

## Farklı Gömücü Ayak ve Tohum Borusu Tasarımları ile Tahıl Ekim Makinalarının Tohum Dağılımının İyileştirilmesi

Davut KARAYEL<sup>1\*</sup>, Ali AKTAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,  
Antalya

\*Sorumlu yazar e-posta: dkarayel@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 18.05.2018 Kabul Tarihi (Accepted): 07.11.2018

**Özet:** Tahıl ekim makinalarında ekici düzenden çıkan tohumlar, tohum borusu içerisinde tamamen tesadüfi olarak hareket ederler. Tohumların tohum borusu içerisindeki yörüngeleri, tohum borusu iç çeperine çarpma sayıları ve şiddetleri farklı olduğu için düşme süreleri ve hızları da farklıdır. Dolayısıyla tohumların akış düzgünlüğü, ekici düzenden itibaren ne kadar düzenli olarak başlarsa başlasın tohum borusunda bozulmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, tohum borusu içerisinde bozulan tohum akışının tohumlar çiziye yerleştirilmeden hemen önce daha düzenli hale getirilebilmesi için gömücü ayaklar ve tohum borularında yapılan değişiklikler ve bunların nihai tohum dağılımına etkisi üzerinde durulacaktır. Bu amaçla kademeli (V kanallı) gömücü ayak ile deneme aşamasında olan helezonlu tip tohum borusunun tanıtımı yapılarak, kademeli tip gömücü ayağın tohum dağılımına etkisi ortaya konulmuştur. Deneme sonuçlarına göre kademeli gömücü ayağın, tahıl ekim makinalarında sıra üzeri tohum dağılımı varyasyon katsayısını ve tohumların düşme hızını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ekim, tahıl ekim makinası, buğday, kademeli gömücü ayak, helezonlu tohum borusu

### Furrow Opener and Seed Tube Designs to Improve Seed Distribution Uniformity of Seed Drills

**Abstract:** Seeds drop from seed tubes with the effect of gravity for seed drills. Because trajectory of seeds in seed tube is different (because impact number and falling speed is different) dropping period of seeds is different. Whatever the regular seed flow starts from seed metering unit it becomes irregular flow while dropping in seed tube.

This research is prepared to arrange the seed flow in seed tube just before dropping to furrow with the designing the new furrow opener and seed tube. For this reason, a furrow opener including V channels (cascade) and a seed tube including helicoids are introduced and the effect of cascade furrow opener on seed distribution was presented. According to results of laboratory experiment the cascade (V channel) furrow opener decreased the coefficient of variation of seed spacing and falling speed of seeds.

**Key words:** Seeding, seed drill, wheat, cascade furrow opener, helicoid seed tube

### GİRİŞ

Ülkemizde olduğu gibi bütün dünyada insanlığın ana beslenme maddesi olan tahıllar, on dokuzuncu yüzyılın sonuna kadar büyük oranda elle serpilerek ekilmiştir. Tarla yüzeyine serpilten tohumların üzerleri daha sonra dişli tırmık, diskli tırmık gibi aletlerle kapatılmıştır. Günümüzde halen, ülkemizin bazı bölgelerinde santrifüj gübre dağıtma makinaları kullanılarak serpme ekim uygulamaları görülse de sıraya ekimin büyük oranda serpme ekimin yerini aldığı söylenebilir.

Sıraya ekim yöntemi;

- Kesintisiz sıraya ekim,
- Banda ekim,
- Şeritsel ekim,
- Dar sıra ekim,
- Çapraz ekim,
- Hassas ekim ve
- Ocaklara ekim

şeklinde uygulanabilir. Bitkinin yaşam alanı ihtiyacı ekim yönteminin seçiminde önemli bir kriterdir. Kesintisiz ekim yönteminde tohumlar 15-20 cm aralıklı

paralel sıralar üzerine bırakılır. Tohumlar sıra üzerine kesintisiz akış şeklinde yerleştirilir ve aralarındaki uzaklıklar geliş güzel bir dağılım gösterir. Tohumların kapatılması doğal toprak akışı ve çizileri açan ayakların arkasına bağlanmış olan zincir ya da tırmıklarla yapılır.

Tahıl ekim makinalarında olduğu gibi ekim makinalarının tipi ve yapısı ne olursa olsun makine esas itibarıyla tohum deposu, ekici düzen, tohum borusu, gömücü ayak, hareket iletim düzeni, kaldırma düzeni, şase, tekerlekler ve kapatma düzeninden oluşur (Erol ve Göknur Dursun, 1998). Ülger ve ark. (1996)' ya göre sıraya ekim yapan makinaların, bölge ve tarla koşullarına uygun ekim yapabilmesi için tarım tekniği, işletmecilik ve yapım özellikleri bakımından bir takım özellikleri içermesi istenir. Bu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Oluşturulan ekim sıraları birbirine paralel ve eşit uzaklıkta olmalıdır,
- Ekici düzenler tarafından atılan tohum miktarı ayarı tüm ekim süresince değişmemeli,
- Tohumlar sıra üzerinde düzgün dağılmalı ve atılan tohum miktarı ekim normuna uygun olmalı,
- Her sıraya eşit miktarda tohum ekilmeli,
- Ekim sırasında, tohumlarda mekanik zedelenme oluşmamalı,
- Tohumlar ekim süresince istenilen derinliğe ekilmeli ve ekim derinlikleri eşit olmalı,
- Makine istenilen ekim normları ve ekim derinliklerine göre kolayca ayarlanabilmeli ve
- Tohum deposu ve ekici düzenler ekimden sonra kolaylıkla boşaltılabilir ve temizlenebilir olmalıdır.

Bir ekim makinasının ekim düzgünlüğü bitkilerin tarla filiz çıkışını, gelişimini ve sonuç olarak verimini etkileyen önemli bir faktördür. Toprak işleme, gübreleme, bitki koruma gibi üretimi arttırıcı etmenlerin yanında düzgün bir yaşam alanı sağlamak suretiyle verimde artış sağlanabilmektedir (Önal, 2006). Ekim işleminde, tohumların toprak içerisindeki dağılımı yatay ve düşey dağılım şeklinde ifade edilir. Ekimde düzgün bir yatay düzlem tohum dağılımının sağlanmasında ekici düzenler birinci derecede etkilidir. Ancak; ekici düzen tarafından hareketlendirilen tohumların toprak içine yerleştirilene kadar oluşacak aksaklıkların da ekimin kalitesi ve başarısı üzerine etkili olduğu dikkate alınmalıdır. Bir ekim makinasının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün iyileştirilmesi, bitkiler arasındaki rekabeti azaltarak verimi arttıracaktır. Ekim işleminde yatay düzlemdeki tohum dağılım düzgünlüğüne; tohumların sıra üzeri uzaklık

dağılımı ile tohumların sıçrama ve sürüklenme etkisi ile çizgi ekseninden sağa ve sola sapma miktarları etkilidir. Yaşam alanı bir bitkinin sıra üzeri ve sıra arası uzaklığı ile belirtilmektedir. Ekim sırasında hedeflenen sıra arası ve sıra üzeri uzaklıklardan sapmalar ise yatay düzlemdeki tohum dağılım düzgünlüğünü oluşturmaktadır.

Tohum dağılım düzgünlüğünün iyileştirilmesi, her bir tohuma düşen yaşam alanının birbirine daha yakın olmasına ve böylece verimin artmasına katkı sağlar. Bunun yanında, komşu tohumlar arası boşlukların azalmasıyla yabancı otların bastırılmasına yardımcı olur. Buna rağmen geleneksel tahıl ekim makinalarında tohum dağılım düzgünlüğü oldukça kötüdür. Müller ve Köller (1996)' e göre geleneksel tahıl ekim makinalarında ekim sonrası tohumlar üstel bir dağılım gösterir. Yani istenen sıra üzeri uzaklıkta ekilen tohumların oranı çok düşüktür. Araştırmacılar tarafından mekanik tahıl ekim makinaları ile buğday ekimi sonrası sıra üzeri tohum uzaklıklarını ölçülmüş ve bu uzaklıkların varyasyon katsayısının %100-110 arasında olduğunu yani tohumların sıra üzeri uzaklıklarındaki sapmanın ortalama sıra üzeri uzaklıktan fazla olduğu belirlenmiştir. Buğday tohumu ile 300 kg/ha ekim normu ile yapılan ekim işleminde ortalama sıra üzeri mesafe 20 mm iken, sıra üzeri uzaklığın standart sapması 22 mm olarak gerçekleştiği bunun temel nedeninin de tohumların tohum borusu içerisindeki akışının olduğu vurgulanmıştır.

Daha iyi bir dağılım sağlanabilmesi için istenilen sıra üzeri uzaklıkta ekilen tohumların oranı arttırılmalıdır. Kesintisiz sınavari ekim yapan tahıl ekim makinalarında tohum dağılımının kötü olmasının temel nedeni yukarıda da belirtildiği gibi tohumların tohum borusu içerisindeki hareketidir. Mekanik tahıl ekim makinalarında ekici üniteler tarafından hareketlendirilip tohum borusuna bırakılan tohumlar, tohum borusu içerisinde tamamen yerçekimi etkisiyle tesadüfi olarak hareket ederler. Tohumların tohum borusu çeperine çarpma sayıları ve izledikleri yörünge farklı olduğu için düşme süreleri de farklıdır ve dolayısıyla tohum akışı bozulmaktadır. Bunun sonucunda da tohum borusunu terk ederek toprağa yerleştirilen tohumların sıra üzerindeki dağılımları oldukça kötüdür. Dolayısıyla ne kadar iyi bir ekici ünite ile çalışılırsa çalışılırsa tohumların tohum borusu içerisindeki tesadüfi hareketleri tohum akışını bozmaktadır.

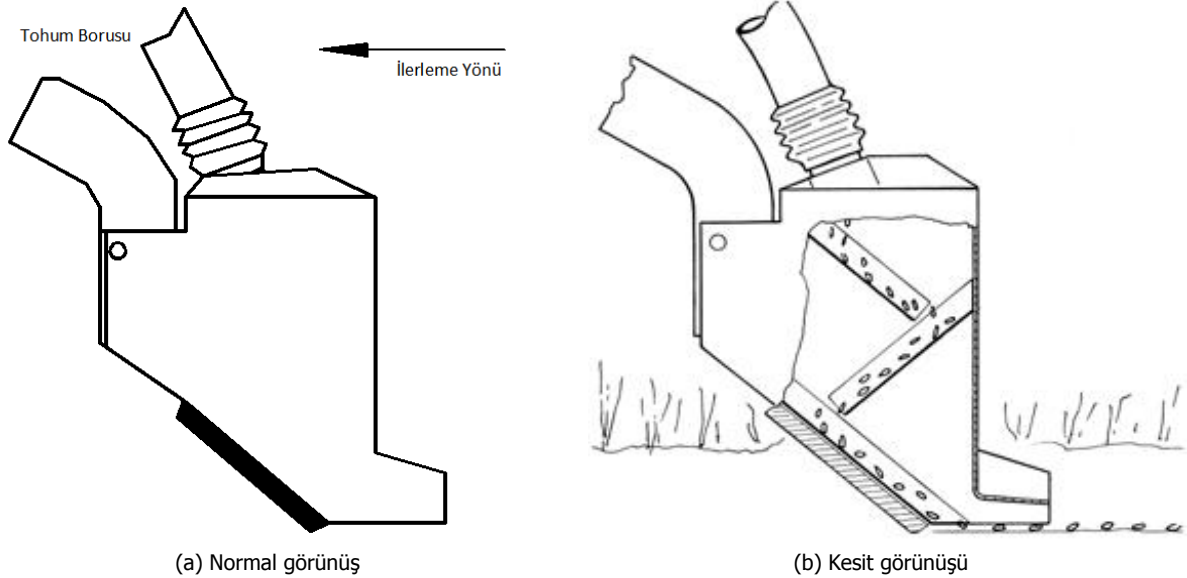
Bu araştırmanın amacı, tohum borusu içerisinde bozulan tohum akışının tohumlar çiziye yerleştirilmeden hemen önce daha düzenli hale getirilebilmesi için Müller ve Köller (1996) tarafından geliştirilen kademeli (V kanallı) gömücü ayağın tohum dağılımına ve tohumların çiziye düşü hızına etkisinin belirlenmesi ve Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü'nde tasarlanan helezonlu tip tohum borusunun tanıtılmasıdır.

### MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde Almanya Hohenheim Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Enstitüsü'nde geliştirilen kademeli (V kanallı) gömücü ayak kullanılmıştır. Bu gömücü ayak tohumların çiziye yerleştirilmeden önce akışını düzenlemek için geliştirilmiştir (Şekil 1).

Aynı zamanda tohum borusu içine yerleştirilen bir helezon ile bu sorunun çözümü hedeflenmektedir. Böylece her tip gömücü ayak ile kullanılabilecek, gömücü ayaktan bağımsız ve daha basit bir konstrüksiyon ile sorunun çözümüne katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Şekil 1'de görülen gömücü ayağın (Almanya Hohenheim Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Enstitüsünde geliştirilen gömücü ayak) tohum dağılımına etkisini belirlemek için laboratuvar koşullarında makine askıya alınarak ekim makinası deneme düzeni ile tekerlekler istenilen hızda hareket ettirilerek tohum borusu çıkışındaki tohum akışı yüksek hızlı video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Denemelerde boyutları Çizelge 1'de verilen buğday tohumları kullanılmıştır. Denemeler aynı tohumlar kullanılarak üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 1. Tohum akışını düzenlemek için geliştirilen kademeli (V kanallı) gömücü ayak (Müller ve Köller, 1996)**

Denemeler 1.0 ve 1.5 m/s ilerleme hızlarında, 25 kg/da ekim normunda gerçekleştirilmiş ve peş peşe düşen tohumlar arası uzaklıklar ve tohumların çiziye düşme hızları Karayel ve ark. (2006) ve Çakır ve ark. (2016) tarafından kullanılan yöntem uygulanarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler geleneksel gömücü ayak ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca herhangi bir tıkanma oluşup oluşmadığı da gözlemlenmiştir.

**Çizelge 1. Denemelerde kullanılan buğday tohumlarının ortalama boyutları**

Uzunluk (mm)	Kalınlık (mm)	Genişlik (mm)
6.9 ± 0.18	2.3 ± 0.04	3.3 ± 0.07

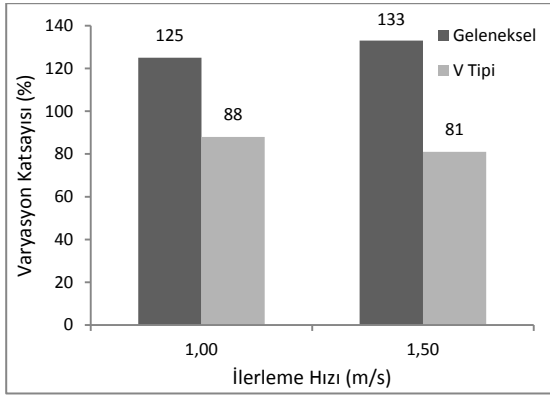
Denemelerde dişli makaralı ekici düzene sahip, kesintisiz sınavari ekim yapan bir tahıl ekim makinası kullanılmıştır. Ekim makinası asılır tip bir makina olup ekici düzen hareketini kendi tekerleğinden almaktadır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Laboratuvar denemeleri sonucu ölçülen ortalama sıra üzeri uzaklıklar Çizelge 2' de, sıra üzeri uzaklıkların varyasyon katsayısı Şekil 2' de, tohumların çiziye düşme hızları ve düşme hızlarının varyasyon katsayıları ise Çizelge 3' de sunulmuştur.

**Çizelge 2. Ortalama sıra üzeri uzaklık değerleri**

İlerleme Hızı (m/s)	Ortalama Sıra Üzeri Uzaklık (mm)
Geleneksel Gömücü Ayak	
1.0	13.3
1.5	13.4
Kademeli (V kanallı) gömücü ayak	
1.0	12.8
1.5	12.7



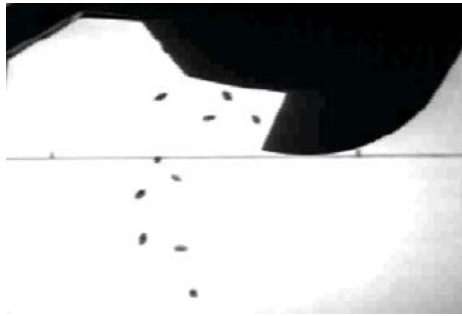
**Şekil 2. Sıra Üzeri Uzaklık Varyasyon Katsayıları**

**Çizelge 3. Tohumların çiziye düşme hızları ve varyasyon katsayıları**

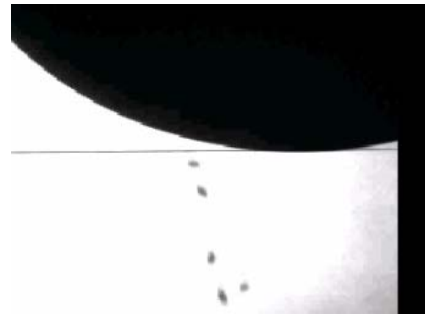
İlerleme Hızı (m/s)	Tohumların Çiziye Düşme Hızı (m/s)	Varyasyon Katsayısı (%)
Geleneksel Gömücü Ayak		
1.0	1.73	29
1.5	1.66	28
Kademeli (V kanallı) Gömücü Ayak		
1.0	1.21	12
1.5	1.25	11

Gerek tohumların sıra üzeri uzaklık varyasyon katsayısı gerekse tohumların çiziye düşme hızları incelendiğinde V kanallı gömücü ayağın tohumların gömücü ayak çıkışında daha düzgün bir akış gösterdiğini ve tohumların düşme hızlarını azaltarak çizi içerisindeki sıçrama ve sürüklenme ile yer değiştirme olasılığını azalttığı görülmektedir. Ayrıca Şekil 3 incelendiğinde tohumların geleneksel gömücü ayağın çıkışında daha dağınık olarak geniş bir alana yayıldığı, kademeli (V kanallı) gömücü ayak çıkışında ise daha düzgün bir akış olduğu anlaşılmaktadır.

Kademeli gömücü ayağın özel bir konstrüksiyon gerektirmesi ve her türlü gömücü ayağa uygulanamaması, uygulamaya aktarılmasını kısıtlayan en önemli faktördür. Bu nedenle alternatif bir çözüm olarak Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde helezonlu tip tohum borusu geliştirilmiştir (Şekil 4).

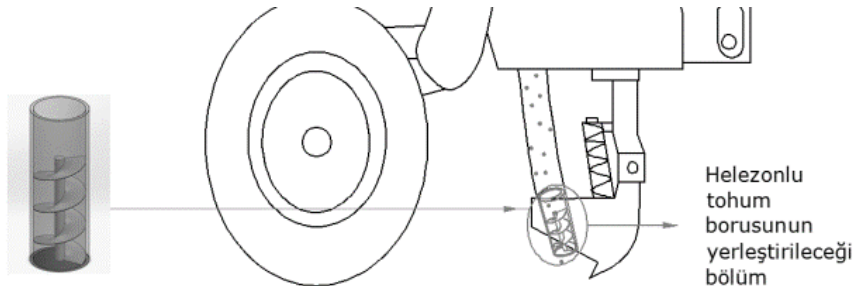


(a) Geleneksel gömücü ayak



(b) Kademeli (V kanallı) gömücü ayak

**Şekil 3. Geleneksel ve Kademeli (V Kanallı) Gömücü Ayaklarda Tohum Akışı**



**Şekil 4. Helezonlu tohum borusu ve ekim makinasında kullanım**

Geliştirilen tohum borusu ile geleneksel tohum borusu içine yerleştirilen bir helezon ile tohum akışının düzenlenmesi hedeflenmektedir. Geliştirilen tohum borusunun tahl ekim makinalarındaki tohum borusuna etkisinin belirlenmesine yönelik olarak laboratuvar ve tarla denemeleri devam etmektedir.

## SONUÇ

Tahıl ekim makinalarında tohum akışının düzenlenmesi için geliştirilen V kanallı gömücü ayağın tohum dağılımına ve tohumların çiziye düşü hızına

etkisi araştırılmıştır. Yapılan laboratuvar denemeleri sonrası bu gömücü ayakların gerek sıra üzeri uzaklık varyasyon katsayısını, gerekse tohumların düşü hızını azalttığı ve böylece tohum dağılımını olumlu etkilediği belirlenmiştir.

Ancak geliştirilen gömücü ayağın özel bir konstrüksiyon gerektirmesi ve diskli gömücü ayaklar gibi farklı gömücü ayaklara uygulanmasının zor olması nedeniyle alternatif bir çözüm olarak helezonlu tip tohum borusu geliştirilmiştir.

## LİTERATÜR LSİTESİ

- Çakır, E., İ. Aygün, A. Yazgı, Y. Karabulut, 2016. "Determination of in-row Seed Distribution Uniformity Using Image Processing". Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40, 874-881
- Erol, M.A., İ. Göknur Dursun, 1998. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Yayın No: 1499, Ders Kitabı: 580, Ankara.
- 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

- Müller, J., K. Köller, 1996. "Improvement of seed spacing for seed drills". AgEng '96 International Conference on Agricultural Engineering', Madrid, 23-26 September, pp.323-324, Paper 96A-030.
- Önal, İ., 2006. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 490, Bornova, İzmir.
- Ülger, P., E. Güzel, B. Kayışoğlu, B. Eker, B. Akdemir, Y. Pınar, Y. Bayhan, 1996. Tarım Makineleri İlkeleri. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, Tekirdağ.