



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YATAY PLAKALI DELİKLİ MEKANİK HASSAS EKİCİ DÜZENDE
BAZI ÇALIŞMA PARAMETRELERİNİN
SIRA ÜZERİ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNE ETKİSİ**

Ali KARAGÜLMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ali KARAGÜLMEZ tarafından hazırlanan “YATAY PLAKALI DELİKLİ MEKANİK HASSAS EKİCİ DÜZENDE BAZI ÇALIŞMA PARAMETRELERİNİN SIRA ÜZERİ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNE ETKİSİ” adlı tez çalışması 10.01.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan ve Danışman

Prof. Dr. Mustafa KONAK

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf DİLAY

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Osman ÖZBEK

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ali KARAGÜLMEZ

Tarih: 10.01.2019



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YATAY PLAKALI DELİKLİ MEKANİK HASSAS EKİCİ DÜZENDE BAZI ÇALIŞMA PARAMETRELERİNİN SIRA ÜZERİ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNE ETKİSİ

Ali KARAGÜLMEZ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNELERİ VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KONAK

2019, 47 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mustafa KONAK
Dr Öğr. Üyesi Yusuf DİLAY
Dr. Öğr. Üyesi Osman ÖZBEK

Bu çalışmada yatay plakalı tek dane ekim makinesinde makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin ekim düzgünlüğüne etkisi araştırılmıştır. Denemeler yatay plakalı delikli tek dane hassas ekim makinesinin bir ünitesi ile yapılmış ve deneme materyali olarak AGROMAR hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır. Denemeler laboratuvar denemesi olarak yürütülmüştür. Bu amaçla denemeler üç farklı hız kademesinde ($V_1=0,5$ m/s, $V_2=1$ m/s ve $V_3= 1,5$ m/s), üç farklı tohum düşme yüksekliğinde ($H_1= 30$ cm, $H_2= 40$ cm ve $H_3= 50$ cm) ve üç farklı anma ekim mesafesinde ($Z_1= 15$ cm, $Z_2= 20$ cm ve $Z_3= 25$ cm) yapılmıştır.

Yapılan denemelerin sonucunda kabul edilebilir tohum aralığı oranı (K.T.O) %73.59 - 85.98, boşluk oranı (B.O) %2.33 – 24.01, ikizleme oranı (İ.O) %0 – 11,65 arasında ve hassasiyet oranı (HAS) ise %10.04 – 26.88 arasında değişim göstermiştir. Makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin artması K.T.O'nın azalmasına sebep olmuştur. Makine ilerleme hızı arttıkça boşluk oranının arttığı, ikizleme oranının azaldığı gözlenmiştir.

Tohum düşme yüksekliğinin artması deneme kombinasyonlarının tamamında boşluk oranının artırırken, ikizleme oranı azaltmıştır.

Yatay plakalı delikli tek dane ekim makinelerinin, düşük ilerleme hızlarında ve tohum düşme yüksekliklerinde ($V_1 \times H_1$) başarıyla kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hassas ekim makinesi, kabul edilebilir tohum oranı, boşluk oranı, ikizleme oranı, hassasiyet oranı, makine ilerleme hızı, tohum düşme yüksekliği

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT ON THE SEED DISTRIBUTION UNIFORMITY OF SOME WORK PARAMETERS IN HORIZONTAL DISC METER

Ali KARAGÜLMEZ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY TECHNOLOGIES AND
ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Mustafa KONAK

2019, 47 Pages

Jury

**Prof. Dr. Mustafa KONAK
Assist Prof. Dr. Yusuf DİLAY
Assist Prof. Dr. Osman ÖZBEK**

In this study, the effect of machine feed rate and seed drop height on sowing evenness of single seed sowing machine with the horizontal plate was investigated. Trials were made with a single plate precision sowing machine with the horizontal plate and AGROMAR hybrid corn type was used as experiment material. Trials were conducted as a laboratory experiment. For this purpose, the experiments were carried out at three different velocity levels ($V_1 = 0.5 \text{ m / s}$, $V_2 = 1 \text{ m / s}$ and $V_3 = 1.5 \text{ m / s}$) in three different seed drop heights ($H_1 = 30 \text{ cm}$, $H_2 = 40 \text{ cm}$ and $H_3 = 50 \text{ cm}$) and the three differences are made at the nominal planting distance ($Z_1 = 15 \text{ cm}$, $Z_2 = 20 \text{ cm}$ and $Z_3 = 25 \text{ cm}$).

As a result of the experiments, the acceptable seed spacing ratio (ASR) was 73.59 - 85.98%, the void ratio (VR) was 2.33% - 24.01%, the mirroring ratio was between 0 - 11.65% and the sensitivity ratio (SR) was 10.04%. 26.88. The increase in machine feed speed and seed drop height caused A.S.R. to decrease. As the machine feed speed increased, the gap ratio increased and the mirroring rate decreased.

Increasing the seed drop height increased the gap ratio in all of the trial combinations, but reduced the twinning ratio.

It has been determined that single seed sowing machines with horizontal plates can be used successfully at low feed rates and seed drop heights ($V_1 \times H_1$).

Key words: Precision sowing machine, acceptable seed ratio, clearance ratio, mirroring ratio, sensitivity ratio, machine feed rate, seed drop height

ÖNSÖZ

Günümüzde yetiştirilen çapa bitkilerinin ekimi için tek dane ekici düzenler ile yapılmaktadır. Bu amaçla mekanik ve pnömatik olmak üzere iki tip ekim makinesi kullanılmaktadır. Mekanik tek dane ekim makineleri yerçekimi kuvveti prensibine göre çalışarak tek dane ekim yaparken; ekim mesafesinin daha düzgün olması için pnömatik ekim makineleri geliştirilmiştir. Ancak pnömatik ekim makinelerinin önündeki en büyük kısıtlama satın alım maliyetinin yüksek olmasıdır. Mekanik tek dane ekim makinelerinin satın alma maliyetinin az olması ve yedek parçanın ucuz olması sebebiyle mekanik tek dane ekim makineleri günümüzde bazı ürünlerin ekiminde halen kullanılmaktadır.

Bu çalışmada mekanik tek dane ekim makinesi ile farklı hız, yükseklik ve anma ekim mesafesinde ekim yapılarak bu parametrelerin bilimsel olarak incelenmiştir.

Araştırmanın konu ile ilgilenenleri bilgilendirmesi en büyük temennimdir.

Tez konumun seçiminden araştırmamın yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde bana her konuda yardımcı olan ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Mustafa KONAK 'a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarımın yürütülmesinde emekleri geçen bölümümüz Dr. Öğr. Üyesi Osman ÖZBEK, Yüksek Ziraat Mühendisi Hasan KIRILMAZ ve Teknisyen Fevzi DUMAN 'a da ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Ali KARAGÜLMEZ
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	1
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	2
1. GİRİŞ.....	3
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Yatay Plakalı Tek Dane Ekici Düzenin Genel Özellikleri	15
3.1.2. Hareket İletim Düzeni	16
3.1.3. Denemelerde Kullanılan Ekici Plakalar	17
3.1.4. Denemelerde Kullanılan Tohumlar	17
3.1.5. Denemelerde Kullanılan Yardımcı Cihazların Özellikleri	18
3.1.5.1. Devir Sayısı Ölçme Cihazı (Takometre)	18
3.1.5.2. Hassas Terazî	18
3.1.5.3. Şerit Metre	19
3.1.5.4. Elektrik Motoru.....	19
3.1.5.5. Elektronik Varyatör.....	20
3.2. Metot	21
3.2.1. Denemedeki Hız Değerlerinin Belirlenmesi	21
3.2.2. Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğünün Belirlenmesi	21
3.2.3. Anma Ekim Mesafelerinin Belirlenmesi	22
3.2.4. Ekici Plakalar Üzerindeki Delik Sayısının Belirlenmesi	22
3.2.5. Ekici Plaka Üzerindeki Delik Boyutlarının Belirlenmesi	23
3.2.6. Tohum Düşme Yüksekliğinin Belirlenmesi	23
3.2.7. Deneme Deseni	23
3.2.8. İstatistiki analiz	24
4.1. Boşluk oranı değişimi	25
4.2. İkizleme oranı değişimi.....	29
4.3. Kabul edilebilir tohum aralığı oranı değişimi	33
4.4. Hassasiyet oranı değişimi.....	37
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	41
5.1. Sonuçlar	41
5.2. Öneriler	42
KAYNAKLAR	43
EKLER	46
ÖZGEÇMİŞ.....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

Z:	İki tohum arası teorik uzaklık (Anma ekim mesafesi)	cm
İ.O:	İkizleme oranı	%
B.O:	Boşluk oranı	%
K.T.O:	Kabul edilebilir tohum oranı	%
n_1 :	Ardışık iki tohum arasındaki mesafenin 0,5 katından az olduğu tohumlar arası mesafe sayısı	adet
n_2 :	Ardışık iki tohum arasındaki mesafenin 0,5-1,5 katı arasında olduğu tohumlar arası mesafe sayısı	adet
n_3 :	Ardışık iki tohum arasındaki mesafenin 1,5 katından fazla olduğu tohumlar arası mesafe sayısı	adet
N:	Toplam ölçüm yapılan tohumlar arası mesafe sayısı	adet
HAS:	(0,5-1,5)Z arasına düşen tohumlar arası hassasiyet oranı	%
S:	(0,5-1,5)Z arasında düşen tohumlar arası standart sapma	cm
V_m :	Ekim makinesinin tekerleğinin çevre hızı	m/s
V_p :	Tohum plakasının çevre hızı	m/s
n_m :	Ekim makinesi tekerleğinin dönü sayısı	1/min
n_p :	Tohum plakasının dönü sayısı	1/min
D_m :	Ekim makinesi tekerleğinin çapı	m
D_p :	Tohum plakasının çapı	m
k:	Tohum plakasındaki yuva sayısı	adet
i:	Transmisyon oranı	-
V_1 :	0,5 m/s lik makine ilerleme hızı	-
V_2 :	1,00 m/s lik makine ilerleme hızı	-
V_3 :	1,50 m/s lik makine ilerleme hızı	-
H_1 :	30 cm lik tohum düşme yüksekliği	-
H_2 :	40 cm lik tohum düşme yüksekliği	-
H_3 :	50 cm lik tohum düşme yüksekliği	-
k:	Tohum küresellik oranı	%
a:	Tohum uzunluğu	mm
b:	Tohum genişliği	mm
c:	Tohum kalınlığı	mm

1. GİRİŞ

Yeni bir bitki meydana getirmek amacıyla; önceden hazırlanmış tohum yatağına bitkilerin gelişim sürecindeki besin elementi istekleri dikkate alınarak, sıra üzerinde belirli aralıklar ile tekdüze bir derinliğe toprağa bırakılıp üzerinin kapatılması ve bir miktarda batırılması işlemi ekim olarak adlandırılmaktadır. Ekim işlemi doğada kendi halinde gerçekleşmektedir. Kültür bitkilerinin büyüyebilmesi için belirli oranlarda bitki besin maddesine, karbondioksit ve güneş ışığına gereksinim duymaktadır. Tohumların bu besin maddelerinden eşit şekilde yararlanması için belirli aralıklarda ekilmesi gerekmektedir (Deligönül, 1994).

17. yüzyılın başlarında ekim elle yapılmaktaydı. Günümüzde kullanılan ekim makinelerinin ilk tasarımını 1785 yılında James Cook yapmıştır. ABD ve Avrupa’da hassas ekim makineleri üzerine çalışmalar 1920’lerde başlamıştır. 1924 yılında ise hassas ekim makineleri üzerine 100’e yakın patent aldığı bildirilmiştir (Önal, 1995).

Tohumların bitki besin maddelerinden daha iyi yararlanabilmesi için tarlaya atılan tohum miktarının azaltılması yani tohumların tek tek ekilmesi anlamına gelen hassas ekim yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu şekilde tohumların sınavari ekime göre daha iyi sıra üzeri ekim mesafesi ile ekimi sağlamanın yanı sıra çapa bitkilerinin ekiminde seyreltme işinden tasarruf elde edilmektedir.

Buğdaydan sonra en çok üretilen tahıl olan mısır bitkisidir. Mısır bitkisi en çok hayvan yemi olarak kullanılmakla birlikte, başka pek çok kullanım alanı bulunmaktadır. Dünyanın pek çok yerinde öğütülerek unundan ekmek yapılmakta, mısır gevreği gibi kahvaltılık gıdalar hazırlanmakta, cın mısırları çeşidinden çerezlik patlamış mısır elde edilmektedir. Mısır bitkisinin, Türkiye’deki son beş yıllık ekilen alan değerlerine bakıldığında 622 bin hektardan 639 bin hektara çıkmıştır. Türkiye’de 2012-2017 yılları arasında mısır ekim alanı, üretim, verim değerleri Çizelge 1.1’ de verilmiştir (Anonim, 2017).

Çizelge1.1. Türkiye’nin yıllara göre mısır üretim değerleri

Yıllar	Ekim alanı (ha)	Üretim(ton)	Verim (kg/dekar)
2012	6 226 094	4 600 000	739
2013	6 599 980	5 900 000	894
2014	6 586 450	5 950 000	903
2015	6 881 699	6 400 000	930
2016	6 800 192	6 400 000	941
2017	6 390 844	5 900 000	923

Genel olarak mısır tarımı mekanizasyonuna baktığımızda; işlem sıralamasının tohum yatağının hazırlanması, tohum ekimi, bakım işlemleri ve hasat olduğu görülmektedir.

Tohum yatağı hazırlanırken toprak işleme zamanı ve yöntemi, toprak ve bölge özelliklerine göre değişmektedir. Toprak işlemedeki amaç yağışların toprağa nüfuzunu ve topraktaki bitki besin elementlerinin çözümünü arttırmak, kök gelişimine uygun bir ortam hazırlamak aynı zamanda yabancı otlarla mücadele etmek amacıyla hazırlanır (Kün, 1985).

Tohum ekiminde en önemli faktör ekim başarısıdır. Ekimin başarısı, sıra üzeri bitki dağılımında ve ekim derinliğinde düzgünlüğün yanında, yüksek bir tarla çıkış derecesinin sağlanmasına bağlıdır. Tarla filiz çıkış derecesine meteorolojik faktörler, toprak koşulları, ekim makinesinin teknik özellikleri ve tohumluğun çimlenme v.b. özellikleri etkilidir (Önal, 1995).

Tek dane ekim makineleri mekanik ve pnömatik ekici düzeni olmak üzere iki grupta yer almaktadır. Pnömatik ekim makineleri pozitif veya negatif hava basınç prensip sistemi ile çalışmaktadır. Pnömatik ekim makineleri farklı ürün çeşitlerinin kalibre edilmeden, zedelenmeden ve farklı sıra üzeri mesafelerinde ekim işleminin kolaylıkla sağlamaktadır. Pnömatik ekim makineleri yüksek hız ve iş başarılarında kullanılabilir. Bu avantajlarının yanı sıra makinenin ilk alım maliyeti yüksek olması dezavantajdır.

Mekanik hassas ekim makineleri düşey tohum diskli, yatay tohum plakalı ve delikli kauçuk bantlı tek dane ekici düzenler olarak 3 gruba ayrılmaktadır.

Düşey tohum diskli mekanik tek dane ekici düzenlerin çalışma prensibi; tohum deposundan yer çekimi kuvveti ile gelen tohumların disk üzerindeki yuvalara yerleşerek düşme noktasına kadar taşınmaktadır. Düşme noktasına geldiği anda yer çekimi kuvveti ile yuvadan ayrılan tohum toprağa serbest düşüş yaparak tohum yatağına düşmektedir.

Delikli kauçuk bantlı tek tane ekici düzen; tohum büyüklüklerine göre belirli aralıklarla bant üzerine değişik sayıda delikler açılmıştır. Tohumun düşme noktasında deliği terk etmesini itici makara yardımıyla sağlanmaktadır. Her çeşit için farklı bant kullanımı olduğundan dolayı bantlı ekici düzen yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Yatay tohum plakalı tek dane ekici düzenler çalışma prensibi; tohum deposundan plaka üzerine düşen tanelerin plaka üzerindeki deliklere yerleşir. Plakanın dönmesi ile sıyırıcı fırçaya gelen fazla tohumların delik üzerinden uzaklaştırılır. Düşme noktası (tohum borusu) gelen tanelerin yer çekimi kuvveti ile serbest olarak

düşmektedir. Tohumun düşme noktasında plaka üzerindeki yuvaya sıkışmasını engellemek amacıyla yaylı itici bulunmaktadır. Farklı tohumların ekimi ve sıra üzeri mesafelerinin ayarlanması plaka değişikliği veya transmisyon oranlarının değiştirilmesi ile sağlanmaktadır. Yatay tohum plakalı delikli tek dane ekici düzenlerin maliyet açısından pnömatik hassas ekim makinelerinden daha uygun olmasından dolayı halen bazı ürünlerin ekiminde kullanılmaktadır.

Mısır çok yönlü kullanım alanı olan ve yüksek verimli bir bitki olması nedeniyle ülkemizde birçok bölgede tarımı yapılmaktadır. Üretim miktarı olarak danelik mısır 5.900.000 ton ile tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2017). Üretim miktarı bakımından önemli olan mısır bitkisinin ekiminin iyi yapılması ve bu ekimden maksimum verim alınması gerekmektedir. Ekim işleminin başarılı olması için en önemli etkenlerden biriside tohumun ideal yaşam alanıdır. Tohumların ideal yaşam alanlarının sağlanması diğer bir deyişle güneş ışınlarından, topraktaki sudan ve bitki besin maddelerinden yararlanabilmesi için olması gereken yaşama alanlarıdır. Bu ideal yaşam alanını sağlanması için tek dane hassas ekim makineleri tercih edilmektedir.

Mısır bitkisinde dane nem oranı %30-32 ye düştüğü zaman mısır olgunlaşır. Nem oranı bu derece fazla iken makine ile hasat sırasında danelerin yumuşak olması sebebiyle hasat kaybı artabilir. Hasat için en uygun zaman yapılacak hasat şekli ve depolamaya bağlıdır (Kırtok, 1998). Pratik olarak koçanı saran kavuzların sarardığı ve koçandaki danenin dibi ucunda siyah noktacık oluştuğu zaman iklim koşullarının uygun olduğu günde hasat gerçekleştirilir.

Dünyada ve ülkemizde ekilebilir tarım arazisinin kısıtlı olması buna karşın nüfus oranının giderek artması (Yıllık ortalama %1,26) bu nüfusun gıda teminini göz önüne getirmektedir. Artan nüfus oranına bağlı olarak gıda maddelerinin teminin arttırmamız gerekmektedir. Gıda maddelerini arttırmak için tarımsal üretimi arttırmamız gerekmektedir buda daha fazla alanda tarım yapmamız gerektiğini ya da birim alandan daha fazla verim almamız gerektiğini göstermektedir. Üretimi artırmak için tarım arazilerini artırılabilir fakat resmi kaynaklara göre ülkemizde 2007 yılında 24887 bin hektar tarım arazisi bulunurken 2017 yılında bu rakam 23385 bin hektardır. 10 yıllık süre zarfında 1502 bin hektarlık tarım arazisini kaybetmiş durumdayız. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda kentleşmeden dolayı tarım arazisini artırmamız zor gözükmektedir. Gıda teminini artırmak için birim alan için girdilerin (tohum, gübre, çapalama, sulama vb) azaltılması ve verimin artırılması gerekmektedir (Anonim, 2017).

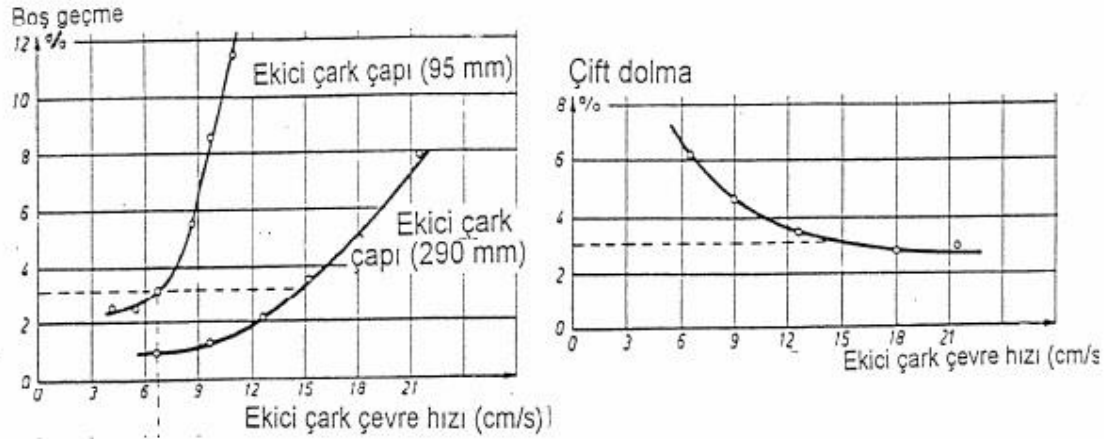
Tarım arazisini artırma imkânımız olmadığı için ekim işlemini düzgün yapıp verimi artırmamız gerekmektedir. Kaliteli yapılmayan ekimden dolayı istenilen sıra üzeri mesafeye de ekim yapılamaz ve bitki çıkışından sonra seyreltme işlemi yapılmaktadır. Böyle bir ekim hem tohumluk miktarını, insan iş gücü kullanımını, zaman kullanımını artırmakta hem de buna bağlı olarak üretim maliyeti de artmaktadır.

Birim alandan alınacak verim artışını sağlayacak faktörlerden birisi ekim kalitesi ve bitki optimum yaşam alanını sağlamaktır (Harrison ve ark., 2008). Ekim kalitesini artırmak ve optimum yaşam alanını sağlayabilmek için, ekim makinelerinin çalışabileceği yerlerde ekim makinesi ile ekim yapılmalıdır. Günümüzde kullanılan ekici düzenlerden tek dane ekici düzenler sıraya kesiksiz ekici düzenlere göre daha az tohum tüketimi sağlamanın yanı sıra, ekim derinliği sıraya kesiksiz ekici düzenlere göre daha tekdüzedir ve her bitki için uygun yaşam alanı sağlanır (Mutaf, 1984).

Bu çalışmada yatay plakalı delikli mekanik tek dane ekici düzen ile mısır ekimi için 3 farklı sıra üzeri anma ekim mesafesinde, 3 değişik hız kademesinde ve 3 farklı düşme yüksekliğinde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Fouad ve Brinkmann (1956), hassas ekim makinelerinin test düzenlerini ortaya koymuş, boşluk-ikizleme oranlarını farklı ekici çark ve farklı çevre hızlarında incelemiştir. Bu çalışmasında sıra üzeri mesafeyi 3 cm ve çalışma hızını da 5.4 km/h olarak % 3-4 boşluk-ikizleme tespit etmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Farklı ekici çark çapı ve çevre hızlarında boşluk ve ikizleme oranları (Fouad ve Brinkmann, 1956)

Akyurt ve Taub (1966), yaptıkları bir araştırmada mekanik hassas ekici düzenlerde tohumların yuvalara rahatça girebilmesi için disk üzerindeki tohum yuvası boyutlarının, en büyük tohum boyutundan %10 daha fazla olması gerektiğini söylemişlerdir.

Özemir (1971), mekanik diskli ekici düzenlerde tohumun yuvalara yerleşmesi kendi ağırlığının etkisi ile dolduğundan buna bağlı olarak hücrelerin tam olarak dolabilmesi için disk çapının 200-500 mm arasında değiştiğini söylemiştir.

Harriot (1974), düşey diskli mekanik hassas ekim makinesi ile yaptığı çalışmada, kaplanmış tohumların ekiminde ikizleme probleminin olmadığını gözlemlemiştir.

Mutaf (1984), tohumların belli sıra arası ve sıra üzeri aralıkta ekilmesi durumunda her tohumun ideal yaşam alanının sağlanması için tohumlar ekim makineleri ile ekilmiştir. Makine ile ekimde sıra arasının belli mesafeler içerisinde olup yabancı ot mücadelesine olanak sağlamaktadır. Bunun yanı sıra ekim derinliğindeki düzgünlükten dolayı tohumların çimlenmesinin aynı zaman diliminde gerçekleştiğini belirtmiştir.

Tozan (1986), yaptığı araştırmada mekanik hassas ekim makinelerinin tohum dağılım düzgünlüğüne etkisinin iyi olması için kullanılan tohumun kalibre edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Önal (1987), hassas ekim makinesinin ayçiçeği, mısır ve pamuk tohumunun ekiminde ekim başarısını araştırılmıştır. Laboratuvarda yapılan çalışma sonucunda; ilerleme hızı, ekim mesafesi, tohum plaka delik sayısı ve çevre hızının hassas ekimde sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne etkisi olduğunu belirtmiştir.

TS-6424 standardında; tohumları sıra üzerinde eşit mesafelerde tek tek eken makineler, hassas ekim makineleri olarak adlandırılmaktadır (Anonim, 1989).

Hassas ekim makineleri, mekanik ve havalı ekim makineleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Mekanik ekim makinelerinde tohumlar ekici ünite üzerinden tohum borularına buradan da yerçekimi kuvveti ile tohum yatağına iletilirler. Havalı ekim makinelerinde tohumlar ekici ünite üzerindeki plakaya negatif veya pozitif hava basıncı ile tutunurlar. Tohumun tutunması için gerekli hava basıncı traktör kuyruk milinden hareket alan bir aspiratör ile sağlanır (Çiftçi, 1989).

Parish ve ark. (1991) tohumların hassas ekilebilirliğini araştırmak için; bantlı ve hava emişli hassas ekim makinesini kullanmışlardır. Araştırmada uzun, düz ve düzensiz şekilli tohumlar kullanılmış olup, tohumların ekiminin laboratuvar denemesinde hava emişli hassas ekim makinesinin bantlı ekim makinesine göre daha iyi olduğu ve tarla denemelerinde ise makineler arasında istatistiksel bir fark olmadığını ifade etmişlerdir.

Konak (1992), nohut ve fasulye ekimine uygun ekici düzenlerin belirlenmesi amacıyla oluklu, dişli ve iri tohum makaralı ekici düzenlerle yaptığı bir çalışmada makine ilerleme hızının ve ekim normunun tohum dağılım düzgünlüğüne etkilerini incelemiştir. Dişli makaralı ve iri tohum makaralı ekici düzenlerin fasulye ekiminde, her üç ekici düzeninde nohut ekiminde başarıyla kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Bayındır (1994), havsız pamuk tohumu kullanarak yaptıkları çalışmada ekim makinelerinin başarısını ve uygun ekim normunun belirlenmesini araştırmışlardır. Laboratuvar ve tarla koşullarında gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda hassas ekim makinelerinin düzgün bir dağılımla ekim yapabildiğini belirtmişlerdir.

Deligönül (1994), yaptığı çalışmada ekimi yeni bir bitki meydana getirmek için tohumun toprağa gömülmesi olarak tanımlamıştır. Kültür bitkilerinin büyümesi için belirli oranda güneş ışığı, su ve besin maddesine ihtiyaç duyduğunu ve tohumların topraktaki besin maddelerinden eşit şekilde yararlanabilmesi için iki tohum arsında belirli bir mesafe ile ekilmesi gerektiğini söylemiştir.

Çolak ve ark. (1995), ultrasonik tohum sayacının ekim makinesi denemelerinde kullanılabilirlik şartlarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; ultrasonik tohum sayacının sıra üzeri uzaklık belirlenmesinde kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Ekim makinesinin iş başarısının belirlenmesinde istenilen anma ekim mesafelerinin önemli olduğunu vurgulanmıştır. Sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün; boşluk, ikizleme, düşme yüksekliği ve çimlenme değişimine bağlı olarak değiştiğini ifade etmişlerdir. Değerlendirmelerde ortalama, standart sapma, kabul edilebilir tohum aralığı, ikizleme, boşluk ve hassasiyet değerleri kullanılmış ortalama ve standart sapma değerlerinin performans belirlemede uygun olmadığı sonucuna varmışlardır (Kachman ve Smith, 1995).

Gil (1996), kültür bitkilerinin ekim işleminde; sıra üzeri ve arası dağılım düzgünlüğünün önemini vurgulamıştır.

Konak ve Çarman (1996), yaptıkları bir çalışmada universal bir ekim makinesi ile iri daneli tohumların ekiminde ilerleme hızının sıra tohum dağılım düzgünlüğüne etkilerine araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü varyasyon katsayısının fasulye için %118,75-67,67, nohut için %130,00-80,50 ve mısır için ise %98,80-77,75 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Uygun çalışma hızının 1,5 m/s olduğunu vurgulamışlardır.

Barut ve Özmerzi (1997) tarafından laboratuvar koşullarında yapılan çalışmada tohum plakası delik şekillerinin sıra üzeri tohum aralığı düzgünlüğünü istatistiksel olarak etkilediği ve plaka delik şekillerinin tohumun yapısal özelliklerine uygun olarak seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Taşer (1997) yapmış olduğu çalışma sonucuna göre; hassas ekim makinelerindeki sıra üzeri mesafelerinin belirlenmesinde fotosel algılayıcı kullanılmış olup bilgisayar destekli değerlendirme düzeninin laboratuvar koşullarında kullanılabilir olduğunu belirtmiştir.

Erol ve Dursun (1998); yatay plakalı ekici düzenin özellikle mısır ekiminde tercih edildiğini, tohumların yuvalara tam olarak girmesi için plaka delik ölçülerinin tohuma göre ayarlandığının ve bu nedenle kalibre edilmiş tohum kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Dursun (2000), araştırmalarında ekim makinesinin tohum dağılımı iyi olduğu takdirde her bitkiye düşen ideal yaşam alanlarındaki farkların azaldığını, ekim makinelerinden beklenen özelliğin, tohumları istenilen sıra arası ve üzeri mesafede ekebilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Kara (2002), farklı sıkıştırma uygulamaları ve basınçlarının toprağın fiziksel özellikleri ve tohumun çimlenmesine istatistiksel etkisinin olduğundan bahsetmektedir.

İvacan ve ark. (2004), maydanoz ekiminde ilerleme hızının sıra üzeri dağılımına etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda ilerleme hızındaki artışın, ekim kalitesinde azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir. İlerleme hızı 1,8km/h iken kabul edilebilir tohum aralığının %80,4, ilerleme hızının 5,2km/h' e çıktığında ise kabul edilebilir tohum aralığının %76,6' ya düştüğünü belirlemişlerdir.

Çapa bitkilerinde istenilen sıra üzeri mesafe az olduğu takdirde, bitkilerde seyreltme işlemi yapılması gerekmektedir. Buna karşı istenilen sıra üzeri mesafe fazla olduğu zaman ise, birim alandaki bitki sayısının azalmasına neden olmaktadır. Lauer ve Rankin (2004) sıra üzeri mesafelerindeki değişimin mısır verimi üzerine etkisi konusunda yapmış oldukları araştırmada; özellikle standart sapmanın 12 cm'yi aştığı her 1 cm için verimin %1.06 azaldığını belirlemişlerdir.

Barut (2005) yaptıkları çalışmada, tohum plakası delik şekillerinin bitki dağılım düzgünlüğüne etkisini tarla koşullarında araştırmışlardır. Bu araştırmada kare, eşkenar üçgen, oblong ve yuvarlak delikli tohum plakaları kullanılarak ekim yapılmıştır. Araştırma sonucunda verim ve bitki dağılımına delik şekillerinin istatistiksel bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

İsmet (2005), hassas ekim makinelerinde ekici düzenlerin boşluk ve ikizleme oluşmasının belirli bir değere düşürülebilmesi için boşluk ve ikizleme oranları arasında bir uzlaşma noktasına gidilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Diskin çevre hızına bağlı olarak elde edilen boşluk ve ikizleme oranlarının kesim noktasını uzlaşma noktası olarak tanımlamıştır.

Yurdusever (2006), hassas ekim yönteminin tekdüze ve geleneksel ekim yöntemleri ile karşılaştırıldığında verimin önemli derecede artış gösterdiğini belirtilmiştir. Verim artışına uygun ekim derinliğinin ve sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Yurdusever (2006), hassas ekim makinelerinde ilerleme hızının farklı küresellik katsayısındaki tohumların dağılımı üzerine etkisi adlı çalışmada tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün değişiminde tohum uzunluğunu delik çapı ile bağlantılı olduğunu söylemiştir.

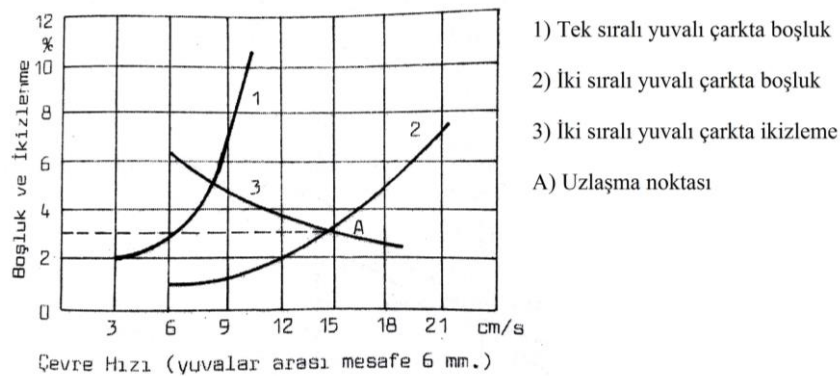
Haciseferoğulları ve ark. (2007), düşey diskli mekanik hassas ekim makinesinin şeker pancarı ekimine uygunluğunun belirlenmesi adlı çalışmada ekici disk çevre hızındaki artışa bağlı olarak boşluk oranının artacağını söylemiştir. Disk çevre hızının

artması ile tohumların diskteki yuvalara dolmasının azaldığını buna bağlı olarak da varyasyon katsayısı değerinin arttığını belirtmiştir. Ekim mesafesinin artmasının transmisyon oranının düşmesine, dolayısıyla plaka çevre hızının da düşmesini etkilediğini fakat şeker pancarı tohumlarıyla elde edilen varyasyon katsayısı değerlerinin değişiminin istatistiksel yönde önemsiz bulunduğunu söylemişlerdir.

Harrison ve ark. (2008), tohumlar için uygun ortamın yaratılması için en önemli etkenin ideal yaşam alanının olduğunu belirtmişlerdir. Tohumlar istenilen sıra arası mesafeden daha az bir mesafeye ekildiğinde ideal yaşam alanının daralmasına ve istenilen ekim mesafesinden daha fazla bir mesafeye ekildiğinde sıra arası otlanmaya sebep olacağını belirtmişlerdir. Belirli sınırlar arasında kalmak koşuluyla sıra arası mesafenin azalması yabancı ot için yapılan mücadelelerin azalması anlamına geleceğini bildirmişlerdir.

Konya şeker fabrikasının yaptığı araştırmada; tanelik ve silajlık mısır ekiminde derinliğin 5-6 cm olması gerektiği, tanelik mısırdaki sıra arası ve üzeri mesafelerin (70X20 cm), silajlık mısır yetiştiriciliğinde ise (70x15 cm) ekim sıklığının uygun olduğu vurgulanmıştır (Anonim, 2011).

Önal (2011), disk çevre hızı arttıkça boşluk oranının arttığını bu nedenle de iyi bir ekim yapılabilmesi için disk çevre hızının belirli değerler arasında (yaklaşık olarak 15 cm/s) olacağını belirtmiştir. Şekil 2.2’ de boşluk ve ikizleme değerleri arasında uzlaşma noktası verilmiştir.



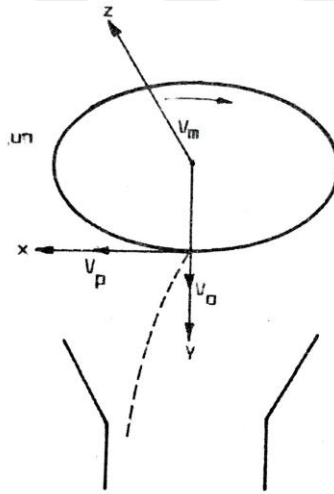
Şekil 2.2. Boşluk ve ikizleme değerleri arasında uzlaşma sağlanması (Önal, 2011)

Makine ilerleme hızı ile plaka çevre hızı arasındaki aktarım oranı yaklaşık olarak 8:1 olarak tutulmaktadır. Tohum plaka çevre hızının ise optimum 11 m/s olması ile plaka deliklerindeki tohumlar düzgün olarak dağılmaktadır. Çizelge 2.1’de tohum plakasındaki delik sayılarının ekimdeki etkileri gösterilmiştir(Önal, 2011).

Çizelge 2.1. Tohum plakasındaki delik sayısının ekimdeki doğruluğa etkileri (Elenmiş tohum, plaka çevre hızı 7,5m/dk)(Önal, 2011)

Tohum Plakası	4 Delik		8 Delik		12 Delik		16 Delik	
	Ocakta Ort. Tohum Say.	Ekimde Doğruluk	Ocakta Ort. Tohum Say.	Ekimde Doğruluk	Ocakta Ort. Tohum Say.	Ekimde Doğruluk	Ocakta Ort. Tohum Say.	Ekimde Doğruluk
A	3,93	96.7	4.02	95.6	4.07	97.5	3.91	95.7
B	4.14	96.0	4.23	96.1	4.13	96.8	4.06	95.5
C	3.91	97.7	3.79	97.5	3.85	98.7	3.92	93.3
D	3.66	98.7	3.61	98.5	3.74	97.5	3.67	94.5

Tohumun yatay plakadaki deliği terk etmesinde üç eksenli hareketi söz konusudur. Bu hareketler; yer çekimi kuvvetinin oluşturduğu Y eksenli, plaka çevre hızının etkilediği X eksenli ve ekim makine hızının sağladığı ise Z ekseninde gösterilir. Şekil 2.3 'de gösterilmiştir (Önal, 2011).



Şekil 2.3. Yatay delikli plakayı terkeden tohumdaki hızlar (Önal, 2011)

V_0 : Tohumun delikten ilk düşüş hızı (m/s)

V_p : Tohum plakasının çevre hızı (m/s)

V_t : t saniye sonra tohumun düşme hızı (m/s)

$$x = V_p \cdot t \quad (2.1)$$

$$y = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad (2.2)$$

Tohumun plakadan ilk çıkış hızı (V_0) sıfır olacağından dolayı;

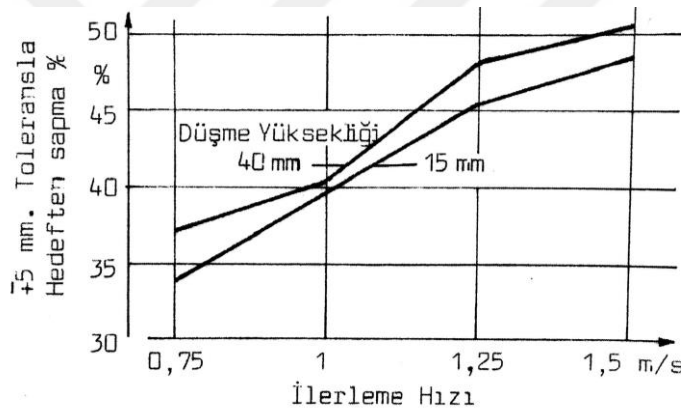
$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad (2.3)$$

2.1 numaralı denklemdeki t 2.3 numaralı denklemde yerine konursa;

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{V_p}\right)^2 \quad (2.4)$$

Parabol denklemi elde edilir. Tohumların düşerken çizdiği yörüngenin parabol olmasından dolayı, tohum borusuna çarparak çiziye düşüş sürecindeki gecikmeyi en aza indirmek amacı ile parabolik tohum boruları kullanılması tavsiye edilir (Önal, 2011).

Mekanik yatay plakalı ekici düzenlerde tohum düşme yüksekliği mümkün olduğunca az olmalıdır. Bu durum özellikle hafif ve küçük tohumların ekiminde daha da önem kazanmaktadır. Tohumların akış durumunda havanın göstermiş olduğu direnç ve düşme yüksekliklerinin artması hedeften sapmalara sebep olmaktadır. Düşme yüksekliğinin artması ile hedeften sapmalarının ± 5 mm toleransla fazlalaştığı görülmektedir. Tohum aralıklarının 5-6 cm olduklarında ± 10 mm ve 20 cm aralığında ise ± 25 mm toleransla hedeften sapmasına müsaade edilmektedir. Tohum düşme yüksekliği mekanik hassas ekim makinelerinde hedeften sapmanın en aza indirgenmesi için 40 mm olarak belirlenmiştir. Şeker pancarı ekiminde düşme yüksekliğinin hedeften sapmaya etkileri Şekil 2.4' de gösterilmiştir (Önal, 2011).



Şekil 2.4. Şeker pancarı ekiminde düşme yüksekliğinin hedeften sapmaya etkileri (Önal, 2011)

Yazgı (2013), pnömatik tek dane ekim makinelerinde ekici plaka konumunun sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi üzerine yapmış olduğu çalışmada, tohum düşme yüksekliğinin fazla olduğunda tohum yolu geometrisi nedeniyle ekim kalitesinin azaldığını belirtmiştir. Pnömatik ekici düzenlerde tohum düşme yüksekliği arttıkça sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bozulduğunu ve aynı ilerleme hızlarında hem düşük hem de yüksek mesafeden tohum bırakıldığında ekim kalitesinin çok iyiden iyi'ye, iyi 'den orta 'ya düştüğünü gözlemiştir. Bu çalışmasında pamuk tohumunun düşük ve yüksek ekim üniteli makinelerindeki ekim performansı arasında belirgin bir fark olduğunu fakat mısır tohumunda bu farkın daha az olduğunu saptamış, bunun sebebini ise mısır tohumunun fiziko-mekanik yapısına ve sıra üzeri ekim mesafesi değerinin yüksek olmasına bağlamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü tespit etmek amacıyla Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü uygulama laboratuvarında bulunan hareketli yapışkan bant düzeni kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Hareketli bant kauçuk malzemeden yapılmış olup, rulmanlı yataklarla yataklandırılmış iki büyük düz kasnak ve trifaze bir elektrik motoru tarafından tahrik edilmiştir. Hareketli bant hızı kademersiz olarak ayarlanabilen elektronik bir varyatör tarafından değiştirilmektedir. Hareketli bant, tohumların yuvarlanmasını ve sıçramasını engellemek amacı ile gres yağı ile kaplanmıştır (Konak, 1992).

Çizelge 3.1. Yapışkan bant düzeni özellikleri

Bant uzunluğu (m)	Bant genişliği (m)	Kasnak çapı (m)	Ölçüm mesafesi (m)
10	0.14	0.35	7

Denemelerde ekim makinesi olarak yatay plakalı tek dane ekim makinesinin bir ünitesi kullanılmıştır. Makinenin yapışkan bant deney düzeneğine olan bağlantısı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme düzeninin genel görünüşü

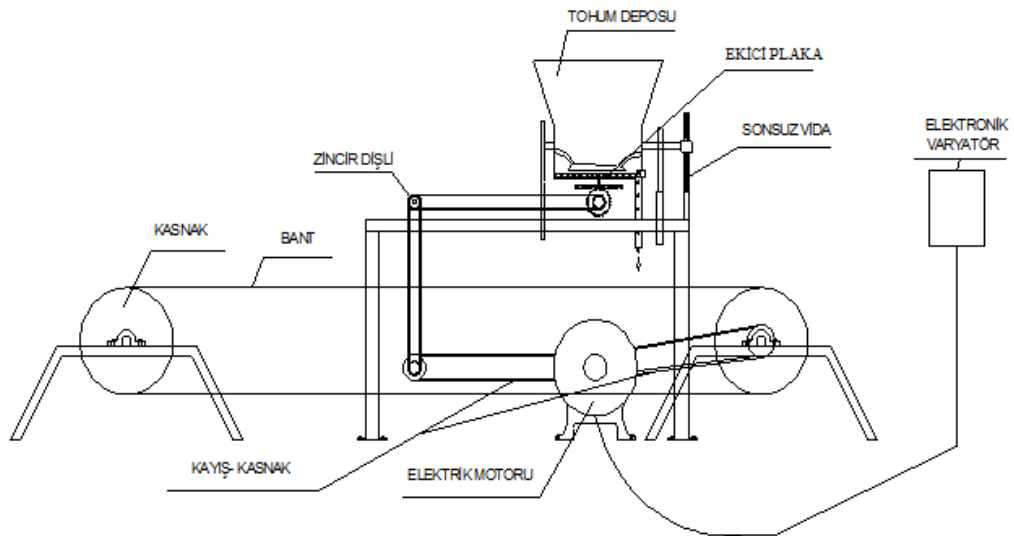
3.1.1. Yatay Plakalı Tek Dane Ekici Düzenin Genel Özellikleri

Yatay plakalı delikli tek dane ekim makinesi; tohum plakaları değiştirilerek değişik tür ve cins bitki tohumlarını istenilen sıra üzeri mesafede hassas bir şekilde ekimini sağlamak amacıyla imal edilmiş bir ekim makinesidir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Yatay plakalı tek dane ekici düzenin bir ünitesi

Ekici plaka tohum deposunun altına yerleştirilmiştir. Tohum plakası üzerinde, tohum yuvalarına birden fazla tohum girmesini engellemek amacıyla fırçalı bir sıyırıcı bulunmaktadır. Ayrıca tohumların düşme noktasına geldiğinde rahat düşmesi için yaylı bir itici bulunmaktadır. Denemelerin yapıldığı yapışkan bantlı deney düzeneğinin şematik görünüşü Şekil 3.3’ te verilmiştir.



Şekil 3.3. Denemelerin yapılacağı yapışkan bantlı deney düzeneğinin şematik görünüşü

3.1.2. Hareket İletim Düzeni

Yatay plakalı delikli tek dane ekim makinesinde sıra üzeri ekim mesafesi ayarı; plaka üzerindeki delik sayıları yada ekici plakanın devir sayısı değiştirilerek yapılmaktadır. Bu çalışmada plaka üzerindeki delik sayıları değiştirilerek farklı sıra üzeri mesafeler elde edilmiştir. Makinenin hareket iletimi Şekil 3.4' te verilmiştir. Makine tekerlek çapı 45 cm olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Yatay plakalı tek dane ekici düzenin hareket iletim düzeni

Şekilden anlaşılabacağı üzere elektrik motorundan alınan hareket Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 , Z_5 ve Z_6 zincir dişlileri yardımıyla ekici plakaya iletilmektedir. Hareket iletim düzeninde kullanılan zincir dişlilerin diş sayısı Çizelge 3.2'de verilmiştir.

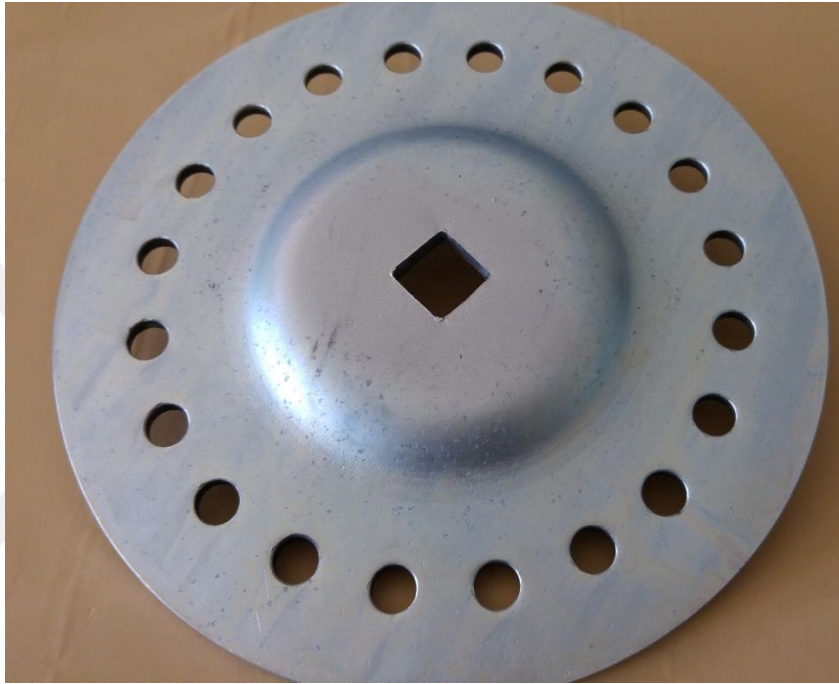
Çizelge 3.2. Hareket iletim düzenindeki dişlilerin özellikleri

Hareket dişlileri	Diş sayısı (adet)
Z_1	14
Z_2	16
Z_3	16
Z_4	30
Z_5	16
Z_6	16

3.1.3. Denemelerde Kullanılan Ekici Plakalar

Denemelerde 237 mm çapında ve 3,5 mm kalınlığındaki pres baskı ile yapılmış yuvarlak delikli ekici plakalar kullanılmıştır.

Mısır ekiminde üç ayrı anma ekim mesafesini sağlayabilmek için 20, 15 ve 12 delikli olmak üzere üç farklı ekici plaka kullanılmıştır. Tohumların plakadaki deliklere (tohum yuvalarına) daha kolay girebilmesi için plaka deliklerine havşa açılmıştır. Ekici plaka Şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.5. Ekici plaka

Sistem transmisyon oranı 0,47’ye göre plaka devri, çevre hızları ve makine tekerlek devri Çizelge 3.3’ te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Ekici plakanın makine ilerleme hızına göre çalışma değerleri

Makine ilerleme hızı(m/s)	Plaka devri (1/min)	Plaka çevre hızı(m/s)	Tekerlek devri (1/min)
0,5	10	0,090	21,2
1,0	20	0,187	42,5
1,5	30	0,280	63,7

3.1.4. Denemelerde Kullanılan Tohumlar

Denemelerde at dişi mısır varyete gurubuna giren FAO 650 olum gurubunda yer alan ‘AGROMAR’ hibrit mısır çeşidi materyal olarak (Zeamays L. indentata S.) kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılan tohumlardan 50 adet numune alınmış ve tohumların uzunluk, kalınlık ve genişlik değerleri 0,01mm hassasiyetindeki elektronik kumpasla ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda elde edilen değerler kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile tohum küresellik oranı hesaplanmıştır (Ek 1).

Ayrıca tohumların bazı fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiş ve Çizelge 3.4' te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Denemelerde kullanılan tohumun bazı fiziko-mekanik özellikleri

Denemelerde kullanılan tohum çeşidi	Markası	Boyutu	Uzunluk ort. (mm)	Genişlik ort. (mm)	Kalınlık ort. (mm)	Doğal yığılma açısı (°)	Hacim ağırlığı (kg/lt)	Bindane ağırlığı (gr)	Küresellik oranı (%)
Mısır (Danelik veya silajlık)	Agromar	MR	8.76	7.43	6.52	30	0,85	265	85,72

Tohumların küresellik oranı aşağıdaki eşitlik yardımıyla elde edilmiştir (Önal, 1987).

$$k = \left(\frac{b \cdot c}{a^2}\right)^{1/3} * 100 \quad (3.1)$$

3.1.5. Denemelerde Kullanılan Yardımcı Cihazların Özellikleri

3.1.5.1. Devir Sayısı Ölçme Cihazı (Takometre)

Denemelerde ekici plaka devrini, yapışkan bant kasnak devrini ölçmek amacıyla 0-10 000 d/d aralığında ve %0,5 hassasiyetle ölçüm yapabilen teclock marka mekanik devir sayısı ölçme cihazı (takometre) kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Devir sayısı ölçme cihazı

3.1.5.2. Hassas Terazî

Denemelerde kullanılan mısır tohumlarının bin dane ağırlığını ve hacim ağırlığını belirlemek için Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve

Teknoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında hazır bulunan 0,01g hassasiyetinde ve 15000 g kapasiteli hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Hassas terazi

3.1.5.3. Şerit Metre

Denemelerde yapışkan bant üzerine düşen iki tohum arası mesafeyi ölçmek için şeritmetre kullanılmıştır.

3.1.5.4. Elektrik Motoru

Denemelerde yapışkan bant ve mekanik ekim makinesine hareket vermek için güç kaynağı olarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında hazır bulunan elektrik motoru kullanılmıştır. Elektrik motoru hakkındaki bazı özellikler Çizelge 3.5' te verilmiştir.



Sekil 3.8. Elektrik motoru

Çizelge 3.5. Elektrik motoru özellikleri

Markası	Tipi	Gücü (kW)	Devri (1/min)	Gerilim (V)	Akım şiddeti(A)	Frekans (Hz)
Siemens	3.AB 130-4	5.5	1450	380/660	11.8/6.8	50

3.1.5.5. Elektronik Varyatör

Makine ilerleme hızını ayarlamak için Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknoloji laboratuvarında bulunan elektronik varyatör kullanılmıştır. Elektronik varyatör ile ilgili özellikler Çizelge 3.6’ da verilmiştir. İstenilen çalışma hızlarına karşılık gelen frekanslar belirlenmiş ve denemelerde kullanılmıştır.



Sekil 3.9. Elektronik varyatör

Çizelge 3.6 Elektronik varyatör özellikleri

Markası	Tipi	Çalışma Frekansı (Hz)
Samel	PWM 1400	0-60

3.2. Metot

3.2.1. Denemede Hız Değerlerinin Belirlenmesi

Denemeler üç farklı hız kademesinde yapılmıştır. İlerleme hızlarını ayarlama elektronik varyatörden yararlanılarak istenilen 0.5, 1.0 ve 1.5 m/s ilerleme hızları elde edilmiştir. Mekanik hassas ekim makinesi ilerleme hızının maksimum 5 km/h büyük olması durumunda ekim kalitesinin bozulduğu bilinmektedir (Erol ve Dursun, 1998; Önal, 2011).

3.2.2. Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzensizliğinin Belirlenmesi

Tohumların sıra üzeri mesafe ayarı; ekici plaka üzerindeki delik sayıları değiştirilerek veya makine tekerleği ile ekici mil arasındaki transmisyon oranının

değiştirilmesi sonucunda elde edilebilmektedir. Çalışmalarda sıra üzeri mesafeyi ayarlamak için plaka delik sayıları değiştirilmiştir.

Hassas ekici düzenlerin iyilik derecelerinin belirlenmesi; ikizleme oranı, boşluk oranı ve kabul edilebilir tohum aralığı oranı ile tespit edilir. Bu değerlerin belirlenmesinde 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4 numaralı Önal (2011), Kachman ve Smith (1995) ve Anonymous (1989) eşitliklerinden yararlanılmıştır.

$$I.O = \left(\frac{n_1}{N}\right) * 100 \quad (3.1)$$

$$K.T.O = \left(\frac{n_2}{N}\right) * 100 \quad (3.2)$$

$$B.O = \left(\frac{n_3}{N}\right) * 100 \quad (3.3)$$

$$HAS = \left(\frac{S}{Z}\right) * 100 \quad (3.4)$$

Hassasiyet (Has) kabul edilebilir tohum aralığında olan (0.5-1.5)Z tohumlar arasındaki standart sapmanın anma ekim mesafesine oranı ile hesaplanmaktadır. Burada ardışık iki tohum arasındaki mesafe; anma ekim mesafesinin 0,5 katından daha az ise ikizleme, anma ekim mesafesinin 1,5 katından fazla ise boşluk ve anma ekim mesafesinin 0,5 katı ile 1,5 katı arasında ise kabul edilebilir tohum aralığı olarak kabul edilmiştir (Erol ve Dursun, 1998; Karayel ve A, 2000; Önal, 2011).

3.2.3. Anma Ekim Mesafelerinin Belirlenmesi

Danelik mısır üretiminde sıra arası ekim mesafesi genellikle 20 cm ve silajlık mısır üretiminde sıra arası mesafenin genellikle 16cm olmasından dolayı denemelerde danelik mısır üretim mesafesi olan 20 cm'nin %25 altı ve üstü alınarak; anma ekim mesafesi 15, 20 ve 25 cm olarak belirlenmiştir

3.2.4. Ekici Plakalar Üzerindeki Delik Sayısının Belirlenmesi

Ekici plaka üzerindeki delik sayısını belirlemede daha önce belirlediğimiz makine ilerleme hızları dikkate alınarak, 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8 nolu eşitliklerinden yararlanılmıştır Önal (2011).

$$V_m = \frac{\pi * D_m * n_m}{60} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$V_p = (\pi * D_p * n_p) 60 \dots \dots \dots (3.6)$$

$$i = \frac{n_p}{n_m} \dots \dots \dots (3.7)$$

$$Z = \frac{\pi * D}{i * k} \dots \dots \dots (3.8)$$

Bu eşitliklerden yararlanılarak ekici plaka delik sayıları 12,15 ve 20 adet olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Ekici Plaka Üzerindeki Delik Boyutlarının Belirlenmesi

Tozan (1986), mekanik ekim makinelerinde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün iyi olması için kullanılan tohumların kalibre edilmesi gerektiğini söylemiştir.

Plaka üzerindeki delik boyutları kalibre edilmiş tohumların uzunluk, kalınlık ve genişlik ölçülerinden yararlanılarak ortalama 12mm olarak belirlenmiştir.

3.2.6. Tohum Düşme Yüksekliğinin Belirlenmesi

Çalışmadaki düşme yükseklikleri Önal (2011) belirtilen ideal düşme yüksekliği 40 cm'nin %25 altı ve üstü olan; 30, 40 ve 50 cm olarak belirlenmiştir. Ekici düzenin bant üzerindeki yüksekliğini ayarlamak için, ekici düzene bağlanan vidalı sistem kullanılmıştır. Şekil 3.10'de gösterilmiştir (Turgut, 2000; Öztürk ve ark., 2008).



Sekil 3.10. Tohum düşme yüksekliğinin ayarlanması

3.2.7. Deneme Deseni

Çalışmalar laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiş olup; tohum düşme yüksekliğinin ve makine ilerleme hızının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisine ait denemeler yapılmıştır.

Ekici düzene hareket elektrik motoruyla verilmiştir ve hız kademeleri elektronik varyatör yardımıyla ayarlanmıştır. Sıra üzeri anma ekim mesafeleri üç farklı ekici plaka kullanılarak ayarlanmıştır. Tohum düşme yüksekliği ekici üniteye monte edilen sonsuz vidalı sistem ile ayarlanmıştır.

Deneme deseni Ek 2' de verilmiştir. Denemeler her bir kombinasyon için üçer tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3.2.8. İstatistiki analiz

Sıra üzeri tohum dağılım mesafeleri ölçülerek; boşluk oranı, ikizleme oranı, kabul edilebilir tohum aralığı oranı ve hassasiyet oranı belirlenmiştir. Her anma ekim mesafesinde hesaplanan değerlere varyans analizleri ve önemli çıkan sonuçlara LSD testleri yapılmıştır (Düzgüneş, 1987).



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Deneme sonunda, her bir kombinasyonda elde edilen boşluk oranı, ikizleme oranı, kabul edilebilir tohum aralığı oranı ve hassasiyet oranları değerleri belirlenmiştir.

4.1. Boşluk oranı değişimi

Z₁ anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen boşluk oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Z₁ Anma Ekim Mesafesi İçin Boşluk Oranları Varyans Analizi Sonuçları

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	24.622	13.311	9.10*
Hız	2	393.507	196.753	145.37*
Yükseklik x hız	4	6.602	1.651	1.22
Hata	18	24.362	1.353	---
Genel	26	449.093	---	---

*P<0.05

Çizelge 4.1 incelendiğinde Z₁ anma ekim mesafesinde boşluk oranlarına uygulanan varyans analizi sonucu tohum düşme yüksekliği ve makine ilerleme hızının istatistiki açıdan önemli olduğu yükseklik x hız interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Z₁ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Boşluk Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
V(m/s)		V1	V2	V3	Yükseklik Ortalamaları
H(cm)					
	H1	13.393	16.100	22.330	17.274 ^b
	H2	13.793	16.543	23.563	17.967 ^b
	H3	15.003	19.650	24.013	19.556 ^a
LSD=1.152					
Hız		14.063 ^c	17.431 ^b	23.302 ^a	
Ortalamaları		LSD=1.152			

Z₁ anma ekim mesafesine göre boşluk oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek boşluk oranı değeri %24 ile H₃V₃ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H₂V₃ ve H₁V₃ kombinasyonları izlemiştir. En düşük boşluk oranı değeri ise %13 ile H₁V₁ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırası ile H₂V₁ ve H₃V₁ kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2' ye bakıldığında ilerleme hızı dikkate alınarak en yüksek boşluk oranlarının V_3 ilerleme hızında elde edildiği bunu sırası ile V_2 ve V_1 ilerleme hızının izlediği görülmektedir. Tohum düşme yüksekliğine göre en yüksek boşluk oranlarının H_3 tohum düşme yüksekliğinde elde edildiği tespit edilmiş olup bu değeri H_2 ve H_1 tohum düşme yükseklikleri takip etmiştir. H_1 ve H_2 tohum düşme yüksekliği sonuçları istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.2 incelediğinde Z_1 anma ekim mesafesinde boşluk oranı sonuçlarına bakıldığında ilerleme hızı arttıkça boşluk oranının arttığı gözlenmektedir. V_2 ilerleme hızında elde edilen boşluk oranı V_1 ilerleme hızına göre %24' lik bir artış göstermiştir. Benzer şekilde V_3 ilerleme hızında elde edilen boşluk oranı V_2 ilerleme hızına göre %34' lük bir artış gösterdiği belirlenmiştir. H_2 düşme yüksekliğinde elde edilen boşluk oranı H_1 düşme yüksekliğine göre %4' lük bir artış gösterilmiştir. Benzer şekilde H_3 düşme yüksekliğinde elde edilen boşluk oranı H_2 düşme yüksekliğine göre %9' luk bir artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Z_2 anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen boşluk oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Z_2 Anma Ekim Mesafesi İçin Boşluk Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	77.391	38.695	11.12*
Hız	2	687.224	339.112	97.43*
Yükseklik x hız	4	4.154	1.038	0.30
Hata	18	62.650	3.481	---
Genel	26	822.419	---	---

* $P < 0.05$

Z_2 anma ekim mesafesi için boşluk oranına uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre; makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin ayrı ayrı etkisinin önemli olduğu gözlemlenirken, hız x yükseklik interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.4. Z₂ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Boşluk Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
H(cm)	V(m/s)	V ₁	V ₂	V ₃	Yükseklik Ortalamaları
H ₁		7.290	13.953	20.227	13.823 ^b
H ₂		9.903	15.920	22.787	16.203 ^a
H ₃		12.373	18.107	23.383	17.954 ^a
LSD=1.848					
Hız		9.856 ^c	15.993 ^b	22.132 ^a	
Ortalamaları		LSD=1.848			

Z₂ anma ekim mesafesine göre boşluk oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek boşluk oranı değeri %23 ile H₃V₃ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H₂V₃ ve H₁V₃ kombinasyonları izlemiştir. En düşük boşluk oranı değeri ise %7 ile H₁V₁ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırası ile H₂V₁ ve H₃V₁ kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4' e bakılarak, ilerleme hızı dikkate alındığında en yüksek boşluk oranlarının V₃ ilerleme hızında elde edildiği görülürken bu oranı V₂ ve V₁ ilerleme hızları takip etmiştir. Yüksekliğe göre boşluk oranı incelendiğinde en yüksek boşluk oranının H₃ tohum düşme yüksekliğinde tespit edilmiştir. Bu değeri H₂ ve H₁ tohum düşme yükseklikleri takip etmektedir. H₃ ve H₂ tohum düşme yüksekliği istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir.

Makine ilerleme hızına göre Z₂ anma ekim mesafesi için boşluk oranı sonuçlarına bakıldığında, makine ilerleme hızı arttıkça boşluk oranının arttığı görülmüştür. V₂ ilerleme hızında elde edilen boşluk oranı V₁ ilerleme hızına göre %63' lük bir artış göstermiştir. Benzer şekilde V₃ ilerleme hızında elde edilen boşluk oranı V₂ ilerleme hızına göre %39' luk bir artış gösterdiği belirlenmiştir. H₂ düşme yüksekliğinde elde edilen boşluk oranı H₁ düşme yüksekliğine göre %17' lik bir artış göstermiştir. Benzer şekilde H₃ düşme yüksekliğinde elde edilen boşluk oranı H₂ düşme yüksekliğine göre %11' lik bir artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Z₃ anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen boşluk oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' te, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Z₃ Anma Ekim Mesafesi İçin Boşluk Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	198.51	99.26	47.10*
Hız	2	870.06	435.03	206.43*
Yükseklik x hız	4	66.85	16.71	7.93*
Hata	18	37.93	2.11	---
Genel	26	1173.36	---	---

*P<0.05

Z₃ anma ekim mesafesi için boşluk oranına uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre; makine ilerleme hızı, tohum düşme yüksekliği ve hız x yükseklik interaksiyonunun her birinin ayrı ayrı boşluk oranına etkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6. Z₃ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Boşluk Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
H(cm)	V(m/s)	V ₁	V ₂	V ₃	Yükseklik ortalamaları
H ₁		2.337 ^e	7.323 ^d	19.707 ^a	9.789 ^c
H ₂		6.213 ^d	11.843 ^c	21.017 ^a	13.024 ^b
H ₃		12.010 ^c	16.257 ^b	21.023 ^a	16.430 ^a
		LSD=2.492			LSD=1.439
Hız		6.853 ^c	11.808 ^b	20.582 ^a	
Ortalamaları		LSD=1.439			

Z₃ anma ekim mesafesine göre boşluk oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek boşluk oranı değeri %21 ile H₃V₃ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H₂V₃ ve H₁V₃ kombinasyonları izlemiştir. En düşük boşluk oranı değeri ise %2 ile H₁V₁ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırası ile H₂V₁ ve H₁V₂ kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 incelendiğinde H₁V₃, H₁V₂, H₁V₁ istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken H₃V₁, H₂V₂ ile H₂V₁, H₁V₂ kombinasyonları da kendi aralarında benzer istatistiki gruplarda yer almıştır.

Tohum düşme yüksekliğine göre en yüksek boşluk oranının H₃ tohum düşme yüksekliğinde tespit edilirken, bu değeri sırayla H₂ ve H₁ tohum düşme yükseklikleri izlemektedir. Makine ilerleme hızına göre en yüksek boşluk oranı V₃ ilerleme hızında kaydedilirken, bu oranları sırasıyla V₂ ve V₁ makine ilerleme hızı izlemektedir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde anma ekim mesafesi 25 cm iken makine ilerleme hızının artması ile boşluk oranı sonuçları incelendiğinde hız arttıkça boşluk oranının

arttığı görülmektedir. V_2 ilerleme hızında elde edilen boşluk oranı V_1 ilerleme hızına göre %72' lik bir artış göstermiştir. Benzer şekilde V_3 ilerleme hızında elde edilen boşluk oranı V_2 ilerleme hızına göre %74' lük bir artış gösterdiği belirlenmiştir. H_2 düşme yüksekliğinde elde edilen boşluk oranı H_1 düşme yüksekliğine göre %33' lük bir artış göstermiştir. Benzer şekilde H_3 düşme yüksekliğinde elde edilen boşluk oranı H_2 düşme yüksekliğine göre %26' lık bir artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Z_3 anma ekim mesafesinde; tohum düşme yüksekliğine göre boşluk oranı sonuçları incelendiğinde düşme yüksekliği arttıkça boşluk oranının arttığı görülmektedir (Çizelge 4.5).

Boşluk oranı sonuçlarını incelediğinde makine ilerleme hızının boşluk oranı üzerindeki etkisin düşme yüksekliğine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Hız ve yükseklik parametrelerinin bütün denemelerde ayrı ayrı boşluk oranına etkisi gözlenirken, hız x yükseklik interaksiyonun sadece Z_3 anma ekim mesafesi için etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde en düşük boşluk oranları; Z_1 için %13 ile H_1V_1 kombinasyonunda, Z_2 için %7 ile H_1V_1 kombinasyonunda ve Z_3 için %2 ile H_1V_1 kombinasyonda belirlenmiştir. En düşük boşluk oranına tüm denemelerde H_1V_1 kombinasyonunda ulaşılmıştır. Benzer çalışmalarda da ilerleme hızlarının boşluk oranı üzerine etkileri incelenmiş ve hızın boşluk oranlarının artışına neden olduğu ifade edilmiştir. Buna neden olarak dane atım frekansının artması gösterilmiştir (Öğüt, 1991; Önal, 2011).

İlerleme hızında olduğu gibi, tohum düşme yüksekliğinin artması da boşluk oranını arttığı görülmüştür. Yazgı (2013), tohum düşme yüksekliğini fazla olduğu zaman tohum yolu geometrisi nedeniyle ekim kalitesinin azaldığını belirtmiştir. Diğer bir ifade ile tohum düşme yüksekliğinin artmasına paralel olarak sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bozulduğunu vurgulamaktadır.

4.2. İkizleme oranı değişimi

Z_1 anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen ikizleme oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Z₁ Anma Ekim Mesafesi İçin İkizleme Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	32.199	16.100	14.48*
Hız	2	14.832	7.416	6.67*
Yükseklik x hız	4	2.976	0.744	0.67
Hata	18	20.016	1.112	---
Genel	26	70.023	---	---

*P<0.05

Z₁ anma ekim mesafesi için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ikizleme oranına makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin etkisinin önemli olduğu görülürken hız x yükseklik interaksiyonunun etkisinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. Z₁ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen İkizleme Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
V(m/s)		V ₁	V ₂	V ₃	Yükseklik ortalamaları
H(cm)					
H ₁		6.0700	5.3633	3.5767	5.0033 ^a
H ₂		4.8800	4.3867	2.8233	4.0300 ^a
H ₃		2.4967	2.6767	1.9033	2.3589 ^b
		LSD=1.044			
Hız		4.4822 ^a	4.1422 ^a	2.7678 ^b	
Ortalamaları		LSD=1.044			

Z₁ anma ekim mesafesine göre ikizleme oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek ikizleme oranı değeri %6 ile H₁V₁ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H₁V₂ ve H₁V₃ kombinasyonları izlemiştir. En düşük ikizleme oranı değeri ise %2 ile H₃V₃ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırası ile H₃V₂ ve H₃V₁ kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 4.8).

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre ilerleme hızı dikkate alındığında en yüksek ikizleme oranlarının V₁ ilerleme hızında elde edildiği bunu ise V₂ ve V₃ ilerleme hızının takip ettiği görülmektedir. Tohum düşme yüksekliğine göre en yüksek ikizleme oranlarının H₁ tohum düşme yüksekliğinde elde edildiği tespit edilmiştir bu değeri H₂ ve H₃ tohum düşme yükseklikleri takip etmiştir. H₁ ve H₂ tohum düşme yüksekliği istatistiksel olarak benzerlik gösterirken aynı şekilde V₁ ve V₂ makine ilerleme hızı istatistiksel olarak benzerlik göstererek istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadırlar (Çizelge 4.8).

Z₁ anma ekim mesafesinde makine ilerleme hızının artırılması ile birlikte ikizleme oranında azalma olduğu görülmüştür. V₂ ilerleme hızında elde edilen ikizleme

oranı V_1 ilerleme hızına göre %8' lik bir azalma göstermiştir. Benzer şekilde V_3 ilerleme hızında elde edilen ikizleme oranı V_2 ilerleme hızına göre %50' lik bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. H_2 düşme yüksekliğinde elde edilen ikizleme oranı H_1 düşme yüksekliğine göre %24' lük bir azalma göstermiştir. Benzer şekilde H_3 düşme yüksekliğinde elde edilen ikizleme oranı H_2 düşme yüksekliğine göre %71' lik bir azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Z_2 anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen ikizleme oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9' da, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Z_2 Anma Ekim Mesafesi İçin İkizleme Oranı Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	10.848	5.424	3.23
Hız	2	225.052	112.526	67.11*
Yükseklik x hız	4	20.583	5.146	3.07*
Hata	18	30.180	1.677	---
Genel	26	286.662	---	---

*P<0.05

Z_2 anma ekim mesafesi yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ikizleme oranına makine ilerleme hızının ve hız x yükseklik interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu gözlemlenirken, tohum düşme yüksekliği etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. Z_2 Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen İkizleme Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
V(m/s)		V1	V2	V3	Yükseklik Ortalamaları
H(cm)					
H1		9.2767 ^a	6.9733 ^b	0.0000 ^d	5.4167
H2		7.6400 ^{ab}	4.4867 ^c	1.2800 ^d	4.4689
H3		6.7367 ^b	3.6167 ^c	1.2800 ^d	3.8778
LSD=2.221					
Hız		7.8844 ^a	5.0256 ^b	0.8533 ^c	
Ortalamaları		LSD=1.283			

Z_2 anma ekim mesafesine göre ikizleme oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek ikizleme oranı değeri %9 ile H_1V_1 kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H_2V_1 ve H_1V_2 kombinasyonları izlemiştir. En düşük ikizleme oranı H_1V_3 kombinasyonunda ikizlenme görülmez iken bu değeri eşit oranlar ile H_3V_3 ve H_2V_3 kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 4.10).

Makine ilerleme hızına göre en yüksek ikizleme oranının V_1 ilerleme hızında kaydedilirken bu değeri V_2 ve V_3 ilerleme hızları takip etmiştir. Tohum düşme yüksekliğinin etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10).

Z_2 anma ekim mesafesinde iken makine ilerleme hızının artırılması ile birlikte ikizleme oranında azalma olduğu görülmüştür. V_2 ilerleme hızında elde edilen ikizleme oranı V_1 ilerleme hızına göre %57' lik bir azalma göstermiştir (Çizelge 4.10).

Z_3 anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen ikizleme oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11' de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Z_3 Anma Ekim Mesafesi İçin İkizleme Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	16.278	8.139	2.31
Hız	2	206.644	103.322	29.33*
Yükseklik x hız	4	6.050	1.513	0.43
Hata	18	63.400	3.522	---
Genel	26	292.372	---	---

*P<0.05

Z_3 anma ekim mesafesi için yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde ikizleme oranına makine ilerleme hızının etkisinin önemli olduğu görülürken, tohum düşme yüksekliği ve hız x yükseklik interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12. Z_3 Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen İkizleme Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)				
H(cm)	V(m/s)	V1	V2	V3
				Yükseklik Ortalamaları
H1		11.653	10.983	4.227
H2		10.013	9.177	3.953
H3		9.287	8.023	3.947
Hız		10.318 ^a	9.394 ^a	4.042 ^b
Ortalamaları		LSD=1.859		

Z_2 anma ekim mesafesine göre ikizleme oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek ikizleme oranı değeri %11 ile H_1V_1 kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H_1V_2 ve H_2V_1 kombinasyonları izlemiştir. En düşük ikizleme oranı değeri ise %3 ile H_3V_3 kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırası ile H_2V_3 ve H_1V_3 kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 4.12).

Makine ilerleme hızına göre ikizleme oranı incelendiğinde en yüksek ikizleme oranı V_1 hızında tespit edilirken bu değeri V_2 ve V_3 değerleri takip etmektedir. V_1 ve V_2 değerleri istatistiksel olarak benzerlik gösterdiği için aynı grupta yer almaktadır. Tohum

düşme yüksekliğinin ikizleme oranına etkisinin ise önemsiz olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.12).

V_2 ilerleme hızında elde edilen ikizleme oranı V_1 ilerleme hızına göre %10' luk bir azalma göstermiştir (Çizelge 4.12).

İkizleme oranları sonuçlarını genel olarak incelediğimizde, ikizleme oranına etki eden faktörlerden makine ilerleme hızının tohum düşme yüksekliğine göre daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Tohum düşme yüksekliğinin ikizleme oranına etkisi sadece Z_1 anma ekim mesafesinde görülürken Z_2 ve Z_3 anma ekim mesafelerinde tohum düşme yüksekliğinin tek başına etkisi görülmemiştir. Z_1 ve Z_3 ekim mesafelerindeki denemelerde V_1 ve V_2 ilerleme hızları istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken Z_2 anma ekim mesafesinde denemelerde farklı gruplarda yer almaktadır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde en düşük ikizleme oranları; Z_1 için %2 ile H_3V_3 kombinasyonunda, Z_2 için ikizleme bulunmamıştır ve Z_3 için %3 ile H_3V_3 kombinasyonda belirlenmiştir. Genel olarak en düşük ikizleme orana V_3 ilerleme hızında ulaşılmıştır. Makine ilerleme hızının artmasından kaynaklanan plaka çevre hızının artmasıdır. Makine ilerleme hızının artmasına paralel olarak ikizleme oranı azalırken boşluk oranı artmaktadır, ilerleme hızındaki artış ekim hassasiyetinin bozulmasına sebep olmaktadır (Karayel ve A, 2000; Ivančan ve ark., 2004).

4.3. Kabul edilebilir tohum aralığı oranı değişimi

Z_1 anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13' de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Z_1 Anma Ekim Mesafesi İçin Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	0.665	0.333	0.11
Hız	2	258.094	129.047	42.46*
Yükseklik x hız	4	8.704	2.176	0.72
Hata	18	54.708	3.039	---
Genel	26	322.172	---	---

* $p < 0.05$

Z_1 anma ekim mesafesindeki denemelerde varyans analizi sonuçlarına bakıldığında kabul edilebilir tohum aralığı orana makine ilerleme hızının etkisinin önemli olduğu fakat tohum düşme yüksekliği ve hız x yükseklik interaksyonunun etkisinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14. Z₁ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
H(cm)	V(m/s)	V1	V2	V3	Yükseklik ortalamaları
H1		80.517	78.520	74.083	77.707
H2		81.317	79.060	73.593	77.990
H3		82.490	77.660	74.070	78.073
Hız Ortalamaları		81.44 ^a	78.413 ^b	73.916 ^c	
LSD=1.727					

Z₁ anma ekim mesafesine göre kabul edilebilir tohum aralığı oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek oran %82 ile H₃V₁ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H₂V₁ ve H₁V₁ kombinasyonları izlemiştir. En düşük oran ise %73 ile H₂V₃ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırası ile H₃V₃ ve H₁V₃ kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 4.14).

V₂ ilerleme hızında elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranı V₁ ilerleme hızına göre %4' lük bir azalma göstermiştir. Benzer şekilde V₃ ilerleme hızında elde edilen oran V₂ ilerleme hızına göre %6' lık bir azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Z₂ anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15' de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.16' da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Z₂ Anma Ekim Mesafesi İçin Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	30.332	15.166	4.36*
Hız	2	126.365	63.182	18.15*
Yükseklik x hız	4	16.929	4.232	1.22
Hata	18	62.650	3.481	---
Genel	26	236.276	---	---

*P<0.05

Z₂ anma ekim mesafesindeki denmelerde varyans analizi sonuçlarına bakıldığında kabul edilebilir tohum aralığı oranı makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin etkisinin önemli olduğu hız x yükseklik interaksiyonunun etkisinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16. Z₂ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
H(cm)	V(m/s)	V1	V2	V3	Yükseklik ortalamaları
H1		83.423	79.063	79.763	80.750 ^a
H2		82.443	79.577	75.920	79.313 ^{ab}
H3		80.880	78.267	75.330	78.159 ^b
		LSD=1.848			
Hız Ortalamaları		82.249 ^a	78.969 ^b	77.004 ^c	

Z₂ anma ekim mesafesine göre kabul edilebilir tohum aralığı oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek oran %83 ile H₁V₁ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H₂V₁ ve H₃V₁ kombinasyonları izlemiştir. En düşük oran ise %75 ile H₃V₃ kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırası ile H₂V₃ ve H₃V₂ kombinasyonları izlemiştir. Makine ilerleme hızına göre kabul edilebilir tohum aralığı oranını incelediğimizde en yüksek oranın V₁ ilerleme hızında olduğunu gözlemlerken bu oranı sırası ile V₂ ve V₃ ilerleme hızları takip etmiştir. Tohum düşme yüksekliğine bağlı kabul edilebilir tohum aralığı oranı incelendiğinde ise en yüksek oranın H₁ düşme yüksekliğinde olduğu görülmüştür. Bu oranı sırası ile H₂ ve H₃ yükseklikleri takip etmiştir. H₁ ile H₂ düşme yüksekliklerinin istatistiksel olarak aralarında benzerlik olması sebebiyle aynı grupta yer almakta iken bu durumun H₂ ve H₃ yüksekliklerinde de olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.16).

V₂ ilerleme hızında elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranı V₁ ilerleme hızına göre %4' lük bir azalma göstermiştir. Benzer şekilde V₃ ilerleme hızında elde edilen oran V₂ ilerleme hızına göre %3' lük bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. H₂ düşme yüksekliğinden elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranı H₁ düşme yüksekliğine göre %3' lük bir azalma göstermiştir. Benzer şekilde V₃ ilerleme hızında elde edilen oran V₂ ilerleme hızına göre %1' lik bir azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Z₃ anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17' de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.18' de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Z₃ Anma Ekim Mesafesi İçin Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	103.258	51.629	9.63*
Hız	2	250.166	125.083	23.34*
Yükseklik x hız	4	36.487	9.122	1.70
Hata	18	96.458	5.359	---
Genel	26	486.369	---	---

*P<0.05

Çizelge 4.17 incelendiğinde Z_3 anma ekim mesafesindeki denemelerde varyans analizi sonuçlarına bakıldığında kabul edilebilir tohum aralığı oranı makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin etkisinin önemli olduğu hız x yükseklik interaksiyonunun etkisinin önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.18. Z_3 Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik ,Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
H(cm)	V(m/s)	V1	V2	V3	Yükseklik ortalamaları
H1		85.997	81.680	76.057	81.244 ^a
H2		83.757	78.973	75.023	79.251 ^a
H3		78.693	75.710	75.023	76.476 ^b
					LSD=2.293
Hız		82.816 ^a	78.788 ^b	75.368 ^c	
Ortalamaları		LSD=2.293			

Z_3 anma ekim mesafesine göre kabul edilebilir tohum aralığı oranı sonuçları göz önüne alındığında, en yüksek oran %85 ile H_1V_1 kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H_2V_1 ve H_1V_2 kombinasyonları izlemiştir. En düşük oran ise %75 ile H_2V_3 ve H_3V_3 kombinasyonundan elde edilirken bu değeri H_3V_2 kombinasyonu izlemiştir. Makine ilerleme hızına bağlı en yüksek kabul edilebilir tohum aralığı oranı V_1 hızında tespit edilirken bu oranı sırası ile V_2 ve V_3 hızları takip etmiştir. Tohum düşme yüksekliğine bağlı en yüksek kabul edilebilir tohum aralığı oranı H_1 yüksekliğinde gözlemlenirken bu oranı sırası ile H_2 ve H_3 düşme yükseklikleri takip etmiştir. H_1 ile H_2 düşme yüksekliklerindeki kabul edilebilir tohum aralığı oranları istatistiksel olarak benzerlik göstermesinden dolayı aynı grupta yer almaktadırlar (Çizelge 4.18).

V_2 ilerleme hızında elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranı V_1 ilerleme hızına göre %1' lik bir azalma göstermiştir. Benzer şekilde V_3 ilerleme hızında elde edilen oran V_2 ilerleme hızına göre %5' lik bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. H_2 düşme yüksekliğinden elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranı H_1 ilerleme hızına göre %3' lük bir azalma göstermiştir. Benzer şekilde H_3 düşme yüksekliğinden elde edilen oranı H_2 düşme yüksekliğine göre %4' lük bir azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Kabul edilebilir tohum aralığı oranı sonuçlarını incelediğimizde anma ekim mesafesi Z_2 ve Z_3 olan denemelerde makine ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliğinin ayrı ayrı etkisi gözlemlenirken anma ekim mesafesi Z_1 olan denemede ise sadece ilerleme hızının etkisinin olduğu görülmüştür. Tüm anma ekim mesafelerinde hız x yükseklik interaksiyonunun kabul edilebilir tohum aralığı oranına etkisinin

önemsiz olduğu gözlemlenmiştir. Tüm denemelerde makine ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliği arttıkça kabul edilebilir tohum aralığı oranında azalma belirlenmiştir. Sonuçlar olarak genel değerlendirildiğinde en iyi kabul edilebilir tohum aralığı oranları; Z₁ için %82 ile H₃V₁ kombinasyonunda, Z₂ için %83 ile H₁V₁ kombinasyonunda ve Z₃ için %85 ile H₁V₁ kombinasyonda belirlenmiştir. Genel olarak en iyi orana V₁ ilerleme hızında ulaşılmıştır. Hassas ekim makinelerinde ekici düzenlerin boşluk ve ikizleme yapmasının belirli bir değere düşürülebilmesi için boşluk ve ikizleme oranları arasında bir uzlaşma noktasının belirlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Diskin çevre hızına bağlı olarak elde edilen boşluk ve ikizleme oranlarının kesim noktasını uzlaşma noktası olarak tanımlamıştır (Önal, 2011).

4.4. Hassasiyet oranı değişimi

Z₁ anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen hassasiyet oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Z₁ Anma Ekim Mesafesi İçin Hassasiyet Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	90.60	45.30	3.78*
Hız	2	100.81	50.40	4.20*
Yükseklik x hız	4	85.05	21.26	1.77
Hata	18	215.76	11.99	---
Genel	26	492.21	---	---

*P<0.05

Z₁ anma ekim mesafesi için yapılan denemelerde varyans analizi sonuçlarına bakıldığında istatistiksel olarak hassasiyet oranına makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin etkisinin önemli olduğu, hız x yükseklik interaksyonunun etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.20. Z₁ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Hassasiyet Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik , Hız ve Yükseklik x Hız interaksyonu ortalamaları(%)				
H(cm)	V(m/s)	V1	V2	V3
H1		24.043	16.130	22.153
H2		22.927	25.083	26.877
H3		23.597	17.840	22.977
				LSD=3.429
Hız		23.522^a	19.684^b	24.002^a
Ortalamaları			LSD=3.429	

Z_1 anma ekim mesafesine göre hassasiyet oranı sonuçları göz önüne alındığında, en iyi oran %16 ile H_1V_2 kombinasyonundan elde edilirken bu değeri sırasıyla H_3V_2 ve H_1V_3 kombinasyonları izlemiştir. En kötü oran ise %26 ile H_2V_3 kombinasyonunda elde edilirken bu değeri sırası ile H_2V_2 ve H_1V_1 kombinasyonu izlemiştir. Makine ilerleme hızına bağlı olarak hassasiyet oranını incelediğimizde en iyi hassasiyet oranına V_2 ilerleme hızında ulaşılırken bu oranı sırası ile V_1 ve V_3 hızları takip etmiştir. V_1 ve V_3 hızlarındaki hassasiyet oranı istatistiksel olarak benzer sonuçlar gösterdiği için aynı grupta yer almaktadırlar. Tohum düşme yüksekliğine bağlı hassasiyet oranlarına bakıldığında ise en uygun sonuçların H_1 düşme yüksekliğinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.20). Tohum düşme yüksekliğinin artması hassasiyet oranını olumsuz yönde etkilemiştir.

Z_2 anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen hassasiyet oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Z_2 Anma Ekim Mesafesi İçin Hassasiyet Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	96.32	48.16	3.07
Hız	2	70.16	35.08	2.24
Yükseklik x hız	4	145.92	36.48	2.32
Hata	18	282.48	15.69	---
Genel	26	594.89	---	---

*P<0.05

Çizelge 4.21’e bakıldığında anlaşılabacağı üzere Z_2 anma ekim mesafesinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara uygulana varyans analizine göre sonuçların istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.22. Z_2 Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Hassasiyet Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik , Hız ve Yükseklik x Hız interaksyonu ortalamaları(%)				
	V(m/s)	V1	V2	V3
H(cm)				
H1		15.667	14.490	23.183
H2		22.867	16.867	22.567
H3		21.450	24.100	21.450
Hız				
Ortalamaları		19.994	18.486	22.400

Z_3 anma ekim mesafesi uygulamasında elde edilen hassasiyet oranlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’de, LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Z₃ Anma Ekim Mesafesi İçin Hassasiyet Oranları Varyans Analizi

	SD	KT	KO	F
Yükseklik	2	59.380	29.690	3.58*
Hız	2	158.665	79.333	9.57*
Yükseklik x hız	4	278.030	69.508	8.38*
Hata	18	149.265	8.293	---
Genel	26	645.34	---	---

*P<0.05

Z₃ anma ekim mesafesinde yapılan denemelerde varyans analizi sonuçlarına bakıldığında istatistiksel olarak hassasiyet oranına makine ilerleme hızının, tohum düşme yüksekliği ve hız x yükseklik interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.24. Z₃ Anma Ekim Mesafesi İçin Farklı Çalışma Kombinasyonlarından Elde Edilen Hassasiyet Oranı Sonuçlarına Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Yükseklik , Hız ve Yükseklik x Hız interaksiyonu ortalamaları(%)					
H(cm)	V(m/s)	V1	V2	V3	Yükseklik ortalamaları
H1		10.040 ^d	17.613 ^{bc}	17.360 ^{bc}	15.004^b
H2		21.987 ^{ab}	12.040 ^d	19.480 ^{ab}	17.836^{ab}
H3		17.387 ^{bc}	13.720 ^{cd}	24.067 ^a	18.391^a
		LSD=4.940			LSD=2.852
Hız		16.471^b	14.458^b	20.302^a	
Ortalamaları		LSD=2.852			

Hassasiyet oranları bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde en iyi hassasiyet oranları; Z₃ için %10.04 H₁V₁ kombinasyonunda, Z₂ için %14.49 ile H₁V₂ kombinasyonunda ve Z₁ için %16.13 ile H₁V₂ kombinasyonunda belirlenmiştir. Çizelge 4.24 incelendiğinde, makine ilerleme hızına bağlı olarak en yüksek hassasiyet oranı V₂ ilerleme hızında ve H₁ düşme yüksekliğinde olduğu görülmektedir. V₁ ev V₂ ilerleme hızları istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken, H₁ ve H₂ düşme yüksekliğindeki hassasiyet oranları da kendi aralarında aynı grupta yer almaktadır. Z₁ anma ekim mesafesinde elde edilen sonuçlara benzer şekilde Z₃ anma ekim mesafesinde de ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin artması hassasiyet oranını olumsuz etkilemiştir.

Sıra üzeri tohum dağılımlarının düşük ilerleme hızlarında (V₁) ikizleme yönünde, yüksek ilerleme hızlarında (V₃) da boşluk yönünde dağılım göstermeleri hassasiyet oranını olumsuz yönde etkilemiştir.

Düşük ve yüksek ilerleme hızlarında ortaya çıkan ikizleme ve boşluk oranlarına paralel olarak hassasiyet değerlerinin olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Genel olarak en iyi hassasiyet oranlarına Z₃ anma ekim mesafesinde ulaşılmıştır. Anma ekim mesafesinin artması hassasiyet oranını olumlu yönde etkilemektedir. Karayel ve A (2000) yaptıkları benzer bir çalışmada sıra üzeri tohum aralıklarının artırılmasının gerek

kabul edilebilir tohum aralığı gerekse de hassasiyet bakımından ekim kalitesini olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak anma ekim mesafesinin (Z_3) artmasının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Benzer şekilde Karayel ve A (2000) anma ekim mesafesinin artmasıyla boşluk ve ikizleme oranının azaldığı, buna bağlı olarak K.T.O'nun arttığı ve HAS'ın olumlu yönde etkilendiğini ifade etmektedirler.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Ülkemizde hâlihazırda kullanılan tek dane ekim yöntemlerinin bir çeşidi olan yatay plakalı delikli mekanik tek dane ekici düzenin bazı çalışma parametrelerinin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkilerinin belirlenmesinin araştırıldığı bu çalışmada; makine ilerleme hızının ve tohum düşme yüksekliğinin boşluk oranı, ikizleme oranı, kabul edilebilir tohum aralığı oranı ve hassasiyet oranı gibi ekim kalitesine etkileri belirlenmiştir.

Yapılan denemelerin sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Bütün anma ekim mesafelerinde makine ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliği arttıkça boşluk oranının arttığı görülmektedir. Anma ekim mesafesinin artması boşluk oranını azaltmıştır.
- Makine ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliği arttıkça ikizleme oranının azaldığı görülmüştür. Bütün anma ekim mesafelerinde en düşük ikizleme oranı V_3 ilerleme hızında ve H_3 tohum düşme yüksekliğinde elde edilmiştir.
- Makine ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliği arttıkça kabul edilebilir tohum aralığı oranının azaldığı görülmüştür.
- En yüksek kabul edilebilir tohum aralığı oranı %86 ile Z_3 anma ekim mesafesinde H_1V_1 kombinasyonda elde edilirken, en düşük kabul edilebilir tohum aralığı oranı ise %74 ile Z_1 anma ekim mesafesinde H_3V_3 kombinasyonunda elde edilmiştir.
- Hassasiyet oranı değerleri incelendiğinde en iyi hassasiyet oranı %10 ile Z_3 anma ekim mesafesinde H_1V_1 kombinasyonunda elde edilmiştir.
- Tohum dağılım düzgünlüğü ve kabul edilebilir tohum aralığı oranları ele alındığında; V_1 makine ilerleme hızının en uygun çalışma kombinasyonlarını verdiği söylenebilir.
- V_1 hızında elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranının V_2 hızına göre % 4, V_3 hızına göre de % 8 arttığı tespit edilmiştir.
- H_1 tohum düşme yüksekliğinde elde edilen kabul edilebilir tohum aralığı oranının H_2 düşme yüksekliğine göre %1,9, H_3 tohum düşme yüksekliğinde de %5,6 arttığı belirlenmiştir.
- Sonuç olarak mısır ekiminde en uygun çalışma kombinasyonunun Z_3 anma ekim mesafesi için V_1H_1 olduğu sonucuna varılmıştır.

5.2. Öneriler

Yatay plakalı delikli mekanik hassas ekici düzende bazı çalışma parametrelerinin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi üzerine yapılan bu çalışmada yeni imal edilecek makinelerde tasarım açısından değişikliğe gidilmesinin ekim performansını önemli ölçüde etkileyeceğini öngörülmektedir. Bu sebeple makine üzerinde yapılacak değişiklikler aşağıdaki gibi söylenebilir;

- Ülkemizde tohum boyutları eşit olmadığından dolayı tanelerin plaka deliklerine çift dolma veya boş geçme yapmasından kaynaklı ekim düzgünlüğü bozulmaktadır. Bu nedenle plaka deliklerin tohumlara özel tasarlanması uygun olabilir.
- Makinenin tohum deposunun, tohum akış düzgünlüğünü sağlanması için depo tasarımında iyileştirmeye gidilebilir.
- Yatay delikli plakanın tasarımında delik içinde tohum sıkışması veya çift dolmadan kaynaklı makine performansı etkilenmekte olup sıyrıcı fırça ve yaylı itici makaranın tasarımı geliştirilebilir.
- Yatay plakalı delikli tek dane hassas ekim makinelerinde kullanılacak tohumun küresellik oranı mümkün olduğunca yüksek ve kalibre edilmiş mısır çeşidi tercih edilmelidir.
- Tohum borusundan serbest olarak düşen tohumların parabolik bir yörünge izlemesi sonucu ortaya çıkan tohum borusu iç çeperlerine çarpmadan dolayı çizi tabanına ulaşma süresinde gecikmeler olmaktadır. Bu olay ikizleme ve boşluk oranı değerlerini önemli derece etkilemektedir. Bu etkiler göz önünde bulundurulduğunda geleneksel tohum boruları yerine parabolik tohum boruları kullanımı önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Akyurt, M. ve Taub, A., 1966, Mechanical factors influencing precision planting of sugar beet seed, *Transactions of the ASAE*, 9 (6), 793-0796.
- Anonim, 1989, TS-6424 Hassas Ekim Makinaları Deney Metotları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 17.
- Anonim, 2011, 2011. Konya Şeker Fabrikası Bitkisel Üretim Çiftçi Rehberi, www.konyaseker.com.tr/Upload/pdf/misir.pdf.
- Anonim, 2017, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001.
- Barut, Z. ve Özmerzi, A., 1997, Hava akımlı hassas ekim makinalarında tohum plakası delik fleklinin ekim düzgünlüğüne etkisi, *Tarımsal Mekanizasyon*, 17, 17-19.
- Barut, Z. B. A., Davut, 2005, Tarla Koşullarında Tohum Plakası Delik Şekillerinin Bitki Dağılım Düzgünlüğü ve Verime Etkisi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 1 (2).
- Bayındır, E. Ş., ve Ark, 1994, Delinte (Havsız Pamuk Tohumu Kullanımında Ekim Makinalarının Başarısı ve Uygun Ekim Normunun Belirlenmesi, *TC Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın* (46).
- Çiftçi, Ö. D., B., 1989, Tarımsal Mekanizasyon Vasıtaları 2. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Ders Araç ve Gereçleri Makine Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Ankara, 354.
- Çolak, A., Acar, A., Öztürk, R. ve Çilingir, İ., 1995, Ultrasonik Tohum Sayıcının Ekim Makinası Deneylerinde Kullanılabilme Olanakları, *Tarımsal Mekanizasyon*, 16, 157-163.
- Deligönül, F., 1994, Tarım Makinaları 1-Ekim Dikim ve Gübreleme Mekanizasyonu Ders Notları Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları Adana.
- Dursun, E. Y., İsa Kaygısız, Ali Togay, Necat Engin, Müjgan Atay, Doğan Bekcan, Süleyman Ölmez, Murtaza Atar, Hasan H, 2000, Ekim makinası sıra üzeri tohum dağılımının görüntü işleme yöntemi ile belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 21-28.
- Düzgüneş, O. K., T; Kavuncu, O; Gürbüz, F, 1987, Araştırma Deneme Metotları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yatın no:1021, Ders Kitabı, 295, Ankara
- Erol, M. ve Dursun, İ. G., 1998, Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1499.
- Fouad, H. A. ve Brinkmann, W., 1956, Untersuchungen zur Einzelkornfassung des zentralen Zuteilorgans eines Druckluft-Einzelkornsägerätes, *Grundlagen der Landtechnik*, 29 (6).
- Gil, E., 1996, Working Quality of Spacing Drills, Effects of Sowing Speed and Type of Seed, *International Conference on Agricultural Engineering, Madrid*, 23-26 September, 57-58.
- Haciseferoğulları, H., Çalışır, S. ve Mengeş, H. O., 2007, Düşey Tohum Diskli Mekanik Hassas Ekim Makinesinin Şeker Pancarı Ekimine Ugunluğunun Belirlenmesi, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (42), 16-24.
- Harriot, B. L., 1974, Planting Mechanism for Seed Tablets *Trasn of the ASAE*, 447-451.
- Harrison, M. P., Buehring, N. W. ve Dobbs, R. R., 2008, Soybean Response to Selected Row Spacing and Seed Rates with Uniform and Non-Uniform Seed Spacing.
- İsmet, Ö., 2005, Normal sıraya ekimin matematik-istatistik esasları ve ekim makinalarının denemelerinde kullanılması, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 1 (2).

- Ivančan, S., Sito, S. ve Fabijanić, G., 2004, Effect of precision drill operating speed on the intra-row seed distribution for parsley, *Biosystems engineering*, 89 (3), 373-376.
- Kachman, S. ve Smith, J., 1995, Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering, *Transactions of the ASAE*, 38 (2), 379-387.
- Kara, O., 2002, II. Ürün Mısır Ekiminde Tohum Yatağına Uygulanan Farklı Sıkıştırma Basınçlarının Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine ve Tohumun Çimlenmesine Etkileri, *T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.
- Karayel, D. ve A. Ö., 2000, Düsey Plakalı Hava Emisli Bir Hassas Ekim Makinasının Bazı Sebze Tohumları İçin Laboratuvar ve Tarla Kosullarında Sıra Üzeri Tohum Dağılım Degerlerinin Karşılaştırılması, *Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi 1-2 Haziran 2000, Erzurum*, 153-158.
- Kırtok, Y., 1998, Mısır: Üretimi ve kullanımı, Kocaoluk Yayınevi, p.
- Konak, M., 1992, Bazı ekici organların fasulye ve nohut ekimine uygunluğunun belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Konak, M. ve Çarman, K., 1996, Bazı İri Daneli Ürünlerin TZDK Hassas Ekim Makinasıyla Ekimde İlerleme Hızının Sıra Üzeri Dağılıma Etkisi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (11), 38-45.
- Kün, E., 1985, Sıcak iklim tahılları, *Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay* (953).
- Lauer, J. G. ve Rankin, M., 2004, Corn response to within row plant spacing variation, *Agronomy Journal*, 96 (5), 1464-1468.
- Mutaf, E., 1984, Tarım Alet ve Makinaları, *Cilt. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* (218).
- Öğüt, H., 1991, Türk-koop pnömatik hassas ekim makinasında mısır için optimum ilerleme hızı ve sıra üzeri aralığın belirlenmesi, *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 15, 423-431.
- Önal, İ., 1987, Vakum prensibiyle çalışan bir pnömatik hassas ekici düzenin ayçiçeği, mısır ve pamuk tohumu ekim başarısı, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 105-125.
- Önal, İ., 1995, Ekim-Dikim-Gübreleme Makinaları, *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova, İzmir*.
- Önal, İ., 2011, Ekim, bakım, gübreleme makinaları:(ders kitabı), Ege Üniversitesi, p.
- Özemer, T., 1971, Tohum Ekme Makinaları *İTÜ Matbaası Gümüşsuyu-İstanbul*.
- Öztürk, A., Bulut, S. ve Boran, E., 2008, Bitki sıklığının silajlık mısırdaki verim ve bazı agronomik karakterlere etkisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39 (2), 217-224.
- Parish, R. L., Bergeron, P. ve Bracy, R., 1991, Comparison of vacuum and belt seeders for vegetable planting, *Applied Engineering in Agriculture*, 7 (5), 537-540.
- Taşer, Ö., 1997, Sıra Üzeri Tohum Dağılımının Fotosel Algılama Yöntemi İle ve Bilgisayar Desteği İle Saptanabilmesi, *Tarımsal Mekanizasyon*, 17, 444-456.
- Tozan, M., 1986, Sanayi Tipi Domatesin Makinalı Ekim Olanakları, *Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Bildiri Kitabı, Adana*, 205-215.
- Turgut, İ., 2000, Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkisi, *Turk. J. Agric. For*, 24, 341-347.
- Yazgı, A., 2013, Effect of the seed plate position on in-row seed distribution uniformity for pneumatic precision seeders, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (3), 251-260.

Yurdusever, E., 2006, Hassas Ekim Makinalarında İerleme Hızının Farklı Küresellik Katsayısındaki Tohumların Dağılımı Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Adana.



EKLER**EK-1** Denemelerde kullanılan mısır tohum boyutları

UZUNLUK (mm)	GENİŞLİK (mm)	KALINLIK (mm)
8,65	7,46	6,74
9,5	7,6	6,6
7,45	7,5	6,74
7,38	6,7	6,5
8,7	7,8	5,29
8,8	7,62	6,75
8,44	7,58	6,75
7,91	7,55	6,9
9,05	7,44	6,9
8,72	7,1	6,02
8,24	7,74	5,97
10,01	7,3	6,41
9,7	7,45	6,81
9,42	6,37	6,06
8,36	7,42	6,37
7,95	7,4	5,65
9,6	7,6	5,8
10,04	7,26	6,01
9,65	7,14	6,43
9,84	7,75	5,82
9,83	6,45	6,13
7,47	7,34	6,4
9,46	7,33	6,97
9	7,4	6,8
7,7	7,5	5,8
9,6	7,22	6,46
7,6	7,8	6,3
8,5	7,4	6,8
9,7	7,8	6,3
7,73	7,6	6,6
7,8	7,6	6,32
7,3	6,7	6,5
8,43	7,8	7,53
9,47	8,1	7,24
9,9	8,25	6,7
9,01	8,6	7,2
8,8	7,3	6,81
8,8	7,43	6,2
9,47	7,7	6,92
9,38	7,44	6,93
9,7	8,8	7,95
8,5	7,4	6,54
9,35	7,54	6,35
7,81	6,74	6,13
8,35	6,64	6,35
8,14	7,04	6,38
7,9	7,09	6,58
9,84	7,13	7,04
7,91	7,47	6,91
8,53	7,3	6,34

EK-2 Deneme deseni

Z	V	H	TEKERRÜR	BO (%)	İO (%)	KTO (%)	HAS (%)
Z ₁	V ₁	H ₁	1 2 3				
Z ₁	V ₁	H ₂	1 2 3				
Z ₁	V ₁	H ₃	1 2 3				
Z ₁	V ₂	H ₁	1 2 3				
Z ₁	V ₂	H ₂	1 2 3				
Z ₁	V ₂	H ₃	1 2 3				
Z ₁	V ₃	H ₁	1 2 3				
Z ₁	V ₃	H ₂	1 2 3				
Z ₁	V ₃	H ₃	1 2 3				
Z ₂	V ₁	H ₁	1 2 3				
Z ₂	V ₁	H ₂	1 2 3				
Z ₂	V ₁	H ₃	1 2 3				
Z ₂	V ₂	H ₁	1 2 3				
Z ₂	V ₂	H ₂	1 2 3				
Z ₂	V ₂	H ₃	1 2 3				
Z ₂	V ₃	H ₁	1 2 3				
Z ₂	V ₃	H ₂	1 2 3				
Z ₂	V ₃	H ₃	1 2 3				
Z ₃	V ₁	H ₁	1 2 3				
Z ₃	V ₁	H ₂	1 2 3				
Z ₃	V ₁	H ₃	1 2 3				
Z ₃	V ₂	H ₁	1 2 3				
Z ₃	V ₂	H ₂	1 2 3				
Z ₃	V ₂	H ₃	1 2 3				
Z ₃	V ₃	H ₁	1 2 3				
Z ₃	V ₃	H ₂	1 2 3				
Z ₃	V ₃	H ₃	1 2 3				

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

AdıSoyadı : Ali KARAGÜLMEZ
Uyruğu : T.C.
DoğumYeriveTarihi : Konya/1990
Telefon : 05073574128
Faks : -
e-mail : krglmzali@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	BitirmeYılı
Lise	: Mehmet AkifErsoyLisesi	2007
Üniversite	: SelçukÜniversitesiZiraatFakültesi TarımMakineleri Bölümü	2014
YüksekLisans	: TarımMakineleri veTeknolojileriMühendisliği ABD.	