kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Terazi, kurutma dolabı, kumpas ve devir takometresi.

2.2. Yöntem

Çalışmada hasat öncesi ve toplam hasat kayıpları ölçülmüştür. Hasat öncesi kayıplar için biçerdöver hasat denemelerine başlanmadan önce mısır tarlasının hasat edilmeyen 5 farklı yerinden (3.5 m x 0.43 m) 1.5 m² 'lik metal çerçeve kullanılarak dane ölçümleri yapılmıştır. Çerçeve içerisinde kalan yere dökülen danelerin yanı sıra, yere düşmüş koçanlar ve koçan üzerinde kalan tanelerin tümü elle toplanarak hassas terzi ile tartılmıştır. Tartım sonucu elde edilen değer 1 m²'deki toplam kayıp oranına dönüştürerek hasat öncesi kayıplar tespit edilmiştir. Dekar başına ortalama verimde aynı yöntemle belirlenmiştir (Şotnar ve ark., 2018; Anonymous, 2018).

Hasat denemeleri 3, 4, 5 ve 6 km/h'lik biçerdöver tarla çalışma hızlarında yapılmıştır. İlerleme hızları sürücü tarafından otomatik olarak ayarlanmıştır. Her bir hız değeri için biçerdöver dane hasat kayıpları ayrı ayrı belirlenmiştir. Harmanlama ve ayırma kayıplarının ayrı ayrı ölçülmesi çok zor bir işlem olduğundan başlık, harmanlama, ayırma ve temizleme kayıpları birlikte ölçülmüştür. Ölçümler Şekil 2’de görülen biçerdöverin arka kısımdan 50 m’lik mesafede hasat edilmiş yerden 10’ar metre arayla 5 tekerrürlü olarak yapılmıştır(Baran, 2017; Anonyomus, 2018; Sessiz ve ark.,2020;). Kayıpların

belirlenmesinde 1.5 m²'lik ölçülerinde bir metal çerçeve kullanılmıştır. Çerçeve uzunluğu, biçerdöverin 5 sıralı hasat başlığı ve sıra arası mesafenin 70 cm olduğu varsayımı ile hesaplanmıştır. Her bir hız denemesi için çerçeve içerisinde kalan yerdeki danelerin yanı sıra, hasat edilemeyen koçanlarda kalan daneler de elle toplanarak tartılmıştır. Tartım sonucunda elde edilen tanelerin ağırlığı m²'deki dane ağırlığına dönüştürülmüştür. 1 m² de dökülen ortalama tane ağırlığının 1 m²'deki toplam tane ağırlığına oranlayarak dane kayıp yüzdesi (%) hesaplanmıştır. Tartım sonucunda ölçülen değerlerden hasat öncesi değerler çıkarılarak toplam makine hasat kayıpları belirlenmiştir.



Şekil 2. Denemelerde kullanılan biçerdöver ve mısır hasat kayıplarının ölçülmesi.

Ayrıca, batör devir sayılarının kırık ve zedelenmiş taneye ile tanenin çimlenmesine olan etkisini belirlemek amacıyla 4 km/h'lik biçerdöver çalışma hızında ve 470, 570, 670 ve 770 d/d'lık batör dönü hızlarında ölçümler yapılmıştır. Devir sayıları operatör tarafından ayarlanmış olup, ayrıca Şekil 1'de görülen devir takometresi ile de doğruluğu kontrol edilmiştir.

Her bir devir sayısı için meydana gelen kırık tane ve zedelenmiş tane gibi tanelerin oranını belirlemek için biçerdöver deposundan 2 kg'lık örnekler alınmıştır. Depodan alınan bu örneklerden kırık tane ve zedelenmiş tane oranı belirlemek için dört tekerrürlü 50'şer gramlık örnekler alınarak bu örnekler içindeki kırık ve zedelenmiş çatlak taneler 0.01 grama hassasiyetli elektronik bir terazi ile ölçülmüştür. Tartılan kırık ve zedelenen danelerin ağırlığı, toplam örnek dane ağırlığına bölünmesiyle kırık dane yüzdeleri belirlenmiştir (Sessiz, 1998; Sessiz ve ark., 2005; Hiregoudar ve ark., 2011; Öztürk ve ark., 2017). Ayrıca, görünmeyen kayıpların olup olmadığını belirlemek için batör dönme hızının çimlenmeye olan etkisini belirlenmiştir. Bu amaçla her devir sayısı ile yapılan harmanlamada biçerdöver deposundan örnekler alınmıştır. Bu örneklerden dört tekerrürlü olarak 100 dane alınıp petri kaplarında çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Tüm danelerin çimlenmesi için 7 gün beklendikten sonra çimlenen tohum taneleri sayılmıştır. Çimlenen tohum sayısının toplam örnek sayısına bölünerek çimlenme yüzdesi belirlenmiştir.

Karşılaştırmalar için MSTAT C programı kullanılmıştır. Bağımlı değişkenlerden elde edilen değerler VARYANS analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Hasat öncesi, mısır tarlasının farklı noktalardan yapılan ölçümlerde dökülme şeklinde meydana gelen kayıplara rastlanmadığından sadece makine hasat kayıplarının ölçümleri yapılmıştır. Biçerdöverin tarladaki ilerleme hızına bağlı olarak meydana gelen makine hasat kayıplarının değişimi Çizelge 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.

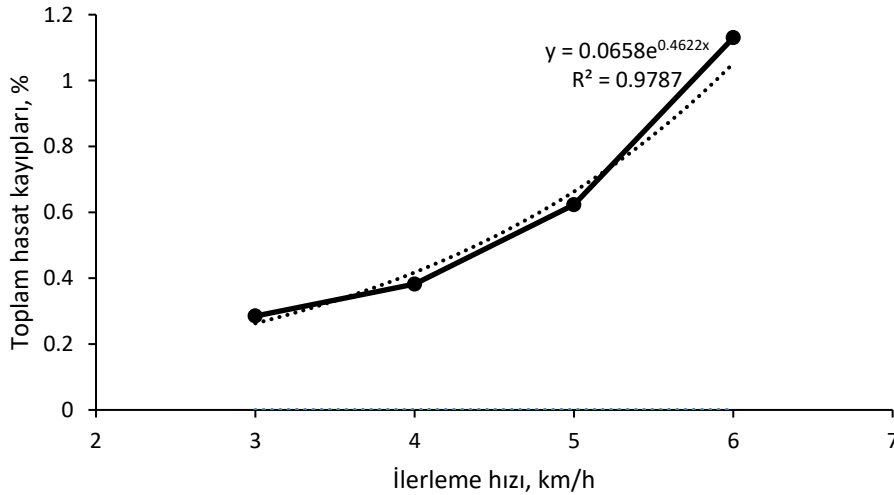
Çizelge 2 ve Şekil 3'ten görüleceği gibi biçerdöverin çalışma hızının artmasıyla tarlada kalan tane miktarı önemli oranda artmıştır. Bu oran şekilde 3'te de görüleceği gibi hız ile kayıp oranı arasındaki ilişkiye gösteren regresyon modelinde hızla bağlı olarak kayıp oranı üstel olarak artmıştır. Hızların hasat kayıplarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Hızlar arasındaki fark çok önemli bulunmuştur (P<0.01). En düşük çalışma hızı olan 3 km/h'lik ilerleme hızında ölçülen dane kaybı % 0.285 iken, 4 km/h'lik hızda % 0,382, 5 km/h'lik hızda % 0,623 ve 6 km/h'lik ilerleme hızında ise ilk hızla göre 4 kat artarak % 1,13'e yükselmiştir. Anayomus (2020) biçerdöverle yapılan mısır hasat kayıplarının %1-2 kabul edilebilir değer olarak bildirmiştir. McNeill ve Montross (2002)' göre normal biçerdöverle toplam makine kayıplarının % 6.1 olabileceği, hasat tabla kayıplarının % 4 olarak normal değer olarak kabul edilebileceği ancak deneyimli bir operatörün becerisiyle uygun

ayar ve makine çalışma hızında ve %14-24 nem içeriğinde bu değer % 1.8'e kadar düşürülebileceği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Gliem ve ark. (1990), iyi hasat koşullarında ve 4,5 km/h'lik biçerdöver çalışma hızında tahmini verimin yaklaşık % 1'i kadar toplam tarla kaybı olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir. Biçerdöverle mısır hasat kayıplarının azaltılması ilerleme hızı, tabla yüksekliği, silindir veya rotor hızı ve temizleme ünitesinin iyi ayarlanmasıyla mümkün olabilmektedir (Digman, 2009). Uygun olmayan, eksik veya kötü makine ayarları sadece dane kayıplarını artırmıyor aynı zamanda kaliteyi de düşürmektedir (Butzen, 2020; Sessiz ve ark.,2020). Böylece uygun biçerdöver ayarının elde edilmesiyle ürün verimliliği, kalitesi artırılabilir, kayıplar ise kabul edilebilir değerlere düşürülebilir (Hanna, 2008). Kaygısız (2006) tarafından yapılan bir çalışmada farklı model ve yaşlarda 6 biçerdöverle mısır hasat kayıplarını ölçmüştür. İlerleme hızına bağlı olarak kayıpların arttığını ve çalışmada kullanılan biçerdöverlerde elde edilen ortalama kayıp oranları % 0.54 ile % 3.65 arasında değişmiştir. Tarafımızda yapılan bu çalışmada en yüksek çalışma hızı olan 6 km/h'lik hızda toplam makine hasat kayıplarının % 1.13 ölçülmesi tatmin edici bir değer olduğu ifade edilebilir. Hamburg (2019) göre kayıpları azaltmak için mısır başlığındaki zincirin hızı makine ilerleme hızıyla eşit olmalıdır. Ayrıca, hasat döneminde biçerdöver ilerleme hızının yaklaşık 4 km/h civarında yapıldığı dikkate alınır ise elde edilen değer oldukça düşük olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. İlerleme hızına bağlı olarak meydana gelen kayıplar Çizelge 2'de verilmiştir.

İlerleme hızı, km/h	Toplam makine hasat kaybı, %
3	0.228 d*
4	0.382 c
5	0.623 b
6	1.13 a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 1 önem seviyesinde fark yoktur.

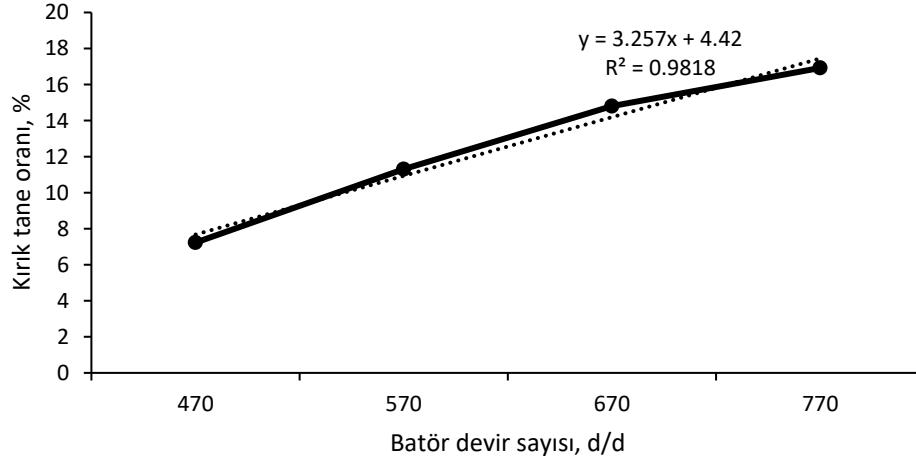


Şekil 3. İlerleme hızına bağlı olarak toplam makine hasat kayıplarının değişimi.

Batörün devir sayısının artışına bağlı olarak oluşan kırık dane ve çimlenme yüzdelere ilişkin ölçülen ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Batör devir sayılarına bağlı olarak KTO ve Çimlenme oranlarının değişimi.

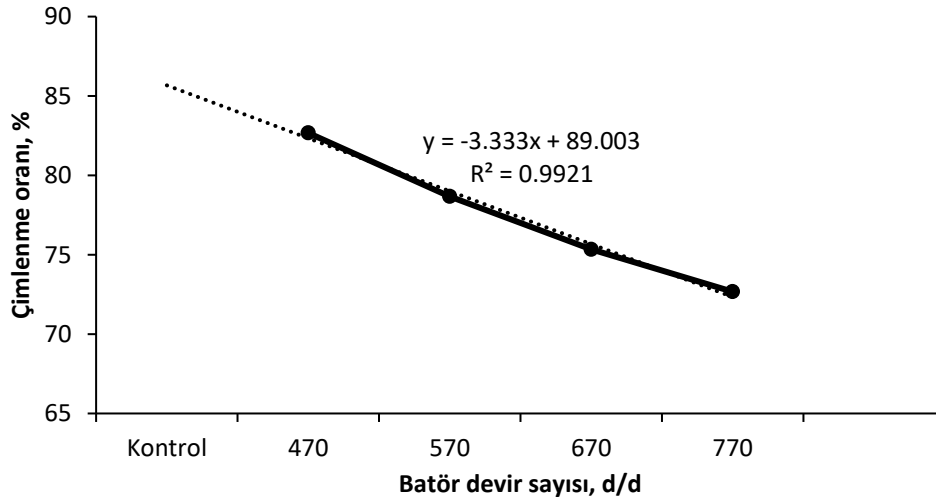
Batör devir sayısı, d/d	Kırık dane oranı, %	Çimlenme oranı, %
Kontrol (harmanlanmayan)	-	90.00
470	7.23 a	82.67 a
570	11.30 b	78.67 b
670	14.80 c	75.34 c
770	16.92 d	72.67 d



Şekil 4. Batör devir sayısı ile kırık tane oranı ilişkisi.

Çizelge 3 ve Şekilden 4'te görüleceği gibi batör dönü hızı artışına bağlı olarak kırık tane veya çatlamış tane şeklindeki ürün kayıpları doğrusal olarak artmıştır. Devir sayılar arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli olmuştur ($p < 0.01$). Ayrıca, Şekil 4'te görüleceği gibi dönü hızı ve kırık dane arasındaki ilişkiye bağlı olarak oluşturulan matematiksel denklemin R^2 değerinin çok yüksek olduğu dikkate alınırsa bu denklemin de kayıp tahminleri için kullanılabilirliği ifade edilebilir. Kırık tane ve hasarlı oranı 470 d/d'da % 7.23', 570 d/d'da %11.30' a, 670 d/d'da % 14.80 'a ve 770 d/d'da % 16.92' yükselmiştir. Normal şartlarda devir sayısının 400-450 d/d arasında tutulması gerekmektedir (Anonymous, 2020). Ancak, sap yoğunluğunun (beslenme miktarının) yüksek olması nedeniyle tıkanmalar oluşmuş bu yüzden en uygun çalışma devri olan 450 d/d'dan sonra çalışma olanağı oluşmuştur. Butzen (2020) tarafından yapılan bir çalışmada silindir hızının 300 d/d dan 600 d/ya çıkarmasıyla hasarlı tane miktarı % 5'in altındaki bir değerden % 30'un üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte iyi bir harmanlama ve harmanlama sisteminin uygun ayarıyla kabul edilebilir değer olan % 1'in altına düşürmenin mümkün olabileceğini ifade etmiştir. Pishgar-Komleh ve ark (2012)' biçerdöverle mısır hasadında 400-600 arasında değişen batör devir sayılarında tarlada denemeler yapmışlardır. Araştırmacılara göre en uygun silindir dönü hızının 400 d/d olduğunu, devir sayısı arttıkça dane kayıplarının doğrusal olarak arttığını bildirmişlerdir. Anonymous (2020), günümüzde mısır üreticileri tercih ettiği devir sayıları 325-350 d/d'dır. Ancak ayırıcı kapasitesini artırmak ve olabildiğince dane kayıplarını azaltmak ve hasarlı dane kayıplarını düşürmek için en uygun hızın da 400 d/d olduğunu bildirmiştir.

Batör devir sayısı ile tohum çimlenme yüzdeleri arasındaki ilişki Şekil 5'te verilmiştir. Çizelge 3 ve Şekil 5'te görüleceği gibi batör devir sayısının çimlenmeye olan etkisi önemli bulunmuştur. Batör devir artışı çimlenme oranını doğrusal olarak azaltmıştır. Bu etki istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Hasat öncesi kontrol için alınan örneklerden çimlenme testlerine tabi tutulan tanelerin çimlenme oranı % 90 iken, bu değer 470 d/d'da % 82.67, 570 d/d'da %78.67 a, 670 d/d'da % 75.34 'a ve 770 d/d'da % 72.67'e düşmüştür. Bu devir sayısından sonra biçerdöver aşırı zorlandığından ve ölçüm alınamayacak kadar kırık tane olduğundan ölçüm yapılamamıştır. Bu sonuçlar, tohumların çimlenme yeteneklerini yüksek tutmak için düşük batör devirlerinde çalışılması gerektiğini ortaya koymuştur. Devir sayısı arttıkça görünmeyen ancak içten zedelenen dane oranı artmıştır.



Şekil 5. Batör devir sayısının tane çimlenme oranına etkisi.

4. SONUÇ

Hızların hasat kayıplarına etkisi önemli bulunmuştur. Hız arttıkça dökülme ve koçanda kalan tane şeklinde dane kayıpları üstsel olarak artmıştır. 3 km/h'lik ilerleme hızında ölçülen dane kaybı % 0.285 iken, 6 km/h'lik ilerleme hızında yaklaşık 4 kat artarak % 1,13 'e yükselmiştir. Biçerdöverle yapılan mısır hasat kayıplarının %1-2 kabul edilebilir değer olarak dikkate alınırsa bu kayıp oranının çok makul bir oran olduğu ifade edilebilir. Biçerdöverle mısır hasat kayıplarının azaltılması ilerleme hızı, tabla yüksekliği, silindir veya rotor hızı ve temizleme ünitesinin iyi ayarlanmasıyla mümkün olabileceğini göstermiştir. 4 km/h biçerdöver ilerleme hızında çalışıldığında kayıp oranının çok daha düşük olacağını göstermiştir.

Batör dönü hızı artışına bağlı olarak kırık tane veya çatlamış tane şeklindeki ürün kayıpları doğrusal olarak artmıştır. Kırık tane ve hasarlı oranı 470 d/da'da % 7.23', 570 d/d'da %11.30' a, 670 d/d'da % 14.80 'a ve 770 d/d'da % 16.92' yükselmiştir. Ayrıca, batör devir artışı çimlenme oranını doğrusal olarak azaltmıştır. Hasat öncesi kontrol için alınan örneklerden çimlenme testlerine tabi tutulan tanelerin çimlenme oranı % 90 iken, bu değer 470 d/da'da % 82.67, 570 d/d'da %78.67 a, 670 d/d'da % 75.34 'a ve770 d/d'da % 72.67'e düşmüştür. Sonuç olarak, normal şartlarda mısır için biçerdöverle ile hasatta en uygun devir sayısının 400-450 d/d arasında tutulması gerektiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Altinel, H. 2013. *İş Sağlığı ve İş Güvenliği*, Detay Yayıncılık (2. Baskı), Ankara.
- Anonim, 2019a. <http://www.tarmakbir.org/haberler/tarmakbirsekrap.pdf>. Erişim Tarihi: 18.12.2019.
- Anonim, 2019b. <http://www.casgem.gov.tr/dosyalar/kitap/117/dosya-117-5309.pdf>. Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- Atay, F. 2006. Endüstri Alanında Çalışan Bireylerin İş Doyumu Düzeylerinin İş Güvenliği Algıları Açısından İncelenmesi. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Psikolojik Hizmetler Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Sakarya.
- Baş, T. 2013. *Anket*. Seçkin Yayıncılık, (7. Baskı), s. 40-44, Ankara.
- Camkurt, M.Z. 2007. İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 21:80-106.
- Cerev, G., Yıldırım, S. 2018. Çalışanların Kişisel Özelliklerinin İş Kazası ve Meslek Hastalıklarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme. *Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2: 53-72.
- Çiçek, Ö., Öçal, M. 2016. Dünya'da ve Türkiye'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 11: 107-129.
- Ersoy, A.D. 2016. Stresli Kişilik Yapısı ve İş Kazasına Yatkınlığı Arasındaki İlişki. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, İnsan Kaynakları Yöneticiliği Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Girgin, M. 2018. Balıkesir'de Faaliyet Gösteren Bazı Tarım Makinaları Üreticilerinin İş Güvenliği ve Risk Analizi Üzerine Bir Çalışma. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Tekirdağ.
- Katipoğlu, P. 2019. Tarımda Ekonomik, Beşerî ve Sosyal Sermayenin Kırsal Kalkınmada Önemi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Aydın.
- Külekcî, B. 2012. Gemi İnşa Endüstrisi Çalışanlarının İş Sağlığı Ve Güvenliği Algılarının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İnsan Kaynakları Yönetimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Obuz, S. 2016. İnşaat Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı Ve Güvenliği Hakkındaki Bilgi Düzeyleri. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Öz, E., Çakmak, B. 2017. Tarım Makinaları Üreten Bir İşletmede İş Akışının Ergonomi ve İş Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5: 275-282.
- Sabancı, A. 1999. *Ergonomi*, Baki Kitapevi, 1. Basım, Yayın No: 13, s. 1-27, Adana.
- Sönmez, N. 2011. Elma Hasadının Ergonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- Taştan, M. 2018. Alüminyum Profil İşleme Endüstrisinde İş Güvenliği. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İş Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Çanakkale.
- Tozkoparan, G., Taşoğlu, J. 2011. İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları İle İlgili İş görenlerin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1:181-209.
- Yaşlıoğlu, M.M. 2017. Sosyal Bilimlerde Faktör Analizi ve Geçerlilik: Keşfedici ve Doğrulayıcı Faktör Analizlerinin Kullanılması, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 46: 74-85.
- WHO (2005). World Health Organisation, Regional Strategy on Occupational Health and Safety in SEAR Country, New Delhi: WHO Publications. Anonymous. 2018. *Philippine National Standard*. Agricultural Machinery – Corn Combine Harvester – Methods of Test. PNS/BAFS PAES 242:2018 ICS 65.060.99
- Anonymous a. 2019. Dünya Tarım Atlası.
- Anonymousb.2019.TUİK.2019. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>

- Anonymous. 2020. S-Series combine and front end equipment optimization "Ready To Harvest" for Corn Grain Loss. John Deere Harvester Works. <https://www.deere.com/assets/pdfs/common/parts-and-service/manuals-training/Ready%20to%20Harvest%20Corn%20Grain%20Loss.pdf>
- Baran, M. F. 2017. Kanola hasadında harmanlama düzeninde oluşan kırık dane, sağlam dane, zedelenmiş dane ve dane-sap oranlarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11), 38-48.
- Butzen, S. 2020. Measuring and reducing corn field losses crop. <https://www.pioneer.com/us/agronomy/corn-field-losses.html>
- Chinsuwan, W., Chuan-Udom, S., and Payom, W., 2001. Rice harvest losses assessment. *KKU Research Journal*, 6(2): 59-67.
- Digman M. 2009. Combine considerations for a wet corn harvest. University of Wisconsin-Extension.
- Esgici, R., Pekitkan, F. G., A. Sessiz. 2020. Evaluation of cylinder rotational speed for rice grain losses and broken grain ratio. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 16(2), 2020: 28-33. e-ISSN: 2651-4230.
- Georgieva, K., M. Mihov, N.Ivanova; [Nevena, V.](#) 2016. Mechanised technology for growing and harvesting corn. *International Scientific Journal "Mechanization in Agriculture"* Web Issn 2534-8450; Print Issn 0861-9638
- Gliem JA, Holmes RG, Wood RK. 1990. Corn and soybean harvesting losses. *American Society of Agricultural Engineers* 1990:15.
- Griffin, GA. 1987. Combine Harvesting, fundamentals of machine operation (FMO), Third Edition
- Güzel, E., 1998. *Hasat Harman İlkeleri ve Makineleri*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın
- Hanna, M. 2008. [Profitable corn harvesting](#). Extension publication PM 574. Iowa State University, Ames, Iowa. http://lib.dr.iastate.edu/extension_ag_pubs
- Huitink G. 2008. *Corn Production Handbook*. Cooperative Extension Service, University of Arkansas 2008: 65-66.
- Hofman V. 1978. Grain harvest losses. North Dakota State University, North Dakota 58102
- Humburg, D. 2019. Combine adjustments to reduce harvest losses. *iGrow Corn: Best Management Practices*. Chapter 37. South Dakota State University.
- Humburg, D.S, Nicolai RE, Reitsma KD. 2009. Best management practices for corn production in South Dakota. South Dakota State University.
- Jung, R., 1981. Measuring soybean harvesting losses. FactSheet. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
- Kaygısız, M. 2006. Mısır Hasadında Tane Kayıpları İle Biçerdöver Marka Ve Model İlişkisinin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Adana, 2006.
- Lesoing, G. 2001. Reduce grain harvest losses. University of Missouri. <http://extension.missouri.edu>
- McNeill S, Montross M. Corn Harvesting, Handling, Drying, and Storage. University of Kentucky Extension Service 2002.
- Nicolai D, Hutchinson M. 2006. Reducing Harvest Losses with Proper Combine Settings in Lodged Corn. The University of Minnesota Extension Service 2006.
- Öztürk, F., Pekitkan, F.G., Esgici, R ve Eliçin, A.K. 2017. Some mechanical properties of soybean (glycine max) stems and seeds. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LX, pp : 352-355, ISSN : 2285-5785.
- Pishgar-Komleh, S.H., A. Keyhani , M.R. Mostofi-Sarkari ve A. Jafari. 2013. Assessment and determination of seed corn combine harvesting losses and energy consumption. *Elixir Agriculture* , 54 (2013) 12631-12637.
- Sessiz, A., 1998. Parmaklı ve pervazlı tip aksiyal akışlı harmanlama ünitelerinin tasarımı ve uygun prototiplerinin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Edirne.
- Sessiz, A., Özcan, M.T., ve Esgici, R., 2005. Mercimeğin harmanlama kayıpları ve çimlenme oranları üzerine harmanlama ünitesinin etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 1(2), 159-165.
- Sessiz, A., Pekitkan, F.G., Ve Turgut, M.M., 2006. Hasat kayıpları, nedenleri, ölçme yöntemleri ve azaltma yolları. *Tarımsal Mekanizasyon 23 Ulusal Kongresi*, Çanakkale.
- Sessiz, A., A.K. Eliçin, M.M. Turgut, F.G. Pekitkan. 2020. *Tarım Makinaları Esasları*. [Nobel Akademik Yayıncılık](#). Yayın No:3056. ISBN: 978-625-406-658-0.
- Shay, C., Ellis. LV, Hires W. 1993. Measuring and reducing corn harvesting losses. University of Missouri Extension.
- Šotnar, M., J.Pospíšil, J.Mareček, T. Dokukilová, V.Novotný. 2018. Influence of the combine harvester parameter settings on harvest losses. *Acta Technologica Agriculturae*, DOI: 10.2478/ata-2018-0019
- Staton, M., Harrigan, T., 2008. Reducing soybean harvest losses. *Soybean Facts September*, MSU Extension Agricultural Educator and Soybean, MSU Biosystems Agricultural Engineering Department.
- Sumner, P.E, Williams, E.J. 2009. Measuring field losses from grain combines. 2009. The University of Georgia Cooperative Extension.
- Ülger, P., Güzel, E., Kayışoğlu, B., Eker, B., Akdemir, B., Pınar, Y. and Bayhan, Y. 1996. *Tarım Makinaları Esasları*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 29.
- Vagts T. 2002. Reducing harvest losses in lodged corn fields. Iowa State University Extension.
- Yılmaz, D., Gökdoğan M. E., 2017. Design and development of a threshing system for some medicinal and aromatic plants. 13 th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & International Workshop on Precision Agriculture. Book of Abstract, P: 56, September 13-15, 2017 Izmir, TURKEY
- Yılmaz, D., Gökdoğan M. E. 2018a. Mısır hasat tablasında hassas biçme kontrol sisteminin geliştirilmesi. *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences*, pp. 240–246, Nov. 2018.
- Yılmaz, D., Gökdoğan M. E., 2018b. Determination of threshing performans of new desing threshing unit for sage. scientific papers. Series A. Agronomy, Vol. LXI, No: 1 2018, 218-222 p. ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785