

Arzu YAZGI

Pnömatik Tek Dane Ekim Makinalarında Ekici Plaka Konumunun Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi

Effect of the seed plate position on in-row seed distribution uniformity for pneumatic precision seeders

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Tarım Makinaları Bölümü 35100 Bornova, İzmir,
e-posta: arzu.yazgi@ege.edu.tr

Alınış (Received): 19.03.2013

Kabul tarihi (Accepted): 29.05.2013

Anahtar Sözcükler:

Pamuk, mısır, tek dane ekim, tohum dağılım düzgünlüğü

ÖZET

Bu çalışmada, çapa bitkilerinin (pamuk, mısır, ayçiçeği vb.) ekiminde yaygın olarak kullanılan pnömatik tek dane ekim makinalarında, farklı yükseklikte konumlandırılan aynı özelliğe sahip ekici plakaların, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü üzerindeki etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Denemeler, pamuk ve mısır tohumları kullanılarak, iki farklı sıra üzeri tohum aralığında, 1,0,1,5 ve 2,0 m s⁻¹ ilerleme hızlarında gerçekleştirilmiştir. Makinaların ekim performansları kontrollü laboratuvar şartlarında, yapışkan bant denemeleriyle, sıra üzeri tohum dağılımındaki düzgünlük değerleri açısından incelenmiştir. Denemeler sonucunda; yüksek ekim üniteli makinalarda tohum dağılım düzgünlüğünün, alçak ekim üniteli makinalara göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Yüksek ekim üniteli makinaların performansları; pamukta 50 mm anma ekim aralığı için %80,9-92,5 ve 100 mm için %82,5-97,8; mısırdaki 100 mm için %92,0-98,1 ve 200 mm için %93,2-100 arasında değişmektedir. Alçak ekim üniteli ekim makinalarında ise bu değerler sırasıyla; %81,3-94,6, %83,6-100, %92,6-100 ve %96,3-100 olarak saptanmıştır. Ayrıca sıra üzeri tohum aralığının artmasıyla makina performanslarının yükseldiği belirlenmiştir.

Key Words:

Cotton, maize, precision seeding, seed distribution uniformity

ABSTRACT

In this study it is aimed that the determining of the effect of the seed plates which have same characteristics and are placed in different height, on in-row seed distribution uniformity for pneumatic precision seeders which are widely used for seeding of row crops (cotton, corn, sunflower, etc.). Experiments conducted using cotton and maize seeds at two different seed spacing and 1,0 1.5 and 2.0 m s⁻¹ of travelling speeds. The seeders were tested in the lab and the seed spacing accuracy tests as an indicator of seeding performance were carried out on a sticky belt. From the study conducted, the seed distribution uniformity of the seeders equipped with height metering unit was found to be lower than the ones with low metering unit. The performance of the seeders with height metering unit varied between 80.9-92.5% and 82.5-97.8% for cotton at a theoretical seed spacing of 50 and 100 mm, respectively, while the range was 92.0-98.1% for 100 mm and 93.2-100% for a theoretical seed spacing of 200 mm for corn. On the other hand, these values for the machines with low metering unit were found to be 81.3-94.6%, 83.6-100%, 92.6-100% and 96.3-100%, respectively. Besides, it was determined that an increase in theoretical seed spacing promoted the seeding performances of the machines.

GİRİŞ

Tohumdan tasarruf sağlayan pnömatik tek dane ekim makinalarının kullanımı, dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla artma eğilimindedir. 2002 yılında

15 770 adet olan pnömatik tek dane ekim makinası sayısı, 2010 yılı itibarıyla devlet desteklerinin de etkisiyle 25 390 adettir (TUIK, 2012). Bitkisel üretimde daha uzun yıllar makina parklarında yer alacak bu

makinalardan beklenen en önemli özellik, farklı tohumların istenilen sıra üzeri aralıkta ikizleme ve boşluk yapmaksızın, her türlü toprak koşulunda kolayca ekim yapabilesidir.

Çapa bitkilerinin işlenmiş toprağa ekiminde alçak ekim üniteli, baltalı tip gömücü ayağa sahip, pnömatik tek dane ekim makinaları yaygın olarak kullanılırken, yüksek ekim üniteli, diskli tip makinalar işlenmiş veya yarı işlenmiş, nemli, hatta sap kalıntıları bulunan tarhalarda bile çalışabilmektedir. Ayrıca toprak korumaya yönelik olarak yapılan sırta ekimde de yine bu tip makinalar uygun konstrüksiyonları nedeniyle tercih edilmektedir.

Günümüzde tahılların normal sıraya ve özellikle doğrudan ekiminde, baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip ekim makinalarıyla gerçekleştirilmiş birçok çalışma bulunmasına karşılık, çapa bitkilerinin tek dane ekiminde sınırlı sayıdadır. Yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalarda, çoğunlukla aynı makinaya sadece farklı tip gömücü ayakların monte edilerek, özellikle doğrudan ekimde, gömücü ayakların sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi ya da farklı gömücü ayakların toprağın çeşitli özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Seidi ve ark. (2010), çift diskli ofset gömücü ayak (DDO) ile bu ayağa düşey yöndeki 2 mini diskin eklenmesiyle modifiye edilmiş gömücü ayağın (MDO) performanslarını karşılaştırmış ve MDO'nun daha yüksek performansa sahip olduğunu saptamışlardır.

Altıkat ve Çelik (2011), çizel, diskli ve çapa tip gömücü ayaklara sahip 3 farklı anıza doğrudan ekim makinasını, halkalı ve yaylı kapatma düzenleri ile farklı ilerleme hızlarında toprak yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırmış ve en pürüzlü tarla yüzeyinin çizel tip, en düzgün yüzeyin ise çapa ayakta oluştuğunu belirlemişlerdir. Ayrıca yaylı tip çizi kapatıcıların halkalı kapatıcılara göre daha düzgün yüzey oluşumunu sağladığını saptamışlardır.

Karayel ve Özmerzi (2005), mısır ve karpuz tohumlarının ekiminde, balta, çapa, tek diskli ve çift diskli gömücü ayakların, tohum dağılım düzgünlüğü üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, her iki tohum ile yapılan denemelerde gerek yatay gerekse düşey düzlemdeki dağılım açısından en iyi gömücü ayağın balta gömücü ayak olduğunu, toprak penetrasyon direncindeki artışın, yatay ve düşey düzlemdeki tohum dağılımındaki varyasyonu azalttığını saptamışlardır.

Karayel (2009), vakumlu tek dane ekim makinasına balta ve diskli tip gömücü ayakları adapte ederek, mısır ve soya tohumlarının doğrudan ekiminde, çift diskli gömücü ayağın, özellikle 1 m s^{-1} ilerleme hızında iyi bir tohum dağılımı ve ekim derinliği düzgünlüğü sağladığını belirlemiştir.

Önal ve ark. (2009) tek dane ekim prensibine göre çalışan, diskli tip pnömatik doğrudan ekim makinası performansının belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında, 14.8-25.5 cm tohum aralığında, tek dane ekici düzenin ekim kalitesinin mısırdaki iyi-çok iyi derecede olduğu, pamukta 5.7 cm ekim aralığında kabul edilebilir sınırın altında, 9.9 cm ise iyi kalitede olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmada ise, diğer çalışmalardan farklı olarak, aynı transmisyon ve pnömatik sistemler kullanılarak üretilen, farklı konstrüksiyonla farklı yükseklikte konumlandırılan, aynı özellikteki delikli plakalı ekici düzene sahip pnömatik tek dane ekim makinaları kullanılmış ve aynı ekici düzenin farklı konumlandırılmasının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü üzerindeki etkisi iki ayrı firmanın alçak ve yüksek ekim üniteli makinalarının denenmesiyle ortaya konmuştur. Elde edilen bulgulara dayanarak, çalışmanın, uygulamada çiftçilere ve araştırmacılara, imalatta ise makina üreticilerine yol gösterici nitelikte bilgiler içerdiği düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Denemelerde vakum prensibine göre çalışan, delikli plakalı ekici düzene sahip, iki farklı firma tarafından üretilen, dört farklı tek dane ekim makinası kullanılmıştır. Bu makinaların, firma bazında, transmisyon ve pnömatik sistemi ile ekici plaka özellikleri aynı, sadece ekici plaka konumlandırması farklıdır. Alçak ekim üniteli (baltalı tip) ve yüksek ekim üniteli (diskli tip) tek dane ekim makinalarında ekici plaka konumlandırılmasına ve çalışma prensibine ilişkin temel farklılık şematik olarak Şekil 1' de, denemelerde kullanılan ekici düzenler ve makinalara ilişkin bazı teknik özellikler ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Şekil 1'den görüldüğü gibi alçak ekim üniteli makinelerde tohum vakum etkisinden kurtulmaz, makinayla teması kesilmekte ve 8-10 cm yükseklikten toprağa düşmektedir. Yüksek ekim üniteli ekim makinalarında ise tohum, 45 cm yükseklikte vakum etkisinden kurtulduktan sonra tohum yolu yörüngesini takip edip, daha sonra 8-10 cm yükseklikten makinayı terk ederek çiziye bırakılmaktadır.

İlk durumda tohum yer çekimi ivmesi etkisinde serbest düşmeye geçerken, diğer durumda yerçekiminin yanı sıra kayma yüzeyindeki (tohum yolu) sürtünme kuvvetinin de etkisinde makinayla teması kesildikten sonra serbest düşmeye geçmektedir. Burada en önemli parametre, art arda gelen iki tohumun birbirleriyle çarpışmadan, birbirinin ardı sıra toprağa uygun şekilde bırakılmasını sağlayacak şekilde dizayn edilmesi gereken tohum yolu geometrisidir.

Ekim makinalarında tahrik tekerleğinden alınan hareket, zincir-dişli mekanizmaları yardımıyla transmisyon değişimine imkan veren merkezi dişli kutusu üzerinden, yine zincir-dişli sistemler yardımıyla tohum plakasına iletilmektedir. Makinalarda transmisyonun değiştirilmesiyle farklı sıra üzeri anma tohum aralığı (Z) değerleri elde edilmektedir.

Denemelerde, bin dane ağırlığı 91.1 g olan Bayer FiberMax Julia çeşidi havsız pamuk tohumu ve bin dane ağırlığı 312 g olan Tareks 602 çeşidi hibrit mısır tohumu kullanılmıştır. Her iki tohum için de öngörülen dişli kademelerinde, iki farklı sıra üzeri anma tohum aralığında, (pamuk için 50-100 mm; mısır için 100-200 mm) çalışılmış ve firmalar tarafından önerilen, tohuma uygun plakalar kullanılmıştır (Çizelge 1).

Denemeler sırasında tohum depolarının doluluğu sürekli kontrol edilmiş ve depoların yeterli düzeyde tohumla dolu kalması sağlanmıştır.

Ekim makinası deneme düzeni, üzerine gres yağı sürülmüş yapışkan bir bant, bandın devir sayısının kademesiz olarak ayarlanmasına imkan veren elektronik kontrollü bir elektrik motoru ve tohum plakası ile makina ilerleme hızının senkronize bir şekilde çalışmasını sağlayan ve devir sayısı yine kademesiz olarak ayarlanabilen elektronik kontrollü diğer bir redüktörlü elektrik motorundan meydana gelmektedir (Şekil 2).

Tohumun ekici plakada tutulmasını sağlayan vakum basıncı, tüm makinalarda fandan sağlanmakta olup, denemeler sırasında her makina ile 540 min⁻¹ sabit kuyruk mili devrinde çalışılmış ve elektronik kontrollü redüktörlü tahrik düzeni ile fana hareket verilmiştir.

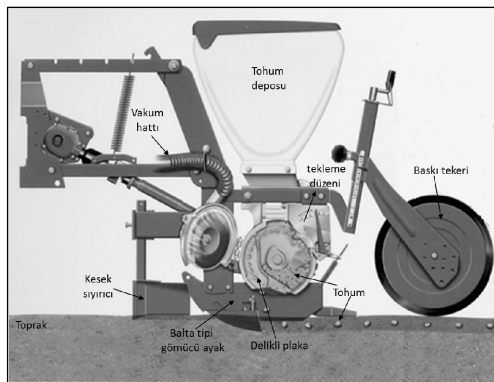
Denemelerde tek dane ekim makinaları için performans göstergesi olan sıra üzeri tohum aralıklarının (Z) ölçümünde ve analizinde bilgisayar destekli lazerli otomatik mesafe ölçüm sistemi kullanılmıştır

(Şekil 2). Sistem yazılımı; verilerin toplanarak bilgisayara aktarılması ve toplanan verilerin analizi olmak üzere iki aşamadan meydana gelmektedir. Verilerin toplanmasında, Visual Basic'de geliştirilen ve basit bir kullanıcı ara yüzü ile verileri Microsoft Excel'e aktaran Project1.exe yazılımı, verilerin istatistiksel analizinde ise Microsoft Excel içerisinde VB Macros kullanılarak hazırlanan yazılım kullanılmaktadır (Önal ve Önal, 2009).

Tek dane ekim makinalarının ekime ilişkin performansları, kabul edilebilir tohum aralığı oranı, ikizlenme ve boşluk oranlarına göre belirlendiğinden, makinadan beklenen, mümkün olduğunca tüm tohumların belirlenen anma tohum aralığında (Z), ikizleme ve boşluk yapmaksızın toprağa kolayca yerleştirilmesidir. Çalışmada tek dane ekim kriterleri uyarınca sıra üzeri tohum dağılımı Çizelge 2'deki plana (Önal, 2006) göre belirlenmiş ve Çizelge 3'e (Anonim 1999) göre yorumlanmıştır.

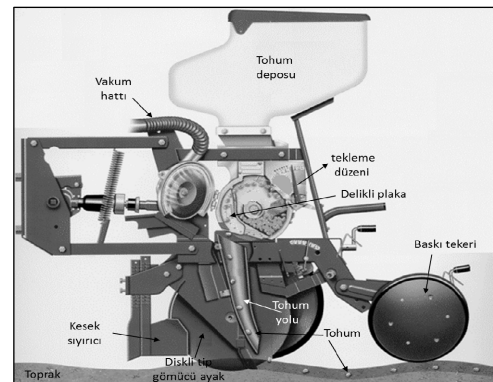
Ekim makinası sağ-sol ve ön-arka paralellik ayarları yapılarak, ilerleme yönüne göre en soldaki ekici ünitesi minimum tohum düşme yüksekliğinde olacak biçimde yapışkan bant üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 2). Sıra üzeri tohum aralıklarının ölçümü yapışkan bandın 7-8 m'lik kısmında gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen tohum aralıkları lazerli otomatik mesafe ölçüm düzeni kullanılarak, anma tohum aralığını (Z) referans olarak; 0.5 Z değerinden küçük, 0.5 Z değerinden büyük ancak 1.5 Z değerinden küçük mesafeler ile 1.5 Z değerinden büyük mesafelerdeki tohumların adet ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu üç bölge oransal olarak ifade edildiğinde sırasıyla; İkizleme Oranı (İO, Multiple Index), Kabul Edilebilir Tohum Aralığı (KETA, Quality of Feed Index) ve Boşluk Oranı (BO, Miss Index) olarak tanımlanmaktadır (Kachman ve Smith, 1995).



(a)

Kaynak: Operational Manual SP, 2007



(b)





Kaynak: Operational Manual MT, 2007

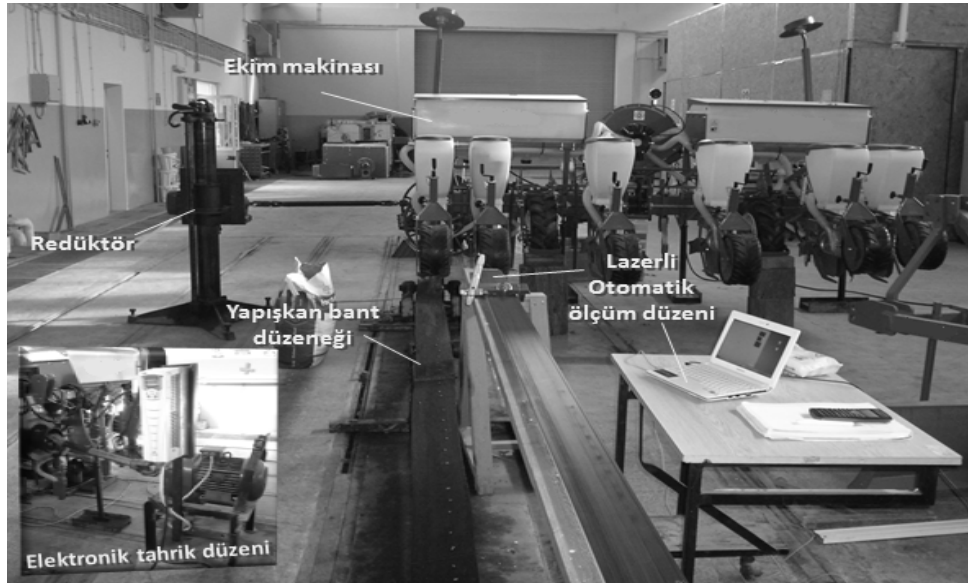
Şekil 1. Ekici düzen a) Alçak ekim ünitesi (baltalı tip), (b) Yüksek ekim ünitesi (diskli tip)

Figure 1. Seeding system (a) Low height metering unit (hoe type), (b) high height metering unit (disc type)

Çizelge 1. Makina ekici düzenleri ve makinalara ilişkin bazı teknik özellikler

Table 1. Seeding metering units and some technical properties of the machines

	Firma-I		Firma-II	
	Alçak ekim ünitesi IB	Yüksek ekim ünitesi ID	Alçak ekim ünitesi IIB	Yüksek ekim ünitesi IID
				
Ekici ünite bağlantı şekli	Paralelogram	Paralelogram	Paralelogram	Paralelogram
Traktöre bağlama düzeni	Asma tip	Asma tip	Asma tip	Asma tip
Üç nokta asma düzeni kategorisi	Kategori II	Kategori II	Kategori II	Kategori II
Traktör gücü ihtiyacı (önerilen)	60 BG (44 kW)	65 BG (48 kW)	75 BG (55 kW)	85 BG (63 kW)
Ağırlık	775 kg	890 kg	850 kg	1000 kg
Gömücü ayak tipi	Balta tipi	Çift diskli	Balta tipi	Çift diskli
İki disk arası aç	-	15°	-	10°
Ekici plaka delik sayısı ve çapı	72 adet, 3.5 mm (pamuk) 26 adet, 4.5 mm (mısır)	72 adet, 3.5 mm (pamuk) 26 adet, 4.5 mm (mısır)	72 adet, 3.5 mm (pamuk) 24 adet, 4.5 mm (mısır)	72 adet, 3.5 mm (pamuk) 24 adet, 4.5 mm (mısır)
Tohumun vakum etkisinden (ekici plakadan) kurtulma yüksekliği	8 cm	45 cm	10 cm	45 cm
Tohum deposu hacmi	32 dm ³	36 dm ³	40 dm ³	40 dm ³
Vakum basıncı (540 d/d için)	6.3 kPa	6.3 kPa	4.5 kPa	4.5 kPa



Şekil 2. Ekim makinası deneme düzeni

Figure 2. Test stand of seeding machine

Çizelge 2. Sıra üzeri tohum/bitki dağılımı değerlendirme planı
Table 2. Evaluation table for the seed spacing distribution

Sıra üzeri tohum aralığı	Tanım
<0.5 Z	İkizlenme
(0.5-1.5) Z	Kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)
(1.5-2.5) Z	Boşluk
(2.5-3.5) Z	Boşluk
>3.5 Z	Boşluk

Çizelge 3. Kabul edilebilir sıra üzeri tohum/bitki aralıkları, ikizlenme ve boşluk oranlarının değerlendirilmesi
Table 3. Evaluation of the quality of feed index, multiple index and miss index

Kabul edilebilir tohum/bitki aralıkları oranı (KETA, %)	İkizlenme oranı (IO, %)	Toplam boşluk oranı (BO, %)	Değerlendirme
>98.6	<0.7	<0.7	Çok iyi
>90.4 - ≤98.6	≥0.7 - <4.8	≥0.7 - <4.8	İyi
≥82.3 - 90.4	≥4.8 - ≤7.7	≥4.8 - ≤10	Orta
<82.3	>7.7	>10	Yetersiz

ARAŞTIRMA BULGULARI

Pamuk Tohumuna İlişkin Sonuçlar

Her iki firmaya ait alçak ve yüksek ekim üniteli makinaların denemelerinde, her iki firma tarafından pamuk tohumu için önerilen 72 delikli 3.5 mm delik çaplı plakalar kullanılmış ve Çizelge 4 ile Çizelge 5'de üç tekerrürün ortalaması olarak makina performans göstergeleri olan KETA, İO ve BO'ya ilişkin sonuçlar verilmiştir. Şekil 3 a ve b' de ise tüm makinalar için 50 ve 100 mm anma ekim aralığında, hıza bağlı olarak KETA' da meydana gelen değişim grafiksel olarak gösterilmiştir.

Pamuk tohumuyla çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, her iki sıra üzeri aralıkta da, ekim kalitesini gösteren performansın, aynı firmaya ait yüksek ekim üniteli makinalarda, alçak ekim üniteli makinalara oranla daha düşük olduğu saptanmıştır. Örneğin; aynı transmisyon ve hareket iletim düzenine sahip IB ve ID 'nin 1 m s⁻¹ ilerleme hızında, 50 mm anma ekim aralığındaki performansları sırasıyla %93.1 (iyi) ve %89.5 (orta) bulunmuştur (Çizelge 4, Şekil 3). IIB ve IID için de benzer azalma söz konusu olup, bu makinalar için 1 m s⁻¹ ilerleme hızında saptanan performans değerleri ise sırasıyla %94.6 (iyi) ve %92.5 (iyi)'dir. Benzer şekilde 100 mm anma ekim aralığında IB-ID ve IIB-IID için elde edilen sonuçlar da bu bulguyu doğrulamaktadır (Çizelge 5, Şekil 3). IB ve ID'nin makina tipinden kay-naklanan performans farkları istatistiksel olarak önem-liyken, IIB ve IID için bu durum söz konusu değildir (Çizelge 4, 5, 6 ve 7).

Ayrıca ilerleme hızının artışıyla, özellikle de 50 mm anma ekim aralığında, ister alçak ekim üniteli ister yüksek ekim üniteli olsun tüm makinalar için ekim performansları azalma eğilimindedir. 50 mm ekim aralığında ve 1 m s⁻¹ ilerleme hızında IB ve ID arasındaki performans farkı yüzdesel olarak 3.6 iken, 2 m s⁻¹ ilerleme hızında bu fark 7.8'e çıkmıştır. IIB ve IID' nin 1 m s⁻¹ ilerleme hızında IB ve IID' den daha yüksek oranda "iyi" kalitedeki performansları ise 2 m s⁻¹ ilerleme hızında "yetersiz" kaliteye inmiştir. 100 mm anma ekim aralığında ise, IB ilerleme hızının artışından etkilenmezken (KETA=%100), ID'nin performans azalışı %5.2 oranında değişim göstermekte ve IB'nin performansının altında kalmaktadır. Benzer şekilde 100 mm anma ekim aralığında IID'nin ekim performansının IIB'ye oranla, 1.5 m s⁻¹ ilerleme hızı hariç, daha düşük olduğu saptanmıştır. Firma-I ve Firma-II'ye ait makinalarının performanslarına ilişkin yapılan varyans analizlerinde de ilerleme hızı %95 önem seviyesinde önemli bir parametre olarak bulunmuş ve artan ilerleme hızıyla ekim kalitesinin azaldığı saptanmıştır (Çizelge 6 ve 7).

Tohumun vakum etkisinden (ekici plakadan) kurtularak serbest düşmeye geçme yüksekliğinin yüksek ekim üniteli makinalarda alçak ekim üniteli makinalara göre daha fazla olması (Şekil 1) ve tohumun vakum etkisinden kurtulup, tohum yolunu geçtikten sonra yapışkan banda düşmesi nedeniyle, tohum dağılım düzgünlüğünde azalma meydana gelmektedir. Bu nedenle tohum yolu geometrisinin, art arda gelen iki tohumun birbirleriyle çarpışmasını engelleyerek, birbiri ardına toprağa bırakılmasını sağlayacak şekilde seçilmesi gerekmektedir.

Ayrıca tohum borusunun yeterli özelliklere sahip olmaması sonucu tohum düşmesindeki gecikme yine ekimdeki hassasiyete büyük oranda etki edebilir. Örneğin; 60 cm yükseklikten serbest düşmede 0,01 saniyelik bir gecikme, 1,5 m s⁻¹ ilerleme hızında, tohumun hedeften 1,5 cm uzağa düşmesine neden olacaktır (Önal 2006).

Makinalar firma bazında incelendiğinde, Firma-I için her üç ilerleme hızında ve her iki sıra üzeri tohum aralığında da en iyi ekim performansı IB ile sağlanmıştır (Çizelge 4 ve 5). Firma-II'ye ait her iki sıra üzeri aralıkta da en yüksek makina performansı 1 m s⁻¹ hızda IB ile elde edilmiş ve makina performanslarının ilerleme hızından etkilenme dereceleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4, 5).

Makinalar genel olarak incelendiğinde, 50 mm ekim aralığında, 1 m s⁻¹ ilerleme hızında IIB en yüksek makina performansına sahip olmasına karşın, yüksek ilerleme hızlarında bu makinayla yüksek kalitede ekim

yapmak imkansız hale gelmektedir. 1 m s⁻¹ hızda ekim performansı IIB'ye göre daha düşük olan IB ile, IID'ye göre düşük performanslı olan ID'nin ilerleme hızından etkilenme oranı IIB ve IID'den çok daha az olup, özellikle IB ile en az %91.5 (iyi) oranındaki ekim performansı yüksek hızlarda da ekim yapılabileceği görülmektedir (Çizelge 4 ve Şekil 3). 50 mm anma

ekim aralığında ekim performansları yüksek olan IIB ve IID, 100 mm'de IB ve ID'ye göre daha düşük ekim performanslarına sahiptir. Ayrıca 100 mm ekim aralığında tüm makinaların ekim performansları, 50 mm ekim aralığına göre daha yüksek değerlerde olup, sıra üzeri aralık parametresinin de istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 4. Z=50 mm sıra üzeri anma ekim aralığında makina performansları (pamuk için)
Table 4. The machine performances for the seed spacing of Z=50 mm (for cotton)

	İlerleme Hızı (m s ⁻¹)	Firma-I		Firma-II	
		IB	ID	IIB	IID
KETA (%)	1.0	93.1± 0.6 (iyi) ^a	89.5± 1.0 (orta) ^b	94.6± 1.1 (iyi) ^A	92.5± 0.7 (iyi) ^B
	1.5	92.4± 1.0 (iyi) ^a	89.3± 0.9 (orta) ^c	83.8± 1.3 (orta) ^C	84.3± 0.9 (orta) ^C
	2.0	91.5± 0.7 (iyi) ^a	83.7± 1.2 (orta) ^d	81.3± 1.4 (yetersiz) ^D	80.9± 1.3 (yetersiz) ^D
İO (%)	1.0	2.1± 0.3 (iyi)	4.7± 0.7 (iyi)	3.2± 0.5 (iyi)	3.2± 0.4 (iyi)
	1.5	2.4± 0.7 (iyi)	4.2± 0.6 (iyi)	7.1± 1.2 (orta)	7.7± 0.9 (orta)
	2.0	2.9± 0.9 (iyi)	6.7± 0.9 (orta)	8.9± 2.1 (yetersiz)	8.3± 1.2 (yetersiz)
BO (%)	1.0	4.8± 0.6 (orta)	5.8± 0.8 (orta)	2.2± 0.5 (iyi)	4.3± 0.6 (iyi)
	1.5	5.2± 0.7 (orta)	6.5± 1.3 (orta)	9.1± 1.5 (orta)	8.0± 0.7 (orta)
	2.0	5.6± 0.7 (orta)	9.6± 1.6 (orta)	9.8± 1.7 (orta)	10.8± 1.1 (yetersiz)

¹: IB ve ID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.
²: IIB ve IID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 5. Z=100 mm sıra üzeri anma ekim aralığında makina performansları (pamuk için)
Table 5. The machine performances for the seed spacing of Z=100 mm (for cotton)

	İlerleme Hızı (m s ⁻¹)	Firma-I		Firma-II	
		IB	ID	IIB	IID
KETA (%)	1.0	100 (çok iyi) ^{a1}	97.8± 0.7 (iyi) ^b	97.1± 1.1 (iyi) ^{A2}	96.1± 1.1 (iyi) ^B
	1.5	100 (çok iyi) ^a	94.3± 1.3 (iyi) ^c	85.7± 2.3 (orta) ^C	88.1± 0.8 (orta) ^C
	2.0	100 (çok iyi) ^a	92.6± 1.3 (iyi) ^d	83.6± 0.8 (orta) ^D	82.5± 1.3 (orta) ^D
İO (%)	1.0	-	-	1.5± 0.2 (iyi)	2.5± 0.2 (iyi)
	1.5	-	1.4± 0.1 (iyi)	5.2± 0.2 (orta)	5.6± 0.4 (orta)
	2.0	-	1.9± 0.2 (iyi)	6.6± 0.4 (orta)	9.7± 0.8 (yetersiz)
BO (%)	1.0	-	2.2± 0.2 (iyi)	1.5± 0.2 (iyi)	1.4 (iyi)
	1.5	-	4.3± 0.2 (iyi)	9.1± 0.6 (orta)	6.3 (orta)
	2.0	-	5.6± 0.3 (orta)	9.8± 0.9 (orta)	7.8 (orta)

¹: IB ve ID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.
²: IIB ve IID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 6. Firma I için varyans analiz tablosu
Table 6. Analysis of variance table for Firm I

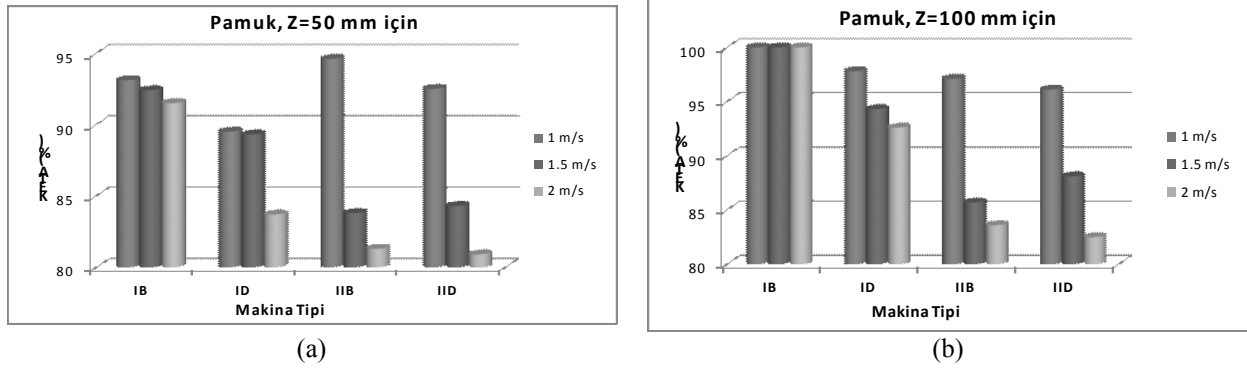
Faktörler	Serbestlik derecesi	F-değeri
Sıra üzeri aralık	1	727.5446
İlerleme hızı	2	44.1692
Sıra üzeri aralık x İlerleme hızı	2	6.2227
Makina	1	321.9174
Sıra üzeri x makina	1	0.2299
İlerleme hızı x makina	2	24.9309
Sıra üzeri aralık x ilerleme hızı x makina	2	4.6706
Hata	24	
Toplam	35	

%95 önem seviyesinde

Çizelge 7. Firma II için varyans analiz tablosu
Table 7. Analysis of variance table for Firm II

Faktörler	Serbestlik derecesi	F-değeri
Sıra üzeri aralık	1	39.7049
İlerleme hızı	2	351.8052
Sıra üzeri aralık x İlerleme hızı	2	0.6396
Makina	1	0.5197
Sıra üzeri x makina	1	0.8733
İlerleme hızı x makina	2	4.7419
Sıra üzeri aralık x ilerleme hızı x makina	2	0.8300
Hata	24	
Toplam	35	

%95 önem seviyesinde



Şekil 3. Z=50 ve 100 mm anma ekim aralığında KETA (%) değerlerinin değişimi (pamuk için)

Figure 3. KETA (%) values for seed spacing of Z=50 and 100 mm (for cotton)

Mısır Tohumuna İlişkin Sonuçlar

Mısır tohumunun yapışkan banda ekiminde, firma önerilerine bağlı olarak, Firma-I için, hem alçak ekim üniteli (IB) hem de yüksek ekim üniteli (ID) makina 26 delikli, 4.5 mm delik çaplı plaka kullanılırken, Firma II'ye ait makinaların (IIB ve IID) denemelerinde 24 delikli, 4.5 mm delik çaplı plakalar kullanılmıştır.

Mısır tohumuyla 100 ve 200 mm sıra üzeri anma aralığında gerçekleştirilen denemelere ilişkin makina performansları (KETA, İO ve BO) Çizelge 8 ve Çizelge 9'da üç tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir. Şekil 4 a ve b'de ise tüm makinalar için 100 ve 200 mm anma ekim aralığında, hıza bağlı olarak KETA' da meydana gelen değişim grafiksel olarak gösterilmiştir.

Mısır tohumuyla çalışmadan elde edilen sonuçlara göre de pamukta olduğu gibi, her iki sıra üzeri aralıkta da, ekim kalitesini gösteren makina performansının, aynı firmaya ait yüksek ekim üniteli makinalarda, alçak ekim üniteli makinalara oranla daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu bulgunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu yapılan varyans analiziyle de doğrulanmıştır (Çizelge 8, 9, 10 ve 11). Mısırın ekim performansındaki bu azalma, mısır tohumunun fiziksel yapısı ve anma ekim aralığı değerlerinin pamuğa göre fazla olması nedeniyle pamuktaki kadar yüksek oranda değildir. Mısır tohumlarıyla çalışmada, 1 m s⁻¹ ilerleme hızında, 100 mm anma ekim aralığında makina performansları IB ve ID için %96.6 ve %95.2; IIB ve IID için ise %100 ve %98.1 olarak bulunmuştur (Çizelge 8 ve Şekil 4).

200 mm anma ekim aralığında ise 1 m s⁻¹ ilerleme hızında tüm makinaların performansı maksimum değerde (KETA=%100) olup, tüm tohumlar istenilen sıra üzeri aralıkta, ikizleme ve boşluk yapmaksızın yapışkan banda bırakılmıştır (Çizelge 9 ve Şekil 4). Bu bulgu, artan ekim aralığının ekim performansını arttırdığının

da göstergesidir. İstatistiksel olarak da sıra üzeri ekim aralığının önemli bir parametre olduğu Çizelge 10 ve 11'den görülmektedir.

Denemeler sonucunda elde edilen diğer bir bulgu da, ister 100 mm anma ekim aralığında isterse de 200 mm olsun, tüm makinalarda, ekim performansının, ilerleme hızının artışıyla azalma eğiliminde olduğudur (Çizelge 8, 9, 10 ve 11). Bu azalma 100 mm ekim aralığında 200 mm'ye oranla genel olarak (IID hariç) daha yüksek değerlerdedir. 100 mm ekim aralığında ilerleme hızı iki katına çıktığında makina performanslarındaki oransal azalma IB, ID, IIB ve IID için sırasıyla; %4, %3.2, %5.1 ve %5.7, 200 mm ekim aralığında %2.9, %6.8, %3.7 ve %3.4 değerlerindedir. Bu farklar istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur.

Genel olarak 200 mm ekim aralığında, 1 m s⁻¹ ilerleme hızında mısır ile çalışmada %100 (çok iyi) ekim performansına sahip makinalardan, özellikle ID, IIB ve IID' de belirli miktarlarda performans düşüşleri gözlenmektedir. Ancak bu düşüşlere rağmen, mısır ile 100 ve 200 mm ekim aralığında yüksek ilerleme hızlarında bile "iyi" kalitede ekim yapılabileceği saptanmıştır (Çizelge 8,9 ve Şekil 4).

Mısır tohumlarının ekiminde gözlenen diğer bir nokta da makinaların neredeyse hiç ikizleme yapmaksızın, sadece az miktarda boşlukla ekim işlemini tamamlamasıdır. Bunun anlamı, ekimde önemli parametrelerden biri olan plaka delik çapı ve vakum basıncı değerlerinin mısır ekimi için uygun değerdedir. Tüm makinalarda tekleme düzeni iyi çalıştığından ve her delikte bir tohum tutulduğundan, ikizleme ve boşluklar tamamen deneysel, diğer bir ifadeyle tohumun düşüş karakteristikleriyle meydana gelmiştir.

Deneme sonuçları firma bazında incelendiğinde; Firma-I için sıra üzeri aralık, ilerleme hızı, sıra üzeri aralık x ilerleme hızı interaksyonu, makina tipi (alçak ya da yüksek ekim ünitesi), sıra üzeri aralık x ilerleme hızı x makina tipi interaksyonu önemli parametreler olarak saptanırken, Firma-II için, sıra üzeri aralık, ilerleme hızı, makina tipi ve sıra üzeri aralık x ilerleme hızı x makina tipi interaksyonu önemli parametreler olarak saptanmıştır (Çizelge 10 ve 11).

Firma-I ve Firma-II'ye ait makinalarda (IB, ID, IIB ve IID) pamuk ve mısır ekiminde, performansa dayalı olarak bulunan farklılıklar, bu makinaların farklı konstrüksiyona sahip olması nedeniyle ortaya çıktığından tüm makinalar arasında herhangi bir karşılaştırma yapılmamış ve elde edilen bulgular yalnızca bilgi amaçlı verilmiştir. Çalışmada sadece aynı firmanın alçak ve yüksek ekim ünitesi makinaları kendi arasında kıyaslanmıştır.

Çizelge 8. Z=100 mm sıra üzeri anma ekim aralığında makina performansları (mısır için)

Table 8. The machine performances for the seed spacing of Z=100 mm (for maize)

	İlerleme Hızı (m s ⁻¹)	Firma-I		Firma-II	
		IB	ID	IIB	IID
KETA (%)	1.0	96.6± 0.8 (iyi) ^{bc1}	95.2± 0.9 (iyi) ^c	100 (çok iyi) ^A	98.1± 0.6 (iyi) ^B
	1.5	94.9± 1.3 (iyi) ^{cd}	92.6± 1.3 (iyi) ^e	96.2± 1.1 (iyi) ^C	94.9± 1.7 (iyi) ^D
	2.0	92.6± 1.4 (iyi) ^e	92.0± 1.4 (iyi) ^e	94.9± 1.4 (iyi) ^D	92.4± 1.5 (iyi) ^E
İO (%)	1.0	-	2.4± 0.4 (iyi)	-	-
	1.5	-	-	-	-
	2.0	-	-	-	-
BO (%)	1.0	3.4± 0.5 (iyi)	2.4± 0.4 (iyi)	-	1.9± 0.4 (iyi)
	1.5	5.1± 0.4 (orta)	7.4± 0.5 (orta)	3.8± 0.4 (iyi)	5.1± 0.4 (orta)
	2.0	7.4± 0.5 (orta)	8.0± 0.5 (orta)	5.1± 0.5 (orta)	7.6± 0.6 (orta)

¹: IB ve ID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.

²: IIB ve IID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 9. Z=200 mm sıra üzeri anma ekim aralığında makina performansları (mısır için)

Table 7. The machine performances for the seed spacing of Z=200 mm (for maize)

	İlerleme Hızı (m s ⁻¹)	Firma-I		Firma-II	
		IB	ID	IIB	IID
KETA (%)	1.0	100 (çok iyi) ^{a1}	100 (çok iyi) ^a	100 (çok iyi) ^A	100 (çok iyi) ^A
	1.5	100 (çok iyi) ^a	98.2± 0.4 (iyi) ^{ab}	98.7± 0.7 (çok iyi) ^B	97.1± 1.0 (iyi) ^C
	2.0	97.1± 1.2 (iyi) ^b	93.2± 1.9 (iyi) ^c	96.3± 1.0 (iyi) ^D	96.6± 1.8 (iyi) ^D
İO (%)	1.0	-	-	-	-
	1.5	-	-	-	-
	2.0	-	-	-	-
BO (%)	1.0	-	-	-	-
	1.5	-	1.8± 0.2 (iyi)	1.3± 0.4 (iyi)	2.9± 0.2 (iyi)
	2.0	2.9± 0.3 (iyi)	6.8± 0.5 (iyi)	3.7± 0.5 (iyi)	3.4± 0.6 (iyi)

¹: IB ve ID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.

²: IIB ve IID'ye ilişkin KETA değerlerinin yanında aynı harfle gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyindeki LSD testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 10. Firma I için varyans analiz tablosu (mısır)
Table 10. Analysis of variance table for Firm I (maize)

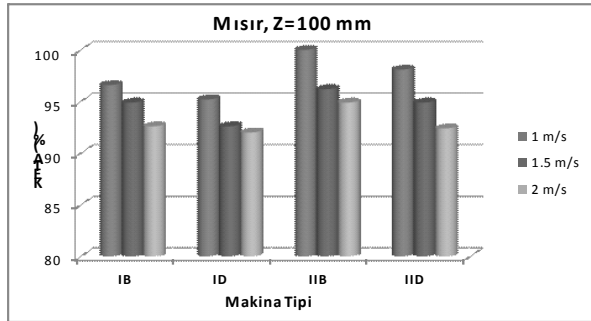
Faktörler	Serbestlik derecesi	F-değeri
Sıra üzeri aralık	1	131.0977
İlerleme hızı	2	48.0612
Sıra üzeri aralık x İlerleme hızı	2	4.0298
Makina	1	22.0726
Sıra üzeri x makina	1	0.4685
İlerleme hızı x makina	2	1.8516
Sıra üzeri aralık x ilerleme hızı x makina	2	4.2113
Hata	24	
Toplam	35	

%95 önem seviyesinde

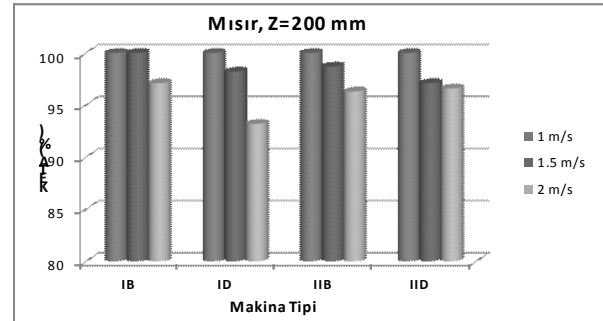
Çizelge 11. Firma II için varyans analiz tablosu (mısır)
Table 11. Analysis of variance table for Firm II (maize)

Faktörler	Serbestlik derecesi	F-değeri
Sıra üzeri aralık	1	33.0787
İlerleme hızı	2	52.3583
Sıra üzeri aralık x İlerleme hızı	2	2.4182
Makina	1	11.4030
Sıra üzeri x makina	1	4.9988
İlerleme hızı x makina	2	0.2504
Sıra üzeri aralık x ilerleme hızı x makina	2	1.2784
Hata	24	
Toplam	35	

%95 önem seviyesinde



(a)



(b)

Şekil 4. Z=100 ve 200 mm anma ekim aralığında KETA (%) değerlerinin değişimi (mısır için)

Figure 4. KETA (%) values for seed spacing of Z=100 and 200 mm (for maize)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmadan elde edilen en önemli bulgu; ekim kalitesini gösteren makina performansının, aynı özellikte delikli plakaya sahip olsa bile, yüksek ekim üniteli makinalarda, alçak ekim üniteli makinalara oranla, tohumun vakum etkisinden kurtulma yüksekliğinin fazla olması, tohum yolu geometrisi ve yapım karakteristikleri nedeniyle, daha düşük olduğudur.

Artan ilerleme hızıyla hem yüksek ekim üniteli hem de alçak ekim üniteli makinalarda ekim kalitesi belirli oranlarda ("çok iyi" den "iyi" ye, "iyi" den "orta" ya) düşmektedir. Çalışmada, pamuk tohumunun 50 ve 100 mm'de tek dane ekiminin 1.0-1.5 m s⁻¹ ilerleme hızlarında "yeterli" kalitede, mısır tohumunun 100 ve 200 mm'de tek dane ekiminin ise yüksek hızlarda bile ister alçak ister yüksek ekim üniteli olsun tüm makinalarla "iyi" kalitede yapılabileceği saptanmıştır. Ancak makina seçiminde, yüksek iş başarısını

sağlamak üzere yüksek hızlarla çalışılmak istendiğinde performanstan ödün verileceği unutulmamalıdır.

Pamuk tohumuyla çalışmada alçak ekim üniteli ve yüksek ekim üniteli makinalar arasındaki performans değişimleri belirginken, mısır tohumuyla çalışmada, tohumun fiziko-mekanik özelliklerinin ve sıra üzeri anma ekim aralığı değerlerinin de yüksek olması nedeniyle bu farkın daha az oranda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca pamukta 50 ve 100 mm anma ekim aralıklarında hem ikizleme hem de boşluk değerleri söz konusuysen, mısırdaki 100 ve 200 mm anma ekim aralıklarında bir miktar boşluk gözlenmiştir. Hem pamuk hem de mısır tohumlarının ekiminde, anma ekim aralığının artışıyla ekim kalitesinde de artış meydana geldiği saptanmıştır.

Çalışma ayrıca tohum yolu geometrisi etkisinin belirlenmesine yönelik yapılacak yeni bir çalışmaya da ışık tutarak yol gösterici olmuştur.

KAYNAKLAR

- Altıkat, S. ve A. Çelik. 2011. Farklı Tip Gömücü Ayak ve Kapatma Düzenine Sahip Doğrudan Ekim Makinalarının Farklı İlerleme Hızlarında Kullanılmasının Toprak Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi. İçdir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 1(1): 91-96.
- Anonim. 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kachman, S.D. and J.A., Smith. 1995. Alternative Measures of Accuracy in Plant Spacing for Planters Using Single Seed Metering. Transactions of the ASAE, 379-387 p.
- Karayel, D. ve A. Özmerzi. 2005. Hassas Ekimde Gömücü Ayakların Tohum Dağılımına Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 139-150.
- Karayel, D. 2009. Performance of a Modified Precision Vacuum Seeder for No-till Sowing of Maize and Soybean. Soil & Tillage Research 104 (2009) 121-125.
- Operation Manual GASPARDO MT 2007-12
- Operation Manual GASPARDO SP 2007-12
- Önal, İ. 2006. Ekim-Bakım-Gübreleme Makinaları. EÜZF Ders Kitabı (III. Basım), Yayın No:490, İzmir.
- Önal, O. and İ. Önal. 2009. Development of a Computerized Measurement System for in-Row Seed Spacing Accuracy. TÜBİTAK Turk J Agric For 33 (2009) 99-109.
- Önal, İ., A. Yazgı, A. Değirmencioglu. 2009. Performance of the Metering Unit and Soil Engaging Components of a Direct Seeding Machine. Proceeding CD of International Soil Tillage Research Organization 18th Triennial Conference, 14-19 June 2009 Selçuk, İzmir.
- Seidi, E., S.H. Abdollahpour, A. Javadi, M. Moghaddam. 2010. Effects of Novel Disk-type Furrow Opener Used in No-Tillage System on Micro Environment of Seed. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 5 (1): 1-6, 2010
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). "Tarımsal Alet ve Makina Sayısı" <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: Kasım 2012)