T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PNÖMATİK TEK DANE EKİM MAKİNASINDA ELEKTRİKLİ HAREKET SİSTEMİNİN SIRA ÜZERİ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNE ETKİSİ

Metin Kadir TOROSOĞLU

Ağustos-2019

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

PNÖMATİK TEK DANE EKİM MAKİNASINDA ELEKTRİKLİ HAREKET SİSTEMİNİN SIRA ÜZERİ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNE ETKİSİ

Metin Kadir TOROSOĞLU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makineleri Teknolojisi ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cevat AYDIN

2019, 102 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Cevat AYDIN
Prof. Dr. Hidayet OĞUZ
Dr. Öğr. Üyesi Osman ÖZBEK

Bu çalışmada pnömatik tek dane ekim makinasında elektrikli hareket sisteminin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi araştırılmıştır. Çalışmada hareketini elektrik motorundan alan pnömatik tek dane makinası ile hareketini tahrik tekerleğinden alan pnömatik tek dane mekanik ekim makinası kullanılmıştır. Denemeler hem laboratuvarda hem de tarlada geçekleştirilmiştir. Mısır tohumuyla laboratuvarda farklı sıra üzeri mesafede (100 mm, 150 mm, 160 mm ve 200 mm) ekim denemeleri yapılmıştır. Ayçiçeği tohumuyla da yine laboratuvarda farklı sıra üzeri mesafede (250 mm, 300 mm) ekim denemeleri yapılmıştır. Tarlada ise her iki ekim makinesinde 1.67 m/s ilerleme hızında mısır için 150 mm, ayçiçeği için 250 mm aralıklarında ekim işlemi yapılmıştır. Ölçümler, ekim sonrası rastgele seçilen 5 metrelik uzunluklarda 3'er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ve tarlada her iki ekim makinasına ait verilere göre sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü ile ilgili ortalama, standart sapma, KETA, İO, BO ve varyasyon katsayısı ile tarla çıkış dereceleri belirlenmiştir.

Elektrikli hareket sistemine sahip olan ekim makinasında 1.67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm mesafede ekilen mısır tohumunun laboratuvar denemelerinde KETA (%) oranı 95.67 iken tarlada % 100 olarak belirlenmiştir. Yine aynı ekim makinası ile aynı ilerleme hızında 250 mm mesafede ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun laboratuvarda KETA oranı 98.45 iken tarlada % 100 olarak belirlenmiştir. Hareketini tahrik tekerleğinden alan pnömatik mekanik ekim makinası ile 1.67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede ekimi yapılan mısır tohumunun laboratuvarda KETA oranı 93 iken tarlada % 98.07 olarak belirlenmiştir. Mekanik ekim makinası ile 250 mm sıra üzeri mesafede ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun laboratuvarda KETA oranı 95.2 iken, tarlada bu oran % 100 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak bu iki ekim makinası ile yapılan ekim denemelerinde kabul edilebilir tohum aralığının 93-100 aralığında değiştiği görülmüştür. Tarla filiz çıkış derecelerinin de hem mısır hem de ayçiçeği bitkisinin % 96'nın üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği, elektrik motor, mekanik, mısır, pnömatik ekim makinası, tek dane

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECT OF THE ELECTRIC DRIVE SYSTEM ON IN-ROW SEED DISTRIBUTION UNIFORMITY FOR PNEUMATIC PRECISION PLANTER

Metin Kadir TOROSOĞLU

The Graduate School of Natural and Applied Science of Selçuk University. The Degree of Master of Science in Department of Agricultural Machinery Technology and Engineering

Advisor: Prof. Dr. Cevat AYDIN

2019, 102 Pages

Jury

Prof. Dr. Cevat AYDIN

Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

Dr. Lecturer Osman ÖZBEK

In this study, the aim is to investigate the effect of the system of electric drive in the pneumatic precision seeder on the orderliness of seed distribution on each row. A pneumatic precision seeder driven by an electric motor and a pneumatic mechanical seeder driven by a wheel were used in the study. The trials were conducted both in a laboratory and in the field. Planting trials were carried out in the laboratory using corn seeds with different seed distance (100 mm, 150 mm and 200 mm). And again, planting trials were conducted in the laboratory using sunflower seeds with different seed distances (250 mm and 300 mm), while the planting process was carried out in the field with both the machines at a speed of 1.67 m/s and at a seed distance of 150 mm for corn and at a seed distance of 250 mm for sunflower. The measurements were conducted on patches of 5 meters randomly chosen after planting with three repetitions. According to the data from both machines both in the laboratory and in the field, the mean value, standard deviation, KETA, IO, BO, variation coefficient and field output grades concerning seed orderliness on each row were identified.

The rate of KETA (%) for corn seeds planted at a speed of 1.67 m/s and with a seed distance of 150 mm using a precision seeder that had an electric drive system was 95.67 in the laboratory, while it was 100% in the field. Also the rate of KETA (%) for sunflower seeds planted at the same speed and with a seed distance of 250 mm was 98.45 in the laboratory, while it was 100% in the field. The rate of KETA (%) for corn seeds planted at a speed of 1.67 m/s and with a seed distance of 150 mm using pneumatic mechanical seeder driven by wheel was 93% in the laboratory, while it was 98.07% in the field. The KETA rate sunflower seeds planted at a seed distance of 250 mm using a mechanical seeder was 95.2 in the laboratory, while it was 100% in the field. As a conclusion, it was seen that the acceptable distance between seeds varied between 93 and100 in the planting trials in which these two seeders were used. It was also observed from field output grades that both corn and sunflower plants had a germination rate of 96%.

Keywords: corn seed, electric drive, mechanical, planter, precision seeder, sunflower seed.

ÖNSÖZ

Tez konumun seçiminden araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar her konuda bana katkılarından dolayı saygıdeğer danışmanım Sayın Prof. Dr. Cevat AYDIN'a, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Atölyesi çalışanlarına, tez çalışmamda bana sağladıkları gerekli ekipman, maddi ve manevi destekleri için Ateşpar Ltd. Yönetim Müdürü Sayın Ahmet BÜYÜKATEŞLİ'ye, Genel Müdür Yardımcısı Sayın Mehmet ASLANTAŞ'a, değerli mesai arkadaşlarıma, bana verdikleri emeklerinden dolayı sevgili aileme ve çalışmamda bana yardımcı olan arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Metin Kadir TOROSOĞLU

KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **x**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xii**

1 GİRİŞ **1**

2 KAYNAK ARAŞTIRMASI **6**

3 MATERYAL VE YÖNTEM **19**

3.1 Materyal 19

3.1.1 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası 20

3.1.2 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası 23

3.2 Yöntem 30

3.2.1 Laboratuvar deneyleri 30

3.3 Verilerin Toplanması ve İstatistik Analizi 36

4 ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **39**

4.1 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları 39

4.2 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları 42

4.3 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları 46

4.4 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları 47

4.5 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları 49

4.6 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laborauvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları 51

4.7 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s - 1.67 m/s ilerleme hızında ve 150-200 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları 53

4.8 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s - 1.67m/s 150-200 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları 54

4.9 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları 56

4.10 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim çalışması 57

4.11 Tarla Filiz Çıkış Derecesinin (TFÇD) Belirlenmesi 59

4.11.1 Mısır ve ayçiçeği bitkisinin tarla filiz çıkış derecesinin (TFÇD) belirlenmesi 59

4.12 Ekim Faktörlerinin Birbiriyle Karşılaştırma Sonuçları 61

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER 69

5.1 Sonuçlar 69

5.2 Öneriler 71

6 KAYNAKLAR 73

7 EKLER 79

8 ÖZGEÇMİŞ 89

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler ve Kısaltmalar

CV	: Varyasyon katsayısı (%)
KEBA	: Kabul edilebilir bitki aralığı (%)
KETA	: Kabul edilebilir tohum aralığı (%)
TFÇD	: Tarla filiz çıkış derecesi (%)
Vm	: Makine ilerleme hızı (m/s)
Vp	: Ekici disk çevre hızı (m/s)
Z	: anma ekim aralığı (cm)
cm	: santimetre
m/s	: metre/saniye
km/h	: kilometre/saat
V	: Volt
N.m.	: Newton.metre
A	: Amper
Kg	: Kilogram
İ.O.	: İkizlenme oranı (%)
B.O.	: Boşluk oranı (%)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Diskli tip gömücü ayaklı düzen 19

Şekil 3.2. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasının tarla ekim uygulaması ...20

Şekil 3.3. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasında mekanik hareket iletim sistemi 21

Şekil 3.4. Pnömatik tek dane ekim makinasında kullanılacak elektrikli hareket sistemi blok şeması 23

Şekil 3.5. Pnömatik makinadaki diskli düzeni hareket ettiren elektrikli motor 24

Şekil 3.6. Elektrik motorun kontrol ünitesi 24

Şekil 3.7. Kontrol monitörü 25

Şekil 3.8. GPS alıcısı 27

Şekil 3.9. Kabinde yer alan tablet 28

Şekil 3.10. Tarlada pnömatik ekim makinası ile ekim işlemi 31

Şekil 3.11. Tarlada ekim işlemi sonrası tohum kontrolü....32

Şekil 3.12. Tarlada ekim işlemi sonrası tohum ekim düzgünlüğünün belirlenmesi....33

Şekil 3.13. Tarlada tohum aralıklarının ölçülmesi 33

Şekil 3.14. Tarlada mısır bitkisinin çıkış aralıklarının ölçülmesi 34

Şekil 3.15. Ölçümü yapılan mısır tarlası....35

Şekil 3.16. Tarlada ayçiçeği bitkisinin çıkış aralıklarının ölçülmesi 35

Şekil 3.17. Ölçüm yapılan ayçiçeği tarlası....36

Şekil 4.1. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 100, 150, 160 ve 200 mm sıra üzeri mesafelerinde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçlarının KETA, İO, BO ve CV oranları....41

Şekil 4.2. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve 100 , 150, 160 ve 200 mm sıra üzeri mesafelerinde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçlarının KETA, İO, BO ve CV oranları....44

Şekil 4.3. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 ile 300 mm'de ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçlarının KETA, İO, BO ve CV oranları....47

Şekil 4.4. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s hızında ve 250 ile 300 mm'de ayçiçeği tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları....49

Şekil 4.5. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları....51

Şekil 4.6. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları....52

Şekil 4.7. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ekimi yapılan mısır tohumlarının 150 ve 200 mm'de KETA, İO ve BO oranları....54

Şekil 4.8. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ayçiçeği tohumlarının 250mm ve 300 mm'de KETA, İO ve BO oranları. 55

Şekil 4.9. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarla ve laboratuvarda 1,67m/s 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları 57

Şekil 4.10. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri ekim mesafesinde KETA, İO, BO ve CV oranları. 59

Şekil 4.11. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında ekimi yapılan mısır ve ayçiçeği bitkilerinin tarla filiz çıkış dereceleri.....60

Şekil 4.12. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan mısır tohumunun deneme sonuçlarının karşılaştırılması 62

Şekil 4.13 Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun KETA, İO, BÖ ve CV oranları 63

Şekil. 4.14. Elektrikli veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında mısır tohumlarının KETA, İB, BO ce CV oranları.....64

Şekil 4.15. Elektrik motor veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında ayçiçeği tohumlarının KETA, İB, BO ce CV oranları.....65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Sıra üzeri tohum ve bitki aralığına göre dağılım sınıflandırılması ve tanımlamaları 17

Çizelge 2.2. Kabul edilebilir tohum aralık oranları ile ikizlenme ve boşluk oranları ve değerlendirilmeleri 18

Çizelge 3.1 Mekanik hareket sistemli pnömatik tek dane 6 sıralı ekim makinasının teknik özellikleri 22

Çizelge 3.2. Yaygın olarak kullanılan bazı hızların dönüşümleri 28

Çizelge 3.3 Elektrikli hareket sistemli tek dane 6 sıralı ekim makinesinin teknik özellikleri 29

Çizelge 4.1. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları 40

Çizelge 4.2. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları 43

Çizelge 4.3. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları 46

Çizelge 4.4. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları 48

Çizelge 4.5. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları 50

Çizelge 4.6. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları 52

Çizelge 4.7. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s-1.67 m/s 150-200 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları 53

Çizelge 4.8. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s - 1.67 m/s ilerleme hızında ve 150-200 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları 55

Çizelge 4.9. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarla ve laboratuvarda 1,67m/s 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim sonuçları 56

Çizelge 4.10. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim sonuçları 58

Çizelge 4.11. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla ekilen mısır bitkisinin Tarla filiz çıkış derecesi sonuçları 60

Çizelge 4.12. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan mısır tohumunun deneme sonuçlarının karşılaştırılması 61

Çizelge 4.13. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun deneme sonuçlarının karşılaştırılması 62

Çizelge 4.14. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla tarlada ekimi yapılan mısır tohumunun sonuçlarının karşılaştırılması 63

Çizelge 4.15. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla tarlada ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun sonuçlarının karşılaştırılması 64

1 GİRİŞ

Dünya'da günümüzden 300 yıl öncesine kadar tarım, makineler olmaksızın elle yapılmaktaydı. Ancak James Cook (1785) tarafından yapılan ekim makinalarının ilk model çalışmalarından başlayarak günümüzdeki kullanılan hassas ekim makinalarının gelişim sürecine kadar uzanmıştır. Bu süreç içerisinde bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte ABD ve Avrupa'da 1920'li yıllarda hassas ekim makinalarıyla ilgili çalışmalar yer almıştır. Hassas ekim makinalarıyla ilgili 1924 yılında 100 civarında patentin alındığı rapor edilmiştir (Önal, 1996).

Doğada gelişigüzel gerçekleşen tohumun toprağa gömülmesi işleminin aksine özellikle kültür bitkilerinde tohum ve bitkilerin topraktaki besin maddeleri ile CO2 ve güneş ışığı gibi büyüme etkili faktörlerden eşit yararlanabilmesi için belli bir düzen ve sırayla ekime ihtiyaç duyulmaktadır (Deligönül, 1994).

Tarımda kullanılan yöntemler ve teknolojik gelişimler ekimi yapılan bitkinin cinsine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Genel olarak ekim yöntemleri serpme ve sıravari olarak gruplandırılmaktadır. Tohum ekiminde kullanılan en eski yöntem olan serpmede tohumlar avuca alınarak toprağa saçılır. Bu yöntemle tohum toprakta düzgün dağılım göstermez ve %25-30 daha fazla tohum kullanılır (Keskin ve Erdoğan, 1992).

Günümüzde tek dane ekici sisteme sahip ekim makinelerinin sıravari ekici düzenlere sahip olanlara göre daha az tohum tüketimi sağlamasının yanında ekim derinliği sabit olup bitkiler için uygun yaşam alanının oluşmasına imkan sağlar (Mutaf, 1984).

Tek dane ekici düzene sahip makineler mekanik ve pnömatik olarak ikiye aryılır. Bu ekim makinaları yapısal özellikleri yönünden birbirinden farklılık gösterir. Mekanik ekici düzene sahip makineler yer çekimi kuvveti etkisiyle ekim yaparken pnömatik ekici sisteme sahip olanlar ise pozitif veya negatif hava basınç prensibiyle çalışır (Çiftçi, 1989).

Tarımda ekim makinalarından beklenen özellikler özetle şöyledir; toprakta oluşturulan sıralar arasındaki uzaklıkları ve atılan tohumlarda eşit olmalıdır. Atılan tohum miktarı ekim süresinde aynı olmalı, sıra üzerinde düzgün dağılmalı, istenilen derinlikte ve eşitlikte olmalı, tohumlarda zedelenme olmamalı, tohum sandığı ve ekici düzenler kolay temizlenebilir ve maliyeti düşük olmalıdır (Keskin ve Erdoğan, 1992).

Sıravari ekim ise farklı çeşit ve büyüklükteki tohumların, birbirine paralel ve sıralara düzgün şekilde ayarlanabilen makinalarla yapılır. Her türlü bitki tohumunu ekebilecek özellik ve tipte makineler geliştirilmiştir (Yiğit, 2006).

Ekimi yapılan tohumların uygun şartlar altında çimlenip büyümesi için gerekli olan en önemli sıra arası ve üzeri uzaklık faktörleridir. Tohum sıraları arasındaki uzaklığın gerekenden az olması durumunda bitki yaşam alanları daralır ve fazla olması durumunda ise bitki araları daha fazla otlanır. Sıra arası uzaklığın azalması durumunda yabancı otlarla yapılan mücadele de azalır. Birim alandaki verim artışını sağlayan faktörlerden birisi ekim kalitesi diğeri de optimum yaşam alanın varlığıdır. Diğer yandan sıra üzeri mesafenin az olması durumunda çapalama yöntemiyle seyreltmeye ihtiyaç duyulur. Buna karşılık mesafenin uzun olması ise birim alandaki bitki sayısının azalmasına ve buna bağlı olarak verimin düşmesine neden olmktadır (Harrison ve ark., 2008; Karagülmez ve ark., 2018).

Kültür bitkilerinin ekimindeki sıra arası ve sıra üzeri düzgünlüğün önemli bir yer tuttuğu ve mısır bitkisinin erken dönemlerinde bitki boyundaki tek düzeliğin verimi %5 oranında artırdığı rapor edilmiştir (Gil ve Carnasa, 1996). Yine yapılan başka bir çalışmada mısır bitkisinin sıra üzeri uzaklık değişimlerinin standart sapmasında meydana gelen farklılıkların verimi azalttığı görülmüştür (Lauer ve Rankin, 2004).

Dünya üzerinde üretilen mısır bitkisi çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Bunlar; hayvan yemi (%60), insanlar için doğrudan besin kaynağı (%20), işlenmiş gıda (%10), ve tohumluk ve diğer tüketimler (%10) şeklindedir. Mısırın geri kalmış veya az gelişmiş ülkelerde büyük çoğunluğu insan besin kaynağı olarak kullanılırken, gelişmiş ülkelerde mısırın büyük bir oranı hayvanlar için yem olarak kullanılmaktadır. Dünya'da kullanım

çeşitliliğinin artması, nüfus artışı, işlenmiş ürünlerdeki talep artışı, hayvansal üretim artışı ve endüstriyel olarak sanayideki işlenme oranının artışı gibi faktörlere bağlı olarak mısır üretiminde artış sağlanmıştır (Bilgiç ve ark., 2012).

Ülkemizde de buğday ve arpadan sonra en çok üretilen tahıl mısır olmuştur. Asya kıtasındaki gelişmekte olan ülkelerde buğday ve çeltikten sonra mısır yer alırken, Afrika ve latin Amerika'da mısır üretimi ilk sırada yer alır. Ülkemizde son yıllarda mısır üretimindeki teşvikler, daha verimli çeşitlerin geliştirilmesi, su ve gübrenin etkili kullanılması, ekim mekanizmalarındaki teknolojik gelişme ve pazarlama kolaylığı gibi nedenlerle ekim alanları ve üretiminde önemli derecede artışlar görülmüştür. Bütün bunlara bağlı olarak 2012 yılı itibariyle ülkemizin kendine yeterlilik durumu % 80'ler civarına çıkmıştır (Bilgiç ve ark., 2012).

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 2017 yılı faaliyet raporunda mısır ve ayçiçeği tohumluklarındaki yerli çeşit oranları artırılarak çalışmaya devam edildiği kullanılan ayçiçeği çeşitlerinin % 8'inin yerli çeşidimiz olduğu belirtilmiştir. Yine ülkemiz için stratejik önemi olan 25 ürün içinde ayçiçeği bulunmaktadır. Ülkemizde çeşitli ürünlerin ekim alanları, üretim miktarları ve verimiyle ilgili hasat gerçekleşmeden birkaç ay öncesinden agrometeorolojik modeller ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak izleme ve verim-rekolte tahmininin belirlenmesi amacıyla 2017 yılında "Ülkesel Ürün Verim Tahmin ve İzleme Projesi" başlatılmıştır (Anonim, 2017).

Ülkemizde yağlı tohum bitkileri arasında en fazla ekimi ve üretimi yapılan bitki olmuştur. Ayçiçeğinin adaptasyon yeteneğinin fazla olması, kuru ve sulu ortamlarda yetişmesi gibi özelliklerinin bulunması ayçiçeği tarımının üstün yönleridir (Kolsarıcı ve ark., 1987). Dünyada yağ bitkilerinin ekim alanına bakıldığında ayçiçeği 22.3 milyon ha ile beşinci sırada olup Türkiye, Hindistan, Avustralya, Rusya, Arjantin ve ABD gibi geniş ve farklı coğrafyalarda başarılı bir şekilde tarımı yapılmaktadır. Ayçiçeği, dünya'da olduğu gibi ülkemizde de tarımı yapılan, yüksek oranda kaliteli yağ içeren kıymetli bir yağ bitkisi olup, bugün ülkemizde insan beslenmesinde tüketilen sıvı yağların % 39.4'ü ayçiçeğinden elde edilmektedir. Tohumundaki yağ oranının (%40-55)

yüksek olmasına bağlı yağ maliyetinin düşmesine sebep olmaktadır. Ayçiçek yağının yemeklik kalitesinin de yüksek olması nedeniyle ülkemizin bitkisel yağ üretiminin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Yine ayçiçeğinden elde edilen küspede % 30-40 oranında protein bulunduğundan hayvan beslenmesi için de kıymetli bir yemdir (Çoşge ve Ulukan, 2005; Anonim, 2019a; Anonim, 2019b).

Dünyada ve ülkemizde nüfus artarken, buna karşılık üretilen bitkisel yağ miktarının yeterli olmadığı düşünülürse ayçiçeği bitkisinin üretilmesi kaçınılmazdır. Ek olarak üretim için ekim alanının ve birim alandaki verimin arttırılması gerekir. Verimin arttırılması için de tohumun verim potansiyeli, hastalıklara dayanıklı oluşu, sapın sağlam ve yatmaya dayanıklı oluşu, çimlenme gücü, tohum büyüklüğü, vejetasyon süresi ve yağ oranı gibi faktörler dikkate alınmalıdır (Goyne ve ark., 1979; Unger, 1987).

Dünyada ve ülkemizde ekim makinalarının tahrik tekerleğinde oluşan hareket tekerlekteki dişli-zincir mekanizmasıyla kare mile iletilir. Kare milde oluşan hareket içinde dişli grupları bulunan dişli kutusuna iletilir. Farklı dişliler kullanarak farklı transmisyon oranlarına imkân sağlayan dişli kutusundan şaft yardımıyla ekici düzende bulunan dişli mekanizmasına hareket iletilir. Dişli mekanizmasında oluşan hareket tohum plakasının düşey yönde hareketini sağlar. Tohum plakasının çevre hızı, tahrik tekerleğinden alınan hareketle doğru orantılı olarak değişir. Tohum plakasının çevre hızının sıra üzeri tohum aralığını etkilediğinden dişli kutusunda yer alan farklı transmisyon oranları ayarlanarak farklı sıra üzeri tohum aralıkları belirlenir.

Ekim makinelerinde, tohum dağılım düzgünlüğünün iyileştirilmesiyle bitki başına düşen yaşam alanlarındaki farklılıklar azaltılmaktadır. Ekim makinalarından istenilen en önemli özellik sıra üzeri mesafede farklı cins tohumların istenilen aralıkta, ikizleme ve boşluk yapmadan ekimin yapılabilmesidir. Mekanik hareket sistemlerindeki transmisyon tam olarak istenilen aralığı karşılayamaması ve mekanik iletimden kaynaklı kayıpların önlenmesi amacıyla oluşturulan elektrikli hareket sistemleriyle doğrudan

tohum plakasına hareket verilerek kayıpların azaltılması bu çalışmanın temel amacını oluşturmuştur.

Bu çalışmada, pnömatik tek dane ekim makinalarının ekici düzenleri ve gübre atıcı sisteminde kullanılan elektrik motorlarının, hareketi doğrudan vereceği için hareket iletiminden oluşabilecek kayıpların azaltması, transmisyon oranının istenilen aralıkta ayarlanabilmesi ve kullanılan tohum sensörleri ile ekim işlemi esnasında sürekli geribildirim alınmasının ekim başarısına etkisi araştırılmıştır. Ayrıca boşluk- ikizlenme oranlarının ve kabul edilebilir tohum aralığı sınırına olan etkisi incelenmiştir.

2 KAYNAK ARAŞTIRMASI

Irla (1974), İsviçre'de bulunan mekanik ve pnömatik olarak çalışan mısır ve pancar ekim makinalarıyla karşılaştırmalı denemeler yapmıştır. İlerleme hızına bağlı sıra üzeri tohum dağılımlarını ve etkilerini laboratuvar şartlarında incelemiştir. Yine farklı periyotlarda (sonbahar, ilkbahar) sürdürülen tarla denemelerinde, makinanın ilerleme hızına bağlı olarak ekim derinliği ile tarla çıkışı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Tohumların uygun dağılışı ve bitkilerin tarla çıkışına ilişkin mekanikler için optimum hızın 3,5-5,0 km/h ve pnömatikler için ise 6 km/h ve olduğunu ortaya koymuştur (Akın, 2013).

Önal (1978), tarım makinalarının fonksiyonel olarak mısır, şeker pancarı vb. tohumların ekiminde toprak sıkışması bakımından birbirine yakın istekleri olduğu ve basınç uygulanmadığı durumlarda en yüksek çimlenme verimine ulaşıldığı belirtilmiştir.

Ball (1986), Hassas ekim yönteminde tohumların düzgün sırayla ekildiğini ve buna bağlı olarak geleneksel ekim yöntemine göre verimde önemli derecede artış sağlandığı görülmüştür. Verimdeki artışa ekim derinliğinin uygunluğu ve sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün neden olduğu rapor edilmiştir (Yurdusever, 2006).

Optimum tohum-toprak-su üçlüsünün birbiri ile temas etmesi açısından toprak partiküllerin tohum çaplarına göre 1/10-1/5 arasında çap büyüklüğüne sahip olmaları gerektiği rapor edilmiştir. Tarla çıkışında ise tohumun ekim derinliği, makine ilerleme hızı ile ekici ayağın etkili olduğu belirtilmiştir (Brunotte, 1986).

Özmerzi (1986) yaptığı çalışmada ekimi yapılan tohumların toprak içerisindeki düşey ve yatay düzlem ölçümleri yapılarak tohum dağılımı belirlenmiştir. Düşey düzlemdeki tohum dağılımıyla 5 mm’lik derinlilerdeki katmanlar halinde toprak rendesi kullanılarak tohumlar hesaplanmıştır. Yatay düzleme ait tohum dağılımlarının belirlenmesi ise çimlenen bitkiler üzerinden hesaplanmıştır.

Önal (1987), hassas ekim makinasıyla mısır ve ayçiçeği tohumlarının ekim başarısına yönelik bir çalışma yapmıştır. Laboratuvar ortamında yapılan bu çalışmada; makinanın ilerleme hızı, ekim mesafesi, tohum plakasındaki delik sayısı ve tohum tanesinin atım sıklığının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü üzerinde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Barut ve Özmerzi (1988), hava emişli hassas ekim makinası kullanılarak mısır ve pamuk vb ekimi yapılırken ilerleme hızının artması tohum dağılım düzgünlüğü azaltmakta ve buna ilaveten sıra üzeri tohum aralığındaki artışa bağlı varyasyon katsayısı da azalmaktadır

Parish ve ark. (1991) tarafından bantlı ve hava emişi yapan hassas ekim makinalarıyla farklı bitki tohumlarının hassas ekilebilirliğine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada uzun ve düz tohumlar ile düzensiz şekle sahip tohumların laboratuvar koşullarında hava emişi yapan tarım makinalarının bantlı olanlara göre daha düzgün ekim yaptığı ancak tarla uygulamalarında makinalar arasında hassas ekilebilirlikle ilgili istatistiki yönden anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Öğüt (1991), tarafından yapılan araştırma sonucuna göre hava akımlı hassas ekim makinası ile yapılan mısır ekiminde hız artışına bağlı olarak boşlukta artmaktadır. Farklı ilerleme hızlarında (7.2 ve 9 km/h) düşük sıra üzeri uzaklıklarda boşluk oranındaki artış belirgindir.

Heege ve ark. (1993), pnömatik ekim makinalarında tohum ekim dağılım düzgünlüğüne etki eden en önemli faktörlerin disk delikleri arasındaki uzaklık, delik boyutu diskin çapı, diskin çevre hızı ve tohumun düşme yüksekliğinin etkili olduğu bildirilmiştir. Tohum dağılımının düzgün olabilmesi için vakum basıncının en az 80 kPa ve tohum borusunun ise en az 4,5 mm çapında olması gerektiğini savunmuşlardır.

Wolff (1993) tarafından sıra üzeri uzaklık, bitki sıklığı ve hasat kaybına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda 20 cm sıra üzeri uzaklıklarda hektar

başına 82.000 – 110.000 arasında değişen bitkinin hasat kaybına uğradığı tespit edilmiştir.

Kayişoğlu ve ark. (1994), laboratuvar şartlarında pnömatik tahıl ekim makinalarının farklı hız ve ekim normlarında elde edilen ölçümlere göre ayaklar arası dağılım düzgünlüğü yönünden kuyruk milinin en uygun devir sayısı 350 d/min'dir. Bunun alt ve üstünde görülen devir sayılarında ayaklar arası dağılım düzgünlüğü varyasyon katsayısı artış göstermektedir.

Kachman ve Smith (1995) tarafından tek dane tohum ekimiyle ilgili tarım makinalarının sıra üzeri dağılım düzgünlüklerinin tespitine yönelik farklı bir ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Ekim makinalarının performansının değerlendirilmesinde sıra üzeri tohumlar arası uzaklığın önemli olduğu tespit edilmiş olup çalışmada sıra üzeri uzaklığın boşluk, ikizleme, çimlenme ve düşme noktasının değişebilirliğine bağlı olduğu rapor edilmiştir. Ölçümlerde alınan ortalama, standard sapma, kabul edilebilir tohum aralığının oranı, ikizlemenin oranı, boşluğun oranı ve hassasiyet gibi faktörleri değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda ortalama ve standart sapma değerlerinin performans değerlendirilmesinde kullanılmayacağını bildirmişlerdir.

Gil ve Carnasa (1996) tarafından mekanik ve havalı ekim makinalarıyla yapılan ekimde, havalı ekim makinalarıyla yapılan ekimin mekanik makinaya göre sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün daha iyi olduğu rapor edilmiştir.

Taşer (1997) tarafından sıra üzeri tohum dağılımının belirlenmesi amacıyla fotosel algılama yöntemi ve bilgisayar destekli olarak bir araştırma yapılmıştır. Araştırmaya göre hassas ekim makinalarında sıra üzeri uzaklıkların belirlenmesi ve dağılımın ortaya çıkarılmasında fotoselli algılayıcılar ve bilgisayar destekli ölçme ve değerlendirme araçlarının ancak laboratuvar şartlarında kullanılabileceğini rapor etmiştir.

Erol ve Dursun (1998), yaptıkları çalışmada disk çevre hızının artmasına bağlı olarak boşluk oranının da arttığını tespit etmişlerdir. Bundan dolayı düzgün bir ekimin

yapılabilmesi için pnömatik tek dane ekim makinalarının disk çevre hızının (25-50cm/s) değerleri arasında olması gerektiğini rapor etmişlerdir. Özellikle mısır ekiminde yatay plakalı ekici düzenin tercih edildiğini bunun nedeninin tohumların yuvalara tam olarak yerleşmesi için plaka deliklerinin tohuma göre ayarlanması olduğunu belirtmişlerdir. Bunun içinde sınıflandırılmış tohumların kullanılmasının gerektiğini belirtmişlerdir.

Mahan ve Smith (1978) çalışmada mekanik ve pnömatik tahıl ekim makinalarının karşılaştırılması yapılmıştır. Makinaların her ikisinde de enine dağılım düzgünlüğü ekim normuna, ilerleme hızına ve tohumun cinsine bağlı olduğu belirlenmiştir. Yine gübre ve tohumların dağılım düzgünlüğü daha çok mekanik makinada izlenmiştir (Öcal, 1998).

Dursun ve Dursun (2000) tarafından buğday ve mısır gibi tohumlarının sıra üzeri uzaklıklarını ortaya koymak için hız kamerası kullanılarak bir çalışma yapılmıştır. Kamera yardımıyla sıra üzeri uzaklık fotoğrafları çekilerek bilgisayar ortamına aktarılmış ve bu fotoğraflardaki görüntüler programla analiz edilmiş ve sıra üzeri tohum dağılımları arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir.

Kumar ve Durairaj (2000) pnömatik ekim makinalarına takılan çeşitli tipteki dağıtma başlıklarının performanslarını tespit amacıyla inci darı ve sorgum tohumları kullanılarak bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda, inci darı, 6.0 m/s hava giriş hızı ve 168 g/min tohum besleme (%98.5) oranında ve sorgum tohumu ise 8 m/s ve 238 g/min hızlarında dağılım düzgünlüğü oranı (%99.4) belirlenmiştir.

Acar (2001) tarafından pnömatik hassas ekim makinalarında tohumların tutulması üzerinde etkisi olan bazı faktörlerin etkileme derecelerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Araştırmaya göre vakum değerinin düşürülmesine bağlı olarak ekici plakanın çizgisel hız değerlerinde, deliklerdeki tohum tutulmalarının zorlaştığı rapor edilmiştir.

Barut ve Özmerzi (2004) tarafından pnömatik tek tohum ekim makinalarında farklı değişkenlerin tohum tutumuyla ilgili araştırma yapılmıştır. Çalışmada tohum

plakasındaki deliğin şekli, çevre hızı, vakum basıncı, deliğin büyüklüğü ve bin dane ağırlığının, plaka deliklerinde tohum yakalanma oranını etkilediği belirlenmiştir.

Barut ve Akbolat (2005) yaptıkları çalışmada tarla şartlarında tohum plakasındaki delik şekillerinin bitki dağılım düzgünlüğüne ve verimine etkisi araştırılmıştır. Farklı yöntemlerle hazırlanan tohum yatağına üçgen, kare, eşkenar, oblong ve yuvarlak delikli tohum plakalarıyla mısır tohumu ekimi yapılmış ancak, delik şekillerinin sıra üzeri bitki aralığı düzgünlüğüne ve verimine istatistiksel olarak etkili olmadığı görülmüştür.

Önal (2005) yaptığı çalışmada normal sıraya ekimde, matematik ve istatistiki esasları, ekim makina denemelerinde kullanmıştır. Çalışmada normal sıraya ekim yapan makinanın ekici düzeninin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesini sağlayan yapışkan bandın ilerleme yönünde şeritlere bölünmesinin şeritlerdeki tohumların sayılması açısından araştırmacıya kolaylık sağladığı rapor edilmiştir.

Yiğit (2006) tarafından yapılan çalışmada, tek dane ekim makinasında sırayla düşen tohumlar arası mesafenin kolay-hassas olarak ölçümünü yapan elektronik tabanlı bir sistem geliştirilerek uygulanmıştır. Bu sistemle düşen tohumlar arasındaki farklar mesafeye dönüştürülerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Sonuçları istatistiki analizi yapılmıştır. Bu sistem ile laboratuvarda yapışkan bant ölçüm sisteminden elde edilen tohum aralık değerlerinin regresyon katsayısı 0.7735 olarak tespit edilmiştir.

Yurdusever (2006) tarafından yapılan çalışmada hava emişli hassas ekim makinalarının ilerleme hızıyla küresellik katsayıları farklı tohumların dağılımına etkisi incelenmiştir. Hava emişli dört sıralı hassas ekim makinasında üç farklı ilerleme (0.64 , 1.06 ve 1.78 m/s) hızında iki farklı küresellik katsayısına (0.79 ve 0.64) sahip mısır tohumları denenmiştir. Bu çalışma sonucunda her iki küresellik katsayısındaki tohumların kabul edilebilir tohum aralığı oranının 1.06 m/s ilerleme hızında olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında 0.79 küresellik katsayısına sahip mısır tohumlarının üç farklı ilerleme hızında da ekilebildiği ancak 0.64 küresellik katsayısına sahip mısır tohumların yalnız 1.06 m/s ilerleme hızında ekilebileceği sonucu çıkarılmıştır.

Yazgı ve Değirmencioğlu (2007), vakum prensibiyle çalışan tek dane ekim makinasındaki deliğin çapı, plakanın çevre hızı ve vakum basıncındaki değişimlerinin makina performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Mısır tohumu kullanılarak yapışkan bant denemeleriyle sıra üzeri tohum aralık ölçüleri tespit edilmiştir. Denemelerde üç farklı (1, 1.5 ve 2 m/s) ilerleme hızında ve 6.3 kPa vakum basıncı altında gerçekleştirilmiştir. Makine için 20, 26, 36, 52 ve 72 delikli ekici ile 4.5 mm çapında mısır ekici plakalar kullanılarak çalışmada yürütülmüştür. Performans değerlerinin en iyi olduğu deneme hızları 1 ve 1.5 m/s'dir.

Karayel ve Özmerzi (2008) yaptıkları çalışmada balta, tek diskli ve çift diskli gömücü ayakların tohum üzerini gevşek toprakla kapatırken, çapa gömücü ayağa göre, ekim derinliğinin altında daha yüksek toprak penetrasyon direnci sağladığını belirlemişlerdir. Çapa gömücü ayak ile yaptıkları denemelerde ise tohum üzeri gevşek toprakla kapatılırken ekim derinliğindeki toprağın bastırılmadığını, çapa gömücü ayak+tohum baskı tekerleği kombinasyonunda ise sadece çapa gömücü ayak kullanımına göre ekim derinliği altında daha fazla sıkıştırılmış toprak profili sağlandığını ve tarla filiz çıkışının arttığını bildirmektedirler.

Farklı özelliğe sahip topraklarda ekim sırasında tahrik tekerleğinde oluşan farklı kaymalar, dişli-zincir mekanizmasındaki boşluklar ve dişli kutusundaki transmisyon oranlarının istenilen aralıkta tam olarak ayarlanamaması gibi nedenlerle tohum dağılım düzgünlüğü etkilenmektedir. Ekim makinalarındaki tohum dağılım düzgünlüğünün iyileştirilmesi, bitkiler arasındaki rekabet şartlarını azaltarak verim artışını sağlamaktadır (Harrison ve ark., 2008; Karagülmez ve ark., 2018).

Altuntaş ve Dede (2009) yaptıkları çalışmada silajlık mısır bitkisini geleneksel, sırta ve doğrudan ekim yöntemiyle ekerek, toprağın yapısı ile bitki çıkışına ilişkin etkisi araştırılmıştır. Çalışma yapılırken bütün ekim yöntemlerinde vakumlu tip tek dane ekim makinasını kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre sırta ekimin düz toprağa ekime göre göre toprağın nemi, penetrasyon direnci ve bitki çıkış derecesi değerlerinin yüksekliğinin yanında bitki çıkışındaki süresinin azaldığı belirlenmiştir.

Önal ve Önal (2009) tarafından tek dane ekimde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesine yönelik yapışkan bant deney düzeneğiyle uyumlu bilgisayar destekli ölçme sistemi geliştirilerek bir çalışma yapılmıştır. Bu ölçme sistemi dizüstü bilgisayar, lazer ışınlı işaretleyici ve yüksek duyarlığa sahip optik fareden oluşur. Sistem sayesinde tohum ekim koordinatları bilgisayara aktarılmaktadır. Çalışma sonucunda bu sistemin laboratuvar ortamında sıra üzeri tohum aralığı düzgünlüğünün tespitinin hızlı ve doğru belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Karayel (2010), ekim sonrası her bitkiye düşen yaşam alanı hesaplanmak için tarladaki tohum dağılımını incelemiştir. Bitkilerin yaşam alanlarının tespit edilmesi için Delaunay üçgenlemesi ile Voronoi poligonları kullanılarak tarla denemelerinde mısır ve soya ekimi yapılmıştır. Yatay düzleme ait tohum dağılım düzgünlüğünü ortaya koymak için bitkilerin sıra üzeri uzaklıkları ile yaşam alan değerleri belirlenmiştir. Çalışmada soya ve mısır ekimiyle ilgili birbirine paralel sonuçlar tespit edilmiştir.

Tek dane ekim yöntemiyle yapılan ekimlerde sonra yapılması gereken seyreltme ve tekleme işlemlerine gerek kalmamakta veya daha az ihtiyaç duyulmaktadır. Buna bağlı olarak insan gücü azalır, yakıt tasarrufu sağlar, zaman kaybı azalır ve ekonomik katkı sağlar (Yazgı, 2010).

Tarımsal alandaki üretimin artırılması ve rasyonelleştirilmesiyle ilgili hem tohum tüketimini azaltmak hem de ideal agroteknik şartlar sağlamak için "optimum ekim işlemi" yerine getirmek gerekir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte tarımda da yeni nesil ekim makinaları yapılmakta, makinelerde daralan ya da katlanan üniteler kullanılmaktadır. Yine pnömatik tek dane ekici sistemlerle farklı tohumlara uygun sıra üzeri tohum uzaklığı ayarlanabilmektedir. Bu yeni nesil makinelerin farklı tohumların ekiminde kullanılmasının mekanizasyon planlamasına ve maliyete önemli katkılar vermektedir (Ulusoy ve ark., 2011).

Günümüzde tek dane ekim makinelerinde aranılan özelliklere bakıldığında; ekici sistemlerin ikizlenme ve boşluk oluşturmaması, tohumun düştüğü yüksekliğin az olması, tohumların zedelenmemesi, yapışkan bant üzerinde tohum dağılımının düzgün

olması, 0.5Z-1.5Z içerisindeki tohum oranı ne kadar yüksek ise, sıra üzeri tohum dağılımının düzgünlüğü de aynı oranda yüksektir (Önal, 2011).

Pnömatik prensiple çalışan ekim makinalarında delikli veya diskli ekici plakalar kullanılırken, dar sıra aralığındaki tahıl tohumların ekimi için delikli-silindirik plakaların kullanımı daha pratiktir. Diğer yandan vakum prensibiyle çalışan düşey delikli plakalar veya pnömatik diskli tek dane ekici sistemler ekim kalitesi üzerine etkili olmaktadır. Ekim kalitesini etkileyen faktörler; plakanın çevre hızı, tohumun deliklere yönlendirilmesini sağlayan sistemin varlığı-yokluğu, tohum hızı ile ekici plakanın hızının senkronizasyonunu sağlayan tekleme sisteminin bulunup-bulunmaması ve vakum basıncıdır (Önal, 2011).

Vakum prensibiyle çalışan düşey tohum diskli pnömatik tek dane ekim makinalarında plakanın çevre hızıyla tohumun yakalanması arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin 0.5 m/s'lik plaka çevre hızına kadar tohumun yakalanma oranı %90-95 iken çevre hızı 0.8 m/s'ye yükseltilmesi durumunda tohumun yakalanma oranı %75 civarına düşmektedir. Tohumun vakum etkisiyle yakalanmasını tohumun ağırlığı, santrifüj kuvveti, plaka ile tohum arasındaki sürtünme kuvveti, tohumun yakalanması ile tohum ve plakanın çevre hızı arasındaki oluşan atalet kuvveti gibi faktörler etkilemektedir (Önal, 2011).

Önal ve ark. (2012), laboratuvarda yapışkan bant denemelerinde pamuk ve mısır tohumları kullanılarak tek dane ekim ünitesinde tohumların vakum plakası tarafından yakalanma mekanizması test edilmiştir. Bu çalışmada, pamuk ve mısır daneleri için saniyede en fazla 16 tohum atılmış olup vakum plakası çevre hızının üst sınır değeri ise 0.34 m/s olarak belirlenmiştir. Pamuk ekimi için kullanılan 72 delikli yerine 26 delikli vakum plakası kullanıldığında ikizlenme indeksi artmıştır. Yine tohum aralıklarında 1.0 ve 1.5 m/s ilerleme hızlarının daha uygun olduğu belirlenmiştir. Mısır dane ekiminde ise 26 delikli vakum plakasının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Karimi ve ark. (2012) laboratuvarda ekim makinasından çıkan zarar görmüş hasarlı tohumların belirlenmesinde akustik temelli bir sistem üzerine çalışma

yapılmıştır. Çalışma sistemi bant üzerine yerleştirilmiş bir mikrofon ve mikrofonun bağlı bulunduğu bilgisayardan oluşmuştur. Mikrofon üzerine düşmesi sağlanan domates tohumlarının akustik sinyalleri tespit edilmiştir. Hasarlı tohumların oluşturduğu akustik sinyaller analiz edilerek hasarlı tohumların belirlenmesindeki başarı oranı %99.49 olmuştur.

Xue ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada mısır tarlasında hareketli ve değişken görüş alanına sahip yeni bir makine görüş yöntemini icat etmişlerdir. Elde edilen bu robot görüntüsü işleme algoritmasıyla çalışır ve bulanık mantık kontrolüyle hareket eder. 30 m sıra üzeri mesafede 3 kez tekrarlanarak test edilmiş olup, en fazla 15.8 mm sapma göstermiştir.

Sezer (2012), balta tip gömücü ayaklar ile farklı malzemelerden (döküm-çelik) yapılmış ark açıcı kısımlar ve farklı özelliklerdeki baskı tekerlek profilleriyle denemeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda ekim işlemi sonrası uygulamaların oluşturduğu baskı sonucu ortalama filiz çıkış gün sayıları, ortalama çimlenme indeksleri, KEBA aralığı, ikizlenme oranları ve boşluk oranları gibi ölçülebilir özellikler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda istatistiksel olarak gömücü ayaklar ile baskı tekerleri arasında bir ilişki belirlenememiştir.

Yazgı (2013), çalışmasında çapa bitkilerinden mısır, ayçiçeği vb. gibi yaygın olarak ekimi yapılan tohumların tek dane ekim yapan pnömatik makinada farklı yükseklikte konumlandırılan ekici plakalar ile sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü arasındaki ilişki incelemiştir. Mısır tohumları iki farklı sıra üzerindeki tohum aralıkları ilerleme hızları farklı (1.0, 1.5 ve 2.0 m/s) olarak denenmiştir. Sonuçta yere yakın ekici plakların yerden yüksek ekici plakalara göre tohum dağılım düzgünlüğünün daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sarauskis ve ark. (2013), laboratuarda farklı gömücü ayakların toprak sıkışmasına etkisini incelemişlerdir. Toprakta (0.02, 0.4 ve 0.88 MPa) üç farklı sıkışma derecesinde denemeler yapmışlardır. Çalışmada çift diskli gömücü ayak ile balta gömücü ayak kombinasyonunun tohum ekiminde toprak yüzeyinde gevşek bir tabaka

oluştururuken çizi tabanında ise toprağı sıkıştırdığını belirlemişlerdir. Bundan dolayı ekimden sonrası tohum yatağında %0.9 - % 2.6 arasında değişen oranlarda toprak nemini artırdığı belirlenmiştir.

Akın (2013), şeker pancarında ekim kalitesinin robotik uygulamalarla artırılmasına yönelik yaptığı çalışmasında, ekim robotu 45 cm sıra arası sıra üzeri mesafede ve farklı hızlarda ekim yapılmasını sağlayacak şekilde programlanmıştır. Robotun ekim denemeleri sonucunda (0,5- 1,5) Z değerinin en düşük (%95,7) ve en yüksek (%99,1) olduğu belirlenmiştir. Bu ekim robotuyla laboratuarda ikizlenme oranı en yüksek (%0,9) tarlada ise %1,61 olarak belirlenmiştir. Bu tip robotik uygulamalarla ikizlenme, tekleme ve seyreltme gibi yüksek maliyetleri azaltarak ekonomik katkı sağladığı ifade edilmiştir.

Okopnik ve Falate (2014) yaptıkları çalışmada kızılötesi sensörlü mikro denetleyici kullanarak mısır tohumları arasındaki uzaklığı tespit etmişlerdir. El ve mikro denetleyici sistem ile ölçülen mesafe arasındaki ilişkisel korelasyon katsayısı 0.9998'dir. Bu korelasyon ilişkisine bakılarak istatistiki olarak bu sensörün tohumlar arasısındaki mesafenin tespitinde kullanılabilecek hassaslıktadır.

Üçer (2015), tek dane hassas ekim makinasına piezoelektrik ölçme sistemi tasarlayarak makinanın sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Birbirinden farklı bitki tohumları (mısır, pamuk, ayçiçeği vb.) kullanarak pnömatik hassas ekim makinasında üç farklı ilerleme (0.5 m/s, 1.0 m/s ve 1.5 m/s) hızında denemeler yaparak kabul edilebilir tohum aralığı, ikizlenme ve boşluk oranları ile varyasyon katsayısı değerlerini belirlemiştir. Buna göre en yüksek KETA ortalama değerleri mısırda 0.5 m/s'de %97.75, pamukta 1 m/s'de %90.24 ve ayçiçeğinde 1 m/s ilerleme hızında %88.00 olduğunu belirlemiştir. Piezoelektrik ölçüm sisteminin yapışkan bant deneme düzeneği işlem aşamaları için geçen süreye göre daha az zaman almıştır.

Yazgı ve ark. (2017) tarafından sırta mısır ekimi işleminde baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinaları kullanılarak bu makinaların

performansları hem laboratuvar hem de tarla da belirlenmiştir. Laboratuvar ortamında yapışkan bant denemeleri yapılarak makinaların sıra üzeri tohumların dağılım düzgünlükleri tespit edilmiştir. Tarlada ise makinaların sıra üzeri bitki dağılımının düzgünlüğü, tarla çıkış derecesi, ekim derinliğinin düzgünlüğü, ekim makinası tahrik tekerleğinin kayma oranı ile traktör tahrik tekerleğinin kayma oranları belirlenmiştir. Laboratuvar ortamında sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü açısından makinaların her ikisi de genellikle "iyi" kalitede ekim yaparken, tarla denemelerinde kalitenin bir miktar azaldığı fakat diskli gömücü ayağa sahip ekim makinasının balta tipi gömücü ayağa sahip ekim makinasına göre yüksek kalitede ekim yaptığı tespit edilmiştir.

Karagülmez ve ark. (2018), çalışmada yatay plakalı tek dane ekim makinesinde ilerleme hızı ile tohum düşme yüksekliğinin ekim düzgünlüğüne etkisi incelenmiştir. Çalışma üç farklı (hız, tohum düşme yüksekliği ve anma ekim mesafelerinde) faktöre bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda makinenin ilerleme hızı arttıkça kabul edilebilir tohum oranı azalmıştır. Yine tohumun düşme yüksekliği arttıkça kabul edilebilir tohum oranı azalmıştır. Bunun yanında üç ayrı plakalı ekimde makine ilerleme hızının artmasına bağlı olarak boşluk oranının arttığı ve ikizlenme oranının ise azaldığı tespit edilmiştir.

Standartlara uygun tek dane ekim makinelerinde deney ilkeleri olarak, çevre koruma, iş ve yol güvenliği, güncel standartlar çerçevesinde teknik, teknolojik ve yapısal özellikleriyle işletme katkı değerlerinin ortaya konulması, ekonomik verimliliği, kullanım ve bakım kolaylıklarını belirlemek için tarım araçlarıyla ilgili laboratuvar deney raporları düzenlenmektedir. Bu deney raporları düzenlenirken raporun değerlendirme esasları; tahrik tekerleğinin kayma oranı %10'u geçmemeli, depo doluluk oranı % 10 altında olmamalı, ekim normu değerlerinin hızlara göre değişim varyasyon katsayısı,% 6'yı geçmemeli, ekim derinliği dağılımıyla ilgili varyasyon katsayısı %25'i geçmemeli, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüyle ilgili kabul edilebilir tohum aralıklarının oranı % 80'in altında olmamalı, Üç farklı tohumda değişik hızlarda zedelenme oranı % 0.3'ü geçmemeli, % 20'lik eğimde oluşan değişim % 10'u geçmemeli, tohum gömücü ayakların sertlikleri 40 RSD-C ve üzerinde olmalı, yine tarla

çıkış derecesinin belirlenmesinde tarlanın hazırlığı, toprağın özellikleri, tohum biyolojik değeri ile çıkış sırasındaki iklim şartları göz önüne alınarak değerlendirilmeli bunun yanında rapor hazırlanırken kontrolden sonra genel teknik ölçüleri alındıktan sonra laboratuvar ve tarla denemeleri yapılmalıdır (Anonim, 1999).

Anma ekim aralığı (z) ayarlanan sıra üzeri ekim aralığının yarısından küçük ise istenmeyen sıklıkta olup ikizlenme olarak değerlendirilmektedir. Yine anma aralığı 1.5 katından büyük ise istenmeyen aralıkta boşluğa sahip demektir. Kabul edilebilir aralığın 0.5-1.5 z değerleri arasında olanlardır. 1.5 z değerinden büyük aralığa sahip olanların nisbi oranları ile ekim makinasının birim zamanda attığı tohum sayısı belirlenir. Belirlenen bu değerler ise çizelge 2.1 ve 2.2'ye göre değerlendirilir (Anonim, 1999).

Çizelge 2.1. Sıra üzeri tohum ve bitki aralığına göre dağılım sınıflandırılması ve tanımlamaları (Anonim, 1999).

Sıra üzeri tohum aralığı	**Sıra üzeri bitki aralığı**	Tanım
< 0.5 z	< 0.5 z	İkizlenme
(0.5-1.5) z	(0.5-1.5) z	Kabul edilebilir aralıklar
(1.5-2.5) z	(1.5-2.5) z	Boşluk
(2.5-3.5) z	(2.5-3.5) z	Boşluk
> 3.5 z	> 3.5 z	Boşluk

(z = anma ekim aralığı)

Tohumların sıra üzeri ekim aralıkları laboratuvarda yapılan yapışkan bant demelerinden elde edilen teorik (anma=katalog değeri) tohum aralığı değerlerine göre (Z) üç farklı tohum aralığı grubuna göre; ikizlenme indeksi (0 - ≤ 0.5Zt), kabul edilebilir tohum aralığı (KETA) (> 0.5 Zt - ≤ 1.5Zt) indeksi ve boşluk (>1.5Zt) indeksi olmak üç farklı indeks tanımlanmıştır (Önal, 2011; Üçer, 2015). (Şekil 2.2).

Çizelge 2.2. Kabul edilebilir tohum aralık oranları ile ikizlenme ve boşluk oranları ve değerlendirilmeleri (Anonim, 1999).

Kabul edilebilir tohum aralık oranı (%)	**İkizlenme Oranı (%)**	**Toplam boşluk oranı (%)**	Değerlendirme
> 99	< 0.5	< 0.5	Çok iyi
> 95 – 99	= 0.5-2.5	= 0.5-2.5	İyi
> 90 – 95	> 2.5-5.0	> 2.5-5.0	Orta
= 80-90	> 5.0-10.0	> 5.0-10.0	Yeterli
< 80	> 10	> 10	Yetersiz

3 MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada pnömatik tek dane ekim makinasında elektrikli hareket sistemine sahip diskli gömücü ayaklı, diskli gübre gömücü ayaklı, 6 sıralı ekim makinası kullanılarak mısır ve ayçiçeği ekimi yapılmıştır. Yine hareketini tahrik tekerleğinden alan pnömatik tek dane ekim makinası kullanılmıştır. Her iki makine ile laboratuvar ve tarla denemeleri yapılmıştır.

3.1 Materyal

Denemelerde vakum prensibine göre çalışan diskli tip gömücü ayaklı, diskli tip gübre gömücü ayaklı, düşey tohum plakalı, 6 sıralı ve gübre atıcı sistemli pnömatik tek dane ekim makinasında elektrik hareket sistemine sahip ekim makinası ile hareketini tahrik tekerleğinden alan pnömatik tek dane ekim makinası kullanılmıştır (Şekil 3.1). Ekici düzen içinde yer alan tohum plakasına hareket vermek için 6 adet elektrik motoru ve gübre atıcı sistemine hareket vermek için de 2 adet elektrik motoru kullanılmıştır. Kontrol kumandası, arayüz çevrim kutusu, güç kutusu, elektronik kontrol ünitesi, enerji ve sinyal kabloları, GPS modülü ve geri bildirim almak için 6 adet tohum sensörü kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Diskli tip gömücü ayaklı düzen



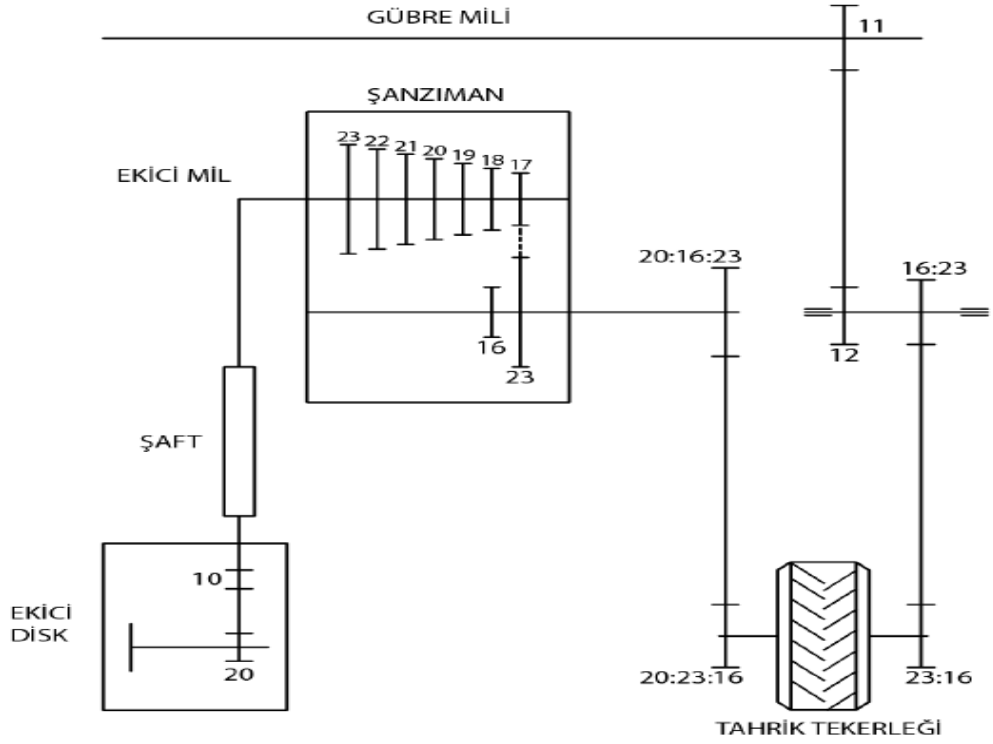
Şekil 3.2. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasının tarla ekim uygulaması

Mısır ve Ayçiçek bitkisi için farklı tohum plakaları kullanılmıştır. Mısır tohumu diskli tip gömücü ayaklı, 26 delikli ve 4.5 mm delik çapındadır. Ayçiçek tohumun ekimi ise diskli tip gömücü ayaklı, 20 delikli ve 3 mm delik çapındadır. Mısır bitkisi için DEKALP marka DKC5741 tohumu kullanılmıştır. Ayçiçek bitkisi için PIONEER marka P64HH106 tohum kullanılmıştır.

3.1.1 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası

Ekim makinası tahrik tekerleğinden hareketini alarak, tekerlekteki zincir-dişli mekanizması ile hareketi dört köşe mile iletir ve dört köşe mil hareketi, içinde dişli grupları bulunan dişli kutusuna iletir. Farklı dişliler kullanarak farklı transmisyon oranlarına olanak sağlayan dişli kutusundan şaft yardımıyla ekici düzende bulunan dişli mekanizmasına hareketi iletir. Dişli mekanizması tohum plakasına hareket vermek suretiyle tohum plakası düşey yönde hareket etmektedir (Şekil 3.3).

Günümüzde tarımsal işletmelerde giderek artan iş gücü problemi, bakım ve onarım maliyetleri, azalan ürün gelirleri, girdi maliyetlerinin daha etkin kullanımını gerektirmektedir. Kullanılan girdilerin optinizasyonu, verim ve ürün kalitesini artırma ve zmanadan tasarruf etmenin yanı sıra çevre kirliliğinin azlatılması, tarım makinalarında yeni teknolojik gelişimleri gerektirmektedir.



Şekil 3.3. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasında mekanik hareket iletim sistemi

Tohum plakasının çevre hızı, tahrik tekerleğinden alınan hareket ile doğru orantılıdır. Tohum plakasının çevre hızı, sıra üzeri tohum aralığının belirlemesinden dolayı, dişli kutusunda farklı transmisyon oranları ayarlanarak farklı sıra üzeri tohum aralıkları belirlenmektedir.

Farklı tip toprak koşullarından meydana gelen tahrik tekerleğindeki kaymalar, dişli-zincir mekanizmasında oluşan boşluklar ve dişli kutusundaki transmisyon oranlarının tam olarak istenilen aralıkta ayarlanamaması, tohum dağılım düzgünlüğünü

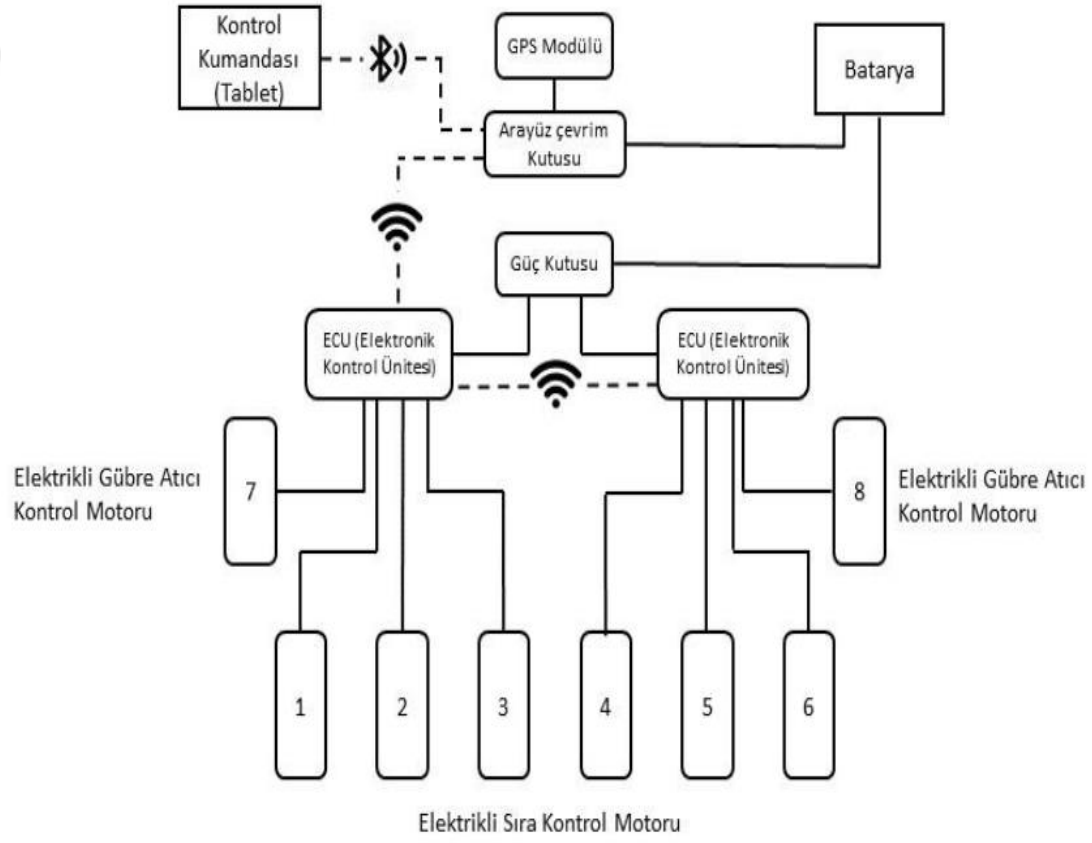
etkilemektedir. Ekim makinalarındaki tohum dağılım düzgünlüğünün iyileştirilmesi, bitkiler arasındaki rekabet koşullarını azaltarak verim artışını sağlamaktadır. 6 sıralı mekanik hareket sistemli tek dane ekim makinesinin teknik özellikleri çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Mekanik hareket sistemli pnömatik tek dane 6 sıralı ekim makinasının teknik özellikleri

Bağlantı tipi	Asılır Tip
Ekici Sayısı	6 adet
Gömücü ayak tipi	Diskli tip
Ekici düzen	Mekanik hareket sistemi
Plakadaki delik sayısı (mısır için)	26 adet
Delik çapı (mısır için)	4.5 mm
Plakadaki delik sayısı (ayçiçeği için)	20 adet
Delik çapı (ayçiçeği için)	3 mm
Tohumun düşme yüksekliği	45 cm
Tohum depo kapasitesi	35 dm^3
Toplam ağırlık	1350 kg

3.1.2 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası

Bu çalışmada, pnömatik tek dane ekim makinasının ekici düzeni ve gübre atıcı sisteminde kullanılacak elektrik motorları, hareketi doğrudan vererek hareket iletiminden oluşabilecek kayıpları en aza indirmesi, transmisyon oranının istenilen aralıkta ayarlanabilmesi ve kullanılan tohum sensörleri ile ekim işlemi esnasında sürekli geribildirim alınması, ekim başarısını artıracağı beklenmektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6).



Şekil 3.4. Pnömatik tek dane ekim makinasında kullanılacak elektrikli hareket sistemi blok şeması



Şekil 3.5. Pnömatik tek dane ekim makinasındaki ekici düzeni hareket ettiren elektrikli motor



Şekil 3.6. Elektrik motorun kontrol ünitesi

Elektrikli hareket sistemleri, ekim makinalarında kolay kullanım sağlaması, ekim esnasında veri izleme, pozitif geri bildirim ve ekim düzgünsüzlüklerinde negatif

geri bildirim sağlaması, oluşabilecek zaman, verim ve ekonomik kayıpların önlenmesine yardımcı olacaktır.

Tohum şekli nedeniyle her zaman tam olarak tohum plakası üzerindeki deliği kapatamamakta ya da tam delik üzerinde emilememektedir (Önal, 2011). Bu sebepten dolayı sıra üzeri ekimde boşluk, tohum plakası üzerine birden fazla tohum emilmesi ve tohum yatağına bırakılması durumunda ikizlenme meydana gelmektedir. Boşluk ve ikizlenmenin azaltılması, kabul edilebilir tohum aralığı sınırının daraltılması, ekim başarısını arttırmaktadır.

Tablet (Samsung SM-T530NU, Android 5.0.2) yüklenen uygulama, kablosuz bağlantı yardımıyla traktör kabinindeki arayüz çevrim kutusuna bağlanır ve arayüz çevrim kutusu ile ekim makinası üzerinde bulunan elektronik kontrol ünitesi arasında kablosuz bağlantı kurularak her bir gübre atıcı sistemi ve ekici ünitelere bağlı elektrik motorlarının kontrolü bağımsız olarak sağlanmıştır. Ekim esnasında anlık performans değerleri izlenebilir, ekim işlemindeki herhangi bir olumsuz durum karşısında anlık uyarılar alınabilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Kontrol monitörü

3.1.2.1 Elektrikli motor özellikleri

Pnömatik tek dane ekim makinasında kullanılan elektrikli motorun teknik özellikleri;

Voltaj	: 12V
Tork	: 4 N.m.
Başlangıç Torku	: 40 N.m.
Normal akım	: 6A
Başlangıç akımı	: 60A
Devir	: 80 min^{-1}
Transmisyon oranı	: 78:2
Ağırlık	: 1,7 kg

3.1.2.2 Kullanılan GPS ve alıcı özellikleri

Garmin GPS 18x-5Hz Modeli GPS: WAAS (wide area augmentation system destekli) geniş alan güçlendirme sistemi, küresel konumlama sistemi'nin (GPS) doğruluğu, bütünlüğü ve kullanılabilirliğini arttırmak amacı ile federal havacılık idaresi (ana yüklenici Raytheon Şirketi) tarafından geliştirilen bir hava seyrü sefer yardımcısı-dır. Esasen, WAAS kendi kapsama alanı içinde herhangi bir havaalanı hassas yaklaşımlarını içeren uçuşların tüm aşamaları için GPS uçak güvenini sağlamakla amaçlanmıştır (https://tr.wikipedia.org/wiki/WAAS). WAAS, batı yarım kürede GPS uydusunun sinyallerinin küçük çeşitlemelerini ölçmek için, Kuzey Amerika ve Hawaii, yer tabanlı referans istasyonları ağını kullanır. Referans istasyonlardan alınan ölçümler ana istasyonlara yönlendirilir (Şekil 3.8).

Giriş voltajı : 4,0-5,5 V (dc)

Giriş akımı : 100 mA

GPS Hassasiyeti : (Pozisyon, <15 metre, %95; hız: 1 knot (kn))

WAAS : (Pozisyon, <3 metre, %95; hız: 1 knot (kn))

Güncelleme aralığı : 5 kayıt/saniye

Ağırlık : 165 g



Şekil 3.8. GPS alıcısı



Şekil 3.9. Kabinde yer alan tablet

Çizelge 3.2. Yaygın olarak kullanılan bazı hızların dönüşümleri

Yaygın olarak kullanılan bazı hızların dönüşümleri					
	m/s	km/h	mph	knot	ft/s
1 m/s =	1	3.6	2,236936	1,943844	3,280840
1 km/h =	0,277778	1	0,621371	0,539957	0,911344
1 mph =	0,44704	1,609344	1	0,868976	1,466667
1 knot =	0,514444	1.852	1,150779	1	1,687810
1 ft/s =	0,3048	1,09728	0,681818	0,592484	1

Çizelge 3.3 Elektrikli hareket sistemli tek dane 6 sıralı ekim makinesinin teknik özellikleri

Bağlantı tipi	Asılır tip
Ekici Sayısı	6
Gömücü ayak tipi	Diskli tip
Ekici düzen	Elektrikli hareket sistemi
Plakadaki delik sayısı (mısır için)	26 adet
Delik çapı (mısır için)	4.5 mm
Plakadaki delik sayısı (ayçiçeği için)	20 adet
Delik çapı (ayçiçeği içinı)	3 mm
Tohumun düşme yüksekliği	45 cm
Tohum depo kapasitesi	35 dm^3
Toplam ağırlık	1350 kg
Toplam kullanılan Elektrik motoru	8 adet
Electrik motor voltajı	12 V
Elektrik motor devri	80 min^{-1}

3.2 Yöntem

Bu çalışmada tohumların laboratuvar denemeleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojik Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Tarlada ekim çalışmaları ise mısır tohumları Konya ortakonak mahallesi mevkisinde, ayçiçeği tohumları ise Konya ili akbaş mahallesi mevkisinde yapılmıştır. Çalışmada hareketini elektrik motorundan alan pnömatik tek dane ekim makinası ve hareketini tahrik tekerleğinden alan pnömatik tek dane ekim makinası kullanılmıştır. Laboratuvarda farklı ilerleme hızlarında ve farklı sıra üzeri ekim mesafelerinde denemeler yapılmıştır. Tarlada ise 1.67 m/s ilerleme hızında mısır tohumlarının 150 mm sıra üzeri ekim mesafesinde ekimi yapılırken ayçiçeği tohumlarının ise 250 mm sıra üzeri ekim mesafesinde ekim işlemleri yapılmıştır.

3.2.1 Laboratuvar deneyleri

Laboratuvarda yapılan tarım deneyler ile sıra üzeri tohumların ekim düzgünlüğü, ekim normları, tohumların zedelenme oranları, gömücü ayakların sertlik dereceleri ve gürültü düzeyleri belirlenmektedir. Sıra üzeri tohumların dağılım düzgünlüğünü belirlemek için laboratuvarda hazırlanan yapışkan bant deneme düzeneği kullanılır. Norma uygun olan düz konumdaki ekim makinası yapışkan sonsuz bant üzerine yerleştirilir. Sistem üzerinde elektronik ölçme düzenine bağlanmış ve rastgele seçilen ekici ünitesinin önceden belirlenmiş olan 2 sıra üzeri tohum aralığına ayarlanır. 1.67 m/s 2 m/s ilerleme hızlarında ekim denemeleri yapılmıştır.

Ekim normu ise makina tekerleğinin 1.67 m/s 2 m/s ilerleme hızında 20 devirde atılan tohum miktarı ile ekim şartlarına uygun olarak seçilen 2 farklı sıra üzeri uzaklıkları belirlemek için 3 tekerrürlü olarak düz ve % 20 eğime sahip (öne- arkaya ve yana) deneylerle belirlenmiştir.

Laboratuvarda yapışkan bant denemelerinde hareketini elektrikli motordan alan ekici sistemlerle 1,67 m/s ve 2 m/s farklı ilerleme hızlarında 100 mm, 150 mm, 160 mm ve 200 mm sıra üzeri mesafede 3 tekerrürlü olarak mısır tohumlarının ekim denemeleri yapılmıştır.

Yine laboratuvarda yapışkan bant denemelerinde 1,67 m/s ve 2 m/s farklı hızlarda 250 mm ve 300 mm aralıklarla ayçiçeği tohumlarının düzgün sıra üzeri demeleri 2'şer tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Tarla ekim işleminde ise mısır tohumları hem mekanik hem de elektrik motorlu sistemlerle 1,67 m/s ilerleme hızında 150 mm aralıkla ekim işlemi yapılmıştır (Şekil 3.10). Mısır ekim işlemi Konya ili Ortakonak mahallesi mevkisinde 16 Mayıs 2019 tarihinde yapılmıştır. Ekim işleminden sonra ise rastgele seçilen 5 m'lik mesafelerdeki tohumların ekim düzgünlüğünü belirlemek için üç tekerrürlü belirleme çalışması yapılmıştır. Bu ölçümlerle mısır tohumunun KETA (kabul edilebilir tohum aralığı % oranı, İO (ikizlenme % oranı), BO (boşluk % oranı) ile % CV (varyasyon katsayısı %) oranı belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Tarlada pnömatik ekim makinası ile ekim işlemi

Tarlada ekim işleminde ise ayçiçeği tohumları hem mekanik hem de elektrik motorlu sistemlerle 1,67 m/s ilerleme hızında 250 mm aralıkla ekim işlemi yapılmıştır. Ayçiçek ekimi işlemi Konya ili Akbaş mahallesi mevkisinde 15 Mayıs 2019 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekim işleminden sonra ise rastgele seçilen 5 m'lik mesafelerdeki tohumların ekim düzgünlüğünü belirlemek için iki tekerrürlü belirleme çalışması yapılmıştır (Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13). Bu ölçümlerle mısır tohumunun KETA (kabul edilebilir tohum aralığı % oranı, İO (ikizlenme % oranı), BO (boşluk % oranı) ile varyasyon katsayısı % oranları formül 3.1-3.4 ile belirlenmiştir.



Şekil 3.11. Tarlada ekim işlemi sonrası tohum kontrolü



Şekil 3.12. Tarlada ekim işlemi sonrası tohum ekim düzgünlüğünün belirlenmesi



Şekil 3.13. Tarlada tohum aralıklarının ölçülmesi

Tarlada bitkiler yetiştikten sonra tarla çıkış derecelerinin belirmesi amacıyla ölçüm işlemleri 7 Temmuz 2019 tarihinde yapılmıştır. 150 mm tohum aralığında ekimi yapılan mısır tohumlarının bulunduğu tarlada yine 5'er metrelik rastgele seçilen uzunluklardaki bitkiler sıra üzeri mesafeler 3'er tekerrürlü olarak ölçülmüştür (Şekil 3.14, Şekil 3.15). Bu ölçümlerle KEBA (kabul edilebilir bitki aralığı), İO (ikizlenme oranı), BO (bitki boşluk oranı) ve varyasyon kat sayısı oranları belirlenmiştir.

Tohumlar çimlendikten ve bitkiler yetiştikten sonra ise bitkilerin tarla filiz çıkış derecelerinin belirmesi amacıyla ölçüm işlemleri yapılmıştır. 250 mm aralıklara ekimi yapılan ayçiçeği tohumlarının bulunduğu tarlada yine 5'er metrelik rastgele seçilen uzunluklardaki bitkiler arası mesafeler 3'er tekerrürlü olarak ölçülmüştür (Şekil 3.16, Şekil 3.17). Bu ölçümlerle KEBA (kabul edilebilir bitki aralığı), İO (ikizlenme oranı), BO (bitki boşluk oranı) ve varyasyon katsayısı (%CV) oranları belirlenmiştir.



Şekil 3.14. Tarlada mısır bitkisinin çıkış aralıklarının ölçülmesi



Şekil 3.15. Ölçümü yapılan mısır tarlası



Şekil 3.16. Tarlada ayçiçeği bitkisinin çıkış aralıklarının ölçülmesi



Şekil 3.17. Ölçüm yapılan ayçiçeği tarlası

3.3 Verilerin Toplanması ve İstatistik Analizi

Yapılan bu çalışmada kullanılan veriler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında ve tarladaki ölçümlerinden elde edilmiş ve deftere kaydedilmiştir. Laboratuvar ortamında yapışkan bant üzerinde elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla yapılan deneme çalışmalarıyla ilgili veriler farklı hız, farklı mesafe ve farklı tohumlarla ilgili ekim deneme verileri kaydedilmiştir.

Tarlada mısır ve ayçiçeğinin ekimleri 2019 yılının Mayıs ayında yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra arazideki tohum sıra ekimiyle ilgili kontröl ve ölçüm işlemleri yerinde yapılarak verileri kaydedilmiştir. Tarla filiz çıkış derecesi ile ilgili ölçümler ise Temmuz 2019 yılında yapılmıştır. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla ilgili Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesindeki bazı öğretim elemanları tarafından teknik ve deneme incelemeleri yapılarak makina ile ilgili teknik

rapor düzenlenmiştir (Anonim, 2013). Dolayısıyla bu mekanik ekim makinası ile ilgili laboratuvar verileri mevcut olduğundan yeni bir çalışma yapılmamıştır.

Tarlada ekim yaparken hem elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası hem de mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim ekim makinası ekimleriyle ilgili ölçümler yapılmıştır. Ölçüm verileri kaydedilmiştir.

Hem laboratuvar hem de tarladaki ölçüm verileri bilgisayar ortamında microsoft office excel 10.00 elektronik tablolarına işlenmiştir. Bu programda ortalama, varyans, standart sapma, varyasyon katsayısı, kabul edilebilir tohum aralığı (KETA :0.5Z-1.5Z) oranı (%), ikizlenme (İO: < 0.5 z) oranı (%), boşluk (BO: >1.5Z) oranı (%) ve Tarla filiz çıkış derecesi(TÇD) oranı (%) hesaplanmıştır. Yine excel programındaki veriler SPSS 25.00 İstatistik Paket Programına aktarılarak "Tek Yönlü One Way" varyans analizi testi, üç farklı grubun parametrik değerlerinin karşılaştırılması amacıyla "f" testi yapılmıştır. Daha sonra da "Duncan" testi yapılmıştır (Bewick ve ark., 2004).

Yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler formül (3.1-3.5) kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Önal, 2011; Yalçın, 1999).

$$X_o = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Birinci formül (3.1):
Xo = Ortalama değer
Xi = Değişken değeri
n = Değişken sayısı

ortalama değer (Xo) hesaplanır.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - x_o)^2}{n-1}$$

İkinci formül (3.2):
S^2 = Varyans
Xo = Ortalama değer
Xi = Değişken değeri
n = Değişken sayısı

varyans (S^2) hesaplanır.

$$S = \sqrt{S^2}$$

Üçüncü formül (3.3):

S= Standart sapma

S^2 = Varyans

Standart sapma (S) hesaplanır.

$$CV = \left(\frac{S}{X_o} \right).100$$

Dördüncü formül (3.4):

CV = Varyasyon katsayısı

S= Standart sapma
Xo = Ortalama değer

Varyasyon katsayısı (CV) % hesaplanır.

Farklı ilerleme 1,67m/s 2 m/s hızlarında varyasyon katsayısı (CV) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Kabul edilebilir tohum aralığı (Z) değeri, ikizlenme ve boşluk oranları saptanmıştır.

Mekanik hareket iletim sistemine sahip ekim makinası ve elektrikli hareket sistemine sahip Pnömatik Tek Dane Ekim Makinası aynı materyal ve yöntemlerle laboratuvar koşullarında test edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan elektrikli hareket sistemine sahip ekim makinasının tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi saptanmıştır. Aynı makinalar tarla koşullarında denenecek olup, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü, tarla filiz çıkış derecesi formül 3.5 ile hesaplanarak makinanın iş başarısı tespit edilmektedir (Işık ve ark., 1986; Acar, 2015).

$$\text{TFÇD (\%)} = \frac{\text{Metrede Çimlenen Tohum Sayısı}}{\text{Metreye Ekilen Tohum Sayısı}} \text{ X } 100 \quad \text{Beşinci formül } \mathbf{(3.5)}$$

4 ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışma, elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasının laboratuvar ortamında 1,67 m/s ile 2 m/s farklı ilerleme hızlarında mısır tohumları (100 mm, 150mm, 160 mm ve 200 mm) farklı sıra üzeri mesafelerde 3'er tekerrürlü denemeleri yapılmıştır. Ayçiçeği tohumlarının bant üzerinde 1,67 m/ ile 2 m/s hızlarında (250 mm ve 300 mm) mesafelerde 2'şer tekerrürlü ekim denemeleri yapılmıştır. Ayrıca tarla ortamında hem elektrikli hem de mekanik sistemli pnömatik tek dane ekim ekim makinası ile mısır tohumu 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm mesafede ekimi gerçekleştirilmiştir. Ayçiçeği ise tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında 250 mm mesafede ekimleri gerçekleştirilmiştir. Mısır tohumunun tarla ölçümleri 5 m uzunlukta 3'er tekerrürlü olarak belirlenmiştir. Ayçiçek tohumunun tarla ölçümleri ise 5'er m uzunlukta 2'şer tekerrürlü olarak ölçümleri yapılmıştır. Tarla filiz çıkış derecelerinde ise rastgele seçilmiş üç farklı sıradan 5'er metrelik uzunluklar alınmış ve bitkiler arası mesafeler ölçülmüştür.

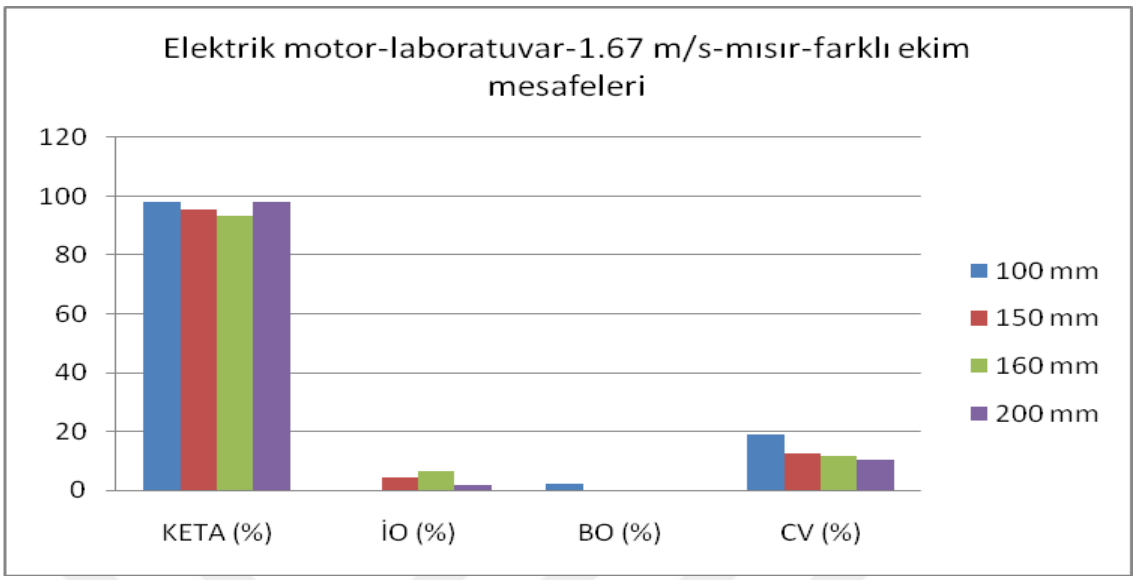
4.1 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Laboratuvar ortamında yapışkan bant üzerinde mısır tohumlarıyla 1,67 m/s ve 2 m/s hızlarda 100 mm, 150 mm, 160 mm ve 200 mm sıra üzeri mesafelerde ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z -1,5Z) üçer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme (İO) oranları (< 0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk (BO) oranları (>1,5Z) %'si üç tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da üçer tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	**Mesafe (mm)**	**Tekerrür sayısı**	**KETA (%)**	**İO (%)**	**BO (%)**	**CV (%)**	**Ort. (mm)**
Laboratuvar Mısır	1,67 m/s	100 mm	1	100	0,00	0,00	15,29	102,4
			2	100	0,00	0,00	18,64	102,3
			3	94,00	0,00	6,00	22,42	104,98
		Ortalama		**98,0**	**0,00**	**2,00**	**18,78**	**103,22**
		150 mm	1	87,00	13,00	0,00	12,87	146,40
			2	100	0,00	0,00	14,11	148,65
			3	100	0,00	0,00	10,79	149,28
		Ortalama		**95,67**	**4,33**	**0,00**	**12,59**	**148,11**
		160 mm	1	93,50	6,50	0,00	12,30	157,56
			2	100	0,00	0,00	11,74	157,01
			3	87,00	13,00	0,00	10,97	158,50
		Ortalama		**93,50**	**6,50**	**0,00**	**11,67**	**166,69**
		200 mm	1	97,30	2,70	0,00	12,00	190,08
			2	97,30	2,70	0,00	8,33	200,28
			3	100	0,00	0,00	10,40	199,35
		Ortalama		**98,20**	**1,80**	**0,00**	**10,24**	**196,57**

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 incelendiğinde mısır tohumları, 1,67 m/s ilerleme hızında 100 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 98.0, ikizlenme oranı (%) hiç görülmemiş ve boşluk oranı (%) ise 2.00 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı ise %18.78 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 100, 150, 160 ve 200 mm sıra üzeri mesafelerinde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçlarının KETA, İO, BO ve CV oranları

150 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 95.67, ikizlenme oranı (%) 4.33 ve boşluk oranı (%) ise yoktur. Varyasyon katsayısı ise % 12.59 olarak hesaplanmıştır.

160 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 93.50, ikizlenme oranı (%) 6.50 ve boşluk oranı (%) ise yoktur. Varyasyon katsayısı ise % 11.67 olarak hesaplanmıştır.

200 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 98.20, ikizlenme oranı (%) 1.80 ve boşluk oranı (%) ise yoktur. Varyasyon katsayısı % 10.24 olarak hesaplanmıştır.

Kachman ve Smith (1995) ve Önal (2011), varyasyon katsayısı (CV) değerinin %29-30'dan az olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın bütün parametrelerinde ortalama CV değeri ifade edilen bu değerlerin altında bulunmuştur.

Benzer şekilde, Yurdusever (2006), hassas ekim yönteminde tohumların düzgün sırayla ekildiğini ve buna bağlı olarak geleneksel ekim yöntemine göre verimde önemli derecede artış sağlandığı görülmüştür. Verimdeki artışa ekim derinliğinin uygunluğu ve sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün neden olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada KETA oranı 100 mm 'de 98, 150 mm'de 95,67, 160 m 'de 93 ve 200 mm'de % 98,20 olarak vurgulanmıştır.

Üçer (2015) yılında yaptığı çalışmada 0.5 m/s ilerleme hızında en düşük KETA ortalama değeri %88.19 bulunmuştur. Bu çalışmada ise 1,67 m/s ilerleme hızında 160 mm mesafede KETA % 93,50 tespit edilmiştir. Yine yüksek CV değerinin 0.5 m/s ilerleme hızında %30.48 olarak belirlenmiş iken bu çalışmada ise en yüksek ortalama değer (CV) % 18.78'dir.

Üçer (2015) mısır tohumların ekim denemelerinde bütün hızlarda KETA değeri % 90'ın üzerinde vurgulanmıştır.

Tozan ve ark. (1990) ile Yalçın (1999) modern tek dane ekim makinalarında (0.5-1.5) Z aralığının (KETA) % 80'den az olmaması gerektiği belirtilmiştir.

Öğüt (1991), tarafından yapılan araştırma sonucuna göre hava akımlı hassas ekim makinası ile yapılan mısır ekiminde farklı ilerleme hızlarında (2 m/s ve 2.5 m/s) düşük sıra üzeri mesafelerde boşluk oranındaki artış olduğu rapor edilmiştir.

4.2 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Laboratuvar ortamında yapışkan bant üzerinde mısır tohumlarıyla, 2 m/s hızında 100 mm, 150 mm, 160 mm ve 200 mm mesafelerde ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) üçer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme (İO) oranları (< 0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk

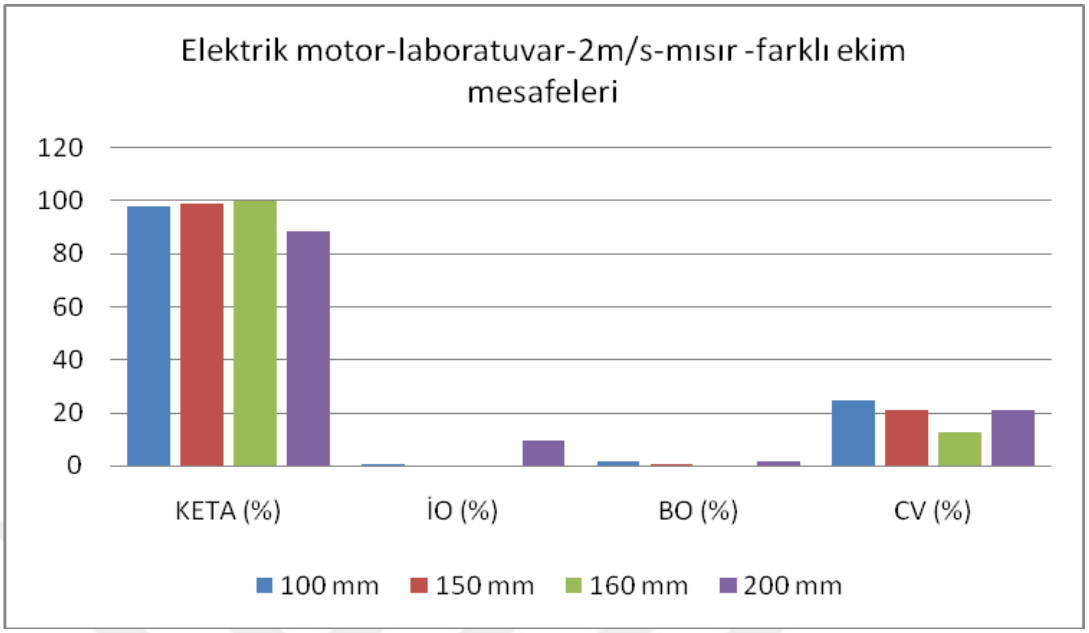
(BO) oranları (>1,5Z) %'si üç tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da üçer tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	Mesafe (mm)	Tekerrür sayısı	KETA (%)	İO (%)	BO (%)	CV (%)	Ort. (mm)
Laboratuvar Mısır	2 m/s	100 mm	1	93,90	2,00	4,10	30,22	100,20
			2	100	0,00	0,00	25,09	103,10
			3	100	0,00	0,00	17,98	96,20
		Ortalama		**97,97**	**0,67**	**1,37**	**24,43**	**99,83**
		150 mm	1	100	0,00	0,00	16,75	144,86
			2	97,20	0,00	2,00	14,67	157,33
			3	100	0,00	0,00	16,96	141,97
		Ortalama		**99,06**	**0,00**	**0,67**	**20,81**	**148,05**
		160 mm	1	100	0,00	0,00	14,06	149,31
			2	100	0,00	0,00	12,26	151,40
			3	100	0,00	0,00	11,49	150,98
		Ortalama		**100**	**0,00**	**0,00**	**12,60**	**150,56**
		200 mm	1	94,70	2,60	2,60	26,25	188,68
			2	86,80	13,20	0,00	15,92	182,88
			3	84,20	13,20	2,60	20,40	192,58
		Ortalama		**88,57**	**9,67**	**1,73**	**20,86**	**188,04**

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de mısır tohumları, 2 m/s ilerleme hızında 100 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 97.97, ikizlenme (%) oranı 0.67 ve boşluk oranı (%) ise 1.37 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı (CV) % 24.43 olarak hesaplanmıştır.

150 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 99.06, ikizlenme oranı (%) 0.0 ve boşluk oranı (%) ise 0.67'dir. Varyasyon katsayısı % 20.81 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.2. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve 100 , 150, 160 ve 200 mm sıra üzeri mesafelerinde mısır tohumlarının ekim deneme sonuçlarının KETA, İO, BO ve CV oranları

160 mm sıra üzeri mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 100, ikizlenme oranı (%) 0.00 ve boşluk oranı (%) 0.00 'dır. Varyasyon katsayısı % 12.60 olarak hesaplanmıştır.

200 mm sıra üzeri mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 88.57, ikizlenme oranı (%) 9.67 ve boşluk oranı (%) ise 1.73'tür. Varyasyon katsayısı % 20.86 olarak hesaplanmıştır.

Irla (1974) İsviçre'de bulunan mekanik ve pnömatik olarak çalışan mısır ve pancar ekim makinalarının karşılaştırılmalı incelemesinde tohumların uygun dağılışı ve bitkilerin tarla çıkışına ilişkin mekanikler için optimum hızın 3,5-5,0 km/h ve pnömatikler için ise 6 km/h ve olduğunu rapor etmiştir (Akın, 2013).

Bu çalışmada mısır tohumlarının laboratuvar ortamında pnömatik tek dane ekim makinasında ekim denemesinde ise 1,67 m/s ve 2 m/s hızlarda denenmiştir. 1,67 m/s ilerleme hızında en iyi KETA sonucunun 200 mm mesafede 98,20 olarak belirlenmiştir. 2 m/s ilerleme hızında ise 160 mm sıra üzeri mesafede % 100'lük KETA elde edilmiştir. Hızın artışına bağlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Yine Barut ve Özmerzi (1988), hava emişli hassas ekim makinası kullanılarak mısır ve pamuk vb. ekimi yapılırken ilerleme hızının artmasına bağlı olarak tohum dağılım düzgünlüğünün azaldığını belirtirken, yapılan bu çalışmada böyle bir azalma belirlenememiştir.

Benzer şekilde Üçer (2015) yılında yaptığı çalışmada 0.5 m/s ilerleme hızında en düşük KETA ortalama değeri %88.19 tespit edilirken bu çalışmada ise 2 m/s ilerleme hızında 200 mm mesafede KETA 88.57 tespit edilmiştir. Yine yüksek CV değerinde ise 2 m/s ilerleme hızında 100 mm mesafede en yüksek %24,43 olarak tespit edilmiştir.

Öğüt (1991), tarafından yapılan araştırma sonucuna göre hava akımlı hassas ekim makinası ile yapılan mısır ekiminde hız artışına bağlı olarak boşlukta artmaktadır. Farklı ilerleme hızlarında (7.2 ve 9 km/h) düşük sıra üzeri uzaklıklarda boşluk oranındaki artış belirgindir. Yapılan bu çalışmada böyle bir boşluk artışı belirlenememiştir.

Yazgı ve Değirmencioğlu (2007), vakum prensibiyle çalışan tek dane ekim makinasındaki mısır tohumu kullanılarak sıra üzeri tohum aralıkları yapışkan bant denemeleriyle üç farklı (1, 1.5 ve 2 m/s) ilerleme hızında ve 6.3 kPa vakum basıncı altında gerçekleştirilmiştir. Performans değerlerinin en iyi olduğu deneme hızları 1 ve 1.5 m/s'dir. Yapılan bu çalışmada 1,67 m/ ve 2 m/s hızlarda yapılan çalışmada performans değerleri yüksek olarak bulunmuştur.

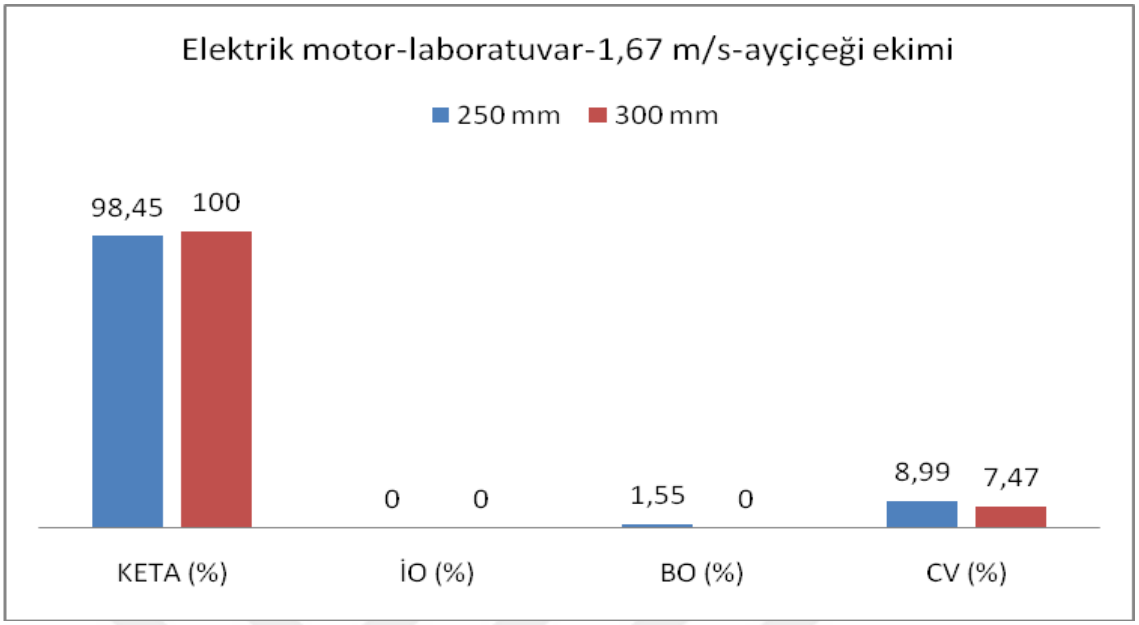
4.3 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Laboratuvar ortamında yapışkan bant üzerinde ayçiçeği tohumlarıyla, 1,67 m/s hızlarda 250 mm ve 300 mm sıra üzeri mesafelerde ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) ikişer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme (İO) oranları (< 0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk (BO) oranları (> 1,5Z) %'si üç tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da üçer tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	**Mesafe (mm)**	**Tekerrür sayısı**	**KETA (%)**	**İO (%)**	**BO (%)**	**CV (%)**	**Ort. (mm)**
Laboratuvar Ayçiçeği	1,67 m/s	250 mm	1	96,90	0,00	3,10	13,12	251,27
			2	100,0	0,00	0,00	4,85	254,78
		Ortalama		**98,45**	**0,00**	**1,55**	**8,99**	**253,02**
		300 mm	1	100	0,00	0,00	9,37	298,27
			2	100	0,00	0,00	5,57	300,91
		Ortalama		**100**	**0,00**	**0,00**	**7,47**	**299,59**

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'te ayçiçeği tohumları, 1,67 m/s ilerleme hızında 250 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin iki tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 98.45, ikizlenme (%) oranı 0.00 ve boşluk oranı (%) ise 1.55 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı % 8,99 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.3. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 ile 300 mm'de ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçlarının KETA, İO, BO ve CV oranları

300 mm mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin iki tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 100.0, ikizlenme oranı (%) 0.00 ve boşluk oranı (%) 0.00'dır. Varyasyon katsayısı % 7.47 olarak hesaplanmıştır.

4.4 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Laboratuvar ortamında yapışkan bant üzerinde ayçiçeği tohumlarıyla, 2 m/s hızlarda 250 mm ve 300 mm sıra üzeri mesafelerde ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) ikişer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme (İO) oranları (<0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk (BO) oranları (> 1,5Z) %'si üç tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları

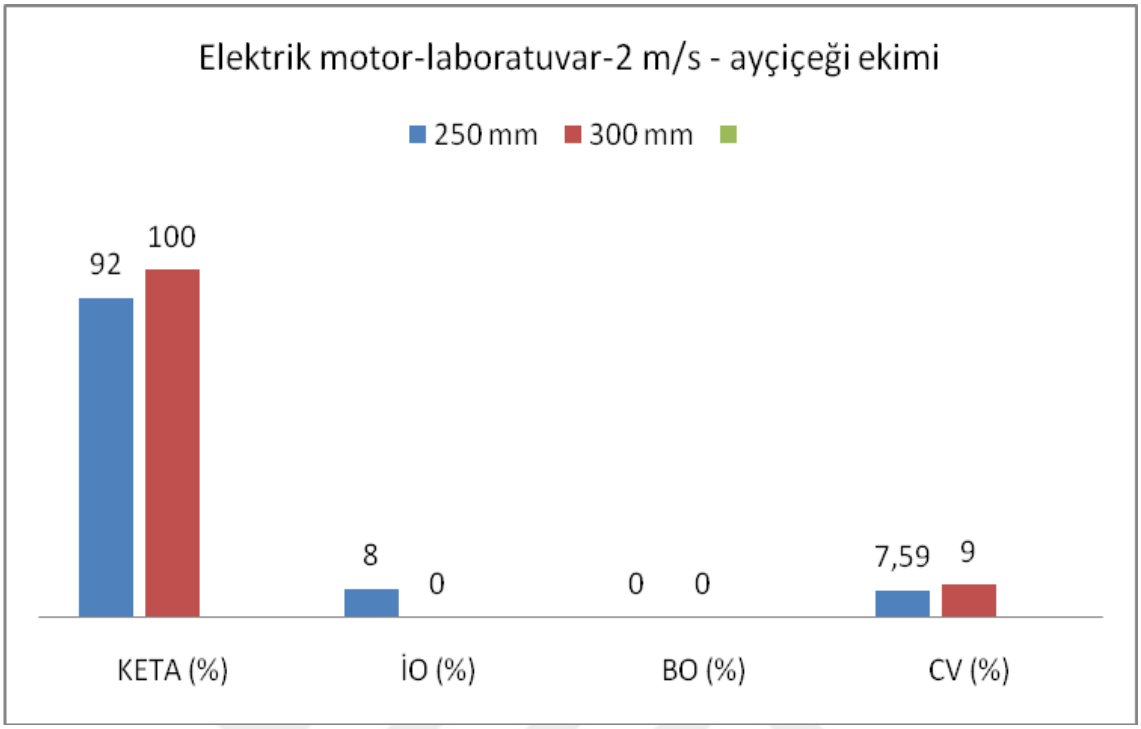
hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da üçer tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4).

Çizelge 4.4. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında ve farklı sıra üzeri mesafelerde ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	**Mesafe (mm)**	**Tekerrür sayısı**	**KETA (%)**	**İO (%)**	**BO (%)**	**CV (%)**	**Ort. (mm)**
Laboratuvar Ayçiçeği	2 m/s	250 mm	1	92,00	8,00	0,00	10,11	250,7
			2	92,00	8,00	0,00	5,06	255,3
		Ortalama		**92,00**	**8,00**	**0,00**	**7,59**	**253,0**
		300 mm	1	100	0,00	0,00	11,12	296,6
			2	100	0,00	0,00	6,88	300,0
		Ortalama		**100**	**0,00**	**0,00**	**9,00**	**298,3**

Çizelge 4.4'te ayçiçeği tohumları, 2 m/s ilerleme hızında 250 mm sıra üzeri mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin iki tekerrürlü ortalamalarına KETA (%) oranı ortalaması 92.00, ikizlenme (%) oranı 8.00 ve boşluk oranı (%) ise 0.00 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı % 7,59 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4).

300 mm sıra üzeri mesafede yapılan ekim denemeleri sonucu elde edilen verilerin iki tekerrürlü ortalamalarına göre KETA (%) oranı ortalaması 100.0, ikizlenme oranı (%) 0.00 ve boşluk oranı (%) 0.00'dır. Varyasyon katsayısı % 9.00 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.4. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s hızında ve 250 ile 300 mm'de ayçiçeği tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları

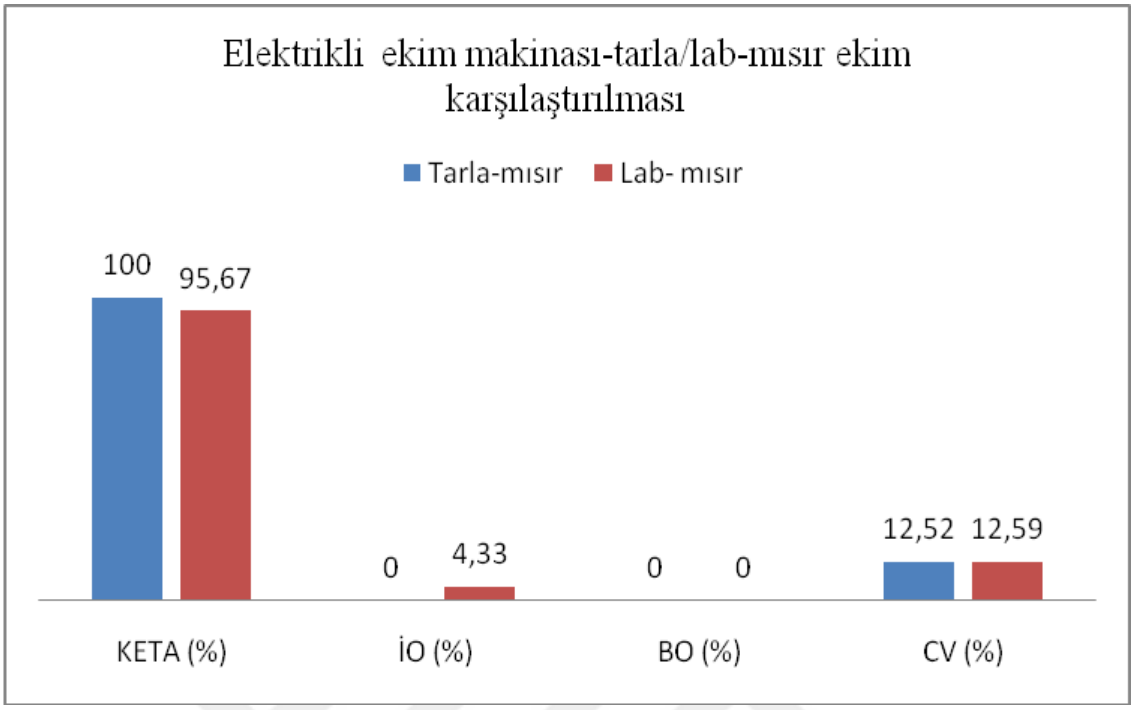
4.5 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Tarlada mısır tohumları 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) üçer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme(İO) oranları (<0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk (BO) oranları (>1,5Z) %'si üç tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da üçer tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5).

Çizelge 4.5. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	Mesafe (mm)	Tekerrür sayısı	KETA (%)	İO (%)	BO (%)	CV (%)	Ort. (mm)
Tarla Mısır	1,67 m/s	150 mm	1	100,0	0,0	0,0	13,46	146,86
			2	100,0	0,0	0,0	14,15	152,00
			3	100,0	0,0	0,0	9,95	150,17
			Ort.	**100,0**	**0,0**	**0,0**	**12,52**	**149,67**
Laboratuvar Mısır			1	87,00	13,00	0,00	12,87	146,40
			2	100	0,00	0,00	14,11	148,65
			3	100	0,00	0,00	10,79	149,28
			Ort.	**95,67**	**4,33**	**0,00**	**12,59**	**148,11**

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5 incelendiğinde mısır tohumları, 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede tarla ekim denemelerinden elde edilen verilerin üç tekerrürlü ortalamalarına KETA (%) oranı ortalaması 100, ikizlenme (%) oranı 0.00 ve boşluk oranı (%) ise 0.00 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı %' si 15.52 olarak hesaplanmıştır. Laboratuvarda ise KETA (%) ortalaması 95,67, İkizlenme oranı (%) 4,33, boşluk oranı (%) 0,00 ve ortalama varyasyon katsayısı (CV) % 12,59 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları

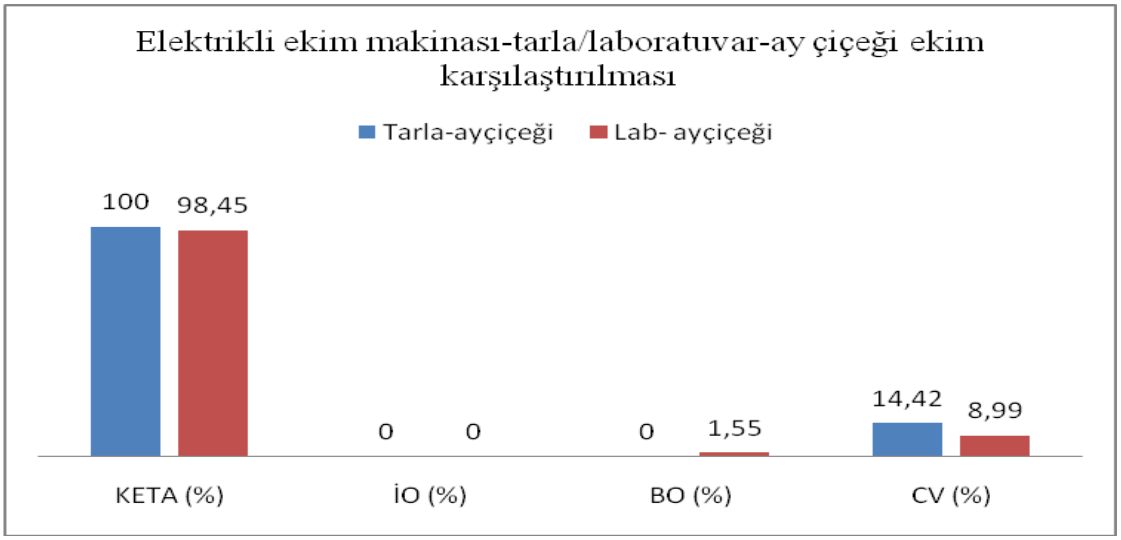
4.6 Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laborauvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Tarlada ayçiçeği tohumları 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) üçer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme (İO) oranları (< 0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk (BO) oranları (> 1,5Z) %'si iki tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da üçer tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6).

Çizelge 4.6. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	Mesafe (mm)	Tekerrür sayısı	KETA (%)	İO (%)	BO (%)	CV (%)	Ort. (mm)
Tarla Ayçiçeği	1,67 m/s	250 mm	1	100,0	0,0	0,0	13,80	251,88
			2	100,0	0,0	0,0	15,03	254,78
			Ort.	**100,0**	**0,0**	**0,0**	**14,42**	**253,33**
Laboratuvar Ayçiçeği			1	96,90	0,00	3,10	13,12	251,27
			2	100,0	0,00	0,00	4,85	254,78
			Ort.	**98,45**	**0,00**	**1,55**	**8,99**	**253,02**

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da ayçiçeği tohumları, 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede yapılan ekim denemelerinden elde edilen verilerin iki tekerrürlü ortalamalarına KETA (%) oranı ortalaması 100, ikizlenme (%) oranı 0.00 ve boşluk oranı (%) ise 0.00 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı (CV) % 14.42 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. Elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları

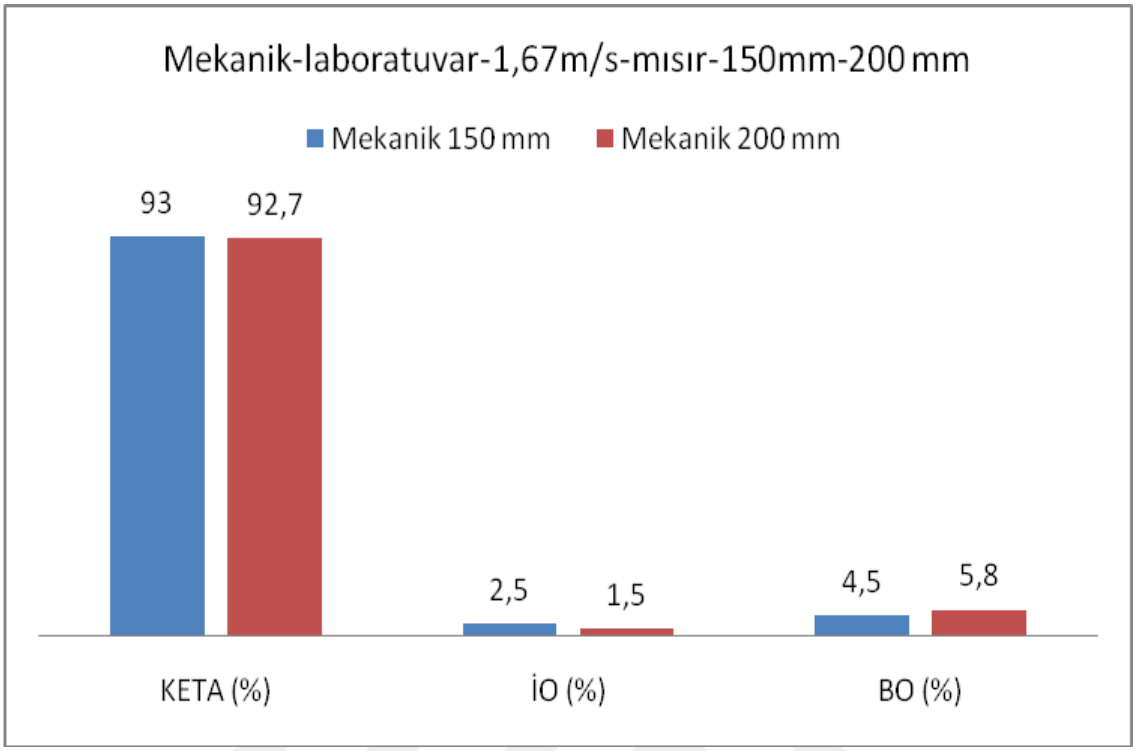
4.7 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s - 1.67 m/s ilerleme hızında ve 150-200 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Laboratuvarda mısır tohumları 4 ve 6 km/h ilerleme hızında ve 150 mm-250 mm sıra üzeri mesafede ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) hesaplanmıştır. İkizlenme (İO) oranları (< 0.5Z) ve boşluk (BO) oranlarının (>1,5Z) %'leri verilmiştir. Varyasyon katsayıları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7).

Çizelge 4.7. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s-1.67 m/s 150-200 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme sonuçları (Anonim, 2013).

	Mesafe (Z) (mm)	**İlerleme hızı (m/s)**	**<0,5Z İO (%)**	**(0,5-1,5) Z KETA (%)**	**>1,5Z BO (%)**	**CV (%)**
Laboratuvar Mısır	150	1.11	4,80	91,80	4,40	2,2-6,6
		1.67	2,50	93,00	4,50	
	200	1.11	1,00	96,00	3,00	
		1.67	1,50	92,70	5,80	

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7'de mısır tohumları, 4 ve 6 km/h ilerleme hızında ve 150 mm-200 mm mesafelerde laboratuvarda yapılan ekim denemelerinden elde edilen veriler tespit edilmiştir. KETA (%) oranı 150 mm sıra üzeri mesafede 4 km/h ilerleme hızında (91.80) ve 6 km/h ilerleme hızında (93.00) belirlenirken, 200 mm mesafede 4 km/h ilerleme hızında (96.0) ve 6 km/h ilerleme hızında (92.70) belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı (CV) ise %2.2-6.6 arasında değişmektedir.



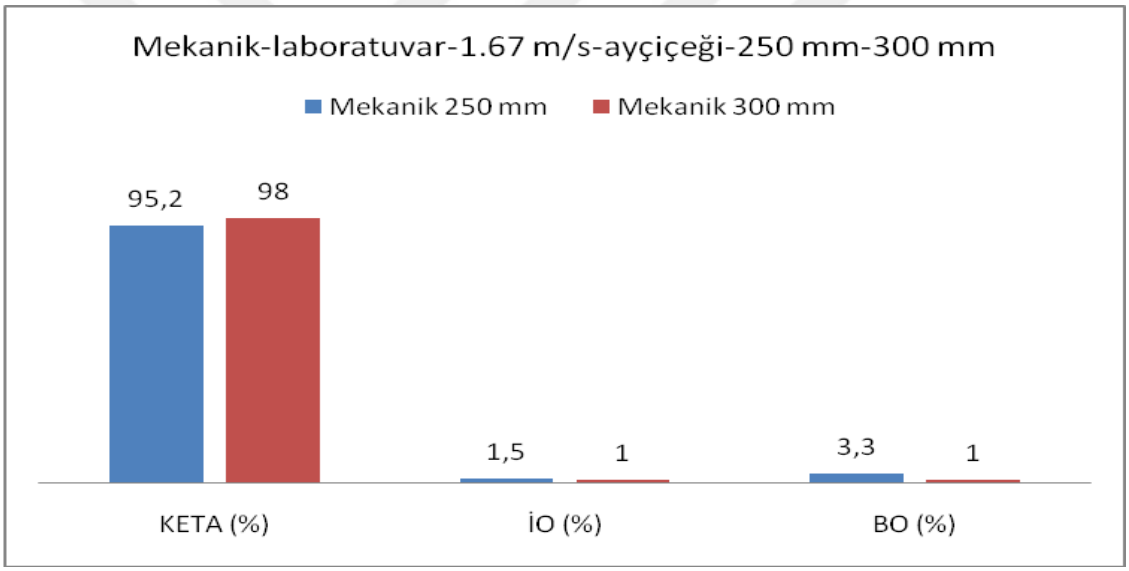
Şekil 4.7. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ekimi yapılan mısır tohumlarının 150 ve 200 mm'de KETA, İO ve BO oranları

4.8 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s - 1.67m/s 150-200 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Laboratuvarda ayçiçeği tohumları 4 ve 6 km/h ilerleme hızında ve 150 mm-250 mm sıra üzeri mesafede ekim çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) hesaplanmıştır. İkizlenme (İO) oranları (<0.5Z) ve boşluk (BO) oranlarının (>1,5Z) %'leri verilmiştir. Varyasyon katsayıları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.8. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvar 1.11 m/s - 1.67 m/s ilerleme hızında ve 150-200 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim deneme sonuçları (Anonim, 2013).

	Mesafe (Z) mm	İlerleme hızı (km/h)	<0,5Z (%)	(0,5-1,5)Z (%)	>1,5Z (%)	CV (%)
Laboratuvar Ayçiçeği	250	1.11	2,20	92,50	5,30	2,2-6,6
		1.67	1,50	95,20	3,30	
	300	1.11	1,30	96,70	2,00	
		1.67	1,00	98,00	1,00	



Şekil 4.8. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ayçiçeği tohumlarının 250mm ve 300 mm'de KETA, İO ve BO oranları.

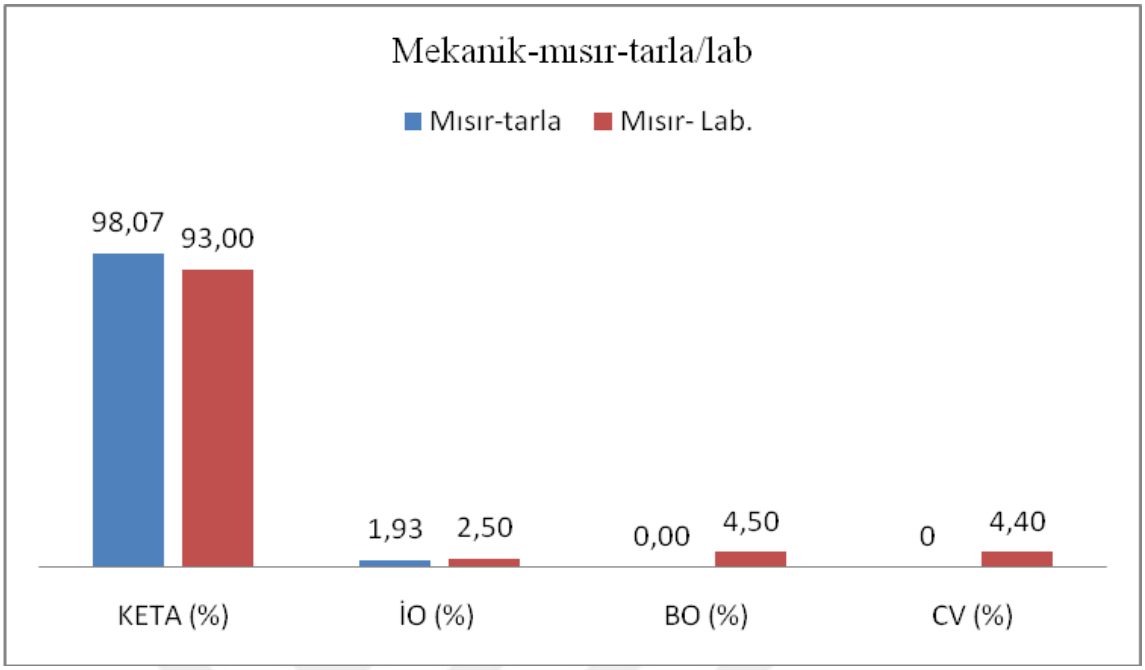
Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8 incelendiğinde mısır tohumları, 4 ve 6 km/h ilerleme hızında ve 250 mm-300 mm sıra üzeri mesafelerde laboratuvarda yapılan ekim denemelerinden elde edilen veriler tespit edilmiştir. KETA (%) oranı 250 mm mesafede 4 km/h ilerleme hızında (92.50) ve 6 km/h ilerleme hızında (95.20) belirlenirken, 300 mm mesafede 4 km/h ilerleme hızında (96.70) ve 6 km/h ilerleme hızında (98.00) belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı ise %2.2-6.6 arasında değişmektedir.

4.9 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s ilerleme hızında 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim deneme çalışmaları

Tarlada mısır tohumları 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile ekim işlemleri yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) üçer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme (İO) oranları (< 0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk (BO) oranları (>1,5Z) %'si üç tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da üçer tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.9. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarla ve laboratuvarda 1,67m/s 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının ekim sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	**Mesafe (mm)**	**Tekerrür sayısı**	**KETA (%)**	**İO (%)**	**BO (%)**	**CV (%)**	**Ort. (mm)**
Mısır Tarla	1,67 m/s	150 mm	1	97,1	2,90	0,0	23,99	160,49
			2	100,0	0,0	0,0	15,63	155,00
			3	97,1	2,90	0,0	21,43	156,03
			Ort.	**98,07**	**1,93**	**0,0**	**20,35**	**157,17**
Mısır Laboratuvar								
			Ort.	**93,00**	**2,50**	**4,50**	**4,40**	



Şekil 4.9. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarla ve laboratuvarda 1,67m/s 150 mm sıra üzeri mesafede mısır tohumlarının KETA, İO, BO ve CV oranları

Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9 incelendiğinde mısır tohumları tarlada ve laboratuvarda, 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede ekim yapılmıştır. Tohumların sıra düzgünlüğü için 3 tekerrürlü ölçümler alınmıştır. Bu ölçümlerin hesaplamaları KETA (%) oranı ortalaması 98.07, ikizlenme (%) oranı 1.93 ve boşluk oranı (%) ise 0.00 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı %' si 20.35 olarak hesaplanmıştır. Laboratuvarda ise ortalama KETA (%) oranı 93.00, İkizlenme oranı (%) 2.50, boşluk oranı (4.50) olarak tespit edilmiştir. Varyasyon katsayısı ortalaması (CV) % 4.40 olarak belirlenmiştir.

4.10 Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim çalışması

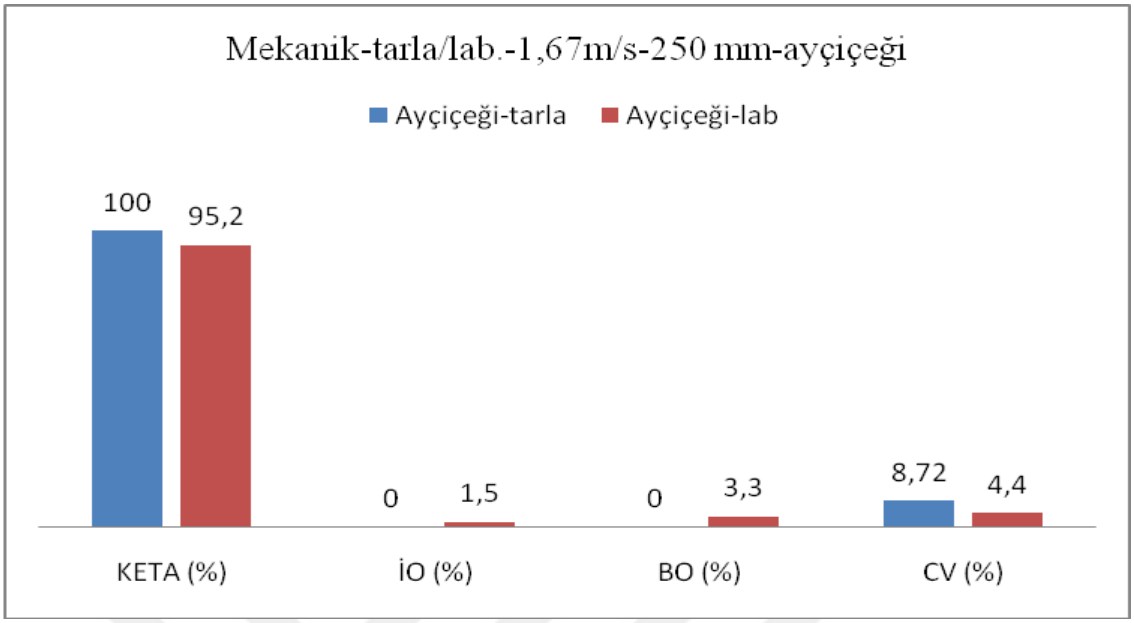
Tarlada ayçiçeği tohumları 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile ekim

işlemleri yapılmıştır. Çalışmada kabul edilebilir tohum aralığı (KETA)'nın % oranları (0,5Z-1,5Z) üçer tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları da belirlenmiştir. İkizlenme (İO) oranları (<0.5Z) %' si üçer tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Boşluk (BO) oranları (> 1,5Z) %'si iki tekerrürlü olarak belirlenmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Varyasyon katsayıları da iki tekerrürlü belirlenmiş ve ortalamaları da hesaplanmıştır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10).

Çizelge 4.10. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede ayçiçeği tohumlarının ekim sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	**Mesafe (mm)**	**Tekerrür sayısı**	**KETA (%)**	**İO (%)**	**BO (%)**	**CV (%)**	**Ort. (mm)**
Tarla Ayçiçeği	1,67 m/s	250 mm	1	100,0	0,0	0,0	9,37	252,20
			2	100,0	0,0	0,0	8,06	248,40
			Ort.	100,0	0,0	0,0	8,72	250,30
Ayçiçeği Laboratuvar	1,67 m/s	250 mm	Ort.	95.2	1.5	3.3	2.2-6.6	-

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da ayçiçeği tohumlarının tarlada, 1,67 m/s hız ve 250 mm mesafede ekim yapılmıştır. Tohumların sıra düzgünlüğü için ölçümleri 2 tekerrürlü alınmıştır. Bu ölçümlerin hesaplamaları KETA (%) oranı ortalaması 100.0, ikizlenme (%) oranı 0.00 ve boşluk oranı (%) ise 0.00 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı %' si 8.72 olarak hesaplanmıştır.Laboratuvarda ise KETA (%) oranı ortalaması 95.20, ikizlenme (%) oranı 1.50 ve boşluk oranı (%) ise 3.30 olarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı (CV) % 2.2 ile 6.6 arasında belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada ve laboratuvarda 1,67m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri ekim mesafesinde KETA, İO, BO ve CV oranları.

4.11 Tarla Filiz Çıkış Derecesinin (TFÇD) Belirlenmesi

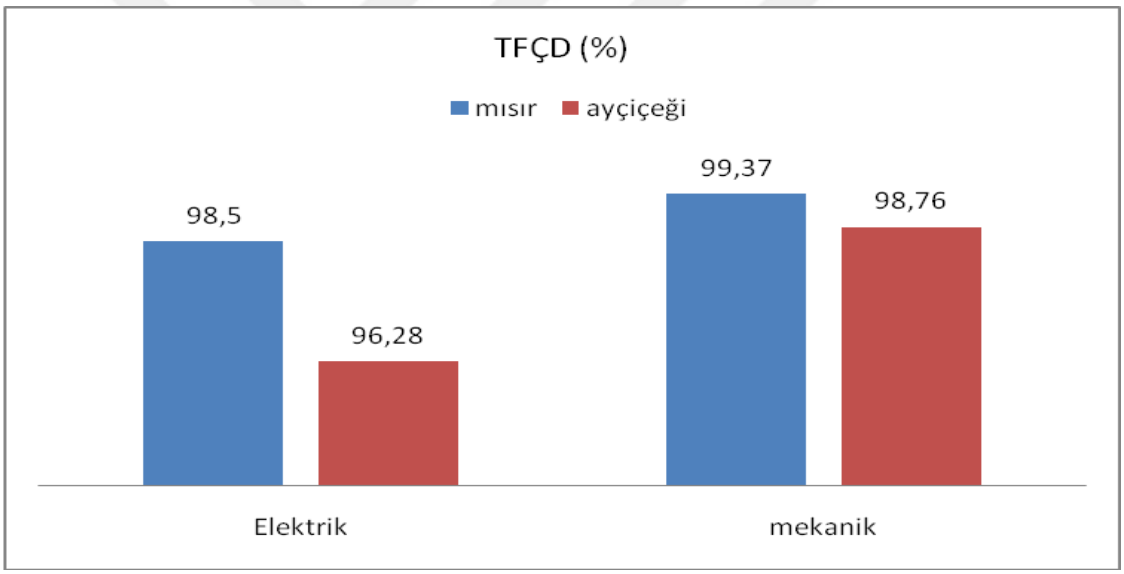
Tarla filiz çıkış derecesini belirlemek için ekim işleminden 50 gün sonra mısır ve ayçiçeği tarlalarında rastgele seçilen 5 metre uzunluğunda üç farklı sırada ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerin ortalama değerleri aşağıda verilen formül ile tarla filiz çıkış dereceleri belirlenmiştir (Işık ve ark., 1986; Önal, 2011; Yalçın, 1999) (Çizelge 4.11, Çizelge 4.12).

4.11.1 Mısır ve ayçiçeği bitkisinin tarla filiz çıkış derecesinin (TFÇD) belirlenmesi

Tarlaya elektrik ve mekanik tek dane pnömatik ekim makinası ile ekilen mısır ve ayçiçeği tarlalarına 50 gün sonra gidilerek yerinde çıkan mısır filizlerinin 3'er tekerrürlü ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerin ortamlarından elde edilen verileri formül 3.5 ile hesaplanmıştır (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11).

Çizelge 4.11. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla ekilen mısır bitkisinin Tarla filiz çıkış derecesi sonuçları

	İlerleme hızı (m/s)	**Mesafe (mm)**	**Makine hareket iletim sistemi**	**KETA (%)**
1,67 m/s	Mısır	150 mm	Elektrik	98.50
			Mekanik	99.37
	Ayçiçeği	250 mm	Elektrik	96.28
			Mekanik	98.76



Şekil 4.11. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında ekimi yapılan mısır ve ayçiçeği bitkilerinin tarla filiz çıkış dereceleri

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11 incelendiğinde mısır tohumları 1,67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede elektrik veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile ekilmiştir. Ekimden sonra tohumlar çimlenip filiz verdikten sonra tarlada belli mesafelerde ve tekrarlarda ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümlerin ortalama değerlerine göre elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasının kullanıldığı tarlada KETA (%) 98,50 tespit edilmiştir. Mekanik

hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasının kullanıldığı tarlada KETA (%) 99,37 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.11'de ayçiçeği tohumları 1,67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm sıra üzeri mesafede elektrik veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile ekilmiştir. Ekimden sonra tohumlar çimlenip filiz verdikten sonra tarlada belli mesafelerde ve tekrarlarda ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümlerin ortalama değerlerine göre elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasının kullanıldığı tarla filiz çıkış derecesi (%) 96,28 tespit edilmiştir. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasının kullanıldığı tarla filiz çıkış derecesi (%) 98,76 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11).

4.12 Ekim Faktörlerinin Birbiriyle Karşılaştırma Sonuçları

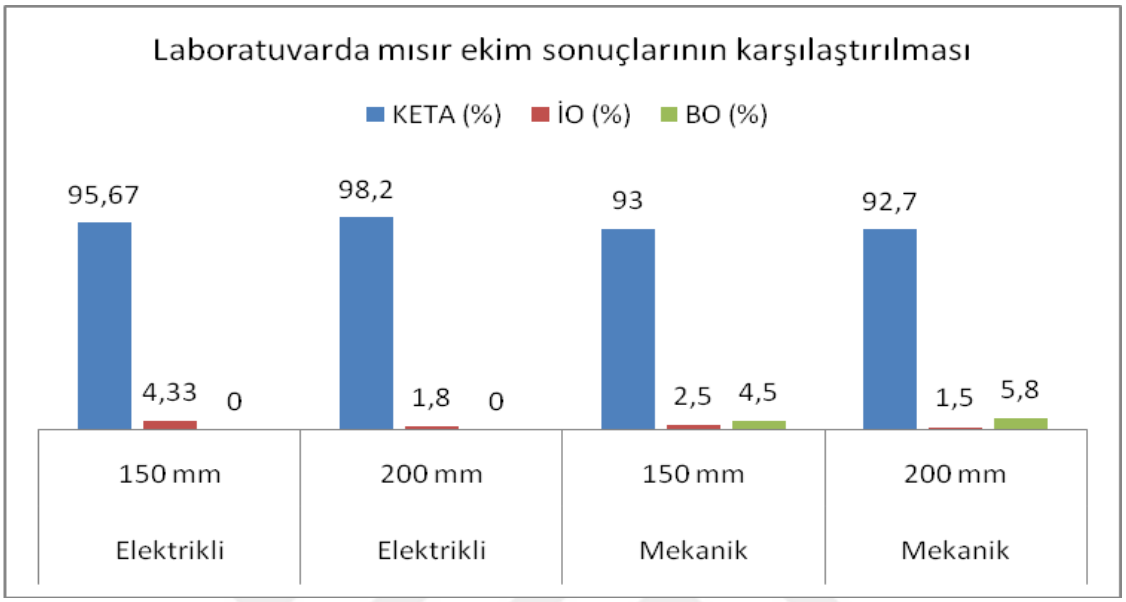
Ekim işleminde kullanılan elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası, mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası, laboratuvar ortamı, tarla ortamı ve ekim mesafeleri ve tohum çeşitleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bunlara ait sonuçlar çizelge 4.12, çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.12. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan mısır tohumunun deneme sonuçlarının karşılaştırılması

İlerleme hızı	Tohum	Makina	Mesafe	KETA (%)	İO (%)	BO (%)	Ort. (mm)
1,67 m/s	Mısır	Elektrik	150 mm	95,67	4,33	0,00	148,11
			200 mm	98,2	1,8	0	196,57
		Mekanik	150 mm	93	2,5	4,5	-
			200 mm	92,7	1,5	5,8	-

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12'de hareketini elektrikten alan makinanın hareketini tahrik tekerleğinden alan mekanik makineye göre laboratuvar ortamında 1,67 m/s ilerleme hızında mısır tohumlarının hem 150 mm sıra üzeri mesafede hem de 200 mm

sıra üzeri mesafede tohum düzgünlüğünün daha başarılı olduğu görülmektedir (Şekil 4.12).



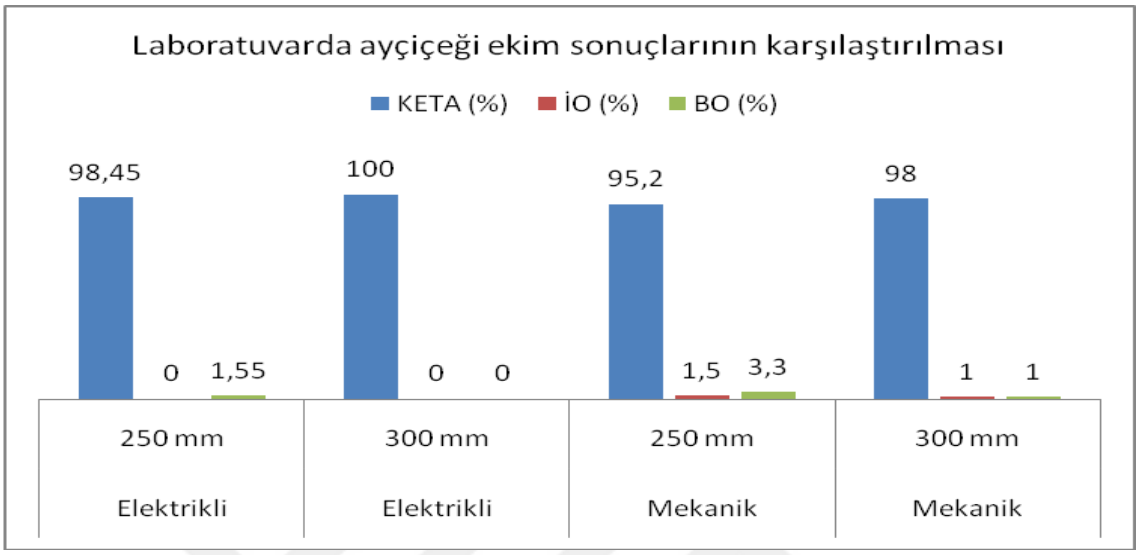
Şekil 4.12. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan mısır tohumunun deneme sonuçlarının karşılaştırılması

Çizelge 4.13. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun deneme sonuçlarının karşılaştırılması

İlerleme hızı	Tohum	Makina	Uzaklık	KETA (%)	İO (%)	BO (%)	Ort. (mm)
1,67 m/s	Ayçiçeği	Elektrik	250 mm	98,45	0,00	1,55	253,33
			300 mm	100	0,00	0,00	299,59
		Mekanik	250 mm	95,20	1,50	3,30	-
			300 mm	98,00	1,00	1,00	-

Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13'te hareketini elektrikten alan makinanın hareketini tahrik tekerleğinden alan mekanik makineye göre laboratuvar ortamında 1,67 m/s

ilerleme hızında ayçiçeği tohumlarının hem 250 mm sıra üzeri mesafede hem de 300 mm mesafede tohum düzgünlüğünün daha başarılı olduğu görülmektedir.

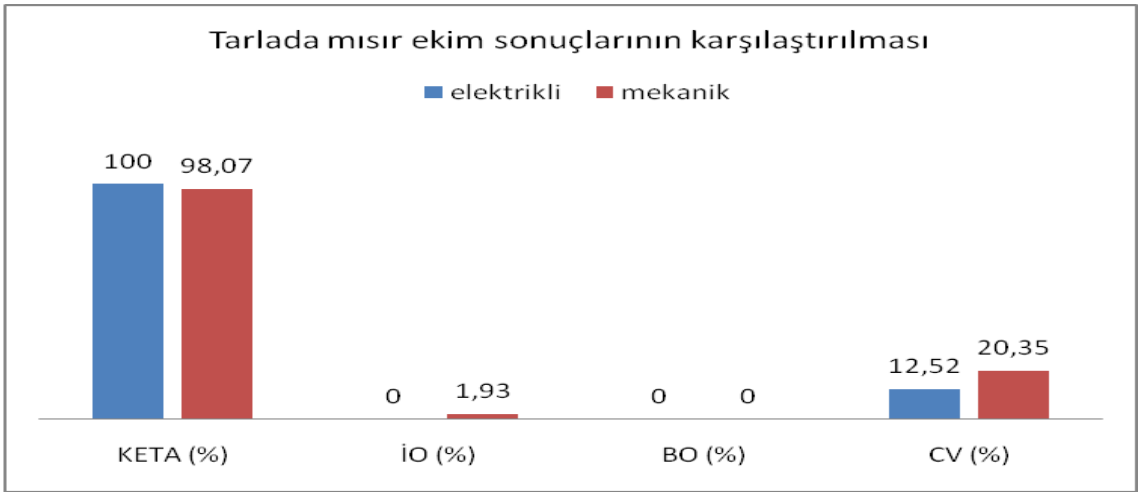


Şekil 4.13. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla laboratuvarda ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun KETA, İO, BÖ ve CV oranları

Çizelge 4.14. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla tarlada ekimi yapılan mısır tohumunun sonuçlarının karşılaştırılması

İlerleme hızı	**Tohum**	**Mesafe**	**Makine**	**KETA (%)**	**İO (%)**	**BO (%)**	**CV (%)**	**Ort. (mm)**
1,67 m/s	Mısır	150 mm	Elektrik	100,0	0,0	0,0	12,52	149,68
			Mekanik	98,07	1,93	0,0	20,35	157,17

Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14'te hareketini elektrikten alan makinanın hareketini tahrik tekerleğinden alan mekanik makineye göre laboratuvar ortamında 1,67 m/s ilerleme hızında mısır tohumlarının hem 150 mm sıra üzeri mesafede KETA oranının % 100 olduğu belirlenmiştir.

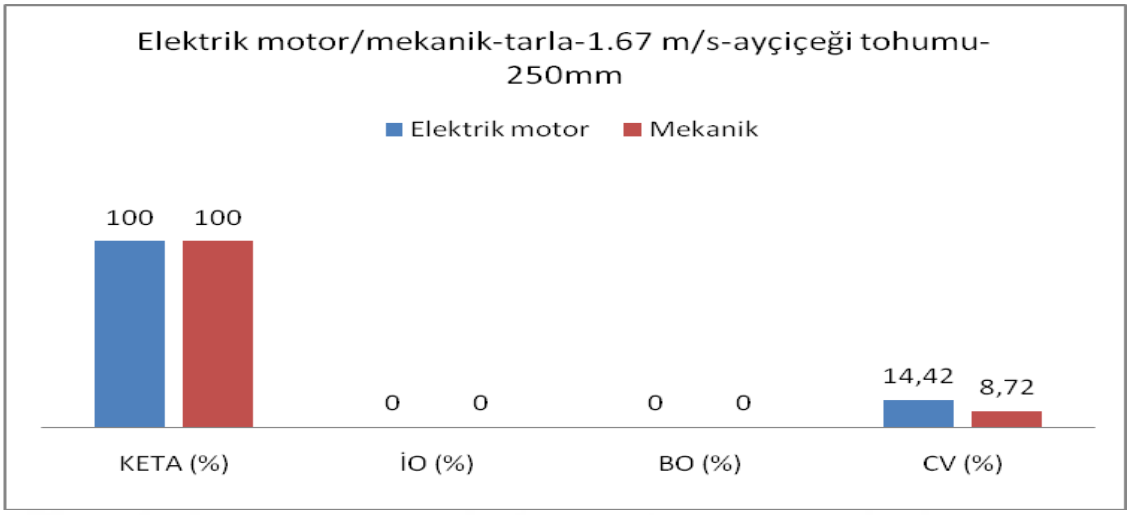


Şekil. 4.14. Elektrikli veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında mısır tohumlarının KETA, İB, BO ce CV oranları

Çizelge 4.15. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinasıyla tarlada ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun sonuçlarının karşılaştırılması

İlerleme hızı	**Tohum**	**Makina**	**Mesafe**	**KETA (%)**	**İO (%)**	**BO (%)**	**CV (%)**	**Ort. (mm)**
1,67 m/s	Ayçiçeği	250 mm	Elektrik	100,0	0,0	0,0	14,42	248,14
			Mekanik	100,0	0,0	0,0	8,72	250,30

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15'te hareketini elektrikten alan makinanın hareketini tahrik tekerleğinden alan mekanik makineye göre laboratuvar ortamında 1,67 m/s ilerleme hızında ayçiçeği tohumlarının hem 250 mm sıra üzeri mesafede KETA oranın her iki makine tipinde de % 100 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Elektrik motor veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında ayçiçeği tohumlarının KETA, İB, BO ce CV oranları

Benzer şekilde Kachman ve Smith (1995) ve Önal (2011), varyasyon katsayısı (% CV) değerinin %29-30'dan az olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın bütün parametrelerinde ortalama CV değeri ifade edilen bu değerlerin altında bulunmuştur.

Yurdusever (2006), hassas ekim yönteminde tohumların düzgün sırayla ekildiğini ve buna bağlı olarak geleneksel ekim yöntemine göre verimde önemli derecede artış sağlandığı görülmüştür. Verimdeki artışa ekim derinliğinin uygunluğu ve sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün neden olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada KETA oranı 100 mm' de 98, 150 mm' de 95,67, 160 mm' de 93 ve 200 mm' de 98,20 olarak vurgulanmıştır.

Üçer (2015) yılında yaptığı çalışmada 0.5 m/s ilerleme hızında en düşük KETA ortalama değeri % 88.19 bulunmuştur. Bu çalışmada ise 1,67 m/s ilerleme hızında 160 mm mesafede KETA 93,50 tespit edilmiştir. Yine yüksek CV değerinin 0.5 m/s ilerleme hızında %30.48 olarak belirlenmiş iken bu çalışmada ise en yüksek ortalama değer %18.78' dir.

Üçer (2015) mısır tohumların ekim denemelerinde bütün hızlarda KETA değeri %90'ın üzerinde belirlenmiştir. Bu çalışmada ise 1,67 m/s ilerleme hızında en düşük KETA oranı 93,50 olarak belirlenmiştir.

Tozan ve ark. (1990) ile Yalçın (1999) modern tek dane ekim ekim makinasılerinde (0.5-1.5) Z aralığının (KETA) % 80'den az olmaması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışmada ise 93,50 olarak belirlenmiştir.

Öğüt (1991), tarafından yapılan araştırma sonucuna göre hava akımlı hassas ekim makinası ile yapılan mısır ekiminde hız artışına bağlı olarak boşlukta artmaktadır. Farklı ilerleme hızlarında (7.2 ve 9 km/h) düşük sıra üzeri uzaklıklarda boşluk oranındaki artış belirgindir. Yapılan bu çalışmada böyle bir boşluk artışı belirlenememiştir.

Irla (1974) İsviçre'de bulunan mekanik ve pnömatik olarak çalışan mısır ve pancar ekim makinalarının karşılaştırılmalı incelemesinde tohumların uygun dağılışı ve bitkilerin tarla çıkışına ilişkin mekanikler için optimum hızın 3,5-5,0 km/h ve pnömatikler için ise 6 km/h ve olduğunu rapor etmiştir (Akın, 2013).

Bu çalışmada mısır tohumlarının laboratuvar ortamında pnömatik tek dane ekim makinasında ekim denemesinde ise 1,67 m/s ve 2 m/s ilerleme hızlarında denenmiştir. 1,67 m/s ilerleme hızında en iyi KETA sonucunun 200 mm mesafede % 98,20 olarak belirlenmiştir. 2 m/s ilerleme hızında ise 160 mm mesafede % 100'lük KETA elde edilmiştir. Hızın artışına bağlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Yine Barut ve Özmerzi (1988), hava emişli hassas ekim makinası kullanılarak mısır ve pamuk vb. ekimi yapılırken ilerleme hızının artmasına bağlı olarak tohum dağılım düzgünlüğünün azaldığını belirtirken, yapılan bu çalışmada böyle bir azalma belirlenememiştir.

Yazgı ve Değirmencioğlu (2007), vakum prensibiyle çalışan tek dane ekim makinasındaki mısır tohumu kullanılarak sıra üzeri tohum aralıkları yapışkan bant denemeleriyle üç farklı (1, 1.5 ve 2 m/s) ilerleme hızında ve 6.3 kPa vakum basıncı

altında gerçekleştirilmiştir. Performans değerlerinin en iyi olduğu deneme hızları 1 ve 1.5 m/s'dir. Yapılan bu çalışmada 1,67 m/ ve 2 m/s farklı hızlarda ekim performans değerleri yüksek olarak bulunmuştur.

Yazgı (2013), çalışmasında çapa bitkilerinden mısır, ayçiçeği vb. gibi yaygın olarak ekimi yapılan tohumların tek dane ekim yapan pnömatik makinada farklı yükseklikte konumlandırılan ekici plakalar ile sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü arasındaki ilişki incelemiştir. Mısır tohumları iki farklı sıra üzerindeki tohum aralıkları ilerleme hızları farklı (1.0, 1.5 ve 2.0 m/s) olarak denenmiştir. Bu çalışmada 1,67 m/s ve ay çiçeği ve mısır bitki tohumlarının herm laboratuvar hem de tarlada KETA oranları yüksek bulunmuştur.

Akın (2013), şeker pancarında ekim kalitesinin robotik uygulamalarla artırılmasına yönelik yaptığı çalışmasında, ekim robotu 45 cm sıra arası sıra üzeri mesafede ve farklı hızlarda ekim yapılmasını sağlayacak şekilde programlanmıştır. Robotun ekim denemeleri sonucunda (0,5- 1,5) Z değerinin en düşük (% 95,7) ve en yüksek (% 99,1) olduğu belirlenmiştir. Bu ekim robotuyla laboratuvarda ikizlenme oranı en yüksek (%0,9) tarlada ise % 1,61 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise KETA oranlarının yüksek olduğu görülmüştür.

Üçer (2015) yılında yaptığı çalışmada 0.5 m/s ilerleme hızında en düşük KETA ortalama değeri %88.19 tespit edilmişken, bu çalışmada ise 2 m/s ilerleme hızında 200 mm mesafede KETA 88.57 tespit edilmiştir. Yine yüksek CV değerinde ise 2 m/s ilerleme hızında 100 mm mesafede en yüksek 24,43 olarak tespit edilmiştir.

Üçer (2015), tek dane hassas ekim makinasına piezoelektrik ölçme sistemi tasarlayarak makinanın sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Birbirinden farklı bitki tohumları (mısır, pamuk, ayçiçeği vb.) kullanarak pnömatik hassas ekim makinasında üç farklı ilerleme (0.5 m/s, 1.0 m/s ve 1.5 m/s) hızında denemeler yaparak kabul edilebilir tohum aralığı, ikizlenme ve boşluk oranları ile varyasyon katsayısı değerlerini belirlemiştir. Buna göre en yüksek KETA

ortalama değerleri mısırda 0.5 m/s'de % 97.75, pamukta 1 m/s'de % 90.24 ve ayçiçeğinde 1 m/s ilerleme hızında % 88.00 olduğunu belirlemiştir.

Bu çalışmada, literatür bilgileri ile kıyaslandığında elektrik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası mısır ve ayçiçeği bitkileri için hem laboratuvarda hem de tarla denemelerinde KETA oranlarında iyileşmeler olduğu ve buna bağlı ekim kalitesinin arttığı görülmüştür.

Yazgı ve ark. (2017) tarafından sırta mısır ekimi işleminde baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinaları kullanılarak bu makinaların performansları hem laboratuvar hem de tarla da belirlenmiştir. Tarlada ise makinaların sıra üzeri bitki dağılımının düzgünlüğü, tarla çıkış derecesi, ekim derinliğinin düzgünlüğü, ekim makinası tahrik tekerleğinin kayma oranı ile traktör tahrik tekerleğinin kayma oranları belirlenmiştir. Laboratuvar ortamında sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü açısından makinaların her ikisi de genellikle "iyi" kalitede ekim yaparken, tarla denemelerinde kalitenin bir miktar azaldığı fakat diskli gömücü ayağa sahip ekim makinasının balta tipi gömücü ayağa sahip ekim makinasına göre yüksek kalitede ekim yaptığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise hem laboratuvar hem de tarla ekimi açısından benzerlik vardır.

Karagülmez ve ark. (2018), çalışma sonucunda makinenin ilerleme hızı arttıkça kabul edilebilir tohum oranı azalmıştır. Bu çalışmada makinanın hızıyla ekim düzgünlüğü arasında kullanılan bu makinler için bir ilişki söz konusu değildir.

Genel olarak daha önce yapılan çalışmalara ait literatürlerle karşılaştırıldığında benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir.

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

1. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ve 100 mm, 150 mm, 160 mm ve 200 mm hızlarında ekim yapılan mısır tohumlarının ekim deneme sonuçlarına göre kabul edilebilir tohum düzgünlüğü (KETA) oranının 100 mm'de % 98.0, 150 mm'de 95.65, 160 mm'de 93,5 ve 200 mm'de 98.20 olarak bulunmuştur. İkizlenme ve boşluk oranlarının toplamı % 10'un altında tespit edilmiştir.

2. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında mısır tohumu ekim deneme sonuçlarına göre kabul edilebilir tohum düzgünlüğü (KETA) oranının 100 mm'de % 97.97, 150 mm'de 99.06, 160 mm'de 100 ve 200 mm'de 88.57 olarak bulunmuştur. İkizlenme ve boşluk oranlarının toplamı % 10'un altında tespit edilmiştir.

3. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s hızdında kabul edilebilir tohum düzgünlüğü (KETA) oranı 250 mm'de % 98.45 ve 300 mm'de 100 olarak yüksek oranda bulunmuştur. İkizlenme ve boşluk oranlarının toplamı çok düşük tespit edilmiştir.

4. Elektrikli hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 2 m/s ilerleme hızında kabul edilebilir tohum düzgünlüğü (KETA) oranı 250 mm'de % 92 ve 300 mm'de 100 olarak yüksek oranda bulunmuştur. İkizlenme ve boşluk oranlarının toplamı çok düşük tespit edilmiştir.

5. Elektrikli veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında mısır tohumlarının 150 mm'de elektrikli ekim makinasında kabul edilebilir tohum düzgünlüğü (KETA) oranı % 100 ve mekanik ekim makinasının ise % 98.07 olarak tespit edilmiştir. İkizlenme ve boşluk oranları ise çok düşüktür .

6. Elektrik motor veya mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızdında ayçiçeği tohumlarının 250 mm'de her iki makinanında KETA oranı % 100 bulunmuştur. Varyasyon katsayısı ise mekanikte % 8.72 ve elektrik motorlu ekim makinasıde ise % 14.42 olarak tespit edilmiştir.

7. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında mısır tohumlarının 150mm KETA oranı % 93 iken 200 mm'de % 92,7 olarak tespit edilmiştir.

8. Mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile laboratuvarda 1,67 m/s ilerleme hızında ayçiçeği tohumlarının 250mm KETA oranı % 95.2 iken 300 mm'de % 98 olarak tespit edilmiştir.

9. Elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile tarlada 1,67 m/s ilerleme hızında ekimi yapılan mısır ve ayçiçeği tohumlarının ekildiği tarladaki 50 gün sonra yapılan ölçümlerde tarla çıkış dereceleri belirlenmiştir. Buna göre mısır bitkisinin Tarla filiz çıkış derecesi elektrik motorlu olanda %98.5 iken mekanik olanda % 99.37 olarak hesaplanmıştır. Ayçiçeği bitkisinde ise elektrik motorlu olan tarlada % 96.28 iken mekanik ekim yapılan tarlada ise % 98.76 olarak hesaplanmıştır.

10. Laboratuvarda elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile 1,67 m/s ilerleme hızında farklı sıra üzeri mesafelerde yapılan mısır tohumu KETA oranları karşılaştırılmıştır. Buna göre hareketini elektrik motorundan alan ekim makinasıin 150 mm mesafede % 95.67 ve 200 mm mesafede % 98.20 olarak tespit edilmiştir. Hareketinin tahrik tekerleğinden alan mekanik ekim makinasıde ise 150 mm sıra üzeri mesafede % 93 ve 200 mm sıra üzeri mesafede ise % 92,7 olarak tespit edilmiştir. Buna göre hareketini elektrik motorundan alan ekim makinasının performasının mekanik ekim makinasına göre daha iyi olduğu anlaşılmaktadır.

11. Laboratuvarda elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile 1,67 m/s ilerleme hızında farklı sıra üzeri mesafelerde ekimi yapılan

ayçiçeği tohumunun KETA oranları karşılaştırılmıştır. Buna göre hareketini elektrik motorundan alan ekim makinasıin 250 mm mesafede % 98.45 ve 300 mm mesafede % 100 olarak tespit edilmiştir. Hareketini tahrik tekerleğinden alan mekanik ekim makinasında ise 250 mm sıra üzeri mesafede % 95.2 ve 300 mm sıra üzeri mesafede ise % 98 olarak tespit edilmiştir. Buna göre hareketini elektrik motorundan alan ekim makinasının ekim performansının mekanik ekim makinasına göre daha iyi olduğu anlaşılmaktadır.

12. Tarlada elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile 1,67 m/s ilerleme hızında farklı sıra üzeri mesafelerde ekimi yapılan mısır tohumunun KETA oranları karşılaştırılmıştır. Buna göre hareketini elektrik motorundan alan ekim makinasının 1.67 m/s ilerleme hızında ve 150 mm sıra üzeri mesafede KETA oranının % 100 olduğu mekanik ekim makinanın ise % 98.07 olduğu belirlenmiştir. Tarlada mısır ekiminde de yine hareketini elektrik motorundan alan ekim makinasının ekim performansının mekanik ekim makinasına göre daha iyi olduğu anlaşılmaktadır.

13. Tarlada elektrik ve mekanik hareket iletim sistemli pnömatik tek dane ekim makinası ile 1,67 m/s ilerleme hızında farklı sıra üzeri mesafelerde ekimi yapılan ayçiçeği tohumunun KETA oranları karşılaştırılmıştır. Buna göre her iki ekim makinasının de 1.67 m/s ilerleme hızında ve 250 mm mesafede KETA oranlarının % 100 olduğu görülmüştür. Ayçiçeği ekiminde tarlada % 100 performans ortaya koymuşlardır

5.2 Öneriler

1. Hassas tarım alanındaki uygulamaların yaygınlaştırılması, girdilerin optimum kullanımı ve çevre kirliliğinin azaltılmasıyla hem tarımsal işletmeler hem de ülkemiz ekonomisine katkı sağlayacaktır.

2. Elektrikli hareket sisteminin pnömatik tek dane ekim makinalarında yaygın olarak kullanılması, yerli ve seri üretim yapılmasıyla yatırım maliyetlerini düşürecektir.

3. Elektrikli hareket sisteminin geliştirilmesi ile hassas tarımda yer alan değişken düzeyli gübre tohum uygulamalarının yapılmasına olanak sağlayacaktır.

6 KAYNAKLAR

Acar, A.İ., 2001, Pnömatik hassas ekim makinalarında tohumların tutulmasına etkili bazı parametrelerin etki derecelerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 7 (3), 142-148.

Acar, M., 2015, Şeker pancarının seyreltmeli ve blok ekim uygulamalarının sıra üzeri bitki dağılımı ile kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Akın, Ö., 2013, Şeker pancarında ekim kalitesinin robotik uygulamalarla artırılma imkanlarının araştırılması, doktora tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Altuntaş, E. ve Dede, S., 2009, Emergence of silage maize as affected by conservation tillage and ridge planting systems. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript* 1363 (XI).

Anonim, 1999, Tarımsal mekanizasyon araçları deney ilke ve metodları, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2013, Çarman, K., Marakoğlu, T., Özbek, O., Çitil, E. ve Orhan, N., 2013, 8 ekici ünniteli Balta ekici ayaklı vakumlu tip gübreli pnömatik hassas ekim makinası, deney raporu (rapor no: 2013/003), Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Konya.

Anonim, 2019a, Food and agriculture organization of the united nations (FAO), www.fao.org, erişim tarihi: 23 Temmuz 2019.

Anonim, 2017. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2017 Yılı Faaliyet Raporu; 290.

Anonim, 2019b, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), www.tuik.gov.tr, erişim tarihi: 23 Temmuz 2019.

Barut, Z. ve Özmerzi, A., 1988, Hava emişli bir hassas ekici düzenin mısır, pamuk ve susam tohumu ekim başarısı üzerinde bir araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*, 20-22 Eylül, 76-87, Antalya.

Barut, Z.B. ve Özmerzi, A., 2004, Effect of different operating parameters on seed holding in the single seed metering unit of a pneumatic planter. *Turk.J. Agric. For.* 28, 435-441.

Barut, Z.B. ve Akbolat,D., 2005, Tarla koşullarında tohum plakası delik şekillerinin bitki dağılım düzgünlüğü ve verime etkisi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 1(2), 101-108.

Bewick, V., Cheek, L. ve Ball, J., 2004, Statistics review 9: One-way analysis of varience, Critical Care, 8, 130-136.

Bilgiç, Ş., Sade, B., Soylu, S., Bilgiçli, N., Cerit, İ., Öz, A., Cengiz, R ve Özkan, İ, 2012, Mısır Raporu, *Ulusal Hububat Konseyi*

Brunotte, J., 1986, Einzelkornsaat von rüben-anforderungen und vergleichende untersuchungen von druckrollen, *Landtechnik* 3, 41, 128-136.

Çiftçi, Ö.D., 1989, Tarımsal mekanizasyon vasıtaları 2, *T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Ders Araç ve Gereçleri Makine Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Ankara*, 354.

Coşge, B. ve Ulukan, H., 2005, Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Yetiştiriciliğimizde çeşit ve ekim zamanı, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9-3.*

Deligönül, F., 1994, Tarım Makinaları 1-Ekim, Dikim ve Gübreleme Mekanizasyonu, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları*, Adana, 140.

Dursun, İ.G. ve Dursun, E., 2000, Ekim makinası sıra üzeri tohum dağılımının görüntü işleme yöntemi ile belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 4, 21-28.

Erol, M. ve Dursun, İ.G., 1998, Ekim, bakım ve gübreleme makinaları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 1499.

Gil, E. and Carnasa, R., 1996, Working quality of spacing drills, effects of sowing speed and type of seed. ageng'96, *International Conference on Agricultural Engineering,* Madrid, 23-26 September 1996; 57-58.

Goyne, P.J., Simpson, B.W., Woodruff, D.R. and Churchett, J.D., 1979, Environmental influence on sunflower achene growth, oil content, and quality, *Aust.J. Exp. Agric. Anim. Husb*. 19, 82-88

Harrison, M.P., Buehring, N.W. and Dobbs, R.R., 2008, Soybean response to selected row spacing and seed rates with uniform and non-uniform seed spacing.

Heege, H.J., Kiuver, B. and Wosshenrich, H., 1993, Ablagenauigkeit beider. Einzelkorn saat von Acker bohnen, *Landtechnik 3-93,* 112-114. Kiel.

Işık, A., Karaman, Y. ve Zeren, Y. 1986, İkinci ürün soyanın ekim ve harmanlanmasına yönelik bazı özellikler üzerinde bir araştırma. *TZDK Yayınları*, Yayın No:43, Ankara.

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.

Karagülmez, A., Konak, M. ve Özbek, O., 2018, Yatay plakalı mekanik hassas ekici düzende bazı çalışma parametrelerinin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi, *Selcuk J Agr Food Sci,* 32 (3), 350-354.

Karayel, D., 2010, Sıraya ekimde yatay düzlemdeki tohum dağılımı ve bitki yasam alanının voronoi poligonlarıyla değerlendirilmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi* 16, 97-103.

Karayel, D. ve Özmerzi, A., 2008, Effect of furrow openers on penetration resistance of soil, *10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, 282-287, Antalya.

Karimi, H., Navid, H. and Mahmoudi, A., 2012, Detection of damaged seeds in laboratory evaluation of precision planter using impact acoustics and artificial neural networks, *Artificial Intelligence Research,* 1(2), 67-74.

Kayişoğlu, B., Ülger, P., Akdemir, B. ve Bayhan Y., 1994, Tahıl ekiminde kullanılan pnömatik etkili ekim makinesinin performansının saptanması üzerine bir araştırma. *Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak.,* Yayın No: 208, Araştırma No:81, Tekirdağ.

Keskin, R. ve Erdoğan, D., 1992, Tarımsal mekanizasyon, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No*:1254 Ankara.

Kolsarıcı, Ö., Geçit H.H. ve Elçi, Ş., 1987, Tarla Bitkileri, *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:* 1008, 103-118.

Kumar, V.J.F. ve Durairaj, C.D., 2000, Influence of head geometry on the distributive performance of air-assisted seed drills. *J.Agric. Engng Res.* 75 (1), 81-95.

Lauer, J.G. and Rankın, M., 2004, Corn Response to within row plant spacing variation, *Agronomy Journal* 96:1464-1468.

Mutaf, E., 1984, Tarım alet ve makinaları, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* (218).

Okopnik, D. and Falate, R., 2014, Usage of the DFRobot RB-DFR-49 infrared sensor to detect maize seed passage on a conveyor belt. *Computers and Electronics in Agriculture*, 102, 106-111.

Öcal, H., 1998, Pnömatik etkili tahıl ekim makinasının meyilli çalışma koşullarında tohum dağılım düzgünlüğü ve ekim normunun belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enst*., Tekirdağ.

Öğüt, H., 1991, Türk-Koop pnömatik hassas ekim makinasında mısır için optimum ilerleme hızı ve sıra üzeri aralığın belirlenmesi. *Doğa-Tr. J. of Agriculture and Foresty 15*, 423-431.

Önal, İ., 1978, Ekim Mekaniği. *Ege Ün. Zir.Fak. Dergisi*, 15 (2), 283-300.

Önal, İ., 1987, Vakum prensibi ile çalısan bir pnömatik hassas ekici düzenin ayçiçeği, mısır ve pamuk tohumu ekim basarısı, *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 24 (2),* İzmir, Bornova.

Önal, İ., 1996, Ekim, Bakım Gübreleme Makinaları, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, İzmir- Bornova, 605.

Önal, İ., 2005, Normal sıraya ekimin matematik-istatistik esasları ve ekim makinalarının denemelerinde kullanılması, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 1(2), 85-91.

Önal, İ., 2011, Ekim bakım gübreleme makinaları (4. Baskı), *Ege Üniversitesi , Ziraat Fakültesi Yayınları,* Yayın No, 490, İzmir.

Önal, İ., Değirmencioğlu, A. ve Yazgı, A., 2012, An evaluation of seed spacing accuracy of a vacuum type precision metering unit based on theoretical considerations and experiments, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36, 133-134.

Önal, O. ve Önal, İ., 2009, Development of a computerized measurement system for in-row seed spacing accuracy. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 99-109.

Özmerzi, A., 1986, Tahıl ekim makinalarında kullanılan gömücü ayaklara ilişkin tohum dağılımları üzerinde bir araştırma. *T.Z.D.K. Mesleki Yayınları*, Yayın No: 44, Ankara.

Parish,R.L., Bergeron,P.E. and Bracy,R.P., 1991, Comparison of vacuum and belt seeders for vegetable planting. *App.Eng. in Agriculture* 7(5): 537-540.

Sarauskis, E., Masilionytė, L., Romaneckas, K., Kriaučiūnienė, Z., Jasinskas, A. and Karayel, D., 2013, Effect of different design coulters on seedbed hardness. *Engineering for Rural Development*, Jelgava-Latvia, 79-84.

Sezer, M.C., 2012, Mısır ekiminde uygun gömücü ayak ve baskı tekeri profilinin geliştirilmesi, Doktora Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.

Taşer, Ö.F., 1997, Sıra üzeri tohum dağılımının fotosel algılama yöntemi ile ve bilgisayar destekli saptanabilmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül*, Tokat, 444-456.

Tozan, M., Önal, İ. ve Zender, F.N., 1990, Çift sıralı ekim tekniği ve uygulama olanakları. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı (1-4 Ekim), 222-231, Adana.

Ulusoy, E., Değirmencioğlu, A., Duman, İ., Demir, V., Yürdem H., Yazgı, A., Erkan, S., Günhan, T., Tosun, M., Gevrek, M., Engindeniz, S., Çetinkaya, N. ve Yağmur B., 2011, Bitkisel üretimde ekonomik ve ekolojik etkinliği arttırmaya yönelik mekanizasyon teknikleri ve uygulama modeli, 05-DPT-002 nolu DPT Projesi Kesin Sonuç Raporu.

Unger, P.W., 1980, Planting date effects on growth, yield, and oil of irrigated sunflowers, *Agron. J. 72*, 914-916.

Üçer, N., 2015, Piezoelektrik ölçme sistemi ile hassas ekici düzende sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü belirleme olanakları, doktora tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü*, Aydın.

Wolff, A., 1993, Rübensaatgut nur das beste gerade gut genug, Zuckerrübe 42.

Xue, J., Zhang, L. and Grift, T.E., 2012, Variable field of view machine vision based row guidance of an agricultural robot, *Computers and Electronics in Agriculture*, 84, 85-91.

Yalçın, İ., 1999, değişik toprak işleme ve pamuk ekim tekniklerinin aydın yöresi koşullarına uygulama olanakları, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* İzmir.

Yazgı, A. ve Değirmencioğlu, A., 2007, Measurement of seed spacing uniformity performance of a precision metering unit as function of the number of holes on vacuum plate, *Measurement.* 56, 128-135.

Yazgı, A., 2010, Vakumlu tek dane ekimde optimizasyon ve makina performansının matematiksel modellemesi, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

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.

Yazgı, A., Yalçın, H., Aykas, E. ve Tozan, M., 2017, Baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinalarının sırta ekim performanslarının karşılaştırılması, *Journal of Agricultural Sciences*, 23, 195-207.

Yiğit, K., 2006, Ekim makinalarında elektronik tabanlı tohumlar arası uzaklık ölçme sistemi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Yurdusever, E., 2006, Hassas ekim makinalarında ilerleme hızının farklı küresellik katsayısındaki tohumların dağılımı üzerine etkisi, yüksek lisans tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü*, Adana.

https://tr.wikipedia.org/wiki/WAAS erişim tarihi: 10 Mayıs 2019.

7 EKLER

EK-1. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Deney Raporu

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ

TARIM MAKİNALARI BÖLÜMÜ



8 EKİCİ ÜNİTELİ BALTA EKİCİ AYAKLI VAKUMLU TİP
GÜBRELİ PNÖMATİK HASSAS EKİM MAKİNASI

DENEY RAPORU

Tarih: 04.01.2013, KONYA **Rapor No: 2013 / 003**

S.Ü.ZİRAAT FAKÜLTESİ Tarım Makinaları Bölümü 2

İmalatçı Firmanın Adı : Şakalak Tar. Mak. San. ve Tic A.Ş. 3. Organize Sanayi Böl. Büyükkayacık Mah. Erenköy Cd. 1 Nolu Sk. No:4 Selçuklu-KONYA

Deney İçin Başvuran Kuruluş : Şakalak Tar. Mak. San. ve Tic A.Ş. 3. Organize Sanayi Böl. Büyükkayacık Mah. Erenköy Cd. 1 Nolu Sk. No:4 Selçuklu-KONYA

Deneyi Yapan Kurum : S. Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü 42031 KONYA

Deneyin Yapıldığı Yer : S. Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü ve Konya Çevre Arazileri

Deney Süresi : 30.11.2012–04.01.2013

Deney Materyalinin:

Adı : 8 Ekici Üniteli Balta Ekici Ayaklı Vakumlu Tip Gübreli Pnömatik Hassas Ekim Makinası
Markası :ŞAKALAK
Modeli : 2012
Tipi : --

Bu deney raporu 04.01.2018 tarihine kadar geçerlidir.

S.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü

1.TANITIM VE TEKNİK ÖZELLİKLER

"**ŞAKALAK** Tarım Makinaları Sanayi ve Ticaret A.Ş."tarafından imal edilen, düşey plakalı vakumlu tip pnömatik hassas ekim makinası, gübre atıcı sistemli, sekiz ekici üniteli, balta ekici ayaklı, asılır tip, gerektiğinde ekici plaka ve dişli değiştirmek suretiyle mısır, ayçicek gibi değişik tohumları değişik sıra üzeri mesafelere ekebilen bir makinadır. Ayrıca ekici ünitelerin sıralar arası mesafesi, ekilecek tohumun çeşidine göre değiştirilebilmektedir. Makine kırmızı renge boyanmış olup, üzerinde imalatçı firmanın adı bulunan bir etiket vardır.

Makinanın genel ölçüleri
(Ölçüler makine çatısının yatay pozisyonunda alınmıştır)
Uzunluk.....: 2440 mm
Genişlik.....: 5640 mm
Yükseklik.....: 2150 mm
Sıralar arası mesafe (ort.).: 700 mm
İş genişliği.....: 5600 mm
Ağırlığı (boş).....: 1480 kg

1.1.Çatı

Makinanın çatısı 5640 mm uzunluğunda, 100x150x6 mm ölçülerindeki profilden oluşturulmuştur. Oluşturulan çatıya; ekici üniteler, üç nokta askı düzenini oluşturan bağlantı elemanları ve gübre sandığı bağlanmıştır. Ayrıca makinanın ön kısmında 40x40x3mm ölçülerinde kare profilden yapılmış iki adet dayama ayağı bulunmaktadır.

1.2 Üç Nokta Askı Düzeni

Üç nokta askı düzeni; kategori 2 ve 3'e dahil olup, 80x80x4 mm ölçüsündeki kare profile, muhtelif ölçülerdeki 12 mm'lik platinalar her iki taraftan kaynaklanmak suretiyle oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yapı, ana çatıya kelepçelerle bağlanmıştır. Ayrıca bu yapı üzerinde fan ve markör kaldırma düzeni ile bağlantı noktaları bulunmaktadır. Üst ve alt bağlantı noktaları 12 mm'lik platinaların kaynakla bağlanmasıyla oluşturulmuştur.

1.3. Taşıyıcı Tekerlekler

Makinanın her iki yanında iki adet lastik tekerlek bulunmaktadır ve lastiklerin ölçüsü 6.5/80-15'dir. Makinanın her iki tarafında bulunan tekerlekten hem ekici ünitelere hem de gübre miline hareket iletilmektedir. Tekerlekler, 12x140 mm' lik platinalar yardımıyla kelepçelerle makinanın çatısına bağlanmıştır.

1.4. Pnömatik Sistem

Pnömatik sistem radyal tip fandan yapılmış olup, fanı oluşturan kanatlar düz ve geriye bükük (5°) tipdedir, ayrıca kanat sayısı 10 adettir(Ek.1 ve Ek.2). Traktör kuyruk milinden alınan hareket alüminyum dökümden yapılmış kasnak yardımıyla fanın miline iletilmektedir(Ek.3).

1.5. Derinlik Ayarı

Makinanın derinlik ayarı, her ekici ünitenin baskı tekerleğinin üstünde yer alan, derinlik ayar kolu yardımıyla yapılmaktadır. Bu kol, sonsuz bir vidadan oluşturulmuş olup, aşağı-yukarı hareket ettirilmek suretiyle ve üzerinde skala yardımıyla istenilen ekim derinliğine ayarlanmaktadır.

1.6.Ekici Düzen

Ekici düzen 8 adet tohum atıcı üniteden oluşmaktadır. Her tohum atıcı ünite, makina çatısına kelepçelerle bağlanmış olup, üzerinde hareket iletim düzeni, ekici ayak, kapakçılar, ön ve arka baskı tekerleği, ekici plaka, ekici plaka haznesi, tohum deposu, baskı ayar düzeni ve derinlik ayar düzenekleri bulunmaktadır. Her bir ekici ünite, düşey düzlemde hareketini sağlayacak şekilde paralelogram sistemiyle makinanın çatısına bağlanmıştır. Ayrıca isteğe bağlı olarak sert kesekli ve sap kalıntılarının bulunduğu tarlalar için ekici ünitenin ön kısmına bağlanmış kanatlı ayak bulunmaktadır.

1.6.1. Hareket İletim Düzeni

Ekici düzen hareketini makinanın her iki tarafında bulunan tekerleklerden almaktadır. Tekerlekle ekici mil arasındaki transmisyon oranları 0.34 ile 0.67 arasında değişmektedir(Ek.4).

1.6.2. Ekici Ayak

Ekici ayaklar balta tipli olup, sfero dökümden yapılmıştır. Ekici ünitenin şasesine gömme başlı cıvatalarla bağlanmıştır.

1.6.3. Ekici Plaka Haznesi

Ekici plaka haznesi dökümden yapılmış olup, sol yanında alüminyum enjeksiyondan yapılmış, ekici plaka değiştirme kapağı ve bunun üzerinde de sıyırıcıyı ayarlayan kol ile skalası bulunmaktadır. Sıyırıcılarla ekici plaka üzerindeki her bir delikte birden fazla tohumun tutulmasını engellemektedir.

1.6.4. Ekici Plaka

Ekici plakalar 220 mm çapında olup 1 mm kalınlığında krom nikel çelikten yapılmıştır. Plakalar üzerinde sayısı ve çapı tohum çeşidine ve sıra üzeri mesafeye göre değişen delikler bulunmaktadır.

1.6.5. Tohum Deposu

Tohum depoları, sert plastikten yapılmış olup sayısı 8 adettir ve ekici ünitelerin üst kısmında yer almaktadır.

Tohum deposu ağzı genişliği.....: 160 mm
Yüksekliği (Ekici plakadan itibaren).....: 650 mm
Doldurma ağzının yerden yüksekliği.....: 1100 mm
Depo hacmi.....: 24 dm^3

1.6.6.Baskı Tekeri

Her ekici ünitenin önünde ve arkasında bir adet lastik baskı tekerleği bulunmaktadır.
Arka baskı tekerleğinin çapı : 340 mm
Arka baskı tekerleğinin genişliği : 160 mm
Arka baskı tekerleği üzerinde derinlik ayar kolları bulunmaktadır.

1.7. Gübre Atma Düzeni

Gübre atma düzeni; hareket iletim düzeni, gömücü ayak, gübre iletme hortumları, gübre atıcı makaralar ve dört adet gübre deposundan oluşmaktadır.

1.7.1. Hareket İletim Düzeni

Gübre atma düzeni, hareketini makinanın her iki tarafındaki tekerlekten almakta olup, tekerlek mili arasındaki transmisyon oranı 1.45 ile 2.09 arasında değişmektedir.(Ek.4)

1.7.2. Gömücü Ayak

Gübre gömücü ayaklar, balta tipinde olup, sfero dökümden ve 3 mm'lik sacdan yapılmıştır. Gömücü ayaklar 20x20 mm ölçüsündeki iki tam sarımla bükülmesiyle oluşturulmuş yay çeliğine civatalarla bağlanmıştır.

Oluşturulan bu gübre gömücü ayaklar, her bir ekici ünitenin ön kısmına sfero dökümden yapılmış özel bir parça içerisine sabitlenmiştir. Derinlik ayarı ise, yay çeliğinin bu özel parça içinde aşağı ve yukarı hareket ettirilmesi suretiyle ayarlanmaktadır.

1.7.3. Gübre Atıcı Düzen

Gübre atıcı düzenler plastik malzemeden yapılmış olup, helisel oluklu makara tipindedir. Gübre norm ayarı, besleme ağzı kesit alanının değiştirilmesiyle yapılmaktadır.

Gübre atıcının tipi.....: Helisel oluklu makara
Makara dış çapı..... : 70 mm
Makara oluk derinliği.....: 14 mm
Makara genişliği.....:100 mm
Makara oluk sayısı.....: 8 adet

1.7.4. Gübre Deposu

Gübre deposu; sert plastikten yapılmış olup kapakları ise 1,5 mm'lik sacdan oluşturulmuştur. Gübre deposu dört parçalı olarak yapılmış ve makinanın ön kısmında bulunmaktadır. Gübre deposu 6 mm kalınlığındaki sacın preste şekillendirilmesi ile oluşturulan parçalarla, çatıya 40x40x4 'lük profillerle her iki yandan kelepçe ve somunlarla bağlanmıştır.

Gübre deposunun:

Uzunluğu.....: 1000 mm
Ağzı genişliği.....: 385 mm
Yerden yüksekliği.....: 1420 mm
Hacmi.....: 160 dm^3

1.8. Markör

Markör kolları 1500 mm uzunluğunda 50x50x4 mm ve 40x40x4 mm ölçülerindeki profillerin iç içe girmesiyle oluşturulmuş olup makinanın her iki yanında bulunmaktadır. Kolun ucuna ise 3 mm kalınlığındaki sacdan yapılmış çizi açıcı bulunmaktadır. Markör kolları, üç nokta askı düzeni üzerindeki markör kaldırma düzeni üzerinde bulunan bir piston yardımıyla hareketini sağlamaktadır.

Pistonun:

Boyu. .....: 255 mm
Strok boyu.....: 80 mm
İç Çapı.....: 16 mm
Dış çapı.....: 40 mm

2.DENEMELER

Denemeler, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü "Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metotları" esas alınarak yapılmıştır.

Balta ekici ayaklı vakumlu tip pnömatik hassas ekim makinası laboratuar ve tarla denemeleriyle fonksiyon, yapı, ayar ve kullanma kolaylığı yönünden incelenmiştir. Labaratuvar denemeleri S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümümde, tarla denemeleri ise Konya civar arazilerinde yapılmıştır.

2.1. Laboratuar Denemeleri

Laboratuar denemelerinde vakumlu tip pnömatik hassas ekim makinasının 4 ve 6 km/h ilerleme hızlarında tohum ve gübre atıcı sistemleri ayrı ayrı denenmiştir. Gübre atıcı sistemin denemeleri test düzeninde, tohum dağılım düzgünlüğü ise yapışkan bant düzeninde yapılmıştır. Denemelerde 20–20–20 kompoze gübre ile 15, 20 ve 25 kg/da gübre normlarında deneme yapılmıştır.

Tohum olarak bin dane ağırlığı 220g olan mısır 20 ve 25 cm anma ekim mesafelerinde ve bin dane ağırlığı 65g olan ayçiçeği 25 cm ekim mesafelerinde denenmiştir. Denemelerde mısır tohumları için, delik çapı 4.5mm, çevresinde 26 adet delik bulunan ekici plakalar, ayçiçeği tohumları için ise delik çapı 3 mm, çevresinde 20 adet delik bulunan ekici plaka kullanılmıştır

2.2.Tarla Denemeleri

Tarla denemelerinde laboratuar denemeleri ile belirlenen tohum ve gübre değerlerinin, tarla koşullarında sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Yapılan ekimde tarla çıkış derecesi, ekim derinliği, ekim derinliğindeki düzgünlük, iş başarısı, makinanın ayar ve kullanım kolaylığı ve konstrüksiyon sağlamlığı kontrol edilmiştir.

3. DENEME SONUÇLARI

3.1. Laboratuar Denemeleri Sonuçları

Farklı ilerleme hızlarında ve gübre normlarında ayaklar arası düzensizliğin bir ifadesi olan varyasyon katsayısı (CV) % 2.2 ile % 6.6 arasında bir değişim göstermiş ve % 12.5 değerinin altında kalmıştır. (Ek–5).

Ekici düzen ile ilgili yapılan yapışkan bant deneyinde elde edilen toplu sonuçlar aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tohum	Ekim mesafesi (Z) (cm)	İlerleme hızı (km/h)	<0.5Z (%)	(0.5–1.5)Z (%)	>1.5Z (%)
Mısır	15	4	4.80	91.80	4.40
		6	2.50	93.00	4.50
	20	4	1.00	96.00	3.00
		6	1.50	92.70	5.80
Ayçiçeği	25	4	2.20	92.50	5.30
		6	1.50	95.20	3.30
	30	4	1.30	96.70	2.00
		6	1.00	98.00	1.00

Kabul edilebilir tohum aralığı değerleri (0.5–1.5)Z % 80'nin üzerinde, <0.5Z ve >1.5Z toplam % 10'un altında bulunmuştur.

3.2. Tarla Denemelerinin Sonuçları

Tarla deneme sonuçlarına göre, laboratuarda belirlenen tohum ve gübre normlarının tarla koşullarında önemli bir farklılık göstermediği ve istenen bitki sıklığının sağlandığı belirlenmiştir. 25 cm ekim mesafesinde, mısırın derinlik dağılımının varyasyon katsayısı % 11.5, ortalama ekim derinliği 4.60 cm ve tarla filiz çıkış derecesi ise % 79,8 olarak ve ayçiçeğinin 25 cm ekim mesafesinde ortalama ekim derinliği 3,7 cm ve derinlik dağılımının varyasyon katsayısı % 10.9, ve tarla filiz çıkış derecesi ise % 75.2 olarak

Makinanın 70 cm sıra arası mesafede ve 5 km/h çalışma hızında iş başarısı yaklaşık olarak 22.5 da/h olarak tespit edilmiştir.

4.YAPI ve KULLANMA KOLAYLIĞI

Laboratuar ve tarla denemelerinde, makinanın hareket iletim mekanizmasında, tohum ve gübre atıcı sistemlerinde, tohum ve gübre gömücü ayaklarında, fan sisteminde ve bağlantı elemanları gibi tarım tekniği yönünden önemli fonksiyonel organlarında herhangi bir uygunsuzluk ve kalıcı deformasyon görülmemiştir. Ayar ve kullanma bakımından herhangi bir zorlukla karşılaşılmamıştır.

5.SONUÇ

" ŞAKALAK Tarım Mak. San ve Tic. A. Ş. " tarafından imal edilen 8 ekici üniteli balta ayaklı vakumlu tip gübreli pnömatik hassas ekim makinesinin, tarım tekniği yönünden **UYGUN** olduğu kanaatine varılmıştır.

NOT: Deneyi yapılan makina serisinden herhangi bir numune, istendiğinde tekrar deneye tabi tutulup denenen makinanın uygunluğu kontrol edilebilir. Uygun olmadığı saptanırsa önceden verilmiş olan deney raporu geçersiz sayılmak üzere ilgililere bildirilir.

DENEY KOMİSYONU:

Prof. Dr. Kazım ÇARMAN

Doç. Dr. Tamer MARAKOĞLU

Arş. Gör. Dr. Osman ÖZBEK

Öğr. Gör . Ergün ÇITIL

Arş. Gör. Nuri ORHAN

Bu rapor 8 sayfa ve 5 ekten oluşmaktadır.

04.01.2013

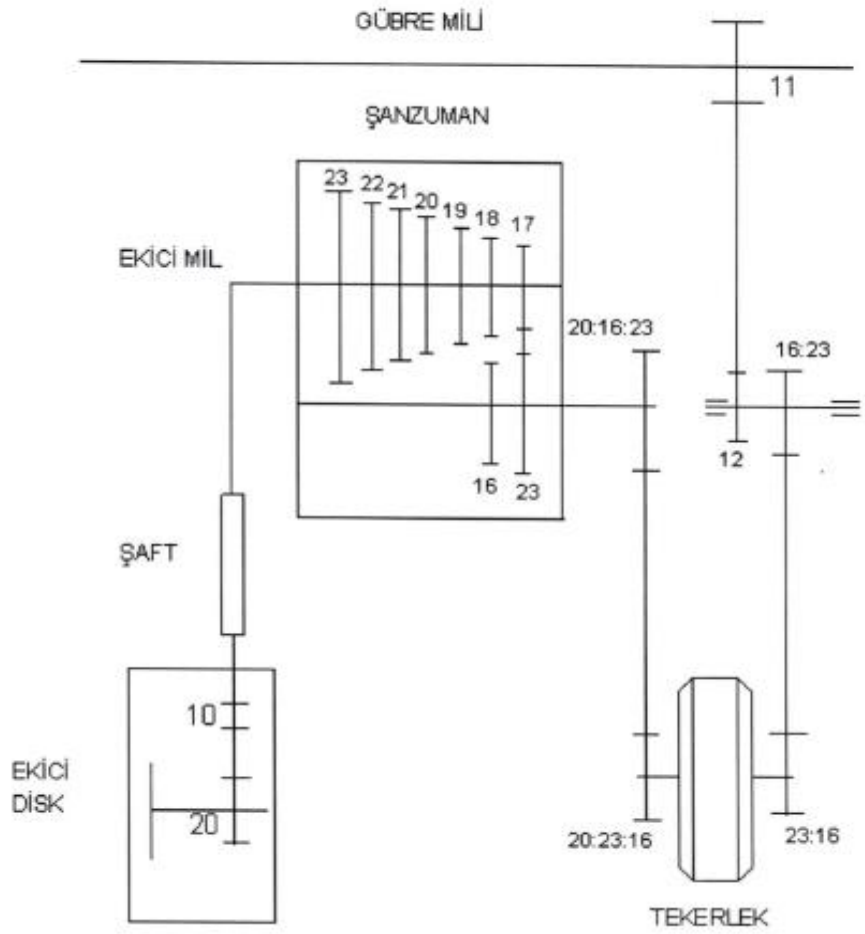
Prof. Dr. Fikret DEMİR
Tarım Makinaları Bölüm Başkanı

Yukarıdaki imzaların Deney Komisyon Üyelerine ait olduğu onaylanır.

04.01.2013

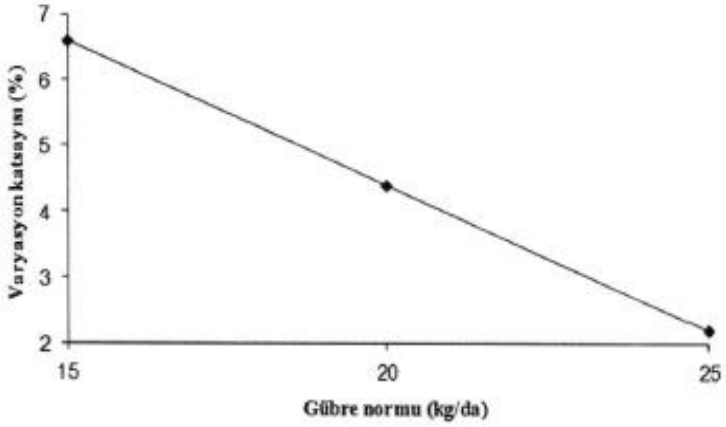
Prof. Dr. Ayhan ÖZTÜRK
S.Ü. Ziraat Fakültesi Dekanı

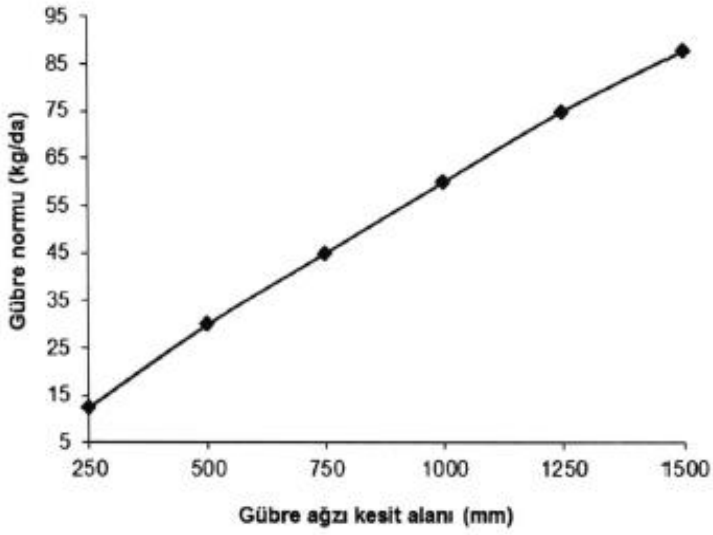
S.Ü.ZİRAAT FAKÜLTESİ Tarım Makinaları Bölümü ER-1



HAREKET İLETİM SİSTEMİ

S.Ü.ZİRAAT FAKÜLTESİ Tarım Makinaları Bölümü





8 ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Metin Kadir Torosoğlu

Uyruğu : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi : Konya 1987

Telefon : +90 532 517 96 63

Faks :

e-mail : mktoros@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	**Selçuklu Atatürk Lisesi**	**2007**
Üniversite	:	**Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü**	**2013**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi F.B.E Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği A.B.D.**	
Doktora	:	**-**	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-Halen	**Ateşpar Ltd.**	**İhracat Sorumlusu**
2019-Halen	**Efarmer B.V.**	**İş Geliştirme Müdürü**

UZMANLIK ALANI

Tarım Makinaları ve Teknolojileri

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Pnömatik Tek Dane Ekim Makinasında Elektrikli Hareket Sisteminin Mısır ve Ayçiçeği Tohumlarının Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi,