

HASSAS EKİMDE GÖMÜCÜ AYAKLARIN TOHUM DAĞILIMINA ETKİSİ*

Davut KARAYEL

Aziz ÖZMERZİ

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 07070 - Antalya

Özet

Bu araştırma, mısır (*Zea mays L.*) ve karpuz (*Citrullus vulgaris*) tohumları kullanılarak, hassas ekimde gömücü ayakların (balta, çapa, tek diskli ve çift diskli) tohum dağılımlarını belirlemek için yapılmıştır. Tohum dağılımını belirlemek için tohumların toprak içindeki yatay ve düşey dağılımları ölçülmüştür. Araştırma da ayrıca toprak penetrasyon direncinin gömücü ayakların tohum dağılımına yaptığı etki de belirlenmiştir.

Her iki tohum ile yapılan denemelerde gerek yatay gerekse düşey düzlemdeki dağılım açısından en iyi gömücü ayağın balta gömücü ayak olduğu saptanmıştır. Toprak penetrasyon direncindeki artış yatay ve düşey düzlem tohum dağılımındaki varyasyonu azaltmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekim Makinası, Hassas Ekim, Gömücü Ayak, Ekim Derinliği, Tohum Dağılımı, Mısır, Karpuz.

Effect of Coulters on Seed Distribution Pattern for Precision Sowing

Abstract

This research was carried out to determine the seed distribution pattern of coulters (shoe, hoe, single and double disc) with reference to the precision sowing technique. Maize (*Zea mays L.*) and watermelon (*Citrullus vulgaris*) seeds were used for experiments. The effect of penetration resistance of soil on seed distribution pattern of coulters was also determined.

The best coulters was the shoe type coulters according to vertical and horizontal seed distribution pattern. The variation of seed distribution in vertical and horizontal plane decreased with increase of penetration resistance of soil.

Keywords: Seeder, precision sowing, coulters, sowing depth, seed distribution, maize, watermelon

1.Giriş

Ekim işlemi, bitkisel üretim amacıyla ana bitkiyi oluşturacak tohumları tohum yatağına bitki isteklerine uygun yatay düzlemdeki bir dağılımla belirli bir derinliğe yerleştirme ve üzerini kapatma işlemidir. Ekim yöntemleri genel olarak serpme, banda ve sıraya ekim olmak üzere üç grup altında toplanabilir. Serpme ekimde tohumlar tarla yüzeyinin %100'üne dağıtılırken, banda ekimde %50'sine, sıra ekimde ise %10'una dağıtılır (Özmerzi, 1996). Bitkinin yaşam alanı ihtiyacı hassas veya kesintisiz ekim yönteminin seçiminde önemli bir etmendir. Şeker pancarı ve mısır bitkisinin yaşam alanı ihtiyacı hububattan daha fazladır. Bu yaşam alanının normal sınavari ekim makinalarıyla sağlanması olanaksızdır. Her bitki çeşidinin ekim derinliği, sıra arası ve sıra üzeri uzaklık istekleri farklıdır. Bu istekler özellikle şeker pancarı, mısır, pamuk ve sebze çeşitlerinde iyi bir verim için çok daha

önemlidir. Bu nedenle yukarıda sayılan bitkilerin ekimi için hassas ekim makinaları geliştirilmiştir (Keskin, 1983).

Ekim işleminde tohumların toprak içerisindeki dağılımı yatay ve düşey dağılım ile ifade edilir. Bu dağılım bitkilerin yeknesak gelişimi ve verim yönünden önemli bir etmendir. Uygun toprak işleme yöntemi, gübreleme, bitki koruma gibi üretimi artırıcı önlemlerin yanında düzgün bir yaşam alanı sağlamakta verimde artış sağlayabilmektedir (Heege, 1993). Özellikle sadece yetiştirilecek bitki sayısı kadar tohumun ekildiği hassas ekimde, çimlenmeyen veya iyi bir gelişim göstermeyen her bitki, verimi direkt olarak azaltacağı için tohum dağılımı daha da fazla önem kazanmaktadır. Ekimde, düzgün bir sıra üzeri tohum dağılımının sağlanmasında, ekici düzenler birinci derecede sorumludur. Ancak ekici düzenden çıkan tohumların

*: Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenen 21.01.0121.45 numaralı doktora tez projesinin bir bölümüdür.

toprağa yerleştirilmesinde oluşacak aksaklıkların ekim kalitesine ve başarısına büyük ölçüde etkili olduğu dikkate alınmalıdır. En modern ve kaliteli ekici düzene sahip bir hassas ekim makinası ile çalışmada bile, gömücü ayakların gereği gibi görev yapmaması nedeniyle ekimde başarısızlıkla karşılaşabilmektedir (Önal, 1995).

Bir gömücü ayağın tohumları istenen sıra üzeri uzaklık yanında aynı derinlikte ekmesi bitkilerin yeknesak gelişimi ve böylece hasat kayıplarının azaltılması açısından şarttır. Genel bir kural olarak ekim derinliğinin artırılması tohumun topraktaki nemden faydalanmasını garantiye alır. Ancak çok derin ekim ise tohumun oksijen alımını tehlikeye sokar. Ayrıca, tohumda saklı rezerve besin deposu ancak belirli bir hipokotil ilerlemesine yetecek düzeydedir. Derin ekimde tohumdaki enerji toprak altı sürgününün (hipokotil) yüzeye çıkmasını sağlayamaz. Uygun ekim derinliğinde gerçekleştirilmeyen ekim işleminin getireceği olumsuzluklara Heege (1993) tarafından dikkat çekilmiş ve ekim derinliği varyasyon katsayısındaki artışın tarla filiz çıkış oranını olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Slattery'e (1997) göre, maksimum verimi elde edebilmek için mümkün olduğunca optimum ekim derinliğine yakın derinlikte ekim yapmak şarttır. Optimum ekim derinliğine en yakın derinlikte ekim yapmanın önemine pek çok araştırmacı tarafından dikkat çekilmiştir. Morrison ve Gerik (1985) buğday, sorgum ve soya ekiminde ekim derinliği ile tarla filiz çıkış oranı arasında ikinci dereceden polinomial ilişki olduğunu ve maksimum tarla filiz çıkış oranının optimum ekim derinliğinde oluştuğunu belirlemiştir. McGahan ve Robotham (1992) yaptığı denemelerde, ekim makinalarının ekim kalitesinin sadece ortalama ekim derinliğinin kontrolü ile değil aynı zamanda ekim derinliğindeki varyasyonun azaltılmasıyla sağlanabileceğini belirtmiştir. Yapılan denemelerde ekim derinliğinden 30 mm sapmanın tahıllarda %5-35 verim düşüşüne neden olacağı belirtilmiştir.

Gömücü ayaklar bir ekim makinasının topraktaki tohum dağılımına etki eden en son parçasıdır. Bugüne kadar yapılan

araştırmalarda farklı gömücü ayakların sıraya kesintisiz ekim yöntemi için ekim kalitesine etkileri araştırılmıştır. Yapılan literatür araştırmasında hassas ekim makinalarında farklı tip gömücü ayakların kullanımına ilişkin yeterli araştırmaya rastlanmamıştır. Hassas ekim makinaları üzerine yapılan araştırmalarda genellikle hassas ekici düzenlerin ekim kalitesinin iyileştirilmesi üzerinde durulmuştur. Bu nedenle, bu araştırmada öncelikle balta, çapa ve diskli tip gömücü ayakların hassas ekimde ekim kalitesine etkileri üzerinde durulmuştur. Toprak penetrasyon direncinin gömücü ayakların tohum dağılımı üzerine etkisini belirlemek için denemeler üç farklı toprak penetrasyon direncinde tekrarlanmıştır.

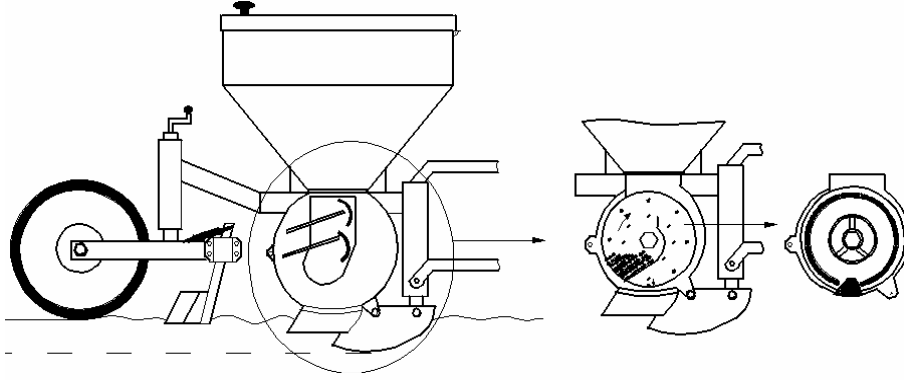
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırmada, bir hava emişli hassas ekim makinası üzerinde balta, çapa, tek diskli ve çift diskli tip gömücü ayaklar denenmiştir. Denemelerde tohum olarak mısır ve karpuz tohumları kullanılmıştır.

Hava emişli hassas ekim makinası, asılır tip bir makinadır. Zincir-dişli sistemi ile tekerlekten alınan hareket, altıgen mil ile ekici ünitelere iletilmektedir. Ekici ünite, besleme düzeni ve tohum deposundan, besleme düzeni ise iki ayrı hücre ve delikli düşey bir tohum plakasından oluşmaktadır. Tohum plakası üzerindeki deliklere negatif hava basıncının etkisi ile tutunan tohumlar, plakanın dönmesiyle birlikte yukarı kaldırılır ve sıyırıcı ile delik üzerine tutunan birden fazla tohumun tekrar tohum kutusuna düşmesi sağlanır. Tohum plakasının alt noktasında deliklerin negatif hava ile teması engellendiği için emiş kuvvetinden kurtulan tohum kendi ağırlığı ile çiziye düşmektedir. Negatif hava basıncını sağlayan fan, hareketini traktör kuyruk milinden almakta ve traktörün 540 min⁻¹ kuyruk mili devrinde, 850 mmSS negatif hava basıncı sağlamaktadır (Şekil 1).

Balta gömücü ayağın gövdesi dökümden yapılmış olup, arkasında tohumun düşeceği çiziye oluşturan iki adet



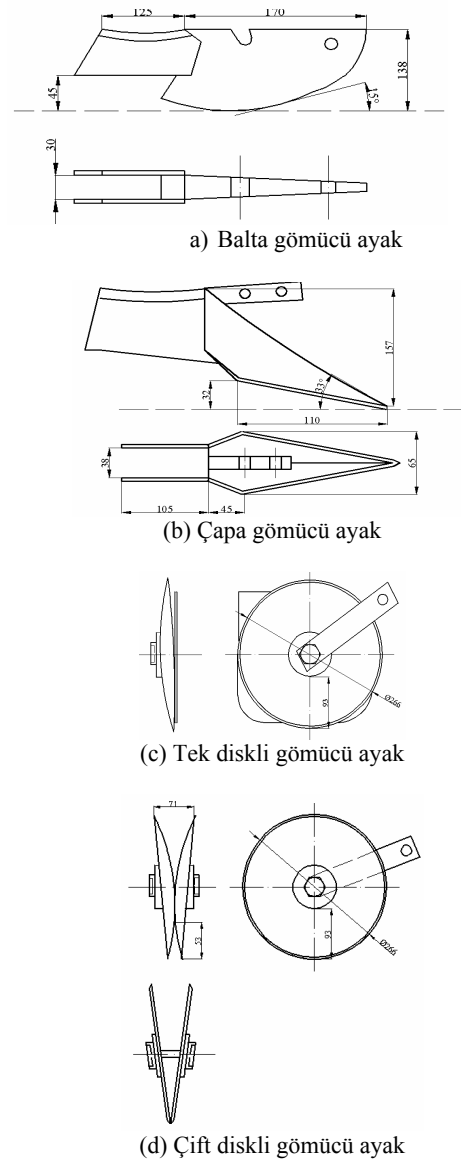
Şekil 1. Denemelerde Kullanılan Hava Emişli Hassas Ekim makinesi.

kanat bulunmaktadır. Bu kanatlar, gömücü ayak tarafından açılan çizinin tohumlar düşmeden önce kendiliğinden kapanmasını önlemektedir. Denemelerde kullanılan ekim makinasında balta gömücü ayak kullandığında tohumun ekici ünitenden çiziyeye düşü yüksekliği 65 mm'dir (Şekil 2-a).

Çapa gömücü ayak 8 mm kalınlığında dökümden yapılmış uç demiri ve 4 mm kalınlığında iki adet kanattan oluşmaktadır. Tohumlar uç demirinin açtığı çiziyeye kanatlar tarafından oluşturulan açıklıktan düşmektedir. Kanatlar uç demiri tarafından açılan çizinin tohum çiziyeye düşene kadar kapanmasını önlemektedir. Uç demirinin yapısal genişliği 130 mm'dir. Denemelerde kullanılan ekim makinasında çapa gömücü ayak kullandığında tohumun ekici ünitenden çiziyeye düşü yüksekliği 135 mm'dir (Şekil 2-b).

Tek diskli gömücü ayak iç bükey bir disk ve disk tarafından açılan çizinin kapanmasını önleyen bir sac levhadan oluşmaktadır. Disk rulmanla yataklanmış ve bir bağlantı kolu ile ekim makinası çatısına monte edilmiştir. Disk göbeği ile disk dış çapı arasındaki mesafe 93 mm'dir. Disk 12° yön açısı ile monte edilmiş olup tek diskli gömücü ayak ile tohumun ekici ünitenden çiziyeye düşü yüksekliği 260 mm'ye yükselmiştir (Şekil 2-c).

Çift diskli gömücü ayak rulman ile yataklanmış iki adet düz diskten oluşmaktadır. Diskler ekim makinası çatısına iki adet bağlantı kolu ile monte edilmiştir. Disk göbeği ile disk dış çapı arasındaki mesafe 93 mm'dir. Diskler yerden 53 mm yükseklikte birbiriyle önden



Şekil 2. Denemelerde Kullanılan Gömücü Ayaklar

Çizelge 1. Denemelerde Kullanılan Tohumların Boyutları.

Tohum Cinsi	Tohum Boyutları			Tohum Boyutlarına İlişkin Varyasyon Katsayıları		
	Uzunluk (mm)	Kalınlık (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk (%)	Kalınlık (%)	Genişlik (%)
<i>Karpuz</i>	8.7	1.9	5.7	5.9	6.4	4.5
<i>Mısır</i>	10.6	5.8	7.9	7.6	15.1	12.0

temas etmektedir. Disklerin birbirine temas noktasında diskler arasındaki açı 14° , üst noktada diskler arasındaki açıklık 71 mm, alt noktada ise 25 mm'dir. Çift diskli gömücü ayak kullanımı ile tohumun ekici üniteden çiziye düşü yüksekliği 265 mm'dir (Şekil 2-d).

Denemelerde tohumluk olarak boyutları Çizelge 1'de verilen ve Antalya bölgesinde yaygın olarak kullanılan Pioneer mısır (*zea mays L.*) tohumu ve Crimson Sweet karpuz (*citrullus vulgaris*) tohumu kullanılmıştır.

Denemeler Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesine ait farklı toprak bünyesine sahip iki tarlada (Tarla I ve Tarla II) yürütülmüştür. Tarlalardan biri Ziraat Fakültesi Aksu Araştırma ve Uygulama Arazisinde (Tarla I) diğeri ise Kampus alanında bulunan araştırma ve uygulama arazisinde (Tarla II) yer almaktadır. Deneme yapılan tarlalara ilişkin bünye dağılımları Çizelge 2'de verilmiştir. Aksu'daki denemelerde 40 m genişliğinde 450 m uzunluğunda bir tarla, kampus alanındaki denemelerde ise 45 m genişliğinde 50 m uzunluğunda bir tarla kullanılmıştır. Her iki tarla da farklı toprak penetrasyon direncinde yapılacak denemeler için üç parçaya ayrılmıştır.

Çizelge 2. Tarla Denemesinin Yapıldığı Toprakların Bünye Dağılımları

Tarla	Seri Adı	Kum	Silt	Kil
Tarla I (Aksu)	Siltli-Kil	%2	%56	%42
Tarla II (Kampus)	Killi-Tın	%41	%26	%33

2.2. Yöntem

Hassas ekimde gömücü ayakların tohum dağılımını belirlemek için yapılan bu araştırmada, tohum dağılımını belirlemek için aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

1 – Yatay düzlemdeki tohum dağılımı,

• *Sıra üzeri uzaklık*

• *Sıradan sapma*

2 – Düşey düzlemdeki tohum dağılımı,

• *Ekim derinliği*

Tohumların yatay düzlemdeki dağılımını belirlemek için sıra üzerindeki bitkiler arasındaki uzaklıklar ve bitkilerin sıradan sapma miktarları ölçülmüştür.

Sıra üzeri uzaklık ölçümlerinde ilk bitkiden başlayarak sıra üzerindeki ardışık bitkiler arası uzaklıklar ölçülmüştür. Ölçülen sıra üzeri uzaklığın iki katı ve daha fazla olan uzaklıklar değerlendirmeye alınmamıştır (ISO, 1984). Ölçümler her uygulama için sıralar üzerinden rastgele seçilen mısır denemeleri için 15 m karpuz denemeleri için 30 m uzunluğunda üçer adet sıralar üzerinden yapılmıştır. Her tekerrür için ortalama olarak 65-70 adet sıra üzeri uzaklık ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerden sıra üzeri uzaklık ortalaması, standart sapması ve varyasyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır.

Tohumların sıradan sapmasını belirlemek için yapılan ölçümlerde ise, tohumların sıra ekseninden sapma miktarları ölçülmüştür. Bu amaçla, çimlenmeden hemen sonra hareket yönüne paralel olarak bir köşebent yerleştirilmiş ve bitkilerin bu köşebende olan yatay uzaklıkları ölçülmüştür. Sıradan sapma ölçümleri her tekerrür için sıralar üzerinden rastgele seçilen 30 bitki üzerinden yapılmıştır.

Tohumların düşey düzlemdeki dağılımını, yani toprak üst yüzeyine göre toprak içindeki konumlarını saptamak için iki yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden biri toprak rendesidir. Özmerzi (1986) toprak kanalında yaptığı denemelerde, tohumların ekim derinliğini saptamak için $250 \times 150 \times 200$ mm ölçülerindeki toprak rendesini kullanmıştır. Toprak rendesi ile sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için düzgün toprak koşullarında çalışmak gerekmektedir. Bu araştırma tarla

koşullarında yürütüldüğü için Özmerzi ve Keskin (1983) tarafından tarla koşulları için önerilen çim boyu ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Çim boyu ölçümü için tohumların çimlenmesi beklenmiştir. Çimlenen bitkilerin yeşil kısmı oluştuktan sonra bitkiler topraktan sökülmiş ve sökülen bitkilerin tohum kalıntısı ile çimlenen bitkinin yeşilden beyaza geçiş sınırı arasındaki uzaklık ölçülmüştür. Ölçülen bu değerlerden ortalama ekim derinliği ve düşey düzlemdeki tohum dağılımı varyasyon katsayısı hesaplanmıştır. Derinlik ölçümleri her tekerrür için çiziler üzerinden rastgele seçilen 30 bitki üzerinden yapılmıştır. Bu ölçümlerden ekim derinliği ortalaması, standart sapması ve varyasyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır.

Deneme tarlalarına tohum yatağı hazırlığı için 25 cm derinlikte pullukla sürümden sonra diskli tırmık ve farklı toprak sertliği elde edebilmek için bir, iki ve üç kat tapan uygulanmıştır. Tohum yatağı hazırlığı ve ekim tarihleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Denemelerde farklı toprak penetrasyon direnci elde etmek için bir kat tapan uygulanan parsel *Parsel I*, iki kat tapan uygulanan parsel *Parsel II* ve üç kat tapan uygulanan parsel ise *Parsel III* olarak adlandırılmıştır. Ekim öncesi Parsel I, II ve III'de ölçülen toprak penetrasyon dirençleri Çizelge 4'de verilmiştir. Deneme deseni Çizelge 5'deki gibi oluşturulmuş ve iki farklı tarlada (Tarla I ve II) tekrarlanmıştır.

Araştırma tesadüf parsellerinde faktöryel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Denemeler, Barut ve Özmerzi (1994) ve Ögüt (1991)'in hava emişli hassas ekim makinası ile mısır tohumuyla yaptıkları çalışmada ve Özmerzi ve Karayel (1998) tarafından aynı makine ile karpuz tohumuyla yaptıkları çalışmalarda önerdikleri 5 km/h ilerleme hızında yapılmıştır.

Çizelge 3. Tohum Yatağı Hazırlığı ve Ekim Takvimi.

İşlem	Tarla I	Tarla II
Pullukla Sürüm	8 Nisan 2002	20 Mayıs 2002
Diskli Tırmık	26 Nisan 2002	31 Mayıs 2002
Tapan	29 Nisan 2002	3 Haziran 2002
Ekim	1 Mayıs 2002	4 Haziran 2002

3. Bulgular

3.1. Mısırdaki Yatay Düzlemdeki Tohum Dağılımı

Denemeler sonucu elde edilen ortalama sıra üzeri uzaklık ve standart sapma değerleri Çizelge 6 ve 7, varyasyon katsayısı değerleri ise Çizelge 8 ve 9'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre sıra üzeri uzaklık açısından Tarla I'de sadece parseller arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli iken, Tarla II'de

Çizelge 4. Ekim Öncesi Deneme Tarlalarındaki Toprak Penetrasyon Dirençleri.

Derinlik (cm)	Tarla I			Tarla II		
	Parsel I	Parsel II	Parsel III	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Penetrasyon Direnci (MPa)			Penetrasyon Direnci (MPa)		
0-5	0.80	0.85	0.90	0.65	0.85	0.90
5-10	0.90	1.15	1.20	0.70	0.90	1.10
10-15	1.30	1.40	1.35	0.90	0.90	1.20
15-20	1.40	1.55	1.60	0.90	1.15	1.20
Ortalama	1.07	1.20	1.26	0.78	0.95	1.10

Çizelge 5. Deneme Deseni.

MISIR			KARPUZ		
Parsel I	Parsel II	Parsel III	Parsel I	Parsel II	Parsel III
<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>
<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>
<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>
<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>

bütün uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. Tarla I'de parseller arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçlarına göre genelde Parsel I, Parsel II ve III'e göre ortalama sıra üzeri uzaklığı artırmıştır (Çizelge 6).

Farklı gömücü ayak uygulamalarına ilişkin sıra üzeri uzaklık varyasyon katsayılarına göre, en iyi tohum dağılımı genelde balta gömücü ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir. Sadece Tarla I'deki Parsel I'de en düşük varyasyon katsayısı tek diskli gömücü ayakta elde edilirken diğer tüm denemelerde en düşük varyasyon katsayısı balta gömücü ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir. Tarla I'deki Parsel I'de elde edilen sonuçlara bakıldığında ise tek diskli gömücü ayak ile balta gömücü ayak arasında sadece %0.5'lik bir farklılık olduğu görülmektedir (Çizelge 8).

Çizelge 6. Mısır Tohumu ile Tarla I'de Yapılan Denemelerde Ortalama Sıra Üzeri Uzaklık ve Standart Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıra Üzeri Uzaklık \pm Standart Sapma (mm)		
Balta	217 \pm 53 <i>a</i> ^y	205 \pm 40 <i>b</i>	206 \pm 40 <i>b</i>
Çapa	212 \pm 55 <i>a</i>	213 \pm 55 <i>a</i>	211 \pm 52 <i>b</i>
Tek Diskli	214 \pm 50 <i>a</i>	211 \pm 55 <i>b</i>	210 \pm 49 <i>b</i>
Çift Diskli	218 \pm 59 <i>a</i>	207 \pm 52 <i>b</i>	207 \pm 54 <i>b</i>

^y: Her gömücü ayak (satur) içinde, aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 7. Mısır Tohumu ile Tarla II'de Yapılan Denemelerde Ortalama Sıra Üzeri Uzaklık ve Standart Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıra Üzeri Uzaklık \pm Standart Sapma (mm)		
Balta	212 \pm 52	207 \pm 34	207 \pm 31
Çapa	211 \pm 58	213 \pm 54	210 \pm 54
Tek Diskli	213 \pm 61	211 \pm 55	212 \pm 51
Çift Diskli	215 \pm 52	209 \pm 52	211 \pm 49

Çizelge 8. Mısır Tohumu ile Tarla I'de Yapılan Denemelerde Sıra Üzeri Uzaklık Varyasyon Katsayıları.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	24.2	19.2	19.1
Çapa	26.2	26.0	24.5
Tek Diskli	23.7	26.3	23.5
Çift Diskli	27.3	25.2	26.1

Çizelge 9. Mısır Tohumu ile Tarla II'de Yapılan Denemelerde Sıra Üzeri Uzaklık Varyasyon Katsayıları.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	24.1	16.4	15.0
Çapa	27.6	25.3	25.7
Tek Diskli	28.8	26.0	24.0
Çift Diskli	24.4	25.0	23.2

Gömücü ayakların farklı toprak penetrasyon dirençlerindeki sıra üzeri uzaklık varyasyon katsayısı değişimine bakıldığında ise, toprağın penetrasyon direnci değişiminden en fazla etkilenen gömücü ayağın balta gömücü ayak olduğu saptanmıştır. Balta gömücü ayak ile yapılan denemelerde Parsel I ile II arasında önemli düzeyde varyasyon katsayısı düşüşü olmuş olsa da Parsel II ile III arasında bu düşüş gözlemlenmemiştir (Çizelge 8 ve 9).

Tüm gömücü ayaklar arasında en düşük standart sapma ve varyasyon katsayısı Tarla I'de sırasıyla 40 mm ve %19.1, Tarla II'de ise 31 mm ve %15.0 ile Parsel III'de balta gömücü ayak kullanılarak yapılan denemelerde elde edilmiştir (Çizelge 6-9).

Varyans analizi sonuçlarına göre her iki tarlada yapılan denemelerde de gömücü ayaklar sıradan sapmayı istatistiksel olarak etkilememiştir. Toprak penetrasyon direnci ve gömücü ayak \times parsel etkileşimini ise etkilememiştir. Uygulamalar arasındaki farklılığı ortaya koymak için yapılan Duncan testi sonuçlarına göre, her iki tarlada da en düşük sıradan sapma balta gömücü ayakta elde edilirken en yüksek sıradan sapma ise tek diskli ve çapa gömücü ayaklarda elde edilmiştir (Çizelge 10 ve 11).

Çizelge 10. Mısır Tohumu ile Tarla I'de Yapılan Denemelerde Sıradan Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıradan Sapma (mm)		
Balta	12C ^z	11C	10C
Çapa	16A	15A	14A
Tek Diskli	16A	16A	14A
Çift Diskli	14B	14B	13B

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 11. Mısır Tohumu ile Tarla II'de Yapılan Denemelerde Sıradan Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıradan Sapma (mm)		
Balta	9C ^z	9C	9C
Çapa	14A	14A	13A
Tek Diskli	13A	13A	12A
Çift Diskli	10B	10B	9C

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

3.2. Karpuzda Yatay Düzlemdeki Tohum Dağılımı

Denemeler sonucu elde edilen ortalama sıra üzeri uzaklık, standart sapma değerleri Çizelge 12 ve 13, varyasyon katsayısı değerleri ise Çizelge 14 ve 15'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre her iki tarla için de farklı gömücü ayak ve toprak penetrasyon dirençleri sıra üzeri tohum uzaklığını istatistiksel olarak etkilemiştir. Uygulamalar arasındaki farklılığı ortaya koymak için yapılan Duncan testi sonuçlarına göre, her iki tarlada da en düşük sıra üzeri uzaklık Parsel II ve III'de balta gömücü ayakta elde edilirken Tarla II'deki Parsel I'de tüm gömücü

ayaklar, Tarla I'deki Parsel I'de ise balta ile çift diskli ve çapa ile tek diskli gömücü ayaklar arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır. Toprak penetrasyon direnci açısından ise genelde Parsel III'de elde edilen sıra üzeri uzaklıkların Parsel I ve Parsel II'ye göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12 ve 13).

Sıra üzeri uzaklığa ilişkin varyasyon katsayıları incelendiğinde, genel olarak çapa, tek ve çift diskli gömücü ayaklarda varyasyon katsayısının balta gömücü ayağa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Toprak penetrasyon direncindeki artış ise gömücü ayakların varyasyon katsayısını azaltmıştır (Çizelge 14 ve 15). Tüm uygulamalar arasında en düşük standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri sırasıyla Tarla I'de 63 mm, %14.0, Tarla II'de 50 mm ve %11.8 ile Parsel III'de balta gömücü ayak kullanılarak yapılan denemelerde elde edilmiştir (Çizelge 12-15).

Varyans analizi sonuçlarına göre her iki tarla için de gömücü ayaklar sıradan sapmayı istatistiksel olarak etkilemiştir. Toprak penetrasyon direnci ve değişkenler arasındaki etkileşimler ise etkilememiştir.

Çizelge 12. Karpuz Tohumu ile Tarla I'de Yapılan Denemelerde Ortalama Sıra Üzeri Uzaklık ve Standart Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıra Üzeri Uzaklık ± Standart Sapma (mm)		
Balta	438 ± 77 B ^z b ^y	430 ± 67 Cb	453 ± 63 Ba
Çapa	448 ± 112 Ab	438 ± 77 Bb	468 ± 78 Aa
Tek Diskli	450 ± 121 Ab	453 ± 103 Ab	462 ± 103 Aa
Çift Diskli	436 ± 110 Bc	455 ± 107 Ab	464 ± 109 Aa

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı BÜYÜK harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

^y: Her gömücü ayak (sıra) içinde, aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 13. Karpuz Tohumu ile Tarla II'de Yapılan Denemelerde Ortalama Sıra Üzeri Uzaklık ve Standart Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıra Üzeri Uzaklık ± Standart Sapma (mm)		
Balta	441 ± 80 A ^z a ^y	429 ± 70 Cb	422 ± 50 Bb
Çapa	427 ± 117 Ab	437 ± 110 Bb	464 ± 96 Aa
Tek Diskli	428 ± 128 Ab	450 ± 121 Aa	454 ± 94 Aa
Çift Diskli	435 ± 103 Ab	459 ± 106 Aa	465 ± 92 Aa

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı BÜYÜK harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

^y: Her gömücü ayak (sıra) içinde, aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 14. Karpuz Tohumu ile Tarla I’de Yapılan Denemelerde Sıra Üzeri Uzaklık Varyasyon Katsayıları.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	17.5	15.5	14.0
Çapa	25.1	17.5	16.6
Tek Diskli	26.9	22.8	22.2
Çift Diskli	25.9	23.5	23.4

Çizelge 15. Karpuz Tohumu ile Tarla II’de Yapılan Denemelerde Sıra Üzeri Uzaklık Varyasyon Katsayıları

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	18.1	16.4	11.8
Çapa	27.3	25.1	20.7
Tek Diskli	29.9	27.0	20.7
Çift Diskli	23.6	23.2	19.7

Uygulamalar arasındaki farklılığı ortaya koymak için yapılan Duncan testi sonuçlarına göre, her iki tarlada yapılan denemelerde de en düşük sıradan sapma balta gömücü ayakta elde edilirken en yüksek sıradan sapma ise tek ve çift diskli gömücü ayaklarda elde edilmiştir (Çizelge 16 ve 17).

3.3. Mısırdaki Düşey Düzlemdeki Tohum Dağılımı

Varyans analizi sonuçlarına göre her iki tarla için gömücü ayak, toprak penetrasyon direnci ve gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci interaksyonunun düşey düzlemdeki tohum dağılımına ilişkin ortalama ekim derinliğini istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre gömücü ayaklar arasında genelde en düşük ekim derinliği çift diskli gömücü ayakta elde edilirken, en yüksek ekim derinliği ise çapa gömücü ayakta elde edilmiştir. Toprak penetrasyon direncindeki artış ise ekim derinliğini azaltmıştır (Çizelge 18 ve 19). Gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci interaksyonu açısından ise gömücü ayakların toprak penetrasyon direnci artışından farklı etkilendiği ve toprak penetrasyon direncindeki artış ile balta, tek diskli ve çift diskli gömücü ayakların ekim derinliği azalırken çapa gömücü ayağın ekim derinliği toprak penetrasyon direncindeki

artıştan istatistiksel olarak etkilenmemiştir.

Çizelge 16. Karpuz Tohumu ile Tarla I’de Yapılan Denemelerde Sıradan Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıradan Sapma (mm)		
Balta	8C ^z	7C	7C
Çapa	12B	11B	10B
Tek Diskli	14A	14A	12A
Çift Diskli	15A	15A	13A

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 17. Karpuz Tohumu ile Tarla II’de Yapılan Denemelerde Sıradan Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Sıradan Sapma (mm)		
Balta	10C ^z	9C	9B
Çapa	13B	13B	11A
Tek Diskli	16A	16A	11A
Çift Diskli	16A	15A	12A

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Varyasyon katsayıları incelendiğinde gömücü ayaklar arasında en düşük varyasyon katsayısı balta gömücü ayakta elde edilirken en yüksek varyasyon katsayısı çapa gömücü ayakta elde edilmiştir. Toprak penetrasyon direncindeki artış ise ekim derinliği varyasyon katsayısını düşürmüştür (Çizelge 20 ve 21). Tüm uygulamalar arasında en düşük standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri sırasıyla Tarla I’de 2.8 mm, %5.8, Tarla II’de 2.9 mm ve %5.9 ile Parsel III’de balta gömücü ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir (Çizelge 18-21).

3.4. Karpuzda Düşey Düzlemdeki Tohum Dağılımı

Düşey düzlem tohum dağılımı açısından karpuz tohumu ile yapılan denemelerde mısır tohumu ile yapılan denemelere benzer sonuçlar elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre her iki tarla için gömücü ayak, toprak penetrasyon direnci ve gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci interaksyonunun düşey düzlem tohum dağılımına ilişkin ortalama

Çizelge 18. Mısır Tohumu ile Tarla I'de Yapılan Denemelerde Ortalama Ekim Derinliği ve Standart Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Ekim Derinliği ± Standart Sapma (mm)		
Balta	54.8 ± 5.3 B ^z a ^y	51.3 ± 3.0 Bb	48.0 ± 2.8 Bc
Çapa	57.4 ± 9.5 Aa	55.7 ± 7.8 Aa	54.6 ± 8.3 Aa
Tek Diskli	56.3 ± 7.7 Aa	51.2 ± 6.0 Bb	47.4 ± 5.1 Bc
Çift Diskli	53.7 ± 5.8 Ba	49.0 ± 3.8 Cb	40.6 ± 2.9 Cc

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı BÜYÜK harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

^y: Her gömücü ayak (sıra) içinde, aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 19. Mısır Tohumu ile Tarla II'de Yapılan Denemelerde Ortalama Ekim Derinliği ve Standart Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Ekim Derinliği ± Standart Sapma (mm)		
Balta	57.7 ± 7.4 AB ^z a ^y	52.7 ± 3.9 Cb	49.4 ± 2.9 Bc
Çapa	58.2 ± 10.8 Aa	55.2 ± 7.2 Aa	55.1 ± 7.9 Aa
Tek Diskli	56.2 ± 8.3 Ba	53.4 ± 6.9 Bb	49.2 ± 4.5 Bc
Çift Diskli	55.1 ± 7.4 Ca	52.6 ± 6.2 Cb	44.7 ± 3.5 Cc

^z: Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı BÜYÜK harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

^y: Her gömücü ayak (sıra) içinde, aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 20. Mısır Tohumu ile Tarla I'de Yapılan Denemelerde Ekim Derinliği Varyasyon Katsayıları.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	9.7	6.0	5.8
Çapa	16.6	14.8	15.3
Tek Diskli	13.6	11.7	10.8
Çift Diskli	10.9	7.8	7.3

Çizelge 21. Mısır Tohumu ile Tarla II'de Yapılan Denemelerde Ekim Derinliği Varyasyon Katsayıları.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	12.8	7.5	5.9
Çapa	18.7	13.2	14.4
Tek Diskli	14.8	13.0	9.2
Çift Diskli	13.4	11.8	7.8

ekim derinliğini istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek ekim derinliği çapa gömücü ayakta elde edilirken diğer gömücü ayaklar arasındaki farklılık genelde önemsiz çıkmıştır. Her iki tarlada da toprak penetrasyon direncinin artması ekim derinliğini azaltmıştır. Gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci interaksyonu açısından ise gömücü ayakların toprak

penetrasyon direnci artışından farklı etkilendiği ve toprak penetrasyon direncindeki artış ile balta, tek diskli ve çift diskli gömücü ayakların ekim derinliği azalırken çapa gömücü ayağın ekim derinliği toprak penetrasyon direncindeki artıştan istatistiksel olarak etkilenmemiştir (Çizelge 22 ve 23).

Ekim derinliğine ilişkin varyasyon katsayıları incelendiğinde, gömücü ayaklar arasında en düşük varyasyon katsayısı balta gömücü ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir. Toprak penetrasyon direncindeki artış bütün gömücü ayaklarda ekim derinliği varyasyon katsayısını azaltmıştır. Tüm uygulamalar arasında en düşük standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri sırasıyla Tarla I'de 2.5 mm ve %9.0, Tarla II'de ise 1.8 mm ve %6.3 ile Parsel III'de balta gömücü ayak ile yapılan denemede elde edilmiştir (Çizelge 22-25).

4. Tartışma ve Sonuç

Hassas ekimde gömücü ayakların tohum dağılımına yaptığı etkiyi belirlemek için yapılan bu çalışmada, tohum

Çizelge 22. Karpuz Tohumu ile Tarla I’de Yapılan Denemelerde Ortalama Ekim Derinliği ve Standart Sapma Değerleri.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Ekim Derinliği ± Standart Sapma (mm)		
Balta	36.2 ± 5.3 B ^z a ^y	32.1 ± 3.5 Bb	28.3 ± 2.5 Bc
Çapa	38.2 ± 8.4 Aa	35.9 ± 6.9 Aa	36.3 ± 6.8 Aa
Tek Diskli	36.7 ± 6.1 Ba	30.6 ± 4.1 Bb	28.3 ± 3.6 Bc
Çift Diskli	36.0 ± 5.7 Ba	30.4 ± 4.0 Bb	28.3 ± 2.8 Bc

^z : Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı BÜYÜK harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

^y : Her gömücü ayak (sıra) içinde, aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 23. Karpuz Tohumu ile Tarla II’de Yapılan Denemelerde Ortalama Ekim Derinliği ve Standart Sapma Değerleri

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Ekim Derinliği ± Standart Sapma (mm)		
Balta	36.5 ± 5.0 B ^z a ^y	30.7 ± 3.2 Cb	28.3 ± 1.8 Bc
Çapa	39.5 ± 9.5 Aa	34.9 ± 6.6 Aa	34.3 ± 6.2 Aa
Tek Diskli	37.9 ± 7.4 Ba	33.5 ± 4.3 Bb	31.3 ± 3.7 Bc
Çift Diskli	35.6 ± 5.7 Ba	30.6 ± 3.3 Cb	27.3 ± 2.2 Bc

^z : Her sıra üzeri uzaklık (sütun) altında aynı BÜYÜK harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

^y : Her gömücü ayak (sıra) içinde, aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 24. Karpuz Tohumu ile Tarla I’de Yapılan Denemelerde Ekim Derinliği Varyasyon Katsayıları.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	14.6	11.0	9.0
Çapa	22.1	19.2	18.8
Tek Diskli	16.5	13.5	12.8
Çift Diskli	15.8	13.1	9.8

Çizelge 25. Karpuz Tohumu ile Tarla II’de Yapılan Denemelerde Ekim Derinliği Varyasyon Katsayıları.

Gömücü Ayak	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Varyasyon Katsayısı (%)		
Balta	13.8	10.3	6.3
Çapa	24.0	18.9	18.0
Tek Diskli	19.6	12.8	11.9
Çift Diskli	15.9	10.9	8.2

dağılımını belirlemek için tohumların toprak içerisindeki yatay ve düşey düzlemdeki dağılımları incelenmiştir.

Yatay düzlemdeki tohum dağılımını incelemek için ölçülen sıra üzeri uzaklıklar açısından mısır tohumu ile yapılan denemelerde gömücü ayakların ortalama sıra üzeri tohum uzaklığını etkilemediği, karpuz tohumu ile yapılan denemelerde ise gömücü ayakların sıra üzeri tohum uzaklığını

etkilediği saptanmıştır. Her iki tohum ile yapılan denemelerde de en düşük sıra üzeri uzaklık varyasyon katsayısı ve sıradan sapma dolayısıyla en iyi yatay düzlem tohum dağılımı balta gömücü ayak kullanılarak yapılan denemelerde elde edilmiştir.

Özmerzi (1986) tarafından tahıl ekim makinelerinde kullanılan balta, çapa, tek diskli ve çift diskli gömücü ayakların tohum dağılımları üzerine yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre çift diskli gömücü ayağa ilişkin en yakın komşu tohum uzaklığı değerleri teorik tohumlar arası uzaklığa çok yakındır. Dolayısıyla çift diskli gömücü ayak ile yapılan denemelerde daha iyi yatay düzlem tohum dağılımı elde edilmiş ve daha iyi bir tohum dağılımı için çift diskli gömücü ayak kullanımı önerilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan tek ve çift diskli gömücü ayaklar ise yapısal özellikleri nedeniyle kullanıldıkları ekim makinasında tohum düşme yüksekliğini balta ve çapa gömücü ayağa göre oldukça artırmışlardır. Öyle ki balta gömücü ayak kullanımı ile 140 mm olan tohum düşü yüksekliği tek diskli gömücü ayak kullanımı ile 260 mm, çift diskli gömücü ayak kullanımı ile 265 mm’ye yükselmiştir. Bu da çift diskli

gömücü ayağın beklenenden daha kötü yatay düzlem tohum dağılımı sağlamasına neden olmuştur. Tohumun toprağa düşü yüksekliği, bilindiği gibi tohumun toprak içerisindeki sıçrama ile oluşacak yer değiştirmesini etkileyen önemli bir faktördür. Wanjura ve Hudspeth (1969) ve Parish ve Bracy (2003) tarafından, hava emişli hassas ekim makinaları üzerinde yapılan araştırmalara göre tohum düşü yüksekliğinin artması bu makinalardaki tohum dağılımını olumsuz etkilemiştir.

Düşey düzlemdeki tohum dağılımı açısından ise, denemeye alınan her iki tohum için de çapa gömücü ayak kullanımı ortalama ekim derinliği ve ekim derinliği varyasyon katsayısını artırmıştır. Düşey düzlemdeki tohum dağılımı açısından en düşük varyasyon balta ve çift diskli gömücü ayaklarda elde edilmiştir. Bu sonuçlar Özmerzi (1984) tarafından, aynı gömücü ayakların tahıl ekim makinalarında kullanımı ile elde edilen sonuçları ve Tessier ve ark. (1991) tarafından, doğrudan ekimde benzer gömücü ayakların kullanımı ile elde ettiği sonuçları desteklemektedir.

Araştırma, gömücü ayakların farklı toprak koşullarındaki etkisini incelemek için üç farklı toprak penetrasyon direncine sahip parsellerde tekrarlanmış ve toprak penetrasyon direncinin tohum dağılımına etkisi de incelenmiştir. Gerek yatay gerekse düşey düzlemdeki tohum dağılımı açısından toprak penetrasyon direncindeki artış tohum dağılımındaki varyasyonu azaltmıştır. Özmerzi (1988) tarafından belirtildiği gibi bu değişimi toprağın değişen akma özelliği etkilemektedir. Toprak penetrasyon direncindeki artış ile tohumların toprak içerisindeki sürüklenme ve yuvarlanması ile oluşan yer değiştirmesi azalmaktadır.

Çapa gömücü ayak genel olarak düşey düzlemdeki tohum dağılımı açısından toprak penetrasyon direncinden en az etkilenmiştir. Örneğin Tarla II'de mısır ile yapılan denemelerde balta gömücü ayakta ortalama 0.78 MPa toprak penetrasyon direncinde (Parsel I) ekim derinliği 57.7 mm iken 1.1 MPa'da (Parsel III) 49.4 mm'ye düşmüştür. Çapa gömücü ayak ile yapılan denemelerde ise sadece 58.2 mm'den 55.1 mm'ye düşmüştür. Çapa gömücü ayak gibi dar batma açılı gömücü ayaklarda, toprakta

çalışırken gömücü ayağa etki eden bileşke toprak direncinin düşey bileşenin gömücü ayağı toprağa batmaya zorlaması, bu gömücü ayağın toprak penetrasyon direncinden daha az etkilenmesine neden olmuştur.

Yatay düzlemdeki tohum dağılımı açısından ise bütün gömücü ayaklarda benzer etki gözlemlenmiş ve genel olarak toprak penetrasyon direncinin artışı ile sıra üzeri uzaklığa ilişkin varyasyon katsayısı azalmıştır.

Kaynaklar

- Barut, Z.B. ve Özmerzi, A., 1994. Hava emişli bir hassas ekici düzenin mısır, pamuk ve susam tohumu ekim başarısı üzerine bir araştırma. Tarımsal Mek. 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 20-22 Eylül, Antalya, 76-88.
- Heege, H.J., 1993. Seeding methods performance for cereals, rape, and beans. Transactions of the ASAE, 36(3): 653-661.
- ISO, 1984. Sowing Equipment - Test Methods. Part I: Single Seed Drills (Precision Drills), 7256/1.
- Keskin, R., 1983. Hassas ekim makinalarındaki gelişmeler ve Türkiye'deki durumu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1, Derleme No:2.
- Megahan, E.J. and Robotham, B.G., 1992. Effect of planting depth on yield in cereals. Conference on Engineering in Agriculture, Albury, NSW, 4-7 October, 121-126.
- Morrison, J.E. and Gerik T.J., 1985. Planter depth control : I Predictions and projected effects on crop emergence. Transactions of the ASAE, 28(5): 1415-1418.
- Öğüt, H., 1991. Türk-koop pnömatik hassas ekim makinasında mısır için optimum ilerleme hızı ve sıra üzeri aralığın belirlenmesi. Doğa-Tr. J. of Agriculture and Forestry, 15: 423-431
- Önal, İ., 1995. Ekim-Dikim-Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova, İzmir, 605 s.
- Özmerzi, A. ve Keskin, R., 1983. Tohum derinliğinin ölçülmesinde uygulanan yöntemler üzerinde bir araştırma. U.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı:1, Cilt:2, Bursa. 1-11.
- Özmerzi, A., 1984. Tahıl ekim makinalarında kullanılan tek diskli, çift diskli, balta ve çapa tipi gömücü ayakların tohum dağılım özellikleri üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. Cilt:33 Fasikül 1-2-3-4'den ayrı basım, 192-202.
- Özmerzi, A., 1986. Tahıl ekim makinalarında kullanılan gömücü ayaklara ilişkin tohum dağılımları üzerinde bir araştırma. T.Z.D.K. Mesleki Yayınları, No:44, Ankara 89 s.
- Özmerzi, A. 1988. Tahıl ekiminde gömücü ayakların tohum dağılımına toprak sıkıştırmasının etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,

- 1(1): 53-66.
- zmerzi, A., 1996. Bahçe Bitkilerinin Mekanizasyonu. Akdeniz Üniversitesi Basımevi. Yayın No: 63, 148 s.
- zmerzi, A. ve Karayel, D., 1998. Karpuz tohumunun hava emişli hassas ekim makinası ile doğrudan ekim olanakları. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi (CD ROM), 17-18 Eylül, Tekirdaę.
- Parish, R.L. and Bracy, R.P., 2003. An Attempt to improve uniformity of a Gaspardo Precision Seeder. Horttechnology, 13 (1): 100-103
- Slattery, M., 1997. Seed Placement Accuracy: The Influence of Seed Depth and Soil Undulations On Yield. ARC Collaborative Research Project Report (unpublished), University of South Australia.
- Tessier, S., Hyde, G.M., Papendick, R.I. and Saxton, K.E., 1991. No-till seeders effects on seed zone properties and wheat emergence. Transactions Of the ASAE, 34(3): 733-739.
- Wanjura, D.F. and Hudspeth E.B., 1969. Performance of vacuum wheels metering individual cottonseed. Transaction of ASAE, 12(6): 775-777.