



**PNÖMATİK TEK DANE EKİM MAKİNASIYLA NOHUT  
EKİMİNDE BAZI İŞLETME PARAMETRELERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**M. Emin GÜNAL**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Emrah KUŞ**

**2019**

**Her hakkı saklıdır**

**T.C.**  
**IĞDIR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PNÖMATİK TEK DANE EKİM MAKİNASIYLA NOHUT EKİMİNDE**  
**BAZI İŞLETME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

**Muhammed Emin GÜNAL**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**IĞDIR**  
**2019**

**Her hakkı saklıdır**

Dr. Öğr. Üyesi Emrah KUŞ danışmanlığında M. Emin GÜNAL tarafından hazırlanan bu çalışma ....../.../.... tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yıldırım YILDIRIM.....İmza:

Üye: Doç. Dr. Sefa ALTIKAT.....İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emrah KUŞ.....İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun ..... / ..... /2019 tarih ve 2019/ ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

M. Emin GÜNAL



Bu çalışma İğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Merkezi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2019-FBE-L01

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.

## ÖZET

### PNÖMATİK TEK DANE EKİM MAKİNASIYLA NOHUT EKİMİNDE BAZI İŞLETME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

GÜNAL, M. Emin

Yüksek Lisans Tezi, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Emrah KUŞ

Temmuz 2019, 63 sayfa

Bu çalışmada, tek dane ekim makinasıyla nohut ekiminde farklı tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızının, yatay tohum dağılım düzgünlüğü ve ekici ünite performansına olan etkisi laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Yatay tohum dağılımını belirlemek için yapışkan bant üzerinde ardışık tohumlar arası uzaklıklar ve tohumların sıradan sapma miktarları ölçülmüştür. Ekici ünite performansının belirlenmesinde ise boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir tohum aralığı oranı hesaplanmıştır. Denemeler, 100, 200 ve 300 mm tohum düşme yüksekliklerinde, 4, 6 ve 12 kg/da ekim normlarında ve 0,5, 1,0 ve 1,5 m/s ilerleme hızlarında, tam şansa bağlı planda faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Analiz sonuçlarına göre, tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızının artması ekim kalitesini ve ekici ünite performansını olumsuz etkilemiştir. Bütün ekim normlarında, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının artmasıyla sıra üzeri mesafe ve sıradan sapma artmıştır. Yatay tohum dağılım düzgünlüğü açısından en iyi tohum düşme yüksekliği 100 mm, ilerleme hızının ise 0,5 m/s olduğu saptanmıştır. Ekim normunun artması tohum dağılım düzgünlüğünü bozmuştur. Yatay tohum dağılımına bağlı olarak en iyi ekim normu değerleri 4 kg/da'da elde edilmiştir. Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının artması boşluk ve ikizlenme oranlarını artırırken, kabul edilebilir tohum aralığı oranını azaltmıştır. En yüksek kabul edilebilir tohum aralığı oranı 100 mm tohum düşme yüksekliğinde, 4 kg/da ekim normunda ve 0,5 m/s ilerleme hızında sırasıyla, % 90,46, % 92,49 ve % 92,86 olarak elde edilirken, en düşük değerler, 300 mm tohum düşme yüksekliği, 12 kg/da ekim normu ve 1,5 m/s ilerleme hızında sırasıyla, % 84,81, % 78,41 ve % 82,82 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak nohut tohumlarının tek dane ekiminde, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının düşük olması ve sıra üzeri mesafenin 50 mm'den büyük seçilmesi tohum dağılım düzgünlüğünü iyileştirdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tohum Düşme Yüksekliği, İlerleme Hızı, Ekim Normu, Yapışkan Bant, Nohut

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF SOME OPERATING PARAMETERS IN CHICKPEA SOWING WITH PNEUMATIC SINGLE SEED PLANTER.

GÜNAL, M. Emin

Master Thesis, Department of Biosystems Engineering

Thesis Advisor: Asst. Prof. Emrah KUŞ

July 2019, 63 pages

In this study, the effect of different seed drop heights, sowing rates and forward speeds on horizontal seed distribution uniformity and single seed metering unit performance in sowing of chickpea seeds with single seed planter was investigated in laboratory conditions. In order to determine the horizontal seed distribution, the distances between successive seeds and ordinary deviation amounts of the seeds were measured on the sticky band. Multiple index, miss index and feed index were calculated to determine the single seed unit performance. The experiments carried out in seed drop heights of 100, 200 and 300 mm, sowing rates of 4, 6 and 12 kg da<sup>-1</sup> and forward speed of 0.5, 1.0, 1.5 m s<sup>-1</sup>. The experimental set up was randomized factorial design in three repetitions. According to the results, the height of seed drop, sowing rate and the increase of the forward speed had a negative effect on sowing quality and single seed metering unit performance. In all sowing rates, the seed spacing and deviation from row increased as seed drop height and forward speed increased. In terms of horizontal seed distribution uniformity, the best seed drop height 100 mm and the forward speed were 0.5 m s<sup>-1</sup>. Increased sowing rate worsened seed distribution uniformity. The best sowing rate values were obtained in 4 kg da<sup>-1</sup> depending on horizontal seed distribution. Increased seed drop height and forward speed increased the miss and multiple indexes, while decreased the quality of feed index. The highest quality of feed index was obtained from 100 mm seed drop height, 4 kg da<sup>-1</sup> sowing rate and 0.5 m s<sup>-1</sup> forward speed as 90.46%, 92.49% and 92.86%, respectively. The lowest values obtained from 300 mm seed drop height, 12 kg da<sup>-1</sup> sowing rate and 1.5 m s<sup>-1</sup> forward speed as 84.81%, 78.41% and 82.82%, respectively. As a result, it was determined that low of seed drop height and forward speed and use of seed spacing greater than 50 mm improved seed distribution uniformity of the horizontal in single seed sowing of chickpea seeds.

**Keywords:** Seed Drop Height, Forward Speed, Sowing Rate, Sticky Band, Chickpea.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm, çalışmalarımın planlanması yürütülmesi ve tamamlanma süresince bilgi, görüş ve önerileri ile beni yönlendiren sabırla her zaman yanımda olan danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Emrah KUŞ'a, katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Yıldırım YILDIRIM'a ve Doç. Dr. Sefa ALTIKAT'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans imkânı sunan Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı başkanlığına, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına, ekim makinası için yedek parça sağlayan ve her türlü kolaylığı gösteren Tarım Makinaları Üreticisi MERT SAN. Firmasının sahibi Sayın Enver Cömert'e ve deney düzeneğinin kurulmasını gerçekleştiren Yaşar Elektrik ve ekibine de ayrıca teşekkür ederim.

Yardımlarından dolayı Sayın Araştırma Görevlisi Nilden ERGÜN'e ve çalışmam süresince benden desteğini esirgemeyen değerli kardeşim, Ahmet GÜNAL'a Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Laboratuvar çalışanlarına, bölüm akademik ve idari personeline içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamın yapılması süresince dualarından dolayı sevgili anneme, motivasyonumun artması ve mutlu olmama katkıda bulunan sevgili eşime ve maddi manevi desteğini sağlayan sevgili aileme saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

M. Emin GÜNAL

Temmuz, 2019

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>7</b>
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	<b>15</b>
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metot.....	17
3.2.1. Tek dane ekim ünitesi.....	17
3.2.2. Yapışkan bant test düzeneği.....	19
3.2.3. Denemelerin yürütülmesi.....	20
3.2.4. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi.....	22
3.2.5. Tohumların sıra ekseninden sapma miktarlarının belirlenmesi.....	22
3.2.6. Boşluk, ikizlenme ve kabul edilebilir tohum aralığı oranının belirlenmesi.....	23
3.2.7. Bulguların değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntem.....	24
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>25</b>
4.1. Ekim Kalitesine Ait Sonuçlar.....	25
4.1.1. Sıra üzeri mesafeye ait sonuçlar.....	25
4.1.2. Sıradan sapmaya ait sonuçlar.....	34
4.2. Ekici Ünitenin Performansına Ait Sonuçlar.....	37
4.2.1. Boşluk oranına ait sonuçlar (BO).....	37
4.2.2. İkizlenme oranına ait sonuçlar (İÖ).....	39
4.2.3. Kabul edilebilir tohum aralığına ait sonuçlar (KETA).....	41
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ</b> .....	<b>46</b>



KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	64



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

%.....	Yüzde
°.....	Derece
cm.....	Santimetre
da.....	Dekar
g.....	Gram
g/1000 dane.....	Bin dane ağırlığı
ha.....	Hektar
kg.....	Kilogram
kg/da.....	Dekara düşen kg
kg/m <sup>3</sup> .....	Metreküpe düşen kg
km.....	Kilometre
km/h.....	Saatte alınan mesafe
kPa.....	Kilo paskal
kW.....	Kilowatt
m.....	Metre
m/s.....	Saniyede alınan mesafe
mm.....	Milimetre
V.....	İlerleme hızı
Z.....	Teorik sıra üzeri mesafe

### Kısaltmalar

<i>ASAE</i> .....	American Society of Agricultural and Biological Engineers
<i>BO</i> .....	Boşluk Oranı
<i>DAF</i> .....	Dane Atım Frekansı
<i>FAO</i> .....	Food and Agriculture Organization
<i>GOÇ</i> .....	Geometrik Ortalama Çap
<i>ISO</i> .....	International Organization for Standardization

<b><i>İO</i></b> .....	İkizlenme Oranı
<b><i>KETA</i></b> .....	Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranı
<b><i>TÜİK</i></b> .....	Türkiye İstatistik Kurumu
<b><i>VK</i></b> .....	Varyasyon Katsayısı



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Ekim ünitesi ve önemli parçaları.....	17
Şekil 3.2. Tohum plakası (a), vakum ölçer ve tohum düşme noktası (c).....	18
Şekil 3.3. Tohum tekleme ayarı ve fan ünitesi.....	19
Şekil 3.4. Yapışkan bant deney düzeneği.....	20
Şekil 4.1. 12 kg/da ekim normuna bağlı olarak sıra üzeri mesafenin değişimi.....	26
Şekil 4.2. 6 kg/da ekim normuna bağlı olarak sıra üzeri mesafenin değişimi.....	28
Şekil 4.3. 4 kg/da ekim normuna bağlı olarak sıra üzeri mesafenin değişimi.....	30
Şekil 4.4. 12 kg/da ekim normuna bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi....	32
Şekil 4.5. 6 kg/da ekim normuna bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi.....	32
Şekil 4.6. 4 kg/da ekim normuna bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi.....	33
Şekil 4.7. Sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısının değişimi.....	33
Şekil 4.8. Tohum düşme yüksekliği ve ekim normuna göre sıradan sapmanın değişimi.....	36
Şekil 4.9. Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızına göre sıradan sapmanın değişimi.....	36
Şekil 4.10. Ekim normu ve ilerleme hızına göre sıradan sapmanın değişimi.....	37
Şekil 4.11. Tohum düşme yüksekliği – sıra üzeri mesafe interaksiyonuna bağlı olarak BO, İO ve KETA'nın değişimi.....	43
Şekil 4.12. Tohum düşme yüksekliği – bant ilerleme hızı interaksiyonuna bağlı olarak BO, İO ve KETA'nın değişimi.....	44
Şekil 4.13. Sıra üzeri mesafe – bant ilerleme hızı interaksiyonuna bağlı olarak BO, İO ve KETA'nın değişimi.....	45

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Nohut tohumunun bazı fiziksel özellikleri.....	15
Çizelge 3.2. İlerleme hızına bağlı olarak bant ve ekim ünitesi ayarları.....	21
Çizelge 4.1. 12 kg/da ekim normunda sıra üzeri mesafeye ait varyans analizi sonuçları.....	25
Çizelge 4.2. 12 kg/da ekim normuna ait Duncan testi sonuçları.....	26
Çizelge 4.3. 6 kg/da ekim normunda sıra üzeri mesafeye ait varyans analizi sonuçları.....	27
Çizelge 4.4. 6 kg/da ekim normuna ait Duncan testi sonuçları.....	28
Çizelge 4.5. 4 kg/da ekim normunda sıra üzeri mesafeye ait varyans analizi sonuçları.....	29
Çizelge 4.6. 4 kg/da ekim normuna ait Duncan testi sonuçları.....	29
Çizelge 4.7. Sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısı değerleri (%).....	31
Çizelge 4.8. Sıradan sapmaya ait varyans analizi sonuçları.....	34
Çizelge 4.9. Sıradan sapmaya ait Duncan testi sonuçları.....	35
Çizelge 4.10. Boşluk oranına ait varyans analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.11. Boşluk oranına ait Duncan testi sonuçları.....	38
Çizelge 4.12. İkizlenme oranına ait varyans analizi sonuçları.....	39
Çizelge 4.13. İkizlenme oranına ait Duncan testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.14. Kabul edilebilir tohum aralığı oranına ait varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.15. Kabul edilebilir tohum aralığı oranına (KETA) ait Duncan testi sonuçları.....	42
Çizelge 5.1. Araştırmada sonuçlarına bağlı olarak elde edilen uygunluk tablosu.	55

## 1. GİRİŞ

Bitkisel üretim yapmak amacıyla kültür bitkisini oluşturacak tohumların, hazırlanmış tohum yatağına; su, ışık, sıcaklık, hava ve besin maddeleri gibi bitki istekleri gözetilerek yatay (sıra üzeri, sıra arası) ve dikey (ekim derinliği) düzlemde yerleştirilmesi ve üzerinin kapatılması işlemine ekim denir. Diğer bir deyişle, ekim, tohumun toprak ile buluşmasıdır. Tohumların çimlenme ve çıkış özelliklerine uygun olacak şekilde toprağa yerleştirip üzerini kapatan makinalara ise ekim makinaları denir.

Yapılan çalışmalar, tohumların basit aletlerle ekilmesinin günümüzden 500 yıl öncesini göstermektedir. Bununla birlikte, ilk basit ekim aletleri M.Ö. 2800 yıllarında Çin, İran, Hindistan ve Arabistan gibi ülkelerde görülmüştür. Ancak bu aletlerin yapısal özelliklerine dair ilgili herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır. Ekim işlemi, 17. yüzyılın başlarına kadar el ile rasgele yapılmaktaydı. Sürekli yenilik arayışı içerisinde olan insanoğlu, hızla gelişen teknolojiye her alanda olduğu gibi tarım sektöründe de faydalanmıştır. Yapısı hakkında bilgi sahibi olunan ilk ekim makinası Avrupa’da, 1636 yılında Joseph Locatelli tarafından geliştirilmiştir (Kepner *et al.* 1980; Ülger ve ark. 2002). Ancak günümüzde kullanılan ekim makinalarının ilk modelleri bin yedi yüzü yıllara dayanmaktadır (Önal, 2011).

Tek dane ekim makinalarıyla ilgili çalışmalar, 1920’lerde Avrupa ve ABD’de başlamış olup, bu makinalar ile ilgili, 20. yüzyılın başlarında yüze yakın patent alınmıştır. Günümüzde Dünya’da ve ülkemizde farklı çalışma prensiplerine sahip çok sayıda tek dane ekim makinası görmek mümkündür.

Ülkemizde, mekanizasyon sürecinin ikinci Dünya savaşıyla başladığı, ancak ilk ekim makinası kullanımının 1911’de gerçekleştirildiği söylenmektedir. İlk yerli ekim makinasının imalatına özel atölyelerde başlanmış olup, bu süreç Makine Kimya Endüstrisinin seri üretime başlamasıyla hız kazanmıştır (Ülger ve ark. 2002). Çoğunlukla dış alımla sağlanan ekim makinaları, 1960’tan sonra yerli kaynaklar ile yapılmaya başlanmıştır (Gökçebay, 1986).

Ülkemizde ekim makinalarının kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) verilerine göre, ülkemizin 2004 yılında 344.464 adet olan ekim makinası sayısı, 2018 yılında % 36 artarak 470.085 adete ulaşmıştır. Bu

makinaların, 2004 yılında % 6,0'sı ve 2018 yılında ise %8,6'sı pnömatik ekim makinaları oluşturmaktadır (TÜİK, 2019). Buna ilaveten; 2004 yılında toplam 20.668 adet olan pnömatik ekim makinası sayısı 2018 yılında 40.376 adete ulaşmıştır.

Ekim işlemi, bitki isteklerine uygun olarak farklı şekillerde gerçekleştirilebilir. Örneğin, buğday, arpa vb. tohumlar serpme veya sıravari olarak ekilebilirken, ara çapa ve bakım isteyen mısır, ayçiçeği, şekerpancarı gibi tohumlar tek tek olarak ekilmektedir. Ancak ekim işleminde verimi etkileyen önemli bir faktör bitki yaşam alanıdır. Yaşam alanı, en yakın komşu bitki uzaklığı olarak tanımlanabilmektedir. Bu uzaklık, kültür bitkisi türüne göre değişmektedir. Serpme ekimde belirli bir yaşam alanı yoktur. Sıraya ekimde ise sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğüne bağlıdır. Diğer bir deyişle, sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımı ne kadar iyi ise yaşam alanı da o kadar eşit ve düzgündür. Ahmadi *et al.* (2008) yaptıkları bir çalışmada hasat edilen ürün kalitesinin, tohum dağılım düzgünlüğünün hassasiyetine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca; Heege (1993) tek dane ekimdeki tohum dağılım düzgünlüğünün, normal sıraya ekime göre daha iyi olduğunu bildirmiştir.

Bitkisel üretimin en önemli girdilerinden biri tohumluktur. Tohumluk, üretimi büyük oranda etkilediği gibi maliyet açısından da çok önemli bir faktördür. Bu nedenle üretim maliyetinin minimum miktarda tohum kullanımıyla azaltılabileceği açıktır. Tohumun agroteknik isteklerine uygun olarak toprağa verilmesi tek dane ekim makinalarıyla sağlanabilir. Tek dane ekimde, tohumların belirli bir sıra üzeri ve sıra aralığına bırakılması hem tohum sarfiyatını hem de seyreltme için gerekli işçilik ücretlerini azaltmaktadır. Zaidi *et al.* (1998) ayçiçeği tohumlarının tek dane ekiminin, geleneksel ekim yöntemleriyle karşılaştırıldığında, ekim maliyetinde %70 tasarruf sağlandığını bildirmişlerdir. Yıldız ve ark. (1994) ise pamuğun tek dane ekiminin, normal sıraya ekime göre seyreltme işgücünden 4,16 h/da tasarruf sağlandığını bildirmişlerdir.

Tek dane ekim makinalarında, tohumların sıra üzeri ve sıralar arası mesafeye istenilen hassasiyette ekilmesi ekici düzenlerin performansına bağlıdır. Tek dane ekim makinasının performansını belirleyen parametrelerin; Parish *et al.* (1991) ve Hollowell (1992) tarafından tohum veya bitki sıra aralıklarının ortalama ve standart sapması olduğunu, Brooks and Church (1987) tarafından boşluk ve ikizlenme oranı olduğunu,

Jasa and Dickey (1982) ve Hofman (1988) tarafından ise varyasyon katsayısı olduğu bildirilmiştir.

Searle *et al.* (2008) tek dane ekim makinalarıyla mısır ekiminde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bozulmasının verimde %5-%10 arasında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Nafziger (1996) mısır tohumlarının sıra üzeri mesafesinde %10 civarında meydana gelen boşluk oranının dekarda 18 kg verim azalmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Bu araştırma kapsamında tohumluk olarak nohut (*Cicer arietinum L.*) kullanılmıştır. Nohut (*Cicer arietinum L.*) binlerce yıldan bu yana tarımı yapılan ender bitkilerden biridir. Baklagiller arasında önemli bir yere sahip olan nohut, eski çağlardan beri yetiştirilen ve insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan besin kaynaklarından (Kılıç, 1997). Nohut tarımının 7.000-7.500 yıl önce Ortadoğu'da yapıldığı belirtilmektedir (Anonymous, 1999). Bununla birlikte, Anadolu'da besin kaynağı olarak nohut yetiştiriciliğinin M.Ö. beş binli yıllara dayandığı bildirilmektedir (Pellet, 1988).

Dünyadaki nohut üretimine bakıldığında, Ortadoğu bölgesi ile Asya kıtasının güney batı bölgelerinde daha fazla yoğunlaştığı söylenebilir. Nohut, tanelerinde bulunan %20-25 protein,%40-60 karbonhidrat, %4,5-5,5 yağ, fosfor ve kalsiyum sayesinde insanlar beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. FAO'nun verilerine göre, 2000 yılında 10,2 milyon hektarlık alanda yaklaşık olarak 8 milyon ton olan Dünya nohut üretimi, 2017 yılında, üretim alanı 14,5 milyon hektara, üretim ise yaklaşık 14,8 milyon tona yükselmiştir. Geçen 17 yılda birim alandan üretilen nohut miktarının arttığı görülmektedir.

Nohut, ülkemizde tarımı yapılan yemeklik dane baklagiller içerisinde kuru fasulye ve mercimekten sonra en fazla yetiştirilen bitkidir. Mercimekten sonra kuraklığa ve sıcaklığa en çok dayanan bitki olması, nohudu yarı-kurak ve kurak alanların en önemli bitkilerden birisi yapmıştır. Ülkemizde nohut üretimi yaygın olarak Güneydoğu Anadolu, Orta Anadolu, Doğu Anadolu ve Akdeniz bölgesinde, az da olsa Ege kıyılarında yetiştirilmektedir (Küsmenoğlu ve Meyveci, 1996). Ülkemizde 2000 yılında 622 bin hektarlık alanda 548 bin ton üretimi gerçekleştirilen nohudun, 2017 yılında 392



bin hektarlık alanda 470 bin ton üretimi gerçekleştirdiği belirlenmiştir (FAO, 2019). Bu verilere göre, ülkemizdeki nohut üretim alanı on yedi yılda 230 bin hektar azalırken, üretim miktarı 78 bin ton azalmıştır. Bu da göstermektedir ki üretim alanı azalmasına rağmen, birim alan başına verim artmıştır.

Nohut üretimi, serpme ekim yöntemiyle gerçekleştirilebildiği gibi makine ile sıraya da ekmek mümkündür. Nohut yetiştiriciliği, ülkemizde genelde küçük aile işletmelerinde ve küçük alanlarda yapıldığı için genellikle serpme ekim yöntemi kullanılmaktadır. Bununla birlikte, tarım işletmelerinde mevcut olan mekanik tahıl ekim makinalarıyla ekilebilmektedir. Ancak, sadece nohut ekiminde kullanılması için ekim makinası satın alınması küçük alanlar için ekonomik değildir.

Nohut yetiştiriciliğinde serpme ekim uygulanması durumunda dekara 15 – 25 kg tohumluk kullanılmaktadır. Ekim işleminin makine ile yapılması durumunda, sıra üzeri ve sıra arası mesafenin artmasına bağlı olarak ekim normu da azalmaktadır. Makinalı ekimde sıra aralığı 20 – 70 cm arasında değişirken, sıra üzeri mesafe ise atılacak tohum miktarına bağlı olarak 5 – 12 cm arasında olabilmektedir. Ekim normu tohumların fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Nohut yetiştiriciliğinde ekim derinliği, hafif bünyeli topraklarda 8-15 cm arasında iken, ağır bünyeli topraklarda 5-8 arasındadır (Güler, 2011).

Tek dane ekim makinaları ile gerçekleştirilen ekim işleminde, tohumların sıra arası mesafelerinin yanı sıra üzeri mesafelerinin de hassas bir biçimde ayarlanabildiğinden bitkiler için ideal bir yetiştirme ortamı sağlamaktadırlar. Ayrıca tek dane ekim makinalarının yaygın olarak kullanılışı farklı tohumlar için tohum ekici plakalarının modifiye edilebilme özelliği ve ekim işleminden sonra seyreltmeye ihtiyaç duyulmaması gibi önemli avantajlara sahiptir.

Tohumları sıra üzeri belirli mesafelere ekebilen pnömatik tek dane ekim makinaları, ekim işlemi sırasında birçok faktörün etkisi altında olabilmektedir. Bugüne kadar yapılan farklı birçok çalışmanın yanı sıra tek dane ekim makinaları üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Pnömatik tek dane ekim makinalarıyla tarla ve laboratuvar şartlarında yapılan ekim işleminde, ekim kalitesi ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkileyen bazı faktörler; ilerleme hızı, tohum plakası çevre hızı,

vakum etkisi, tohum plakası delik şekli, tohum plakası delik alanı, tohum düşme yüksekliği, tohum çeşidi, ekici ayak tipi, kapaticılar, toprak işleme yöntemi, tarla pürüzlülük oranı ve tohumluğun bin dane ağırlığı olarak sıralanabilir (Barut, 1996; Kuş, 2014). Bu parametreler farklı tohum çeşitlerinde değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle her tohum çeşidi için belirlenmesi ekim işleminde başarıyı artıracaktır.

Daha önce yapılan çalışmalarda, tohum düşme yüksekliği ve ekim makinası ilerleme hızının tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi bazı kültür bitkisi tohumları için araştırılmıştır. Bu çalışmada ise ülkemizde genellikle hububat mibzeri veya serpme ekim yöntemiyle ile ekimi yapılan nohut tohumlarının tek dane ekimi gerçekleştirilmiştir. Bu tohumların tek dane ekim makinalarıyla ekiminin nedenleri, avantajları ve kısıtlayıcılar aşağıda özetlenmiştir.

- Nohut ekiminin hububat mibzeri veya serpeme ekim yöntemiyle yapılması durumunda, bitkiye uygun yaşam alanının sağlanabilmesi için çimlenmeden sonra seyreltmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da maliyet artışına neden olmaktadır.

- Belirli bir sıra üzeri ve sıra arası mesafeye ekilmesi gereken tohumların, hububat mibzeri gibi sıra üzeri mesafesi belli olmayan ekim makinalarıyla ekilmesi, hem bitki için istenilen “bitki yaşam alanı” sağlanamamakta hem de tohum sarfiyatının artmasına neden olmaktadır. Tohum girdisinin artması maliyetin artması anlamına gelmektedir.

- Tek dane ekim makinalarıyla yapılan ekim işleminde tohum uygun sıra üzeri ve sıra arası mesafeye bırakıldığı için çimlenmeden sonra bakım işleri kolaylaşmaktadır.

- Ülkemizdeki tarımsal işletmelerin büyük çoğunluğunun küçük aile işletmeleri olması, makinalı ekimi kısıtlamaktadır. Örneğin işletmesinde hububat ve baklagil yetiştiriciliği yapan bir üreticinin hem hububat mibzeri hem de tek dane ekim makinasını alabilmesi pek mümkün olamamaktadır. Üretici ya hiç ekim makinası alamamakta ya da bu ekim makinalarından bir tanesini tercih etmek zorundadır. Hububat, tek dane ekim makinasıyla ekilemediği için bu tercih genellikle hububat mibzeri yönünde olmaktadır. Çünkü, fasulye, nohut, mısır, ayçiçeği vb. sıra arası ve sıra üzeri belirli mesafelere ekilen bitkiler hububat mibzeriyle ekilebilmektedir. Ancak, bu durumda yukarıda belirtildiği gibi seyreltme için iş gücü gereksinimi ortaya

çıkılmaktadır. Bu nedenle işletmeye uygun bitki deseninin iyi belirlenmesi ve bu desene uygun ekim makinasının alınması bu olumsuzluğu ortadan kaldıracaktır.

- Ekim makinaları fiyatlarının yüksek olması tam bir mekanizasyonun gerçekleşmesini engellemektedir. Diğer bir husus üreticilerin, tek dane ekim makinaları ile ilgili yetersiz teknik bilgiye sahip olması, ekim işleminden önce ayarların istenildiği ölçüde yapılamamasına veya eksik yapılmasına neden olmaktadır.

Yukarıda sıralanan maddeler dikkate alındığında, tek dane ekim makinalarının seyreltme ihtiyacını ortadan kaldırması, bitki için hayati öneme sahip olan yaşam alanının ayarlanması, tohum sarfiyatını azaltarak girdi masraflarını azaltması önemli avantajlardır. Ancak bir ekim makinasıyla çalışmada, ekilecek tohumluk özellikleri dikkate alınarak uygun işletme parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. İşletme parametreleri farklı tohumlar için farklı olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde önemli bir üretim ve tüketim potansiyeli olan nohut tohumlarının ekiminde uygun bir yaşam alanı sağlanabilmesi için, ekim kalitesinin bir göstergesi olan sıra üzeri ve sıralar arası mesafelerin ayarlanmasında önemli parametreler olan makine ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliğinin farklı ekim normlarında etkisini belirlemektir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tek dane ekim yönteminde iyi bir ekim işleminin gerçekleştirilebilmesi için yapısal ve işletme parametrelerinin ekimi yapılacak tohumların fiziksel özelliklerine göre belirlenmesi gerekmektedir. Bununla ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Önal (1975) yaptığı bir çalışmada hassas ekim makinası ile mısır tohumlarının ekimini farklı çalışma hızları ve ekim aralıklarında hem laboratuvar hem de tarla şartlarında gerçekleştirilmiştir. Aynı çalışma hızında anma ekim aralığı arttığında, bitki dağılım düzgünlüğünün arttığını, aynı ekim aralığıyla çalışmada ise çalışma hızı arttığında bitki dağılımındaki düzgünlüğün azaldığını bildirmiştir. Önal (1987) diğer bir çalışmasında ise mısır, ayçiçeği ve havsız pamuk tohumlarını kullanarak dane ekim frekansı, tohum plakası delik sayısı, plaka çevre hızı, ekim aralığı ve makine ilerleme hızının ekim kalitesine etkisini araştırmıştır. Çalışmada 20,58 cm ekim aralığında 12,3 km/h; 73 cm ekim aralığında ise 5,4 km/h hızda ekimin uygun bir şekilde yapılacağı saptanmıştır. Bununla birlikte, 8,73 cm ekim aralığında, ilerleme hızı arttıkça varyasyon katsayısının yükselme eğiliminde olmasına karşın 11,24 ve 14,93 cm ekim aralığında ise ilerleme hızı dağılımının varyasyon katsayısında farklılık oluşturmadığını belirlenmiştir.

Barut ve Özmerzi (1997) pnömatik hassas ekim makinasındaki tohum plakası delik şeklinin ekim düzgünlüğü üzerindeki etkisini incelemek için bir çalışma yapmışlardır. Yapısal parametrelerinin yanında işletme parametrelerinin de incelendiği çalışmada; tohum plakası delik şekli, plaka çevre hızı, negatif çalışma basıncı, tohum plakası delik büyüklüğü ve bin dane ağırlığının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü etkilediği saptanmıştır. Çalışmada, tohum plakası delik şeklinin tohumun yapısına bağlı olarak değiştiği, yuvarlak delikler için yuvarlak tohumlar ve yassı delikler için oblong delikli tohum plakalarının uygun olduğu belirlenmiştir.

Barut ve Özmerzi (1994a) yaptıkları çalışmada, domates tohumlarının hava akımlı hassas ekim makinalarıyla doğrudan ekim olanaklarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, çalışmalarını laboratuvar ve tarla şartlarında yürütmüşlerdir. Laboratuvar şartlarında ele aldıkları 4 farklı ilerleme hızının en uygun olanını tarla

denemelerinde uygulamışlardır. Çalışma sonucunda her iki ortamda da filiz çıkış oranları saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, laboratuvar koşullarında %85 olan filiz çıkış oranının tarla koşullarında %55'e düştüğünü saptamışlardır. Bu nedenle istenen bitki sıklığına ulaşabilmek için sıra üzeri tohum aralığının azaltılması gerektiğini bildirmişlerdir. Barut ve Özmerzi (1994b) yaptıkları bir diğer çalışmada; mısır, susam ve pamuk tohumlarının ekim başarısını incelemişlerdir. Çalışma, üç ilerleme hızı dikkate alınarak laboratuvar şartlarında yapışkan bant yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Bant üzerine bırakılan tohumlar sınıflandırılarak tohum aralıklarının nispi oranları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, ilerleme hızının artmasıyla, mısır, pamuk ve susam tohumlarında sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün bozulduğu, sıra üzeri tohum aralığının artması ise dağılımı düzgünlüğünü iyileştirdiğini saptamışlardır.

Kuş (2014) geleneksel ve azaltılmış toprak işleme şartlarında mısır ve ayçiçeği tohumlarının tek dane ekiminde farklı tohum düşme yükseklikleri ve ilerleme hızlarının ekim kalitesine olan etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızlarının artışına bağlı olarak yatay (sıra üzeri ve sıra arası) ve dikey tohum dağılım düzgünlüğünün bozulduğunu, 1,1, 1,5 ve 2,2 m/s ilerleme hızları ve 120, 180 ve 240 mm tohum düşme yüksekliklerinde en iyi değerlerin 1,1 ilerleme hızında ve 180 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edildiğini bildirmiştir.

Parish *et al.* (1991) bantlı ve hava emişli olmak üzere 2 farklı hassas ekim makinası kullanarak farklı tohumların hassas ekilebilirliği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada; düzensiz şekilli, uzun ve düz tohumların ekiminde laboratuvar şartlarında hava emişli makinaların bantlılara göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak tarla denemelerinde, makinalar arasında istatistiksel bir fark olmadığını saptamışlardır.

Konak ve ark. (1992) yaptıkları çalışmada yapısal değişikliğe uğratılmış oluklu makaralı, dişli makaralı ve iri tohum makaralı olmak üzere 3 farklı ekici düzenle nohut ve fasulye ekiminde ilerleme hızının sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne etkisini araştırmışlardır. Denemeler 0,5, 1,0 ve 1,5 m/s ilerleme hızları ve uygulamada kullanılan ekim normlarında yürütülmüştür. Yapılan 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.

Yıldırım ve Kuş (2016) oluklu makaralı ekici düzenlerle laboratuvar şartlarında soya tohumlarının akışına, ilerleme hızı, oluk çapı ve oluk derinliğinin etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, makine ilerleme hızının azalışına bağlı olarak, soya tohumlarının akış düzgünlüğünün bozulduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, oluk derinliğindeki azalmanın akış düzgünlüğünü bozmasının yanı sıra tohumların zedelenmesine neden olduğunu bildirmişlerdir. En iyi akış düzgünlüğü değerlerini; 18 mm oluk çapında, 8 mm oluk derinliğinde ve 2 m/s ilerleme hızında elde etmişlerdir.

Karayel ve Özmerzi (2000) pnömatik tek dane ekim makinasıyla bazı sebze tohumlarının sıra üzeri dağılım desenlerini laboratuvar ve tarla koşullarında karşılaştırmışlardır. Çalışmada karpuz ve soğan tohumları kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, karpuz ve soğan tohumları için hem laboratuvar hem de tarla şartlarında sıra üzeri tohum dağılımları arasında %5 düzeyinde önemli bir farkın olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan ekim makinasının soğan tohumlarının ekimi için uygun olmadığı bildirilmiştir. Buna sebep olarak ise soğan tohumları için ölçülen kabul edilebilir tohum aralığının (%79,6 – %82,9) hassas ekim için öngörülen %85 değerinin altında olmasını göstermişlerdir.

Karayel ve ark. (2004) farklı ürün tohumları kullanarak yürüttükleri çalışmalarında vakum prensibine göre çalışan bir pnömatik hassas ekim makinası ekici düzeninin ekime ilişkin performansını incelemişlerdir. Farklı ürünlerin ekiminde uygun vakum gereksinimini matematiksel modelini elde etmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında farklı tohumlarla yaptıkları denemelerde; uygun plaka delik çaplarını bazı kabullenmeler üzerine tespit etmişlerdir. Örneğin, pamuk tohumları ile çalışmada delik çapı 3,5 mm olarak seçilmiş ve en uygun vakum değeri ise 3 kPa olarak elde edilmiştir.

Pnömatik hassas ekim makinalarıyla yapılan bir çalışmada titreşimin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne olan etkisi laboratuvar şartlarında belirlenmiştir (Taşer ve ark. 1997). Mısır tohumlarının kullanıldığı çalışmada sıra üzeri dağılım düzgünlüğü bilgisayar destekli fotocell tohum algılayıcı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, titreşimin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü bozduğu ve boşluk oranını artırdığı belirlenmiştir.

Panning *et al.* (2000) tarla ve laboratuvar ortamında şeker pancarı ekim makinalarında tohum aralığının düzgünlüğü üzerinde deneme çalışması yapmışlardır. Laboratuvarda yapılan denemelerin, ekim makinasının tarladaki tohum aralığı düzgünlüğünü tahmin etmek için kullanılmaya uygun olmadığı sonucuna varmışlardır. Laboratuvar denemelerinde belirlenen tohum aralığı düzgünlüğü, tarla denemelerinde belirlenen tohum aralığı düzgünlüğünden daha yüksek ya da eşit olduğunu tespit etmişlerdir. Laboratuvar ve tarla denemelerinin sonuçları ekim makinalarının ya da ekici ünitelerinin geliştirilmesi gereken yerlerini belirlemek için yararlı olabileceğini vurgulamışlardır.

Acar (2001) pnömatik hassas ekim makinalarında tohumların tutulmasına etkili bazı parametrelerin etki derecelerinin belirlenmesi için laboratuvarda yapmış olduğu çalışmada, mısır, ayçiçeği, soya, kaplanmış ve kaplanmamış şeker pancarı tohumlarının hangi vakum değerinde, ekici delikli plakanın hangi delik çaplarında ve çevre hızı değerinde deliklerde tutulabileceğini belirlemiştir. Denemelerde 12 farklı delik çapı, 6 farklı vakum seviyesi ve 4 farklı ekici plakanın çizgisel hız değerleri kullanılmıştır. Araştırmacı, ayçiçeği tohumlarının 3,0, 3,5 ve 4,0 mm delik çaplarında, mısır tohumlarının 4,5, 5,0, 5,5 ve 6,0 mm çaplarında, kaplanmış şeker pancarı tohumlarını 2,5 ve 3,0 mm çaplarında, kaplanmamış şeker pancarı tohumlarının 2,0 ve 2,5 mm çaplarında ve soya tohumlarının 3,5 ve 4,0 mm çaplarında tam tutulma gösterdiğini saptamıştır. Fakat küçük ekici disk delik çaplarında genellikle, yüksek vakum ve düşük ekici disk devirlerde tohumların tek tek tutabildiği, vakum değeri düşürüldüğünde ve ekici diskin yüksek devirlerinde tohumların deliklerde tutulmalarının güçleştiği bildirmiştir. Ayrıca, delik çapı büyüdükçe de tohumların tek tek tutulma oranlarının azaldığı, tohumlar ikizlendiği ya da emme hattının içerisine girdiğini saptamıştır.

Acar ve Çolak (2001) pnömatik hassas ekim makinalarında bazı tohumların delik çaplarına ve vakum değerlerine göre tutulma yüksekliklerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, 3 vakum seviyesi (-4, -6 ve -8 kPa), 1,5-8 mm arasında 14 farklı delik çapı ve 5 tohum çeşidi (kaplanmış ve kaplanmamış şeker pancarı, mısır, ayçiçeği ve soya) kullanmışlardır. Denemeler sonucunda, kaplanmış şeker pancarı tohumları 1,5 – 4,0 mm delik çapında ortalama 5,10- 8,16 mm yüksekliklerde tutulabilirken, kaplanmamış şeker pancarı tohumlarında aynı delik çaplarında 5,24 –

7,99 mm, mısırdaki 4,0-8,0 mm delik çapında 6,41-12,78 mm, ayçiçeğinde 3,5-8,0 mm delik çapında 5,06-10,83 mm ve soya tohumunda ise 3,5-6,5 mm delik çapında 5,47-6,96 mm olduğunu belirlemişlerdir. Aynı vakum değerinde delik çapı arttıkça tohumların tutulma yüksekliklerinin de arttığını saptamışlardır. Bununla birlikte tohumların şekil ve boyut özelliklerinin de önemli faktörler olduğunu sonucuna varılmıştır.

Delikkaya ve Erdem (2001) pnömatik sarımsak dikim makinalarında dikim parametrelerini belirlenmek için bir deneme çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada, makinalı dikimde 8 ve 10 cm sıra üzeri, 1,89 km/h ve 8 cm derinlikte dikim yapılmıştır. Yöre şartlarına göre 12 cm sıra üzeri ve 6 cm derinlikte dikim işlemi gerçekleştirmişlerdir. Deneme sonuçlarına baktığımızda bu iki farklı çalışmada, makinalı dikimde tohum, gübre, insan gücü ve zamandan tasarruf sağlanarak üretim maliyetinin elle dikime göre azaldığı saptanmıştır.

Ivancan *et al.* (2004) maydanoz tohumunun ekiminde ilerleme hızının sıra üzeri tohum dağılımına etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda ilerleme hızındaki bir artışın ekim hassasiyetinde 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 %76,6 ya düştüğünü belirlemişlerdir. Bu neticede ilerleme hızı arttıkça tohum aralığına düşen tohum oranı azalacaktır.

Singh *et al.* (2005) vakum prensibine göre çalışan pnömatik hassas ekim makinasında ekici düzenin, farklı vakum ve delik şeklinin ekim kalitesi üzerindeki etkileri incelemek için bir çalışma yürütülmüştür. Yürütülen bu çalışmada makine performansının belirlenmesinde, boşluk, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir tohum aralığı oranları dikkate alınmıştır. Araştırmacılar, pamuk tohumları için 2,5 mm çapında deliklere sahip plaka kullanımıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında en uygun plaka çevre hızının, 0,42 m/s ve vakum değerini ise 2 kPa; bu koşullardaki kabul edilebilir tohum aralığı ise %94,7 olarak saptamışlardır.

Hacıseferoğulları (2005) vakumlu tip pnömatik hassas ekim makinası ile şeker pancarı ekiminde sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü ve tarla çıkış oranları üzerine ekim mesafelerinin ve ilerleme hızlarının etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, iki farklı;



kaplanmış ve kaplanmamış monogerm şeker pancarı tohumu kullanılmıştır. İlerleme hızı 1,05, 1,54, ve 2,06 m/s, sıra üzeri ekim mesafesi 5, 8 ve 15 cm olarak seçilip tarla koşullarında denemeler yapılmıştır. Yapılan deneme sonucunda, ilerleme hızındaki artışın, sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünü bozduğu ve tarla çıkış oranlarını düşürdüğü saptanmıştır. Fakat ekim mesafesindeki artışın ise olumlu etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Barut ve Akbolat (2005) tarla şartlarında tohum plakası delik şekillerinin bitki dağılım düzgünlüğü ve verime etkisini saptamak amacıyla deneme yapmışlardır. Çalışmada 4 farklı yöntemle hazırlanmış tohum yatağına, üçgen, eşkenar, kare, oblong, ve yuvarlak delik şekilli tohum plakaları kullanılarak mısır (*zea mays* L.) ekimi yapılmıştır. Bu deneme sonunda delik şekillerinin sıra üzeri bitki aralığı ve verim üzerinde istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığını sonucuna varmışlardır. Ancak farklı toprak işleme uygulamaları bitki dağılım düzgünlüğünü ve verimi istatistiksel olarak etkilediğini saptamışlardır. En iyi bitki dağılım düzgünlüğü, yanık-çizel parsellerde (anız yakımı, çizel, diskli tırmık ve tapan 2 kez uygulanmış) yuvarlak delikli tohum plakaları kullanılmasıyla elde edilmiştir. Anızı yakılan parselin diğerlerine göre daha iyi bitki dağılım düzgünlüğü ve daha yüksek verim değerleri verdiğini saptanmışlardır. En yüksek verimi ise üçgen delikli tohum plakası ile ekim yapılan deneme parselinde belirlemişlerdir.

Bozdoğan (2008) vakumlu tip hassas ekim makinaları için sıra üzeri tohum düzgünlüğü üzerinde bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada 3 adet hassas ekim makinasının ekim performansları tarla şartlarında yapılan deneyler sonucu belirlenmiştir. Denemeler, 1,8, 3,6, 5,4, ve 7,2 km/h ilerleme hızlarında ve 14, 18, ve 21 cm mesafelerde gerçekleştirilmiştir. Sıra üzerinde 3 m boyunca ardışık tohum aralıkları her sıra için üç tekrarlamalı olarak ölçülmüştür. Çalışmada hassas ekimin tohum düzgünlüğünü incelemek için tohum aralıkları boşluk oranı, ikizlenme oranı, kabul edilebilir tohum aralığı (KETA) ve hassasiyet derecesi değerleri belirlenmiştir. Denemeler sonucunda, ilerleme hızının boşluk oranı KETA değerlerini, sıra üzeri tohum aralığını ise ikizlenme oranı ve hassasiyet derecesi etkilediğini saptanmıştır. Çalışmada en iyi verim verebilen ilerleme hızının %88,5 KETA değeri ile 1,8 km/h olduğunu saptanmıştır. Ancak yapılan çalışmada 1,8 ile 3,6 km/h ilerleme hızları arasında fazla

bir değişiklik olmadığını, fakat 5,4 ve 7,2 km/h ilerleme hızlarında fark olduğunu belirlenmiştir. Sıra üzeri tohum mesafesine bağlı olarak elde edilen en yüksek KETA değeri %86,9 ile 18 cm mesafede belirlenmiştir. Hassasiyet derecesinin tüm denemelerde hassas ekim için kabul edilebilir seviyede olduğu ve en iyi değerlerin (%17,4) 21 cm sıra üzeri mesafede elde edildiği tespit edilmiştir.

Barut ve Yiğit (2008) yaptıkları çalışmada, hassas ekim makinalarıyla ekimde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü ölçmek için yapışkan bant yöntemi ile elektronik tabanlı ölçme sistemini karşılaştırılmışlardır. Araştırmacılar, iki ölçme yöntemi arasında %1 düzeyinde bir farkın olduğunu saptamışlardır. Ayrıca çalışmada varyans analizi sonuçlarının ilerleme hızı ve tohum düşme frekansına bağlı olarak değiştirdiğini bildirmişlerdir. Elektronik tabanlı ölçme sisteminin yapışkan bant yöntemine göre daha uygun ve daha güvenli olduğunu belirtmişlerdir.

Önal ve Önal (2009) pnömomatik hassas ekim makinasıyla sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla yapışkan bant sistemiyle kullanılabilen bilgisayar destekli ölçme sistemi geliştirmişlerdir. Tohum aralığı, standart sapma, ikizlenme oranı, boşluk oranı, KETA, hassasiyet, popülasyon indeksi ve tohum konumu doğruluk derecesi belirlenmiştir. Yapışkan bant ile kombine çalışan bilgisayar destekli ölçme sisteminin, sayısal kumpas veya çelik metreyle göre laboratuvar ortamında sıra üzeri tohum aralığının ölçümünde daha çabuk ve doğru verdiğini bildirilmiştir.

Önal ve ark. (2012) laboratuvar ortamında yapışkan bant kullanarak teorik ve deneysel verilere göre vakumlu tek dane ekim ünitesinin tohum aralığı düzgünlüğünü değerlendirmişlerdir. Sıra üzeri tohum aralığı düzgünlüğünü tanımlamak için kabul edilebilir tohum aralığı indeksi, boşluk indeksi, ikizleme indeksi ve hassasiyet kriterlerini kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, pamuk ve mısır tohumları için dane attım frekansı (DAF)'nın izin verilen üst sınır değerinin 16 tohum m/s olduğunu ve vakum plakası çevre hızının üst sınır değeri 0,34m/s olduğunu belirlemişlerdir. 6,3 kPa vakum basıncında, 72 delikli yerine 26 delikli vakum plakasının kullanılması halinde, delik yörüngesi üzerinde 10 mm genişliğinde bir vakum bandı oluşmuş, bu da ekim performansının azalmasına neden olan ikizlenme indeksini arttırdığını belirlemişlerdir. Bu nedenle, pamuk tohumu için 60 veya 52 delikli vakum plakasını önermişlerdir.

Pamuk tohumu için 0,05 ve 0,10 m tohum aralıklarında, sırasıyla, 1,0 ve 1,5 m/s ilerleme hızlarının uygun olduğunu saptanmışlardır.

Yazgı (2013) tek dane ekim makinalarında ekici plaka konumunun sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisini araştırmıştır. Bu denemelerde pamuk ve mısır tohumları kullanarak iki farklı sıra üzeri mesafe ve üç farklı ilerleme hızı (1,0, 1,5 ve 2,0 m/s) kullanılmıştır. Bu deneme çalışması laboratuvar ortamında yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yüksek ekim üniteli makinalarda tohum dağılım düzgünlüğünün, alçak ekim üniteli makinalara göre daha düşük olduğunu saptanmıştır. Yüksek ekim üniteli makinaların performansları; pamukta 50 mm anma ekim aralığı için %80,9-92,5 ve 100 mm için %82,5-97,8; mısırdaki 100 mm için %92,0-98,1 ve 200 mm için %93,2-100 mm arasında değiştiği ve bu değerlerin alçak ekim üniteli ekim makinalarında ise sırasıyla %81,3-94,6 %83,6-100 %92,6-100 ve %96,3-100 olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada sıra üzeri tohum mesafesi arttıkça makine performanslarının yükseldiği belirlenmiştir.

Yalçın ve ark. (2013) yerli yapım baltalı tip üç değişik tek dane ekim makinasının hem laboratuvar hem de tarla koşullarında ayçiçeğinin ekim performansını araştırmışlardır. Laboratuvar şartlarında yapışkan bant üzerinde gerçekleştirdikleri denemelerle makine performanslarını, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü ifade eden kabul edilebilir tohum aralığı oranı, ikizlenme oranı ve boşluk oranı ile belirlerken, tarla şartlarında ise sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü, tarla çıkış dereceleri ve ekim makinası negatif patinaj (kayma) oranları ile belirlemişlerdir. Denemeler sonucunda, laboratuvar şartlarında tüm makinalar genellikle ‘‘iyi’’ kalitede ekim yapabilir nitelikte tespit edilirken, tarla şartlarında tüm makinaların performanslarının büyük oranda düştüğünü ortaya koymuşlardır. Tarla çıkış derecesi ve ekim makinası tekerleğinde meydana gelen negatif patinaj (kayma) değerleri tüm makinalarda birbirine yakın olmasına rağmen, sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü yönünden makine performansları değerlendirildiğinde, sadece bir ekim makinasının ‘‘orta’’ kalitede ekim yapabildiğini, diğer ekim makinalarının ise ekim performansı açısından ‘‘yetersiz’’ kaldığını saptamışlardır.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

Bu araştırma, ekim anında; norm, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının tek dane ekim makinasının ekici ünitesinin performansı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bazı fiziksel özellikleri Çizelge 3.1’de gösterilen ve iri daneli tohumlar grubuna giren nohut (koçbaş çeşit) tohumları kullanılmıştır. Araştırma, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Laboratuvarında kurulan bir yapışkan bant deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan nohut tohumları % 98’lik safiyete sahiptir. Türkiye’de ekim işleminde daha çok hububat mibzerlerinin kullanıldığı bu tohumların tek dane ekim makinasıyla ekilme olanaklarının araştırılması önem arz etmektedir. Araştırmada kullanılan tohumluklar Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Nohut tohumunun bazı fiziksel özellikleri

Fiziksel özellik	Değer
Bin dane ağırlığı, g/1000 dane	284,40±0,41
Nem içeriği, %	9,51±0,05
Hacim ağırlığı, kg/m <sup>3</sup>	809,26±2,80
Yığılma açısı, °	32,21±0,86
Uzunluk, mm	8,96±0,42
Genişlik, mm	7,18±0,30
Kalınlık, mm	6,71±0,32
GOÇ	7,56
Küresellik, %	84,34

Tohumlar denemeye alınmadan önce bin dane ağırlığı, nem içeriği, hacim ağırlığı, yığılma açısı, küresellik değerleri ve geometrik ortalama çap değerleri gibi bazı fiziksel özellikler belirlenmiştir. Bin dane ağırlıklarının belirlenmesinde; tohumlar içerisinden üç tekrarlı 100’er adet dane rastgele sayılarak kaplara konulmuş ve 0,001 hassasiyetteki bir terazi ile tartılmıştır. Daha sonra üç örneğin ortalaması alınıp 10 ile çarpılarak bin dane ağırlığı hesaplanmıştır (Ogunjimi *et al.*, 2002). Hacim ağırlığının belirlenmesinde hacmi belli kaplar kullanılmıştır. Tohumlar, çapı ve yüksekliği belli

kaplar içerisine doldurulmuş, yerleşmesi için belirli bir süre bekletilmiştir. Daha sonra kapların üzerindeki fazla tohumlar bir ölçek yardımıyla sıyrılarak hassas terazide tartılmıştır. Toplam ağırlıklardan, daranın çıkarılması ve net ağırlığın kabın hacmine bölünmesiyle hacim ağırlığı saptanmıştır (Speelman, 1979; De, 1989; ASAE STANDART, 2005). Yığılma açısını belirlemek amacıyla, tohumlar yatay bir zeminde ve sabit yükseklikte bir huniden yavaşça dökülerek bir koni oluşturulmuştur. Tohumların yatay zeminle yaptığı açının belirlenebilmesi için koninin taban çapı ve yüksekliği ölçülmüştür. Koninin oluşturduğu açının tanjantı alınarak yığılma açısı belirlenmiştir (Saxena and Varma, 1973). Küresellik değerlerini belirlemek amacıyla, düz bir zeminde serbest halde bulunan tohum danelerinin uzunluk (L), genişlik (W) ve kalınlık (T) değerleri %1 hassasiyette dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Aviara and Haque, 2000). Uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri kullanılarak, tohumların geometrik ortalama çap değerleri ve küresellik oranları sırasıyla, Eşitlik 3.1 ve 3.2 yardımıyla hesaplanmıştır (Mohsenin, 1980; Jain and Bal, 1997).

$$\text{Geometrik ortalama çap, mm} : D_g = \left( \sqrt[3]{L * W * T} \right) \quad (3.1)$$

$$\text{Küresellik} : \phi = \left( \frac{D_g}{L} \right) * 100 \quad (3.2)$$

Eşitliklerde;

$L$  : Tohum uzunluğu (mm),

$W$  : Tohum genişliği (mm),

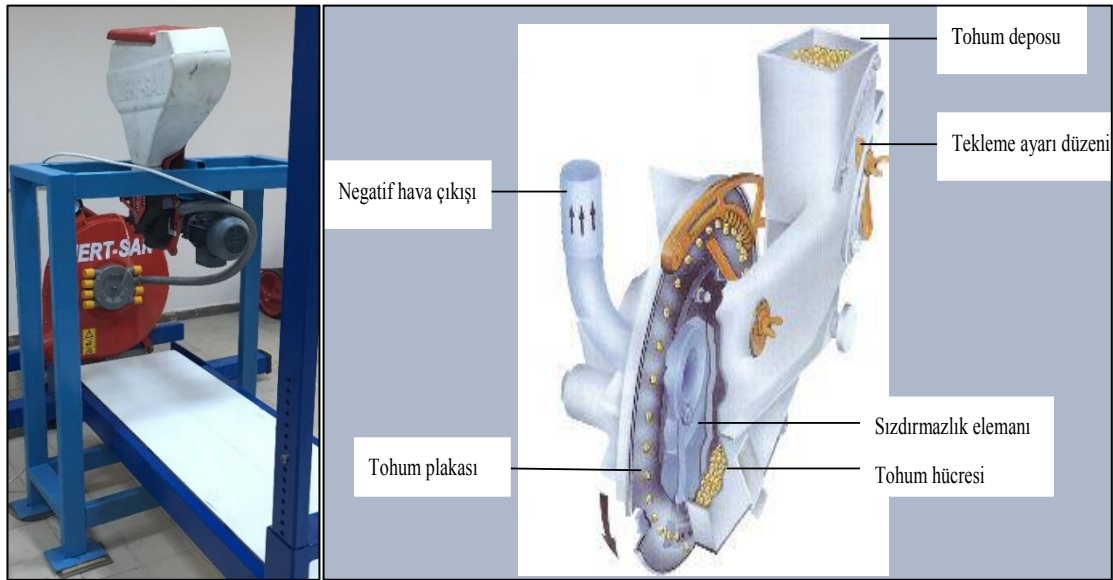
$T$  : Tohum Kalınlığı (mm)

Tohumların nem içeriğinin belirlenmesinde ASAE standartlarından yararlanılmıştır. Darası alınmış üç adet kaba tohum konularak 0,001 hassasiyetteki terazide tartılmıştır. Toplam örnek miktarından dara çıkarılarak net ağırlık kaydedilmiştir. Daha sonra örnek dolu kaplar, kurutma işleminden birkaç saat önce çalışır duruma getirilen ETÜV de 105 C' de 24 saat süreyle bekletilmiştir. Fırından çıkarılan örnekler hassas terazide tekrar tartılarak kuru ağırlıklar belirlenmiştir. Isıtma sonucu örnek ağırlığındaki kaybın orijinal örnek ağırlığına bölünüp yüzle çarpılmasıyla tohumun yaş esasa göre nem içeriği belirlenmiştir (ASAE STANDART, 2005).

## 3.2. Metot

### 3.2.1. Tek dane ekim ünitesi

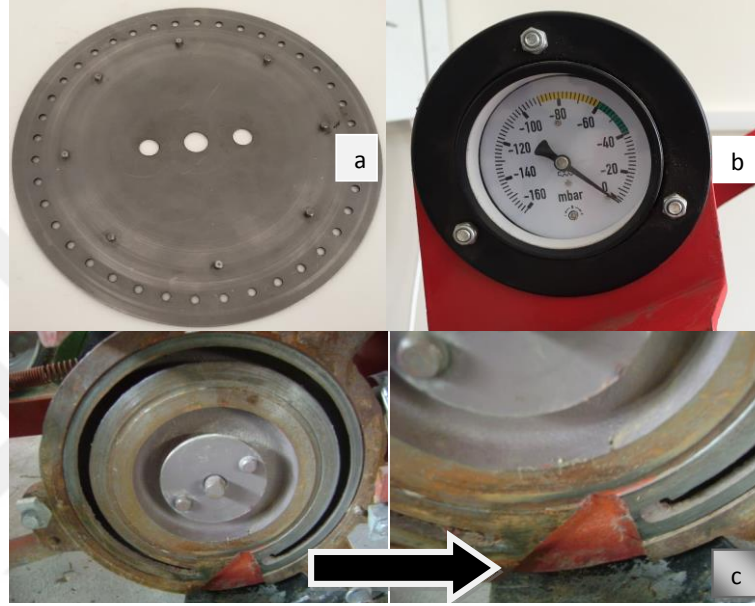
Çalışmada, tek dane ekim makinasının sadece bir ekim ünitesi sökülerek laboratuvarında sabit konumdaki bir sehpa üzerine monte edilmiştir. Ekim ünitesi; besleme düzeni ve tohum deposundan, besleme düzeni ise farklı tohumlar için değiştirilebilir delikli düşey bir tohum plakasından oluşmaktadır. Ekim ünitesindeki tohum plakasının hareketi 0,75 kW gücünde bir elektrik motoru ve 1:7,25 tahvil oranlı redüktör yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Elektrik motorunun devri hız kontrol ünitesiyle sağlanmıştır. Ekim ünitesinde kullanılan tohum plakası, 40 delikli, 1 mm kalınlığında ve 230 mm çapında olup, paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Plaka delikleri, 200 mm'lik bir çap üzerinde lazer yardımıyla açılmıştır. Plaka delik çapı 5 mm olup, nohut tohumlarının fiziksel özelliklerine uygun olarak seçilmiştir.



Şekil 3.1. Ekim ünitesi ve önemli parçaları

Ekici ünitenin tohum hücresinde karıştırıcı işlevi gören 8 adet pim bulunmaktadır. Tohumların plaka deliklerine tutunmalarını sağlamak için fan ünitesinin vakum (negatif hava) etkisinden yararlanılmıştır. Vakum basıncı nohut tohumu için 8

kPa olarak ayarlanmıştır. Vakum basıncı, fan üzerine monte edilen manometre ile ölçülmüştür. Tohum plakası üzerindeki deliklere fanın oluşturduğu negatif hava basıncının etkisiyle tutunan tohumlar, plakanın dönmesiyle yukarı kaldırılır. Tohumlar, plakanın alt tarafında negatif hava basıncının engellendiği noktadan çiziye düşürülür (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** Tohum plakası (a), vakum ölçer (b) ve tohum düşme noktası (c)

Plaka deliklerine birden fazla tohumun tutunmasını engellemek için, sıyrıcıdan yararlanılmıştır (Şekil 3.3). Fan ünitesi 650 mm çapında olup, negatif hava için sekiz adet çıkış bulunmaktadır. Çıkışların yedisi tapa ile kapatılıp, bir tanesi 40 mm çapındaki plastik hortumla ekim ünitesine bağlanmıştır. Tek dane ekim makinalarında fan hareketi traktör kuyruk milinin  $540 \text{ min}^{-1}$  çalıştırılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Çalışmada, fanın kuyruk mili devrine uygun çalıştırılabilmesi için 2,2 kW ve  $1445 \text{ min}^{-1}$  motor ve 1/3,5 tahvil oranına sahip redüktörden yararlanılmıştır. Elektrik motorunun traktörün kuyruk mili devrinde ( $540 \text{ min}^{-1}$ ) çalıştırılmasıyla fan üzerindeki kayış-kasnağa bağlı olarak oluşan transmisyon oranından dolayı yaklaşık  $4500 \text{ min}^{-1}$ 'lık bir fan devri elde edilmiştir.

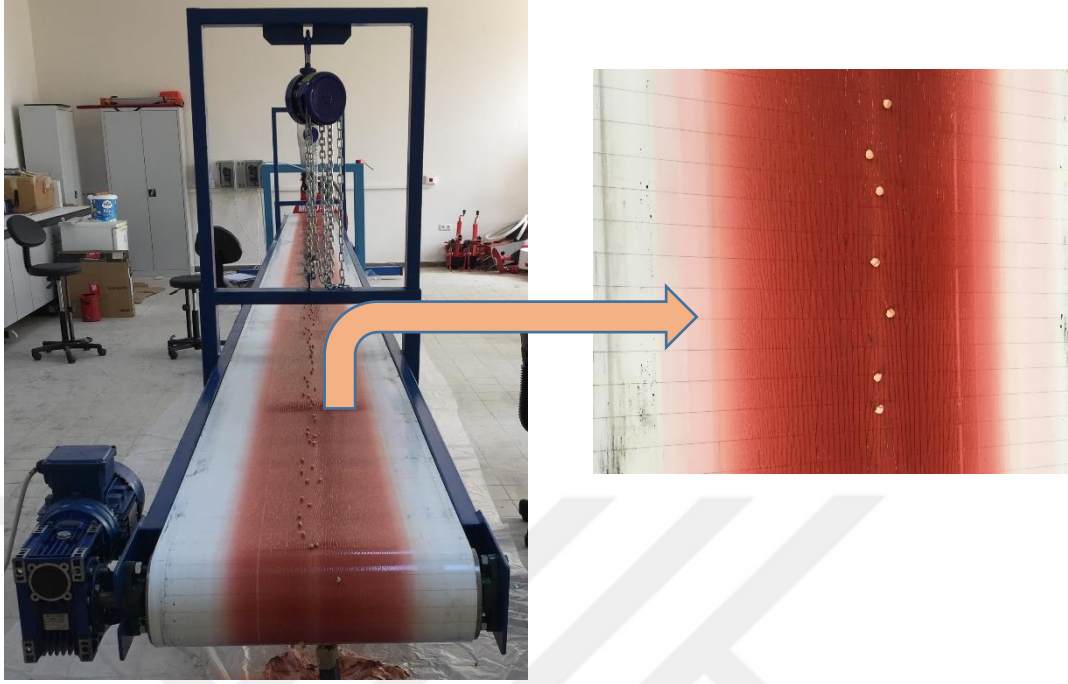


Şekil 3.3. Tohum tekleme ayarı ve fan ünitesi

### 3.2.2. Yapışkan bant test düzeneği

Denemelerde tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenebilmesi için 10.000 mm uzunluğunda ve 500 mm genişliğinde sonsuz hale getirilmiş yapışkan bant düzeneğinden yararlanılmıştır. Yapışkan bant, her iki ucunda 145 mm çapında kasnaklar bulunan, alt ve üst yüzeyleri arasındaki mesafe 200 mm olan bir çatı üzerine konumlandırılmıştır. Çalışma esnasında bantın sarkmasını önlemek ve düzgün hareketini sağlamak için üst iç yüzey ve alt yüzeylerine belirli aralıklarla rulolar yerleştirilmiştir. Ayrıca, çalışma esnasında bantın sağa-sola kaymasını önlemek için bant alt yüzeyinin ortasına bant boyunca yamuk kesitli bir sabitleyici yerleştirilmiştir. Bu sabitleyici için kasnaklar ve rulolar üzerinde yuvalar yapılarak kaymanın önüne geçilmiştir. Tarlada ekici ayakların açtığı çizinin tabanını temsil etmesi amacıyla yapışkan bantın orta ekseninde uzunlamasına ve bant boyunca lazerle bir çizgi çizilmiştir. Bununla birlikte, yapışkan bant enine 25 mm aralıklarla bant boyunca lazerle çizilerek ölçüm şeritleri oluşturulmuştur (Şekil 3.4). İkişerli iki ayak üzerine yerleştirilen yapışkan bant üst yüzeyi ile ekim ünitesi tohum düşme noktası arasındaki mesafe 0 – 850 mm arasında kademeli olarak değiştirilebilmektedir. Bantın hareketi, 1,5 kW gücünde 2800 min<sup>-1</sup> AC motor ile sağlanmıştır. Bantın hızını, ekim makinası ilerleme hızına uyarlayabilmek için motorun devrini 1:7,5 oranında düşürecek redüktör eklenmiştir. Bantın hızı elektrik motoruyla, elektrik motorunun devri ise dijital bir hız kontrol ünitesiyle sağlanmıştır.





Şekil 3.4. Yapışkan bant deney düzeneği

### 3.2.3. Denemelerin yürütülmesi

Nohut tohumlarının ekimi için üç farklı ekim normu, üç farklı tohum düşme yüksekliği ve üç farklı bant (ilerleme hızı) hızında tam şansa bağlı deneme planında faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada toplam 81 deney yapılmıştır. Ekim makinası tekerleği ile tohum plakasına hareket veren ekici mil arasındaki transmisyon oranı 0,2 – 0,6 arasında değişmektedir (Mutaf, 1984; Özmerzi ve ark., 2004). Bu çalışmada transmisyon oranı 0,23 seçilerek; 0,5, 1 ve 1,5 m/s'e karşılık Çizelge 3.2'de verilen bant kasmağı devir sayıları, plaka devir sayıları, plaka çevre hızları ve dane atım frekansları Eşitlik 3.3, 3.4 ve 3.5 yardımıyla hesaplanmıştır. Bu çalışmadaki ilerleme hızlarının belirlenmesinde ise Konak ve ark. (1992) sıravari ekim yapan ekici düzenlerle üç farklı ilerleme hızında yaptıkları nohut ekiminde, en iyi tohum dağılım düzgünlüğünü veren ilerleme hızları dikkate alınarak seçilmiştir.

$$n_b = \frac{60 * V_b}{\pi * D_b} \quad (3.3)$$

$$i = \frac{n_p}{n_b} \quad (3.4)$$

$$V_p = \frac{\pi * n_p D_p}{60} \quad veya \quad V_p = \frac{\pi * D_p}{T} \quad (3.5)$$

- $n_b$  : Bant tahrik kasnağının devir sayısı,  $\text{min}^{-1}$   
 $V_b$  : Bandın ilerleme hızı, m/s  
 $D_b$  : Bant tahrik kasnağının çapı, m  
 $i$  : Transmisyon oranı  
 $n_p$  : Tohum plakasının devir sayısı,  $\text{min}^{-1}$   
 $V_p$  : Tohum plakasının (deliklerin dizildiği çap) çevre hızı, m/s  
 $D_p$  : Tohum plakası deliklerinin merkezinden geçen dairenin çapı, m  
 $T$  : Periyot, plakanın bir devrinde geçen süre, s

**Çizelge 3.2.** İlerleme hızına bağlı olarak bant ve ekim ünitesi ayarları

İlerleme hızı, m/s	Kasnak devir sayısı ( $\text{min}^{-1}$ )	Ekim normu (m/s)	Sıra üzeri mesafe (mm)	Plaka devir sayısı ( $\text{min}^{-1}$ )	Plaka çevre hızı (m/s)	Dane atım frekansı (tohum/s)
0,5	66	4,2	150	5	0,052	3,33
		6,3	100	7,5	0,079	5
		12,6	50	15	0,157	10
1	132	4,2	150	10	0,105	6,67
		6,3	100	15	0,157	10
		12,6	50	30	0,314	20
1,5	198	4,2	150	15	0,157	10
		6,3	100	22,5	0,235	20
		12,6	50	45	0,472	30

Ekim normları, pratikte kullanılan sıra aralığı ve sıra üzeri değerlere göre belirlenmiştir. Nohut tohumları için pratikte kullanılan 45 cm sıra aralığı ve çalışmada kullanılan 50, 100 ve 150 mm sıra üzeri mesafelere dikkate alındığında; ekim normları sırasıyla, 12, 6 ve 4 kg/da (12,6, 6,3 ve 4,2 kg/da) olarak belirlenmiştir. Tohum düşme yüksekliklerinin belirlenmesinde, ekim makinaları ekici ayaklarının boyutları ile ilgili yapılan piyasa araştırmasında elde edilen bulgular dikkate alınmıştır. Buna göre, çalışmada farklı üretici firmalar tarafından üretilen ekici ayakların (balta ekici ayak, diskli ekici ayak vb.) en büyük ve en küçük yükseklikleri dikkate alınarak 10, 20 ve 30 cm olarak seçilmiştir.

Denemelerin yürütülmesinde, yapışkan bant kasnağının devir sayısı, ekim makinasının 0,5, 1,0 ve 1,5 m/s ilerleme hızlarına uyarlanmıştır. Deneylerin gerçekleştirilmesinde her bir tekerrür için, ekim ünitesi, fan ve yapışkan banda hareket veren elektrik motorlarının çalıştırılmasıyla tohumların ekici üniteden bant üzerine düşmesiyle başlamış ve tohumlar yapışkan bant düzeneğinin tahrik kasnağına ulaşır ulaşmaz bütün düzeneğin durdurulmasıyla tamamlanmıştır.

Ekim kalitesi, yatay tohum dağılım düzgünlüğüne (Karayel, 2005), tohumun çizide uygun bir şekilde bırakılmasına ve tohum plakasının boş geçme ve ikizlenmeye fırsat vermeden çalışmasına bağlıdır (Barut, 1996). Bu amacı gerçekleştirmek için çalışmada kullanılan parametrelerin ekim kalitesine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulanan faktörlerin etkisiyle, yapışkan bant üzerinde tohumların sıra üzeri mesafesi, sıradan sapması, ekici plaka deliklerinin boş geçme ve ikizlenme oranları belirlenmiştir.

#### **3.2.4. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi**

Denemelerde, nohut tohumu için belirlenen 4,2, 6,3 ve 12,6 kg/da ekim normlarına bağlı olarak, sırasıyla, 150, 100 ve 50 mm teorik sıra üzeri ekim mesafeleri kullanılmıştır. Parametrelerin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne olan etkilerini belirlemek amacıyla, her bir tekerrürde sıra üzeri ardışık tohumlar arası mesafeler ölçülerek kaydedilmiştir (Heege, 1993). Ölçülen sıra üzeri uzaklık değerlerinden anma sıra üzeri uzaklığın iki katı ve daha fazla olan uzaklıklar değerlendirmeye alınmamıştır (ISO, 1984). Ölçümler yapışkan bandın 6.000 mm'lik kısmında gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde, nohut için her bir tekerrürde 50 mm sıra üzeri mesafe için yaklaşık 120 aralık, 100 mm'lik sıra üzeri mesafe için 60 ve 150 mm sıra üzeri mesafe için ise yaklaşık 40 tohum aralığı şeritmetre ile ölçülmüştür (Staggenborg *et al.*, 2004). Bu ölçümler sonucunda farklı ekim normları ve tohum düşme yüksekliklerinin, farklı ilerleme hızlarında ekim kalitesi üzerindeki etkileri, tek tek ve etkileşimli olarak istatistiksel analizler sonucunda belirlenmiştir.

#### **3.2.5. Tohumların sıra ekseninden sapma miktarlarının belirlenmesi**

Ekim işleminde tohumların ekici ayak ile açılan çizinin tabanına düşüp-düşmediğini belirlemek amacıyla sıra ekseninden sapma miktarları ölçülür (Karayel, 2005). Tohumların sıra ekseninden sapma miktarlarını belirlemek için yapışkan bant

boyunca lazerle çekilen çizgiden yararlanılmıştır. Ekim ünitesi, tohumların plakadan serbest düşmeye geçtiği nokta ile yapışkan bandın ortasındaki çizgi çakışacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir tekerrürde ekim ünitesi plakasından serbest düşen tohumlar, banda çarptıktan sonra tekrar sıçrama yapmayacak oranda yüzeye gres sürülmüştür. Yüzeydeki gres miktarı en büyük yükseklikte (300 mm) ön denemeler yapılarak belirlenmiştir. Bant yüzeyindeki gres, tahrik kasnağı tarafına ve bandın altına yerleştirilen sıyrıcı ile toplanmıştır. Ölçümlerde, yapışkan bandın 6.000 mm'lik kısmında; 12, 6 ve 4 kg/da ekim normları için her bir tekerrürde yaklaşık olarak sırasıyla, 120, 60 ve 40 adet tohumun çizgiden sapma miktarları şeritmetre ile ölçülüp kaydedilmiştir. Orta çizgiye olan uzaklıkların ölçülmesinde tohumların merkezi dikkate alınmıştır.

### 3.2.6. Boşluk, ikizlenme ve kabul edilebilir tohum aralığı oranının belirlenmesi

Ekim ünitesinin performansının belirlenmesinde, ardışık iki tohum arasındaki sıra üzeri mesafe, anma sıra üzeri mesafenin yarısına eşit veya yarısından küçük olması durumunda ikizlenme oranı (İO), bir buçuk katından büyük olması durumunda ise boşluk oranı (BO) olarak değerlendirilmektedir. Ardışık iki tohum arasındaki mesafenin, anma sıra üzeri mesafenin yarısından büyük ve bir buçuk katından küçük veya eşit olması durumunda ise kabul edilebilir tohum aralığı oranı (KETA) olarak kabul edilir. Kabul edilebilir tohum aralığı oranının fazlalığı ile boşluk ve ikizlenme oranlarının azlığı sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün iyi olduğunu göstermektedir (Barut, 1996). Boşluk oranı (BO), ikizlenme oranı (İO) ve kabul edilebilir tohum aralığı oranı (KETA) aşağıdaki eşitliklerle belirlenmiştir (Kachman and Smith, 1995; Singh *et al.*, 2005).

$\leq 0,5Z$  : İkizlenme,

$(0,5 - 1,5)Z$  : Kabul edilebilir tohum aralığı,

$> 1,5Z$  : Boşluk'tur.

$$İO = \left(\frac{n_2}{N}\right) \cdot 100 \quad (3.6)$$

$$BO = \left(\frac{n_0}{N}\right) \cdot 100 \quad (3.7)$$

$$KETA = \frac{(n_1)}{N} \cdot 100 \quad (3.8)$$

- Z : Anma sıra üzeri mesafe, cm  
 $n_0$  : 1,5Z'den büyük tohum aralıklarının sayısı, adet  
 $n_1$  : (0,5 – 1,5)Z arasındaki tohum aralıklarının sayısı, adet  
 $n_2$  : 0,5Z'den küçük tohum aralıklarının sayısı, adet  
N : Toplam tohum sayısı, adet  
İO : İkizlenme oranı, %  
BO : Boşluk oranı, %  
KETA : Kabul edilebilir tohum aralığı oranı, %

### 3.2.7. Bulguların değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntem

Deneylede çalışma parametrelerinin, sıra üzeri tohum aralığı, sıradan sapma, boşluk oranı, ikizlenme oranı ve KETA verilerine etkisini belirlemek amacıyla SPSS paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuştur. Parametrelerin seviyeleri arasındaki farkı belirlemek için ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Anonymous, 2012). Ayrıca, parametrelerin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkilerini belirlemek amacıyla, salt ölçüm değerlerinin standart sapma ve varyasyon katsayıları hesaplanmıştır.

$$VK = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (3.9)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.10)$$

Eşitliklerde;

VK: Varyasyon katsayısı

S : Standart sapma

n : Örnek veri sayısı

$x_i$  : i. gözlem

$\bar{x}$  : Örnek ortalamasıdır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Ekim Kalitesine Ait Sonuçlar

#### 4.1.1. Sıra üzeri mesafeye ait sonuçlar

Nohut tohumları kullanılarak laboratuvar koşullarında tek dane ekim ünitesiyle yapılan denemelerde tohum düşme yüksekliği, ekim normu (sıra üzeri mesafe) ve bant ilerleme hızının (makine ilerleme hızı) sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.1, 4.3 ve 4.5'te verilmiştir. Ayrıca, bu parametrelerin seviyelerine bağlı olarak elde edilen sıra üzeri mesafenin ortalama değerleri arasında fark olup olmadığını istatistiksel olarak saptamak için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.2, 4.4 ve 4.6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** 12 kg/da ekim normunda sıra üzeri mesafeye ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Tohum Düşme Yüksekliği (TDY)	2	61,72	24,656	0,000**
Bant İlerleme Hızı (BİH)	2	311,21	124,329	0,000**
TDY * BİH	4	63,74	25,464	0,000**
Hata	18	2,50		
Toplam	27			
Düzeltilmiş Toplam	26			

Çizelge 4.1'e göre, 12 kg/da ekim normunda (50 mm sıra üzeri mesafede), tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının nohut tohumlarının sıra üzeri mesafesine etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Bununla birlikte, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızı interaksiyonunun etkisi de çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Çizelge 4.2'de verilen Duncan testi sonuçlarına göre, hem tohum düşme yüksekliğinde hem de ilerleme hızında parametrelerin seviyelerine bağlı olarak elde edilen sıra üzeri mesafeye ait ortalamaların istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Tohum düşme yüksekliğinde teorik sıra üzeri mesafeye (50 mm) en yakın değer en küçük tohum düşme yüksekliğinde (100 mm) 51,92 mm olarak elde edilmiştir. İlerleme hızında ise teorik mesafeye en yakın ortalama değer 50,03 mm olarak 0,5 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. Parametrelere bağlı olarak ölçülen ortalama değerler teorik sıra

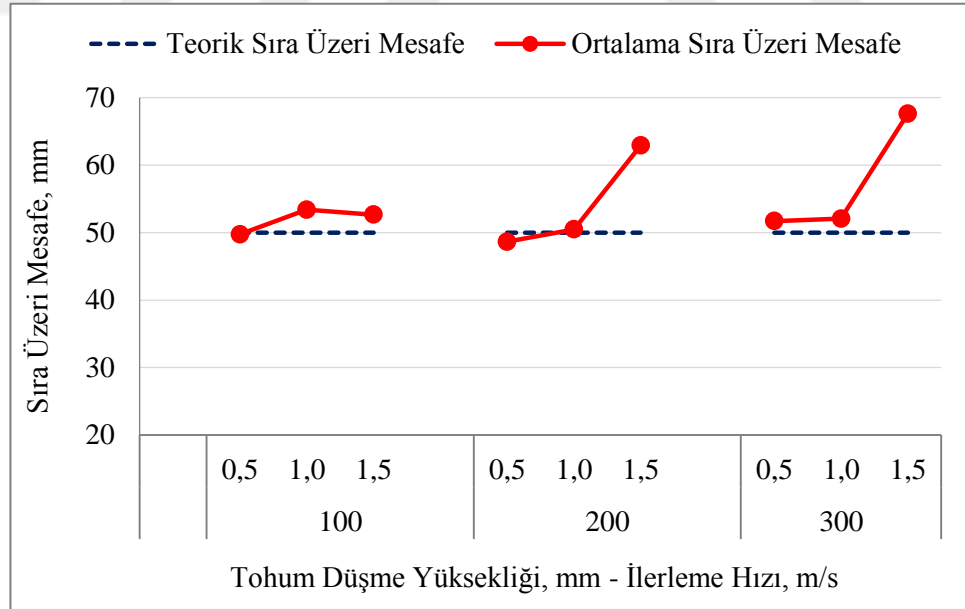
üzeri değer ile karşılaştırıldığında, en büyük artışın, tohum düşme yüksekliğinde yaklaşık 7 mm, ilerleme hızında ise 11 mm olarak meydana gelmiştir.

**Çizelge 4.2.** 12 kg/da ekim normuna ait Duncan testi sonuçları

Tohum Düşme Yüksekliği, mm	Ortalama, mm	Bant İlerleme Hızı, m/s	Ortalama, mm
100	51,92 c*	0,5	50,03 c
200	54,00 b	1,0	51,97 b
300	57,12 a	1,5	61,05 a

\*: Her bir kısımda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar %95 olasılık seviyesinde önemli değildir.

Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının artışına bağlı olarak sıra üzeri tohum dağılımı düzgünlüğü bozulmuştur. Her bir tohum düşme yüksekliğinde ilerleme hızının artışına bağlı olarak sıra üzeri mesafenin ortalama değerleri artmıştır (Şekil 4.1). Genel olarak 100 mm tohum düşme yüksekliğinde teorik mesafeye yakın değerler elde edilirken, tohum düşme yüksekliğinin artışıyla sıra üzeri mesafede artmıştır.



**Şekil 4.1.** 12 kg/da ekim normuna bağlı olarak sıra üzeri mesafenin değişimi

Çizelge 4.3'e göre, 6 kg/da ekim normunda (100 mm sıra üzeri mesafede), tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının nohut tohumlarının sıra üzeri mesafesine

etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Bununla birlikte, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızı interaksiyonunun etkisi ise önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur.

**Çizelge 4.3.** 6 kg/da ekim normunda sıra üzeri mesafeye ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
<b>Tohum Düşme Yüksekliği (TDY)</b>	2	120,92	8,279	0,003**
<b>Bant İlerleme Hızı (BİH)</b>	2	133,04	9,109	0,002**
<b>TDY * BİH</b>	4	52,51	3,595	0,025**
<b>Hata</b>	18	14,61		
<b>Toplam</b>	27			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	26			

Çizelge 4.4'te verilen Duncan testi sonuçlarına göre, en büyük tohum düşme yüksekliğinde (300 mm) elde edilen ortalama sıra üzeri mesafe değeri 100 ve 200 mm'de elde edilen değerlerden istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Ancak 100 ve 200 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilen değerler arasında istatistiksel bir fark yoktur. Aynı şekilde, 1,5 m/s ilerleme hızında elde edilen sıra üzeri mesafe değeri 0,5 ve 1,0 m/s ilerleme hızlarındaki değerlerden farklı iken, 0,5 ve 1,0 m/s ilerleme hızlarındaki değerler arasında istatistiki olarak herhangi bir fark yoktur. Bununla birlikte, hem tohum düşme yüksekliği hem de ilerleme hızının artışına bağlı olarak ortalama sıra üzeri mesafeler artmıştır. 6 kg/da ekim normunda tohum düşme yüksekliğine bağlı olarak teorik sıra üzeri mesafeye (100 mm) en yakın değer en küçük tohum düşme yüksekliğinde 100,16 mm olarak belirlenmiştir. İlerleme hızında ise teorik mesafeye en yakın ortalama değer 99,94 mm olarak 0,5 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. Parametrelere bağlı olarak ölçülen ortalama değerler teorik sıra üzeri değer ile karşılaştırıldığında, en büyük artış tohum düşme yüksekliğinde yaklaşık 7,5 mm, ilerleme hızında ise 7,6 mm'dir.

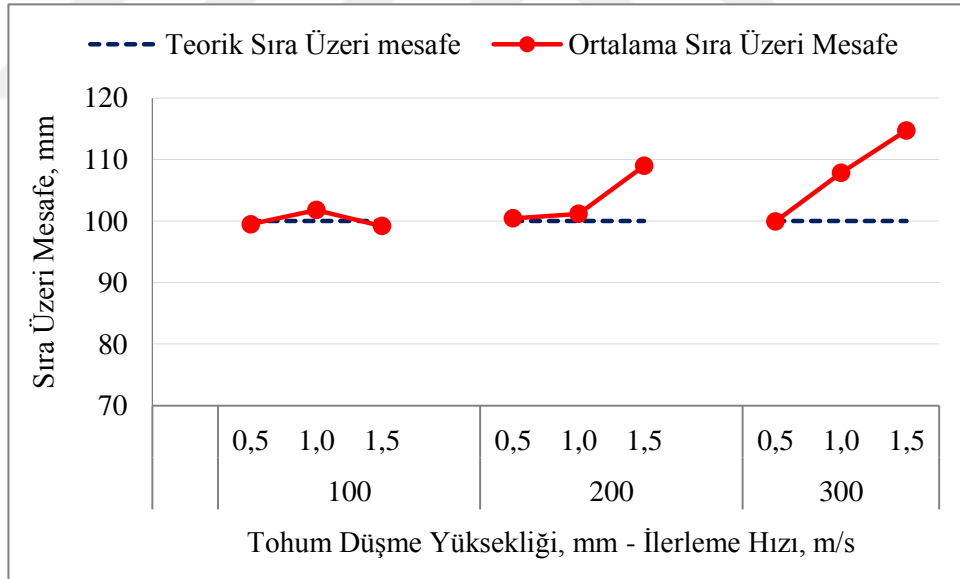


**Çizelge 4.4.** 6 kg/da ekim normuna ait Duncan testi sonuçları

Tohum Düşme Yüksekliği, mm	Ortalama, mm	Bant İlerleme Hızı, m/s	Ortalama, mm
100	100,16 b*	0,5	99,94 b
200	103,53 b	1,0	103,59 b
300	107,48 a	1,5	107,63 a

\*: Her bir kısımda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar %95 olasılık seviyesinde önemli değildir.

Şekil 4.2’de verilen interaksiyon grafiği incelendiğinde, her bir tohum düşme yüksekliğinde ilerleme hızının artışına bağlı olarak ortalama sıra üzeri mesafe değerleri artmıştır. Genel olarak 100 mm tohum düşme yüksekliğinde teorik mesafeye yakın değerler elde edilirken, tohum düşme yüksekliğinin artışıyla sıra üzeri mesafede artmıştır. Özellikle 300 mm tohum düşme yüksekliğinde ilerleme hızı artıkça ortalama değerler teorik değerden uzaklaşmıştır.



**Şekil 4.2.** 6 kg/da ekim normuna bağlı olarak sıra üzeri mesafenin değişimi

Çizelge 4.5’te verilen varyans analizi sonuçlarına göre, 4 kg/da ekim normunda (150 mm sıra üzeri mesafede), tohum düşme yüksekliğinin, nohut tohumlarının sıra üzeri mesafesine etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Ancak ilerleme hızının etkisi önemsizdir. Bununla birlikte, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızı interaksiyonunun etkisi ise önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur.

**Çizelge 4.5.** 4 kg/da ekim normunda sıra üzeri mesafeye ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Tohum Düşme Yüksekliği (TDY)	2	203,34	6,816	0,006**
Bant İlerleme Hızı (BİH)	2	87,67	2,939	0,079 <sup>ns</sup>
TDY * BİH	4	115,33	3,866	0,019*
Hata	18	29,83		
Toplam	27			
Düzeltilmiş Toplam	26			

Çizelge 4.6’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, 300 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilen ortalama sıra üzeri mesafe, 100 ve 200 mm’de elde edilenlerden istatistiki olarak farklıdır. Ancak 100 ve 200 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilen değerler arasında fark yoktur. Aynı şekilde, 1,5 m/s ilerleme hızında elde edilen ortalama sıra üzeri mesafe, 0,5 ve 1,0 m/s ilerleme hızlarında elde edilenlerden farklı iken, 0,5 ve 1,0 m/s ilerleme hızlarındaki değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

**Çizelge 4.6.** 4 kg/da ekim normuna ait Duncan testi sonuçları

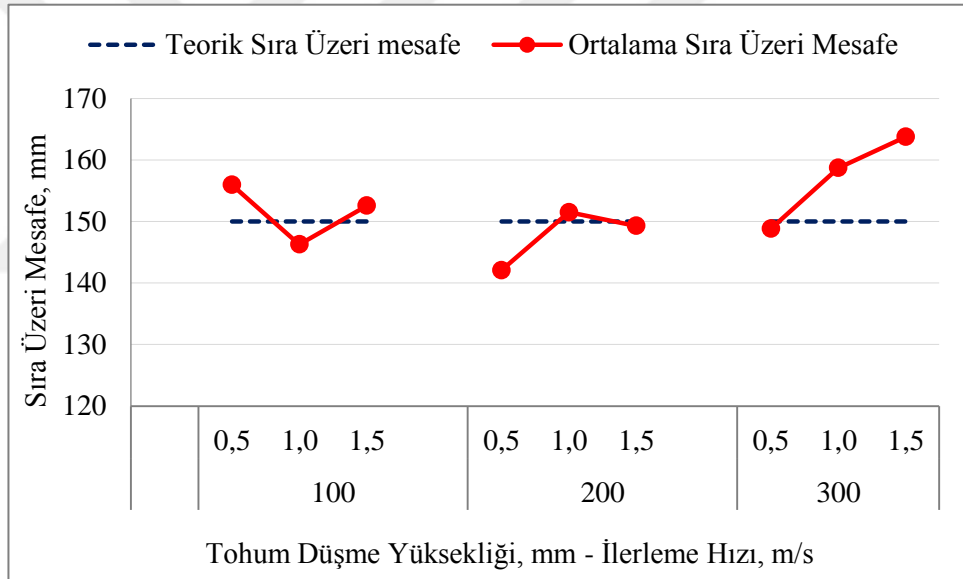
Tohum Düşme Yüksekliği, mm	Ortalama, mm	Bant İlerleme Hızı, m/s	Ortalama, mm
100	151,60 b*	0,5	148,96 b
200	147,63 b	1,0	152,16 ab
300	157,10 a	1,5	155,21 a

\* : Her bir kısımda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar %95 olasılık seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 4.6’ya göre, 100 ve 300 mm tohum düşme yüksekliklerinde elde edilen değerler teorik sıra üzeri mesafeden büyük iken, 200 mm tohum düşme yüksekliğindeki değer teorik değerinin altında kalmıştır. Ancak tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızına bağlı olarak sıra üzeri mesafedeki değişim, diğer ekim normlarıyla benzerlik göstermektedir. İlerleme hızının artışına bağlı olarak ortalama sıra üzeri mesafe artmıştır. Tohum düşme yüksekliğine bağlı olarak teorik sıra üzeri mesafeye

(150 mm) en yakın ortalama 151,60 mm olarak en küçük tohum düşme yüksekliğinde saptanmıştır. İlerleme hızında ise 148,96 mm olarak 0,5 m/s’de elde edilmiştir.

Şekil 4.3’te verilen interaksiyon grafiği incelendiğinde, sadece 300 mm tohum düşme yüksekliğinde ilerleme hızının artışına bağlı olarak ortalama sıra üzeri mesafe değerleri artış eğilimindedir. Diğer ekim normlarında elde edilen sonuçlardan farklı olarak, 4 kg/da ekim normunda, 100 ve 200 mm tohum düşme yüksekliklerinde 1,0 ve 1,5 m/s ilerleme hızlarında elde edilen değerler teorik değerlere daha yakındır. En büyük tohum düşme yüksekliğinde (300 mm), 0,5 m/s ilerleme hızında teorik mesafeye yakın değer elde edilirken, tohum düşme yüksekliğinin artışıyla sıra üzeri mesafede artmıştır.



Şekil 4.3. 4 kg/da ekim normuna bağlı olarak sıra üzeri mesafenin değişimi

Ekim işleminde tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde dikkate alınan bir yöntem de varyasyon katsayısıdır. Varyasyon katsayısı, standart sapmanın popülasyon ortalamasına oranıdır. Varyasyon katsayısı, tek dane ekim makinalarında, ekim kalitesinin kontrolünde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, varyasyon katsayısının hesaplanmasında ve değerlendirilmesinde Kachman and Smith (1995)’in bildirdiği kriterler dikkate alınmıştır. Kachman and Smith (1995) tarla şartlarında ölçülen sıra üzeri aralığın, kabul edilebilir tohum aralığında olması gerektiğini bildirmiştir. Sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısı sonuçları Çizelge 4.4’te verilmiştir. Çizelgeye

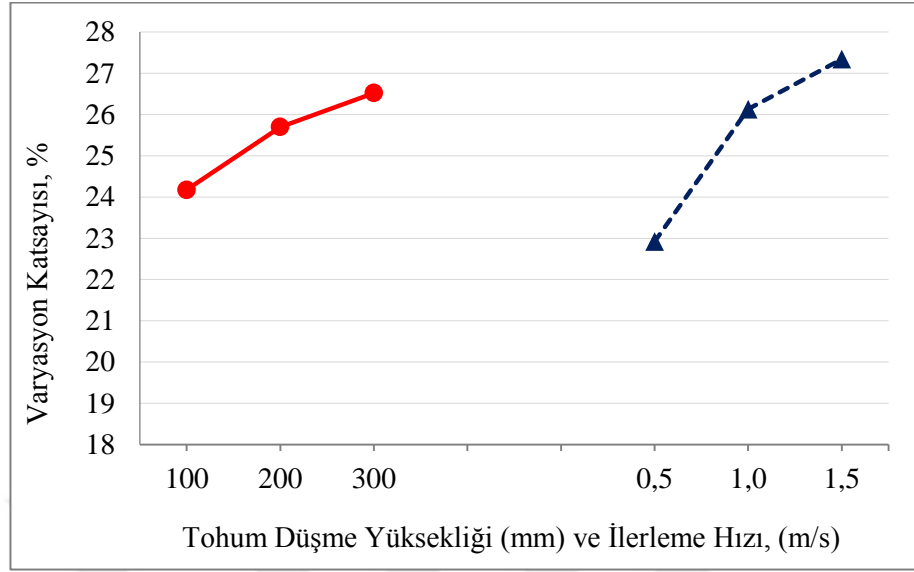
göre, sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısı değerleri laboratuvar koşullarına göre yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, varyasyon katsayısı değerleri bütün ekim normlarında, tarla şartlarında kabul edilen varyasyon katsayısı üst sınırının (%29) altındadır.

**Çizelge 4.7.** Sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısı değerleri (%)

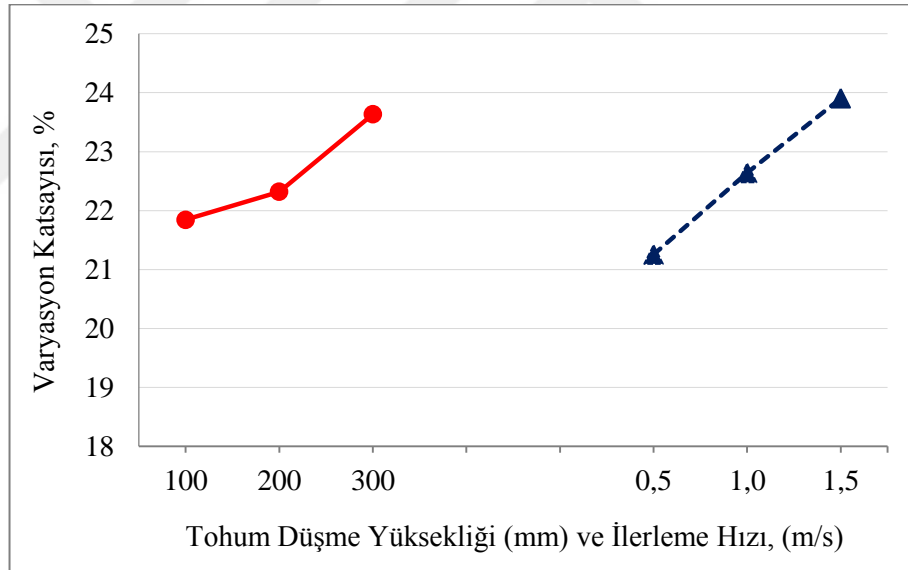
	Bant İlerleme Hızı, m/s	Tohum Düşme Yüksekliği, mm			
		100	200	300	Ortalama
12 kg/da Ekim Normu	0,5	22,51	22,51	23,74	22,92
	1,0	24,54	26,77	27,09	26,13
	1,5	25,47	27,82	28,74	27,35
	<i>Ortalama</i>	<i>24,18</i>	<i>25,70</i>	<i>26,52</i>	<i>25,47</i>
6 kg/da Ekim Normu	0,5	21,01	21,22	21,53	21,25
	1,0	21,72	22,65	23,54	22,64
	1,5	22,80	23,09	25,83	23,91
	<i>Ortalama</i>	<i>21,84</i>	<i>22,32</i>	<i>23,64</i>	<i>22,60</i>
4 kg/da Ekim Normu	0,5	19,84	18,93	20,14	19,64
	1,0	20,00	20,55	22,94	21,16
	1,5	20,91	20,95	23,38	21,75
	<i>Ortalama</i>	<i>20,25</i>	<i>20,14</i>	<i>22,15</i>	<i>20,85</i>

Çizelge 4.7’de verilen 12 kg/da ekim normuna ait varyasyon katsayısı değerleri incelendiğinde, hem tohum düşme yüksekliği hem de ilerleme hızının artması varyasyon katsayısını artırdığı belirlenmiştir. Bu parametrelerin varyasyon katsayısına olan etkisi Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Şekil 4.4’e göre, ilerleme hızının sıra üzeri mesafedeki varyasyona etkisi, tohum düşme yüksekliğinden daha büyüktür. Bu sonuçlar, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının sıra üzeri mesafeyle ilgili elde edilen çoklu karşılaştırma testinin sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.7’de verilen 6 kg/da ekim normuna ait varyasyon katsayısı değerlerine göre, hem tohum düşme yüksekliği hem de ilerleme hızının artması varyasyon katsayısını artırmıştır. Ayrıca 6 kg/da ekim normunda elde edilen varyasyon katsayısının değişimi Şekil 4.5’te de gösterilmiştir. Şekilde de görülmektedir ki, ilerleme hızı, sıra üzeri mesafedeki varyasyonu daha büyük oranda etkilemiştir.



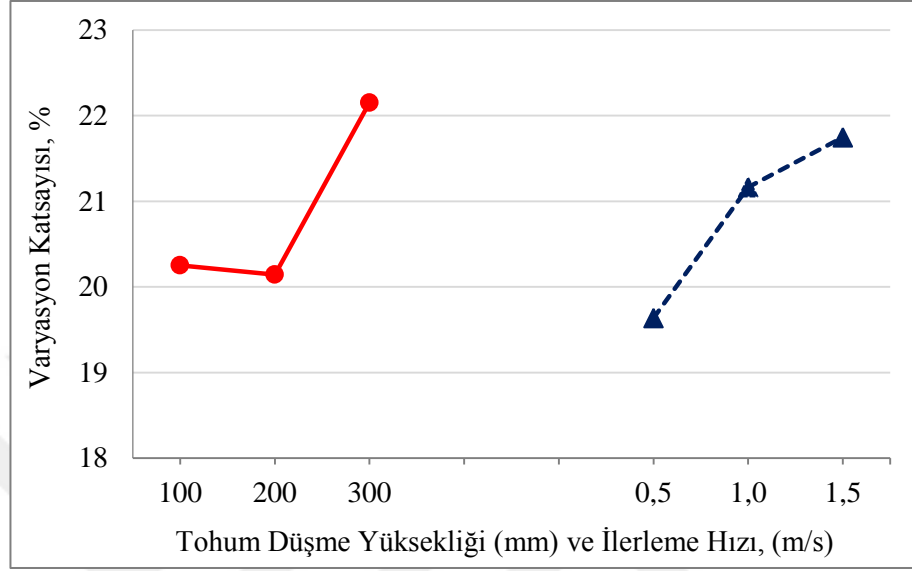
**Şekil 4.4.** 12 kg/da ekim normuna bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi



**Şekil 4.5.** 6 kg/da ekim normuna bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi

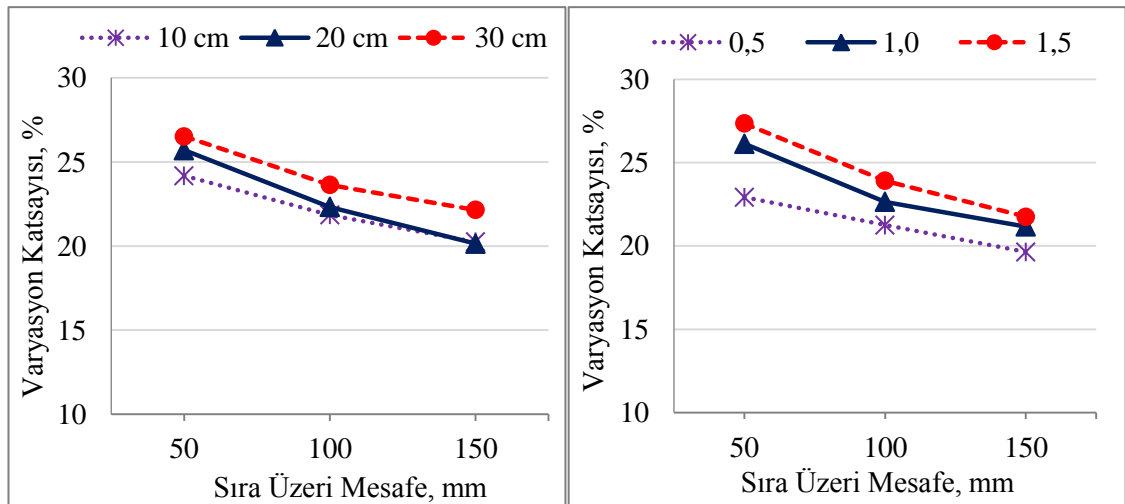
Çizelge 4.7’de verilen 4 kg/da ekim normuna ait varyasyon katsayısı değerlerine göre, 100 ve 200 mm tohum düşme yükseklikleri arasında varyasyon katsayısı azalırken, 200 ve 300 mm tohum düşme yüksekliklerinde artmıştır. Diğer bir deyişle, 4 kg/da (150 mm sıra üzeri mesafede) ekim normunda, tohum düşme yüksekliğine bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi, 6 kg/da ve 12 kg/da ekim normlarına göre farklı olmuştur. İlerleme hızının artması ise varyasyon katsayısını

artırmıştır. Bununla birlikte, tohum düşme yüksekliği ilerleme hızına göre, sıra üzeri mesafenin varyasyonunu daha fazla artırmıştır (Şekil 4.6)



**Şekil 4.6.** 4 kg/da ekim normuna bağlı olarak varyasyon katsayısının değişimi

Şekil 4.7’de ise sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısı genel olarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.7’de verilen tohum düşme yüksekliği – sıra üzeri mesafe grafiğine göre, tohum düşme yüksekliğinin artması genel olarak varyasyon katsayısını artırmıştır. Sıra üzeri mesafenin artması (ekim normunun azalması) ise varyasyon katsayısını azaltmıştır. Aynı şekilde verilen ilerleme hızı – sıra üzeri mesafe grafiğine göre, ilerleme hızındaki artış, sıra üzeri mesafenin varyasyonunu artırmıştır.



**Şekil 4.7.** Sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısının değişimi

#### 4.1.2. Sıradan sapmaya ait sonuçlar

Nohut tohumlarının tek dane ekim ünitesiyle yapılan ekiminde, tohum düşme yüksekliği, ekim normu (sıra üzeri mesafe) ve bant ilerleme hızının (makine ilerleme hızı) sıradan sapmaya etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bu parametrelerin seviyelerine bağlı olarak elde edilen ortalamalar arasında fark olup olmadığını istatistiksel olarak saptamak için uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.9’da verilmiştir. Ayrıca tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızları arasındaki ikili interaksiyonlara ait grafikler Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.8’de verilen sıra üzeri sapmaya ait varyans analizi sonuçlarına göre, tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızının tohumların sıradan sapmasına olan etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Bununla birlikte, tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızı arasındaki ikili interaksiyonlar ve bu parametreler arasındaki üçlü interaksiyonunda etkisi çok önemlidir ( $P<0,01$ ).

**Çizelge 4.8.** Sıradan sapmaya ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
<b>Tohum Düşme Yüksekliği (TDY)</b>	2	162,043	89,584	0,000**
<b>Ekim Normu (EN)</b>	2	175,213	96,865	0,000**
<b>Bant İlerleme Hızı (BİH)</b>	2	188,784	104,367	0,000**
<b>TDY * EN</b>	4	21,161	11,699	0,000**
<b>TDY * BİH</b>	4	19,796	10,944	0,000**
<b>EN * BİH</b>	4	77,551	42,873	0,000**
<b>TDY * EN * BİH</b>	8	10,169	5,622	0,000**
<b>Hata</b>	54	1,809		
<b>Toplam</b>	81			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	80			

Çizelge 4.9’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızında parametrelerin seviyelerine bağlı olarak elde edilen ortalamaların istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Tohum düşme yüksekliğinde en az sapma miktarı 100 mm tohum düşme

yüksekliğinde 3,72 mm olarak saptanmıştır. Bu sapma miktarı %131 artarak 300 mm tohum düşme yüksekliğinde 8,62 mm değerine ulaşmıştır. Aynı çizelgede verilen ekim normunun ait ortalamalar incelendiğinde, ekim normunda (sıra üzeri mesafede) en küçük sapma miktarı 6 kg/da'da elde edilmiştir. Ekim normunda en düşük ile en büyük ortalama sıradan sapma miktarı arasında %109'luk bir artış oluşmuştur.

**Çizelge 4.9.** Sıradan sapmaya ait Duncan testi sonuçları

Tohum Düşme Yüksekliği, mm	Ortalama, mm	Ekim Normu, m/s	Ortalama, mm	Bant İlerleme Hızı, m/s	Ortalama, mm
100	3,72	4	5,16	0,5	3,58
200	6,30	6	4,36	1,0	6,18
300	8,62	12	9,12	1,5	8,87

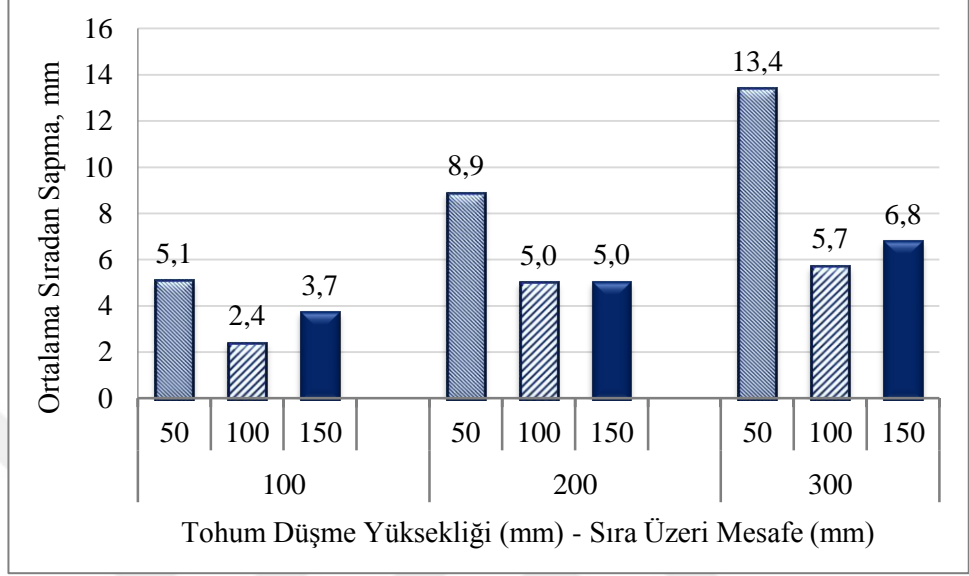
\*: Her bir kısımda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar %95 olasılık seviyesinde önemli değildir.

Ortalama sıradan sapmaya önemli bir etkiye sahip olan diğer bir parametre makine ilerleme hızıdır. Çizelge 4.9'a göre, nohut tohumlarının ekiminde ilerleme hızının artışı sıradan sapmayı olumsuz etkilemiştir. İlerleme hızı artarken, nohutlar tohumlarının sıradan sapma miktarları da artmıştır. En düşük ilerleme hızında (0,5 m/s) en düşük sapma miktarı (3,58 mm) elde edilirken, en büyük sapma miktarı 8,87 mm olarak 1,5 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. En küçük ile en büyük sapma miktarları arasında yaklaşık olarak %148'lik artış meydana gelmiştir. İlerleme hızına bağlı olarak elde edilen sapma oranı, tohum düşme yüksekliği ve ekim normundaki sapma oranıyla karşılaştırıldığında, ilerleme hızının diğer parametrelere göre, nohut tohumların sıradan sapmasına daha fazla etkili olmuştur.

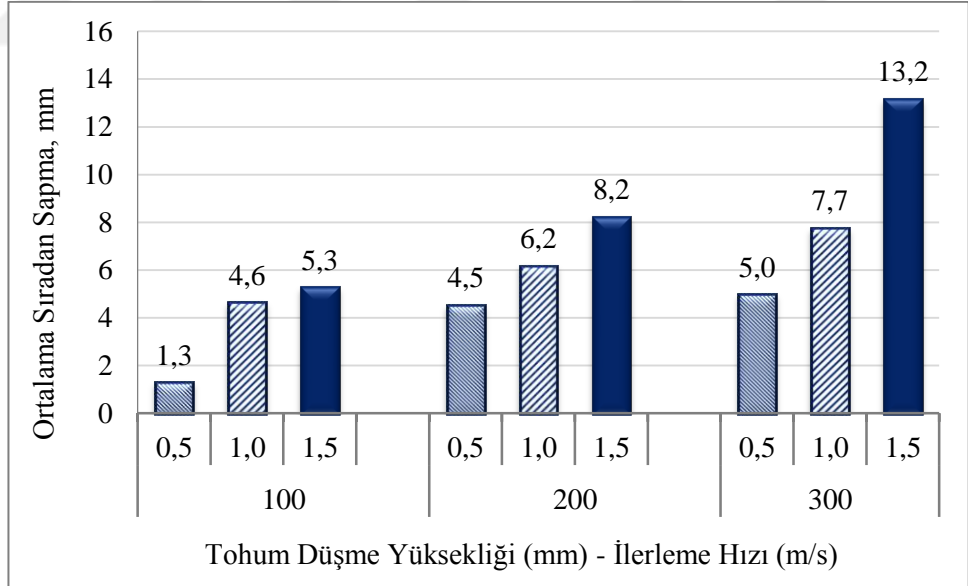
Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızına ait ikili interaksiyon grafikleri verilmiştir. Şekil 4.8'de verilen tohum düşme yüksekliği – ekim normu interaksiyon grafiği incelendiğinde, her bir sıra üzeri mesafede (ekim normunda) tohum düşme yüksekliğinin artışına bağlı olarak sıradan sapmanın artışı görülmektedir. En belirgin artış 12 kg/da ekim normunda (50 mm sıra üzeri mesafede) gerçekleşmiştir. Şekil 4.9'da verilen tohum düşme yüksekliği – ilerleme hızı interaksiyonuna göre, her bir tohum düşme yüksekliğinde ilerleme hızının artması



sıradan sapmayı artırmıştır. En yüksek tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızında en yüksek sapma değeri elde edilmiştir.



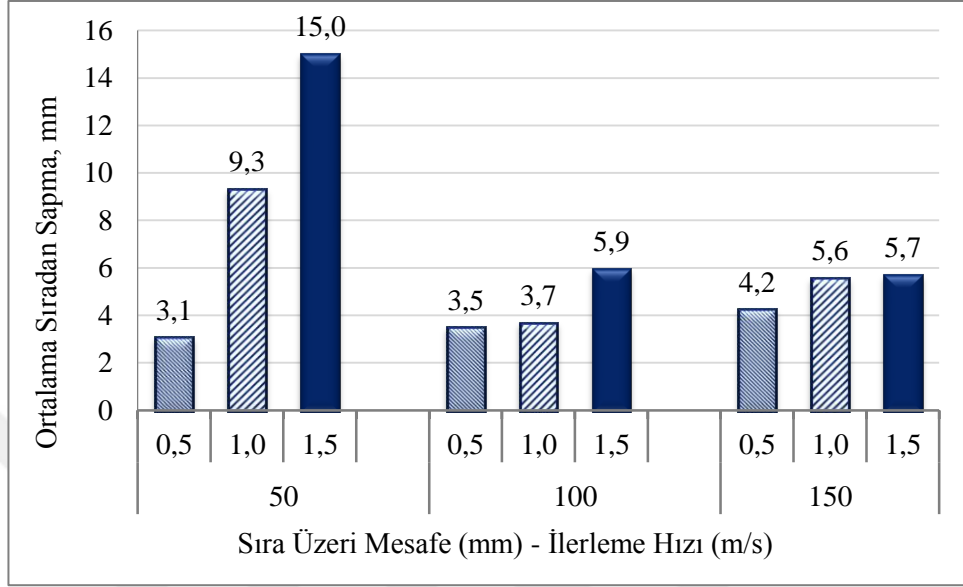
**Şekil 4.8.** Tohum düşme yüksekliği ve ekim normuna göre sıradan sapmanın değişimi



**Şekil 4.9.** Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızına göre sıradan sapmanın değişimi

Şekil 4.10'da ekim normu-ilerleme hızı interaksiyon grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre, ilerleme hızındaki artışın sıradan sapmayı artırdığı görülmektedir. Bununla birlikte aynı durum ekim normu için de söylenebilir. Ekim normunun (sıra üzeri

mesafenin azalmasıyla) artmasıyla sıradan sapma değerlerinin artması, ekim normunun, ilerleme hızıyla olan etkileşiminden kaynaklandığı kanaatindeyiz.



Şekil 4.10. Ekim normu ve ilerleme hızına göre sıradan sapmanın değişimi

## 4.2. Ekici Ünitenin Performansına Ait Sonuçlar

### 4.2.1. Boşluk oranına ait sonuçlar (BO)

Nohut tohumlarının tek dane ekim ünitesiyle yapılan ekiminde, tohum düşme yüksekliği, ekim normu (sıra üzeri mesafe) ve bant ilerleme hızının (makine ilerleme hızı) boşluk oranına etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bu parametrelerin seviyelerine bağlı olarak elde edilen ortalamalar arasında fark olup olmadığını istatistiksel olarak saptamak için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10'a göre, tohum düşme yüksekliğinin ekici plaka deliklerinin boş geçme oranına (boşluk oranı) etkisi önemli ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur. Ekim normu (sıra üzeri mesafe) ve ilerleme hızının etkileri ise çok önemli ( $P < 0,01$ ) olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin interaksiyonları incelendiğinde, sadece ekim normu – ilerleme hızı ikili interaksiyonunun etkisi çok önemli ( $P < 0,01$ ), diğer interaksiyonların ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Boşluk oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Tohum Düşme Yüksekliği (TDY)	2	21,754	3,672	0,032*
Ekim Normu (EN)	2	335,352	56,612	0,000**
Bant İlerleme Hızı (BİH)	2	272,640	46,026	0,000**
TDY * EN	4	4,719	0,797	0,533 <sup>ns</sup>
TDY * BİH	4	2,933	0,495	0,739 <sup>ns</sup>
EN * BİH	4	72,018	12,158	0,000**
TDY * EN * BİH	8	4,829	0,815	0,592 <sup>ns</sup>
Hata	54	5,924		
Toplam	81			
Düzeltilmiş Toplam	80			

Çizelge 4.11’de verilen Duncan testi sonuçlarına göre, 200 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilen boşluk oranını ile 100 mm ve 300 mm tohum düşme yüksekliklerinde elde edilen boşluk oranları arasında istatistiki olarak bir fark yoktur. En büyük ve en küçük tohum düşme yüksekliklerinde elde edilen boşluk oranları ise birbirinden farklıdır. Tohum düşme yüksekliğinin artmasıyla boşluk oranının da arttığı görülmektedir. En düşük boşluk oranı ile en büyük boşluk oranı arasında yaklaşık %32’lik bir artış meydana gelmiştir.

**Çizelge 4.11.** Boşluk oranına ait Duncan testi sonuçları

Tohum Düşme Yüksekliği, mm	Boşluk Oranı, %	Ekim Normu, kg/da	Boşluk Oranı, %	Bant İlerleme Hızı, m/s	Boşluk Oranı, %
100	5,57 b*	4	3,84 c	0,5	3,04 c
200	6,68 ab	6	5,24 b	1,0	7,31 b
300	7,35 a	12	10,52 a	1,5	9,25 a

\*: Her bir kısımda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar %95 olasılık seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 4.11’deki Duncan testi sonuçlarına göre, bütün ekim normlarında elde edilen boşluk oranları istatistiki olarak birbirinden farklıdır. Ekim normunun artmasıyla (sıra üzeri mesafenin azalmasıyla) boşluk oranının da arttığı belirlenmiştir. En düşük

boşluk oranının (% 3,84) elde edildiği 4 kg/da ekim normu ile en büyük boşluk oranının (% 10,52) elde edildiği 12 kg/da ekim normu arasında yaklaşık %174'lük bir artış meydana gelmiştir. Ekim normunun azalmasıyla veya sıra üzeri mesafenin artmasıyla boşluk oranı da azalmıştır.

Çizelge 4.11'e göre, ilerleme hızının artması da boşluk oranını artırmıştır. Boşluk oranı, en düşük ilerleme hızında (0,5 m/s) % 3,04 iken, en yüksek ilerleme hızında (1,5 m/s) %204 artarak % 9,25 oranına ulaşmıştır. Bu sonuçlara göre, nohut tohumunda sıra üzeri boşluk oranını en çok ilerleme hızının etkilendiği ve bunu sırasıyla ekim normu ve tohum düşme yüksekliğinin takip ettiği belirlenmiştir.

#### 4.2.2. İkizlenme oranına ait sonuçlar (İÖ)

Çizelge 4.12'ye göre, tohum düşme yüksekliğinin, ekim normunun ve ilerleme hızının ekici plaka deliklerinin ikizlenme oranına etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Bu parametrelerin interaksiyonları incelendiğinde, tohum düşme yüksekliği – ilerleme hızı ve ekim normu – ilerleme hızı interaksiyonlarının etkisi önemli ( $P<0,05$ ) iken, tohum düşme yüksekliği – ekim normu interaksiyonunun etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. İkizlenme oranına, üçlü interaksiyonun etkisi ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.12.** İkizlenme oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
<b>Tohum Düşme Yüksekliği (TDY)</b>	2	115,803	23,079	0,000**
<b>Ekim Normu (EN)</b>	2	446,267	88,937	0,000**
<b>Bant İlerleme Hızı (BİH)</b>	2	107,118	21,348	0,000**
<b>TDY * EN</b>	4	41,474	8,265	0,000**
<b>TDY * BİH</b>	4	14,073	2,805	0,035*
<b>EN * BİH</b>	4	15,968	3,182	0,020*
<b>TDY * EN * BİH</b>	8	6,392	1,274	0,276 <sup>ns</sup>
<b>Hata</b>	54	5,018		
<b>Toplam</b>	81			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	80			

Parametrelerin seviyelerinin ikizlenme oranlarına olan etkilerini saptamak amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelge 4.13'e göre, tohum düşme yüksekliğinin 200 ve 300 mm seviyelerinde elde edilen ikizlenme oranları arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Ancak 100 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilen ikizlenme oranı değeri hem en düşük değer hem de istatistiki olarak diğer değerlerden farklı bulunmuştur. Tohum düşme yüksekliğinin 100 mm'lik seviyesinde % 3,96 olan ikizlenme oranı, %98'lik bir artışla 300 mm tohum düşme yüksekliğinde % 7,84'e ulaşmıştır.

**Çizelge 4.13.** İkizlenme oranına ait Duncan testi sonuçları

Tohum Düşme Yüksekliği, mm	İkizlenme Oranı, %	Ekim Normu, kg/da	İkizlenme Oranı, %	Bant İlerleme Hızı, m/s	İkizlenme Oranı, %
100	3,96 b*	4	3,67 b	0,5	4,09 b
200	7,17 a	6	4,30 b	1,0	6,95 a
300	7,84 a	12	11,00 a	1,5	7,93 a

\*: Her bir kısımda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar %95 olasılık seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 4.13'e göre, ekim normunun 4 kg/da ve 6 kg/da seviyelerinde elde edilen ikizlenme oranları arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Bununla birlikte, 12 kg/da ekim normunda elde edilen ikizlenme oranı, hem en büyük değer hem de istatistiki olarak diğer değerlerden farklı bulunmuştur. Ekim normunun en düşük seviyesinde (4 kg/da) % 3,67 olan ikizlenme oranı, yaklaşık olarak üç kat artarak 300 mm tohum düşme yüksekliğinde % 11,00'e ulaşmıştır.

Çizelge 4.13'e göre, bant ilerleme hızının (makine ilerleme hızının) 1,0 m/s ve 1,5 m/s seviyelerinde elde edilen ikizlenme oranları arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Bununla birlikte, 0,5 m/s ilerleme hızında elde edilen ikizlenme oranı değeri hem en küçük değer hem de istatistiki olarak diğerinden farklıdır. En düşük ilerleme hızında (0,5 m/s) % 4,09 olan ikizlenme oranı, ilerleme hızının artışıyla birlikte yaklaşık % 94 artmış ve 1,5 m/s ilerleme hızında % 7,93'e yükselmiştir. Bu sonuçlara göre, ekici ünite plakasının ikili veya daha fazla tohumlu geçen deliklerinin oranı % 200'lük bir artışla en fazla ekim normundan diğer bir deyişle sıra üzeri mesafeden etkilenmiştir. Bunu sırasıyla, tohum düşme yüksekliği ve ekim normu takip etmiştir.

#### 4.2.3. Kabul edilebilir tohum aralığına (KETA) ait sonuçlar

Tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve bant ilerleme hızının, ekici ünitenin performans parametrelerinden olan kabul edilebilir tohum aralığı oranına (KETA) etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelge 4.14'e göre, tohum düşme yüksekliğinin, ekim normunun ve ilerleme hızının kabul edilebilir tohum aralığı oranına (KETA) etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Bu parametrelerin interaksyonları incelendiğinde, Tohum düşme yüksekliği – ilerleme hızı ikili interaksyonu ve tohum düşme yüksekliği – ekim normu – ilerleme hızı üçlü interaksyonunun etkisi önemsiz iken, tohum düşme yüksekliği – ekim normu ve ekim normu – ilerleme hızı interaksyonlarının etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur.

**Çizelge 4.14.** Kabul edilebilir tohum aralığı oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
<b>Tohum Düşme Yüksekliği (TDY)</b>	2	237,313	21,106	0,000**
<b>Ekim Normu (EN)</b>	2	1564,112	139,107	0,000**
<b>Bant İlerleme Hızı (BİH)</b>	2	723,405	64,337	0,000**
<b>TDY * EN</b>	4	51,746	4,602	0,003**
<b>TDY * BİH</b>	4	18,187	1,618	0,183 <sup>ns</sup>
<b>EN * BİH</b>	4	155,420	13,823	0,000**
<b>TDY * EN * BİH</b>	8	20,497	1,823	0,093 <sup>ns</sup>
<b>Hata</b>	54	11,244		
<b>Toplam</b>	81			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	80			

Parametrelerin seviyelerinin kabul edilebilir tohum aralığı oranına olan etkilerini saptamak amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çizelge 4.15'e göre, tohum düşme yüksekliğinin 100 ve 200 mm'lik seviyelerinde elde edilen KETA değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Ancak 300 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilen KETA değeri hem en yüksek hem de istatistiki olarak diğer değerlerden farklı bulunmuştur. 100 mm tohum düşme yüksekliğinde % 84,81 olan KETA, tohum düşme yüksekliğinin artışıyla % 6,6'lık bir

artışla, 300 mm tohum düşme yüksekliğinde % 90,46'ya ulaşmıştır. Tohum düşme yüksekliğinin artmasıyla KETA değeri azalmıştır.

**Çizelge 4.15.** Kabul edilebilir tohum aralığı oranına (KETA) ait Duncan testi sonuçları

Tohum Düşme Yüksekliği, mm	KETA, %	Ekim Normu, kg/da	KETA, %	Bant İlerleme Hızı, m/s	KETA, %
100	90,46 a*	4	92,49 a	0,5	92,86 a
200	86,09 b	6	90,46 b	1,0	85,68 b
300	84,81 b	12	78,41 c	1,5	82,82 c

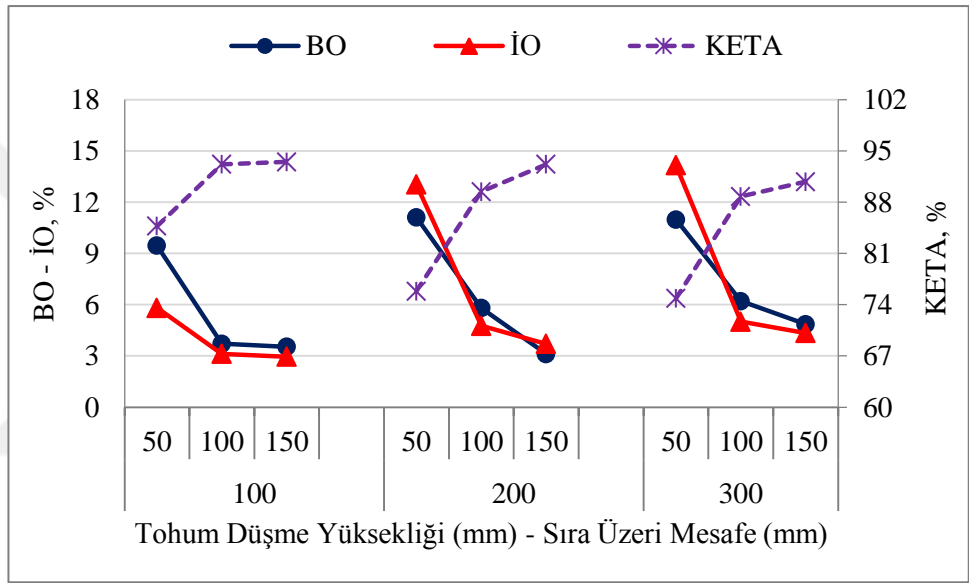
\*: Her bir kısımda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar %95 olasılık seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 4.15'de KETA için verilen ekim normu sonuçlarına göre, ekim normunun bütün seviyelerinde elde edilen KETA değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Ekim normunun artmasıyla (sıra üzeri mesafenin azalmasıyla) KETA azalmıştır. Buna göre, en düşük KETA değeri 12 kg/da ekim normunda elde edilirken, en büyük değer 4 m/s ekim normunda elde edilmiştir. KETA değerleri 12 kg/da (50 mm sıra üzeri mesafe) ekim normunda % 78,41 iken, yaklaşık %18'lik bir artışla 4 kg/da (150 mm sıra üzeri mesafe) ekim normunda %92,49 değerine ulaşmıştır.

Çizelge 4.15'te KETA için verilen bant ilerleme hızı (makine ilerleme hızı) sonuçlarına göre, ilerleme hızının bütün seviyelerinde elde edilen KETA değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Bant ilerleme hızının artmasıyla KETA azalmıştır. Buna göre, en düşük KETA değeri 1,5 m/s ilerleme hızında elde edilirken, en büyük değer 0,5 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. KETA değerleri 0,5 m/s ilerleme hızında % 92,86 iken, yaklaşık %10,8'lik bir azalışla 1,5 m/s ilerleme hızında % 82,82'ye düşmüştür.

Nohut tohumlarının tek dane ekim ünitesiyle yapılan ekiminde, ekici ünitenin performansının değerlendirilmesinde kullanılan boşluk oranı (BO), ikizlenme oranı (İO) ve kabul edilebilir tohum aralığı oranının (KETA), tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızı interaksiyonlarına bağlı olarak değişimi Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'te gösterilmiştir. Şekil 4.11'de verilen tohum düşme yüksekliği – sıra üzeri mesafe (ekim normu) grafiğine göre, her bir tohum düşme yüksekliğinde sıra üzeri mesafe

artıkça (ekim normu azaldıkça) boşluk ve ikizlenme oranları azalmıştır. Boşluk ve ikizlenme oranlarının azalışına bağlı olarak KETA değerleri de artmıştır. Tohum düşme yüksekliğinin bütün seviyelerinde boşluk ve ikizlenmenin minimum olduğu noktalarda KETA maksimum olmuştur. Genel olarak KETA değerleri, tohum düşme yüksekliğinin artışına bağlı olarak azalmıştır. En büyük KETA, % 93,5 olarak 100 mm tohum düşme yüksekliğinde 150 mm sıra üzeri mesafede elde edilmiştir. Tohum düşme yüksekliği ve sıra üzeri mesafeye bağlı olarak, boşluk ve ikizlenme oranları aynı yönde değişmiştir.

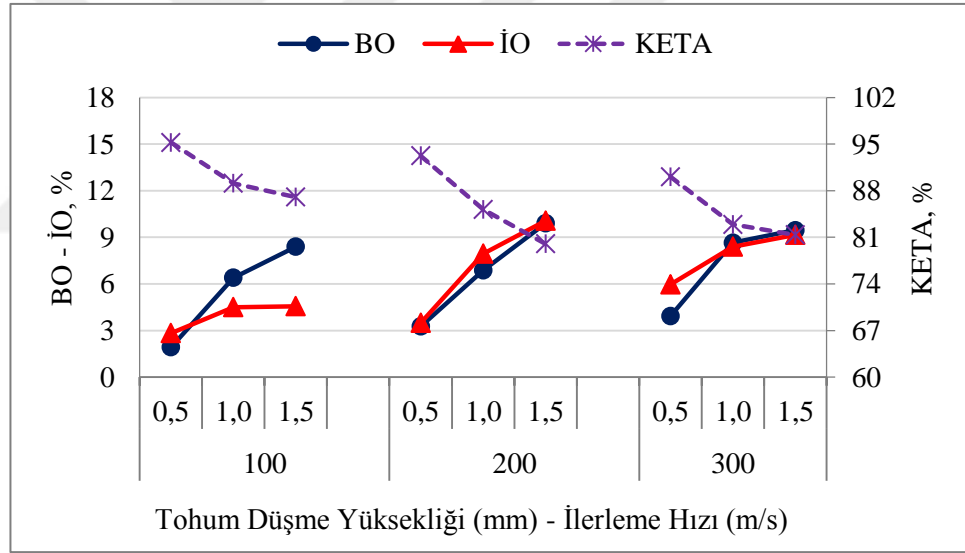


**Şekil 4.11.** Tohum düşme yüksekliği – sıra üzeri mesafe interaksiyonuna bağlı olarak BO, İO ve KETA'nın değişimi

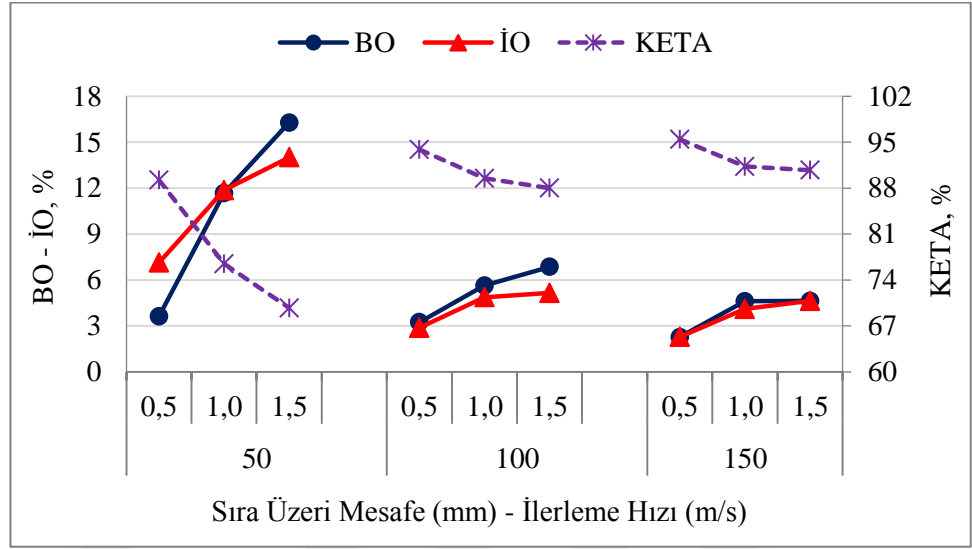
Şekil 4.12'de verilen tohum düşme yüksekliği – ilerleme hızı grafiğine göre, her bir tohum düşme yüksekliğinde ilerleme hızı artıkça boşluk ve ikizlenme oranları da artmıştır. Boşluk ve ikizlenme oranlarının artışına bağlı olarak KETA değerleri azalmıştır. Tohum düşme yüksekliğinin bütün seviyelerinde boşluk ve ikizlenmenin minimum olduğu noktalarda KETA maksimum olmuştur. Boşluk ve ikizlenmenin minimum olduğu noktalar genel olarak her bir tohum düşme yüksekliğinde ilerleme hızının 0,5 m/s olduğu noktalardır. Genel olarak KETA değerleri, tohum düşme yüksekliğinin artışına bağlı olarak azalmıştır. En büyük KETA, % 95,24 olarak 100 mm tohum düşme yüksekliğinde ve 0,5 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının artışına bağlı olarak, boşluk ve ikizlenme oranları aynı yönde değişmiştir.



Şekil 4.13'te verilen sıra üzeri mesafe (ekim normu) – ilerleme hızı interaksiyon grafiğine göre, her bir sıra üzeri mesafede ilerleme hızı artıkcı boşluk ve ikizlenme oranları da artmıştır. Ancak boşluk ve ikizlenme oranları sıra üzeri mesafenin artışına bağlı olarak azalmıştır. Boşluk ve ikizlenme oranlarının artışına bağlı olarak KETA değerleri azalmıştır. En küçük KETA değeri % 69,7 olarak 50 mm sıra üzeri mesafede ve 1,5 m/s ilerleme hızında elde edilirken, en büyük KETA, % 95,45 ile 150 mm tohum düşme yüksekliğinde ve 0,5 m/s ilerleme hızında saptanmıştır. BO, İO ve KETA'da en büyük değişim 50 mm sıra üzeri mesafede gerçekleşmiştir. Boşluk ve ikizlenmenin minimum değerleri genel olarak her bir sıra üzeri mesafede (ekim normunda) ilerleme hızının 0,5 m/s olduğu noktalardır. Genel olarak KETA değerleri, sıra üzeri mesafenin artışına bağlı olarak artarken, ilerleme hızının artışında azalmıştır.



Şekil 4.12. Tohum düşme yüksekliği – bant ilerleme hızı interaksiyonuna bağlı olarak BO, İO ve KETA'nın değişimi



Şekil 4.13. Sıra üzeri mesafe – bant ilerleme hızı interaksyonuna bağlı olarak BO, İO ve KETA'nın değişimi

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Nohut tohumlarının tek dane ekim ünitesiyle laboratuvar ortamında yapılan ekiminde, tohum düşme yüksekliği, ekim normu (veya sıra üzeri mesafe) ve bant ilerleme hızının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve bu parametrelerin seviyelerinde elde edilen ortalamaların farklı olup olmadığını saptamak için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.1 – 4.15 arasında sunulmuştur.

Analizler, farklı ekim normlarının (veya sıra üzeri mesafelerin) kullanılmasından dolayı her bir ekim normu için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bütün ekim normlarında (sıra üzeri mesafelerde) Tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızının, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkileri 4 kg/da ekim normundaki ilerleme hızının etkisi hariç istatistiksel olarak çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Bu ekim normunda ilerleme hızının sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne etkisi önemsizdir. Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızı interaksiyonunun etkisi 12 kg/da ekim normunda çok önemli ( $P<0,01$ ) iken, 6 ve 4 kg/da ekim normlarında önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur.

Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü için gerçekleştirilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en büyük ekim normunda (12 kg/da) hem tohum düşme yüksekliği hem de ilerleme hızında ortalamaların tamamı birbirinden farklı iken, 6 ve 4 kg/da ekim normlarında bu parametrelerin sadece en büyük seviyelerinde elde edilen ortalamalar diğerlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bununla birlikte, 4 kg/da ekim normunda hem 0,5-1,0 m/s hem de 1,0-1,5 m/s arasında fark yoktur. Ancak 0,5 ve 1,5 m/s'de elde edilen ortalamalar birbirinden farklıdır. Tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde kullanılan varyasyon katsayısı da bu sonuçları destekler niteliktedir.

Varyasyon katsayısının hesaplanmasında ve değerlendirilmesinde Kachman and Smith (1995)'in bildirdiği kriterler dikkate alınmıştır. Kachman and Smith (1995), tarla şartlarında ölçülen sıra üzeri aralığının kabul edilebilir tohum aralığında olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada, sıra üzeri mesafeye ait varyasyon katsayısı değerleri laboratuvar koşullarına göre yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, varyasyon katsayısı değerleri bütün ekim normlarında, tarla şartlarında kabul edilen varyasyon katsayısının

üst sınırının (%29) altındadır. Hem tohum düşme yüksekliğinde hem de ilerleme hızında meydana gelen artış sıra üzeri varyasyon katsayısını artırmıştır. Varyasyon katsayısı, ekim normunun (veya sıra üzeri mesafenin azalması) artmasıyla da artmıştır. En büyük ekim normunda (12 kg/da) (50 mm sıra üzeri mesafe de) en büyük varyasyon oluşurken, en küçük normda (4 kg/da) en küçük varyasyon katsayısı değeri elde edilmiştir.

Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının artmasıyla, bütün ekim normlarında ortalama sıra üzeri mesafe artmıştır. Teorik sıra üzeri mesafeye en yakın değerler 100 mm tohum düşme yüksekliğinde ve 0,5 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. Karayel (2005) tek dane ekim makinalarıyla farklı tohum düşme yüksekliğine sahip ekici ayaklar (Diskli, çapa ve balta ekici ayak) ile gerçekleştirdiği ekim işleminde sıra üzeri dağılım düzgünlüğünde en iyi değerleri, en küçük tohum düşme yüksekliğine sahip olan (140 mm) balta ekici ayakta elde etmiştir. Bu çalışmada da, nohut tohumu için seçilen üç farklı yükseklik değerinde, en iyi değerlerin 100 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilmesi Karayel (2005)'in yaptığı çalışmayla paralellik göstermektedir.

Piyasada kullanılan ekici ayaklar, farklı yüksekliklerde imal edildiği için tohumların düşme yükseklikleri de değişmektedir. Farklı yüksekliklerdeki ekici ayakların imalatı araştırmanın temelini oluşturmuştur. Ancak, bu araştırmada ekici ayak kullanılmayıp, laboratuvar ortamında tohumların farklı yüksekliklerden düşürülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Tohumların çiziye düşürülmesi sırasında çizideki yuvarlanma ve sıçramalardan dolayı yeri değişmektedir. Bu yer değiştirme tohumlar arasındaki mesafenin de değişmesine neden olmaktadır. Wanjura and Hudspeth (1969) ve Parish and Bracy (2003) yaptıkları laboratuvar deneylerinde ve Kuş (2014) gerçekleştirdiği tarla deneylerinde, tek dane ekim makinalarında tohumların düşme yüksekliğinin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü bozduğunu bildirmişlerdir.

Nohut tohumlarının tek dane ekim ünitesiyle ekiminde, ilerleme hızının artması sıra üzeri mesafeleri artırarak tohum dağılım düzgünlüğünün bozulmasına neden olmuştur. Tarla şartlarında sıra üzeri mesafelerin artması, tohumların çizi içerisinde yuvarlanma ve sürüklenmelerinden dolayı yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır (Kuş, 2014). Laboratuvar ortamında yapışkan bant üzerinde gerçekleştirilen bu

çalışmada, bant yüzeyine sürülen gresten dolayı tohumların yuvarlanma ve sürüklenmesinin önüne geçilmiştir. Ancak farklı tohum düşme yüksekliklerinde tohumların serbest olarak düşürülmesi ve ilerleme hızının da bu düşüşe olan etkisi tohumların ötelenmesine ve sıra üzeri mesafelerinin değişmesine neden olmuştur. Bu değişim, ekim normunun artmasıyla da artmıştır. Wanjura and Hudspeth (1968) tek dane ekim makinasıyla pamuk ekiminde hızdaki değişkenliğin tohum dağılım düzgünlüğünün göstergesi olan varyasyon katsayısını etkilediğini bildirmektedir. Kachman and Smith (1995) ise yine pamuk ekiminde kullandıkları 0,9, 1,6 ve 2,2 m/s ilerleme hızlarında teorik sıra üzeri mesafeye en yakın değeri, en düşük ilerleme hızında (0,9 m/s) elde etmeleri bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Karayel ve Özmerzi (2001)'de ilerleme hızındaki artışın sıra üzeri mesafeleri artırdığını bildirmişlerdir. İlerleme hızının sıra üzeri tohum mesafesini bozduğunu bildiren diğer bir çalışmada Ivancan *et al.* (2004) tarafından yapılmıştır. Singh *et al.* (2005)'de ilerleme hızının artmasıyla ilgili laboratuvar ortamında gerçekleştirdiği çalışmasında, sıra üzeri mesafenin bozulduğunu ve teorik mesafeden uzaklaştığını belirtmişlerdir.

Tohum düşme yüksekliğinin en küçük (100 mm) ve en büyük (300 mm) seviyelerinde elde edilen ortalama değerler arasındaki artış oranı, 4, 6 ve 12 kg/da ekim normları için sırasıyla, % 3,6, % 7,3 ve % 10 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç gösteriyor ki, ekim normunun artmasıyla, tohum düşme yüksekliğinin sıra üzeri mesafeye etkisi de artmaktadır. Aynı durum ilerleme hızında da gerçekleşmiştir. İlerleme hızının en küçük (0,5 m/s) ve en büyük (1,5 m/s) seviyelerinde elde edilen ortalama değerler arasındaki artış oranı, 4, 6 ve 12 kg/da ekim normları için sırasıyla, % 4,2, % 7,7 ve % 22 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar ekim normuna bağlı olarak ilerleme hızının da artması sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü bozmaktadır. Bu oranlardan çıkarılan diğer bir sonuç, ilerleme hızının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü daha büyük miktarda etkilediğidir. Önal *et al.* (2012) laboratuvar çalışmalarında yaptıkları pamuk ekiminde sıra üzeri mesafenin 100 mm olması durumunda 1,5 m/s ilerleme hızının uygun olduğunu, sıra üzeri mesafenin 50 mm olması durumunda ise ilerleme hızının 1,0 m/s düşürülmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Bracy *et al.* (1999) 6 farklı sıra üzeri mesafe kullanarak gerçekleştirdiği çalışmasında, tek dane ekim makinasıyla en küçük sıra üzeri mesafeyi 40 mm ve en büyük mesafeyi

ise 280 mm olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, sıra üzeri varyasyon katsayısının 40 – 150 mm aralığında azalırken, 150 mm'den sonra tekrar artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Raoufat and Mahmoodieh (2005) ise mısır ekiminde % 24 ile % 28 arasında belirledikleri sıra üzeri varyasyon katsayısıyla, bu çalışmadan elde edilen aralık (% 20,85 – % 25,47) benzerlik göstermektedir.

Nohut tohumlarının tek dane ekim ünitesiyle yapılan ekiminde, tohum düşme yüksekliği, ekim normu (sıra üzeri mesafe) ve yapışkan bant ilerleme hızının (makine ilerleme hızı) tohumların sıradan sapmasına olan etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Ayrıca bu parametrelerin ikili interaksyonları ile üçlü interaksyonunun nohutların sıradan sapmasına olan etkisi de çok önemlidir. Parametrelerin sıradan sapma ortalamalarına etkisini belirlemek amacıyla duncan testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre, tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızının bütün seviyelerinde elde edilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının artmasıyla ortalama sıradan sapmada artmıştır. Ayrıca ekim normundaki artış da (sıra üzeri mesafedeki azalış) sıradan sapma miktarını artırmıştır. Sonuç olarak en küçük sapma miktarları; 100 mm tohum düşme yüksekliğinde, 6 kg/da ekim normunda (100 mm sıra üzeri mesafede) ve 0,5 m/s ilerleme hızında sırasıyla, 3,72, 4,36 ve 3,58 mm olarak elde edilmiştir.

En küçük tohum düşme yüksekliğindeki sıradan sapma miktarı 3,72 mm iken, en büyük yükseklikte ortalama sapma 4,90 mm daha artarak 8,62 değerine ulaşmıştır. Aynı şekilde en küçük ve en büyük değerler arasındaki ortalama sapma miktarında meydana gelen artış, ekim normunda 4,76 mm iken, ilerleme hızında 5,29 mm olarak gerçekleşmiştir. Ekim normundaki en küçük sapma miktarı tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının aksine, en küçük ekim normunda (4 kg/da) değil, 6 kg/da ekim normunda elde edilmiştir. Bu değerlere göre, sıradan sapmaya en büyük etkiyi ilerleme hızı yaparken, bunu sırasıyla tohum düşme yüksekliği ve ekim normu takip etmektedir. Bununla birlikte, ekim normunun sıradan sapma üzerine etkisiyle ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada ekim normunun sıradan sapmaya olan etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunması, tohum düşme yüksekliği ve ilerleme hızının etkisinden kaynaklandığı kanaatindeyiz. Çünkü sıradan sapmaya ilişkin, varyans analizi sonuçlarındaki tohum düşme yüksekliği-ekim normu ve

ilerleme hızı-ekim normu interaksiyon sonuçları ile bu interaksiyonlara ait Şekil 4.8 ve 4.10 incelendiğinde, tohum düşme yüksekliğinin ve ilerleme hızının, ekim normuna (sıra üzeri mesafeye) bağlı olarak sıradan sapmaya etkisi daha iyi anlaşılacaktır. Kuş (2014) mısır ve ayçiçeği tarla şartlarında gerçekleştirdiği ekim işleminde, tohum düşme yüksekliğinin ve ilerleme hızının sıradan sapma miktarını önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir. Yazar çalışmasında, tarla şartlarında ekim esnasında tohumların çizi tabanına düşmeden kenarda kalmasının, ekim derinliğini değiştirdiği için düşey tohum dağılımının bozulmasına neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Karayel (2005) tek dane ekim makinasında farklı ekici ayaklar (balta, çapa ve diskli) kullanarak gerçekleştirdiği mısır ve karpuz ekiminde, en az sıradan sapmayı, yüksekliği az olan balta ekici ayakta elde etmiştir.

Ekici performansının değerlendirilmesinde, teorik sıra üzeri mesafesinin 1,5 katından büyük tohum aralıkları boşluk, 0,5 katı ve daha küçük aralıklar ise ikizlenme olarak bilinmektedir. Nohut tohumlarının tek dane ekici üniteyle ekiminde, ekici ünite performansını belirlemek için tohum ekici plaka deliklerinin boş geçme (boşluk) ve iki veya daha fazla tohumlu (ikizlenme) geçen delik sayıları belirlenmiştir. Her bir parametre için boşluk ve ikizlenme yapan delik oranlarına bağlı kabul edilebilir tohum aralığı oranları belirlenmiştir. Boşluk oranına ait varyans analizi sonuçlarına göre, tohum düşme yüksekliğinin etkisi önemli ( $P<0,05$ ) iken, ekim normu ve ilerleme hızının etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. İkizlenme oranında ise bütün parametrelerin etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur.

Boşluk oranında, Duncan testine göre yapılan değerlendirme de ise 100 ve 300 mm tohum düşme yüksekliklerinde elde edilen boşluk oranları birbirinden farklı iken, 100-200 mm ve 200-300 mm tohum düşme yüksekliklerinde elde edilen değerler arasında fark yoktur. İkizlenme de ise 200 ve 300 mm tohum düşme yüksekliklerinde bulunan değerler arasında istatistiki olarak fark yokken, 100 mm'de elde edilen boşluk oranı istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır. Tohum düşme yüksekliğinin artışı hem boşluk hem de ikizlenme oranını artırmıştır. En düşük tohum düşme yüksekliğinde (10 mm) elde edilen en az boşluk oranı ile bu değere en yakın boşluk oranının elde edildiği 200 mm'lik tohum düşme yüksekliği arasında iki katından fazla bir artış meydana gelmiştir. Bu tohum düşme yüksekliklerinde elde edilen ikizlenme oranları arasında da

yaklaşık iki katlık bir fark vardır. Bu oranlar dikkate alındığında, nohut tohumu için ekim işleminin 100 mm tohum düşme yüksekliğinde gerçekleştirilmesi yaşam alanı açısından uygun olacaktır. Kuş (2014) mısır tohumlarının 120, 180 ve 240 mm tohum düşme yüksekliklerinde tarla şartlarında 206 mm sıra üzeri mesafede gerçekleştirdiği ekim işleminde en düşük boşluk ve ikizlenme oranlarını 180 mm’de elde etmiştir. Bu çalışma da ise en düşük değerler 100 mm tohum düşme yüksekliğinde elde edilmiştir. İki denem arasındaki farklılığın nedeni, Kuş (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın tarla şartlarında farklı toprak işleme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bracy *et al.* (1999) tohum düşme yüksekliğinin sıra üzeri mesafeleri değiştirdiğini bildirmiştir.

Bütün ekim normlarında elde edilen boşluk oranları istatistiki olarak birbirinden farklıdır. İkizlenme oranlarında ise 4 kg/da ve 6 kg/da ekim normlarında elde edilen ortalama oranlar arasında istatistiksel olarak fark yok iken, 12 kg/da ekim normunda elde edilen oran, 4 kg/da ve 6 kg/da’daki oranlardan farklı bulunmuştur. Ekim normunun artmasıyla (sıra üzeri mesafenin azalmasıyla) hem boşluk oranı hem de ikizlenme oranı artmıştır. En küçük ekim normunda (4 kg/da) % 3,84 olan boşluk oranı, % 178 artarak 12 kg/da ekim normunda % 10,52’ye ulaşmıştır. İkizlenmede ki artış oranı % 200’dür. Sıra üzeri mesafesindeki değişim ikizlenme oranını daha fazla artırmıştır. Boşluk ve ikizlenme oranlarının artması kabul edilebilir tohum aralığı oranının (KETA) azalması anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle, ekim işleminde birim alandaki boşluk ve ikizlenmenin artması, o alandaki bitkilerin yaşam alanının bozulması anlamına gelmektedir. Ekim normu ile ilgili sonuçlara göre, nohut tohumları için uygun ekim normunun 4 kg/da ve 6 kg/da olabileceği anlaşılmaktadır. Bracy *et al.* (1999) dar sıra üzeri mesafelerde yapılan ekimde kötü bir tohum dağılımı elde edildiğini ve sıra üzeri mesafenin artırılmasıyla tohum dağılımının iyileştiğini bildirmişlerdir.

Ekici plakalarda tohumların tutulmasına (ekici ünitenin performansına) etkili önemli bir parametre de ilerleme hızıdır. Parametrelerin seviyelerine bağlı olarak elde edilen boşluk ve ikizlenme oranlarının birbirinde farklı olup olmadığını tespit etmek amacıyla Dunca testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre, boşluk oranlarının tamamı istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. İkizlenme oranlarında ise 0,5 m/s ilerleme hızında elde edilen değer, 1,0 ve 1,5 m/s’de elde edilen değerlerden farklı



çıkılmıştır. En az boşluk ve ikizlenme oranları, 0,5 m/s'de sırasıyla, % 3,04 ve % 4,09 olarak gerçekleşmiştir. En fazla boşluk ve ikizlenme oranları ise en büyük ilerleme hızında (1,5 m/s) sırasıyla, % 9,25 ve % 7,93 olarak elde edilmiştir. Karayel ve ark. (2004) laboratuvar koşullarında farklı vakum basınçlarıyla gerçekleştirdiği mısır deneyinde en yüksek boşluk ve ikizlenme oranını sırasıyla, %11 ve %9 olarak belirlemişlerdir. Raoufat and Mahmoodieh (2005) geleneksel toprak işlemeli tarla şartlarında gerçekleştirdiği mısır ekiminde, boşluk oranını % 40 ve ikizlenme oranını ise % 4 olarak belirlemişlerdir. İlerleme hızının artmasıyla boşluk oranında meydana gelen artış oranı, Ögüt (1991) ve Barut (1996) tarafından laboratuvarda yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. İlerleme hızına bağlı olarak, boşluk oranındaki artış miktarı % 204 iken, ikizlenme oranındaki artış miktarı yaklaşık % 94 kadardır. Bu da göstermektedir ki ilerleme hızı, ekici plaka deliklerinin boş geçme sayısını artırarak sıra üzeri mesafede daha çok boşluğa (teorik mesafenin 1,5 katından büyük tohum aralıklarına) neden olmuştur. Ekim işleminde sıra üzeri mesafede boşluk ve ikizlenmenin yüksek olması bitkilerin yaşam alanının kötüleştiği anlamına gelmektedir. Ancak, Nafziger (1996) mısır tohumlarıyla gerçekleştirdiği çalışmasında, boşluk oranındaki azalış ve ikizlenme oranındaki artışın verimde artışa neden olduğunu belirtmektedir. Bu sonuçlara göre nohut tohumlarının ekiminde düşük ilerleme hızlarında çalışılması yaşam alanı kalitesini artıracaktır. Barut ve Özmerzi (2004) ilerleme hızının artışına bağlı olarak, bu çalışmanın aksine boşluk oranlarının azaldığını bildirmişlerdir. Ancak, Ivancan *et al.* (2004) ve Sing *et al.* (2005) ilerleme hızının artmasıyla boşluk oranlarının arttığını bildirmişlerdir.

Ekici ünitenin performansını gösteren diğer bir kriter kabul edilebilir tohum aralığı oranıdır (KETA). Tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve bant ilerleme hızının, nohut tohumlarının kabul edilebilir tohum aralığı oranına etkisi çok önemli ( $P<0,01$ ) olarak belirlenmiştir. Duncan testinde ise bütün ekim normu ve ilerleme hızı seviyelerinde elde edilen KETA değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı iken, tohum düşme yüksekliğinde sadece 300 mm'de elde edilen KETA değeri diğerlerinden farklı bulunmuştur. Bununla birlikte, tohum düşme yüksekliğinin atması KETA değerini azaltmıştır. Aynı şekilde, ekim normu ve ilerleme hızının artmasıyla da KETA değerleri azaltmıştır. En yüksek KETA değerleri, 100 mm tohum düşme yüksekliği, 4 kg/da ekim

normu ve 0,5 m/s ilerleme hızında sırasıyla, % 90,46, % 92,49 ve % 92,86 olarak elde edilirken, en düşük değerler, 300 mm tohum düşme yüksekliği, 12 kg/da ekim normu ve 1,5 m/s ilerleme hızında sırasıyla, % 84,81, % 78,41 ve % 82,82 olarak belirlenmiştir. Her bir parametrede KETA'ya ait en büyük ve en küçük oranlar arasındaki fark incelendiğinde, KETA'yı en çok etkileyen ekim normu (sıra üzeri mesafe) olmuştur. Ekim normunun artışı (sıra üzeri mesafenin azalışı) KETA'yı azaltmıştır. Bunu sırasıyla ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliği takip etmektedir. Kuş (2014) 120, 180 ve 240 mm tohum düşme yüksekliğinde gerçekleştirdiği mısır ekiminde en düşük KETA'yı % 79 olarak 240 mm tohum düşme yüksekliğinde elde etmiştir. Raoufat and Mahmoodieh (2005) ise geleneksel toprak işleme koşullarında yapılan mısır ekiminde % 56'lık bir KETA değeri elde etmiştir. Bracy *et al.* (1999) dar sıra aralıklarında boşluk ve ikizlenme artışı için KETA'nın azaldığını bildirmiştir. Ayrıca, Kuş (2014) ayçiçeğinde 400 mm ve mısırdaki 206 mm sıra üzeri mesafede gerçekleştirdiği ekim işleminde ilerleme hızındaki artışın KETA değerlerini azalttığını bildirmiştir.

Bu çalışmada, nohudun tek dane ekiminde farklı tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızının ekim kalitesi ve ekici ünite performansı üzerindeki etkisine ait sonuçlar sunulmuştur. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, tohum düşme yüksekliği, ekim normu ve ilerleme hızının yüksek olması durumunda ekim kalitesinin ve ekici ünite performansının kötüleştiği tespit edilmiştir. İyi bir ekim işlemi için bu parametrelerin düşük seviyelerinin tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Nohut tohumları ülkemizde daha çok mekanik tahıl ekim makinalarıyla ekilmektedir. Mekanik tahıl ekim makinalarıyla gerçekleştirilen ekim işleminde sıra üzeri mesafe belli olmadığı için seyreltme ve bakım işleminden dolayı işçilik masrafları da artmaktadır. Nohut tohumlarının ekiminde iyi bir yaşam alanı ve gelişme periyodunda ihtiyaç duyulan bakım işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için tek dane ekim makinalarıyla ekilmesi kolaylık sağlayacaktır. Ancak, üreticilerin nohudu genel olarak dar aralıklarda ekmek istemeleri ve tek dane ekim makinalarının hem pahalı hem de daha fazla teknik bilgi gerektirmesi bu tohumların ekiminde mekanik tahıl ekim makinalarının kullanılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, nohut tohumlarının tek dane ekim makinasıyla ekimi bu çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Yapılan çalışma gösterdi ki nohut tohumlarının tek dane ekiminde uygun işletme parametrelerinin

(zellikle düşük çalışma hızında) seçilmesi durumunda dar aralıklarda da ekilebildiği gösterilmiştir. Sonuç olarak parametrelerin, nohudun tohumlarının ekim kalitesi ve ekici ünite performansına olan etkilerini birlikte değerlendirmek amacıyla bütün sonuçlar izelge 5.1’de bir arada sunulmuştur. Nohudun tek dane ekiminde izelge 5.1’de verilen sonuçlarda renklendirilerek gösterilen uygunluk derecesinin dikkate alınması bu makinaların kullanıcıları açısından fayda sağlayacağı düşünmektedir.



**Çizelge 5.1.** Araştırmada sonuçlarına bağlı olarak elde edilen uygunluk tablosu\*

Bağımsız Değişkenler		Bağımlı Değişkenler				
		Sıra Üzeri Mesafe, mm	Sıradan Sapma, mm	Boşluk Oranı, %	İkizlenme Oranı, %	KETA, %
Tohum Düşme Yüksekliği, mm	100	C**	C	B	B	A
	200	B	B	AB	A	B
	300	A	A	A	A	B
Ekim Normu, kg/da	4	C	B	C	B	A
	6	B	C	B	B	B
	12	A	A	A	A	C
İlerleme hızı, m/s	0,5	C	C	C	B	A
	1,0	B	B	B	A	B
	1,5	A	A	A	A	C

\* : Sonuçların harflerle gösteriminde çoklu karşılaştırma testi ve/veya varyasyon katsayısı sonuçları dikkate alınmıştır.

\*\* : “C” en küçük ve “A” en büyük değeri göstermektedir.



1.derece uygun



2.derece uygun

## KAYNAKLAR

- Acar, A.İ., 2001. Pnömatik Hassas Ekim Makinalarında Tohumların Tutulmasına Bazı Parametrelerin Etki Derecelerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3), 142-148.
- Acar, A.İ. ve Çolak, A., 2001. Pnömatik Hassas Ekim Makinalarında Bazı Tohumların Delik Çaplarına ve Vakum Değerlerine Göre Tutulma Yüksekliklerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(4), 83-90.
- Ahmadi, E., Ghassemzadeh, H.R., Moghaddam, M. and Kim, K., 2008. Development of a Precision Seed Drill for Oilseed Rape. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 32, 451-458.
- Anonymous, 2012. SPSS 20 for Windows Evaluation Version. (SPSS Inc., Illinois, USA).
- Anonymous, 1999. Lentils/chick peas, lentils: Situation and Outlook. Bi-weekly Bulletin, Vol 12. No:9, Canada.
- ASAE STANDART, 2005. Food and Process Engineering. Moisture Measurement Unground Grain and Seeds.
- Aviara, N.A. and Haque, M.A., 2000. Moisture Dependence of Density, Coefficient of Friction and Angle of Repose of Guna Seed and Kernel. *Journal of Engineering Applications*, 2(1), 44-53.
- Barut, Z. B. ve Özmerzi, A., 1994a. Domates tohumunun hava akımlı ekim makinası ile doğrudan ekim olanakları. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*, Antalya, 67-75.
- Barut, Z. B. ve Özmerzi, A., 1994b. Hava emişli bir hassas ekici düzenin mısır, pamuk ve susam tohumu ekim başarısı üzerine bir araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*, Antalya, 76-87.

- Barut, Z. B., 1996. *Farklı Tohumların Ekiminde Kullanılan Düşey Plakalı, Hava Emişli Hassas Ekici Düzenin Uygun Çalışma Koşullarının Saptanması*. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 157.
- Barut, Z. B. ve Özmerzi, A., 1997. Hava akımlı hassas ekim makinalarında tohum plakası delik şeklinin ekim düzgünlüğüne etkisi. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi*, Tokat, 474-484.
- Barut, Z.B. and Özmerzi, A., 2004. Effect of Different Operating Parameters on Seed Holding in the Single Seed Metering Unit of Pneumatic Planter. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 28, 435-441.
- Barut, Z. B. ve Akbolat, D., 2005. Tarla Koşullarında Tohum Plakası Delik Şekillerinin Bitki Dağılımı Düzgünlüğü ve Verime Etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 1(2), 101-108.
- Barut, Z. B. ve Yiğit, K., 2008. Design of Electronic-Based Measurement System for Seed Spacing Measurement in Precision Planters. *10<sup>th</sup> International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, Antalya, 146-151.
- Bozdoğan A.M., 2008. Seeding Uniformity for Vacuum Precision Seeders, *Scientia Agricola*, 65, 318-322.
- Bracy, R.P., Parish, R.L. and McCoy, J.E., 1999. Precision Seeder Uniformity Varies With Theoretical Spacing. *Horttechnology*, 9(1), 47-50.
- Brooks, D. and Church, B., 1987. Drill Performance Assessment: A Changed Approach. *British Sugar Beet Review*, 55(4), 50-51.
- De, D., 1989. Flow Behaviour of Chemical Fertilizer as Affected by Their Properties. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 42, 235-249.
- Delikkaya, T., Erdem, G., 2001. Pnömatik Sarımsak Dikim Makinalarında Dikim Parametrelerinin Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi*, Şanlıurfa, 191-196.

- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>, Chickpeas Production. (Erişim Tarihi: 24.06.2019).
- Gökçebay, B., 1986. *Tarım Makinaları I*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 979, Ankara, 395.
- Güler, İ. E., 2011. Erzurum Yöresinde Nohut Tarımının Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(4), 91-98.
- Haciseferoğulları, H., 2005. Vakumlu Tip Pnömatik Hassas Ekim Makinası ile Şeker Pancarı Ekiminde Sıra Üzeri Bitki Dağılım Düzgünlüğü Ve Tarla Çıkış Oranları Üzerine Ekim Mesafelerinin ve İlerleme Hızlarının Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(35), 30-40.
- Heege, H.J., 1993. Seeding Method Performance for Cereals, Rape and Beans. *Transactions of the ASAE*, 36(3), 653 – 661.
- Hofman, V., 1988. Maximum Yields Need Accurate Planting. *The Sunflower*, 14(1), 10-11.
- Hollowell, W., 1992. Drill Performance Assessments. *British Sugar Beet Review*, 50(3), 13-15.
- ISO, 1984. *Sowing Equipment* – Test Methods. Part I: Single Seed Drills, 7256/1.
- Ivancan, S., Sito, S. and Fabijanac, G., 2004. Effect of Precision Drill Operating Speed on the Intra-Row Seed Distribution for Parsley. *Biosystems Engineering*, 89(3), 373-376.
- Jain, R.K., Bal, S. 1997. Physical Properties of Pearl Millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66, 85-91.
- Jasa, P.J. and Dickey, E.C., 1982. Tillage Factors Affecting Corn Seed Spacing. *Transactions of the ASAE*, 25(6), 1516-1519.

- Kachman, S.D. and 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. ve Özmerzi, A., 2000. Düşey plakalı hava emişli bir hassas ekim makinasının bazı sebze tohumları için laboratuvar ve tarla koşullarında sıra üzeri tohum dağılım değerlerinin karşılaştırılması. *Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi*, Erzurum, 153-158.
- Karayel, D. ve Özmerzi, A., 2001. Hava Emişli Bir Tek Dane Ekici Düzen ile Kavun ve Hıyar Ekiminde Sıra Üzeri Uzaklık ve İlerleme Hızının Ekim Düzgünlüğüne Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 63-67.
- Karayel, D., Barut, Z.B. and Özmerzi, A., 2004. Mathematical Modelling of Vacuum Pressure on a Precision Seeder, *Biosystem Engineering*, 87(4), 437 – 444.
- Karayel, D., 2005. *Hassas Ekimde Farklı Tip Gömücü Ayak ve Derinlik Ayar Sistemlerinin Ekim Kalitesine Etkisi*. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya. 172.
- Kepner, R., A., Barger, E., L., 1980. *Principles of Farm Machinery*. AVI Prab., USA 571.
- Kılıç, T., 1997. *Türkiye’de Yemelik Baklagil Üretim Tüketim Ticaret ve Dışsatım Pazarlama Yapısı*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD., Basılmamış Y. Lisans Tezi, Adana. 82.
- Konak, M., Demir, F., and Haciseferoğulları, 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.
- Kuş, E., 2014. *Pnömatik Hassas Ekim Makinalarında Tohum Düşme Yüksekliği ve İlerleme Hızının Geleneksel ve Azaltılmış Toprak İşleme Şartlarında Ekim Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi*. Doktora Tezi (Basılmamış) Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 179.



- Küsmenoğlu, İ., Meyveci, K., 1996. Chickpea in Turkey. Adaptation of Chickpea in West Asia and North Africa Region. Edit: N.P. Saxena, M.C. Saxena, C. Johansen, S. M. Virmani, H. Haris. *Icrisat-Icarda*. 67-84.
- Mohsenin, N.N. 1980. *Physical Properties of Plant and Animal Material*. New York: Gordon and Breach, 891.
- Mutaf, E., 1984. *Tarım Alet ve Makinaları*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 218, İzmir, 463.
- Nafziger, E.D., 1996. Effects of Missing and Two Plant Hills on Corn Grain Yield. *Journal of Production Agriculture*, 9 (2), 238-240.
- Ogunjimi, L.A.O., Aviara, N.A. and Aregbesola, O.A., 2002. Some Engineering Properties of Locust Bean Seed. *Journal of Food Engineering*, 55, 95-99.
- Öğüt, H., 1991. Türk-Koop Pnömatik Hassas Ekim Makinasında Mısır için Optimum İlerleme Hızı ve Sıra Üzeri Aralığın Belirlenmesi. *Journal of Agriculture and Forestry*, 15, 423-431.
- Önal, İ., 1975. Bir Pnömatik Hassas Ekim Makinası ile Mısır Tohumunun Ekim Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *T.B.T.A.K V. Bilim Kongresi*.
- 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).
- Önal, Ö. ve Önal, İ., 2009. Development of a Computerized Measurement System for In-Row Seed Spacing Accuracy. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 33, 99 – 109.
- Önal, İ., Yazgı Gücüyen, A. and Değirmencioğlu, A., 2009. Performance of the metering unit and soil engaging components of a direct seeding machine. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 5(3), 291-302.
- Önal, İ., 2011. *Ekim Bakım ve Gübreleme Makinaları*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 623.

- Önal, İ., Değirmencioğlu, A and Yazgı, A. 2012. An Evaluation of Seed Spacing Accuracy of a Vacuum Type Precision Metering Unit Based on Theoretical Considerations and Experiments. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 36, 133-144.
- Özmerzi, A., Yıldız, O., Kürklü, A., Ertekin, C., Külçü, R., 2004. *Tarım Makinaları İçin Mühendislik El Kitabı*. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İstanbul, 614.
- Panning, J.W., Kocher, M.F., Smith, J.A. and Kachman, S.D., 2000. Laboratory and Field Testing of Seed Spacing Uniformity for Sugarbeet Planters. *Applied Engineering in Agriculture*, 16(1), 7-13.
- Parish, R.L., Bergeron, P.E. and Bracy, R.P., 1991. Comparison of Vacuum and Belt Seeders for Vegetable Planting. *Applied Engineering in Agriculture*, 7(5), 537-540.
- Parish, R.L. and Bracy, R.P., 2003. An Attempt to Improve Uniformity of a Gaspardo Precision Seeder. *Horttechnology*, 13(1), 100-103.
- Pellet, P., 1988. İnsan beslenmesinde mercimek ve nohudun yeri. *Herkes İçin Mercimek Sempozyumu*, Ankara, 37-135.
- Raoufat, M.H. and Mahmoodieh, R.A., 2005. Stand Establishment Responses of Maize to Seedbed Residue, Seed Drill Coulters and Primary Tillage Systems. *Biosystems Engineering*, 90(3), 261-269.
- Saxena, R.C. and Varma, S., 1973. Effect of Moisture on the Flow Characteristics of Granular Fertilizer. *Technology*, 10(1-2), 42-45.
- Searle, C.L., Kocher, M.F., Smith, J.A. and Blankenship, E.E., 2008. Field Slope Effect of Uniformity of Corn Seed Spacing for Three Precision Planter Metering Systems. *Applied Engineering in Agriculture*, 24 (5), 581-586.
- Singh, R.C., Singh, G. and Saraswat, D.C., 2005. Optimizing of Design and Operational Parameters of Pneumatic Seed Metering Device for Planting Cottonseeds. *Biosystem Engineering*, 92 (4), 429 – 438.

- Speelman, L., 1979. *Features of a Reciprocating Spout Broadcaster in the Proces of Granular Fertilizer Application*. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, Netherlands, 217.
- Staggenborg, S. A., Taylor, R. K. and Maddux, L. D., 2004. Effect of Planter Speed and Seed Firmers on Corn Stand Establishment. *Applied Engineering in Agriculture*, 20 (5), 573–580.
- Taşer, Ö.F., Altuntaş, E. and Özgöz, E., 1997. Pnömatik hassas ekim makinasında titreşimin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, Tokat, 476-473.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=1006](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1006). Tarımsal Alet ve Makine İstatistikleri. (Erişim Tarihi: 25.06.2019).
- Ülger, P., Güzel, E., Eker, B., Pınar, Y., Kayışoğlu, B., Akdemir, B., Bayhan, Y., Sağlam, C., 2002. *Tarım Makinaları İlkeleri*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 29, Tekirdağ, 448.
- Wanjura, D.F., and Hudspeth, E.B., 1968. Metering and Seed-Pattern Characteristics of a Horizontal Edge-Drop Plate Planter. *Transactions of the ASAE*, 11(4), 468-473.
- Wanjura, D.F., and Hudspeth, E.B., 1969. Performance of Vacuum Wheels Metering Individual Cottonseed. *Transactions of the ASAE*, 12(6), 775-777.
- Yaldız, O., İnan, Ö. ve Aydemir, O., 1994. Antalya yöresi koşullarında farklı pamuk ekim yöntemlerinin karşılaştırılması. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, Antalya, 98-106.
- Yazgı, A. 2013. Pnömatik Tek Dane Ekim Makinalarında Ekici Plaka Konumunun Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (3), 251-260.

- Yalçın, H., A. Yazgı, E. Aykas, E. 2013. Yerli Yapım Baltalı Tip Tek Dane Ekim Makinalarının Laboratuvar ve Tarla Koşullarında Ayçiçeği Ekim Performansının Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9(3), 231-238.
- Yıldırım, Y., ve Kuş, E., 2016. Ekici Makaralarda Farklı Oluk Çap ve Derinliklerinin Soya Tohumunun Akış Düzensizliğine Etkileri. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, 12(2), 127 – 132.
- Zaidi, M.A., Tabassum, M.A., Khan, A.S. and Hashmi, A.H., 1998. Development of Pneumatic Row-Crop Planter in Pakistan. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 29(1), 13-16.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Muhammed Emin GÜNAL 20.05.1985 tarihinde Iğdır'a bağlı Mezra Köyünde doğdu. İlkokullu köyden, orta ve lise öğrenimini Iğdır'da tamamladı. 2008 yılında, Iğdır Üniversitesi Meslek Yüksek Okulunda Elektrik Teknikeri, 2010 da Açık Öğretim Fakültesinde, İşletme Bölümü, 2011 Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde, Makine Mühendisliği Bölümünde yükseköğrenimine başladı ve 2014 yılında mezun oldu. 2016'da da Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı.

