

EKİM MAKİNALARINDA SIRA ÜZERİ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Necmiye ÜÇER¹, İbrahim YALÇIN¹

ÖZET

Toprağa bırakılan tohumun çimlenmesi, büyümesi, olgunlaşması ve meyve verebilmesi için yeteri kadar ışık, nem, hava, sıcaklık ve besin maddelerini sağlayabileceği optimum bir yaşam alanına gereksinimi vardır. Bu durum her bitki için aynı büyüklükte yaşam alanının sağlanmasını, dolayısıyla tohumların yatay düzlemde toprağa eşit aralıklarla dağıtılmasını zorunlu kılmaktadır. Düzgün bir yaşam alanı için, ekim makinalarından beklenen önemli işlevsel özelliklerden birisi tohumları istenilen sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde ekebilmesidir. Ekim makinalarında, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü tespit edebilmek için yapılan araştırmalar tarla ve laboratuvar koşullarında yürütülmektedir. Bu çalışmada, ekim makinalarında yatay ve düşey düzlemdeki tohum dağılım düzgünlüklerinin belirlenmesinde kullanılan toprak kanalı, yapışkan sonsuz bant yöntemi, tartım yöntemi, ultrasonik sayıcı yöntemi, optik sensörler yöntemi, fiber optik sensörler, kameralı ölçme yöntemleri ve fotosel algılama yöntemlerinin tanıtılması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekim, ekim makinası, tohum dağılım düzgünlüğü

Measurement Systems Used in Determining Intra-row Seed Distribution Uniformity in Seed Drills

ABSTRACT

In order to sprout, grow, mature and fruit; a planted seed needs suitable light, humidity, air, temperature and an optimal seed spacing which can supply nutrients. This implies a need for an equal seed spacing for each plant therefore it is vital for the seeds to be planted with horizontally equal distances. For a proper seed spacing, one of the most important functional properties of seed drills is the ability to plant seeds on desired in-row and between-row distances. Researches that aim measuring in-row seed distribution uniformity of seed drills are conducted in field and laboratory conditions. In this research, with the aim of determining seed distribution uniformity inter and intra rows, silt belt, ultrasonic counter method, opto-electronic method, fiber-optic method, camera measurement method, photocell perception methods were introduced.

Keywords: Sowing, drill, distribution regularity

GİRİŞ

Tohumun yeni bir bitki meydana getirmek amacıyla ana bitkiyi oluşturacak tohumların, çimlenme ve çıkış özelliklerine uygun olarak önceden hazırlanmış tohum yatağına yatay düzlemde istenen bir dağılımla ve eşit bir derinlikte yerleştirilip üzerinin toprakla kapatılması işlemi ekim olarak adlandırılmaktadır (Barut, 1996; Yurdusever, 2006). Toprağa bırakılan tohumun çimlenmesi, büyümesi, olgunlaşması ve meyve verebilmesi için yeteri kadar ışık, nem, hava, sıcaklık ve besin maddelerini sağlayabileceği optimum bir yaşam alanına gereksinimi vardır. Bu durum her bitki için aynı büyüklükte yaşam alanının sağlanmasını, dolayısıyla tohumların yatay düzlemde toprağa eşit

aralıklarla dağıtılmasını zorunlu kılmaktadır (Barut, 1996; Önal, 1987).

Tohum yaşam alanı kalitesi; tohum yatağı hazırlığı, ekim makinası, ilerleme hızı, ve tohum kalitesi gibi teknik değişkenlere dayanmaktadır (Ivancan ve ark., 2004). Ekim makinası ile yapılan ekimde tohum dağılım düzgünlüğünün iyi olması durumunda her bitkiye düşen yaşam alanındaki farklılıklar azalmaktadır. Düzgün bir yaşam alanı için, ekim makinalarından beklenen önemli işlevsel özelliklerden birisi tohumları istenilen sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde ekebilmesidir (Dursun ve Dursun, 2000; Özmerzi ve ark., 2002).

Ekim makinalarının yapısal özelliklerini belirlemek, kalitelerini

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Aydın

iyileştirmek, ulusal ve uluslararası standartlara uygunluklarını ortaya koymak, iş başarılarını ve kapasitelerini saptamak ve geliştirmek amacıyla deneyler yapılmaktadır. Bu deneylerde, ekim makinalarının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüklerinin de belirlenmesi gerekmektedir (Çolak ve ark., 1995; Karayel,1998).

Ekim işleminden sonra sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü ve düşey düzlem tohum dağılım düzgünlüğü tarla koşullarında veya toprak kanallarında belirlenebilmektedir. Ancak, tohumların üzeri toprak ile örtülü olduğu için, ekim işleminden sonra bu yöntemlerle tohum dağılım düzgünlüklerini belirlemek zordur (Singh ve ark., 2005, Kocher ve ark., 1998, Lan ve ark., 1999;). Günümüzde, ekim makinasının yatay düzlemdeki tohum dağılım düzgünlüğünün laboratuvar şartlarında belirlenmesinde; yapışkan sonsuz bant yöntemi, tartım yöntemi, fotosel algılama yöntemi, optik sensörler yöntemi, fiber-optik sensörler, kameralı ölçme sistemi ve ultrasonik sayıcı yöntemlerinin herhangi birinden yararlanılabilmektedir (Boydaş, 1999; Karayel ve ark., 2006, Karayel, 2007; Sing ve ark., 2005, Dursun ve Dursun, 2000; Taşer, 1997; Karayel, 1998; Yiğit, 2006; Çolak ve ark., 1995).

Bu çalışma, ekim makinalarında yatay ve düşey düzlemdeki tohum dağılım düzgünlüklerinin belirlenmesinde kullanılan

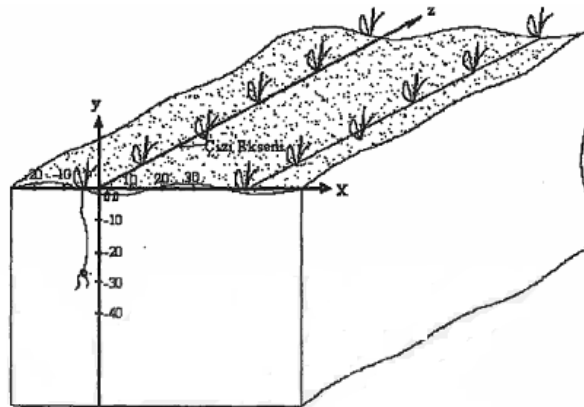
ve kullanılabilecek durumda olan tüm yöntemleri tanıtmak amacıyla hazırlanmıştır.

Ekim Makinalarında Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğünün Belirlenmesinde Kullanılan Ölçme Yöntemleri

Tarlada ve Toprak Kanalında Belirleme Yöntemi

Bu yöntemlerde, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü tohumlar çimlendikten sonra, bitkilerin sıra üzeri aralıkları ölçülerek belirlenmektedir. (Taşer, 1997). Tohumların düşey düzlemdeki dağılımının belirlenmesi için ise genellikle iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri toprak rendesi ile tohumların düşey düzlem dağılımının saptanması diğeri ise çim boyu ölçümleri ile tohum derinliğinin belirlenmesidir. Toprak rendesi ile tohumların toprağın üst yüzeyine olan düşey uzaklığı ölçülmektedir. Çim boyu ölçümlerinde ise, tohumların toprak üst yüzeyine ulaşması için aldığı yol ölçülmektedir (Şekil 1).

Zaman alan ve zahmetli olan bu yöntemlerde, tohumların sıra üzeri uzaklıklarına, ekim makinasının yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra; toprak koşulları, tohum özellikleri ve hava koşulları da etki etmekte, elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir (Karayel, 2007).



Şekil 1. Tohumların toprak içerisinde dağılımının belirlenmesi

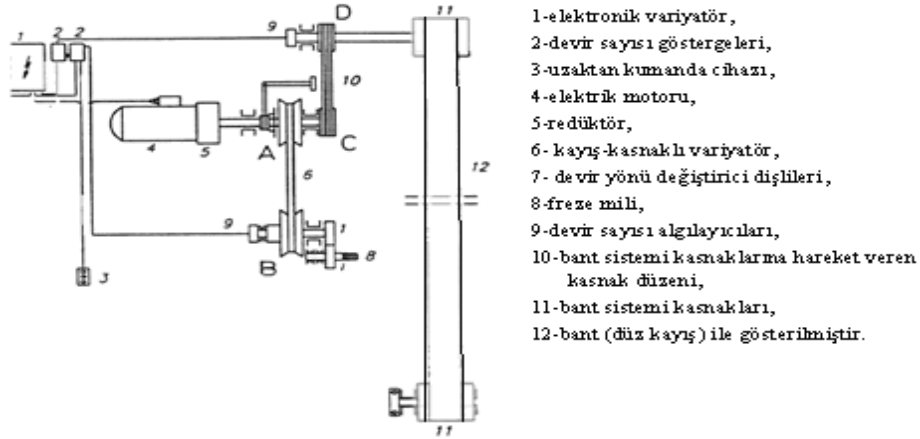
Yapışkan Sonsuz Bant Yöntemi

Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün yapışkan bant yardımıyla laboratuvar koşullarında belirlenmesi

günümüzde en çok kullanılan yöntemdir. Yapışkan sonsuz bant kullanılan denemelerde, ekim makinası sabit tutularak yapışkan bant düzeni ilerleme hızında

hareket ettirilmekte veya yapışkan bant sabit tutularak ekim makinası bant üzerinde hareket ettirilmektedir. Uygulamada genellikle en sık rastlanan, ekim makinasının sabit tutularak yapışkan sonsuz bantın istenilen hızda hareket ettirilmesi şeklindeki kullanımıdır. İstenilen ekim normuna ayarlanmış olan ekim makinasının bir ayağı sonsuz bant üzerine gelecek şekilde yerleştirilmektedir. Yapışkan sonsuz bant üzerine düşen tohumlar arasındaki uzaklıklar veya belli mesafedeki tohumlar

sınıflandırılmakta ve her sınıf aralığındaki tohumların nispi oranları hesaplanarak tohum dağılım diyagramları hazırlanmaktadır. Bu diyagramlar yardımı ile sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin değerlendirmeler yapılmaktadır (Karayel ve ark., 2006, Sing ve ark., 2005, Dursun ve Dursun, 2000, Yalçın, 1999, Barut ve Özmerzi, 1997, Önal 1987, Speelman, 1975). Yapışkan bant düzeniğinin şematik şekli Şekil 2’de gösterilmiştir (Yalçın, 1999).



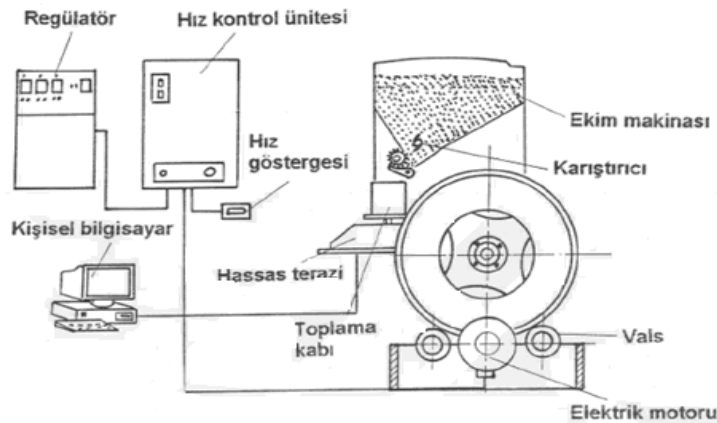
Şekil 2. Yapışkan sonsuz bant deneme düzeni

Yapışkan bant deneme düzeneklerinde tohumun bant üzerinden sıçramaması için bant üzerine tutucu madde (gres yağı, sabun) sürülmektedir (Sing ve ark., 2005). Yapışkan banda hareket, hareketini elektrik motorundan alan kasnaktan gelmektedir. Elektrik motorunun dönü sayısını ayarlamak için bir hız kontrol ünitesi kullanılmaktadır. Bu ünite tarafından akımın frekansı değiştirilerek

dönü sayısı ayarlanabilmektedir (Karayel, 1998).

Tartım Yöntemi

Sıra üzeri tohum aralığının tartım yöntemi ile belirlenmesi, ekici düzende bulunan dişli makaralardan düşen tohumların tartılması esasına dayanmaktadır (Şekil 3).



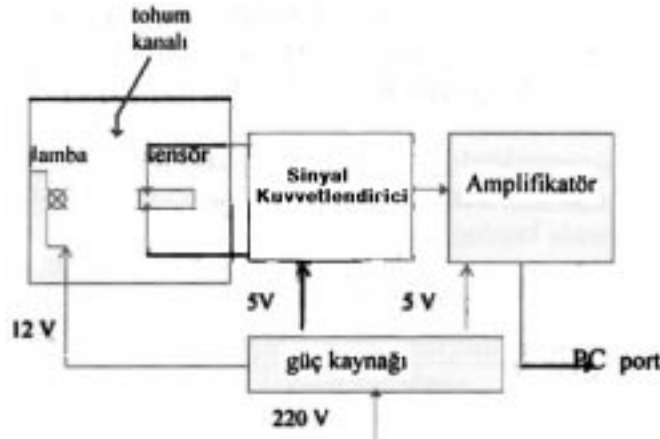
Şekil 3. Tartım yöntemi

Bu sistemde, hareket elektrik motoru ile sağlanmaktadır. Motordan alınan dönü hareketi zincir dişli ile valsere iletilmektedir. Elektik motorundan farklı dönme hızları elde edebilmek için bir hız kontrol ünitesi (frekans değıştirici) kullanılmaktadır. Böylece valsler üzerine oturtulan ekim makinası tohum dağıtım düzenlerinin laboratuvar koşullarında ve istenilen ilerleme hızı kademelerinde çalıştırılması sağlanmaktadır (Boydaş, 1999). Ölçümler, tohum dağılım düzenlerinden akan materyalin hassas terazi ile kümülatif olarak sürekli tartılması ve tartım değerinin anında bilgisayara girilmesi ile yapılabilmektedir. Kayıtlar ekim makinası istenen ilerleme hızına

ulaştıktan sonra alınarak, her bir tekerrüre ait tartım değerleri bilgisayarda depolanmaktadır (Boydaş, 1999, Turgut ve ark. 1991).

Fotosel Algılama Yöntemi

Fotosel algılama yöntemi ile tohum kanalından geçen tohumun fotoselin gelen ışığını engellemesi sonucu fotosel'in gerilim üretmemesi veya üretilen gerilimin azalması esasına göre çalışmaktadır. Sistemde, ışık şiddetine bağlı olarak gerilim üreten fotosel, sinyal ve fonksiyon çevirici, yükseltici, güç kaynağı ve bilgisayar kullanılmaktadır (Taşer, 1997, Taşer ve ark. 1997). Sistem Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Fotosel ile tohum algılama düzeneğine ilişkin donanım yapısı

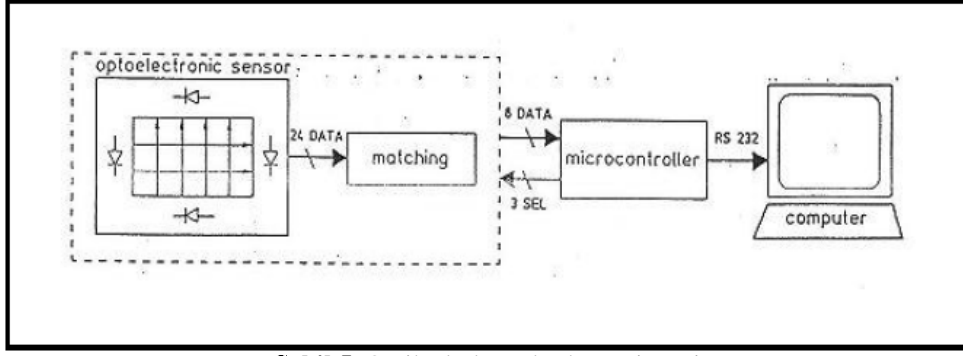
Tohumlar Şekil 4'de görülen sistemin tohum kanalından geçerek, belirli bir ilerleme hızında hareket eden ve üzerinde gres yağı bulunan bandın üzerine düşmektedir. Daha sonra bilgisayarda kaydedilen verilerle bant üzerinden ölçümle karşılaştırma yapılmaktadır. Sistemde kullanılan fotoselden 10 W'lık ışık kaynağında ve 28 mm mesafede 4.40 V'luk gerilim elde edilebilmektedir. Tohumların arasındaki zaman ölçümü tamamen bilgisayar hızına ve program yapısına bağlı olarak değişmektedir (Taşer, 1997).

Optik Algılayıcılar (Sensörler)

Algılayıcılar (sensörler) her alanda olduğu gibi tarımsal alanda da daha iyi

optimizasyon sağlayacak otomasyona izin vermektedirler (Tuğrul, 1996). Ortamdaki bir değişikliği algılayan elemanlara sensör, algılanan değeri başka bir enerjiye çeviren elemanlara da transducer denilmektedir. Bu nedenle elemanlar hep birlikte kullanılmaktadır (Yiğit, 2006).

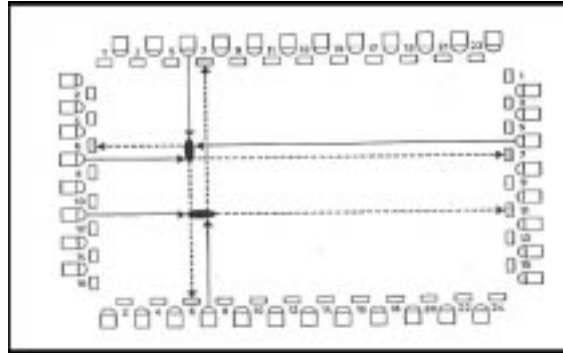
Optik algılayıcılar tohum kanalından geçen tohumun algılayıcının gelen ışığını engellemesi sonucu optik algılayıcının gerilim üretmemesi veya gerilimin azalması esasına göre çalışmaktadır (Karayel, 2007; Lan et al, 1999; Alchanatis ve ark., 2002; Panning, ve ark., 2000; Kocher ve ark., 1997). Optik algılayıcı ölçme sistemi Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Optik algılayıcı ölçme sistemi

Optik algılayıcı ölçme sistemi üç ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar tohumları algılayan fotodiyotlar, görüntü analizi için bir mikro denetleyici ve bir adet kişisel bilgisayardır. Optik algılayıcıda verici ve alıcı olarak kızıl ötesi ışık yayan fotodiyotlar bulunmaktadır. Tohumların alıcı ve verici arasındaki düz yolu kestiği

her zaman, alıcı fotodiyotun elektriksel tepkisi değişmektedir. Optik algılayıcıda iki eksen boyunca 40 adet alıcı verici diyot çifti yerleştirilmiş ve Şekil 6'da gösterilmiştir (Karayel, 2007; Lan ve ark., 2002; Panning ve ark., 2000; Kocher ve ark., 1997).



Şekil 6. Algılayıcı diyot

Fiber- Optik Algılayıcılar (sensörler)

Ekim makinasından serbest şekilde düşen tohumlar algılama ünitesine karşılıklı olarak yerleştirilen fiber-optik algılayıcı tarafından algılanmaktadır. Fiber optik kablo arasından geçen tohumlar algılayıcılar tarafından algılanmakta ve algılayıcı kısmının anfi devresinde oluşan sinyal, elektronik kartta bulunan analog-dijital dönüştürücü kısmına iletilmektedir (Yiğit, 2006).

Kamerah Ölçme Sistemi

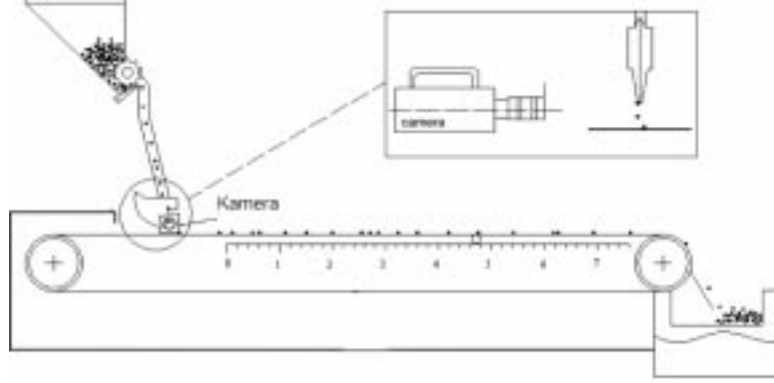
Görüntü işleme değişik şekillerde elde edilen görüntülerin örneksel sayısal çeviriciler içeren özel bilgisayarlarda saklanması, değerlendirilmesi ve incelenmesi olarak tanımlanabilir (Ayata ve ark., 1997). Diğer bir deyişle sayısal tip

video kamera veya kamera ile elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamına uygun dosyalar halinde aktarılması ve özel programlar aracılığı ile işlenmesidir (Dursun ve Dursun, 2000). Ekim Makinalarının performans testlerinde de kullanılabilen kamera ölçme sistemi ile tohumların görüntüleri kaydedilebilmekte, çiziye düşen tohum, tohumlar arası mesafe ve sıra üzeri tohum aralığı belirlenebilmektedir (Li ve Lin, 2006).

Kamerah ölçme sistemi ile tohumların algılanmasında yüksek hızlı kameralar kullanılmaktadır (Karayel, 2007, Leemans ve Destain, 2007). Hız kamerası kullanılarak yapılan çalışmalarda iki yöntem üzerinde durulmuştur. Bunlar hız kamerasının, tohum borusundan tohumların düşüş anını kaydedecek şekilde

yerleştirilmesi, diğeri ise hız kamerasının yapışkan bant üzerinden tohumların fotoğrafını çekecek şekilde yerleştirilmesidir. Şekil 7’de hız

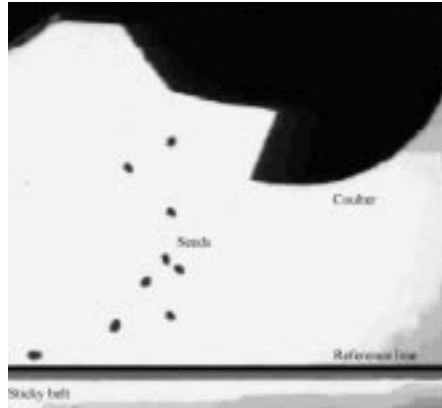
kamerasının tohum borusundan tohumların düşüşünü görüntülediği yöntem düzeneği gösterilmiştir (Karayel, 2007).



Şekil 7. Kameralı ölçme sistemi

Bu sistemde, kamera tohum borusundan düşen tohumları görüntülemektedir. Şekil 8’de kamera tarafından çekilen örnek bir resim gösterilmiştir. Kamera tarafından çekilen

resimler bir görüntü yorumlayıcıya aktarılmakta ve oradan da kişisel bir bilgisayara aktarılmaktadır (Karayel, 2007; Karayel ve ark., 2006; Dursun ve Dursun, 2000).



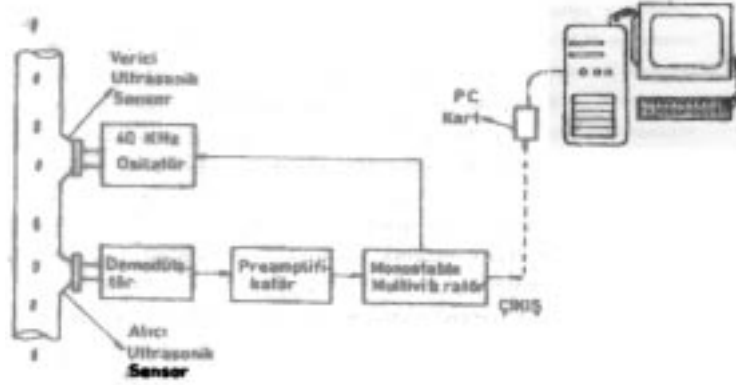
Şekil 8. Kameralı ölçme sisteminde tohum düşüşünün belirlenmesi

Sıra üzeri uzaklık, kameranın saniyede çekebildiği resim sayısı ve iki resim arasında geçen sürenin ilerleme hızı ile çarpılması sonucu bulunmaktadır (Karayel, 2007; Karayel ve ark., 2006). Kamera ile elde edilen görüntüler, çeşitli şekillerdeki tohumların boyutlandırılmasında da kullanılmaktadır (Shahin ve ark., 2004).

Ultrasonik Sayıcı Yöntemi

Sıra üzeri tohum aralığının ultrasonik bir sayıcı ile belirlenmesi, ses dalgaları içerisine giren bir cismin bu

dalgaların hareketini bozarak algılanması esasına dayanmaktadır (Çolak ve ark., 1995). Bu amaçla algılama ortamı içerisinde ultrasonik dalga yaratmak ve bunu ortama yaymak gerekmektedir. Ultrasonik dalgayı yaratmak ve yaymak için ultrasonik bir iletici, ultrasonik dalgaların içine giren cisimlerin yarattığı girişim frekansını algılamak için ise ultrasonik alıcı kullanılmaktadır. Bu girişim frekansı alıcı tarafından elektriksel sinyale dönüştürülmektedir (Karayel, 1998). Sistem Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 9. Ultrasonik sıra üzeri belirleme düzeneği

Ekim borusu içinde ultrasonik dalgalar içine giren cismin giriş frekansı algılanarak ve bu frekans alıcı tarafından elektriksel sinyale dönüştürülmektedir. Ultrasonik algılayıcının çıkışında alınan elektriksel bir data ölçümleme kartı ve bir software program yardımıyla bilgisayarda dosyalanmaktadır. Ultrasonik sayıcının borusundan geçen tohumlar borunun hemen altında çalışan bir banda düşürülmektedir (Çolak ve ark., 1995).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekim makinalarının, ekim düzgünlüğünü belirlemek amacıyla makinanın sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün araştırılması gerekmektedir. Ekim makinalarında, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü tespit edebilmek için yapılan araştırmalar tarla ve laboratuvar koşullarında yürütülmektedir. Bu yöntemler; toprak kanalı, yapışkan sonsuz bant yöntemi, tartım yöntemi, ultrasonik sayıcı yöntemi, optik sensörler yöntemi, fiber optik sensörler, kameralı ölçme yöntemleri ve fotosel algılama yöntemleridir.

Toprak kanalı ve tarla yönteminde, toprak koşulları, tohum özellikleri ve hava koşulları da etki etmekte, elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir (Karayel,

2007). Tartım yöntemi kullanılarak sıra üzeri tohum dağılım belirleme çalışmaları normal sıravari ekim makinalarında yapılmıştır. Bu yöntemi hassas ekim makinaları için kullanmak oldukça zordur. Ultrasonik sayıcı yönteminde, tohumlar düşerken tohum borusu içinde farklı mesafelerde yol alabilmekte ve bu durum düşme mesafesini etkileyebilmektedir (Çolak ve ark., 1995). Optik ve fiberoptik sensörler yönteminde, zamandan kazanç sağlanmakta ancak küçük tohumların algılanmasında problem yaşanabilmektedir (Yiğit, 2006). Hız kamerası yöntemi, hızlı ve güvenilir bir yöntem olmasına karşın hız kameralarının edinme maliyetleri nedeniyle günümüz için ekonomik bir yöntem değildir (Karayel, 2007). Fotosel algılama yöntemi, ışığın engellenmesine dayandığı için kullanılan tohumun boyutları önemli olmakta, dolayısıyla her tohum için uygulanamamaktadır (Taşer, 1997).

Sonuç olarak; sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde açıklanan bütün sistemler güvenilir bir şekilde kullanılabilir. Ancak, halen en yaygın kullanılan yöntem, yapışkan sonsuz bant yöntemi olup diğer yöntemlerin doğruluğunun belirlenmesinde de bu yöntem kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

Alchanatis, V., Kashti, Y., Brikman, R., 2002. A Machine Vision System for Evaluation of Planter Seed Spatial

Distribution, the CIGR Journal of Scientific Research and Development, Volume 4
Ayata, M., Yalçın, M., Kirişçi, V., 1997
Toprak-Alet İlişkilerinin Görüntü

- İşleme Sistemi İle İncelenmesi, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi 17-19 Eylül Tokat
- Barut, Z.B., 1996. Farklı Tohumların Ekiminde Kullanılan Düşey Plakalı Hava Emişli Hassas Ekici Düzenin Uygun Çalışma Koşullarının Saptanması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana
- Barut, Z.B., Özmerzi, A., 1997. Hava Akımlı Hassas Ekim Makinalarında Tohum Plakası Delik Şeklinin Ekim Düzgünlüğüne Etkisi, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi 17-19 Eylül Tokat
- Boydış, M.G., 1999. Ekim Makinalarında Kullanılan Dişli Makaralarda Bazı Yağışal ve İşletme Özelliklerinin Tohum Akış Düzgünlüğüne Etkilerinin Saptanması, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum
- Çolak, A., Acar, A.İ., Öztürk, R., Çilingir, İ., 1995. Ultrasonik Tohum Sayıcının Ekim Makinası Deneylerinde Kullanılabilir Olanakları, Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi 5-7 Eylül, Bursa
- Dursun, İ. G., Dursun, E. 2000. Ekim Makinası Sıra Üzeri Tohum Dağılımının Görüntü İşleme Yöntemi İle Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt:6, Sayı:4 Ankara
- Ivancan, S., S. Sito and G. Fabijanić, Effect of Precision Drill Operating Speed on the Intra-row Seed Distribution for Parsley Biosystems Engineering, Volume 89, Issue 3, Pages 373-376
- Karayel, D., 1998, Düşey Plakalı Hava Emişli Bir Hassas Ekim Makinasının Bazı Sebze Tohumları İçin Laboratuvar ve Tarla Koşullarında Sıra Üzeri Tohum Dağılım Değerlerinin Karşılaştırılması, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya
- Karayel, D., Wieseoff, M., Özmerzi, A., Müller, J., 2006, Laboratory Measurement of Seed Drill Seed Spacing and Velocity of Fall of Seeds Using High-Speed Camera System, Computers and Electronics in Agriculture, Pages: 89-96
- Karayel, D., 2007 Ekim Makinası Denemelerinde Kullanılan Optik Algılayıcı ve Kameralı Ölçme Sistemlerinin Karşılaştırılması, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3(1), S:59-64
- Kocher M.F., Lan. Y, Chen, C., Smith, J.A. 1997, Opto-Electronic sensor System for Rapid Evaluation of Planter Seed Spacing Uniformity. Transactions of ASAE, 41(1), pages: 237-245.
- Kocher, Y. Lan, C. Chen and J.A. Smith, 1998. Opto-electronic sensor system for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity, Transactions of the ASAE 41 (1998) (1), pp. 237–245.
- Lan Y., M.F. Kocher, J.A. Smith, 1998. Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds, Journal of Agricultural Engineering Research, 72(1), pp. 119–127
- Leemans V., Destain M.F., 2007. A computer-vision based precision seed drill guidance assistance, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 59, Issue 1-2, Pages 1-12
- Li, W., Lin, J., 2006. Seeding Precision Test Based on Machine Vision, Transactions of ASAE Computers in Agriculture and Natural Resources, 4th World Congress Conference, Proceedings of the 24-26 July (Florida, USA)
- Önal, İ., 1987. Vakum prensibiyle çalışan bir pnömatik hassas ekici düzenin ayçiçeği, mısır ve pamuk tohumu ekim başarısı, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:24, Sayı:2 S. 105-125, İzmir
- Ozmerzi, A., Karayel, D., Topakci M, 2002. Effect of Sowing Depth on Precision Seeder Uniformity, Biosystems Engineering, 82 (2), 227–230
- Panning J.W., Kocher M.F., Smith J.A., Kachman S.D., 2000. Laboratory and Field Testing of Seed Spacing Uniformity for Sugarbeet Planters, Applied Engineering in Agriculture, 16(1), Pages:7-13

- Singh, R.C., Singh, G., Saraswat, D.C., 2005. Optimisation of Design and Operational Parameters of a Pneumatic Seed Metering Device for Planting Cottonseeds, Biosystems Engineering, Volume:92, Issue 4, Pages:429-438
- Speelman, L., 1975. The seed distribution in band sowing of cereals, Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 20, Issue 1, Pages 25-27
- Shahin, M.A., Symons, S.J., Meng, M.A.X., 2004. Seed Sizing with Image Analysis, the American Society of Agricultural and Biological Engineers, Paper number 043121.
- Taşer, Ö.F., 1997. Sıra Üzeri Tohum Dağılımının Fotosel Algılama Yöntemi ile ve Bilgisayar Destekli Saptanabilmesi, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi 17-19 Eylül Tokat
- Taşer, Ö.F., Altuntaş, E., Ökgöz, E., 1997. Pnömatik Hassas Ekim Makinasında Titreşimin Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi 17-19 Eylül, Tokat
- Tuğrul, K.M., 1996. Hassas Ekim Makinalarıyla şeker Pancarı Tohumlarının Ekiminde, Tohumların Opto-Elektronik Sensör ile Algılanma Olanaklarının Araştırılması, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Turgut, N., İ. Özsert, A.K. Bayhan, 1991. Bazı Tahıl Ekim Makinaları Tohum Dağılım Düzenleri Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlükleri Üzerine Bir Araştırma, Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, 25-27 Eylül, Konya.
- Yalçın, İ., 1999. Değişik Toprak İşleme ve Pamuk Ekim Tekniklerini Aydın Yöresi Koşullarına Uygulama Olanakları, Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Yiğit, K., 2006. Ekim Makinalarında Elektronik Tabanlı Tohumlar Arası Uzaklık Ölçme Sistemi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Yurdusever, E., 2006. Hassas Ekim Makinalarında İlerleme Hızının Farklı Küresellik Katsayısındaki Tohumların Dağılımı Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Geliş Tarihi:25.06.2008*
Kabul Tarihi:25.07.2008

Copyright of *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty* is the property of Adnan Menderes University and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.