

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erdal YURDUSEVER

**HASSAS EKİM MAKİNALARINDA İLERLEME HIZININ FARKLI
KÜRESELLİK KATSAYISINDAKİ TOHUMLARIN DAĞILIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

TARIM MAKİNALARİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HASSAS EKİM MAKİNALARINDA İLERLEME HIZININ FARKLI
KÜRESELLİK KATSAYISINDAKİ TOHURLARIN DAĞILIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Erdal YURDUSEVER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu tez 05/04/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İmza : İmza : İmza :
DANIŞMAN ÜYE ÜYE
Yrd.Doç.Dr.Ali Musa BOZDOĞAN Doç.Dr.Zeliha Bereket BARUT Prof.Dr. Ramazan SAĞLAM

Bu tez enstitümüz Tarım Makinaları Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: ZF2005YL23

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HASSAS EKİM MAKİNALARINDA İLERLEME HIZININ FARKLI
KÜRESELLİK KATSAYISINDAKİ TOHUMLARIN DAĞILIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Erdal YURDUSEVER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN

Yıl: 2006, Sayfa: 39

Jüri : Yrd. Doç. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN

Doç.Dr.Zeliha Bereket BARUT

Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM

Bu çalışmada, hava emişli hassas ekim makinalarında ilerleme hızının farklı küresellik katsayısındaki tohumların dağılımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemeler Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tarım Makinaları Bölümü arazisinde yürütülmüştür. Denemelerde Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü atelyesinde mevcut bulunan Sönmezler Tarım Makinaları San. ve Ltd.Şti. (Adana) yapımı PM-01 model hava emişli 4 sıralı hassas ekim makinası kullanılmıştır. Denemeler 0.64, 1.06 ve 1.78 m/s ilerleme hızlarında yürütülmüştür. Bu ilerleme hızlarında 0.79 ve 0.64 küresellik katsayısına sahip mısır tohumları kullanılmıştır. Denemeler sonrasında sıra üzerine düşen ardışık tohumlar arası mesafe 2.50 m şerit boyunca 3 tekrarlı olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler ve yapılan hesaplamalar sonucunda; İkizleme Oranı (İO), Kabuledilebilir Tohum Aralığı Oranı (KTAO), Boşluk Oranı (BO), Hassasiyet (HAS) ve Varyasyon Katsayısı (CV) değerleri belirlenmiştir.

Analizler sonucunda; her iki küresellik katsayısındaki tohumların ekiminde en yüksek KTAO değeri 1.06 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. 0.79 küresellik katsayısındaki tohumların her üç ilerleme hızında, 0.64 küresellik katsayısındaki tohumların yalnız 1.06 m/s ilerleme hızında ekilebildiği sonucuna varılmıştır. Sonuçta, her iki küresellik katsayısında 1.06 m/s ilerleme hızının diğer hızlara göre istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hassas ekim makinası, Küresellik Katsayısı, İkizleme Oranı, Kabuledilebilir Tohum Aralığı Oranı, Boşluk Oranı

ABSTRACT

MSc THESIS

<p>EFFECT of FORWARD SPEED on SEED SPACING UNIFORMITY of DIFFERENT SEED SPHERICITY in VACUUM PRECISION SEEDERS</p>

Erdal YURDUSEVER

**DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN

Year: 2006, Page: 39

Jury : Assist. Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN

Assoc. Prof. Dr. Zeliha Bereket BARUT

Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM

In this research, the main aim is to determine of effect of different of forward speed in different seed sphericity on within-row distribution in pneumatic seeder. Trials were made in fields which belongs to Agricultural Machinery Department in Cukurova University Agriculture Faculty Research & Application Farm. Pneumatic seeder which has 4 rows seeder unit was used in trials. Trials were made 0.64, 1.06 and 1.78 m/s forward speeds. In these speeds, corn seed which has 0.79 and 0.64 sphericity were used. Within-row seed spacings were measured along 2.50 m by hand in 3 replications. In the result of these measurements and analysis, multiple index (MULT), quality feed index (QFI), miss index (MISS), precision (PREC) and coefficient of variation (CV) were calculated.

The best QFI values were determined at 1.06 m/s forward speed for each seed sphericity. Results were shown that seed which have 0.79 sphericity may be sown for all forward speeds. But seed which have 0.64 seed sphericity must be sown only 1.06 m/s forward speed. It was determined that 1.06 m/s forward speed was statistically different from others in analysis for each seed sphericity.

Keywords: Pneumatic seeder, Sphericity, Multiple index, Quality feed index, Miss index.

ÖNSÖZ

Tohumun yeni bir bitki meydana getirmek amacıyla toprağa gömülmesi ekim olarak adlandırılmaktadır. Tohumların uygun koşullarda çimlenerek büyüebilmesi için gerekli şartlardan birisi de sıra üzeri mesafelerdir. Tohumların belli bir düzene göre ekilmesi ve her tohumun topraktaki besin maddelerinden gereğince yararlanması için tohumlar ekim makinaları ile ekilmektedir. Her tohumun kendine özgü fiziksel özellikleri bulunmaktadır. Bu özelliklerden birisi de küresellik katsayısıdır.

Bu araştırmada; hava emişli hassas ekim makinalarında ilerleme hızının farklı küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüklerine etkisi incelenmiştir.

Araştırmanın konu ile ilgilenenleri bilgilendirmesi en büyük dileğimdir.

Adana,2006

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmamın yurütölmesi ve değerlendirilmesine kadar her konuda bana yardımcı olan ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN'a, .Ü. Ziraat Faköltesi Tarım Makinaları Bölümü Atölyesi çalışanlarına ve Bölüm akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında sonsuz desteklerini gördüğüm aileme teőekkürlerimi sunarım.

*Bu çalışmayı, şahsıma gösterdikleri anlayış ve sabırlarıyla sevgi ve ilgilerini
üzerimden eksik etmeyen değerli insanlara;*

Aileme....

adıyorum.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
ÖNSÖZ	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
EK ÇİZELGELER DİZİNİ	X
1. GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3.MATERYAL ve METOD	8
3.1.Materyal	8
3.1.1. Sönmezler PM-01 Hava Emişli Hassas Ekim Makinası	8
3.1.1.1. Hareket İletim Düzeni	9
3.1.1.2. Hava Emiş Ünitesi	10
3.1.1.3. Ekim Ünitesi Düzeni	10
3.1.2. Kullanılan Araç-Gereçler	11
3.2.Metod	12
3.2.1. Tohum Küresellik Katsayısının Belirlenmesi	12
3.2.2. Denemelerdeki Hız Değerinin Belirlenmesi	12
3.2.3. Sıra Üzeri Tohum Dağılımı Düzgünlüğünün Belirlenmesi	12
3.2.4. İstatistiksel Analizler	15
3.2.4.1. T-Testi	15
3.2.4.2. Duncan Testi	15
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	16
4.1.Tohumların Küresellik Katsayısı Değerleri	16
4.2.Sıra Üzeri Mesafe Ayarı	17
4.3. Denemelerdeki Hız Değerleri	17
4.4. Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğü Değerleri	17

4.4.1. K_1 Küresellik Katsayısındaki Tohumların Sıra Üzeri Dağılım	
Düzensünlüğü	18
4.4.2. K_2 Küresellik Katsayısındaki Tohumların Sıra Üzeri Dağılım	
Düzensünlüğü	21
4.5. İstatistiksel Analizler	25
4.5.1. T-Testi	25
4.5.2. Duncan Testi	25
5.SONUÇ ve ÖNERİLER	27
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	33
EK ÇİZELGE	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

3.1. Sönmezler PM-01 Hava Emişli Hassas Ekim Makinasına Ait Bazı Teknik Ölçüler	9
4.1. Tohum Boyutlarının Frekans Dağılım Değerleri	16
4.2. K ₁ Küresellik Katsayısındaki Tohumların Farklı Hızlardaki İO, KTAO, BO, HAS ve CV Değerleri	20
4.3. K ₂ Küresellik Katsayısındaki Tohumların Farklı Hızlardaki İO, KTAO, BO, HAS ve CV Değerleri	23
4.4. Tohumların Küresellik Katsayılarına Göre T-Testi Sonuçları	25
4.5. Duncan'a Göre Analiz Sonuçları	25
4.6. İlerleme Hızı ve Ekici Ayak Nosunun Analiz Sonuçları	26

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

3.1. Sönmezler PM-01 hava emişli hassas ekim makinası ..	8
3.2. Hareket iletim düzeni	9
3.3. Hava emiş ünitesi	10
3.4 Sıra üzeri tohum aralığının ayarlamalarında kullanılan Z_1 ve Z_2 dişlileri..	13
4.1. K_1 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki dağılımı	18
4.2. K_1 küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının ilerleme hızına göre değişimi	19
4.3. K_1 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki İO, KTAO, BO değerleri değişimi	20
4.4. K_2 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki dağılımı	21
4.5. K_2 küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının ilerleme hızına göre değişimi	22
4.6. K_2 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki İO, KTAO, BO değerleri değişimi	23
4.7. İlerleme hızına göre K_1 ve K_2 küresellik katsayısındaki tohumların İO, KTAO ve BO değerleri	24

EK ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Ek Çizelge 1. Denemelerde Kullanılan Mısır Tohumu Boyutları	34
Ek Çizelge 2. Her bir İlerleme Hızında Sıra Üzerindeki Tohumlararası Uzaklık Ölçüm Değerleri	36
Ek Çizelge 3. Küresellik Katsayısı ve Hıza Bağlı Her Bir Sırada Frekans Aralıklarındaki Tohum Sayısı	39

1.GİRİŞ

Tohumun yeni bir bitki meydana getirmek amacıyla toprağa gömülmesi ekim olarak adlandırılmaktadır. Doğada ekim işlemi kendi halinde ve gelişigüzel gerçekleşmektedir. Kültür bitkileri büyüebilmek için topraktaki bitki besin maddelerine, havanın karbondioksidine ve güneş ışığına gereksinim duymaktadır. Tohumların topraktaki besin maddelerinden eşit şekilde yararlanabilmesi için belli bir düzen ile ekilmeleri gerekmektedir (Deligönül,1994).

Tohumların uygun koşullarda çimlenerek büyümesi için gerekli şartlardan en önemlisi sıra arası ve sıra üzeri mesafelerdir. Sıra arası mesafesinin gereğinden az olması tohumların yaşam alanlarının daralmasına ve gereğinden fazla olması ise sıra arasında otlanmaya neden olmaktadır. Belli sınırlar içinde kalmak koşuluyla sıra arası mesafenin daralması yabancı ot için yapılan mücadelelerin azalması anlamına gelmektedir (Harrison ve ark.). Sıra üzeri mesafe gereğinden az olduğunda çapa bitkilerinde seyreltmeye gereksinim duyulmaktadır. Buna karşın gereğinden fazla sıra üzeri mesafe, birim alandaki bitki sayısının azalmasına neden olmaktadır. Lauer ve Rankin (2004) sıra üzeri mesafelerindeki değişimin mısır verimi üzerine etkisi konusunda yapmış oldukları çalışmada; özellikle standart sapmanın 12 cm yi aştığı her 1 cm için verimin %1.06 azaldığını belirlemişlerdir.Praish ve ark. (1999) bildirdiğine göre Moore(1991) aynı bitki populasyonunda eşit aralıklara sahip soya fasulyesindeki verimin eşit aralıklı olmayana göre %7-8 daha fazla olduğunu saptamıştır.

Gil ve Carnasa(1996) sıra arası ve sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün kültür bitkileri için önemini vurgulamışlardır. Araştırmacılar, mısır bitkisinin erken dönemlerindeki boy tekdüzeliğinin verimde %5 artış sağladığını bildirilmişlerdir.

17. yüzyılın başlarına kadar ekim işlemi elle yapılmaktaydı. 1785 yılında James Cook günümüzde kullanılan ekim makinalarının ilk modelini yapmıştır (Önal,1996). 1920'lerde Avrupa ve ABD'de hassas ekim makinaları üzerinde çalışmalara başlanmıştır. 1924 yılında hassas ekim makinaları ile ilgili 100 adede yakın patent alındığı bildirilmiştir (Önal,1996).

Tohumların belli bir düzene göre ekilmesi ve her tohumun topraktaki besin maddelerinden gereğince yararlanması için tohumlar ekim makinaları ile ekilmektedirler. Tohumlar serpme veya sıraya ekim yöntemleriyle ekilmektedir. Serpme ekim işlemi, elle veya makina ile gerçekleştirilmektedir (Mutaf,1984). Sıraya ekim yönteminde makina kullanılmaktadır. Bu ekim yöntemi ile tohumlar düzgün sıralar halinde ekildiği için yabancı ot mücadelesine ve tohumların aynı süre içinde çimlenmesine olanak sağlamaktadır. Sıraya ekimde kullanılan makinalarla; banda, kümeye, çiziyeye tek dane gibi ekim işlemleri yapılmaktadır.

Sıraya ekim makinaları ekici düzenlerine göre; normal mekanik sistemli, santrifüj sistemli ve pnömatik etkili olmak üzere gruplara ayrılmaktadır (Çiftçi ve Demirel,1989). Pnömatik ekici düzenlerde, hava etkisi kullanılmaktadır. Bu düzen sayesinde daneler sıra üzerine tek tek ekilebilmektedir.

TS-6424 standardında; tohumları sıra üzerinde eşit mesafelerde tek tek eken makinalar hassas ekim makinaları olarak adlandırılmaktadır (Anonymous,1989).

Hassas ekim makinaları, mekanik ve havalı ekim makinaları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Mekanik ekim makinalarında ekici ünite üzerine gelen tohumlar, tohum borusuna iletilmektedir. Havalı ekim makinalarında ekici üniteler üzerine gelen tohumlar, emişli veya basınçlı hava sayesinde ekici plaka üzerinde tutunmaktadır. Tohumun tutunması için gerekli hava, traktör kuyruk milinden hareket alan ve makine üzerine monte edilen bir aspiratör ile elde edilmektedir (Çiftçi ve Demirel,1989). Bu tip ekim makinalarında ekilecek tohumun büyüklüğüne göre uygulanacak olan vakum değeri oldukça önemlidir. Örneğin mısır için vakum değeri 50-70 mbar iken iri fasulye için 90-100 mbar ve pancar için 30-40 mbar gereklidir (Kasap ve ark.,1998).

Hassas ekim makinalarının kullanımı ile özellikle çapa bitkileri için seyreltmeye gereksinim duyulmamaktadır. Hassas ekim makinalarında, hem seyreltmeye gereksinim olmadığından işçilik masrafı en aza indirgenmekte ve hem de en az tohum kullanılarak tohum tasarrufunda bulunmaktadır. Ayrıca çoğu sıraya ekim makinalarında kg/ha olarak belirtilen ekim normu değerleri, hassas ekim makinalarında adet/ha olarak anılmaktadır. Bu durum hassas ekim makinaları ile büyük oranda tohum tasarrufunun yapıldığını göstermektedir.

Bu araştırmada amaç; hava emişli hassas ekim makinalarında ilerleme hızının farklı küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüklerine etkisini belirlemektir.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ball (1986) hassas ekimde tohumların tekdüze ekim deseniyle ekildiğini ve geleneksel ekimle karşılaştırıldığında verimin önemli derecede artış gösterdiğini belirtmiştir. Bu verim artışının yarısı uygun ekim derinliğinden ve diğer yarısının da sıra üzeri dağılım düzgünlüğünden kaynaklandığı bildirilmiştir. Araştırmacı, bitkiye göre değişmekle birlikte kültür bitkisi ve yabancı ot arasında sürekli bir yarış olduğunu bildirmiştir. Kültür bitkisi yabancı ot arasındaki yarış nedeniyle verimde %8 ve kültür bitkilerinin kendi aralarındaki yarıştan dolayı %14 oranında verim azalması olduğunu saptamıştır.

Önal (1987), hassas ekim makinasının ayçiçeği, mısır ve pamuk tohumu ekiminde ekim başarısını araştırmıştır. Laboratuvarda yapılan çalışma sonucunda; ilerleme hızının, ekim mesafesinin, tohum plakası delik sayısının ve çevre hızının, dane atım frekansının hassas ekimde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkili olduğunu saptamıştır.

Parish ve ark. (1991) bantlı ve hava emişli hassas ekim makinası kullanarak değişik tohumlarının hassas ekilebilirliği üzerine araştırma yapmışlardır. Araştırmada; düzensiz şekilli, uzun ve düz tohumların ekiminde laboratuvar şartlarında hava emişli makinaların bantlılara göre daha iyi olduğu ve tarla denemelerinde ise makinalar arasında istatistiksel bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

Konak ve ark (1992) yapısal değişiklik yapılmış oluklu makaralı, dişli makaralı ve iri tohum makaralı ekici düzenlerle fasulye ve nohut ekiminde ilerleme hızının sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne etkisi üzerine araştırma yapmışlardır. Denemeler 0.5, 1.0 ve 1.5 m/s ilerleme hızı ve uygulamada kullanılan ekim normlarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda her üç ekici düzenin fasulye ekimi için 1.0 m/s'lik ilerleme hızında ve nohut ekimi için her üç hız kademesinde kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Bayındır ve Şahin (1994), havsız pamuk tohumu kullanımında ekim makinalarının başarısı ve uygun ekim normunun belirlenmesi üzerine laboratuvar ve

tarla koşullarında çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalar sonucunda, hassas ekim makinalarında uniform bir ekim sağlandığını bildirmişlerdir.

Çolak ve ark. (1995) ultrasonik tohum sayıcının ekim makinası deneylerinde kullanılabilme olanakları araştırmışlardır. Araştırmalar sonucunda; ultrasonik tohum sayıcının ekim makinaları deneylerinde sıra üzeri uzaklıkların belirlenmesinde kullanılabilir özellikte olduğu bildirmişlerdir.

Kachman ve Smith (1995) tek dane tohum ekimi yapan makinaların sıra üzeri dağılım düzgünlüklerinin belirlenmesi amacıyla alternatif ölçüm yöntemi geliştirmişlerdir. Bir ekim makinasının performans değerlendirilmesinde sıra üzerindeki tohumlar arası mesafenin önemli bir faktör olduğunu vurgulamışlardır. Sıra üzeri mesafenin ikizleme, boşluk, çimlenme ve düşme noktasının değişebilirliğine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Ölçümlerde ortalama, standard sapma, kabuledilebilir tohum aralığı oranı, ikizleme oranı, boşluk oranı ve hassasiyet değerlerini kullanmışlardır. Araştırmanın sonucunda ortalama ve standart sapma değerlerinin performans belirleme için uygun olmadığı sonucuna varmışlardır.

Gil ve Carnasa (1996), havalı ve mekanik ekim makinaları ile yapmış oldukları ekim işlemlerinde havalı ekim makinalarının mekanik ekim makinalarına göre daha iyi sıra üzeri dağılım düzgünlüğü sağladığını saptamışlardır.

Taşer (1997), sıra üzeri tohum dağılımının fotosel algılama yöntemi ve bilgisayar destekli saptanabilmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Araştırma sonucunda; hassas ekim makinalarında sıra üzeri uzaklıkların algılanması ve dağılımın belirlenmesinde fotosel algılayıcı, bilgisayar destekli ölçme ve değerlendirme düzeninin laboratuvar koşullarında kullanılabilir özellikte olduğunu bildirmiştir.

Acar (2001), pnömatik hassas ekim makinalarında tohumların tutulmasına etkili bazı parametrelerin etki derecelerinin belirlenmesi üzerine çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda; vakum değeri düşürüldüğünde ve ekici plakanın yüksek çizgisel hız değerlerinde tohumların deliklerde tutulmalarının güçleştiğini bildirmiştir.

Delikkaya ve Erdem (2001) pnömatik sarımsak dikim makinalarında dikim parametrelerinin belirlenmesi üzerine yapmış oldukları çalışmada; makinalı dikimde 8 ve 10 cm sıra üzeri, 1.89 km/h ve 8 cm derinlikte dikim yapılmıştır. Yörede uygulanan elle dikimde ise yöre şartlarına göre 12 cm sıra üzeri ve 6 cm derinlikte dikim işlemi gerçekleştirilmiştir. Deneme sonuçlarına göre makinalı dikimde tohum, gübre, insan işgücü ve zamandan tasarruf sağlanarak üretim maliyetinin elle dikime göre azaldığı saptanmıştır.

Barut ve Özmerzi (2004) pnömatik tek tohum ekim makinalarında farklı çalışma değişkenlerinin tohum tutumuna etkisi üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, tohum plakası delik şekli, tohum plakası çevre hızı, vakum basıncı, tohum plakası delik büyüklüğü ve bin dane ağırlığının, plaka deliklerinde tohum yakalanma oranını %1 ($p<0.01$) önem seviyesinde istatistiksel olarak etkilediğini saptamışlardır.

Ivancan ve ark. (2004) maydanoz tohumu ekiminde ilerleme hızının sıra üzeri dağılıma etkisini belirlemek için araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda ilerleme hızındaki bir artışın ekim hassasiyetinde bir düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. 1.8 km/h ilerleme hızında istenen tohum aralığına düşen tohumların oranı %80.4 iken ilerleme hızı 5.2 km/h'a ulaştığında bu değer %76.6ya düştüğünü belirlemişlerdir.

Barut ve Akbolat (2005) tarla koşullarında tohum plakası delik şekillerinin bitki dağılım düzgünlüğü ve verime etkisini incelemişlerdir. Araştırmada dört farklı yöntemle hazırlanan tohum yatağına kare, eşkenar üçgen, oblong ve yuvarlak delik şekilli tohum plakaları kullanılarak tek tohum mısır ekimi yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda; delik şekillerinin sıra üzeri bitki aralığı düzgünlüğü ve verim üzerinde istatistiksel olarak etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

Önal (2005) normal sıraya ekimin matematik-istatistik esasları ve ekim makinalarının denemelerinde kullanılması üzerine yapmış olduğu çalışmada; normal sıraya ekim makinası ekici düzeninin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün tanımlanmasında yapışkan bandın ilerleme yönünde şeritlere bölünmesi ve bu şeritlerdeki tohumların sayılmasının araştırmacıya kolaylık sağladığını bildirmiştir. Araştırmada, “Tahıl ve Pamuk Ekim Makinaları Deney İlkeleri”ne temel oluşturan matematik-istatistik esaslar uygulamalı olarak açıklanmıştır.

Coşkun ve ark. (2006) tatlı mısırın küresellik katsayısı, bin dane ağırlığı, porozite, terminal hız gibi fiziksel özelliklerindeki değişimin nem içeriklerine bağlılığı konusunda araştırma yapmışlardır. Araştırmada nem içeriğinin artmasıyla küresellik katsayısının da artış gösterdiğini ve arasındaki ilişki için 2.1 nolu bağıntıyı geliştirmişlerdir.

$$\phi = 0.5883 + 0.0022 \cdot M_c \dots\dots\dots (R^2=0.8569) \dots\dots\dots (2.1)$$

Burada,

ϕ = Küresellik katsayısı (-) ve

M_c = Nem içeriği (%) dir.

3.MATERYAL ve METOD

Denemeler, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Tarım Makinaları Bölümü arazisinde gerçekleştirilmiştir.

Denemelerde Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü atelyesinde mevcut bulunan; Sönmezler Tarım Makinaları San.ve Ltd. Şti . (Adana) yapımı PM-01 model hava emişli 4 sıralı hassas ekim makinası kullanılmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Sönmezler PM-01 Hava Emişli Hassas Ekim makinesi

Sönmezler Tarım Makinaları San.ve Ltd. Şti. (Adana) yapımı PM-01 model hava emişli hassas ekim makinası; asılır tip 4 sıralı olup, traktör askı kolları üzerinde taşınan değişik tür ve cins bitki tohumlarının, istenilen sıra arası ve sıra üzeri aralığına hassas bir şekilde ekilmesi amacıyla imal edilmiş universal bir ekim makinasıdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Sönmezler PM-01 Hava Emişli Hassas Ekim Makinası

Sönmezler PM-01 hava emişli hassas ekim makinası 4 adet tohum deposu ve 1 adet hava emiş ünitesinden oluşmaktadır. Ekim makinası, traktör üç nokta askı sistemine bağlanmaktadır.

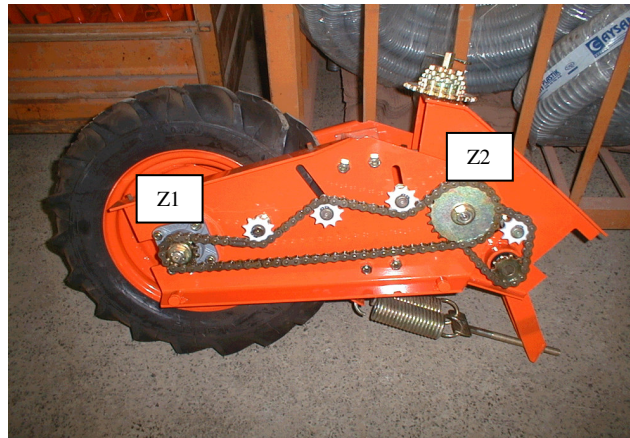
Sönmezler PM-01 hava emişli hassas ekim makinasına ait bazı teknik ölçüler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Sönmezler PM-01 Hava Emişli Hassas Ekim Makinasına Ait Bazı Teknik Ölçüler (Anonymous, 2005)

Özellikler	Ölçüler
Toplam uzunluk (mm)	2018
Toplam genişlik (mm)	2950
Toplam yükseklik (mm)	1620
Ekici ayaklar arası uzaklık (mm)	
Min.	400
Max.	840
Tohum deposu hacmi (dm ³)	30.6
Aspiratör devir sayısı (d/min) (Traktör kuyruk mili devri 540 d/min)	3150
Aspiratör kanat uzunluğu (mm)	235
Aspiratör emiş gücü (mbar)	130
Baskı tekerleği çapı (mm)	250
Kapatma genişliği (mm)	150

3.1.1.1. Hareket İletim Düzeni

Ekici düzen için gerekli olan hareket ana şasi üzerine monte edilmiş olan ve ilerleme yönüne göre sağ taraftaki tekerlekten sağlanmaktadır. Bu tekerlekten alınan hareket; zincir-dişli sistemi yardımıyla bir ana mile ve bu milden ekici ünitelere aktarılmaktadır. Tekerlekten alınan hareket Z_1 ve Z_2 dişlileri yardımı ile ana mile iletilmektedir. Bu dişliler değişim durumunda gergi dişlileriyle gerdirilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Hareket iletim düzeni

3.1.1.2. Hava Emiş Ünitesi

Hava emiş ünitesinin görevi vakum oluşturmaktır. Bu ünite, ana şasi üzerine civatalarla bağlanmıştır ve hareketini traktör kuyruk milinden bir kardan mili yardımıyla almaktadır. Hava emişi, aspiratör üzerindeki hortum bağlantı hücresi tarafından spiral hortumlar yardımıyla ekici ünite hücrelerine ulaştırılmaktadır. Hortumlar herbir ekici üniteye kelepçelerle bağlanmıştır. Hava emişini sağlayan aspiratör, kuyruk mili devri maksimum 540 devirde iken yaklaşık 130 mbar vakum oluşturmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Hava Emiş Ünitesi

3.1.1.3 Ekim Ünitesi Düzeni

Ekim ünitesinin tamamı ana şasiye kelepçelerle bağlanmaktadır. Kelepçelere ait civataların gevşetilmesiyle ekici üniteler ana şasi üzerinde sağa-sola hareket ettirilmekte ve sıra arası uzaklıklar 40-84 cm arasında kademesiz olarak ayarlanmaktadır. Ekim işlemi sırasında ekici üniteler birbirinden bağımsız çalışmaktadır. Baskı tekerleğinin baskı oranı; ekici ünitenin, kelepçeye bağlı olduğu noktada bir yay parçası üzerine yerleştirilmiş üç ayrı noktadan herhangi birisinin kullanılmasıyla değiştirilebilmektedir. Tohum yatağına bırakılan tohumun üstü kapaticılarla örtülmektedir.

Tekerlekten zincir-dişli sistemi ile alınan hareket, ekici mile aktarılmaktadır. Ekici mil, ekici ünitelere zincir-dişli sistemi ile hareket iletimini sağlamaktadır. Tekerlek-ekici mil arasındaki hareket iletiminde, dişlilerdeki ve ekici plaka delik sayısındaki değişimlerle sıra üzeri tohum aralığı ve ekim normu ayarlanmaktadır. İstenilen sıra üzeri tohum aralığına göre kullanılması gereken dişliler ve ekici plaka delik sayısı hakkında bilgiler üretici firma tarafından verilmekte ve makina üzerinde bir çizelge halinde bulunmaktadır.

Serbest yığılma ile depodan ekici plaka ön yüzeyine dökülen tohumlar, plakanın arka yüzeyinde bulunan hava emişinin etkisiyle ekici plaka üzerindeki deliklerde tutulmaktadır. Tekerlekten alınan hareket zincir-dişli sistemi aracılığıyla ekici plakaya dönü hareketi kazandırmaktadır. Ekici plaka üzerindeki deliklere tohum büyüklüğüne göre bir veya daha fazla tohum tutunabilmektedir. Ekici plakalar üzerinde sadece bir tek tohumun tutulabilmesi için seçicilik görevi yapan sıyırıcılar kullanılmaktadır. Her bir ekici plaka üzerinde 2 adet sıyırıcı bulunmaktadır ve her bir sıyırıcı 2 adet parmağa sahiptir. Sıyırıcıdan geçen tohumlar, hava emiş etkisinin kesildiği yerde yerçekimi etkisine girmekte ve balta tipi ekici ayakların açtığı çiziye düşmektedir. Arkadan gelen kapatıcılar ve baskı tekerlekleri yardımıyla ekim işlemi tamamlanmaktadır.

3.1.2. Kullanılan Araç-Gereçler

Denemelerde, iki farklı küresellik katsayısına (K_1 ve K_2) sahip mısır tohumu kullanılmıştır.

Mısır tohumlarının boyutlarının belirlenmesinde 0.01 mm hassasiyetinde elektronik sayısal (dijital) göstergeli kumpas kullanılmıştır.

Denemelerde; Sönmezler PM-01 hava emişli hassas ekim makinasında 5 mm çapında 32 delikli ekici plakalar kullanılmıştır.

Denemelerde; zaman ölçümleri için kronometre ve sıra üzeri mesafe ölçümleri için milimetrik bölüntülü şeritmetre kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Tohum Küresellik Katsayısının Belirlenmesi

Denemelerde kullanılacak tohumların küresellik katsayıları belirlenmiştir. Bu amaçla her bir tohumdan 100 adet örnek alınmış ve tohumların uzunluk, kalınlık ve genişlik değerleri 0.01 mm hassasiyetindeki elektronik sayısal göstergeli kumpasla ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda elde edilen değerler kaydedilmiştir (Ek Çizelge 1). Bu değerlerden 3.1 nolu bağıntı yardımıyla herbir tohuma ait küresellik katsayısı değerleri belirlenmiştir (Mohsenin, 1970; Coşkun ve ark, 2006).

$$\phi = \frac{(L \cdot W \cdot T)^{1/3}}{L} \dots\dots\dots(3.1)$$

Burada;

ϕ = Tohuma ait küresellik katsayısı (-),

L = Tohum uzunluğu (mm),

W = Tohum genişliği (mm) ve

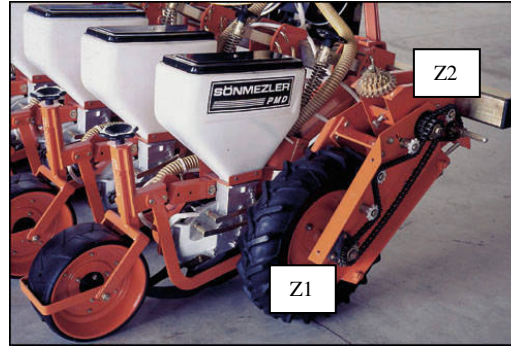
T = Tohum kalınlığı (mm) dır.

3.2.2. Denemelerdeki Hız Değerinin Belirlenmesi

Denemelerde, farklı ilerleme hızlarında ekim yapılmıştır. İlerleme hızı ayarlamalarında; 50 metre mesafe ölçülmüş ve traktörün değişik vites kademelerinde bu mesafeyi katettiği zaman değeri kaydedilmiştir. Böylece istenilen 0.5; 1.0 ve 1.5 m/s ilerleme hızı değerleri elde edilmeye çalışılmıştır.

3.2.3.Sıra Üzeri Tohum Dağılımı Düzgünlüğünün Belirlenmesi

Tohumların sıra üzeri mesafe ayarı değişik delik sayılarına sahip ekici plakaların ve tekerlek-ekici mil arasındaki zincir-dişli sisteminde hareket iletim oranının değiştirilmesiyle elde edilmektedir. Denemeler öncesinde deneme amacına uygun olarak üretici firma tarafından önerilen Z_1 ve Z_2 dişlilerinin değişimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4.Sıra üzeri tohum aralığının ayarlamalarında kullanılan Z_1 ve Z_2 dişlileri

Denemelerde sıra üzeri tohum dağılımının belirlenmesinde TS-6424 nolu “Hassas Ekim Makinalarının Deney Metodları”na ilişkin standard gözönüne alınmıştır. Denemelerde; 0.5; 1.0; ve 1.5 m/s ilerleme hızlarıyla ekim işleminin yapılmasına özen gösterilmiştir. Ekim deneme parselleri 50 m’lik şerit uzunluğunda 3 sıralı olarak düzenlenmiştir. Ekimde sıra aralığı 70 cm ve sıra üzeri tohum aralığı 17.7 cm olarak ayarlanmıştır. Ekimden sonra sıra üzerinde 2.50 m şerit uzunluğunda ardışık tohumlar arasındaki mesafeler 3 tekrarlı olarak ölçülmüştür. Ölçüm değerleri Ek Çizelge 2’de verilmiştir. Ek Çizelge 2’deki ölçüm değerlerinden yararlanarak 2.50 m şerit uzunluğunda ardışık tohumlar arası mesafeler belirlenmiştir. Bu değerler Ek Çizelge 3’te verilmiştir.

Hassas ekici düzenlerin iyilik derecelerinin saptanmasında kullanılan ikizlenme oranı (İÖ), kabuledilebilir tohum aralığı oranı (KTAO) ve boşluk oranı

(BO) değerleri belirlenmiştir. Bu değerlerin belirlenmesinde 3.2; 3.3 ve 3.4 nolu bağıntılardan yararlanılmıştır (Anonymous,1989; Kachman ve Smith,1995).

$$\dot{I}O = \frac{n_1}{N} \cdot 100 \dots\dots\dots(3.2)$$

$$KTAO = \frac{n_2}{N} \cdot 100 \dots\dots\dots(3.3)$$

$$BO = \frac{n_3}{N} \cdot 100 \dots\dots\dots(3.4)$$

Burada ;

$\dot{I}O$ = İkizlenme oranı (%),

KTAO =Kabuledilebilir tohum aralığı oranı (%),

BO = Boşluk oranı (%),

n_1 = Ardışık iki tohum arasında olması gereken uzaklığın 0.5 katından az olduğu tohumlar arası uzaklık sayısı (adet),

n_2 = Ardışık iki tohum arasında olması gereken uzaklığın 0.5 - 1.5 katı arasında olduğu tohumlar arası uzaklık sayısı (adet),

n_3 = Ardışık iki tohum arasında olması gereken uzaklığın 1.5 katından fazla olduğu tohumlar arası uzaklık sayısı (adet) ve

N = Toplam ölçüm yapılan tohumlar arası uzaklık sayısı (adet) dır.

Kısaca sıra üzerindeki ardışık iki tohum arası mesafe, olması gereken uzaklığın 0.5 katından az ise ikizleme, 0.5-1.5 katı ve arasında ise kabuledilebilir tohum aralığı ve teorik uzaklığın (z) 1.5 katından büyük ise boşluk olarak adlandırılmaktadır (Anonymous,1989; Karayel ve Özmerzi, 2000). 0.5 (z)'den daha az mesafeye düşen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranı ikizleme oranı ($\dot{I}O$), 0.5-1.5 (z) ve arası mesafeye düşen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranı kabuledilebilir tohum aralığı oranı (KTAO) ve 1.5 (z)'den daha fazla mesafeye düşen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranı boşluk oranı (BO) olarak tanımlanmaktadır (Karayel ve Özmerzi, 2000).

Farklı küresellik katsayısındaki tohumların her bir ilerleme hızında; 0.5 (z)'den az, 0.5-1.5 (z) arası ve 1.5 (z)'den büyük frekans aralıklarındaki tohumlar arası uzaklık değerleri Ek Çizelge 4'de verilmiştir. Daha sonra bu aralık değerlerinden yararlanarak; ikizleme oranı (İO), boşluk oranı (BO) ve kabuledilebilir tohum aralığı oranı (KTAO) değerleri saptanmıştır. Ayrıca denemelerde 0.5-1.5 (z) arasına düşen tohumlar arasındaki hassasiyeti belirlemek amacıyla Kachman ve Smith (1995) tarafından geliştirilen 3.5 nolu bağıntı kullanılmıştır.

$$HAS = \frac{S}{z} \cdot 100 \dots\dots\dots(3.5)$$

Burada;

HAS= 0.5-1.5(z) arasına düşen tohumlar arası hassasiyet (%),

S= 0.5-1.5(z) arasına düşen tohumlar arası standard sapma (cm) ve

z= Tohumlar arası teorik uzaklık (cm) dir.

3.2.4.İstatistiksel Analizler

3.2.4.1. T-Testi

Denemelerde 2 farklı küresellik katsayısına sahip tohumlar kullanıldığı için tohumlar arasındaki istatistiksel farkı belirlemede T-Testi kullanılmıştır.

3.2.4.2.Duncan Testi

Denemelerde 3 farklı ilerleme hızı ve 3 adet ekici ayak dikkate alındığından bu parametreler arasındaki istatistiksel farkı belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1.Tohumların Küresellik Katsayısı Değerleri

Denemelerde kullanılan tohumların boyutları kumpasla ölçülmüş ve ölçüm değerleri Ek Çizelge 1’de verilmiştir. Ek Çizelge 1 değerlerinden yararlanarak oluşturulan tohum boyutlarının frekans dağılım değerleri Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tohum Boyutlarının Frekans Dağılım Değerleri

K ₁ Küresellik katsayısındaki tohumların frekans dağılım değerleri					
L (Uzunluk)		W (Genişlik)		T (Kalınlık)	
Frekans aralığı (mm)	adet	Frekans aralığı (mm)	adet	Frekans aralığı (mm)	adet
7.00-8.00	1	6.50-7.50	6	5.00-6.00	41
8.01-9.00	18	7.51-8.50	52	6.01-7.00	39
9.01-10.00	23	8.51-9.50	35	7.01-8.00	15
10.01-11.00	26	9.51-10.50	7	8.01-9.00	3
11.01-12.00	21	-	-	9.01-10.00	2
12.01-13.00	9	-	-	-	-
13.01-14.00	1	-	-	-	-
14.01-15.00	1	-	-	-	-
K ₂ Küresellik katsayısındaki tohumların frekans dağılım değerleri					
L (Uzunluk)		W (Genişlik)		T (Kalınlık)	
Frekans aralığı (mm)	adet	Frekans aralığı (mm)	adet	Frekans aralığı (mm)	adet
8.00-9.00	1	5.50-6.50	8	3.00-4.00	15
9.01-10.00	4	6.51-7.50	42	4.01-5.00	61
10.01-11.00	19	7.51-8.50	32	5.01-6.00	22
11.01-12.00	43	8.51-9.50	17	6.01-7.00	2
12.01-13.00	29	9.51-10.50	1	-	-
13.01-14.00	4	-	-	-	-

Çizelge 4.1’deki değerler kullanılarak 3.1 nolu bağıntı yardımıyla tohumların küresellik katsayıları hesaplanmıştır. Buna göre; denemelerde kullanılan birinci ve ikinci mısır tohumunun küresellik katsayısı değerleri sırasıyla K₁=0.79 ve K₂=0.64 olarak saptanmıştır.

4.2. Sıra Üzeri Mesafe Ayarı

Denemelerde; mısır tohumlarının ekim işlemi için 17.7 cm sıra üzeri mesafe ayarlamaları yapılmıştır. Bu amaçla ekim makinasının tekerleği ile ekici mil arasındaki zincir-dişli sisteminde hareket iletim oranları üretici firma önerileri doğrultusunda değiştirilmiştir (Şekil 4.1). Sıra üzeri mesafenin 17.7 cm olması için denemelerde kullanılan dişli değerleri $Z_1=15$ ve $Z_2=15$ olarak belirlenmiştir.

4.3. Denemelerdeki Hız Değerleri

Denemelerdeki ilerleme hızı ayarlamalarında; 50 m mesafe ölçülmüş ve değişik vites kademelerinde traktörün bu mesafeyi kattığı zaman değeri kaydedilmiştir. 50 m'lik mesafenin katedildiği zaman değerleri sırasıyla 78 s; 53 s; ve 28 s olarak ölçülmüştür. Böylece tarla denemeleri için 0.64; 1.06; ve 1.78 m/s traktör ilerleme hızları elde edilmiştir.

4.4. Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğü Değerleri

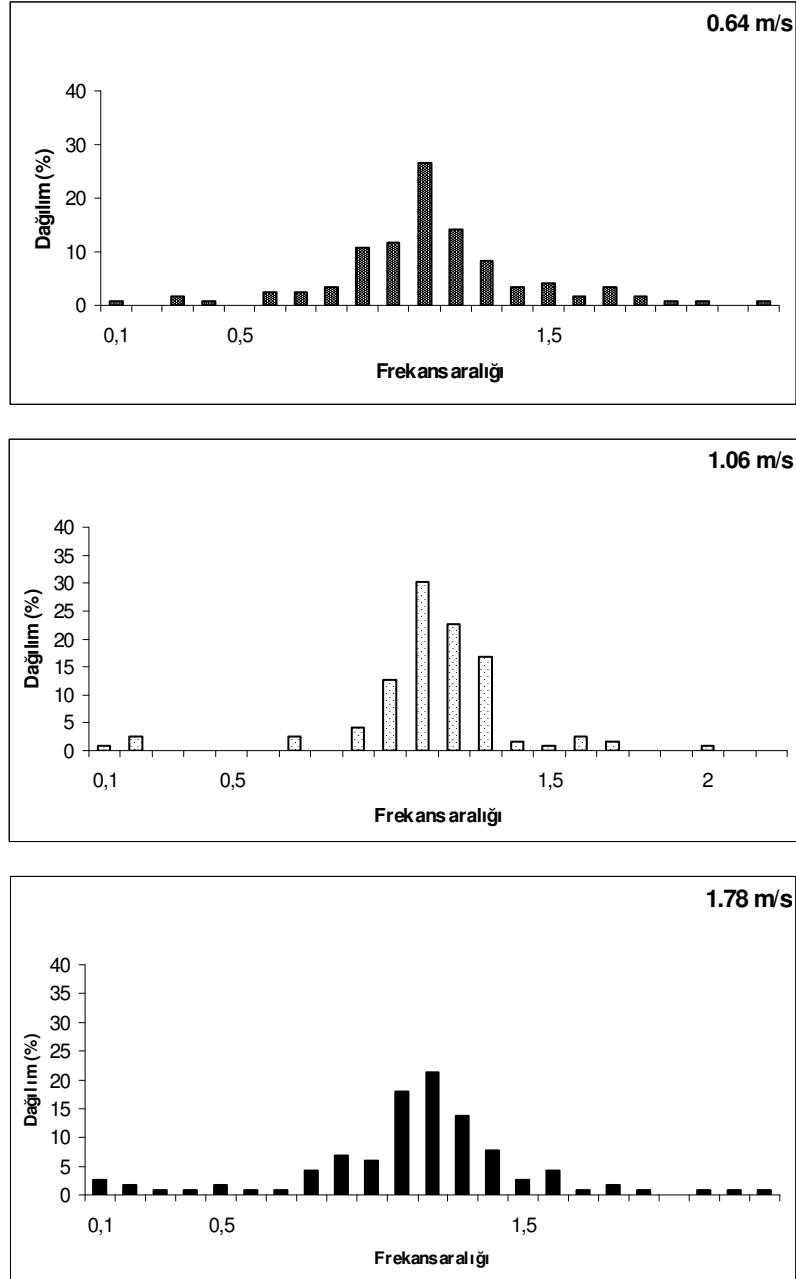
Denemelerde 17.7 cm sıra üzeri mesafede K_1 ve K_2 küresellik katsayısına sahip mısır tohumları ile 0.64; 1.06; ve 1.78 m/s ilerleme hızlarında ekim işlemi yapılmıştır.

İki farklı küresellik katsayısı ve üç farklı ilerleme hızı ile yapılan denemelerde; 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5 nolu bağıntılar kullanılarak sırasıyla ikizlenme oranı (İO), kabuledilebilir tohum aralığı oranı (KTAO), boşluk oranı (BO) ve hassasiyet (HAS) değerleri hesaplanmıştır.

4.4.1. K_1 Küresellik Katsayısındaki Tohumların Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğü

Her bir ilerleme hızında K_1 küresellik katsayısına sahip tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüklerini belirlemek amacıyla her bir frekans aralığındaki dağılım

değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu elde edilen veriler Şekil 4.1 de verilmiştir.

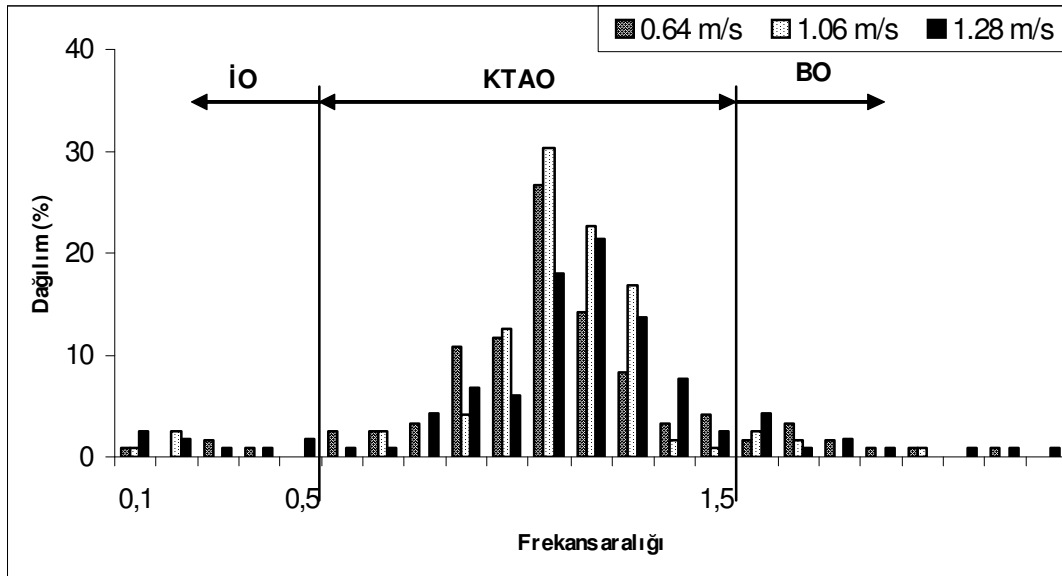


Şekil 4.1. K_1 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki dağılımı

Şekil 4.1. incelendiğinde; her üç ilerleme hızındaki KTAO değerinin sırasıyla %87.50 ; %91.60 ve %82.05 olduğu hesaplanmıştır. Buna göre KTAO değeri ilerleme hızına göre önce %4.68 artmış daha sonra %10.43 azalmıştır. KTAO

değerinin en yüksek olduğu 1.06 m/s ilerleme hızı en uygun hız olarak belirlenmiştir. Diğer hızlarda yapılan ekim işlemlerinde de KTAO için istenen %80 değerinin üstünde hesaplanmıştır. Başka bir ifadeyle her üç ilerleme hızında yapılan uygulamalarda KTAO değeri istenen sınırlar içerisinde elde edilmiştir. Nitekim Karayel ve Özmerzi (2000), hassas ekim makinaları ile yapılan ekimlerde sıra üzeri dağılımda KTAO değerinin en az % 85, İO ve BO toplamının en fazla % 15 olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Her bir hız kademesindeki frekans dağılım değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. K_1 küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının ilerleme hızına göre değişimi

Şekil 4.2 incelendiğinde; tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının en iyi 1.06 m/s ilerleme hızında elde edildiği görülmektedir. İlerleme hızına göre tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının varyasyon katsayıları incelendiğinde sırasıyla %31.40; %24.87 ve %35.78 değerleri elde edilmiştir. Bu değerler özellikle 1.06 m/s ilerleme hızındaki değerlerin daha az sapma olduğunu göstermektedir.

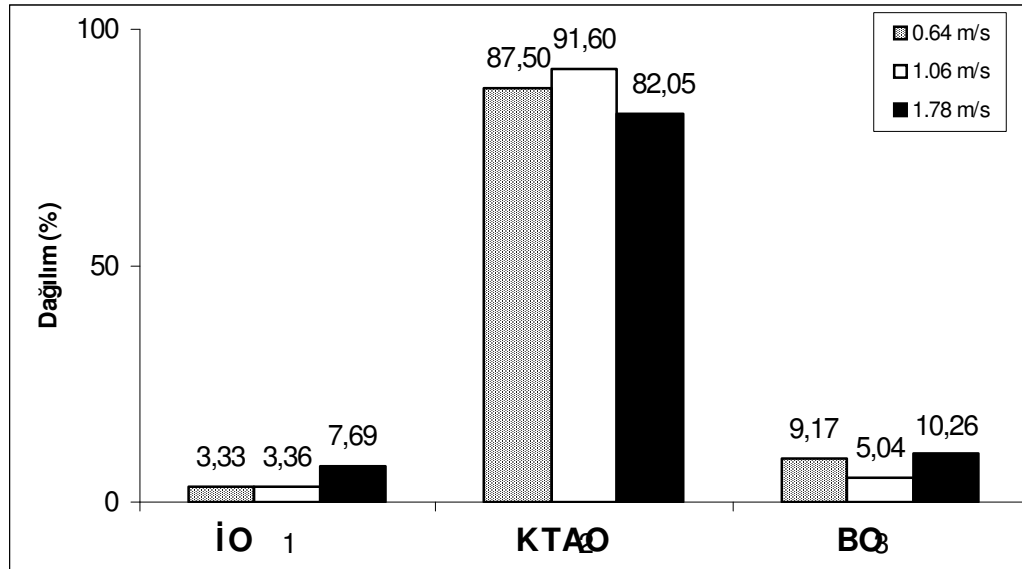
K_1 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki İO, KTAO, BO, HAS ve CV değerleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2.K₁ Küresellik Katsayısındaki Tohumların Farklı Hızlardaki İO, KTAO, BO, HAS ve CV değerleri

Hız (m/s)	İO (%)	KTAO (%)	BO (%)	HAS (%)	CV (%)
0.64	3.33	87.50	9.17	20.82	31.40
1.06	3.36	91.60	5.04	14.84	24.87
1.78	7.69	82.05	10.26	19.32	35.78

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi İO hariç bütün parametrelerde 1.06 m/s ilerleme hızının K₁ küresellik katsayısındaki tohumlar için en uygun hız olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca BO değeri 1.06 m/s ilerleme hızında 5.04 iken 1.78 m/s ilerleme hızında 10.26 değerine ulaşmıştır. Öğüt (1991) BO değerinin ilerleme hızına bağlı olarak artış göstermesinin normal olduğunu ve ekici plaka devrinin yani dane atım frekansının artmasıyla BO’nun arttığını belirtmiştir.

Çizelge 4.1’deki İO, KTAO ve BO değerleri Şekil 4.3’te de karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

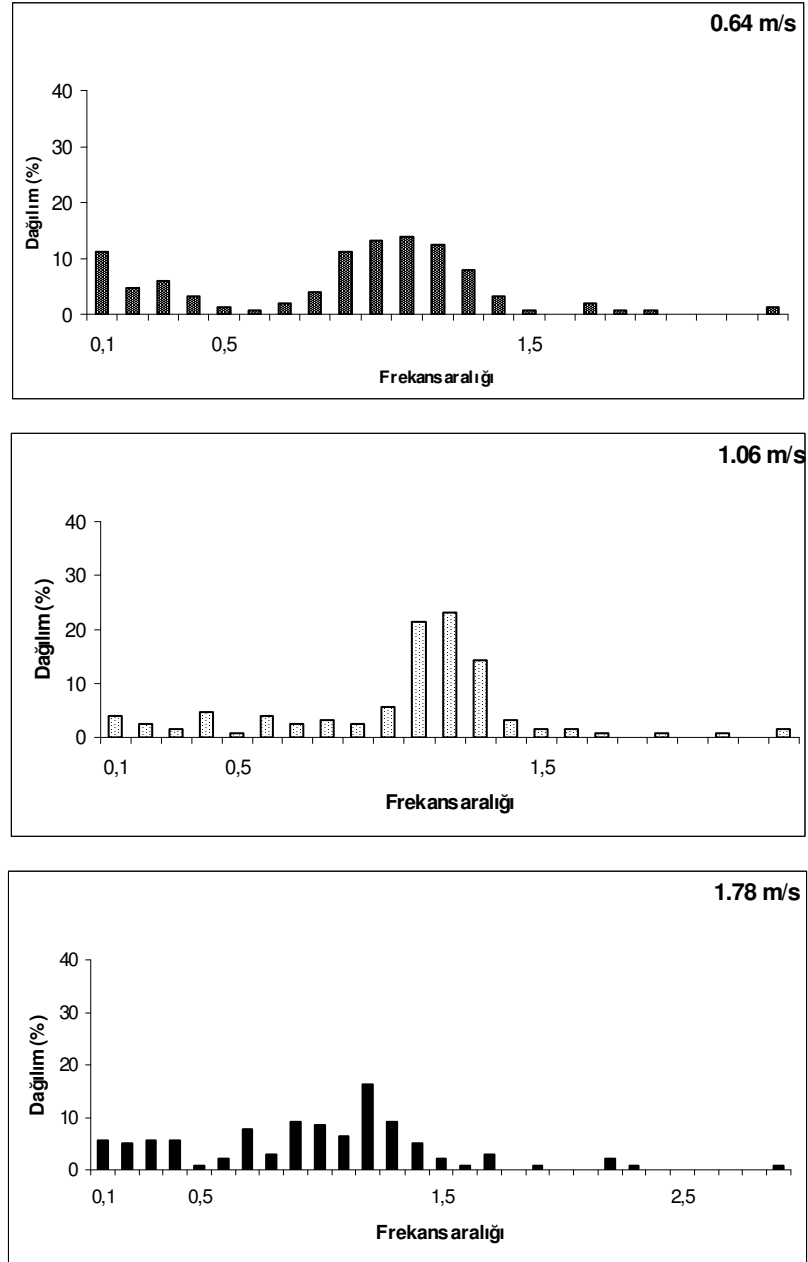


Şekil 4.3. K₁ Küresellik Katsayısındaki Tohumların Farklı Hızlardaki İO, KTAO, BO değerleri değişimi

Şekil 4.3 de görüldüğü gibi her üç ilerleme hızında KTAO değerinin %80 in üstünde olduğu ve İO ve BO değerlerinde ilerleme hızına bağlı artış olduğu saptanmıştır.

4.4.2. K_2 Küresellik Katsayısındaki Tohumların Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğü

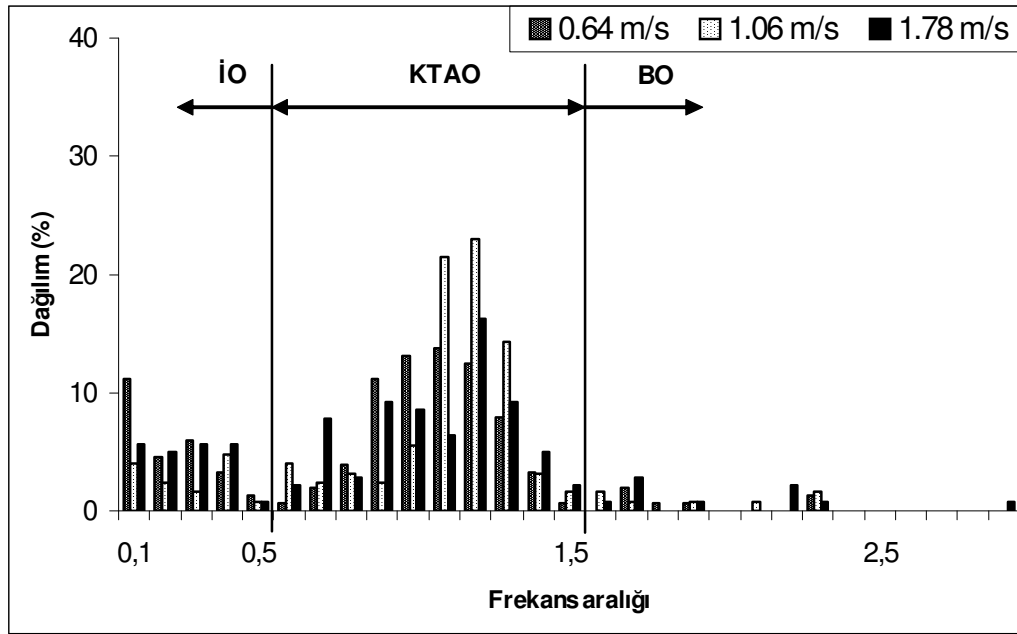
Ek Çizelge 3 değerlerinden yararlanılarak oluşturulan frekans değerleri sayesinde K_2 küresellik katsayısına sahip tohumların her bir hız kademesindeki frekans dağılım değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu elde edilen bu veriler Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. K_2 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki dağılımı

Şekil 4.4 incelendiğinde; her üç ilerleme hızındaki KTAO değerinin sırasıyla %69.08; %80.95 ve %69.50 olduğu görülmektedir. Buna göre KTAO değeri ilerleme hızına göre önce %17.18 artmış daha sonra %14.14 azalmıştır. KTAO değerinin en yüksek olduğu 1.06 m/s ilerleme hızı en uygun hız olarak belirlenmiştir. Ancak diğer hızlarda yapılan ekim işlemlerinde istenen %80 değerinin üstüne çıkılamamıştır.

Her bir hız kademesindeki frekans dağılım değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. K_2 küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının ilerleme hızına göre değişimi

Şekil 4.5 incelendiğinde; tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının en iyi 1.06 m/s ilerleme hızında elde edildiği görülmektedir. İlerleme hızına göre tohumların sıra üzerindeki dağılımlarının varyasyon katsayıları incelendiğinde sırasıyla %58.19; %43.07 ve %45.03 değerleri elde edilmiştir. Bu değerler her üç ilerleme hızında da varyasyon katsayısının yüksek olduğunu göstermektedir.

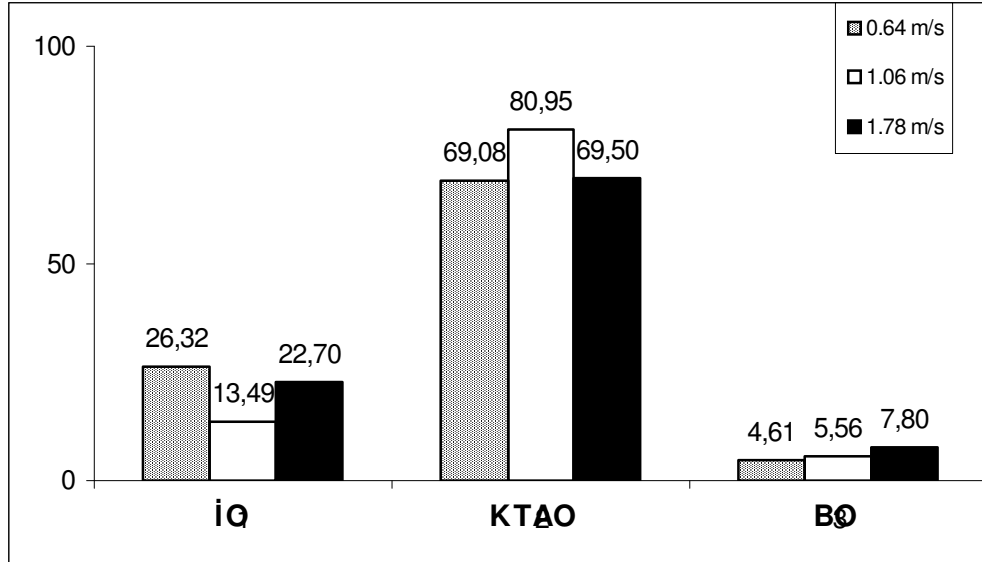
K_1 küresellik katsayısındaki tohumların farklı hızlardaki İO, KTAO, BO, HAS ve CV değerleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. K_2 Küresellik Katsayısındaki Tohumların Farklı Hızlardaki İO, KTAO, BO, HAS ve CV değerleri

Hız (m/s)	İO (%)	KTAO (%)	BO (%)	HAS (%)	CV (%)
0.64	26.32	69.08	4.60	18.28	58.19
1.06	13.49	80.95	5.56	20.78	43.07
1.78	22.70	69.50	7.80	24.51	45.03

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi K_2 küresellik katsayısındaki tohumlar için 1.06 m/s ilerleme hızının en uygun hız olduğu sonucuna varılmıştır.

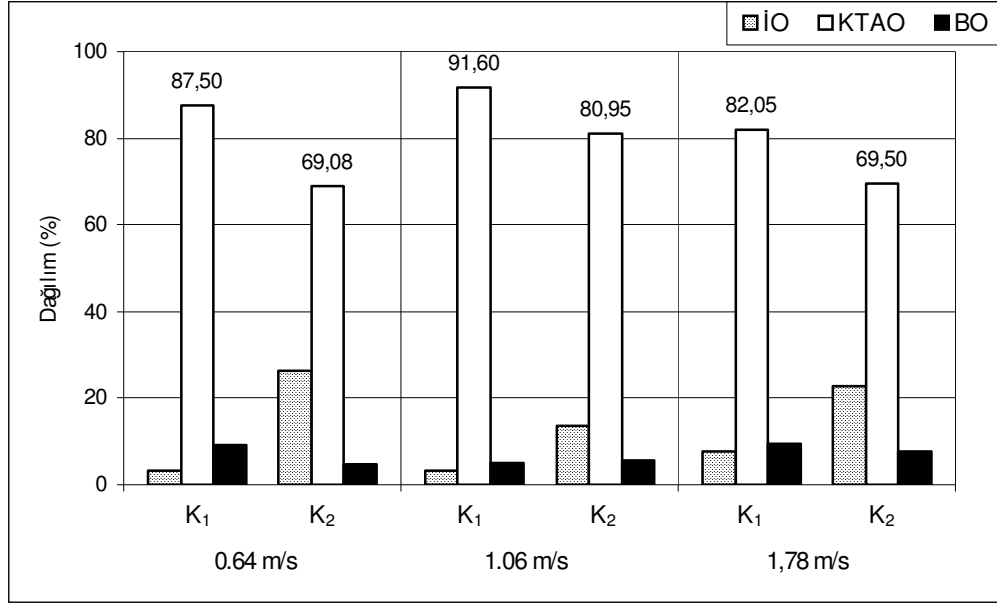
Çizelge 4.2'deki İO, KTAO ve BO değerleri Şekil 4.6'da karşılaştırmalı olarak görülmektedir.



Şekil 4.6. K_2 Küresellik Katsayısındaki Tohumların Farklı Hızlardaki İO, KTAO, BO değerleri değişimi

Şekil 4.6 incelendiğinde 1.06 m/s ilerleme hızında KTAO değerinin %80 in üstünde olduğu görülmektedir.

İO, KTAO ve BO parametrelerinin herbir ilerleme hızı değerinde küresellik katsayısına bağlı değişimi Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. İlerleme hızına göre K₁ ve K₂ küresellik katsayısındaki tohumların İO, KTAO ve BO değerleri

Şekil 4.7 incelendiğinde; her üç ilerleme hızında da K₁ küresellik katsayısındaki tohumların KTAO değerlerinin K₂ küresellik katsayısındaki tohumların KTAO değerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. K₁ küresellik katsayısındaki tohumların KTAO değerleri ilerleme hızlarına göre sırasıyla 87.50, 91.60 ve 82.05 olarak belirlenmiştir. K₂ küresellik katsayısındaki KTAO değeri K₁ küresellik katsayısındaki KTAO değerine göre 0.64 m/s ilerleme hızında %21.05; 1.06 m/s ilerleme hızında %11.62 ve 1.78 m/s ilerleme hızında %15.29 oranında azalmıştır. Parish ve ark.(1991) hıyar tohumlarının düz ve uzunlamasına eksene sahip olmasından dolayı sıra üzeri dağılım düzensizliğinin iyi olmadığı sonucuna varmışlardır. İO değerleri incelendiğinde; her bir ilerleme hızında K₂ değerinin K₁'e göre yüksek olduğu ve artışın sırasıyla %690.39; %301.48 ve %195.18 oranında gerçekleştiği saptanmıştır. BO değerlerinin 1.06 m/s ilerleme hızında %10.31 arttığı ve 0.64 m/s ve 1.78 m/s ilerleme hızlarında sırasıyla %49.72 ve %17.02 oranında azaldığı belirlenmiştir. Bracy ve Parish (1998), özellikle İO değerinin havuç ve hıyar gibi uzunlamasına eksene sahip tohumlarda ve BO değerinin lahanaya ve soğan gibi küresel tohumlarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.5. İstatistiksel Analizler

4.5.1. T-Testi

Tohumların küresellik katsayılarına göre yapılan T-Testi sonuçları ($p < 0.05$) Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tohumların Küresellik Katsayılarına Göre T-Testi Sonuçları

Parametre	Küresellik Katsayısı	Ortalama
İO	K ₁	4.52 a
	K ₂	19.18 b
KTAO	K ₁	86.98 a
	K ₂	74.70 b
BO	K ₁	8.48 a
	K ₂	6.09 a
HAS	K ₁	17.96 a
	K ₂	20.22 a

Çizelge 4.4 incelendiğinde; İO ve KTAO parametreleri dikkate alındığında K₁ küresellik katsayısındaki tohumların K₂ küresellik katsayısındaki tohumlara göre istatistiksel olarak daha iyi olduğu ve BO ve HAS parametrelerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

4.5.2. Duncan Testi

Yapılan Duncan çoklu karşılaştırmalı istatistiksel analiz sonucunda elde edilen değerler Çizelge 4.5 ve 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Duncan’a Göre Analiz Sonuçları

Faktörler	df	İO	KTAO	BO	HAS
Hız (A)	2	6.818 *	7.845 *	1.722 ns	3.452 **
Sıra (B)	2	4.884 **	1.848 ns	0.272 ns	0.443 ns
İnteraksiyon					
A×B	4	9.939 *	6.080 *	0.228 ns	5.700 *

*: $p < 0.01$; **: $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.5 incelendiğinde; ilerleme hızı İO ve KTAO parametreleri için %1 önem seviyesinde ve HAS parametresi için %5 önem seviyesinde istatistiksel fark oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.6. İlerleme Hızı ve Ekici Ayak Nosunun Analiz Sonuçları

Faktörler	İO (%)	KTAO (%)	BO (%)	HAS (%)
Hız				
0.64	12.97 b	79.66 b	-	18.60 ab
1.06	7.99 a	86.93 a	-	17.07 a
1.78	14.58 b	75.96 b	-	21.59 b
Ekici Ayak No				
1	12.52 b	-	-	-
2	8.66 a	-	-	-
3	14.35 b	-	-	-

Herbir grupta aynı harfle gösterilen değerler Duncan'a ($p<0.05$) göre önemsizdir.

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi; en iyi İO , KTAO ve HAS değerleri 1.06 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. Bu nedenle K_1 ve K_2 küresellik katsayısına sahip tohumların 1.06 m/s ilerleme hızında ekilmeleri halinde diğer ilerleme hızlarına (0.64 ve 1.78 m/s) göre istatistiksel olarak fark olacağı sonucuna varılmıştır. Ayrıca ayaklar arasında yapılan analizler sonucunda 2 nolu sıranın İO değeri diğer sıralara göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu araştırmada; ilerleme hızının farklı küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüğü üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Denemeler, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tarım Makinaları Bölümü arazisinde yürütülmüştür.

Denemelerde, Sönmezler marka PM-01 model hava emişli hassas ekim makinası kullanılmıştır. Ekim makinası 17.7 cm sıra üzeri mesafeye tohum atacak şekilde ayarlanmıştır. Bu amaçla üretici firma tarafından önerilen tekerlek-ekici ünite arasındaki dişli değişimi ($Z_1=15$ ve $Z_2=15$) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca mısır tohumu için üretici firma tarafından önerilen 5 mm çaplı ve 32 delikli ekici plaka kullanılmıştır.

Denemelerde iki farklı küresellik katsayısına sahip mısır tohumları kullanılmıştır. Denemeler öncesinde yapılan ölçümler sonucunda mısır tohumlarının küresellik katsayısı $K_1=0.79$ ve $K_2=0.64$ olarak belirlenmiştir.

Farklı ilerleme hızlarının farklı küresellik katsayısındaki tohumların dağılımı üzerine etkisini belirlemek amacıyla tarlada elde edilen hız değerleri 0,64 m/s, 1.06 m/s ve 1.78 m/s olarak belirlenmiştir.

Denemelerde tohumların sıra dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla ikizleme oranı (İO), kabuledilebilir tohum aralığı oranı (KTAO) ve boşluk oranı (BO) değerleri saptamıştır. Ayrıca kabuledilebilir tohum aralığı mesafesi içerisinde bulunan tohumların dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde hassasiyet (HAS) değerleri de hesaplanmıştır.

Yapılan denemeler ve karşılaştırmalar sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

K_1 küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüğü değerlendirmelerinde;

1- İlerleme hızının 0.64; 1.06 ve 1.78 m/s olduğu uygulamalarda; İO değeri sırasıyla 3.33; 3.36 ve 7.69 olarak belirlenmiştir. Aynı hızlarda KTAO değeri sırasıyla %87.50 ; %91.60 ve %82.05 olarak hesaplanmıştır. Buna göre KTAO değeri ilerleme hızına göre önce %4.68 artmış daha sonra %10.43 azalmıştır. BO

değeri ise ilerleme hızlarına göre sırasıyla 9.17; 5.04 ve 9.41 olarak saptanmıştır. KTAO değerinin en yüksek ve İO ve BO değerinin en düşük olduğu 1.06 m/s ilerleme hızı K_1 küresellik katsayısındaki tohumların ekim işleminde en uygun hız olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte diğer hızlarda yapılan ekim işlemlerinde de KTAO için istenen %80 değerinin üstüne çıkmıştır. Başka bir ifadeyle her üç ilerleme hızında yapılan uygulamalarda KTAO değeri istenen sınırlar içerisindedir. En yüksek İO ve BO değeri 1.78 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir.

2-İlerleme hızlarına göre HAS ve CV değerleri karşılaştırıldığında da en düşük değerlerin 1.06 m/s ilerleme hızında elde edildiği görülmektedir. Bu ilerleme hızındaki HAS ve CV değerleri sırasıyla %14.84 ve %20.87'dir. HAS değerleri 1.06 m/s ilerleme hızında incelendiğinde KTAO içerisinde bulunan tohumların sıra üzeri dağılımlarında sapmanın 2.62 cm olduğu görülmektedir. 0.64 ve 1.78 m/s ilerleme hızlarında HAS değerlerine bağlı sapmanın sırasıyla 3.68 cm ve 3.41 cm olduğu hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da incelendiğinde en düşük değer yine 1.06 m/s ilerleme hızında saptandığı görülmektedir.

K_2 küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüğü değerlendirmelerinde;

1- İlerleme hızının 0.64; 1.06 ve 1.78 m/s olduğu uygulamalarda; İO değeri sırasıyla 26.32; 13.49 ve 22.70 olarak belirlenmiştir. Aynı hızlarda KTAO değeri sırasıyla %69.08; %80.95 ve %69.50 olarak hesaplanmıştır. Buna göre KTAO değeri ilerleme hızına göre önce %17.18 artmış daha sonra %14.14 azalmıştır. BO değeri ise ilerleme hızlarına göre sırasıyla %4.60; %5.56 ve %7.80 olarak saptanmıştır. KTAO değerinin en yüksek ve İO ve BO değerinin en düşük olduğu 1.06 m/s ilerleme hızı K_2 küresellik katsayısındaki tohumların ekim işleminde en uygun hız olarak belirlenmiştir.

2-İlerleme hızlarına göre HAS ve CV değerleri karşılaştırıldığında; HAS değeri en düşük 0.64 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir (%18.28). Diğer ilerleme hızlarında hesaplanan HAS değerleri sırasıyla %20.78 ve %24.51'dir. 0.64, 1.06 ve 1.78 m/s ilerleme hızında hesaplanan HAS değerlerine göre KTAO içerisinde bulunan tohumların sıra üzeri dağılımlarında sapmanın sırasıyla 3.23; 3.67 ve 4.33

cm olduğu görülmektedir. Varyasyon katsayıları (CV) incelendiğinde en düşük değerin 1.06 m/s ilerleme hızında saptandığı görülmektedir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda;

1- T-Testinde İO ve KTAO değerleri dikkate alındığında K_1 ve K_2 küresellik katsayısındaki tohumlar arasında istatistiksel bir fark ve BO ve HAS parametrelerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

2-Duncan çoklu karşılaştırmalar testinde 1.06 m/s ilerleme hızındaki İO, KTAO ve HAS değeri ile diğer hızlardaki değerler arasında istatistiksel bir fark olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak; K_1 ve K_2 küresellik katsayısındaki tohumların ekim işleminde en uygun hızın 1.06 m/s olduğu sonucuna varılmıştır.

Özellikle K_2 küresellik katsayısındaki tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüklerinin değişiminde tohum uzunluğunun delik çapı ile ilintili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle tohumlara uygun delik çaplarının seçiminde tohum uzunluğunun da gözönüne alınması önerilmektedir. Şayet denemelerde kullanılan ekici plaka uygulamalar için kullanılacaksa sıyırıcı seçiminin daha dikkatli yapılması önerilmektedir. Böylece İO değerlerinin daha düşük elde edilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- ACAR,A.İ., 2001. Pnömatik Hassas Ekim Makinalarında Tohumların Tutulmasına Etkili Bazı Parametrelerin Etki Derecelerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (3):142-148, Ankara.
- ANONYMOUS, 1989. TS-6424 Hassas Ekim Makinaları Deney Metotları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 17 s.
- BARUT,Z.B., ÖZMERZİ,A., 2004. Effect of Different Operating Parameters on Seed Holding in the Single Seed Metering Unit of a Pneumatic Planter. Turk.J. Agric. For. 28:435-441.
- BARUT,Z.B., AKBOLAT,D., 2005. Tarla Koşullarında Tohum Plakası Delik Şekillerinin Bitki Dağılım Düzgünlüğü ve Verime Etkisi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 1(2):101-108.
- BAYINDIR,E., ŞAHİN,A., 1994. Delinte (Havsız) Pamuk Tohumu Kullanımında Ekim Makinalarının Başarısı ve Uygun Ekim Normunun Belirlenmesi. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:46, Nazilli-Aydın, 48 s.
- BRACY,R.P., PARISH,R.L., Seeding Uniformity of Precision Seeders. HortTechnology 8(2):182-185.
- COŞKUN,M.B., YALÇIN,İ., ÖZARSLAN,C., 2006. Physical Properties of Sweet Corn Seed (*Zea mays saccharata* Sturt.). Journal of Food Engineering 74(4):523-528.
- ÇİFTÇİ,Ö., DEMİRER,B., 1989. Tarımsal Mekanizasyon Vasıtaları 2. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Ders Araçve Gereçleri Makine Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Ankara. 354 s.
- ÇOLAK,A., ÖZTÜRK,R., ACAR,A.İ., ÇİLİNGİR,İ., 1995. Ultrasonik Tohum Sayıcının Ekim Makinası Deneylerinde Kullanılabilme Olanakları. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, 5-7 Eylül 1995, Bursa, ss:157-163.

- DELİGÖNÜL,F., 1994. Tarım Makinaları 1-Ekim, Dikim ve Gübreleme Mekanizasyonu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Adana, 140 s.
- DELİKKAYA,T., ERDEM,G., 2001. Pnömatik Sarımsak Dikim Makinalarında Dikim Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 20.Ulusal Kongresi 13-15 Eylül 2001, Şanlıurfa. ss:191-196.
- GIL,E, CARNASA,R., 1996. Working Quality of Spacing Drills, Effects of Sowing Speed and Type of Seed. AgEng'96, International Conference on Agricultural Engineering, Madrid, 23-26 September 1996, pp:57-58.
- HARRISON,M.P., BUEHRING,N.W., DOBBS,R.R., Soybean Response to Selected Row Spacing and Seed Rates with Uniform and Non-Uniform Seed Spacing. 6 p.
- IVANCAN,S., SITO,S., FABIJANIC,G., 2004. Effect of Precision Drill Operating Speed on the Intra-row Seed Distribution for Parsley. Biosystems Engineering 89(3):373-376.
- KACHMAN,S.D., SMITH,J.A., 1995. Alternative Measures of Accuracy in Plant Spacing for Planters Using Single Seed Metering. Transactions of the ASAE 38(2):379-387.
- KARAYEL,D., ÖZMERZİ,A., 2000. Düşey Plakalı Hava Emişli Bir Hassas Ekim Makinasının Bazı Sebze Tohumları İçin Laboratuvar ve Tarla Koşullarında Sıra Üzeri Tohum Dağılım Değerlerinin Karşılaştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19.Ulusal Kongresi 1-2 Haziran 2000, Erzurum,ss:153-158.
- KASAP,E., ENGÜRÜLÜ,B., ÇİFTÇİÖ., KILINÇ,K.S., GÖLBAŞI,M., BAŞARAN,H., AKKURT,M., 1998. Tarım Alet ve Makineleri. TC.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ders Araç ve Gereçleri Makine Eğitim Merkezi Müdürlüğü. Ankara, 362 s.
- KONAK,M., DEMİR,F., HACISEFEROĞULLARI,H., 1992. Bazı Ekici Düzenlerle Fasulye ve Nohut Ekiminde İlerleme Hızının Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(4):59-68.
- LAUER,J.G., RANKIN,M., 2004. Corn Response to Within Row Plant Spacing Variation. Agronomy Journal 96:1464-1468.

- MUTAF,E., 1984. Tarım Alet ve Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:218, Bornova-İzmir, 464 s.
- ÖĞÜT,H., 1991. Türk-Koop Pnömatik Hassas Ekim Makinasında Mısır İçin Optimum İlerleme Hızı ve Sıra Üzeri Aralığın Belirlenmesi. Doğa-Tr. J. of Agriculture and Forestry 15:423-431.
- ÖNAL,İ., 1987. Vakum Prensibi ile Çalışan Bir Pnömatik Hassas Ekici Düzenin Ayçiçeği, Mısır ve Pamuk Tohumu Ekim Başarısı. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 24, Sayı 2, Bornova-İzmir.
- ÖNAL,İ.; 1996. Ekim,Bakım Gübreleme Makinaları Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova-İzmir, 605 s.
- ÖNAL,İ.,2005. Normal Sıraya Ekimin Matematik-İstatistik Esasları ve Ekim Makinalarının Denemelerinde Kullanılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 1(2):85-91.
- PARISH,R.L., BERGERON,P.E., BRACY,R.P., 1991. Comparison of Vacuum and Belt Seeders for Vegetable Planting. App.Eng. in Agriculture 7(5):537-540.
- PARISH,R.L., MCCOY,J.E., BRACY,R.P., 1999. Belt-Type Seeder for Soybeans. App.Eng. in Agriculture 15(2):103-106.
- TAŞER,Ö.F., 1997. Sıra Üzeri Tohum Dağılımının Fotosel Algılama Yöntemi ile ve Bilgisayar Destekli Saptanabilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül 1997 Tokat, ss:444-456.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Muş'un Varto ilçesinde doğdum. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında 2003 yılında Yüksek Lisans öğrenimine başladım.

Ek Çizelge 1. Denemelerde Kullanılan Mısır Tohumu Boyutları

K ₁			K ₂		
L (Uzunluk) (mm)	W (Genişlik) (mm)	T (Kalınlık) (mm)	L (Uzunluk) (mm)	W (Genişlik) (mm)	T (Kalınlık) (mm)
9.03	7.88	5.55	11.73	7.92	4.66
10.14	8.16	6.11	9.23	6.05	3.69
8.59	7.62	5.43	11.91	8.20	4.78
9.15	7.96	5.67	13.00	8.97	5.81
11.38	8.91	6.92	12.21	8.37	4.92
12.53	9.41	7.64	12.41	8.58	5.30
10.97	8.61	6.59	10.35	6.60	3.95
8.76	7.76	5.49	11.04	6.89	4.25
9.54	8.01	5.81	10.60	6.69	4.07
10.87	8.54	6.49	11.08	6.93	4.29
10.61	8.48	6.31	11.42	7.06	4.41
11.78	9.11	7.40	11.80	8.01	4.69
7.65	6.65	5.11	12.20	8.37	4.91
10.83	8.51	6.38	13.33	9.68	6.70
14.50	10.22	9.47	12.00	8.23	4.78
9.89	8.06	5.94	10.79	6.77	4.11
11.01	8.64	6.68	11.37	7.01	4.37
9.92	8.11	5.94	11.56	7.22	4.54
8.43	7.23	5.36	11.73	7.93	4.66
11.07	8.79	6.76	11.90	8.14	4.76
13.42	9.93	9.04	11.47	7.11	4.48
8.54	7.56	5.39	11.42	7.04	4.41
11.52	9.03	7.25	11.80	8.02	4.69
10.59	8.46	6.31	13.05	9.49	6.19
9.31	7.97	5.70	8.06	5.65	3.33
8.20	7.05	5.30	10.46	6.66	4.02
10.98	8.62	6.60	12.34	8.45	5.16
12.78	9.58	7.88	12.96	8.94	5.80
8.68	7.70	5.48	9.60	6.17	3.70
9.66	8.01	5.87	10.30	6.56	3.91
11.32	8.87	6.90	11.04	6.89	4.26
9.40	7.98	5.73	11.53	7.14	4.49
10.68	8.50	6.34	11.70	7.89	4.64
12.97	9.91	8.45	12.01	8.26	4.78
10.90	8.58	6.54	12.35	8.48	5.23
8.92	7.83	5.52	12.53	8.75	5.60
10.36	8.36	6.23	12.83	8.88	5.65
8.16	6.87	5.16	11.80	8.02	4.74
10.14	8.18	6.15	10.89	6.77	4.16
9.34	7.98	5.71	11.13	6.94	4.29
10.74	8.50	6.38	11.56	7.20	4.51
8.91	7.82	5.52	11.69	7.81	4.63
12.86	9.87	8.28	11.74	7.98	4.68
8.41	7.23	5.36	12.04	8.27	4.79
12.60	9.41	7.77	12.43	8.63	5.32
9.51	8.00	5.78	13.04	9.18	5.92
12.84	9.84	8.28	9.07	6.00	3.59
10.48	8.45	6.28	10.21	6.48	3.81
10.85	8.54	6.40	10.93	6.78	4.17
12.14	9.19	7.64	11.34	7.00	4.35
10.48	8.44	6.27	11.54	7.14	4.49
11.68	9.04	7.25	11.68	7.80	4.63
11.05	8.68	6.70	11.77	8.00	4.68
12.74	9.58	7.86	12.14	8.29	4.82
12.48	9.29	7.63	12.22	8.42	5.03
8.30	7.09	5.35	12.40	8.58	5.28
10.86	8.54	6.45	12.88	8.94	5.78
11.38	8.95	6.95	11.85	8.11	4.74
9.96	8.12	6.06	9.61	6.22	3.75

Ek Çizelge 1'in devamı

K1			K2		
L (Uzunluk) (mm)	W (Genişlik) (mm)	T (Kalınlık) (mm)	L (Uzunluk) (mm)	W (Genişlik) (mm)	T (Kalınlık) (mm)
10.88	8.55	6.50	10.40	6.63	3.96
11.24	8.85	6.88	10.54	6.68	4.04
11.97	9.17	7.49	11.06	6.91	4.27
10.45	8.44	6.26	11.41	7.03	4.40
8.52	7.55	5.37	11.57	7.25	4.54
9.06	7.89	5.55	11.65	7.77	4.60
10.14	8.20	6.15	11.78	8.01	4.68
11.44	9.00	7.03	12.14	8.33	4.83
11.06	8.75	6.71	13.32	8.42	5.09
10.90	8.57	6.51	12.44	8.68	5.47
9.96	8.11	5.99	12.58	8.85	5.63
10.95	8.60	6.55	10.03	6.38	3.78
11.80	9.13	7.40	10.43	6.64	3.97
11.08	8.79	6.77	10.96	6.81	4.20
8.57	7.56	5.40	11.15	6.94	4.30
9.18	7.96	5.68	11.43	7.06	4.45
11.09	8.81	6.80	11.55	7.14	4.51
11.75	9.05	7.30	11.63	7.51	4.59
10.23	8.24	6.17	11.86	8.12	4.76
9.11	7.91	5.64	12.16	8.33	4.85
11.09	8.82	6.81	12.37	8.49	5.23
11.45	9.00	7.11	12.50	8.72	5.54
11.10	8.83	6.82	12.75	8.87	5.65
8.78	7.77	5.51	10.28	6.56	3.89
9.23	7.97	5.68	10.66	6.70	4.08
10.40	8.43	6.25	11.32	6.97	4.33
9.58	8.01	5.81	11.46	7.11	4.45
11.47	9.01	7.11	11.57	7.27	4.54
8.64	7.66	5.45	12.19	8.34	4.86
9.82	8.02	5.88	12.38	8.50	5.23
10.37	8.40	6.24	12.58	8.82	5.61
10.30	8.29	6.18	10.09	6.42	3.81
9.08	7.90	5.62	10.44	6.66	3.99
8.67	7.68	5.46	11.32	6.94	4.30
10.33	8.33	6.19	11.61	7.46	4.58
9.59	8.01	5.86	12.39	8.54	5.24
8.69	7.71	5.48	12.51	8.74	5.60
9.82	8.05	5.89	10.27	6.51	3.82
9.11	7.93	5.64	11.32	6.98	4.33
9.15	7.95	5.64	11.52	7.12	4.48
8.84	7.81	5.51	10.78	6.76	4.10

Ek Çizelge 2. Her bir İlerleme Hızında Sıra Üzerindeki Tohumlararası Uzaklık Ölçüm Değerleri

K₁ (0.79) - 1.hız (0.64 m/s)

1.sıra			2.sıra			3.sıra		
1.Tek	2.Tek	3.Tek	1.Tek	2.Tek	3.Tek	1.Tek	2.Tek	3.Tek
28.0	20.0	20.5	19.0	16.0	18.5	25.0	22.0	18.0
31.0	38.0	33.5	37.0	32.0	50.0	41.0	35.0	40.0
48.5	58.5	60.5	55.5	53.5	77.0	63.0	57.0	80.0
68.0	74.0	78.0	73.0	71.0	94.5	72.0	72.0	95.0
86.0	94.5	92.5	92.0	90.5	112.5	94.0	91.5	115.0
109.5	113.5	117.0	116.0	110.0	135.0	121.0	110.5	144.0
122.5	124.5	137.5	131.5	128.0	168.5	140.0	132.0	164.0
141.5	151.0	152.0	153.5	146.5	189.0	150.5	142.5	174.0
159.0	171.0	153.0	173.5	165.5	206.0	175.5	158.0	203.5
181.0	186.5	175.0	191.0	183.5	225.0	191.0	184.0	212.0
198.0	206.5	194.5	210.0	204.5	241.0	207.5	190.0	215.0
218.0	238.0	211.0	230.0	222.0	261.0	238.0	204.0	233.0
248.0	256.0	230.0	248.0	241.0		256.0	220.5	250.0
		266.0	267.0	259.0			251.0	

K₁ (0.79) - 2.Hız (1.06 m/s)

1.sıra			2.sıra			3.sıra		
1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar	1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar	1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar
20.0	23.5	19.5	20.0	30.0	19.0	19.0	23.0	23.0
40.0	44.0	39.5	42.0	58.0	38.0	20.0	45.0	40.0
57.0	65.0	60.0	57.5	80.0	56.0	39.0	61.5	63.5
79.0	82.5	80.0	77.0	101.0	75.0	57.0	84.0	82.0
95.5	100.0	98.0	94.0	119.5	99.0	76.0	101.0	101.0
111.0	120.5	118.0	113.0	140.0	120.0	98.5	119.0	120.5
134.5	141.0	137.0	135.5	160.5	135.5	109.0	141.0	138.0
151.5	159.0	155.0	155.0	178.5	155.0	120.0	160.0	162.0
170.0	182.0	173.0	177.0	195.0	174.0	137.0	179.0	181.5
192.5	200.0	195.0	193.5	215.5	192.0	156.0	201.0	192.0
213.0	220.0	215.0	213.5	231.0	213.0	176.0	217.0	219.0
230.0	256.0	235.0	233.0	253.0	235.0	194.5	219.0	221.0
250.0		251.5	254.0		256.0	214.0	249.0	240.0
						236.0		269.0
						264.0		

K₁ (0.79) - 3.hız (1.78 m/s)

1.sıra			2.sıra			3.sıra		
1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar	1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar	1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar
19.0	21.5	20.0	25.5	23.5	22.0	42.0	21.0	19.0
41.0	38.5	36.5	43.0	37.0	38.0	60.0	40.0	39.0
61.0	57.0	62.0	57.0	57.5	60.0	81.0	63.5	62.0
77.0	76.0	72.0	58.0	82.0	87.0	98.5	82.0	82.0
95.5	94.0	100.0	78.0	97.0	94.0	121.0	106.0	103.0
117.0	119.0	116.0	96.0	121.0	121.0	142.0	123.0	125.0
136.0	133.0	136.0	100.0	141.0	135.5	170.0	141.0	145.5
158.0	155.0	156.0	118.0	143.0	153.0	192.0	163.5	170.0
178.0	163.0	177.0	137.0	163.5	159.0	214.0	187.0	184.5
189.0	190.0	178.0	155.0	182.0	178.0	252.0	200.0	210.0
191.0	210.0	199.0	175.0	201.0	195.0		220.0	238.0
211.0	228.0	230.0	193.0	202.0	211.0		255.0	262.0
231.0	250.0	259.0	215.0	230.0	252.0			
247.0			229.0	262.0				
265.0			261.0					

K₂ (0.64) - 3.Hız (1.78 m/s)

1.sıra			2.sıra			3.sıra		
1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar	1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar	1.Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar
3.0	12.0	23.0	25.5	25.0	16.0	21.0	20.0	17.0
32.5	16.5	39.0	66.0	36.0	38.0	22.0	40.0	33.0
46.5	31.5	63.0	78.0	62.0	54.5	23.0	60.0	34.0
67.0	34.0	76.0	99.0	92.0	56.0	40.0	80.0	55.5
94.0	77.0	77.0	101.5	103.0	67.0	41.0	100.0	79.0
105.0	131.0	99.5	121.0	124.0	73.5	65.0	105.0	98.5
114.0	150.0	106.0	140.5	135.5	95.0	83.0	122.5	119.0
148.0	151.5	121.0	164.0	139.5	111.0	100.5	149.0	143.0
152.0	153.5	133.0	181.0	163.0	131.0	116.0	164.0	162.0
177.0	174.0	138.5	203.0	183.0	154.0	120.0	183.0	184.0
194.0	196.0	158.0	216.0	194.0	171.0	136.0	200.0	204.0
208.0	218.5	161.0	237.0	200.0	192.0	157.0	220.0	226.0
215.0	230.5	182.5	267.0	210.0	215.0	162.0	224.0	247.0
220.0	245.5	199.0		212.0	232.5	172.0	240.0	249.0
223.0		211.0		237.0	261.0	178.0	242.5	
237.5		212.0		266.0		193.0	263.0	
255.0		214.5				212.0		
		255.0				252.0		

Ek Çizelge 3. Küresellik Katsayısı ve Hıza Bağlı Her Bir Sırada Frekans Aralıklarındaki Tohum Sayısı

Frekans aralığı	Tohumlar arası uzaklık(cm)	$K_1=0.79$									$K_2=0.64$									
		0.64 m/s			1.06 m/s			1.78 m/s			0.64 m/s			1.06 m/s			1.78 m/s			
		1.sıra	2.sıra	3.sıra	1.sıra	2.sıra	3.sıra	1.sıra	2.sıra	3.sıra	1.sıra	2.sıra	3.sıra	1.sıra	2.sıra	3.sıra	1.sıra	2.sıra	3.sıra	
0.1	0.0-1.8					1		1	2		4	1	12	1	4		3	1	4	
0.2	1.9-2.7			1			3	1	1		3		4		2	1	3	2	2	
0.3	2.8-4.6			1					1		5		4	1	1		5	1	2	
0.4	4.7-6.5								1		1	1	3		2	4	3	2	3	
0.5	6.6-8.4			3				1	1		2					1	1			
0.6	8.5-10.3			2				1					1	1	3	1	1	1	1	
0.7	10.4-12.2			2			3	1			2		1	2		1	5	6		
0.8	12.3-14.1			5		3		1	3	1	3		3		2	2	3	1		
0.9	14.2-16.0		4	3		1	3	1	3	4	1	6	4	7	1	2	5	2	6	
1.0	16.1-17.9		6	6		7	13	5	2	3	2	6	4	10	3	2	2	3	4	5
1.1	18.0-19.8		18	3		8	10	15	8	8	5	3	11	7	15	4	8	2	2	5
1.2	19.9-21.7		6	5		15	6	2	12	5	8	10	6	3	8	12	9	3	7	13
1.3	21.8-23.6		2	2		6	1	8	4	4	8	4	5	3	5	6	7	4	6	3
1.4	23.7-25.5		1	2				1	2	3	4	1	2	2	2	2		2	3	2
1.5	25.6-27.4		1	1			1	1	1	2			1				2	1	1	1
1.6	27.5-29.3			3			1	2		1	2						2		1	
1.7	29.4-31.2						1						2	1		1	1	3		
1.8	31.3-33.1		1							2				1						
1.9	33.2-35.0		1								1	1				1	1	1		
2.0	35.1-36.9					1														
2.1	37.0-38.8			1							1				1					
2.2	38.9-41.7									1								1	1	1
2.3	41.8-43.6										1	1			1	1	1			
2.4	43.7-45.5																			
2.5	45.6-47.4																			
2.6	47.5-49.3																			
2.7	49.4-51.2																			
2.8	51.3-53.1																			
2.9	53.2-55.0																			1