

## Ekim Makinası Denemelerinde Kullanılan Optik Algılayıcı ve Kameralı Ölçme Sistemlerinin Karşılaştırılması

**Davut KARAYEL**

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Antalya  
dkarayel@akdeniz.edu.tr

**Özet:** Bu araştırma, laboratuvar koşullarında yapılan ekim makinası denemelerinde, sıra üzeri tohum dağılımını belirlemek için kullanılan optik algılayıcı ve yüksek hızlı dijital kameralı ölçme sistemlerinin karşılaştırılması ve her iki sistemin avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi için yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, soya tohumu kullanılarak yapılan denemelerde, her iki ölçme sistemi ile ölçülen sıra üzeri uzaklık değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz iken, buğday tohumu kullanılarak yapılan denemelerde sadece 40 min<sup>-1</sup> makara devrinde oluşan 110 tohum/s'lik tane atım frekansı için ölçüm sistemleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde önemlidir. Optik algılayıcı ölçme sisteminde, denemeye alınan tüm makara devirlerinde, kameralı ölçme sistemine göre daha yüksek ölçme hatası oluşmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ekim makinası, optik algılayıcı, yüksek hızlı kamera, tohum dağılımı

### Comparison of Opto-electronic and Camera Measurement Systems Used in the Seed Drill Experiments

**Abstract:** This research was carried out to compare opto-electronic and camera measurement systems used for determination of seed distribution in row in laboratory. The advantages and disadvantages of both systems were also determined. Research results showed that while differences between seed spacings measured with the opto-electronic and camera measurement system were not statistically significant for the soybean experiments, the differences between seed spacings were statistically significant only for seed frequency of 110 seed/s at the speed of metering roller of 40 min<sup>-1</sup> for wheat experiments. Measuring inaccuracy of opto-electronic measurement system was higher than camera system.

**Key words:** Seed drill, opto-electronic sensors, high speed camera, seed distribution

### GİRİŞ

Ekim makinalarının yapısal özelliklerini iyileştirmek, iş başarılarını ve kapasitelerini geliştirmek amacıyla yapılan araştırmalarda ekim makinalarının yatay ve düşey düzlem tohum dağılımı düzgünlüklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Yatay ve düşey düzlem tohum dağılımının laboratuvar şartlarında belirlenmesi için yapışkan sonsuz bant, tartım yöntemi, ultrasonik sayıcı, optik algılayıcı, görüntü işleme yöntemi ve toprak kanalı gibi çeşitli ölçme sistemlerinden ve tekniklerden yararlanılmaktadır. Yapışkan sonsuz bant, tartım yöntemi, ultrasonik sayıcı, kamera ve optik algılayıcılardan yararlanan araştırmalarda yatay düzlem tohum dağılımı belirlenirken, toprak kanalı kullanılan araştırmalarda yatay düzlem tohum dağılımı

yanında düşey düzlem tohum dağılımı da belirlenebilmektedir.

Yapışkan sonsuz bant kullanılan denemelerde ya ekim makinası sabit tutulmakta yapışkan bant düzeni ilerleme hızında hareket ettirilmekte, yada yapışkan bant sabit tutulmakta ekim makinası bant üzerinde hareket ettirilmektedir.

Ultrasonik sayıcı yöntemi, ultrasonik ses dalgaları içerisine giren bir cismin, bu dalgaların hareketini bozarak algılanması ilkesine göre çalışmaktadır. Bu amaçla algılama ortamı içerisinde ultrasonik dalga yaratmak ve bunu ortama yaymak gerekmektedir. Optik algılayıcılar tohum kanalından geçen tohumun algılayıcının gelen ışığını engellemesi sonucu optik algılayıcının gerilim üretmemesi veya üretilen

gerilimin azalması esasına göre çalışmaktadır. Sistemde ışık şiddetine bağlı olarak gerilim üreten fotosel, sinyal ve fonksiyon çevirici kullanılmaktadır. Tartım yönteminde ise tohum dağıtım düzeninden akan materyal terazi ile kümülatif olarak sürekli tartılmaktadır.

Çolak ve ark. (1995), birbiri ardına düşen tohumları algılayarak sayabilen bir tohum sayıcı geliştirmişlerdir. Geliştirilen algılayıcı çapları 1 mm' ye kadar olan küçük cisimlerin algılanabilmesine olanak sağlayan bir sayma ünitesidir. Cihaz, ultrasonik ses dalgaları içerisine giren bir cismin bu dalgaların hareketini bozarak algılanması esasına göre çalışmaktadır. Turgut ve ark. (1991), Türkiye'de kullanılan tahıl ekim makinaları tohum dağılım düzenlerinin sıra üzeri dağılım düzgünlüklerini bilgisayar destekli bir deney seti ile belirlemiştir. Denemeler ekim makinalarının 1.15 ve 2.30 m/s ilerleme hızlarında çalıştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde tohum dağılım düzenlerinden akan materyal hassas terazi ile kümülatif olarak sürekli tartılmış ve tartım değerleri anında bilgisayara iletilmiştir.

Taşer (1997), ekim makinası denemelerinde, ekici düzenden düşen tohumların arasındaki düşü zamanı farklılıklarını algılayabilen, optik algılayıcı bilgisayar destekli bir tohum algılama ve değerlendirme düzeni geliştirmiştir. Yine Kocher ve ark. (1998), Tuğrul ve Göknuur Dursun (1997), Lan ve ark. (1999), Panning ve ark.(2000) tarafından hassas ekim makinalarının ve Müller ve ark (2000) tarafından tahıl ekim makinalarının sıra üzeri tohum dağılımının belirlenmesi için optik algılayıcılar kullanılmıştır.

Göknuur Dursun ve Dursun (2000) tarafından görüntü işleme yöntemi yardımıyla bir ekim makinasının sıra üzeri tohum dağılımı belirlenmiştir. Bu amaçla buğday, mısır, havuç, domates, fiğ ve şeker pancarı tohumları kullanılarak sıra üzeri uzaklıkları farklı olan örnekler hazırlanmıştır. Bu örneklerin görüntüleri bilgisayar ortamına aktararak bir görüntü işleme programı ile analiz edilmiştir.

Karayel ve ark. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada ise yüksek hızlı kameraların laboratuvarda yapılan ekim makinası denemelerinde sıra üzeri tohum dağılımı ve tohumların çiziye düşü hızının belirlenmesi için kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bu araştırma, optik algılayıcı ve yüksek hızlı kameralı ölçme sistemlerinin, farklı tohum atım frekansındaki sıra üzeri tohum dağılımını ölçme hassasiyetlerini karşılaştırmak için yapılmıştır. Bu amaçla sözü edilen ölçme sistemleri ile oluklu makaralı ekici düzenin farklı devir sayılarında ölçülen sıra üzeri uzaklıklar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Araştırma Hohenheim Üniversitesi, Ziraat Mühendisliği Enstitüsünde laboratuvar ortamında buğday ve soya tohumları kullanılarak yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Denemelerde boyutları Çizelge 1'de verilen buğday ve soya tohumları kullanılmıştır.

Optik algılayıcı ölçme sistemi üç ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar tohumları algılayan fotodiyotlar, görüntü analizi için bir mikro denetleyici ve bir adet kişisel bilgisayardır (Şekil 1-a).

Optik algılayıcıda verici ve alıcı olarak kızıl ötesi ışık yayan fotodiyotlar (Infrared emitting diodes- IRED) kullanılmıştır. Tohumların alıcı ve verici arasındaki düz yolu kestiği her zaman, alıcı fotodiyodun elektriksel tepkisi değişmektedir. Optik algılayıcı deneme düzenine iki eksen boyunca 40 adet alıcı verici diyet çifti yerleştirilmiştir. Algılayıcıların mümkün olduğunca birbirine yakın bağlanması için alıcı ile vericiler değişimli monte edilmiştir. Böylece kızıl ötesi ışınlar arasındaki kör noktalar 0.35 mm'ye düşürülmüştür ve bu da en az 1 mm çapındaki tohumların algılanmasına olanak sağlamaktadır. Mikro denetleme ünitesi 250 µs

**Çizelge 1. Denemelerde Kullanılan Tohumlara Ait Genel Özellikler**

Tohum Cinsi	Ortalama Tohum Boyutları (mm)			Bin dane ağırlığı (g/1000 dane)
	Uzunluk	Kalınlık	Genişlik	
Buğday	6.7	2.2	3.5	46.3
Soya	6.9	4.9	5.3	191.2

aralıkla optik sinyallerden gelen sinyalleri okumakta ve algılanan tohumların hangi algılayıcı tarafından algılandığını tespit etmektedir. Daha sonra algılanan tohumlar arasındaki süre farkı bir kişisel bilgisayara aktarılmakta ve istenen ilerleme hızı için sıra üzeri uzaklıklar hesaplanmaktadır.

Kameralı ölçme sisteminde tohum akışını kaydetmek için Kodak Ektapro HS yüksek hızlı dijital kamera kullanılmıştır. Kameranın çözünürlüğü 256 x 256 piksel'dir ve saniyede 30-4500 arasında resim kaydedebilmektedir. Resim boyutu küçültüldüğünde kayıt hızı saniyede 40500 resime kadar çıkabilmektedir. Yapılan denemelerde Karayel ve ark. (2006) tarafından da önerildiği gibi kamera saniyede 750 resim çekebilecek şekilde ayarlanmıştır. Her tekerrür için yaklaşık 10 saniye çekim yapılmış ve dolayısıyla 8000 adet resim kaydedilmiştir.

Kamera tarafından çekilen resimler bir görüntü yorumlayıcıya (motion analyser) aktarılmaktadır. Görüntü yorumlayıcı kamera tarafından çekilen resimleri TIFF uzantılı dosyalar halinde kaydetmektedir. Buraya kaydedilen resimler daha sonra bir kişisel bilgisayara aktarılmaktadır (Şekil 1-b).

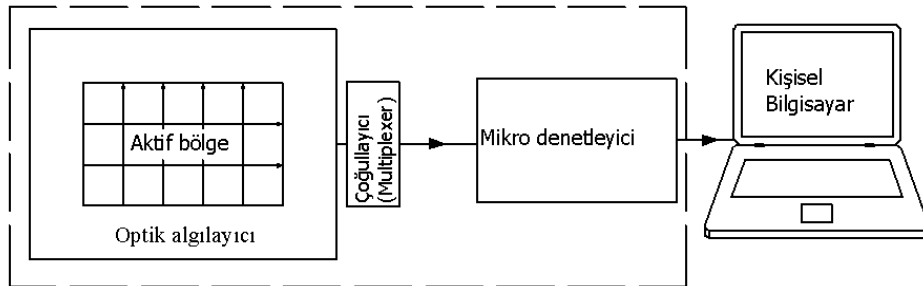
Denemelerde kullanılan ekici ünite üzerinde, buğday için makara çapı 80 mm oluk çapı 8 mm ve oluk sayısı 14 olan üç parçalı düz oluklu makara, soya için ise yine makara çapı 80 mm, oluk çapı 12 mm ve oluk sayısı 12 olan üç parçalı düz oluklu makara kullanılmıştır.

### Yöntem

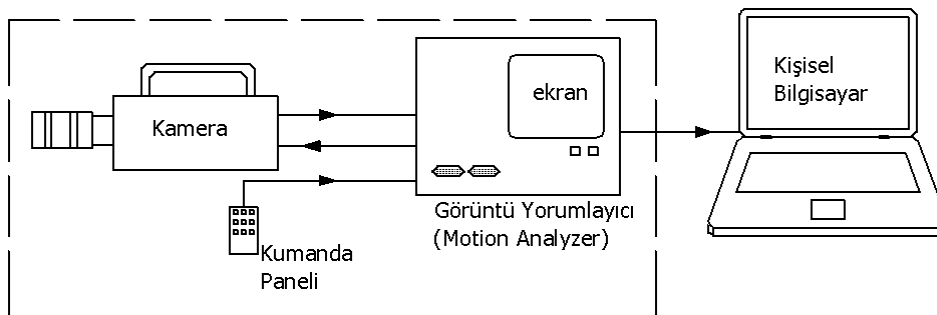
Denemeler buğday ve soya olmak üzere iki farklı tohum ve her tohum için itici makaranın 10, 20, 30, 40 min<sup>-1</sup> olmak üzere 4 farklı devrinde yapılmıştır. Bu devirlere karşılık gelen tohum atma frekansları 10, 20, 30, 40 min<sup>-1</sup> için buğday tohumu kullanılarak yapılan denemelerde sırasıyla 32, 61, 90 ve 110 tohum/s iken soya tohumu ile yapılan denemelerde 15, 29, 40 ve 51 tohum/s'dir.

Denemelerde aynı anda hem optik algılayıcı hem kamera sistemi ile ölçüm yapılmıştır. Kamera tarafından kaydedilen tohumlar aynı zamanda optik algılayıcıdan da geçirilmiştir.

Kamera tarafından kaydedilen görüntüler önce görüntü yorumlayıcıya (motion analyser) kaydedilmiş daha sonra ise TIFF uzantılı resim dosyaları olarak bir kişisel bilgisayara aktarılmıştır.



(a) Optik algılayıcı ölçme sistemi



(b) Kameralı ölçme sistemi

**Şekil 1. Denemelerde kullanılan ölçme sistemleri**

Bilgisayara aktarılan bu resimler Optimas (Versiyon 6.2) programı kullanılarak değerlendirilmiştir (Optimas, 1999). Tohumlar arasındaki uzaklığı bulmak için öncelikle bir referans düzlemi belirlenmiştir. Bu referans düzlemi optik algılayıcının yerleştirildiği düzlemdir.

Kullanılan program, kaydedilen resim dosyalarını kayıt sırasıyla ve bütün resimleri aynı ölçekte bilgisayar ekranına getirmektedir. Bir tohum referans düzlemini geçtikten sonra ardışık diğer tohumun referans düzlemini geçmesine kadar çekilen resim sayısı bilgisayar kullanıcısı tarafından belirlenebilmektedir. Denemelerde kamera saniyede 750 resim çekebilecek şekilde ayarlandığı için her resim arasındaki süre  $1/750=0.0013$  s'dir. Bu süre ile referans düzlemini geçen iki tohum arasındaki resim sayısı ve ilerleme hızı çarpıldığında iki tohum arasındaki sıra üzeri uzaklık belirlenebilmektedir. Ölçülen bu uzaklıklar ve uzaklıklara ilişkin varyasyon katsayıları aynı denemede optik algılayıcılarla ölçülen uzaklıklar ve varyasyon katsayıları ile karşılaştırılmıştır. Denemelerde ayrıca her ölçümde kullanılan tohumlar tartılmış ve tohumların bin dane ağırlığından yararlanılarak her denemede kullanılan tohum sayısı belirlenmiştir. Deneme düzenleri tarafından algılanmayan tohumların, denemede kullanılan tohum sayısına oranı ise ölçme hatası olarak hesaplanmıştır. Araştırmada tüm denemeler için ilerleme hızı 1 m/s olarak kabul edilmiştir.

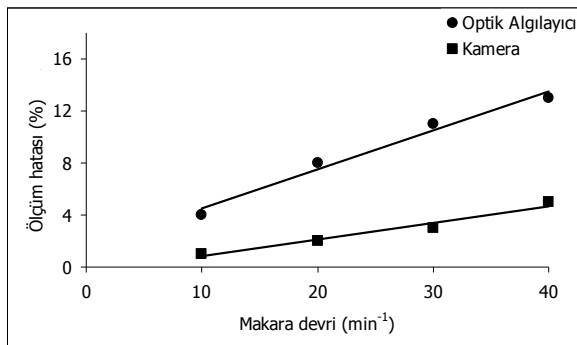
## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Optik algılayıcı ve yüksek hızlı dijital kamera denemelerinde ölçülen sıra üzeri uzaklıklar istatistiksel olarak tesadüf parselleri deneme deseninde grupların

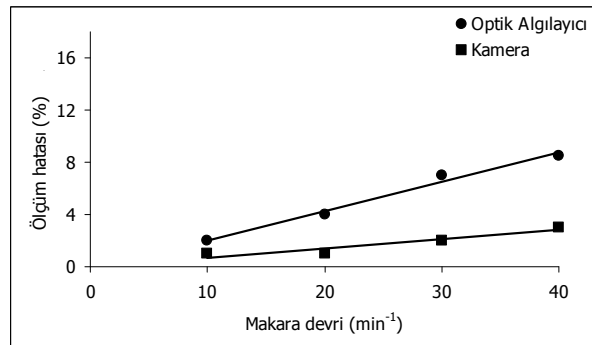
karşılaştırılması yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre buğday tohumu kullanılarak yapılan denemelerde 10, 20 ve 30  $\text{min}^{-1}$  makara devirlerinde optik algılayıcı ile ölçülen sıra üzeri uzaklıklar ile kamera ile ölçülen sıra üzeri uzaklıklar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz iken 40  $\text{min}^{-1}$  makara devirlerinde oluşan farklılık istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde önemlidir. Soya tohumu kullanılarak yapılan denemelerde ise tüm makara devirlerinde optik algılayıcı ile ölçülen sıra üzeri uzaklıklar ile kamera ile ölçülen sıra üzeri uzaklıklar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir.

Araştırmada uygulanan bütün makara devirlerinde kameralı ölçme sisteminde daha düşük ölçüm hatası oluşmuştur. Buğday ile yapılan denemelerde en yüksek ölçme hatası optik algılayıcı ile 40  $\text{min}^{-1}$  makara devrinde elde edilirken, kameralı ölçme sisteminde en yüksek ölçme hatası sadece %5'dir. Soya tohumu ile yapılan denemelerde de benzer sonuçlar elde edilmiş ancak soya tohumu ile yapılan denemelerde buğdaya göre tane atım frekansı daha düşük olduğu için her iki ölçme sisteminde de daha düşük ölçme hatası oluşmuştur (Şekil 2).

Şekil 3 incelendiğinde her iki yöntemle ölçülen sıra üzeri uzaklıklara ilişkin varyasyon katsayılarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. En büyük farklılığın her iki tohum içinde 40  $\text{min}^{-1}$  makara devrinde olduğu görülmektedir. Optik algılayıcı deneme düzeninin yüksek makara devri ve dolayısıyla yüksek tane atım frekansındaki ölçüm hatasının yüksek olması varyasyon katsayıları arasındaki farklılığı da arttırmıştır.

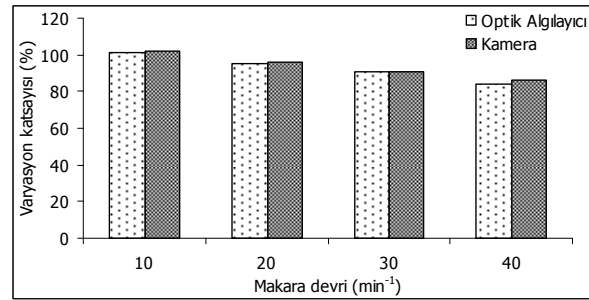
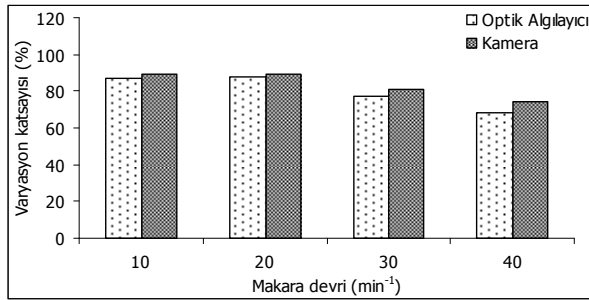


Buğday denemeleri



Soya denemeleri

Şekil 2. Ölçüm hataları



Buğday denemeleri

Soya denemeleri

**Şekil 3. Sıra üzeri uzaklık varyasyon katsayıları**

### SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tarım makinaları alanındaki gelişmeler, tarım makinaları deneylerinde kullanılan ölçüm cihazlarının da daha hassas ve doğru ölçme yapmaları gereğini beraberinde getirmiştir. Bu amaçla son yıllarda optik algılayıcı ve yüksek hızlı kameralar ekim makinası denemelerinde kullanılmaya başlamıştır. Bu araştırma ile bu iki deneme düzeninin ölçüm hataları belirlenmeye çalışılmış ve her iki deneme düzeninden elde edilen sonuçlar ve gözlemlere dayanarak her iki yöntemin avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Yapılan denemeler ve denemeler sırasındaki gözlemler sonucu aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Denemeye alınan tüm makara devri için kameralı ölçme sisteminde daha düşük ölçüm hatası oluşmuştur. Kameralı deneme düzeninde deneme sırasındaki tüm tohumlar kamera tarafından kaydedilmiştir. Ölçüm hatalarının daha çok tohum görüntülerinin incelenmesi sırasında olduğu ve kullanıcıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yüksek tane atım frekansı nedeniyle optik algılayıcıdan aynı anda çok sayıda tohumun geçmesi optik algılayıcıdaki hata oranını arttırmıştır. Özellikle buğday tohumuyla 40 min<sup>-1</sup> devirde elde edilen 110 tohum/s'lik tane atım frekansında %14'e varan ölçüm hatası oluşmuş bu da iki yöntem tarafından ölçülen sıra üzeri uzaklık ve varyasyon katsayıları arasındaki farklılığın artmasına neden olmuştur.

Kameralı deneme düzeninde verilerin elde edilmesi ve yorumlanması için daha yoğun işgücü ve zamana ihtiyaç olmasına karşın optik algılayıcı deneme düzeninde daha az işgücü ile daha kısa sürede sonuç elde edilebilmektedir. Dolayısıyla optik algılayıcı deneme düzeni otomasyona daha uygundur. Ancak kameralı deneme düzeni elde edilen görüntülerin bilgisayarda incelenip tohumlar arasındaki süre farkının bulunmasına yönelik özel görüntü analiz programlarının geliştirilmesiyle otomasyona daha uygun hale dönüştürülebilir.

### LİTERATÜR LİSTESİ

- Çolak, A., A.İ. Acar, R. Öztürk, İ. Çilingir, 1995. Ultrasonik Tohum Sayıcının Ekim Makinası Deneylerinde Kullanılabilir Olanakları. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, 157-163, 5-7 Eylül, Bursa.
- Gökür Dursun, İ., E. Dursun, 2000. Ekim Makinası Sıra Üzeri Tohum Dağılımının Görüntü İşleme Yöntemi ile Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(4), 21-26
- Karayel D., M. Wiesehoff, A. Özmerzi, J. Müller, 2006. Laboratory Measurement of Seed Drill Seed Spacing and Velocity of Fall of Seeds Using High-speed Camera System. Computers and Electronics in Agriculture, 50 (2), 89-96

- Kocher, M.F., Y. Lan, C. Chen, J.A. Smith, 1998. Opto-Electronic Sensor Systems for Rapid Evaluation of Planter Seed Spacing Uniformity. Transactions of the ASAE, 41(1), 237-245
- Lan, Y., Kocher, M.F., Smith, A., 1999. Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. J. Agric. Engr. Res. 72, 119-127.
- Müler, J., C. Kleinknecht, K. Köller, 2000. Online Messung Kornabstände bei Drillmaschinen. Tagung Landtechnik, Münster, VDI-Berichte Nr. 1544, s. 249-254

- Optimas. 1999. Optimas Version 6.2. Media Cybernetics, Inc, Silver Spring, MD
- Panning, J. W., M.F. Kocher, J.A. Smith, S.D. Kachman, 2000. Laboratory and Field Testing of Seed Spacing Uniformity for Sugarbeet Planters. Applied Engineering in Agriculture, 16(1): 7-13
- Taşer, Ö. F., 1997. Sıra Üzeri Tohum Dağılımının Fotocell Algılama Yöntemi ile ve Bilgisayar Destekli Saptanabilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S. 444-456, 17-19 Eylül, Tokat
- Tuğrul, K.M., İ. Göknur Dursun, 1997. A research on Seed Sensing Possibilities for Sugar Beet Seeds with precision Drill by Means of Opto-Electronic Sensor. 4th International Conference on Agricultural and Forest Engineering SGGW, 160-165, Warsaw, Poland.
- 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 Bildiri Kitabı, S. 260-269, 25-27 Eylül, Konya