



**MISIRDA FARKLI SIRA ÜZERİ SIKIŞTIRMA  
DÜZEYLERİ VE MAKİNA İLERLEME HIZLARININ  
TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜ, TARLA FİLİZİ  
ÇIKIŞI VE VERİME OLAN ETKİLERİ**

**Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BIYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Doç. Dr. Sefa ALTIKAT**

**2017**

**Her hakkı saklıdır**

**İĞDIR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MISIRDA FARKLI SIRA ÜZERİ SIKIŞTIRMA DÜZEYLERİ VE MAKİNA  
İLERLEME HIZLARININ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜ, TARLA FİLİZİ  
ÇIKIŞI VE VERİME OLAN ETKİLERİ**

**Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İĞDIR**

**2017**

**Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. Sefa ALTİKAT danışmanlığında Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM tarafından hazırlanan bu çalışma ..... tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: ..... İmza

Üye: ..... İmza:

Üye: ..... İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun ..... / ..... /2017 tarih ve 2017/ ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM

## ÖZET

### MISIRDA FARKLI SIRA ÜZERİ SIKIŞTIRMA DÜZEYLERİ VE MAKİNA İLERLEME HIZLARININ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜ, TARLA FİLİZİ ÇIKIŞI VE VERİME OLAN ETKİLERİ

KÜÇÜKERDEM, Hasan Kaan

Yüksek Lisans Tezi, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sefa ALTIKAT

Mayıs 2017, 127 sayfa

Bu araştırmada, Iğdır ili mısır tarımında farklı sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin ve farklı ekim hızlarının; toprak fiziksel özellikleri ile bitki çıkış değerleri, ekim performansı ve verime olan etkileri üzerinde durulmuştur. Farklı makine ilerleme hızlarında ekim yapabilmek için traktör 1.5, 2 ve 3 m.s<sup>-1</sup> (V1, V2, V3) olmak üzere 3 farklı hızda kullanılmıştır. Tohum sıra üzerini sıkıştırmak amacıyla traktörün kendi ağırlığından yararlanılmış ve sıra üzerinden farklı sayıda geçişler yapılarak, C0 (geçiş yok), C1 (tek geçiş) ve C2 (iki geçiş) olmak üzere üç farklı sıkıştırma düzeyi elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, sıra üzerine uygulanan sıkıştırma düzeyi arttıkça, toprak nem içeriği ve bitki çıkışlarının arttığı görülmüştür. En iyi bitki çıkışı ve toprak nem içeriği değerleri iki traktör geçişi yapılan parsellerde elde edilmiştir. Bitki çıkışları ve ekim performansı açısından en iyi sonuçlar 1.5 m.s<sup>-1</sup> makine ilerleme hızı ve iki geçişin uygulandığı parsellerde elde edilmiştir. Verim değerleri ise sıkıştırma seviyesinin artmasıyla artış göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak sıkışması, mısır, verim, ekim makinası ilerleme hızı, Iğdır

## ABSTRACT

### EFFECTS OF DIFFERENT SOWING SPEEDS AND SOIL COMPACTION LEVELS ON DISTRIBUTION UNIFORMITY OF SEEDS, GERMINATION AND YIELD OF MAIZE

KÜÇÜKERDEM, Hasan Kaan

Master Thesis, Department of Biosystem Engineering

Thesis Adviser: Ass. Prof. Sefa ALTIKAT

May 2017, 127 Pages

In this study, the effects of different sowing speeds and seed row compaction levels on soil physical properties, seed germination, sowing performance and yield of maize were investigated. Tractor was used in three different speeds which of  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $2 \text{ m.s}^{-1}$  and  $3 \text{ m.s}^{-1}$  (V1, V2, V3) to sowing. Self-weight of tractor was used to compact intra-rows and being made passing in different numbers, compaction levels were adjusted as C0 (control plots), C1 (one pass) and C2 (two passes). Obtained results shown that, as the compaction level on the sowing rows increased, soil moisture content and seed germination increased. The best seed germination and soil moisture content values were found at the plots that two passes applied. Effect of sowing speed was found important on germination. The best results in terms of germination and sowing performance were obtained at  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$  sowing speed and C2 compaction level. Yield values increased with increasing soil compaction level.

**Key words:** Soil compaction, maize, yield, sowing speed, Iğdır

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Toprak işleme, tohum yatağı hazırlama, ekim, bakım ve hasat gibi tarımsal faaliyetlere bağlı olarak veya uygun olmayan toprak koşullarında ya da uygun olmayan alet/makina kullanımından kaynaklanan aşırı toprak sıkışması toprak fiziksel özelliklerinde bozulmalar meydana getirmektedir. Toprak yapısının bu uygulamalar yüzünden bozulması bitkisel üretimde verimliliğin azalması ile kendini göstermektedir. Aksi şekilde orta düzeyde sıkıştırılan tohum yatağı toprağının ise bitki çıkışlarında ve verimde artışla da sonuçlandığı bilinmektedir. Bu çalışmada toprağa uygulanan farklı seviyedeki sıkıştırma düzeylerinin verimi nasıl etkilediğinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu tezin planlanmasında, çalışmalarımın yönlendirilmesinde ve sonuçlandırılmasında bilgi, tecrübe ve desteklerini samimiyetle benden esirgemeyen danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Sefa ALTIKAT'a, değerli görüş ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ahmet ÇELİK'e, Sayın Prof. Dr. Şükrü İsmail İPEK'e, Sayın Prof. Dr. Hasan BAL'a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Emrah KUŞ'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarımda, örneklerin toplanması sırasında desteklerini esirgemeyen mesai arkadaşlarım Sayın Arş. Gör. Fatih GÖKMEN, Sayın Arş. Gör. Fatih DEMİREL, Arş. Sayın Gör. Cem TIRINK ve Sayın Ziraat Mühendisi Hakan OĞLAKÇI'ya, traktör operatörümüz Ali AKBAŞ'a ve isimlerini saymadığım fakat her türlü yardımlarını gördüğüm Iğdır Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi yönetim ve çalışanlarına, son olarak arazi çalışmalarına olan katkıları dışında bilgisayar başında yaptığım bütün çalışmalarda yanımda olan, yaptığı her hareket söylediği her söz ile ufuk açan, birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım hocam, Sayın Öğr. Gör. Alper GÜLBE'ye, Bu süreçte maddi manevi her türlü desteklerini hissettiğim babam Sadık KÜÇÜKERDEM, annem Kamile KÜÇÜKERDEM, kardeşlerim Kübra Rukiye KÜÇÜKERDEM ve Tülay Suğra KÜÇÜKERDEM'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM

Mayıs, 2017

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERYAL ve METOT.....</b>	<b>17</b>
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Deneme alanı.....	17
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri.....	18
3.1.3. Tohum yatağı hazırlama ve ekim.....	19
3.1.4. Denemede kullanılan tohumluk, gübre ve deneme traktörü.....	21
3.2. Metot.....	22
3.2.1. Traktör ilerleme hızının ve sıkıştırma düzeyinin belirlenmesi.....	23
3.2.2. Toprak hacim ağırlığı ve porozitenin belirlenmesi.....	24
3.2.3. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi.....	24
3.2.4. Toprak penetrasyon direncinin belirlenmesi.....	25
3.2.5. Tohum yatağı sıcaklığının belirlenmesi.....	27
3.2.6. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi.....	29
3.2.7. Tarla filizi çıkışlarının belirlenmesi.....	28
3.2.8. Ekim derinliği düzgünlüğünün belirlenmesi.....	30
3.2.9. Tohum dağılım alanının belirlenmesi.....	32
3.2.10. Verim parametrelerinin belirlenmesi.....	32
3.2.10.a. Yeşil ot verimi.....	32
3.2.10.b. Bitki boyu.....	32
3.2.10.c. Koçan çapı.....	33
3.2.10.d. Bin dane ağırlığı.....	33
3.2.10.e. Koçanda dane sayısı.....	33
3.2.11. İstatistiksel analiz.....	32
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>34</b>
4.1. Denemenin I. Yıl Sonuçları.....	34
4.1.1. Hacim ağırlığına ilişkin sonuçlar.....	34
4.1.2. Poroziteye ilişkin sonuçlar.....	36
4.1.3. Penetrasyon direncine ilişkin sonuçlar.....	39
4.1.4. Çıkış periyodu süresince nem değişimine ilişkin sonuçlar.....	41



4.1.5.	Tohum yatağı sıcaklığına ilişkin sonuçlar.....	45
4.1.6.	Tarla filiz çıkışlarına ilişkin sonuçlar.....	48
4.1.7.	Tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin sonuçlar.....	51
4.1.7.a.	Kabul edilebilir bitki aralık oranı, ikizlenme oranı ve boşluk oranına ilişkin sonuçlar .....	51
4.1.7.b.	Ekim derinliğine ilişkin sonuçlar .....	54
4.1.7.c.	Sıra arası ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin sonuçlar ...	58
4.1.7.d.	Tohum dağılım alanına ilişkin sonuçlar.....	60
4.1.8.	Verim değerlerine ilişkin sonuçlar .....	62
4.1.8.a.	Yeşil ot verimi .....	62
4.1.8.b.	Bitki boyu .....	64
4.1.8.c.	Koçan çapı .....	66
4.1.8.d.	Bin dane ağırlığı.....	68
4.1.8.e.	Koçanda dane sayısı.....	69
4.2.	Denemenin II. Yıl Sonuçları.....	72
4.2.1.	Hacim ağırlığına ilişkin sonuçlar .....	72
4.2.2.	Poroziteye ilişkin sonuçlar .....	74
4.2.3.	Penetrasyon direncine ilişkin sonuçlar.....	76
4.2.4.	Çıkış periyodu süresince nem değişimine ilişkin sonuçlar .....	78
4.2.5.	Tohum yatağı sıcaklığına ilişkin sonuçlar.....	81
4.2.6.	Tarla filiz çıkışlarına ilişkin sonuçları.....	84
4.2.7.	Tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin sonuçlar.....	87
4.2.7.a.	Kabul edilebilir bitki aralık oranı, ikizlenme oranı ve boşluk oranına ilişkin sonuçlar .....	87
4.2.7.b.	Ekim derinliğine ilişkin sonuçlar.....	90
4.2.7.c.	Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğü.....	94
4.2.7.d.	Tohum dağılım alanına ilişkin sonuçlar.....	96
4.2.8.	Verim değerlerine ilişkin sonuçlar .....	99
4.2.8.a.	Yeşil ot verimi .....	99
4.2.8.b.	Bitki boyu .....	100
4.2.8.c.	Koçan çapı .....	102
4.2.8.d.	Bindane ağırlığı.....	104
4.2.8.e.	Koçanda dane sayısı.....	105
<b>5.</b>	<b>SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>108</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>114</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>128</b>

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

<b>A</b> .....	Koni taban alanı
<b>AN</b> .....	Amonyum nitrat
<b>Bar</b> .....	Basınç birimi
<b>cm</b> .....	Santimetre
<b>da</b> .....	Dekar
<b>DAP</b> .....	Diamonyum fosfat
<b>D<sub>n</sub></b> .....	Ekimden sonra geçen gün sayısı
<b>F</b> .....	Penetrometre göstergesinde okunan kuvvet değerleri (kN)
<b>ha</b> .....	Hektar
<b>HP</b> .....	Beygir gücü
<b>k</b> .....	Toprağın özgül ağırlığı
<b>Kg</b> .....	Kilogram
<b>kN</b> .....	Kilonewton
<b>kPa</b> .....	Kilopascal
<b>kW</b> .....	Kilowatt
<b>l</b> .....	Litre
<b>Mg</b> .....	Megagram
<b>mm</b> .....	Milimetre
<b>MPa</b> .....	Megapaskal
<b>n</b> .....	Toplam bitki aralığı sayısı (adet)
<b>n<sub>0</sub></b> .....	1.5 Z'den büyük bitki aralıkları sayısı (adet)

<b>n<sub>1</sub></b> .....	(0.5-1.5)Z arasındaki bitki aralıkları sayısı
<b>n<sub>2</sub></b> .....	0.5 Z'den küçük bitki aralıkları sayısı
<b>n<sub>i</sub></b> .....	i aralığındaki bitki sayısı (adet)
<b>N<sub>m</sub></b> .....	Newton metre
<b>N<sub>n</sub></b> .....	Her bir sayımda çimlenen tohum sayısı (adet)
<b>NPK</b> .....	Azot-Fosfor-Potasyum
<b>°C</b> .....	Derece celcius
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> .....	Difosfor Pentaoksit
<b>pH</b> .....	Hidrojen konsantrasyonunun kologoritması
<b>PSI</b> .....	İnç kare başına pound
<b>V</b> .....	Örnek alma silindirinin hacmi (cm <sup>3</sup> )
<b>X</b> .....	İki bitki arasındaki ortalama mesafe (cm)
<b>Z</b> .....	İki bitki arasındaki olması gereken uzaklık (cm)

## **Kısaltmalar**

<b>BO</b> .....	Boşluk oranı (%)
<b>ÇOI</b> .....	Çıkış oranı indeksi (adet/mxgün)
<b>DÇK</b> .....	Duncan Çoklu Karşılaştırma
<b>HA</b> .....	Hacim ağırlığı
<b>İO</b> .....	İkizlenme oranı (%)
<b>KBAO</b> .....	Kabul edilebilir bitki aralığı oranı (%)
<b>BABS</b> .....	Birim alana düşen bitki sayısı
<b>OÇS</b> .....	Ortalama çıkış süresi (gün)
<b>PD</b> .....	Penetrasyon direnci (kN/cm <sup>2</sup> )
<b>PO</b> .....	Toplam porozite (%)
<b>TFC</b> .....	Tarla filizi çıkışı derecesi (%).

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Pnömatik ekim makinası .....	20
Şekil 3.2. Çizi açıcı (gömücü) ayaklar ve baskı tekerlekleri .....	20
Şekil 3.3. Denemede kullanılan tarım traktörü .....	22
Şekil 3.4. Deneme planı .....	23
Şekil 3.5. Toprak nemi ölçüm cihazı .....	25
Şekil 3.6. Toprak penetrometresi .....	26
Şekil 3.7. Digital toprak termometresi .....	27
Şekil 3.8. Ekim işlemi sonrası tohumların kontrolü ve çimlenmiş mısır filizleri .....	29
Şekil 3.9. Ekim derinliği ile ilgili verilerin toplanması .....	31
Şekil 4.1. Sıkıştırma düzeylerinin hacim ağırlığındaki değişimine etkisi .....	36
Şekil 4.2. Sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin porozitedeki değişime etkisi .....	38
Şekil 4.3. Penetrasyon direnci değerlerinin sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi ..	41
Şekil 4.4. Toprak nem içeriğinin ölçüm zamanına ve sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi .....	44
Şekil 4.5. Tohum yatağı sıcaklığının sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi .....	47
Şekil 4.6. Makina ilerleme hızlarının bitki çıkış değerleri ile ilişkisi .....	50
Şekil 4.7. Farklı sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri ile bitki çıkışları arasındaki ilişki .....	51
Şekil 4.8. KBAO, İO ve BO'nun ekim hızına göre değişimi .....	54
Şekil 4.9. Ekim derinliğinin sıkışma seviyelerine göre değişimi .....	57
Şekil 4.10. Ekim derinliğinin makina ilerleme hızına göre değişimi .....	57
Şekil 4.11. Sıra üzeri %CV değerlerinin makina ilerlem hızlarına göre değişimi .....	60
Şekil 4.12. Tohum dağılım alanı (mm <sup>2</sup> ) .....	62
Şekil 4.13. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin yeşil ot verimine etkisi .....	64
Şekil 4.14. Sıkıştırma seviyelerinin bitki boyu değerlerine etkisi .....	66
Şekil 4.15. Sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri ile koçan çapı arasındaki ilişki .....	67
Şekil 4.16. Sıkıştırma seviyeleri ile bin dane ağırlığı arasındaki ilişki .....	69
Şekil 4.17. Sıkıştırma seviyeleri ile koçanda tane sayısı arasındaki ilişki .....	71
Şekil 4.18. Sıkıştırma düzeylerinin hacim ağırlığındaki değişime etkisi .....	73

<b>Şekil 4.19.</b> Sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin porozitedeki değişime olan etkileri .....	75
<b>Şekil 4.20.</b> Penetrasyon direnci değerlerinin sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi	77
<b>Şekil 4.21.</b> Toprak nem içeriğinin ölçüm zamanına ve sıra üzerine uygulanan sıkıştırma düzeyine bağlı olarak değişimi.....	80
<b>Şekil 4.22.</b> Tohum yatağı sıcaklığının sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi .....	83
<b>Şekil 4.23.</b> Makina ilerleme hızlarının bitki çıkış değerleri ile ilişkisi.....	86
<b>Şekil 4.24.</b> Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin bitki çıkış değerleri ile ilişkisi.....	87
<b>Şekil 4.25.</b> KBAO, İO ve BO'nın makine ilerleme hızına göre değişimi .....	90
<b>Şekil 4.26.</b> Ekim derinliğinin sıra üzeri sıkışma seviyelerine göre değişimi.....	93
<b>Şekil 4.27.</b> Ekim derinliğinin ekim makinası ilerleme hızına göre değişimi.....	93
<b>Şekil 4.28.</b> Sıra üzeri %CV değerlerinin ekim makinası ilerleme hızlarına göre değişimi .	96
<b>Şekil 4.29.</b> Ekim makinası ilerleme hızlarına bağlı olarak tohum dağılım alanlarının değişimi .....	98
<b>Şekil 4.30.</b> Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin yeşil ot verimine etkisi.....	100
<b>Şekil 4.31.</b> Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin bitki boyu değerlerine etkisi .....	102
<b>Şekil 4.32.</b> Sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri ile bin dane ağırlığı arasındaki ilişki.....	105
<b>Şekil 4.33.</b> Sıkıştırma seviyeleri ile koçanda tane sayısı arasındaki ilişki.....	107

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme alanına ait önemli bazı toprak özellikleri .....	17
Çizelge 3.2. Iğdır iline ait uzun yıllar iklim verileri .....	18
Çizelge 3.3. Pnömatik ekim makinasına ait teknik özellikler.....	19
Çizelge 3.4. Denemede kullanılan traktöre ait bazı teknik özellikler .....	21
Çizelge 3.5. Toprak nemi ölçüm cihazına ait teknik özellikler .....	25
Çizelge 3.6. Penetrometreye ait teknik özellikler .....	26
Çizelge 3.7. Dijital toprak termometresine ait teknik özellikler .....	27
Çizelge 4.1. Toprak hacim ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	34
Çizelge 4.2. Hacim ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (g.cm <sup>-3</sup> ).....	35
Çizelge 4.3. Poroziteye ilişkin varyans analizi sonuçları .....	37
Çizelge 4.4. Poroziteye ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (%) .....	38
Çizelge 4.5. Penetrasyon direncine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	39
Çizelge 4.6. Penetrasyon direncine ilişkin ortalama karşılaştırma testi sonuçları (MPa)....	40
Çizelge 4.7. Toprak nem içeriği değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	42
Çizelge 4.8. Toprak nem içeriği ortalamalarına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (% hacimsel) .....	44
Çizelge 4.9. Sıra üzeri toprak sıcaklığı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.10. Sıra üzeri toprak sıcaklığı değişimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (°C) .....	47
Çizelge 4.11. Bitki çıkışlarına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	48
Çizelge 4.12. Tarla filizi çıkışlarına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.13. KBAO, İO ve BO değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.14. KBAO, İO ve BO ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.15. Ekim derinliği ve derinlik varyasyon katsayısına ilişkin sonuçlar .....	55
Çizelge 4.16. Ekim derinliği ve varyasyon katsayılarına ilişkin varyans analizi sonuçları.	55
Çizelge 4.17. Ekim derinliği ve derinliğe ait % CV değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	56
Çizelge 4.18. Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğü % CV değerleri .....	58

<b>Çizelge 4.19.</b> Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımına ilişkin varyans analizi sonuçları...	59
<b>Çizelge 4.20.</b> Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımı % CV verilerine ilişkin ortalamalar ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	59
<b>Çizelge 4.21.</b> Tohum dağılım alanları.....	60
<b>Çizelge 4.22.</b> Tohum dağılım alanına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	61
<b>Çizelge 4.23.</b> Tohum dağılım alanına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	61
<b>Çizelge 4.24.</b> Yeşil ot verimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	63
<b>Çizelge 4.25.</b> Yeşil ot verimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	63
<b>Çizelge 4.26.</b> Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	65
<b>Çizelge 4.27.</b> Bitki boyu değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	65
<b>Çizelge 4.28.</b> Koçan çapı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	66
<b>Çizelge 4.29.</b> Koçan çapı değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	67
<b>Çizelge 4.30.</b> Bin dane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	68
<b>Çizelge 4.31.</b> Bin dane ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	69
<b>Çizelge 4.32.</b> Koçanda dane sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	70
<b>Çizelge 4.33.</b> Koçanda tane sayısına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (adet) .....	70
<b>Çizelge 4.34.</b> Toprak hacim ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	72
<b>Çizelge 4.35.</b> Hacim ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (g.cm <sup>-3</sup> ).....	73
<b>Çizelge 4.36.</b> Poroziteye ilişkin varyans analizi sonuçları .....	74
<b>Çizelge 4.37.</b> Poroziteye ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (%) .....	75
<b>Çizelge 4.38.</b> Penetrasyon direncine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	76
<b>Çizelge 4.39.</b> Penetrasyon direncine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (MPa).....	77
<b>Çizelge 4.40.</b> Toprak nem değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	78
<b>Çizelge 4.41.</b> Toprak nem içeriği değişimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (% hacimsel) .....	80
<b>Çizelge 4.42.</b> Sıcaklık değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	81
<b>Çizelge 4.43.</b> Sıcaklık değişimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (°C) .....	83
<b>Çizelge 4.44.</b> Bitki çıkışlarına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	84
<b>Çizelge 4.45.</b> Tarla filizi çıkışlarına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	86



<b>Çizelge 4.46.</b> KBAO, İO ve BO ilişkin varyans analizi sonuçları.....	88
<b>Çizelge 4.47.</b> KBAO, İO ve BO ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	89
<b>Çizelge 4.48.</b> Ekim derinliği ve derinlik varyasyon katsayısına ilişkin sonuçlar .....	91
<b>Çizelge 4.49.</b> Ekim derinliği ve varyasyon katsayılarına ilişkin varyans analizi sonuçları.	92
<b>Çizelge 4.50.</b> Ekim derinliği ve %CV değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	92
<b>Çizelge 4.51.</b> Sıra üzeri ve sıra arası tohum mesafeleri % CV değerleri.....	94
<b>Çizelge 4.52.</b> Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımına ilişkin varyans analizi sonuçları...	95
<b>Çizelge 4.53.</b> Sıra üzeri ve sıra arası tohum mesafeleri % CV verilerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	95
<b>Çizelge 4.54.</b> Tohum dağılım alanları.....	97
<b>Çizelge 4.55.</b> Tohum dağılım alanına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	97
<b>Çizelge 4.56.</b> Tohum dağılım alanına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	98
<b>Çizelge 4.57.</b> Yeşil ot verimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	99
<b>Çizelge 4.58.</b> Yeşil ot verimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (kg.da <sup>-1</sup> ).....	99
<b>Çizelge 4.59.</b> Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	101
<b>Çizelge 4.60.</b> Bitki boyu değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (cm).....	101
<b>Çizelge 4.61.</b> Koçan çapı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	103
<b>Çizelge 4.62.</b> Koçan çapı değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (cm).....	103
<b>Çizelge 4.63.</b> Bin dane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	104
<b>Çizelge 4.64.</b> Bin dane ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	104
<b>Çizelge 4.65.</b> Koçanda dane sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	106
<b>Çizelge 4.66.</b> Koçanda tane sayısına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (adet) .....	106

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun ve ticaretin hızla artması ve gelirlerin büyümesine paralel olarak, kişi başına düşen tüketim de hızla artmakta fakat tarım için ayrılan alanlar sınırlı kalmaktadır. Mevcut tarım topraklarının artan tüketim ihtiyacını karşılayabilmesi için tarımsal üretimin ve verimliliğin artması gerekmektedir.

Endüstri bitkileri içerisinde; üretim, hasat, nakliye ve depolama işlemlerinin kolaylığından dolayı mısır üretimi başı çekmektedir. Ülkemizde 2014 ve 2015 yıllarında ortalama 891650 ha'lık üretim alanından 25542519 ton mısır (dane, silaj, hasıl) üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2015). Dünyada üretilen mısırın %60'ı hayvan yemi, %20'si doğrudan insan gıdası, %10'u işlenmiş gıda ve %10'u diğer tüketimler ile tohumluk olarak değerlendirildiği tahmin edilmektedir (Özcan, 2009). Mısır bitkisinin verimindeki artış hem insan beslenmesi hem de hayvan yemi sorununun çözümünde önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

İğdır iline ait 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla 7238 ve 9957 ha üretim alanından 227327 ve 312143 ton mısır hasat edilmiştir (TÜİK, 2015).

Ekim ve hasat gibi tarımsal faaliyetlerin zamanında ve hızlı yapılma isteğine bağlı olarak tarımda makina kullanımının ve makina boyutlarının artması daha geniş alanlarda üretim yapma olanağı verirken, diğer yandan bazı problemleri de beraberinde getirmiştir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak tarımsal uygulamalar da değişmekte ve bu uygulamalar toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemektedir.

Toprak işleme, tohum yatağı hazırlama, ekim, bakım ve hasat gibi tarımsal faaliyetlere bağlı olarak toprak fiziksel özelliklerinde bozulmalar meydana gelmektedir. Uygun olmayan toprak koşullarından ya da uygun olmayan alet/makina kullanımından kaynaklanan toprak sıkışması, toprak hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinin artmasına, su ve hava geçirgenliğinin ise azalmasına neden olmaktadır. Toprak yapısının bu uygulamalar yüzünden bozulması bitkisel üretimde verimliliğin azalması ile kendini göstermektedir.

Toprak sıkışması, tarım makinaları trafiğinden kaynaklı dış kuvvetlerin etkisiyle toprak parçacıklarının bir araya gelmesine, bunun sonucunda birim alana düşen toprak miktarının artmasına, porozite ile boşluk oranının ise azalmasına sebep olmakta ve bunun sonucunda bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir.

Sıkışma, çoğunlukla toprağın hacim ağırlığı ve nem oranının bir fonksiyonu olarak tanımlanabilmekte ve tarla koşullarında toprak penetrasyon direnci olarak ölçülmektedir (Okursoy ve Barut, 1994).

Toprak sıkışmasının derecesine göre sıkışmanın bitki gelişimi için yararlı ya da zararlı olduğu söylenebilir. Bilindiği üzere ekim makinaları tohum ile toprak temasını arttırmak için çeşitli baskı elemanları ile donatılmıştır. Böylece, tohumun çimlenmesi ve bitki kök gelişimi düzgün bir şekilde sağlanabilmektedir. Aşırı sıkışmış topraklarda, bitki kök gelişimi zayıfladığından su ve besin elementlerinin alımı sınırlanmakta ve bu da verimin düşmesine sebep olmaktadır.

Topraktaki nem kaybını azaltmak, tohum ile toprak arasındaki teması arttırmak ve uniform bir çimlenme sağlayabilmek amacıyla toprağın belli bir düzeyde sıkıştırılması gerekmektedir. Topraktaki sıkışma değeri belli bir seviyenin üstüne çıktığında tohumun toprak içerisindeki gelişimi ya azalmaktadır ya da tamamen durmaktadır. Bu durum bitkinin toprakta yeterli düzeyde besin elementi alımını engellemekte ve verimde azalmalara sebep olmaktadır. Tohumun toprak içerisindeki gelişimini etkilemeden, toprağın ekim derinliği düzeyinde ve tohum sıra üzerinde sıkıştırılması gerekmektedir.

Bitkisel üretimin önemli bir aşaması olan ekim işleminde, bitki isteğine uygun bir tohum yatağı hazırlamak gerekmektedir. Bu sebeple, ekilecek tohumun toprak istekleri çok iyi bilinmelidir. Tohumun iyi bir şekilde çimlenip toprak yüzeyine çıkabilmesi için topraktaki organik madde ile besin elementlerinin yeterli olması gerekmektedir. Bu faktörlerin uygunluğu ise iyi bir toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığı ile gerçekleştirilebilmektedir (Kayışoğlu, 1993).

Kültür bitkilerine düzgün bir yaşam alanı sağlamak için üniform bir tohum dağılımının sağlanması şarttır. Tohumların sıra üzeri, sıra arası ve derinlik mesafeleri bitki

yaşam alanı olarak tanımlanmaktadır. Kültür bitkilerinin bu yaşam alanında su ve besin maddeleri için rekabete girmeyecek mesafelerde yaşamaları verimde artış sağlayacaktır. Bu mesafelerin az olması durumunda bitkilerde seyreltme işlemi gereksinimi doğmakta fazla olması durumunda ise sıra arası mesafeler otlanmaktadır.

Bir ekim makinasının iş başarısı; sıra arası, sıra üzeri ve ekim derinliği mesafelerinin istenilen ölçülerde uygulanmasıyla ölçülür. Ekim makinalarından beklenen önemli işlevsel özelliklerden birisi de, sıra üzeri tohum dağılımının düzgün olmasıdır. Bu nedenle ekim makinalarında sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Pnömatik hassas ekim makinasının ayçiçeği, mısır ve pamuk tohumu ekiminde ekim başarısı ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü üzerinde; ilerleme hızı, ekim mesafesi, tohum plakası delik sayısı ve plaka çevre hızının etkili olduğu ifade edilmektedir (Önal, 1987).

Toprak üzerindeki dikey yönlü uygulanan kuvvetler toprağın fiziksel özelliklerini dolayısıyla da verim değerlerini etkilemektedir. Sıkışma seviyesinin büyüklüğüne, toprak tekstürüne ve nem düzeyine bağlı olarak verimde azalma ve artmalar söz konusu olabilmektedir. Bitki köklerinin gelişimini etkilemeyecek, tohumla toprak arasındaki teması arttırıp topraktaki nemi bitki kök bölgesinde tutacak seviyedeki bir sıkıştırma uygulamasının çimlenmeyi ve verimi arttırdığı yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır (Altıkat and Celik 2011, Marinello *et al.*, 2017, Calonego *et al.*, 2017)

Bu araştırmada; farklı ekim makinası ilerleme hızları ve sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin mısır bitkisinde toprak fiziksel özellikleri, tarla filizi çıkışları, ekim performansı ve verim parametrelerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak içerisinde düşey yönde ilerlemeye çalışan herhangi bir batıcı uca karşı toprağın gösterdiği direnç penetrasyon direnci olarak tanımlanmaktadır. Sıkışmanın artması ile birlikte penetrasyon direncinde de artış gözlenmektedir. Toprak sıkışması, dış kuvvetlerin etkisiyle toprak parçacıklarının farklı bir düzene girmesi, topraktaki hava boşluklarının azalması, bunların sonucunda hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve porozite gibi fiziksel özelliklerin değişmesi durumudur.

Toprak sıkışmasını etkileyen olaylar, aşırı yağın yağışlar ve sulama sonrasında kuruma olaylarından kaynaklanan içsel kuvvetler ile tarla trafiği, uygun olmayan nem koşullarında toprak işleme ve hayvan olatma gibi dışsal kuvvetler olarak iki başlık altında değerlendirilebilir (Aksakal, 2004).

Yapılan araştırmalar sonucunda penetrasyon direncinin 2 MPa'dan büyük olması aşırı toprak sıkışması olarak tanımlanırken, 3 MPa ve daha büyük olması bitki kök gelişimini engelleyici sınır olarak belirlenmiştir (Gupta *et al.*, 1990, Hakansson and Lipiec 2000). Penetrasyon direnci; toprağın nem içeriği (Mirreh and Ketcheson 1972), organik madde miktarı (Sands *et al.*, 1979), toprak tipi ve tarla trafiğine göre değişiklik göstermektedir.

Barik *et al.*, (2014) tarla trafiğinin toprak fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, 0-10 cm toprak katmanındaki hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve porozite değerlerinin 10-20 cm ve 20-30 cm toprak katmanlarındaki değerlere göre daha çok etkilendiğini belirtmişlerdir.

Tolón-Becerra *et al.*, (2011), yaptıkları araştırmalarında toprak üst katmanındaki penetrasyon direnci değerlerinin 1.7 MPa'dan daha yüksek olduğu durumlarda mısır tohumlarının çıkışını, kök gelişimini ve verimini %10.7 ile 15.2 oranında azalttığını gözlemlemişlerdir.

Aksakal ve Öztaş (2010), hasat makinalarının penetrasyon direncine yaptığı etkiyi incelemek için ağırlığı 3600 kg olan bir traktör ve 450 kg olan bir silaj makinası ile hasat yapmışlardır. Çalışmada, ayrıca boş ağırlığı 1500 kg olan römork ile nem içeriğine göre

ağırlığı 650 ile 800 kg arasında değişen ağırlıkta mısır taşınmıştır. Denemeler sonucunda hasattan önce ve sonra, penetrasyon direnci ile hacim ağırlığı değerlerinin sırasıyla; 2097-3116 kPa ve 1.14-1.46 g.cm<sup>-3</sup> arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Bengough *et al.*, (2006) bitki kök gelişiminin 2 MPa'lık penetrasyon direnci değerlerinde bile etkilendiğini bildirirken, Whalley *et al.*, (2007), penetrasyon direnci değerinin 2.5 MPa'dan daha fazla olması durumunda bitki kök gelişiminin önemli derecede sınırlandığını, fakat sağlıklı görünen birçok bitkinin yüksek penetrasyon direnci ortamında daha ziyade topraktaki nem içeriğinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Köklerin yeterli düzeyde gelişmemesi ise yaprak genişliğini, stoma geçirgenliğini, biyokütle miktarını, verimi ve kaliteyi etkilemektedir (Lipiec and Hatano, 2003).

Şeker ve Işıldar (1998), tarla trafiğinin toprak gözenekliliği ve toprak sıkışmasına olan etkilerini incelediği bir çalışmada, tarla kapasitesine kadar ıslatılan bir arazide 4.5 km.h<sup>-1</sup> hızla farklı sayıda traktör geçişleri yaparak toprak fiziksel özelliklerinin durumunu incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, ilk traktör geçişinde kontrol parseline göre penetrasyon direnci değerleri dört kat, ikinci traktör geçişinde beş kat ve dördüncü traktör geçişinde ise altı kat artmıştır.

Toprak sıkışıklığını belirten göstergelerden biri de toprağın hacim ağırlığı değerleridir. Bitki gelişimi için en uygun hacim ağırlığı değeri 1.3 g.cm<sup>-3</sup> iken bitki gelişiminin durmasına neden olan hacim ağırlığı değeri ise 2 g.cm<sup>-3</sup>'tür (Singht *et al.*, 1992). Toprak hacim ağırlığının artması ile suyun toprak içine girişi ve hareketi engellenmekte, bu da yüzey akışlarının sebebi olarak toprağın verimli üst kısmının kaybolmasına yol açmaktadır. Kaufman *et al.*, (2010), 1.55 g.cm<sup>-3</sup>'den daha büyük hacim ağırlığına sahip kumlu-tınlı bir toprağın bitki gelişimini sınırlandırdığını söylerken, Singht *et al.*, (1992), tahıllar için en uygun toprak hacim ağırlığının 1.3-1.8 g.cm<sup>-3</sup> arasında olduğunu bildirmişlerdir. Romaneckas *et al.*, (2010), hacim ağırlığı değerlerinin şeker pancarı bitkisinde çimlenme üzerine etkilerini incelediği saksı denemesinde, toprak hacim ağırlığı değerlerinin 1.0-1.1 Mg.cm<sup>-3</sup> arasında olmasının bitki çıkışlarını hızlandırdığını, 0.8-1.4 Mg.cm<sup>-3</sup> arasında olmasının ise verimde bir artışla sonuçlandığını, Canarache *et al.*, (1984),

ise hacim ağırlığındaki her 1 kg.m<sup>-3</sup> artışın mısır veriminde %18'lik bir azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Manrique and Jones (1991), hacim ağırlığının çeşitli toprak faktörleri tarafından etkilendiğini ve mineralli topraklarda hacim ağırlığı değerlerinin 1.1-1.6 g.cm<sup>-3</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çarman (1994), yaptığı bir çalışmada traktör ilerleme hızınının 0.78 km.h<sup>-1</sup>'den 2.5 km.h<sup>-1</sup>'e çıkmasıyla hacim ağırlığı değerinin 1.14 g.cm<sup>-3</sup>'den 1.06 g.cm<sup>-3</sup>'ye düştüğünü bildirmiştir.

Porozite, toprak içerisindeki boşluk hacminin toprağın toplam hacmine oranı olarak tanımlanır ve yüzde oran şeklinde ifade edilir. Genel anlamda ideal bir toprak, %45 katı madde, %25 hava, %25 su ve %5 organik maddeden oluşmalıdır (Aksakal, 2004). Önal (1995), yaptığı çalışmasında makroporların toprakta %10'un altına düşmesinin bitki kök gelişimini azalttığını belirtilirken, ideal porozite değerinin ise %50 civarında olduğunu bildirmiştir.

Gomez *et al.*, (2002) dış kuvvetlerin etkisiyle toprak sıkıştıkça, porozite değerinin azalma eğilimine girdiğini bildirmişlerdir. Altay ve Tok (1989), tarafından yapılan bir çalışmada, ideal bir toprakta bulunması gereken porozite değerinden %2.7 kadar bir azalmanın verimde %33 oranında bir azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Berisso *et al.*, (2012), toprak altı sıkışmanın toprak gözenekliliğine olan etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada deneme alanı 14 yıl boyunca yoplama ağırlığı 10 Mg olan bir şeker pancası hasat makinası aracılığıyla tarla trafiğine maruz bırakılmıştır. Toplanan verilerden elde edilen sonuçlara göre; traktör, toprağın üst 90 cm'sinde sıkışmaya yol açmıştır. Sıkışmadaki bu artış toprak porozitesi ve havalanmasını olumsuz etkilerken, mikrobiyal aktiviteyi ise azaltmıştır.

Tarım toprakları ekim işlemi boyunca 20 Mg.km.ha<sup>-1</sup> tarla trafiğine maruz kalmaktadır. Bu durum geleneksel toprak işleme sisteminde tarlanın maruz kaldığı tarla trafiğinin %20'sine karşılık gelmektedir (Botta *et al.*, 2006).

Lipiec *et al.*, (2012), farklı sayıda traktör geçişleri (0, 3 ve 5 geçiş) yaparak sıkışmanın gözenek büyüklüklerine olan etkilerini incelemişlerdir. Beklenildiği gibi sıkışma etkisiyle porozite değerlerinde azalma meydana gelirken, farklı gözenek büyüklüklerinin sıkışma etkisinde farklı şekillerde etkilendiğini bildirmişlerdir.

Ahmad *et al.*, (2009), farklı sayıda traktör geçişinin buğdayda verim değerleri ve NPK alımına etkilerini inceledikleri çalışmada, artan traktör geçişi sayısı ile hacim ağırlığı değerlerinin %15-26 arasında artırdığını, porozite değerlerini ise % 15-27 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Toprak sıkışması meydana geldiği derinliğe ve olduğu yere göre kaymak tabakası, yüzey toprak sıkışması ve pulluk tabanı olarak birbirlerinden ayrılır. Kaymak tabakası, yağmur ve yağmurlama sulama damlalarının çarpma etkilerinden sonra ince toprak zerreciklerinin bir araya gelmesiyle oluşan geçirimi düşük bir tabakadır. Bitki çıkışları için olumsuz bir durum yaratan kaymak tabakasının toprak işleme aletleri tarafından kırılması ve uygun boyutlara parçalanması gerekir.

Tohum yatağı hazırlığı, ekim ve hasat gibi tarımsal faaliyetler için yoğun alet/makina kullanımı, tarım topraklarının bozulmasına dolayısıyla verimin düşmesine sebebiyet vermektedir. Tarımsal alanlarda geçici ve uzun süreli alet/makina kullanımı toprak sıkışmasının artmasına, porozitenin ve havalanmanın azalmasına, bunların sonucu olarak da toprak içerisindeki havanın taşınımına ve toprak-hava-bitki arasındaki işleyişin bozulmasına neden olmaktadır. Makina ağırlıkları, toprağın bünyesi, nem içeriği ve toprak işlemede kullanılan alet/makina tipleri ile bunların etki süresi toprak sıkışmasını etkileyen faktörlerdir (Aksakal, 2004).

Taghavifar and Mardani (2014), farklı traktör ilerleme hızı (0.5, 0.75, 1 m.s<sup>-1</sup>), tekerlek yükü (1, 2, 3 kN) ve tekerlek geçişinin (1, 2, 3 geçiş) toprak sıkışmasına ve toprağın fiziksel özelliklerine olan etkilerini incelediği bir çalışmada, en yüksek penetrasyon direnci değerini (260 kPa) 0.5 m.s<sup>-1</sup> traktör ilerleme hızı, 3 kN tekerlek yükü ve 3 geçişin yapıldığı denemede elde ederken, en düşük değeri ise (121 kPa) ile 1 m.s<sup>-1</sup> hız, 1 kN yük ve 1 geçişin yapıldığı denemelerde elde edildiğini belirlemiştir. Sonuç olarak; düşük ilerleme hızları,



toprağa iletilen aşağı yönlü kuvvetlerin süresini arttırdığından toprak sıkışmasının temel nedenlerinden biri olarak, üst toprak katmanının fiziksel yapısının bozulmasına ve derinlik artışıyla sıkışmanın dereceli olarak azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, toprakaltı sıkışmayı en çok etkileyen faktörün ise ilerleme hızı ve çoklu geçiş sayısına kıyasla tekerlek yükünün olduğunu vurgulamışlardır.

Yapılan bir araştırmada, tarla trafiğine bağlı toprak sıkışmasının ayçiçeği bitkisinin vejetatif ve generatif büyümesine olan etkileri incelenmiş, ekim öncesi ve ekim sonrası tüm alana ve sıra üzerlerine ayrıca ekim sonrası sıra aralarına sıkıştırma uygulamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; sıra üzerine ve tüm alana uygulanan tarla trafiğinin bitki gelişimini ve verimi olumsuz etkilediğini, sıra aralarına yapılan sıkıştırma işleminin ise verimi etkilemediğini gözlemlemişlerdir (Bayhan *et al.*, 2002).

Farklı sayıda traktör geçişlerinin (0, 2, 4, 6) buğday verimine olan etkilerinin incelendiği iki yıllık bir tarla denemesinde, en yüksek verim değerleri sıkıştırma uygulanmayan parsellerde (395.7 ve 432.6 g.m<sup>-2</sup>) gözlenirken en düşük verim değerleri maksimum sıkıştırmanın uygulandığı parsellerde (278.9 ve 323.0 g.m<sup>-2</sup>) olduğu belirtilmiştir. Buna ilaveten traktör geçiş sayılarındaki artışla birlikte verimde % 5-48 arasında bir azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir (Ahmad *et al.*, 2009).

Gregory *et al.*, (2007), 11 kN'luk bir traktör ile 6 farklı toprak tekstüründe farklı sayıda traktör geçişleri yaparak, sıkışmanın buğdayda verime olan etkisini incelemiştir. 8 traktör geçişiyle kumlu toprakta verim %50 azalırken, killi topraktaki verim traktör geçişlerinden etkilenmemiştir.

Yüzeydeki toprak sıkışması bitkinin istediği toprak fiziksel özelliklerini olumsuz etkilerken aynı zamanda bitki filiz çıkışlarında da azalmaya sebebiyet vermektedir. Botta *et al.*, (2004) yaptığı araştırmada, soya fasulyesinde farklı tarla trafiği yoğunluklarının (60, 120, 180 Mg.km.ha<sup>-1</sup>) verimde sırasıyla (%9.8, %22.6 ve %38) azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir.

Gemtos and Lellis (1997), sıkıştırmanın şeker pancarı ve pamukta bitki büyümesine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, sıkıştırmanın her iki bitki içinde tarla filizi

çıkışını ve bitki büyümesini geciktirdiğini ve kuru madde oranını azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, araştırmada şeker pancarının pamuğa göre toprak sıkışmasından daha fazla etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Olumsuz etkilerinin yanısıra orta seviyede bir toprak sıkışması kök ile toprak temasını arttırarak bitki köklerinin gelişimi için gerekli olan besin elementlerinin daha iyi bir şekilde alınmasını (Atkinson *et al.*, 2009), ayrıca toprak suyunun süzülmesini engelleyerek çimlenme için gerekli olan nemin toprakta kalmasını sağlar (Morell *et al.*, 2010).

Arvidsson *et al.*, (2012), ekim sırasında ekim makinası baskı tekerlekleri ve ekimden sonra tüm tarlada farklı sayıda traktör geçişleri (1 ve 3) yapılarak uygulanan sıkıştırma işleminin şeker pancarında verime olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, bir traktör geçişi ile sıkıştırılan parsellerdeki verim değerlerinin hiç sıkıştırma yapılmayan parsellerdeki verim değerlerine göre daha yüksek olduğunu, baskı tekerlekleri ile yapılan sıkıştırmanın hem verim değerleri hem de toprak fiziksel özellikleri üzerinde çok küçük etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Romanekas *et al.*, (2010), sıkıştırmanın şeker pancarında bitki çıkışı ve verime olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında en yüksek çıkış değerinin (%56.98) sıkıştırma yapılmayan parsellerde olduğunu ve bu oranın sıkıştırma yapılan parsellerden %5.4 ile %10.8 arasında daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada, ekimden sonra sıkıştırma işleminin genel olarak verimi ve kaliteyi olumlu olarak etkilediğini belirtmişlerdir.

Toprağın sıkışabilirliği nemli koşullarda kuru toprak koşullarına göre daha fazla olmaktadır. Chamen *et al.*, (2015), tarla kapasitesinin üstünde nem içeriğine sahip topraklarda, tarla trafiğinin azaltılmasının toprak altı sıkışmasını etkilemeyeceğini bildirmişlerdir.

Shahgholi and Abuali (2015), farklı traktör ilerleme hızları (1, 3 ve 5 km.h<sup>-1</sup>) ve toprak nem düzeylerinin (%11, %16 ve %22) farklı toprak derinliklerindeki sıkışmaya olan etkilerini incelemişlerdir. Nem, derinlik ve traktör ilerleme hızının aynı anda hacim ağırlığına olan etkisine baktıklarında en yüksek değer, 1 km.h<sup>-1</sup> ilerleme hızı, %22 toprak nem düzeyi ve 20 cm derinlikte alındığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, toprak sıkışması nem

düzeyinden doğru orantılı olarak etkilenirken, traktör ilerleme hızı ve derinlik artışından ters orantılı olarak etkilenmiştir.

Romaneckas *et al.*, (2010), sıkışmanın şeker pancarında bitki çıkışı ve verime olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında ekimden önce ve sonra iki farklı merdane tipiyle (Cambridge ve Spur) toprağı sıkıştırmışlardır. Sonuçta, en yüksek toprak sıkışmasının ekimden önce cambridge merdane ile yapılan parsellerde olduğu, ekimden sonra yapılan sıkıştırma işleminde ise sıkışma oranının daha düşük kaldığı ve dolayısıyla nem kayıplarının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Sürdürülebilir tarımda, toprağın doğru kullanılması, doğru işlenmesi ve ekim işleminin tohumun çimlenme istekleri göz önünde bulundurularak yapılması gerekmektedir. Toprak işleme ve ekim makinaları üzerinde yapılan araştırmaların en büyük amacı, bitkilerin isteğine uygun tohum yatağı için toprak fiziksel özelliklerini iyileştirmektir. Bunun sonucunda ekim daha düzgün yapılabilecek, çimlenme ve verim artacaktır. Bu sebeple ekim makinalarına baskı tekerlekleri eklenmiş ve tohumun toprak içerisindeki pozisyonunun sağlanması amaçlanmıştır.

Ekim makinalarına eklenen baskı tekerlekleri, tohum yatağının üstünü kapatmanın yanı sıra bir miktar da sıkıştırma yaparak, topraktaki nemi muhafaza etme görevini üstlenmiştir.

Altıkat ve Çelik (2011), ekim makinası baskı tekerleklerinin üzerine ek ağırlıklar koyarak, farklı sıkıştırma düzeylerinin (0, 60 ve 90 kPa) ve farklı agregat büyüklüklerinin kırmızı mercimekte bitki çıkışına olan etkilerini incelemişlerdir. İki yıl boyunca yürütülen çalışmada; sıkıştırma işleminin ortalama çıkış süresi ve tohum yatağı sıcaklığını etkilemediğini, toprak nem değerlerini ise koruduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, sıkıştırma düzeyinin artmasıyla çıkış oranı indeksinin de arttığını, en yüksek ve en düşük çıkış oranı değerlerinin (%74.64, %85.04) denemenin ilk yılında sırasıyla 0 ve 90 kPa'lık sıkıştırmanın uygulandığı parsellerden elde edildiğini belirtmişlerdir.

Hocaoğlu (2007), farklı toprak işleme sistemleri ve tarla trafiğinin mısır bitkisinde toprak fiziksel özellikleri ve bitki gelişimine olan etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak; 17

gün olarak elde edilen ortalama çıkış süresi, toprak işleme sistemleri ve tarla trafiği uygulamasından etkilenmemiştir. Çalışmada, tarla filizi çıkışı değerlerinin tarla trafiği uygulanan alanlarda daha yüksek çıktığı belirtilmiş ve bunun tohum ile toprak temasının artmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Altıkat ve Çelik (2006), farklı tohum yatağı toprağını parçalama ve sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin buğday bitkisinde çıkış, bitki gelişimi ve verime olan etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada; 0, 15, 30, 45 ve 60 kPa'lık sıkıştırma seviyeleri ile tohum yatağını sıkıştırmışlardır. Çalışmada, en düşük ortalama çıkış süresi, en yüksek tarla filizi çıkış derecesi ve en yüksek çıkış oranı indeksi, 60 kPa ile sıkıştırılan parsellerde elde edilirken, en düşük değerler ise sıkıştırmanın uygulanmadığı parsellerde elde edilmiştir.

Taşer ve Kara (2005), toprak sıkışmasının silajlık mısırdaki bitki çıkışına olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında toprak hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinin toprak sıkışmasıyla doğrudan etkilendiğini, bitki çıkış yüzdesinin ise sıkıştırma düzeyinin artmasıyla arttığını bildirmişlerdir.

Tarımsal üretimde modernleşme ile birlikte bitki yetiştirme şekilleri değişmiş, tarım alet ve makinaları da yapısal olarak bundan etkilenmiştir. Makine boyutlarındaki artış, makina ağırlıklarının da artmasının sebebi olmuş ve bu durumdan üretim alanları olumsuz etkilenmiştir.

Makina boyutlarındaki fiziksel değişimin olumsuz etkilerini azaltmak için tarla trafiğini azaltma, optimum tekerlek iç basıncı belirleme, farklı tekerlek tipleri kullanma, tekerlek yüzey deseninin etkilerini inceleme gibi farklı konularda çalışmalar yapılmıştır.

Dauda and Samari (2002)'e göre, toprak sıkışma derecesi, toprak tekstürü ve nem içeriği ile birlikte traktörlerin aks yükü, tekerlek özellikleri, lastik basıncı, ilerleme hızı ve geçiş sayısına bağlı olarak değişmektedir.

Khan *et al.*, (2012), tarla trafiğinin toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, 3 farklı tarla trafiği uygulamasının (0, 10 ve 20 geçiş) hacim ağırlığında 1.19-1.73 Mg.m<sup>-3</sup> değerleri arasında artışa, porozitede ise %5 ile %54 arasında

azalışa sebep olduğunu bildirirken, bu özelliklerin verimi %12 ile %41 arasında azalttığını bildirmişlerdir.

Botta *et al.*, (2004)'e göre, toprak sıkışmasına ekim işleminden ziyade yüksek aks yükü, tekerlek baskısı, hasat ve bitki koruma işlemlerini yerine getirmek için kullanılan makinaların çoklu geçişleri sebebiyet vermektedir. Bu işlemlerin etkisi, toprağın nemli ve lastik iç basıncının yüksek olduğu durumlarda (140-218 kPa) daha da belirgin hale gelmektedir.

William *et al.*, (1979)'a göre lastik iç basıncı değerlerinin çok iyi bilinmesi gereklidir. Sıkışma etkisini azaltmak için optimum basınç değerinin altına düşülen lastiklerde normalin üstünde esneme meydana gelmekte ve bu da lastik iç yapısındaki tellerin kırılması ile sonuçlanmaktadır.

Perdok and Arts (1987), tekerlek izi ve toprakaltı sıkışmayı kritik limitler arasında tutabilmek için, lastik iç basıncı değerlerinin 100 kPa veya altında olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Arvidsson and Keller (2007), farklı traktör aks yükü düzeyleri (11, 15 ve 33 kN) ve lastik basınçlarının (70, 100 ve 150 kPa) farklı derinliklerdeki toprak sıkışmasına olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, lastik iç basıncının ve aks yükünün artmasıyla 10 cm'lik toprak katmanında bozulmanın arttığını, 30 cm derinlikteki alt toprak katmanında ise çok az etkilendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca topraktaki sıkışma stresinin, aks yükü ya da lastik iç basıncı etkilerinden sadece birisiyle doğrudan ilişkili olmadığını, bunlara ilaveten lastik özellikleri ve toprağın durumu ile de alakalı olduğunu belirtmişlerdir.

Schjønning and Lamandé (2010), çalışmalarında iki farklı tekerlek markasını (Michelin Cargo XBIB 650/65R30.5 ve Nokian ELS Radial 800/50R34) 200 kPa lastik iç basıncında 83.4 kN yükü yüklemiş ve toprak sıkışmasına etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda tarla kapasitesine yakın bir nem düzeyinde maksimum toprak sıkışmasının lastik iç basıncından daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Ansorge and Godwin (2007), lastik iç basıncının 2.5 bar'dan 1.25 bar'a düşürülmesinin penetrasyon direnci, tekerlek iz derinliği ve yüzey toprağının altındaki bölgeye yapılan baskıyı önemli ölçüde azalttığını, ayrıca bu etkinin hacim ağırlığında %12 ile %18 oranında bir düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada ise traktör aks yükü 17 kN'dan 31 kN'a, lastik iç basıncı ise 40 kPa'dan 120 kPa'a çıkartıldığında traktör tekerlerinin iz alanı %3 artmıştır (Way *et al.*, 2000).

Cambi *et al.*, (2015), paletli ve lastik tekerlekli traktörlerin farklı sayıda geçişlerinin toprak fiziksel özelliklerine olan etkilerini incelemişlerdir. Lastik tekerlekli traktör nemli koşullarda kullanılmasına rağmen bitki gelişimini engelleyecek derecede penetrasyon direnci değerlerine ulaşamamıştır. Paletli traktörü kuru toprak koşullarında kullanmak toprak dirençlerindeki etkiyi azaltmıştır. Sonuç olarak, nemli toprak koşullarında toprak kuruyana kadar beklenmesi ve bu koşullarda lastik tekerlekli yerine paletli traktörlerin kullanılması tavsiye edilmiştir.

Makinalı ekim işleminde tohumların istedikleri fiziksel şartların sağlanması için ekim makinasının ilerleme hızı son derece önemlidir. Genel olarak, ekim makinasının ilerleme hızı arttıkça tohum dağılım düzgünlüğü bozulmakta, bitkilerin verim kaybı olmadan yetiştirilmesi için gerekli optimum yaşam alanında değişiklikler meydana gelmektedir.

Taşer ve Altuntaş (1996), sıralı ekimde ilerleme hızlarının, tohum dağılım düzgünlüğüne etkilerini belirlemek amacıyla 1, 1.5 ve 2.5 m.s<sup>-1</sup> hızlarda ekim işlemini gerçekleştirdikleri çalışmalarında ilerleme hızının artmasıyla tohum dağılım düzgünlüğünün bozulduğunu belirtmişlerdir.

Altuntaş ve ark. (1999), dört farklı ekim makinası ilerleme hızının (3.6, 5.4, 7.2 ve 8.64 km.h<sup>-1</sup>) tohum dağılım düzgünlüğüne etkilerini inceledikleri çalışmanın sonucunda, kombine tahıl ekim makinalarında ilerleme hızının sıra arası ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü üzerinde etkili olduğunu, artan ilerleme hızının tohum dağılım düzgünlüğünde bozulmalara yol açtığını bildirmişlerdir.

Özmerzi ve ark. (2002), farklı derinliklerde (4, 6 ve 8 cm) ve 6 km.h<sup>-1</sup> ilerleme hızında ekilen mısır tohumlarının çimlenme performanslarını inceledikleri çalışmalarında, çıkış oranı indeksi ve ekim derinliği düzgünlüğü değerleri göz önüne alarak değerlendirme yapmışlardır. Yapılan değerlendirmede 6 cm ekim derinliğinin en uygun değer olduğunu bildirmişlerdir.

Jasper *et al.*, (2011), farklı ekim makinası ilerleme hızlarının (4, 6, 8, 10 ve 12 km.h<sup>-1</sup>) soya fasulyesinde tohum dağılım düzgünlüğü ve verime olan etkilerini inceledikleri çalışmada, elde edilen verilerin düşey tohum dağılımı için önemli olduğunu fakat, ekimde ilerleme hızının artmasından yatay tohum dağılım düzgünlüğü ve verimin etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Khan *et al.*, (1992), üniversal ve pnömatik ekim makinalarında ilerleme hızlarının tohum dağılım düzgünlüklerine etkisini inceledikleri çalışmada, 5 km.h<sup>-1</sup> ilerleme hızında boşluk oranının minimum; ikizlenme oranının ise 5 ile 9 km.h<sup>-1</sup> ilerleme hızlarında sırasıyla %3 ve %9 oranında bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Ivancan *et al.*, (2004), ekimde ilerleme hızının tohum dağılımına etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, hızdaki artışın ekimin hassas yapılmasını engellediğini, hızın 1.8 km.h<sup>-1</sup>'den 5.2 km.h<sup>-1</sup>'e çıkarılmasıyla kabul edilebilir tohum aralık oranlarının %80.4'ten %76.6'ya düşmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Optimum sıra arası mesafenin azalması durumunda tohumlar birbirleriyle rekabete girmekte, bu mesafenin artması durumunda ise sıra aralarında istenmeyen bitki türlerinin sayısı artmaktadır (Buehring *et al.*, 2002).

Lauer and Rankin (2004), mısır bitkisinde sıra üzeri mesafelerin verime olan etkilerini inceledikleri bir çalışmada, standart sapma değerinin 12 cm uzunluğu geçtikten sonraki her 1 cm için verimde %1.06 bir azalmanın meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Praish *et al.*, (1999), soya fasulyesinde bitkiler arası mesafelerin verime olan etkilerini araştırmış ve eşit olmayan sıra arası mesafe ile ekilen bitkilerdeki verimin %7-8 oranında azaldığını belirlemişlerdir.

Gil and Carnasa (1996), sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüklerinin tarımı yapılan bitkiler için önemini vurguladıkları çalışmalarında, mısırın büyüme evresindeki boy dağılımlarının eşit olması durumunda verimde %5'lik bir artış sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Tarımsal uygulamalardaki işlem sayısının artmasıyla birlikte toprak üzerinden alet-makina geçişleri de artmış ve bu durum toprak fiziksel özelliklerindeki olumsuz değişimleri ve toprak sıkışmasını da beraberinde getirmiştir. Bitkilerin yetiştiği toprak katmanındaki aşırı sıkışma çimlenme ve bitki gelişimi açısından olumsuz sonuçlar doğurabilmekte ve bu da verim değerlerinde azalmalara neden olmaktadır.

Genel anlamda toprak sıkışmasının olumsuz sonuçlar doğurduğu bilinmekte ve yapılan çalışmalarla da bu kanıtlanmaktadır. Fakat toprak sıkışmasının etkileri farklı bitki türlerinde, toprak tipleri ve sıkışmanın büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir. Bouwman and Arts (2000) orta seviye bir toprak sıkışmasının, bazı toprak türlerinde yetiştirilen bitkiler için faydalı olabileceğini bildirirken, Rosolem and Takahashi (1998) ise sıkışma toprağın alt katmanında meydana geldiğinde verimde belirgin bir düşüşün yaşanmayacağını ve köklerin yanal olarak da büyüebileceğini bildirmişlerdir.

Ishaq *et al.*, (2001), sıkışmanın toplam verimi azaltabileceğini fakat verim parametrelerinin hepsini aynı anda etkilemeyeceğini bildirmişlerdir. Kumlu-tın tekstüre sahip bir toprakta buğday ile yaptıkları çalışmada, toprak sıkışmasında orta düzeydeki bir artışın tane veriminde %38'lik bir azalmaya neden olsa da, bitki boyunda ve 1000 dane ağırlığında herhangi bir etkiye sebep olmadığını belirtmişlerdir.

Bouwman and Arts (2000), kumlu-tın bünyeye sahip bir toprakta (0, 4.5, 8.5, ve 14.5 t) aks yüklerine sahip traktörlerle yılda 4 kere geçiş yaptıkları 5 yıllık bir mera çalışmasında; 4.5 t aks yüküne sahip traktörle geçiş yapılan alanlarda maksimum verimin elde edildiğini, fakat aks yüklerinin artmasıyla bitki köklerinin 20 cm'den derine gidemediklerini bildirmişlerdir.

Alameda and Villar (2009), 0.1-1.0 MPa arasında değişen sıkıştırma düzeylerini düzenli olarak odunsu gövdeye sahip meşe türlerine uygulamışlar ve sonuç olarak; türlerin



%53'ü kontrol grubuna göre daha yüksek biyokütle oranı gösterirken, %41'inin büyüme oranlarında ve %35'inin ise toplam yaprak alanlarında artış ortaya çıkmıştır. Bu pozitif etkiye rağmen türlerin %23'ünün kök hacminde sıkıştırma oranının artmasıyla azalmalar meydana gelmiştir.

Bu araştırmanın amacı; farklı sıra üzeri sıkıştırma düzeyleri ve ekimde ilerleme hızlarının Iğdır koşullarında yetiştirilen dane mısır bitkisinde toprak fiziksel özellikleri, bitki çıkışları, ekim performansı, verim değerlerine olan etkilerini belirlemektir.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneme alanı

Araştırma, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Iğdır Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürlüğü deneme alanında yürütülmüştür. 2014 ve 2015 yıllarında ard arda ve aynı alanda yürütülen denemelere ait tarlada; 2013 yılında herhangi bir kültür bitkisi yetiştirilmezken, 2014 yılında deneme amacıyla hasadı yapılan mısırdan sonra da başka bir bitki yetiştirilmemiştir. Her iki yılda da tohum yatağı hazırlamak amacıyla toprak işlenmiş ve anızlı bırakılmamıştır. Araştırma alanının toprak özellikleri 2014 ve 2015 yıllarında deneme alanından alınan toprak örnekleri üzerinden değerlendirilmiş ve Çizelge 3.1'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Deneme alanına ait önemli bazı toprak özellikleri

Toprak Özellikleri		I. Yıl Sonuçları (2014)	II. Yıl Sonuçları (2015)
Bünye Analizi	Kum (%)	15.75	21.37
	Silt (%)	31.75	32.41
	Kil (%)	52.5	46.22
Tekstür sınıfı		Kil	Kil
pH		7.98	8.27
Organik madde miktarı (%)		1.7	1.5
Hacim ağırlığı (gcm <sup>-3</sup> )		1.45	1.58
Porozite (%)		45.3	40.4
Nem içeriği (%)		18.11	20.28
Penetrasyon direnci (MPa) (0-30 cm)		0.801	0.890

### 3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

Araştırma, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü'nde yer alan, 39°, 55.2' kuzey enlemi ve 44° 03.0' doğu boylamında, karasal iklimin hakim olduğu, 850 m yüksekliğe sahip Iğdır ili sınırları içerisinde yürütülmüştür. Yıllık yağış miktarı 240-260 mm arasında değişmekte olan Iğdır ili bu yağışın yaklaşık yarısını Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında almaktadır. İl genelindeki topraklarda Temmuz ve Ağustos aylarında yağışların azalması ve ilkbaharda toprakta oluşan nemin korunamaması sebebiyle 40-50 cm derinliğinden daha aşağıdaki toprak katmanını tamamen kurumakta dolayısıyla bu aylarda sulama ihtiyacı doğmaktadır. Iğdır ili uzun yıllara ait bazı meteorolojik veriler Çizelgede 3.2'de verilmiştir (Anonim, 2015).

**Çizelge 3.2.** Iğdır iline ait uzun yıllar iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Aylık ve Yıllık Toplam Yağış Miktarı (mm)			Nisbi Nem (%)	
	2014	2015	(1950-2015)	2014	2015	(1950-2015)	2014	2015
<b>Ocak</b>	-4.5	1.2	-3.3	15.3	2.2	13.6	78.0	63.3
<b>Şubat</b>	2.1	4.3	-0.2	3.6	4.4	16.3	55.2	59.5
<b>Mart</b>	10.1	8.5	6.5	17.2	52.0	20.8	46.8	50.8
<b>Nisan</b>	15.7	13.8	13.3	30.5	44.1	34.2	46.6	47.7
<b>Mayıs</b>	19.6	18.3	17.8	49.9	41.5	47.7	52.3	52.9
<b>Haziran</b>	23.5	25.1	22.2	34.6	27.8	33.4	42.3	40.0
<b>Temmuz</b>	27.7	28.7	25.9	7.7	0.3	13.8	38.2	33.6
<b>Ağustos</b>	28.1	27.2	25.2	5.0	14.3	9.8	36.0	40.7
<b>Eylül</b>	22.4	37.2	20.1	15.2	1.4	11.1	42.6	42.4
<b>Ekim</b>	13.6	16.6	12.8	27.1	96.2	25.1	66.1	71.3
<b>Kasım</b>	5.4	9.2	5.8	20.5	4.5	17.1	72.9	66.0
<b>Aralık</b>	3.4	1.5	-0.4	11.0	13.7	13.1	77.8	68.8
<b>Ort/Top(*)</b>	<b>13.92</b>	<b>15.96</b>	<b>12.14</b>	<b>237.6</b>	<b>302.4</b>	<b>256</b>	<b>54.57</b>	<b>53.08</b>

\*Sıcaklık ve nisbi nem değerlerinin ortalaması, yağış miktarının ise toplam değeri verilmiştir.

### 3.1.3. Tohum yatağı hazırlama ve ekim

Araştırmada, tohum yatağı hazırlamak için geleneksel toprak işleme yönteminden yararlanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda toprak; kulaklı pulluk + diskli tırmık + kültivatör + tapan kombinasyonu kullanılarak toprak işlenmiş ve ekim işlemi her iki deneme yılında da Nisan ayının üçüncü haftasında yapılmıştır.

Toprak işlemeden hemen sonra toprak hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve toprak nem içeriğini belirlemek amacıyla topraktan örnekler alınarak analizlere tabi tutulmuştur. Ekim için Özdöken firmasının üretmiş olduğu 4 sıralı pnömatik hassas ekim makinasından yararlanılmıştır (Şekil 3.1). Ekim makinasına ait çizi açıcı ve gömücü ayaklar Şekil 3.2’de verilmiştir. Ekim işlemine geçmeden önce ekim makinası 70 cm sıra arası, 15 cm sıra üzerine ve 5 cm derinliğe ekim yapabilecek şekilde ayarlanmıştır. Pnömatik ekim makinasına ait teknik özellikler Çizelge 3.3’te verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Pnömatik ekim makinasına ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Değer
Ayak sayısı (adet)	4
Ekici düzen sayısı (adet)	4
Sıra arası mesafe (mm)	700-750
İş genişliği (mm)	2100
Toplam uzunluk (mm)	2000
Toplam yükseklik (mm)	1450
Toplam genişlik (mm)	3000
Tohum sandığı hacmi (l)	40
Gübre sandığı hacmi (l)	175x2
Ekim derinliği (mm)	10-100
Lastik ebatları (cm)	23.5/10.50-12
Ağırlık (kg)	665



Şekil 3.1. Pnömatik ekim makinası



Şekil 3.2. Çizi açıcı (gömücü) ayaklar ve baskı tekerlekleri

### 3.1.4. Denemede kullanılan tohumluk, gübre ve deneme traktörü

Ekim sırasında, bin dane ağırlığı 288.675 g olan Prestige mısır çeşidi kullanılmıştır. Ekim normu 2.5 kg.da<sup>-1</sup> olarak dikkate alınıp, istenilen norm, birim alana yaklaşık olarak 9 tohum.m<sup>-2</sup> düşecek şekilde belirlenmiştir (Yılmaz *et al.*, 2007, İptas ve Acar 2006).

Araştırmada gübreleme için dekara 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gelecek şekilde DAP gübresinin tamamı ve toplam azotun (16 kg.da<sup>-1</sup> N) yarısı ekimle birlikte verilirken, %33 N oranına sahip AN gübresinin diğer yarısı ise bitkiler 30-40 cm uzunluğa eriştiğinde verilmiştir (Gülümser, 2016).

Denemede toprak işleme ve ekim işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için 85 kW gücünde, New Holland TD85D model traktör (Şekil 3.3) kullanılmış olup traktöre ait teknik özellikler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Denemede kullanılan traktöre ait bazı teknik özellikler

New Holland TD85D	
Teknik Özellik	Değer
Maksimum güç (HP)	85
Silindir sayısı (adet)	4
Silindir hacmi (l)	2.9
Maksimum tork (Nm)	321
Kuyruk mili	Bağımsız çift hızlı (540-540E)
Toplam ağırlık (kg)	3021
Lastik ebatları (ön)	Lassa (12.4/11-24)
Lastik ebatları (arka)	Lassa (18.4/15-30)
Lastik iç basıncı (PSI-kPa)	14-120
Statik aks yükü ön-arka (kN)	11.85-17.77
Dinamik aks yükü ön-arka (kN)	5.9-23.7

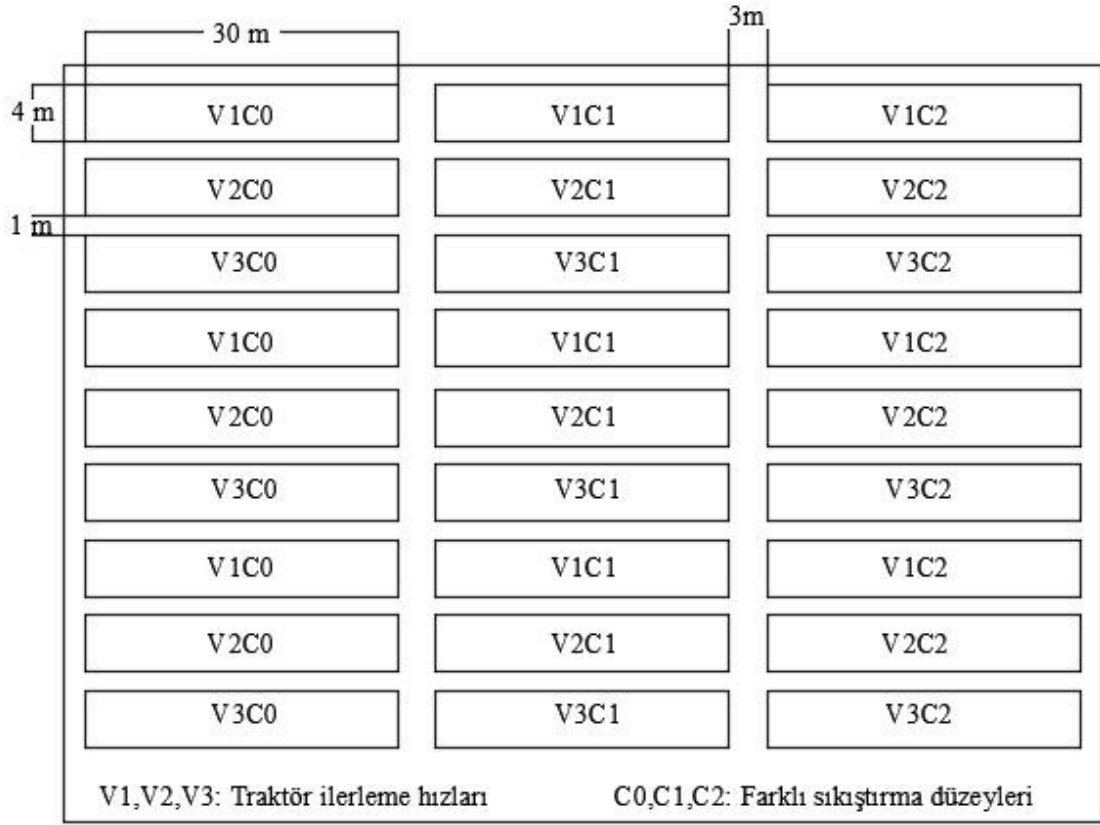




**Şekil 3.3.** Denemede kullanılan tarım traktörü

### **3.2. Metot**

Denemeler, üç farklı traktör ilerleme hızı ve üç farklı sıra üzeri sıkıştırma düzeyi uygulamaları esas alınarak tekerrürlü olarak düzenlenmiştir (Şekil 3.4). Sıkıştırma uygulamasını gerçekleştirmek amacıyla traktörün kendi ağırlığından yararlanılmış ve sıra üzerlerinden 0, 1 ve 2 kez traktörle geçiş yapılmıştır. Traktör ilerleme hızı olarak 1.5, 2 ve 3 m.s<sup>-1</sup> olmak üzere üç farklı ilerleme hızında yararlanılmıştır. Deneme alanları 4 metre genişliğinde ve 30 metre uzunluğunda parsellere ayrılmış ve bu parseller arasında da 1 m traktör yolu bırakılmıştır. Deneme planına ait görsel Şekil 3.4'te verilmiştir.



**Şekil 3.4.** Deneme planı

### 3.2.1. Traktör ilerleme hızının ve sıkıştırma düzeyinin belirlenmesi

Ekim işlemi için traktör  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $2 \text{ m.s}^{-1}$  ve  $3 \text{ m.s}^{-1}$  olmak üzere 3 farklı ilerleme hızında kullanılmıştır (Özsert ve Ülger 1985, Yazgı ve ark. 2012). İlerleme hızları, traktörün 100 metrelik bir mesafeyi farklı viteslerde aldığı süreler kaydedilerek belirlenmiştir. Sıkıştırma uygulaması için sıra üzerinden, ağırlığı 3021 kg olan TD85D New Holland model marka traktör yardımıyla  $2 \text{ m.s}^{-1}$  hızla geçişler yapılmıştır. Traktör aks yükleri ve tekerleklerin toprak ile temas alanı belirlenerek toprağa iletilen basınç düzeyleri sırasıyla 102 ve 182 kPa olarak bulunmuştur. Kullanılan traktörün ön ve arka lastiklerinin iç basınçları da 120 kPa (17.40 psi) olarak ayarlanmıştır (Botta *et al.*, 2004, Perdok and Arts 1987).



### 3.2.2. Toprak hacim ağırlığı ve porozitenin belirlenmesi

Toprak hacim ağırlığının belirlenmesinde silindir yönteminden yararlanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, 5 cm çapında ve 100 cm<sup>3</sup> hacmindeki örnek alma silindirleri yardımıyla her parselden üçer tekerrürlü olmak üzere 5'er cm aralıklarla 30 cm toprak derinliğine kadar alınmış bozulmamış toprak örnekleri, tartıldıktan sonra etüvde 105 °C'de 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır (Çelik 1998). Toprak örneklerinin kuru ağırlıkları ile deneme alanı topraklarının özgül ağırlıkları dikkate alınarak hacim ağırlığı ve porozite değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Çelik 1998).

$$HA = W_k/V \quad (1.1)$$

$$PO = 100(1 - HA/k) \quad (1.2)$$

Eşitliklerde;

HA = Hacim ağırlığı, (g.cm<sup>-3</sup>),

W<sub>k</sub> = Örnek toprağının fırın kuru ağırlığı (g),

V = Örnek alma silindirinin hacmi, (cm<sup>3</sup>),

PO = Toplam porozite, (%) ve

k= Toprağın özgül ağırlığıdır (2.65).

### 3.2.3. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi

Toprak nem içeriğini belirlemek için teknik özellikleri Çizelge 3.5'te verilen Spectrum Field Scout TDR 300 tipi toprak nemi ölçme cihazından yararlanılmıştır (Şekil 3.5). Çimlenme periyodu boyunca her parselde 5 farklı yerden ölçümler alınmış ve okunan değerler cihazın hafıza kartına kaydedilerek, RS-232C devresiyle bilgisayara aktarılmıştır.

**Çizelge 3.5.** Toprak nemi ölçüm cihazına ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Değer
Ölçüm yaptığı değer	Hacimsel nem ve nispi nem
Çözünürlük (%)	1
Hassasiyet (elektriksel iletkenlik<2dS/m),(%)	± 3
Veri depolama kapasitesi (GPS kullanılırsa),(adet)	3250 (1350)
Bilgisayara veri aktarımı	RS-232
Gerekli güç (V)	4 AAA alkalin 1.5 V pil
Prob boyları (cm)	12-20
Prob çapı (mm)	5



**Şekil 3.5.** Toprak nemi ölçüm cihazı

#### **3.2.4. Toprak penetrasyon direncinin belirlenmesi**

Toprak penetrasyon direncinin belirlenmesinde teknik özellikleri Çizelge 3.6'da verilen ve koni uç açısı 60° olan dijital göstergeli Spectrum Field Scout SC 900 marka toprak penetrometresinden yararlanılmıştır (Şekil 3.6). Her 2.5 cm'de otomatik olarak ölçüm alan, 2 farklı koni taban alanına sahip olan penetrometre ile uzatma milleri sayesinde 70 cm'ye kadar ölçüm yapılabilir. Toprak işlemeden önce ve sonra olmak üzere 20 cm derinliğe

kadar yapılan ölçümler aracılığıyla penetrasyon direnci aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Çelik 1998; Say ve Işık 1996).

**Çizelge 3.6.** Penetrometreye ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Değer
Ölçüm yaptığı derinlik (mm)	0-450
Ölçüm yaptığı basınç aralığı (kPa)	0-7000
Veri depolama kapasitesi (GPS kullanılırsa) (adet)	772 (579)
Ağırlık (kg)	1.25
Çözünürlük (Derinlik/Basınç)	25 mm /35 kPa
Batarya	4 AAA alkalin 1.5 V pil



**Şekil 3.6.** Toprak penetrometresi

$$PD = F/A \quad (1.3)$$

Burada;

PD: Penetrasyon direnci, (kPa)

F: Penetrometre göstergesinden okunana kuvvet değerleri, (kPa)

A: Koni taban alanı, (cm<sup>2</sup>)

### 3.2.5. Tohum yatağı sıcaklığının belirlenmesi

Çimlenme süresince tohum yatağı sıcaklığını ve sıcaklıktaki değişimleri belirlemek amacıyla dijital tip bir toprak termometresinden yararlanılmıştır (Şekil 3.7). Periyodik olarak yapışan sıcaklık ölçümleri 0-12 cm toprak derinliğinden alınmış ve değerlendirmeler yapılmıştır. Dijital toprak termometresine ait teknik özellikler Çizelge 3.7’de verilmiştir.

**Çizelge 3.7.** Dijital toprak termometresine ait teknik özellikler

Teknik özellikler	Değer
Ölçüm yaptığı birimler	°C, F
Ölçüm aralığı (°C)	(-50/+300 °C)
Gerekli gerilim (V)	1.5
Ölçüm hassasiyeti (°C, F)	0.1
Prob boyu (mm)	120
Prob çapı (mm)	4



**Şekil 3.7.** Digital toprak termometresi

### 3.2.6. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğün belirlenmesi

Ekim işlemi ile ilgili parametrelerin birbirleri ile karşılaştırılmasına yardımcı olmak amacıyla sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne bakılmaktadır. Bu amaçla bitki çıkışları sabitlendikten sonra sıkıştırmanın uygulandığı her parseldeki iki sıradan bitkilerin sıra üzeri aralıkları ölçülüp (Şekil 3.8) ortalama sıra üzeri bitki aralığı (X), boşluk oranı (BO), ikizlenme oranı (İO) ve kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KBAO) değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır. Ölçülen sıra üzeri mesafelerden, teorik olarak olması gereken mesafenin iki katı veya daha üzerinde olanlar dikkate alınmamıştır (ISO 1984, Barut 1996).

$$X = \sum n_i Z / n_1 \quad (1.4)$$

$$BO = (n_0/n)100 \quad (1.5)$$

$$KBAO = (n_1/n)100 \quad (1.6)$$

$$İO = (n_2/n)100 \quad (1.7)$$

X: İki bitki arasındaki ortalama mesafe (cm)

Z: İki bitki arasındaki olması gereken uzaklık (cm)

BO: Boşluk oranı (%)

İO: İkizlenme oranı (%)

KBAO: Kabul edilebilir bitki aralığı oranı (%)

$n_i$ : i aralığındaki bitki sayısı (adet)

n: Toplam bitki aralığı sayısı (adet)

$n_0$ : 1.5 Z'den büyük bitki aralıkları sayısı (adet)

$n_1$  : (0.5-1.5)Z arasındaki bitki aralıkları sayısı (adet)

$n_2$  :  $\leq 0.5$  Z'den küçük bitki aralıkları sayısı (adet)'dir.

İki bitki arasındaki sıra üzeri mesafe, teoride olması gereken uzaklığın ( $Z$ ), 1.5 katından büyük ise boşluk, 0.5 katından küçük ise ikizlenme, 0.5 katından büyük ve 1.5 katından küçük ise kabul edilebilir bitki aralığı olarak tanımlanmaktadır. Kabul edilebilir bitki aralığı oranı ne kadar yüksek ise sıra üzeri tohum dağılımının da aynı oranda düzgün gerçekleştiği kabul edilmektedir.



**Şekil 3.8.** Ekim işlemi sonrası tohumların kontrolü ve çimlenmiş mısır filizleri

### 3.2.7. Tarla filizi çıkışlarının belirlenmesi

Tarla filizi çıkışlarını belirlemek amacıyla, çıkış periyodu boyunca deneme alanı gözlem altına alınmış ve ikişer gün aralıklarla 7 kez sayım yapılmıştır. Bitki çıkışlarının başlamasıyla, her parselden üç tekerrürlü olarak, 5 m mesafeden sayımlar yapılmıştır. Sayım ile elde edilen değerlerden hareketle; ortalama çıkış süresi (OÇS), çıkış oranı indeksi (ÇOI) ve tarla filizi çıkışı derecesi (TFÇ) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Kachmant and Smith 1995, Staggenborg *et al.*, 2004, Mohanty and Painuli 2004).

$$O\check{C}S = \frac{N_1D_1 + N_2D_2 + \dots + N_nD_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \quad (1.8)$$

$$\check{C}OI = \frac{\text{Bir metrekarede \u00e7imlenen tohum sayısı}}{O\check{C}S} \quad (1.9)$$

$$TF\check{C} = \frac{\text{Bir metrekarede \u00e7imlenen tohum sayısı}}{\text{Bir metrekareye ekilen tohum sayısı}} \quad (1.10)$$

Burada;

O\check{C}S: Ortalama \u00e7ıkış s\u00fcresi, (g\u00fcn),

N<sub>n</sub>: Her bir sayımda \u00e7imlenen tohum sayısı, (adet),

D<sub>n</sub>: Ekimden sonra ge\u00e7en g\u00fcn sayısı, (adet),

\check{C}OI: \u00c7ıkış oranı indeksi (adet/m.g\u00fcn),

TF\check{C}: Tarla filizi \u00e7ıkışı derecesi (%).

### 3.2.8. Ekim derinliği d\u00fczg\u00fcnl\u00fcđ\u00fcn\u00fcn belirlenmesi

Tarla filizi \u00e7ıkışları tamamlandıktan sonra sıkıştırmanın uygulandığı her sıranın başından, ortasından ve sonundan rastgele se\u00e7ilen toplam 90 bitki k\u00f6k\u00fcnden s\u00f6k\u00fcyerek tohum kalıntısı ile bitkinin toprak i\u00e7inde kalan, beyazdan yeşile ge\u00e7iş sınırı arasındaki mesafe 0.01 mm hassasiyetinde dijital bir kumpas ile \u00f6l\u00e7\u00fclm\u00fcşt\u00fcr (şekil 3.9). \u00d6l\u00e7\u00fclen değerlerin ortalaması alınarak varyasyon katsayıları (% CV) hesaplanmış, daha sonra hesaplanan değerler analize tabi tutulmuştur (Chen *et al.*, 2004).





**Şekil 3.9.** Ekim derinliği ile ilgili verilerin toplanması

Tohumların toprak içerisindeki dağılımı yatay ve düşey düzlemdeki ölçümlerle belirlenmektedir. Yatay düzlemdeki ölçümlerde tohumların sıra üzeri uzaklıkları ve sıradan sapma miktarları, düşey düzlemde yapılan ölçümlerde ise tohumların ekim derinliği ölçülmekte ve bu ölçümlerin ortalaması ve varyasyon katsayısı hesaplanmaktadır (Karayel ve Özmerzi 2005).



### 3.2.9. Tohum dağılım alanının belirlenmesi

Araştırmada tohum dağılım alanını belirlemek amacıyla elips yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde tohumların dağılım alanı, a boyutu sıradan sapmanın standart sapması, b boyutu ise ekim derinliğinin standart sapması olan bir elipsin alanı ile ifade edilmiştir. Tohumların dağılım alanını temsil eden elipsin alanı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Karayel ve Özmerzi 2005).

$$A = S_a \times S_b \times \pi \quad (1.11)$$

Burada;

A: Tohum dağılım alanı (mm<sup>2</sup>)

S<sub>a</sub>: Ortalama sıradan sapma (mm)

S<sub>b</sub>: Ekim derinliği standart sapması

π: Pi sayısı

### 3.2.10. Verim parametrelerinin belirlenmesi

Verim değerlerini belirleyebilmek amacıyla, her parselden tesadüfi olarak 10 mısır bitkisi seçilmiş, Kün (1983), Ülger (1986), Sencar (1988), Acar (1995), Keskin (2001) ve Han (2016)'ın kullandığı ortak yöntemler dikkate alınarak hasat işlemi yapılmış ve aşağıdaki parametrelere göre verim değerleri belirlenmiştir.

#### 3.2.10.a. Yeşil ot verimi

Her parselden kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra toprak yüzeyinden 10 adet bitki hasat edilmiştir. Elde edilen yeşil bitkiler hassas terazide tartılarak, parsel verimi belirlenmiş ve hesap yoluyla dekara kilogram olarak bulunmuştur.

#### 3.2.10.b. Bitki boyu

Her parselden rastgele seçilen 10 bitkinin, toprak yüzeyi ile gövde ucuna kadar olan mesafesi cm cinsinden ölçülmüş ve elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır.

### 3.2.10.c. Koçan çapı

Her parselden rastgele seçilen 10 adet bitkiden hasat edilen koçanların çapı, üzerindeki yapraklarından ayrıldıktan sonra, orta kısımlarından kumpas ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

### 3.2.10.d. Bin dane ağırlığı

Her parselden rastgele alınan 10 bitkinin hepsinin daneleri koçandan ayrılıp karıştırılmış ve bu harman içerisinde dörder adet 100 dane sayılarak hassas terazide tartımı yapılmıştır. Tartımdan sonra ortalamalar alınmış ve on ile çarpılarak bin dane ağırlığı belirlenmiştir.

### 3.2.10.e. Koçanda dane sayısı

Her parselden rastgele seçilen 10 bitkiden hasat edilen koçanların üzerindeki daneler sayılmış ve elde edilen 10 farklı değerlerin ortalaması alınarak koçandaki ortalama dane sayısı belirlenmiştir.

### 3.2.11. İstatistiksel analiz

Denemeler 3 blok ve her blokta 9 parsel olmak üzere toplam 27 parselde Şansa Bağlı Tam Bloklar Deneme Planı'na göre yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen verilerin varyans analizleri SPSS istatistik programında yapılmıştır. Ortalamalarında karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi ve istatistiksel anlamı olan verilerin interaksyonlarının etkilerini belirlemek için JMP 7 istatistik programı kullanılmıştır.

Ayrıca: sıra üzeri, sıra arası ve ekim derinliğindeki dağılım düzgünlüklerinin belirlenebilmesi amacıyla toplanan verilerin her parsel için ortalaması ( $\bar{x}$ ), standart sapması (S) ve varyasyon katsayıları (% CV) aşağıda verilerin eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\bar{x} = \sum X_1 / N \quad (1.12)$$

$$S = [\sum (X_1 - \bar{x})^2 / (N - 1)]^{1/2} \quad (1.13)$$

$$\%CV = S \times 100 / \bar{x} \quad (1.14)$$

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

İki yıl olarak yürütülen araştırmada, sıra üzeri sıkıştırma düzeyleri ve farklı ilerleme hızlarının toprak fiziksel özellikleri, bitki çıkışları, ekim performansı, verim değerlerine olan etkileri her iki yıl için ayrı ayrı olacak şekilde iki bölümde incelenmiştir.

### 4.1. Denemenin I. Yıl Sonuçları

#### 4.1.1. Toprak hacim ağırlığına ilişkin sonuçlar

Ekim işleminden sonra farklı sıra üzeri sıkıştırma düzeyleri ve makina ilerleme hızlarından elde edilen toprak hacim ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde, sıkıştırma işleminin toprağın üst 20 cm’lik kısmında her 5 cm için hacim ağırlığına etkisi çok önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Makina ilerleme hızının etkisi 5-10 cm toprak derinliği arasında çok önemli ( $P < 0.01$ ) bulunurken 0-5, 10-15 ve 15-20 cm derinliklerinde bu etki gözlenmemiştir. Yapılan bir araştırmada tarla trafiğinin 0-10 cm toprak katmanındaki; hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve porozite değerlerini daha derin toprak katmanlarına göre daha çok etkilediği belirtilmiştir (Barik *et al.*, 2014).

**Çizelge 4.1.** Toprak hacim ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	0-5			5-10	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.003	0.365	0.020	0.000**
<b>Sıkışma</b>	2	0.295	0.000**	0.156	0.000**
<b>Hız</b>	2	0.001	0.639	0.016	0.001**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.075	0.000**	0.016	0.004**
<b>Hata</b>	18	0.024		0.011	
<b>Toplam</b>	27	34.808		40.430	

**Çizelge 4.1.** Toprak hacim ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları (devam)

	10-15			15-20	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.007	0.105	0.009	0.005**
<b>Sıkışma</b>	2	0.096	0.000**	0.219	0.000**
<b>Hız</b>	2	0.004	0.253	0.002	0.228
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.005	0.521	0.035	0.000**
<b>Hata</b>	18	0.022		0.009	
<b>Toplam</b>	27	36.141		38.010	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

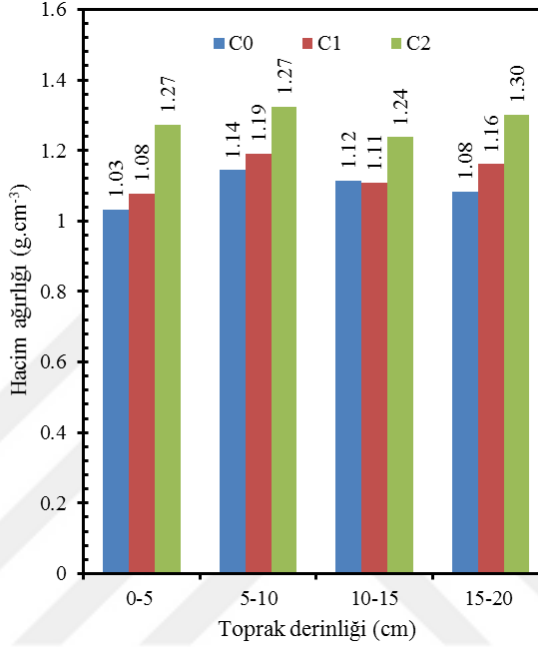
Ortalama karşılaştırma sonuçları incelendiğinde toprak hacim ağırlığı verileri 1.03-1.32 g.cm<sup>-3</sup> sınırları arasında değişiklik göstermektedir. Hacim ağırlığı en yüksek değerini 5-10 cm toprak derinliğinde C2 sıkıştırma düzeyinde alırken (1.32 g.cm<sup>-3</sup>), en küçük değerini ise C0 sıkıştırma düzeyinde 0-5 cm toprak derinliğinde (1.033 g.cm<sup>-3</sup>) almıştır (Çizelge 4.2). Hacim ağırlığı değerlerinin bu sınırlar içerisinde olmasının mısır bitkisinin kök gelişimi üzerine olumsuz bir etki yaratmayacağı daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Tolón-Becerra *et al.*, 2011, Whalley *et al.*, 2007, Bengough *et al.*, 2006). Araştırmada genel olarak sıkıştırma seviyesinin artmasıyla hacim ağırlığında da bir artışın meydana geldiği gözlenmiştir.

**Çizelge 4.2.** Hacim ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (g.cm<sup>-3</sup>)

Faktörler		Ölçüm derinliği (cm)			
		0-5	5-10	10-15	15-20
<b>İlerleme hızları</b>	<b>V1</b>	1.135ns	1.217b	1.171ns	1.193ns
	<b>V2</b>	1.132ns	1.192b	1.152ns	1.173ns
	<b>V3</b>	1.118ns	1.251a	1.141ns	1.180ns
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	<b>C0</b>	1.033c*	1.144c	1.115b	1.083c
	<b>C1</b>	1.078b	1.192b	1.110b	1.162b
	<b>C2</b>	1.274a	1.324a	1.238a	1.301a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Toprak hacim ağırlığının sıkıştırma düzeyleri ile değişimi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Sıkıştırma düzeylerinin hacim ağırlığındaki değişimine etkisi

#### 4.1.2. Poroziteye ilişkin sonuçlar

Porozite toprak hacim ağırlığı ile ters orantılı olarak değişen bir toprak fiziksel özelliğidir. Hacim ağırlığından yararlanılarak hesaplanan porozite değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıkıştırma düzeyleri ile sıkıştırma ve ilerleme hızı interaksiyonunun farklı derinliklerdeki porozite değerlerine olan etkilerinin çok önemli ( $P < 0.01$ ) olduğu bulunmuştur.

**Çizelge 4.3.** Poroziteye ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	0-5			0-5	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.529	0.762	1.250	0.299
<b>Sıkışma</b>	2	211.489	0.000**	124.110	0.000**
<b>Hız</b>	2	8.134	0.033*	17.173	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	149.270	0.000**	12.806	0.002**
<b>Hata</b>	18	15.280		7.681	
<b>Toplam</b>	27	88739.214		81945.630	

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	10-15			10-15	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	4.031	0.296	5.837	0.444
<b>Sıkışma</b>	2	269.828	0.000**	168.961	0.000**
<b>Hız</b>	2	8.451	0.093	9.924	0.263
<b>SıkışmaxHız</b>	4	40.271	0.003**	82.719	0.004**
<b>Hata</b>	18	24.500		54.626	
<b>Toplam</b>	27	89512.361		87415.779	

\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

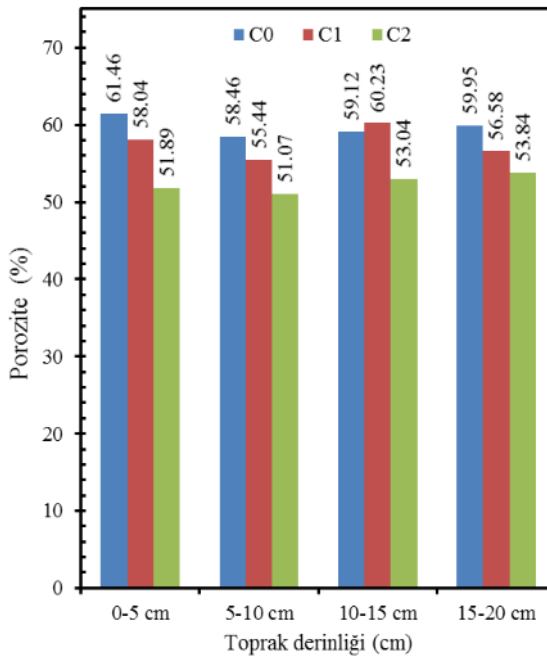
Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, porozite değerleri %51.07 ile %61.46 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.4). Önal (1995), bu değerlerin %50 civarında olmasının ideal bir değer olduğunu bildirmiştir. Kontrol parsellerinde 0-5 ve 5-10 cm derinliklerde, iki traktör geçişi uygulanan parsellere göre porozite değerleri sırasıyla %15.57 ve %12.64 oranında azalmıştır. Ahmad *et al.*, (2009), yaptıkları çalışmada traktör geçiş sayılarının artmasıyla porozite değerlerinin %15-27 arasında bir azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Maksimum porozite değeri 0-5 cm toprak derinliğinde sıkıştırma uygulaması yapılmayan parsellerde gözlenirken, minimum porozite değeri 5-10 cm toprak derinliğinde maksimum sıkıştırma yapılan parsellerde görülmektedir (Şekil 4.2).

**Çizelge 4.4.** Poroziteye ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (%)

Faktörler		Ölçüm derinlikleri (cm)			
		0-5	5-10	10-15	15-20
İlerleme Hızları	V1	57.14 ab*	55.23a	57.32ab	57.62ns
	V2	57.80 a	55.83a	56.86b	56.57ns
	V3	56.46 b	53.92b	58.21a	56.18ns
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	61.46 a	58.46a	59.12a	59.95a
	C1	58.04 b	55.44b	60.23a	56.58b
	C2	51.89 c	51.07c	53.04b	53.84c

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.2.** Sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin porozitedeki değişime etkisi

#### 4.1.3. Toprak penetrasyon direncine ilişkin sonuçlar

Toprak penetrasyon direncinin belirlenmesi için ekimden sonra sıra üzerinden 0-20 cm toprak derinliğine kadar her 5 cm'den ölçümler yapılmıştır. Alınan bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde sıkıştırmanın 0-5 ve 5-10 cm toprak derinliğinde penetrasyon direncine etkisi çok önemli bulunurken ( $P < 0.01$ ), 10-15 ve 15-20 cm toprak derinliklerinde ise önemli bulunmuştur. Barik *et al.*, (2014), yaptıkları çalışmada benzer sonuçları bulmuşlardır. Yine bu analiz sonuçlarına göre ekim makinası ilerleme hızının toprak penetrasyon direnci üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 4.5.** Penetrasyon direncine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	0-5			5-10	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	5.890	0.224	2.936	0.734
<b>Sıkışma</b>	2	1.001	0.003**	0.347	0.000**
<b>Hız</b>	2	0.343	0.060	0.125	0.095
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.999	0.980	0.317	0.953
<b>Hata</b>	18	2.684		4.117	
<b>Toplam</b>	27	66.100		73.800	

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	10-15			10-15	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.127	0.128	1.987	0.637
<b>Sıkışma</b>	2	0.316	0.022*	1.672	0.041*
<b>Hız</b>	2	0.534	0.103	0.747	0.063
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.979	0.577	1.597	0.830
<b>Hata</b>	18	7.513		8.426	
<b>Toplam</b>	27	70.520		92.120	

\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli



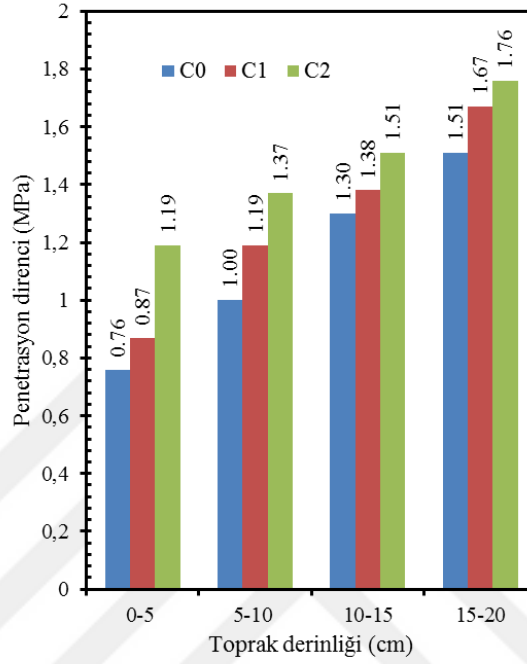
Penetrasyon direncine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.6), traktör geçişi yapılmayan parsellerde penetrasyon direnci değerleri en düşük seviyede kalırken, traktör geçiş sayısı arttıkça penetrasyon direnci değerlerinde de artış ortaya çıkmış ve ortalama değerler 0.76-1.76 MPa arasında gözlemlenmiştir. Elde edilen bu ortalama değerlerin kök gelişimini etkilemeyecek sınırlar içerisinde olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Hakansson and Lipiec 2000, Whalley *et al.*, 2007, Bengough *et al.*, 2006).

Penetrasyon direnci değerleri traktör geçişlerinin artmasıyla artış göstermiştir. C0 ve C2 sıkıştırma seviyeleri arasındaki fark 0-5 cm toprak derinliği için %36 olurken bu değer 5-10 cm toprak derinliği için %27 olarak bulunmuştur. Derinlik arttıkça bu oranların artışında azalmalar meydana gelmiş ve sonraki her 5 cm için sırasıyla %14, %12 ve %11 şeklinde gerçekleşmiştir. Penetrasyon direncinin toprak derinliklerine bağlı olarak gösterdiği değişim Şekil 4.3'te verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Penetrasyon direncine ilişkin ortalama karşılaştırma testi sonuçları (MPa)

Faktörler		Ölçüm derinlikleri (cm)			
		0-5	5-10	10-15	15-20
İlerleme Hızları	V1	0.78b*	1.10b	1.32b	1.53b
	V2	0.96ab	1.17ab	1.39ab	1.64ab
	V3	1.09a	1.29a	1.48a	1.77a
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	0.76b	1.00c	1.30b	1.51b
	C1	0.87b	1.19b	1.38ab	1.67ab
	C2	1.19a	1.37a	1.51a	1.76a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.3.** Penetrasyon direnci değeriinin sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değışimi

#### 4.1.4. Çıkış periyodu süresince toprak nem içeriği değışimine ilişkin sonuçlar

Farklı toprak sıkıştırma düzeyleri ve ekim makinası ilerleme hızlarının toprak nem içeriğine olan etkilerini belirlemek amacıyla Field Scout firmasına ait TDR 300 cihazı ile çimlenme periyodunun öncesinden başlayarak son çıkışın görüldüğü tarihten sonrasında kadar sıra üzerinden ölçümler yapılmıştır.

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7) ölçüm alınan tarihlerin tamamında sıkıştırmanın nem değeri üzerine olan etkisinin çok önemli ( $P<0.01$ ) olduğu görülmektedir. Ekim makinası ilerleme hızının toprak nem düzeyine olan etkileri ölçüm alınan tarihler itibarıyla değışiklik gösterse de sonuçlar büyük oranda çok önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur.

**Çizelge 4.7.** Toprak nem içeriği değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	30 Nisan			2 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	10.899	0.175	4.398	0.409
<b>Sıkışma</b>	2	849.955	0.000**	1609.019	0.000**
<b>Hız</b>	2	10.141	0.195	126.521	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	221.702	0.000**	240.244	0.000**
<b>Hata</b>	18	44.770		37.203	
<b>Toplam</b>	27	81137.048		77902.790	
	4 Mayıs			6 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	7.272	0.435	21.889	0.141
<b>Sıkışma</b>	2	1345.296	0.000**	1233.252	0.000**
<b>Hız</b>	2	128.765	0.000**	77.258	0.004**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	142.344	0.001**	171.579	0.001**
<b>Hata</b>	18	66.269		79.046	
<b>Toplam</b>	27	69255.962		66092.893	

**Çizelge 4.7.** Nem değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları (devam)

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	8 Mayıs			10 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	14.664	0.617	0.219	0.986
<b>Sıkışma</b>	2	1230.649	0.000**	731.407	0.000**
<b>Hız</b>	2	234.159	0.004**	11.452	0.485
<b>SıkışmaxHız</b>	4	91.424	0.234	130.720	0.015*
<b>Hata</b>	18	235.350		120.804	
<b>Toplam</b>	27	66750.898		69114.017	
<hr/>					
Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	12 Mayıs			14 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	50.875	0.073	0.386	0.980
<b>Sıkışma</b>	2	343.615	0.000**	718.396	0.000**
<b>Hız</b>	2	47.425	0.085	138.513	0.006**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	85.439	0.075	483.301	0.000**
<b>Hata</b>	18	131.067		153.242	
<b>Toplam</b>	27	74710.124		67989.601	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

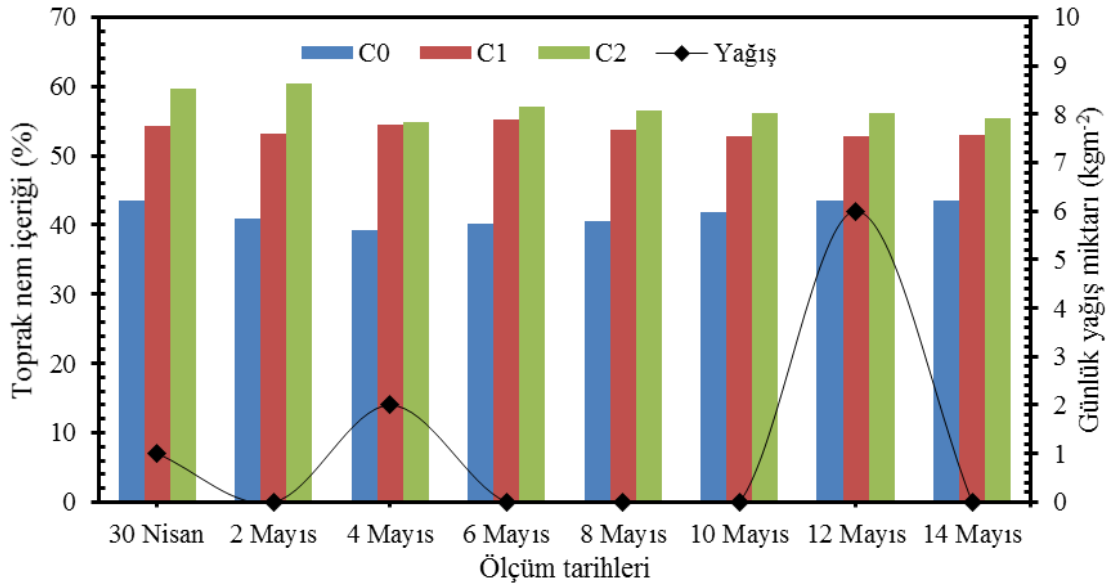
Elde edilen ortalama toprak nem içeriği değerlerine ayrıca çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 4.8). Karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek toprak nem içeriği değerleri iki kez traktör geçişi yapılan parsellerde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Toprak nem içeriği ortalamalarına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (% hacimsel)

Faktörler		Ölçüm tarihleri							
		30 Nisan	2 Mayıs	4 Mayıs	6 Mayıs	8 Mayıs	10 Mayıs	12 Mayıs	14 Mayıs
İlerleme Hızları	V1	54.08ns	53.27b	49.43b	47.95b	50.37a	49.47ns	51.90ab	47.05b
	V2	53.92ns	55.52a	47.69b	51.25a	51.80a	51.06ns	54.17a	52.56a
	V3	55.29ns	50.24c	52.94a	47.43b	44.96b	50.14ns	51.03b	49.26b
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	47.12c	43.02c	40.60c	39.33b	39.52b	42.89b	47.34b	42.51b
	C1	55.41b	54.18b	51.86b	54.03a	53.14a	53.31a	55.24a	54.59a
	C2	60.76a	61.82a	57.60a	53.27a	54.45a	54.47a	54.52a	51.77a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>).

Çıkış periyodu boyunca toprak nem içeriği değerleri sıkıştırma yapılmayan parsellerde %39.33 ile %47.34 değerleri arasında değişirken, en yüksek sıkıştırmanın uygulandığı parsellerde ise %51.77 ile %61.82 değerleri arasında bir değişim göstermiştir. Topraktaki nem değişiminin sıra üzerinden geçen traktör sayısına ve zamana göre değişimi ile ölçüm zamanlarındaki günlük yağış verileri Şekil 4.4’de verilmiştir.



**Şekil 4.4.** Toprak nem içeriğinin ölçüm zamanına ve sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi

#### 4.1.5. Tohum yatağı sıcaklığına ilişkin sonuçlar

Çimlenme periyodu boyunca tohum yatağındaki sıcaklık değişimini gözlemlemek amacıyla dijital toprak termometresi yardımıyla sıra üzerinde 0-10 cm toprak derinliğinden toprak sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır. Çimlenmenin başladığı tarih ile sona erdiği tarih arasında alınan örneklere uygulanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde uygulanan sıkıştırma işleminin çimlenme süresi boyunca toprak sıcaklığı üzerindeki etkisinin çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.9.** Sıra üzeri toprak sıcaklığı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	30 Nisan			2 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	10.899	0.175	4.398	0.409
<b>Sıkışma</b>	2	849.955	0.000**	1609.019	0.000**
<b>Hız</b>	2	10.141	0.195	126.521	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	221.702	0.000**	240.244	0.000**
<b>Hata</b>	18	44.770		37.203	
<b>Toplam</b>	27	81137.048		77902.790	
4 Mayıs					
6 Mayıs					
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	7.272	0.435	21.889	0.141
<b>Sıkışma</b>	2	1345.296	0.000**	1233.252	0.000**
<b>Hız</b>	2	128.765	0.000**	77.258	0.004**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	142.344	0.001**	171.579	0.001**
<b>Hata</b>	18	66.269		79.046	
<b>Toplam</b>	27	69255.962		66092.893	

**Çizelge 4.9.** Sıcaklık değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları (devam)

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	8 Mayıs			10 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	14.664	0.617	0.219	0.986
<b>Sıkışma</b>	2	1230.649	0.000**	731.407	0.000**
<b>Hız</b>	2	234.159	0.004**	11.452	0.485ns
<b>SıkışmaxHız</b>	4	91.424	0.234	130.720	0.015*
<b>Hata</b>	18	235.350		120.804	
<b>Toplam</b>	27	66750.898		69114.017	
<hr/>					
Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	12 Mayıs			14 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	50.875	0.073	0.386	0.980
<b>Sıkışma</b>	2	343.615	0.000**	718.396	0.000**
<b>Hız</b>	2	47.425	0.085	138.513	0.006**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	85.439	0.075	483.301	0.000**
<b>Hata</b>	18	131.067		153.242	
<b>Toplam</b>	27	74710.124		67989.601	

\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

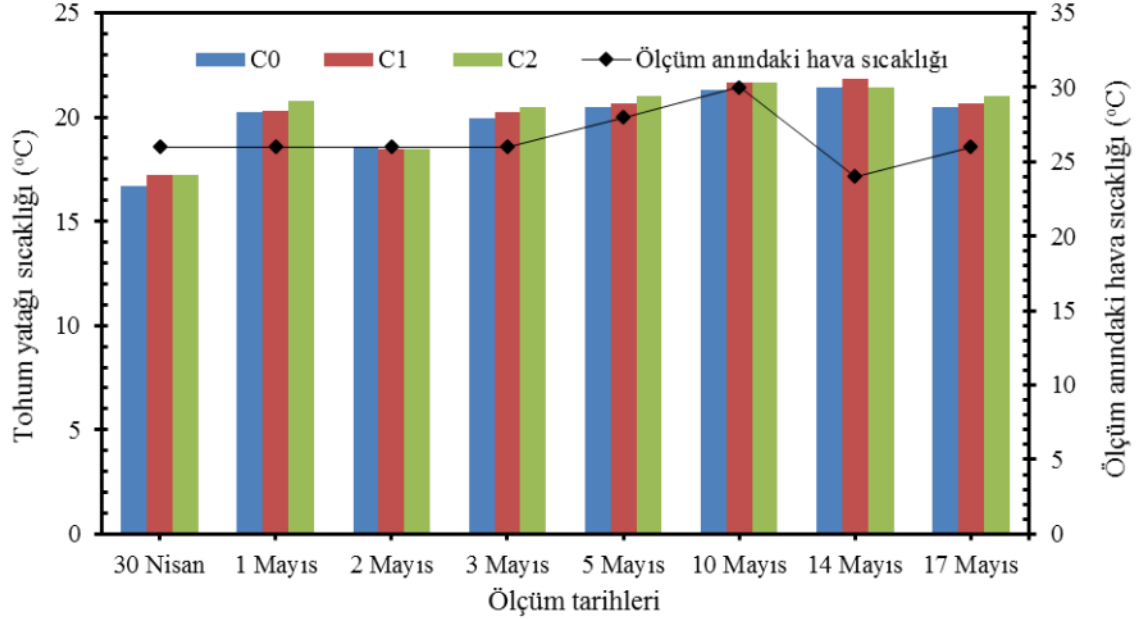
Ekim makinası ilerleme hızı ve sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin tohum yatağı sıcaklığı üzerine olan etkilerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde tohum yatağı sıcaklığı genel olarak sıkışma düzeyinin artmasıyla artış göstermiştir. Yapılan çalışmalarda toprak içerisinde ısı akışının ve tutulmasının sebeplerinden birisinde toprak sıkışması olduğu bildirilmiştir (Diener 1974). Çimlenme periyodu boyunca tohum yatağı sıcaklığı 16-22 °C arasında değişim göstermiştir. En yüksek sıcaklık değeri 21.83 °C ile C1 sıkışma düzeyinde gerçekleşirken, en düşük değer ise 16.72 °C ile C0 sıkışma düzeyinde gerçekleşmiştir.

**Çizelge 4.10.** Sıra üzeri toprak sıcaklığı değişimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (°C)

Faktörler	Ölçüm tarihleri								
	30 Nisan	2 Mayıs	4 Mayıs	6 Mayıs	8 Mayıs	10 Mayıs	12 Mayıs	14 Mayıs	
İlerleme Hızları	V1	17.20a*	20.40ns	18.54ns	20.26ns	20.78a	21.63ns	21.94a	20.78a
	V2	17.01b	20.47ns	18.51ns	20.25ns	20.74a	21.43ns	21.72a	20.74a
	V3	16.98b	20.44ns	18.45ns	20.20ns	20.65b	21.56ns	21.04b	20.65b
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	16.72b	20.24b	18.55ns	19.97c	20.50c	21.28b	21.44ns	20.50c
	C1	17.22a	20.28b	18.47ns	20.26b	20.68b	21.66a	21.83ns	20.68b
	C2	17.25a	20.78a	18.47ns	20.47a	21.00a	21.67a	21.43ns	21.00a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Tohum yatağı sıcaklığının ölçüm zamanına ve sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi ve bu tarihlerdeki hava sıcaklıkları Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.5.** Tohum yatağı sıcaklığının sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi



#### 4.1.6. Tarla filizi çıkışlarına ilişkin sonuçlar

Farklı sıra üzeri sıkıştırma düzeyleri ve farklı ekim makinası ilerleme hızlarının mısır bitkisinde tarla filizi çıkışlarına olan etkilerini belirlemek amacıyla ekimden sonra başlamak üzere çıkışlar gözlenmiştir. Filiz çıkışları, çıkışların başlamasıyla birlikte ikişer gün arayla 7 defa sayılmış ve elde edilen değerlerden yararlanılarak ortalama çıkış süresi (OÇS), çıkış oranı indeksi (ÇOI) ve tarla filizi çıkışı derecesi (TFÇ) ile bitki/m<sup>2</sup> olarak birim alandaki bitki sayısı (BABS) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlere varyans analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, ekim makinası ilerleme hızının ortalama çıkış süresi, çıkış oranı indeksi ve tarla filizi çıkışına etkisi çok önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Sıra üzeri sıkıştırma uygulamasının ortalama çıkış süresine ve çıkış oranı indeksine etkisi çok önemli bulunurken, tarla filizi çıkışlarına ve BABS değerlerine etkisi önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

**Çizelge 4.11.** Bitki çıkışlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tarla Filizi Çıkışları				
	TFÇ			OÇS	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	33.130	0.590	0.356	0.767
<b>Sıkışma</b>	2	42.934	0.011*	1.596	0.000**
<b>Hız</b>	2	262.716	0.000**	1.809	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	6.157	0.522	0.782	0.001**
<b>Hata</b>	18	7.392		0.098	
<b>Toplam</b>	27	768.987		11.718	

**Çizelge 4.11.** Bitki çıkışlarına ilişkin varyans analizi sonuçları (devam)

Varyasyon Kaynakları	Tarla Filizi Çıkışları				
	ÇOI			BABS	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.000	0.787	0.077	0.633
<b>Sıkışma</b>	2	0.002	0.000**	0.197	0.011*
<b>Hız</b>	2	0.002	0.000**	1.219	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.001	0.004**	0.28	0.526
<b>Hata</b>	18	0.000		0.034	
<b>Toplam</b>	27	0.012		997.960	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Varyans analizi sonucunda elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanarak karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.12). İlerleme hızının artması ile tarla filizi çıkışı değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. 1.5 m.s<sup>-1</sup> hız seviyesinde %93.5 oranında çimlenme görülürken, ilerleme hızı seviyesinin 3 m.s<sup>-1</sup>'e yükseltilmesi ile birlikte bu değer %82.7'ye düşmüştür. İlerleme hızının artması ortalama çıkış süresi değerlerinde ise tarla filizi çıkışının aksine bir etki yaratarak, azalma yönünde eğilim göstermiştir. 1.5 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde 16.41 gün ile en uzun ortalama çıkış süresi, 3 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde ise 15.38 gün ile en kısa ortalama çıkış süresi elde edildiği gözlenmiştir. İlerleme hızındaki artış çıkış oranı indeksini arttırmıştır.

Sıra üzeri traktör geçiş sayısındaki artışın tarla filizi çıkış değerlerini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Sıkışmanın olmadığı kontrol parsellerindeki TFÇ değerleri %85.94 olarak bulunurken, bir ve iki geçişin yapıldığı parsellerdeki TFÇ değerleri istatistiksel anlamda birbirlerinden farklı olmasalar da sırasıyla %88.88 ve %90.21 olarak gerçekleşmiştir. Sıkışma seviyesindeki artışın tohum ile toprak arasındaki ilişkiyi arttırdığı ve bunun da çimlenme gücünü önemli ölçüde etkilediği çalışmalarda belirtilmiştir (Altıkat ve Çelik 2006, Altıkat ve Çelik, 2011). C0 seviyesinde yapılan sıkıştırma işleminde en uzun OÇS (16.34 gün) değeri gözlemlenirken, C1 ve C2 seviyelerinde yapılan sıkıştırma işlemleri arasında istatistiksel anlamda bir fark belirlenmemiştir.

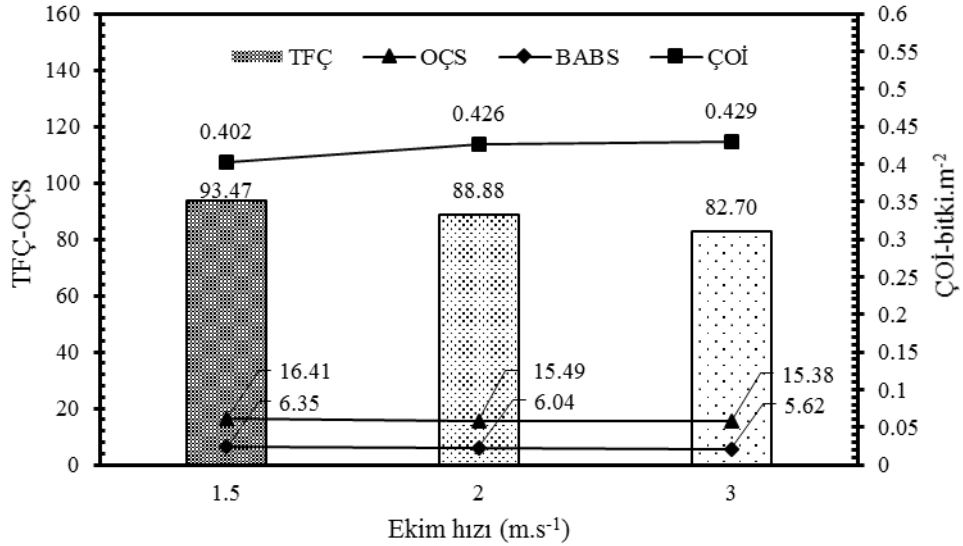
ÇOI değerlerinde C0 seviyesinde yapılan sıkıştırma işlemi en küçük (0.404 adet/m.gün) değerini alırken, C1 ve C2 seviyelerinde yapılan sıkıştırma işlemlerinin ÇOI değerleri üzerine olan etkisi incelendiğinde ise bu iki farklı sıkıştırma seviyesinin de birbirinden farklı olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 4.12.** Tarla filizi çıkışlarına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

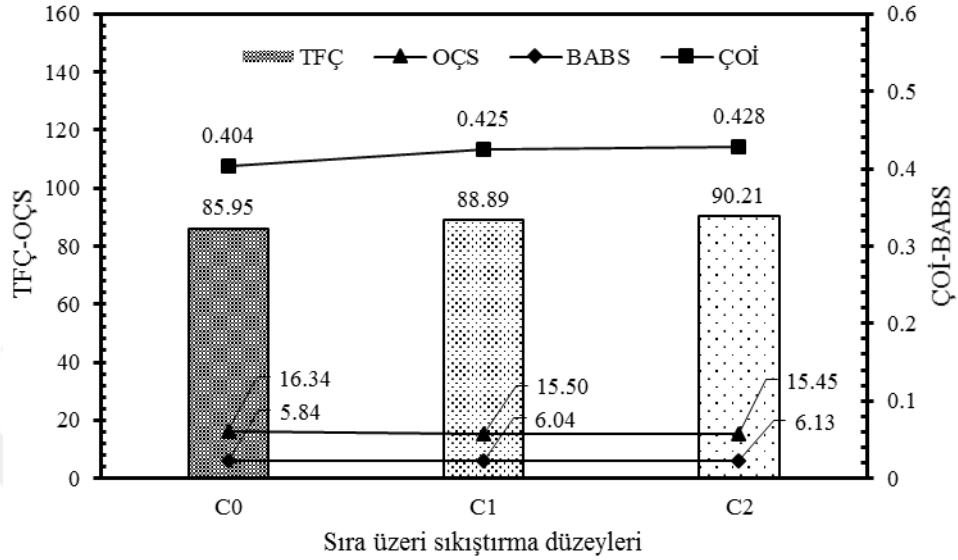
Faktörler		TFC (%)	OCS (gün)	ÇOI (adet/m.gün)	BABS
İlerleme Hızları	V1	93.466a	16.419a	0.402b	6.35a
	V2	88.877b	15.492b	0.426a	6.04b
	V3	82.700c	15.385b	0.429a	5.62c
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	85.944b	16.342a	0.404b	5.84b
	C1	88.888a	15.504b	0.425a	6.04a
	C2	90.211a	15.450b	0.428a	6.13a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Farklı ekim hızları ve sıkıştırma düzeyleri ile ÇOI, TFC, OCS ve BABS arasındaki ilişki sırasıyla Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.



**Şekil 4.6.** Makina ilerleme hızlarının bitki çıkış değerleri ile ilişkisi



Şekil 4.7. Farklı sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri ile bitki çıkışları arasındaki ilişki

#### 4.1.7. Tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin sonuçlar

##### 4.1.7.a. Kabul edilebilir bitki aralık oranı, ikizlenme oranı ve boşluk oranına ilişkin sonuçlar

Farklı makine ilerleme hızı ve sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin tohum dağılım düzgünlüğü parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde her üç parametre üzerinde sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir. Buna ek olarak ekim makinası ilerleme hızının, ekim performansına ait KBAO ve BO üzerindeki etkisinin çok önemli ( $p < 0.01$ ), İÖ'nüne olan etkisinin ise önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar ardışık bitkiler arasındaki mesafelerin traktör ilerleme hızı tarafından etkilendiğini göstermektedir. Karayel and Özmerzi (2001), yaptıkları çalışmada ekim hızındaki artışların sıra üzeri mesafelere ait veriler üzerinde de değişkenliklere sebebiyet verdiğini ve ekim hızının artmasıyla düzensizliklerin de arttığını bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.13.** KBAO, İO ve BO değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kabul Edilebilir Bitki Aralık Oranı (KBAO)		
	SD	KO	P
Blok	2	117.855	0.754
Sıkışma	2	116.889	0.451
Hız	2	3580.241	0.000**
SıkışmaxHız	4	48.015	0.846
Hata	18	140.481	
Toplam	27	10114.975	
İkizlenme Oranı (İO)			
	SD	KO	P
Blok	2	36.594	0.691
Sıkışma	2	24.654	0.752
Hız	2	324.440	0.042*
SıkışmaxHız	4	44.159	0.724
Hata	18	85.283	
Toplam	27	2409.916	
Boşluk Oranı (BO)			
	SD	KO	P
Blok	2	128.476	0.630
Sıkışma	2	37.505	0.785
Hız	2	1749.796	0.001**
SıkışmaxHız	4	121.705	0.542
Hata	18	152.477	
Toplam	27	6806.006	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

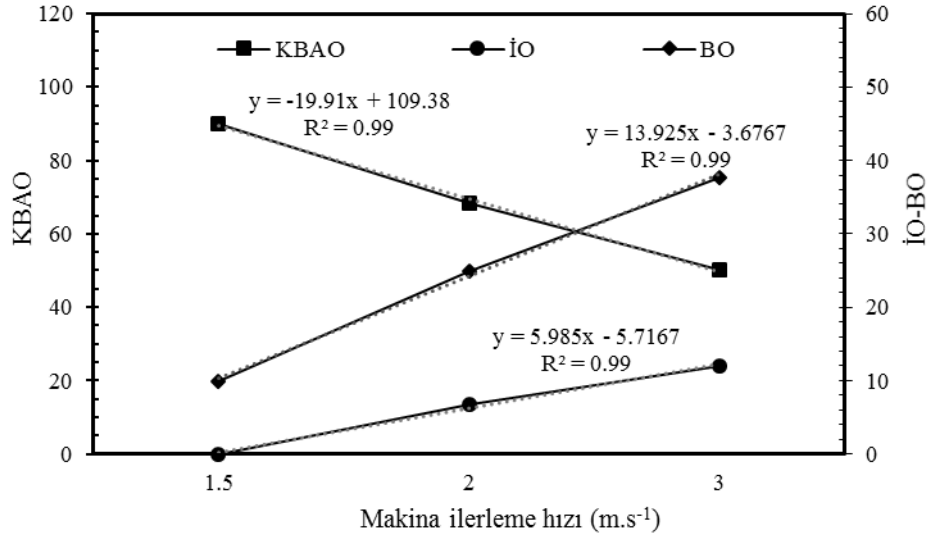
Varyans analizinden elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızının artması ile kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KBAO) değerleri azalan yönde bir ivme göstermektedir. 1.5 m.s<sup>-1</sup> (V1) hızda hedef sıra üzeri mesafe %90.15 oranında sağlanırken bu değer 2 m.s<sup>-1</sup> (V2) ekim hızında %68.21, 3 m.s<sup>-1</sup> (V3) ekim hızında ise %50.33 oranında gerçekleşmiştir. Çizelge 4.14 incelendiğinde V1 hız kademesinde ikizlenmeye (İO) rastlanmamıştır. Hız 2 m.s<sup>-1</sup>'ye çıkartıldığında ikizlenme oranı %6.79 olurken, 3 m.s<sup>-1</sup>'e çıkartıldığında ise bu oran %11.97 olarak bulunmuştur. İlerleme hızının artmasıyla benzer bir artış boşluk oranları için de söz konusu olmuştur. 1.5 m.s<sup>-1</sup> hız seviyesinde %9.84 olarak bulunan boşluk oranı (BO) ilerleme hızının 2 m.s<sup>-1</sup>'ye artmasıyla %24.99 ve 3 m.s<sup>-1</sup>'e çıkmasıyla %37.69'e çıkmıştır. Farklı ilerleme hızı seviyeleri ile kabul edilebilir bitki aralık oranı, ikizlenme oranı ve boşluk oranları arasındaki ilişki Şekil 4.8'de verilmiştir.

**Çizelge 4.14.** KBAO, İO ve BO ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynakları		Kabul Edilebilir Bitki Aralık Oranı (KBAO) (%)	İkizlenme Oranı (İO) (%)	Boşluk Oranı (BO) (%)
İlerleme Hızları	V1	90.15a	0.00b	9.84c
	V2	68.21b	6.79ab	24.99b
	V3	50.33c	11.97a	37.69a
Sıkışma Düzeyleri	C0	66.24ns	7.45ns	26.31ns
	C1	73.39ns	4.36ns	22.24ns
	C2	69.06ns	6.94ns	23.99ns

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



Şekil 4.8. KBAO, İO ve BO'nun ekim hızına göre değişimi

#### 4.1.7.b. Ekim derinliğine ilişkin sonuçlar

Araştırmada, ekim makinası ilerleme hızları ve sıkıştırma seviyelerinin ekim derinliği ve derinlikteki varyasyona olan etkilerini belirlemek amacıyla bitki çıkışları tamamlandıktan sonra her parselden tekerrürler halinde ekim derinliği ölçümü yapılmıştır. Ölçülen değerlere ilişkin varyasyon katsayıları hesaplanmış ve bu değerler Çizelge 4.15'te, ekim derinliğine ilişkin varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Ekim derinliği ve derinlik varyasyon katsayısına ilişkin sonuçlar

Sıkışma Düzeyleri	İlerleme Hızları	Ekim Derinliği Değerleri	
		Ekim Derinliği (mm)	CV (%)
C0	V1	50.47	6.40
	V2	43.64	8.25
	V3	41.46	7.48
C1	V1	42.39	7.22
	V2	38.17	7.71
	V3	38.11	7.32
C2	V1	43.24	5.98
	V2	40.79	7.77
	V3	36.51	8.04

C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıkışma uygulamasının ekim derinliğine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunurken, ekim makinası ilerleme hızının ekim derinliğine olan etkisi ise yine çok önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Varyans analizi ile elde edilen sonuçlara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve elde edilen değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

**Çizelge 4.16.** Ekim derinliği ve varyasyon katsayılarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Ekim Derinliği Değerleri				
	SD	Ekim Derinliği			% CV
		KO	P	KO	P
Blok	2	25.30	0.333	0.804	0.918
Sıkışma	2	85.85	0.002**	0.018	0.974
Hız	2	104.17	0.001**	1.574	0.023*
SıkışmaxHız	4	7.453	0.543	0.510	0.990
Hata	18	9.352		231.86	
Toplam	27				

\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

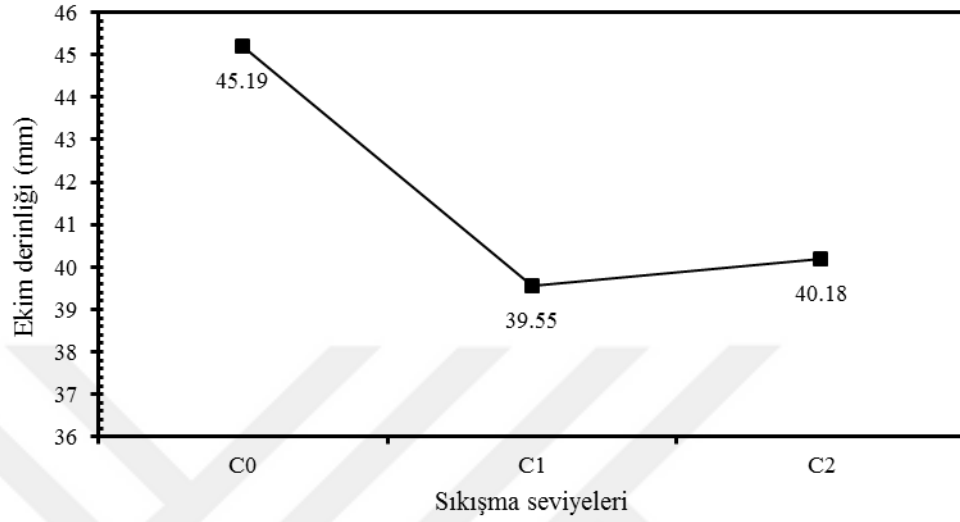


Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, C0 sıkıştırma düzeyi ve 1.5 m.s<sup>-1</sup> ilerleme hızı değerlerinde 50 mm olan hedef ekim derinliğine en yakın değerler elde edilmiştir. Sıkıştırma uygulamasının artması ile ekim derinliğinde azalmalar meydana gelmiş, C1 seviye sıkıştırma yapılan parsellerde ekim derinliği 39.55 mm bulunurken, C2 seviyesinde sıkıştırma yapılan parsellerde bu değer 40.18 mm olarak belirlenmiştir. Ekim makinası ilerleme hızındaki artışın ekim derinliğine olan etkisi ise olumsuz olmuştur. 1.5 m.s<sup>-1</sup> ilerleme hızında 45.46 mm olan ekim derinliği, 2 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde 40.86 mm ve 3 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde ise 38.69 mm olarak bulunmuştur. %CV değerleri incelendiğinde en küçük değer %6.53 ile 1.5 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde gerçekleşmiştir. 2 m.s<sup>-1</sup> ve 3 m.s<sup>-1</sup> hız kademelerinde %CV değerleri sırasıyla %7.91 ve %7.61 bulunmasına rağmen bu değerler arasında istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmamıştır. Sıkıştırma seviyelerinin ve ekim makinası ilerleme hızı kademelerinin ekim derinliğiyle olan ilişkisi Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

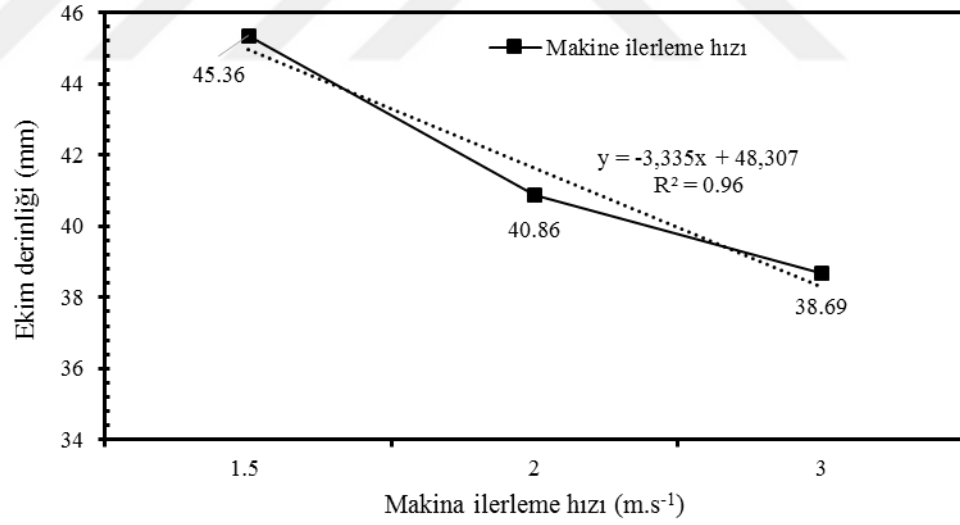
**Çizelge 4.17.** Ekim derinliği ve derinliğe ait % CV değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	I. Yıl Sonuçları		
		Ekim Derinliği (mm)	CV %
İlerleme Hızları	V1	45.36a*	6.53b
	V2	40.86b	7.91a
	V3	38.69c	7.61a
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	45.19a	7.37ns
	C1	39.55c	7.41ns
	C2	40.18b	7.26ns

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



Şekil 4.9. Ekim derinliğinin sıkışma seviyelerine göre değişimi



Şekil 4.10. Ekim derinliğinin makina ilerleme hızına göre değişimi

#### 4.1.7.c. Sıra arası ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü varyasyon katsayılarına ilişkin sonuçlar

Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımına ilişkin varyasyonu belirlemek için, bitki çıkışlarının tamamlanmasının ardından bitkiler arasındaki mesafeler ölçülmüş ve bu mesafelere ait varyasyon katsayıları (%CV) hesaplanmıştır (Çizelge 4.18). Hesaplanan varyasyon katsayıları üzerinden varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.19’da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıkıştırma uygulamalarının sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğü değerleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Ekim hızlarının, sıra arası mesafelerine ait %CV değerleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı fakat sıra üzeri %CV değerlerine olan etkisinin çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu görülmektedir. Varyans analizinden elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.20’de verilmiştir.

**Çizelge 4.18.** Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğü % CV değerleri

Sıkışma Düzeyleri	İlerleme Hızları	Tohum Dağılım Düzgünlüğü	
		Sıra Üzeri (%CV)	Sıra Arası (%CV)
C0	V1	9.16	9.77
	V2	20.06	8.68
	V3	11.16	7.39
C1	V1	0.46	6.08
	V2	20.45	9.01
	V3	16.86	7.83
C2	V1	2.02	18.13
	V2	29.64	6.04
	V3	37.23	5.62

C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

**Çizelge 4.19.** Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tohum Dağılım Düzensizliği				
	Sıra Üzeri (% CV)			Sıra Arası (% CV)	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	110.847	0.43	8.699	0.669
<b>Sıkışma</b>	2	21.632	0.986	6.297	0.724
<b>Hız</b>	2	9395.18	0.009**	25.445	0.289
<b>SıkışmaxHız</b>	4	679.371	0.077	30.012	0.226
<b>Hata</b>	18	1552.60		345.022	
<b>Toplam</b>	27	49497.98		528.559	

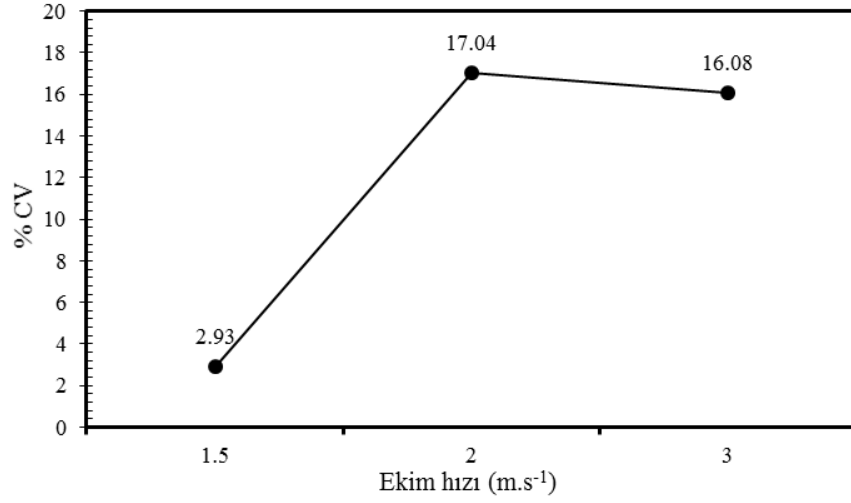
\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ekim hızları arasında en düşük varyasyon katsayısı  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$  (V1) ilerleme hızında gerçekleşmiştir. V1 hız kademesinde ekimi yapılan parsellerden alınan sıra üzeri bitki aralığı değerlerinin çok tutarlı olduğu söylenebilir. Sıkıştırma seviyelerindeki değişimin sıra üzeri ve sıra arası değerler için istatistiksel olarak herhangi bir fark oluşturmadığı görülmektedir. Sıra üzeri %CV değerlerinin ekim makinası ilerleme hızı ile olan ilişkisi Şekil 4.11’de verilmiştir.

**Çizelge 4.20.** Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımı % CV verilerine ilişkin ortalamalar ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tohum Dağılım Düzensizliği		
		Sıra Üzeri (%CV)	Sıra Arası (%CV)
<b>İlerleme Hızları</b>	<b>V1</b>	2.93b*	8.11ns
	<b>V2</b>	17.04a	6.03ns
	<b>V3</b>	16.08a	4.78ns
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	<b>C0</b>	10.03ns	6.16ns
	<b>C1</b>	8.73ns	5.55ns
	<b>C2</b>	17.27ns	7.21ns

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 ( $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ), V2 ( $2 \text{ m.s}^{-1}$ ), V3 ( $3 \text{ m.s}^{-1}$ )



**Şekil 4.11.** Sıra üzeri %CV değerlerinin makina ilerlem hızlarına göre değişimi

#### 4.1.7.d. Tohum dağılım alanına ilişkin sonuçlar

Tohumların çizi içerisindeki dağılım alanlarını belirlemek amacıyla bitki çıkışları tamamlandıktan sonra yapılan ölçümlerden elde edilen değerler Çizelge 4.21’de verilmiştir. Bu değerlere uygulanan varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.22’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.21.** Tohum dağılım alanları

Sıkışma Düzeyleri	İlerleme Hızları	Tohum Dağılım Alanı (mm <sup>2</sup> )
C0	V1	161.71
	V2	242.83
	V3	581.83
C1	V1	153.98
	V2	290.85
	V3	473.99
C2	V1	261.83
	V2	319.34
	V3	627.08

C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin tohum dağılım alanına bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Ekim makinası ilerleme hızının ise

tohum dağılım alanına etkisinin çok önemli olduğu ( $p<0.01$ ) görülmektedir. Varyans analizi sonucunda elde edilen ortalamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.23’de verilmiştir.

**Çizelge 4.22.** Tohum dağılım alanına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tohum Dağılım Alanı		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	2	34979.535	0.480
<b>Sıkışma</b>	2	22925.049	0.416
<b>Hız</b>	2	351374.326	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	6377.685	0.884
<b>Hata</b>	18	22437.093	
<b>Toplam</b>	27	4450058.162	

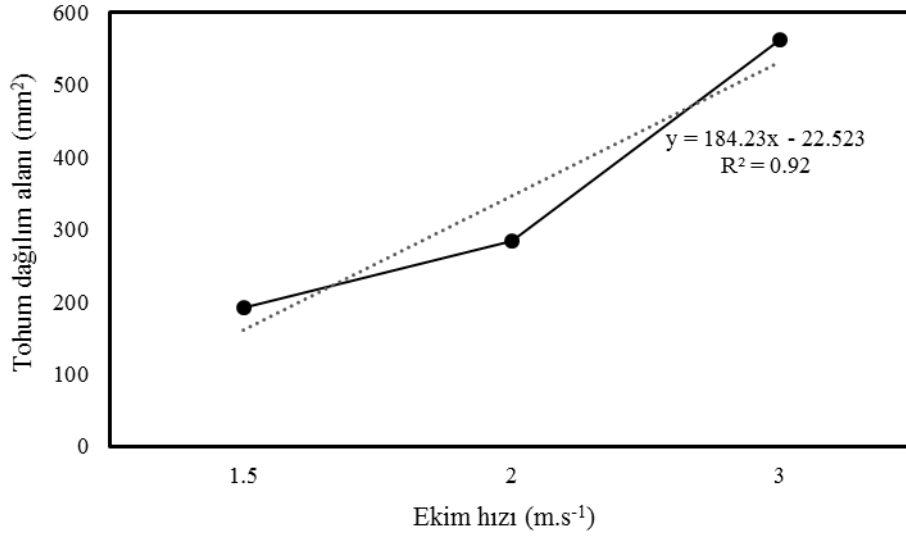
\*\* :  $p<0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Ekim hızlarına göre tohum dağılım alanları ortalamaları incelendiğinde, en büyük ortalama tohum dağılım alanı  $560.965 \text{ mm}^2$  ile  $3 \text{ m.s}^{-1}$  ilerleme hızı kademesinde, en düşük ortalama tohum dağılım alanı ise  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$  hız kademesinde  $192.505 \text{ mm}^2$  ile belirlenmiştir (Şekil 4.12).

**Çizelge 4.23.** Tohum dağılım alanına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tohum Dağılım Alanı ( $\text{mm}^2$ )	
<b>İlerleme Hızları</b>	V1	192.505b
	V2	284.341b
	V3	560.965a
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	C0	328.788ns
	C1	306.276ns
	C2	402.747ns

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 ( $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ), V2 ( $2 \text{ m.s}^{-1}$ ), V3 ( $3 \text{ m.s}^{-1}$ )



**Şekil 4.12.** Tohum dağılım alanı (mm<sup>2</sup>)

#### 4.1.8. Verim değerlerine ilişkin sonuçlar

Araştırmada farklı makine ilerleme hızları ve sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin mısır bitkisinde verim değerlerine olan etkilerini incelemek amacıyla yeşil ot verimi, bitki boyu, koçan çapı, bin dane ağırlığı ve koçandaki dane sayısı gibi parametreler incelenmiştir.

##### 4.1.8.a. Yeşil ot verimi

Farklı ekim hızları ve sıkıştırma düzeylerinin mısır bitkisinde yeşil ot verimi üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla hasat sonrasında elde edilen yeşil ot miktarı verileri varyans analizine tabi tutulmuş ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıkıştırma uygulamalarının yeşil ot verimi değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunurken, farklı ilerleme hızlarının yeşil ot verimi üzerine olan etkisi önemsiz bulunmuştur. Varyans analizi sonucunda elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.25'te verilmiştir.

**Çizelge 4.24.** Yeşil ot verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Yeşil Ot Verimi		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	2	114800.148	0.921
<b>Sıkışma</b>	2	1.103E7	0.000**
<b>Hız</b>	2	227037.037	0.572
<b>SıkışmaxHız</b>	4	1038148.148	0.068
<b>Hata</b>	18	393333.333	
<b>Toplam</b>	27	3.375E7	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

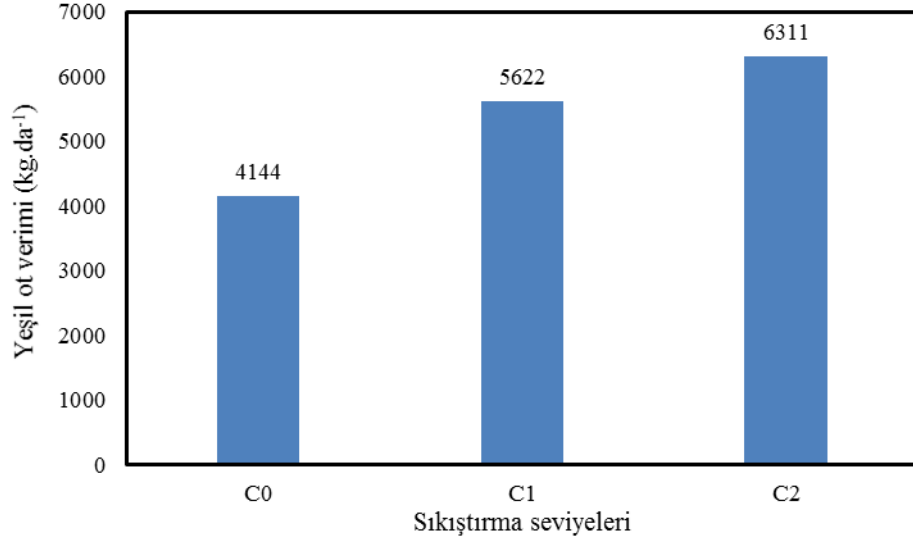
Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, makina ilerleme hızları arasındaki farkın yeşil ot verimi üzerine bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Sıra üzeri sıkıştırma işleminin artmasıyla bir dekardan alınan yeşil ot miktarının arttığı ortaya çıkmıştır. En yüksek yeşil ot verimi C2 seviyesinde sıkıştırma yapılan parsellerde 6311.1 kg.da<sup>-1</sup> değeri ile elde edilmiştir. Sıra üzeri sıkıştırmanın C1 ve C0 düzeylerinde sırasıyla 5622.2 kg.da<sup>-1</sup> ve 4144.4 kg.da<sup>-1</sup> ile azalan verimler elde edilmiştir. Sıkıştırma seviyeleri ile yeşil ot verimi değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.13'te verilmiştir.

**Çizelge 4.25.** Yeşil ot verimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler	Yeşil Ot Verimi (kg.da <sup>-1</sup> )	
<b>İlerleme Hızları</b>	<b>V1</b>	5533.33a
	<b>V2</b>	5322.22a
	<b>V3</b>	5222.22a
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	<b>C0</b>	4144.4c
	<b>C1</b>	5622.2b
	<b>C2</b>	6311.1a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)





Şekil 4.13. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin yeşil ot verimine etkisi

#### 4.1.8.b. Bitki boyu

Farklı ekim makinası ilerleme hızları ve sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin mısır bitkisinde bitki boyuna olan etkisini incelemek amacıyla deneme alanından elde edilen değerler varyans analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızlarının bitki boyları üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı fakat sıkıştırma seviyelerinin bitki boyu üzerine olan etkisinin çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu görülmektedir. Uygulanan sıkıştırma seviyeleri arasındaki farkı gözlemlemek amacıyla varyans analizinden elde edilen sonuçlara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve bu teste ilişkin sonuçlar Çizelge 4.27'de verilmiştir.

**Çizelge 4.26.** Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Bitki Boyu		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	2	2709.477	0.852
<b>Sıkışma</b>	2	2709.477	0.000**
<b>Hız</b>	2	276.721	0.227
<b>SıkışmaxHız</b>	4	142.706	0.523
<b>Hata</b>	18	171.844	
<b>Toplam</b>	27	9636.421	

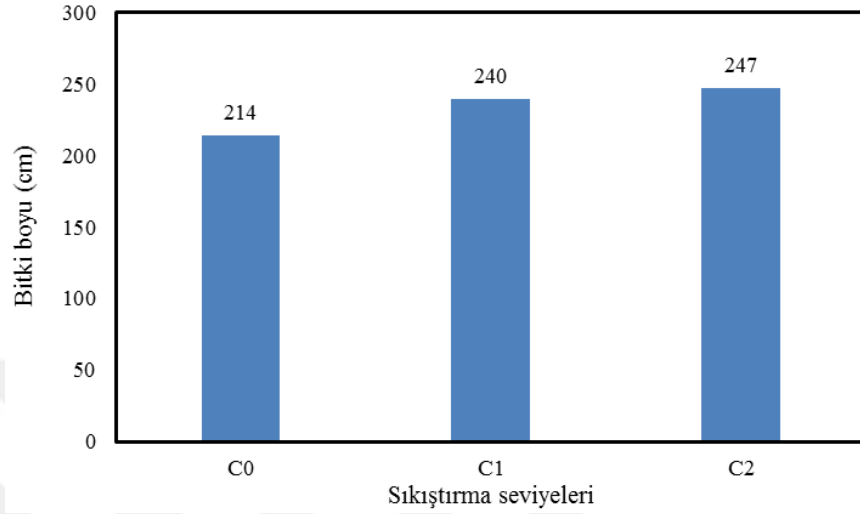
\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri değiştikçe bitki boyuna olan etkileri de artmıştır. C1 (239.5 cm) ve C2 (247.0 cm) sıkıştırma seviyeleri arasında bitki boyu yönünden istatistiksel olarak bir fark gözlenmezken, C0 sıkıştırma seviyesinde bitki boyu değeri (213.9 cm) diğer iki sıkıştırma seviyesine göre azalmıştır. Benzer durum ekim makinası ilerleme hızları ile bitki boyları arasında gözlenmemiştir. Sıkıştırma seviyeleri ile bitki boyu değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.14'te verilmiştir.

**Çizelge 4.27.** Bitki boyu değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler	Bitki Boyu (cm)	
<b>İlerleme Hızları</b>	<b>V1</b>	227.33a*
	<b>V2</b>	235.17a
	<b>V3</b>	238.04a
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	<b>C0</b>	213.9b
	<b>C1</b>	239.5a
	<b>C2</b>	247.0a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.14.** Sıkıştırma seviyelerinin bitki boyu değerlerine etkisi

#### 4.1.8.c. Koçan çapı

Denemede uygulanan faktörlerin koçan çapına olan etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızının koçan çapına olan etkisinin önemsiz olduğu gözlemlenirken, sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin koçan çapı üzerine olan etkisi önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Varyans analizinden elde edilen sonuçlara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve bu teste ilişkin sonuçlar Çizelge 4.29’da verilmiştir.

**Çizelge 4.28.** Koçan çapı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Koçan Çapı		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	2	26.940	0.135
<b>Sıkışma</b>	2	26.940	0.018*
<b>Hız</b>	2	1.468	0.762
<b>SıkışmaxHız</b>	4	17.209	0.076
<b>Hata</b>	18	5.324	
<b>Toplam</b>	27	221.481	

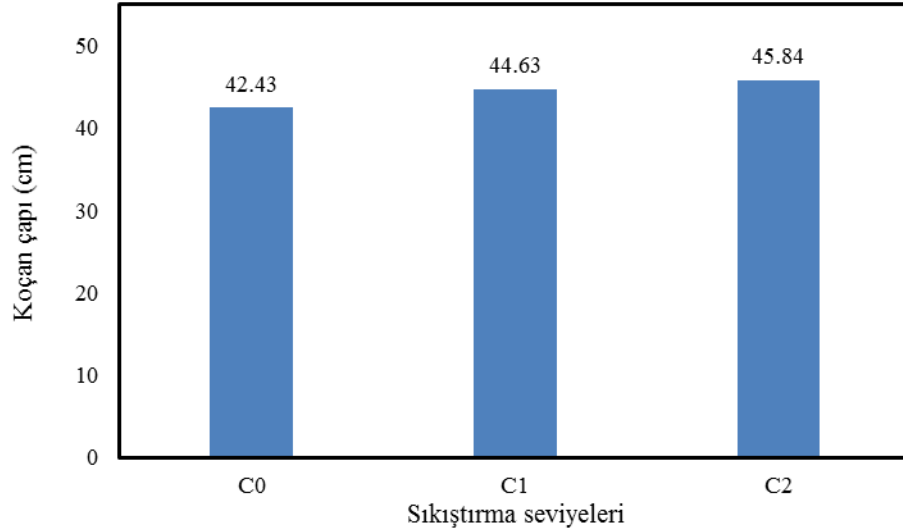
\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızları arasındaki değişimin koçan çapı değerleri üzerinde istatistiksel anlamda herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin artması ile birlikte koçan çapı değerlerinde artışlar meydana gelmiştir. Kontrol parsellerindeki (C0) koçan çapı değeri 42.43 cm iken, bir traktör geçişi (C1) yapılan parsellerde bu değer 44.63 cm, iki traktör geçişi (C2) yapılan parsellerde ise 45.84 cm olarak belirlenmiştir. Sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri ile koçan çapı değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.15'te verilmiştir.

**Çizelge 4.29.** Koçan çapı değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler		Koçan Çapı (cm)
İlerleme hızı	V1	44.15a
	V2	44.76a
	V3	44.00a
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	42.43b
	C1	44.63ab
	C2	45.84a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.15.** Sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri ile koçan çapı arasındaki ilişki

#### 4.1.8.d. Bin dane ağırlığı

Mısır bitkisinde verim değerlerini belirlerken bakılması gereken en önemli parametrelerden birisi de bin dane ağırlığıdır. Bu sebeple hasat sonrasında belirlenen mısır 1000 dane ağırlığı değerlerine varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.30). Varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı ekim makinası ilerleme hızının bin dane ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin bin dane ağırlığı üzerine olan etkisi ise önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Varyans analizinden elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

**Çizelge 4.30.** Bin dane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Bin Dane Ağırlığı		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	2	3985.993	0.554
<b>Sıkışma</b>	2	3985.993	0.029*
<b>Hız</b>	2	1981.245	0.145
<b>SıkışmaxHız</b>	4	2126.307	0.098
<b>Hata</b>	18	921.416	
<b>Toplam</b>	27	37025.198	

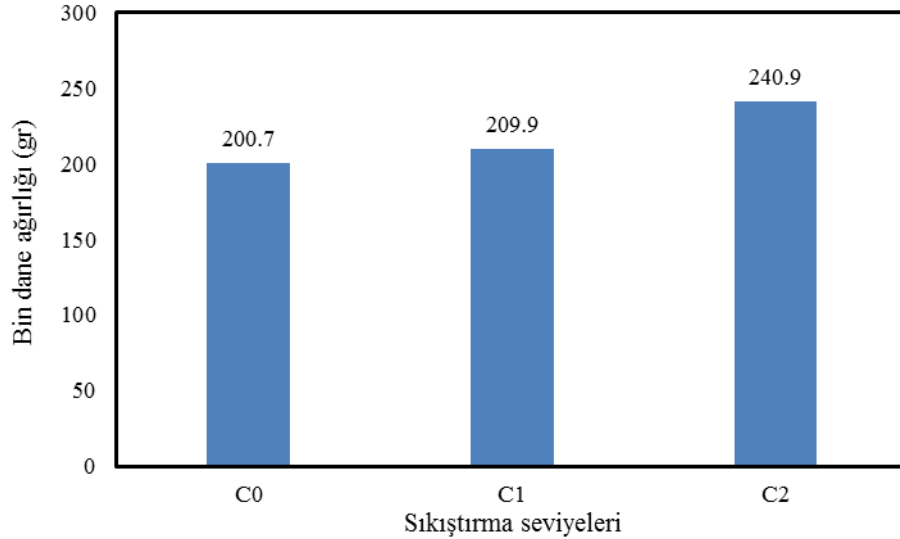
\*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \*:  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızlarındaki değişimin bin dane ağırlığı üzerine istatistiksel anlamda bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Kontrol parseli (C0) ile bir traktör geçişi yapılan (C1) parsellerdeki mısır bitkilerinin bin dane ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmezken, iki traktör geçişi (C2) yapılan parsellerde bin dane ağırlığı değerinde artış gözlenmiştir. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerine göre bin dane ağırlığı değerleri sırasıyla 200.7, 209.9 ve 240.9 g olarak bulunmuştur. Sıkıştırma seviyeleri ile bin dane ağırlığı değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.16’da verilmiştir.

**Çizelge 4.31.** Bin dane ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler		Bin Dane Ağırlığı (g)
İlerleme hızı	V1	200.08a
	V2	225.13a
	V3	226.38a
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	200.7b
	C1	209.9b
	C2	240.9a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.16.** Sıkıştırma seviyeleri ile bin dane ağırlığı arasındaki ilişki

#### 4.1.8.e. Koçanda dane sayısı

Koçanda dane sayısı değerlerine varyans analizi uygulanmış ve bu analize ait sonuçlar Çizelge 4.32’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızının koçanda dane sayısına etkisi önemli bulunmazken, sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin ve bu iki faktöre ait intekrasyonun koçanda dane sayısına ait ilişkisi ise çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Uygulanan faktör ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.33’te verilmiştir.

**Çizelge 4.32.** Koçanda dane sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Koçanda Dane Sayısı		
	SD	KO	P
Blok	2	52601.370	0.743
Sıkışma	2	52601.370	0.000**
Hız	2	3799.704	0.437
SıkışmaxHız	4	20683.481	0.009**
Hata	18	4379.185	
Toplam	27	274361.407	

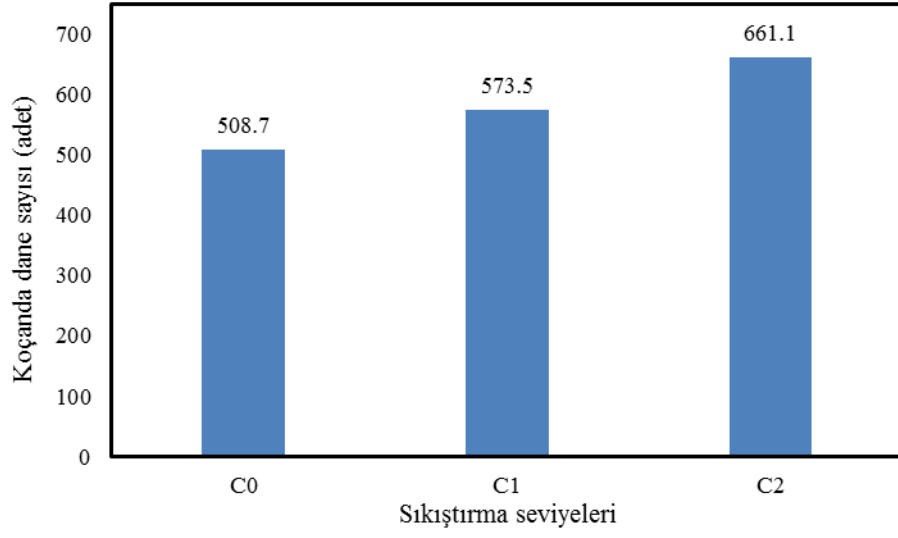
\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, C0 ve C1 sıkıştırma seviyeleri arasındaki farkın koçanda dane sayısına istatistiksel anlamda yansımalarının önemli olmadığı gözlenirken, C2 seviyesindeki sıkıştırmanın C0 ve C1'den farklı olduğu bulunmuştur. Sıkıştırma seviyeleri ile koçanda dane sayısı arasındaki ilişki Şekil 4.17'de verilmiştir.

**Çizelge 4.33.** Koçanda tane sayısına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (adet)

Faktörler	Koçanda Dane Sayısı Ortalamaları (adet)	
İlerleme hızı	V1	561.88a
	V2	602.77a
	V3	578.77a
Sıkışma Düzeyleri	C0	508.7b
	C1	573.5b
	C2	661.1a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 ( $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ), V2 ( $2 \text{ m.s}^{-1}$ ), V3 ( $3 \text{ m.s}^{-1}$ )



**Şekil 4.17.** Sıkıştırma seviyeleri ile koçanda tane sayısı arasındaki ilişki



## 4.2. Denemenin II. Yıl Sonuçları

### 4.2.1. Toprak hacim ağırlığına ilişkin sonuçlar

Ekim ve sıra üzeri sıkıştırma işlemlerinden sonra sıra üzerinden alınan hacim ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.34'te verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde sıkıştırmanın toprak hacim ağırlığı üzerindeki etkisi tüm derinlik değerlerinde çok önemli ( $P<0.01$ ) bulunurken, makine ilerleme hızı değerlerinin etkisi 5-10 cm toprak derinliği için önemli ( $P<0.01$ ), 0-5, 10-15 ve 15-20 cm derinlikler için önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.34.** Toprak hacim ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	0-5			5-10	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.003	0.365	0.020	0.000**
<b>Sıkışma</b>	2	0.295	0.000**	0.156	0.000**
<b>Hız</b>	2	0.001	0.639	0.016	0.001**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.075	0.000**	0.016	0.004**
<b>Hata</b>	18	0.024		0.011	
<b>Toplam</b>	27	34.808		40.430	
	10-15			15-20	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.007	0.514	0.009	0.681
<b>Sıkışma</b>	2	0.096	0.000**	0.219	0.000**
<b>Hız</b>	2	0.004	0.305	0.002	0.408
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.005	0.595	0.035	0.000**
<b>Hata</b>	18	0.029		0.018	
<b>Toplam</b>	27	36.141		38.010	

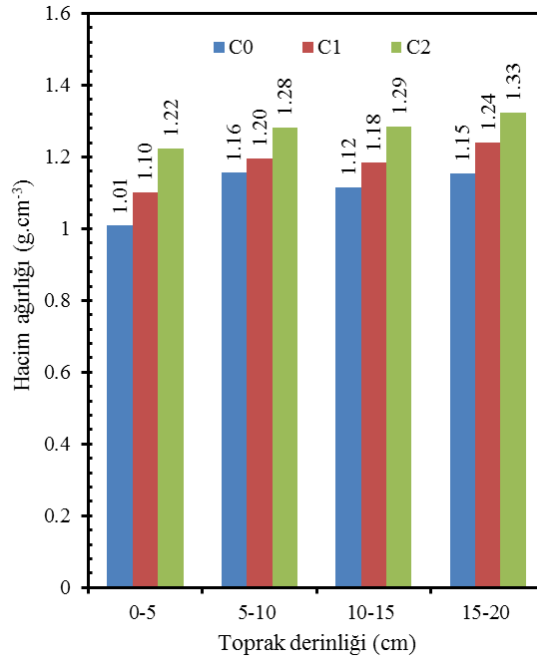
\*\* :  $p<0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.35), sıkıştırma seviyesiyle paralel artan hacim ağırlığı değerleri 1.009-1.325 g.cm<sup>-3</sup> değerleri arasında değişim göstermiştir. Sıkıştırma yapılmayan (C0) parsellerde 0-5 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı 1.009 g.cm<sup>-3</sup> ile en küçük değeri alırken, C2 seviyesinde sıkıştırma yapılan parsellerde ve 15-20 cm toprak derinliğinde 1.325 g.cm<sup>-3</sup> ile en büyük değeri almıştır. Hacim ağırlığının sıkıştırma düzeyleri ile değişimi Şekil 4.18’de verilmiştir.

**Çizelge 4.35.** Hacim ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (g.cm<sup>-3</sup>)

Faktörler		Ölçüm derinliği (cm)			
		0-5	5-10	10-15	15-20
İlerleme hızları	V1	1.140ns	1.256ab	1.271ns	1.203ns
	V2	1.130ns	1.200b	1.182ns	1.189ns
	V3	1.115ns	1.181a	1.146ns	1.178ns
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	1.009c*	1.156c	1.115b	1.154c
	C1	1.102b	1.196b	1.184b	1.240b
	C2	1.224a	1.282a	1.286a	1.325a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.18.** Sıkıştırma düzeylerinin hacim ağırlığındaki değişime etkisi

#### 4.2.2. Poroziteye ilişkin sonuçlar

Araştırmada, porozite değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma uygulamasının poroziteye olan etkisinin ölçüm alınan derinliklerin hepsinde çok önemli olduğu görülmektedir. Farklı hız kademelerinin porozite üzerine etkisinin 0-5 cm toprak derinliğinde önemli ( $p<0.05$ ), 5-10 cm'de çok önemli ( $p<0.01$ ), 10-15 ve 15-20 cm toprak derinliklerinde ise önemsiz olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.36.** Poroziteye ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	0-5			0-5	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.529	0.762	1.250	0.299
<b>Sıkışma</b>	2	211.489	0.000**	124.110	0.000**
<b>Hız</b>	2	8.134	0.033*	17.173	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	149.270	0.000**	12.806	0.002**
<b>Hata</b>	18	15.280		7.681	
<b>Toplam</b>	27	88739.214		81945.630	

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	10-15			10-15	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	4.031	0.296	5.837	0.444
<b>Sıkışma</b>	2	269.828	0.000**	168.961	0.000**
<b>Hız</b>	2	8.451	0.093	9.924	0.263
<b>SıkışmaxHız</b>	4	40.271	0.003**	82.719	0.004**
<b>Hata</b>	18	24.500		54.626	
<b>Toplam</b>	27	89512.361		87415.779	

\*\* :  $p<0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

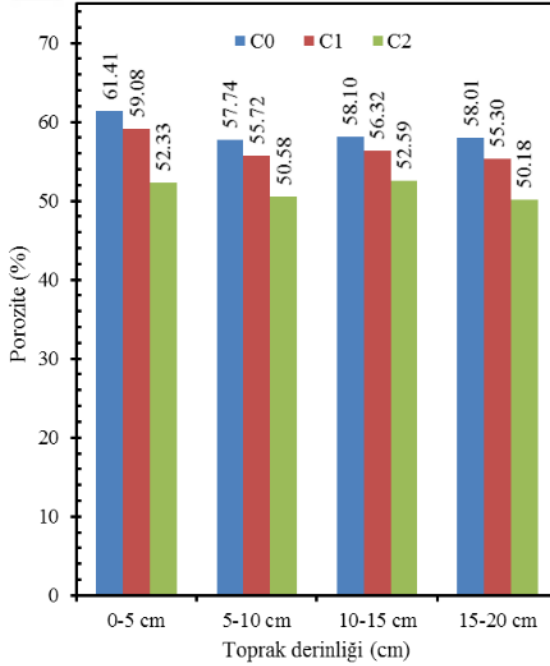
Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.37), porozite (boşluk) oranlarının %50.18-61.41 arasında değiştiği görülmektedir. En büyük porozite değerine C0 sıkıştırma düzeyi ve 0-5 cm toprak derinliğindeki parseller %61.41 ile sahip olurken, en

düşük porozite değeri ise %50.18 ile C2 sıkıştırma düzeyi ve 15-20 cm toprak derinliğine sahip olan parsellerde bulunmuştur (Şekil 4.19).

**Çizelge 4.37.** Poroziteye ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (%)

Faktörler	Ölçüm derinlikleri (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	
İlerleme Hızları	V1	57.09ab*	55.21a	57.30ab	57.62ns
	V2	57.83a	55.78a	56.90b	56.57ns
	V3	56.52b	53.90b	58.33a	56.18ns
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	61.41a	57.74a	58.10a	58.01a
	C1	59.08b	55.72b	56.32a	55.30b
	C2	52.33c	50.58c	52.59b	50.18c

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.19.** Sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin porozitedeki değişime olan etkileri

#### 4.2.3. Penetrasyon direncine ilişkin sonuçlar

Toprak penetrasyon direncinin belirlenmesi için ekim ve sıkıştırma uygulamasından sonra sıra üzerinde 0-20 cm toprak derinliğinde her 5 cm'den okumalar yapılmış ve elde edilen değerler varyans analizine tabi tutulmuştur (Çizelge 4.38).

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma uygulamasının her toprak derinliğinde penetrasyon direnci üzerindeki etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Buna karşın, farklı hız kademelerinin penetrasyon direnci üzerinde bir etkisinin olmadığı yine Çizelge 4.38'de görülmektedir.

**Çizelge 4.38.** Penetrasyon direncine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Toprak Derinliği (cm)				
	0-5			0-5	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	340.582	0.098	217210.074	0.109
<b>Sıkışma</b>	2	1973578.963	0.001**	1174545.528	0.000**
<b>Hız</b>	2	128796.694	0.282	45663.028	0.403
<b>SıkışmaxHız</b>	4	54596.069	0.692	21419.778	0.777
<b>Hata</b>	18	97164.972		48504.296	
<b>Toplam</b>	27	3.056E7		3.892E7	
	Toprak Derinliği (cm)				
	10-15			10-15	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	322804.815	0.253	1273774.259	0.031*
<b>Sıkışma</b>	2	1986071.194	0.000**	2730357.861	0.002**
<b>Hız</b>	2	152332.861	0.340	272704.778	0.472
<b>SıkışmaxHız</b>	4	67689.528	0.737	124097.986	0.841
<b>Hata</b>	18	135811.556		353145.926	
<b>Toplam</b>	27	5.938E7		9.848E7	

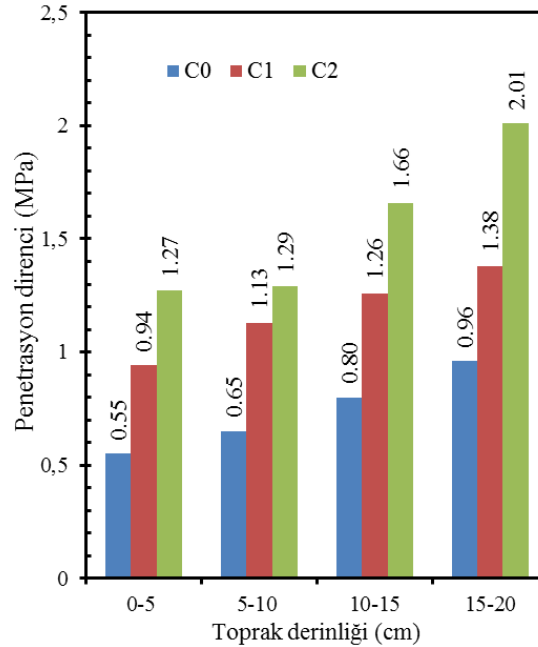
\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Penetrasyon direncine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.39), penetrasyon direnci değerlerinin 0.55-2.01 MPa arasında değiştiği gözlenmektedir. 0.55 MPa değeri 0-5 cm toprak derinliğinde sıkıştırma uygulamasının yapılmadığı parsellerde elde edilirken, C2 seviyesinde sıkıştırma uygulamasının yapıldığı parsellerde bu değer 2.01 MPa'ya ulaşmıştır. Penetrasyon direncinin toprak derinliklerine bağlı olarak gösterdiği değişim Şekil 4.20'de verilmiştir.

**Çizelge 4.39.** Penetrasyon direncine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (MPa)

Faktörler		Ölçüm derinlikleri (cm)			
		0-5	5-10	10-15	15-20
İlerleme Hızları	V1	0.89a*	1.52ns	1.35a	1.54ns
	V2	0.75c	1.50ns	1.25ab	1.46ns
	V3	0.88b	0.98ns	1.11b	1.35ns
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	0.55b	0.65b	0.80c	0.96c
	C1	0.94a	1.13a	1.26b	1.38b
	C2	1.27a	1.29a	1.66a	2.01a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.20.** Penetrasyon direnci değerlerinin sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi

#### 4.2.4. Çıkış periyodu süresince toprak nem içeriği değişimine ilişkin sonuçlar

Farklı sıra üzeri sıkıştırma düzeyleri ve makine ilerleme hızlarının tohum yatağındaki nem düzeyine olan etkisini belirlemek amacıyla alınan örneklere ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.40’da gösterilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre sıkıştırma uygulamasının toprak nemi üzerinde çok önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. Ölçüm alınan bütün tarihlerde nem içeriklerine ait sonuçlar istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Ekim makinası ilerleme hızının toprak nem içeriğine herhangi bir etkisinin olmadığı, sıkıştırma ve hız kademelerinin birlikte etkisinin ise tek bir ölçüm tarihi dışında (14 Mayıs) etkisinin olmadığı gözlenmektedir.

**Çizelge 4.40.** Toprak nem değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri						
	30 Nisan			2 Mayıs			
	SD	KO	P	KO	P		
<b>Blok</b>	2	7.183	0.888	12.739	0.855		
<b>Sıkışma</b>	2	1222.371	0.000**	1748.005	0.000**		
<b>Hız</b>	2	3.279	0.773	35.293	0.051		
<b>SıkışmaxHız</b>	4	17.380	0.259	24.257	0.085		
<b>Hata</b>	18	12.675		11.083			
<b>Toplam</b>	27	151933.940		147176.901			
4 Mayıs						6 Mayıs	
SD	KO	P	KO	P			
<b>Blok</b>	2	16.759	0.792	10.038	0.874		
<b>Sıkışma</b>	2	1434.134	0.000**	1540.570	0.000**		
<b>Hız</b>	2	27.718	0.161	33.127	0.100		
<b>SıkışmaxHız</b>	4	27.688	0.127	15.830	0.341		
<b>Hata</b>	18	14.556		13.641			
<b>Toplam</b>	27	136244.654		143314.265			

**Çizelge 4.40.** Toprak nem değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları (devam)

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	8 Mayıs			10 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	16.310	0.782	13.222	0.761
<b>Sıkışma</b>	2	1300.287	0.000**	1004.929	0.000**
<b>Hız</b>	2	43.473	0.064	2.062	0.799
<b>SıkışmaxHız</b>	4	11.498	0.549	14.162	0.204
<b>Hata</b>	18	14.881		9.132	
<b>Toplam</b>	27	139.646.017		138955.579	
Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	12 Mayıs			14 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	51.171	0.308	38.876	0.519
<b>Sıkışma</b>	2	721.755	0.000**	873.312	0.000**
<b>Hız</b>	2	22.348	0.273	32.403	0.217
<b>SıkışmaxHız</b>	4	7.491	0.773	82.132	0.007**
<b>Hata</b>	18	16.698		20.465	
<b>Toplam</b>	27	140949.307		130352.203	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

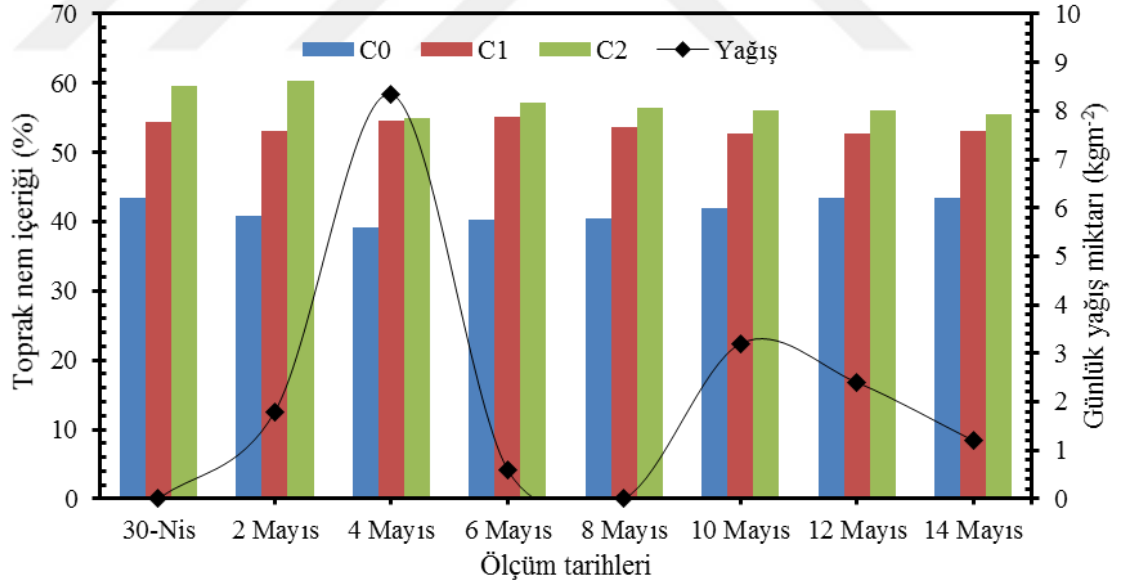
Ölçüm alınan toprak nem içeriği değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.41’de verilmiştir. Elde edilen en düşük nem içeriği değeri %39.24 ile sıkıştırma yapılmayan parsellerde elde edilirken, en yüksek değer %60.35 ile C2 seviyesinde sıkıştırmanın uygulandığı parsellerde elde edilmiştir. Toprak nem içeriğinin ölçüm zamanına ve sıkıştırma seviyelerine bağlı olarak gösterdiği değişim Şekil 4.21’de verilmiştir.



**Çizelge 4.41.** Toprak nem içeriği değişimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (% hacimsel)

Faktörler		Ölçüm tarihleri							
		30 Nisan	2 Mayıs	4 Mayıs	6 Mayıs	8 Mayıs	10 Mayıs	12 Mayıs	14 Mayıs
İlerleme Hızları	V1	52.00ns	50.23ab	49.31ns	50.17ns	50.17ns	50.82ab	50.13ns	50.30ns
	V2	52.73ns	51.16a	50.88ns	50.88ns	52.38ns	51.39a	50.65ns	51.93ns
	V3	52.76ns	52.98b	48.43ns	48.43ns	49.91ns	48.46b	50.02ns	49.79ns
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	43.49c*	40.86c	39.24b	40.20b	40.54c	41.86c	43.50c	43.50b
	C1	54.35b	53.16b	54.53a	55.16a	53.69b	52.80b	52.80b	53.03a
	C2	59.65a	60.35a	54.86a	57.11a	56.44a	56.14a	56.14a	55.49a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.21.** Toprak nem içeriğinin ölçüm zamanına ve sıra üzerine uygulanan sıkıştırma düzeyine bağlı olarak değişimi

#### 4.2.5. Tohum yatağı sıcaklığına ilişkin sonuçlar

Tohum yatağındaki sıcaklıklara dair ölçümler dijital toprak termometresi ile 0-10 cm toprak derinliğinden alındıktan sonra bu değerlere varyans analizi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.42’de gösterilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ilerleme hızının tohum yatağı sıcaklığı üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Öte yandan sıkışma uygulamalarının tohum yatağı sıcaklığı üzerine etkilerinin ise ölçüm alınan tarihlere göre değişen derecede önemli ( $p<0.05$ ) ya da çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu söylenebilir.

**Çizelge 4.42.** Sıcaklık değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	30 Nisan			2 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.095	0.412	0.174	0.160
<b>Sıkışma</b>	2	1.042	0.001**	0.439	0.015*
<b>Hız</b>	2	0.457	0.022	0.057	0.533
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.020	0.940	0.012	0.967
<b>Hata</b>	18	0.103		0.088	
<b>Toplam</b>	27	16226.790		14623.410	
	4 Mayıs			6 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.087	0.161	0.056	0.229
<b>Sıkışma</b>	2	0.014	0.040*	0.375	0.000**
<b>Hız</b>	2	0.151	0.048	0.081	0.125
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.009	0.934	0.016	0.771
<b>Hata</b>	18	0.044		0.036	
<b>Toplam</b>	27	16295.440		20097.530	

**Çizelge 4.42.** Sıcaklık değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları (devam)

Varyasyon Kaynakları	Ölçüm tarihleri				
	8 Mayıs			10 Mayıs	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.034	0.551	0.202	0.094
<b>Sıkışma</b>	2	0.372	0.004**	0.245	0.045*
<b>Hız</b>	2	0.222	0.029	0.957	0.000
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.009	0.952	0.013	0.953
<b>Hata</b>	18	0.055		0.078	
<b>Toplam</b>	27	25218.870		24799.770	
12 Mayıs					
14 Mayıs					
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.089	0.833	0.048	0.957
<b>Sıkışma</b>	2	0.176	0.000**	0.290	0.031*
<b>Hız</b>	2	2.041	0.026	0.109	0.905
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.094	0.940	0.072	0.991
<b>Hata</b>	18	0.486		1.090	
<b>Toplam</b>	27	26033.360		17111.620	

\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

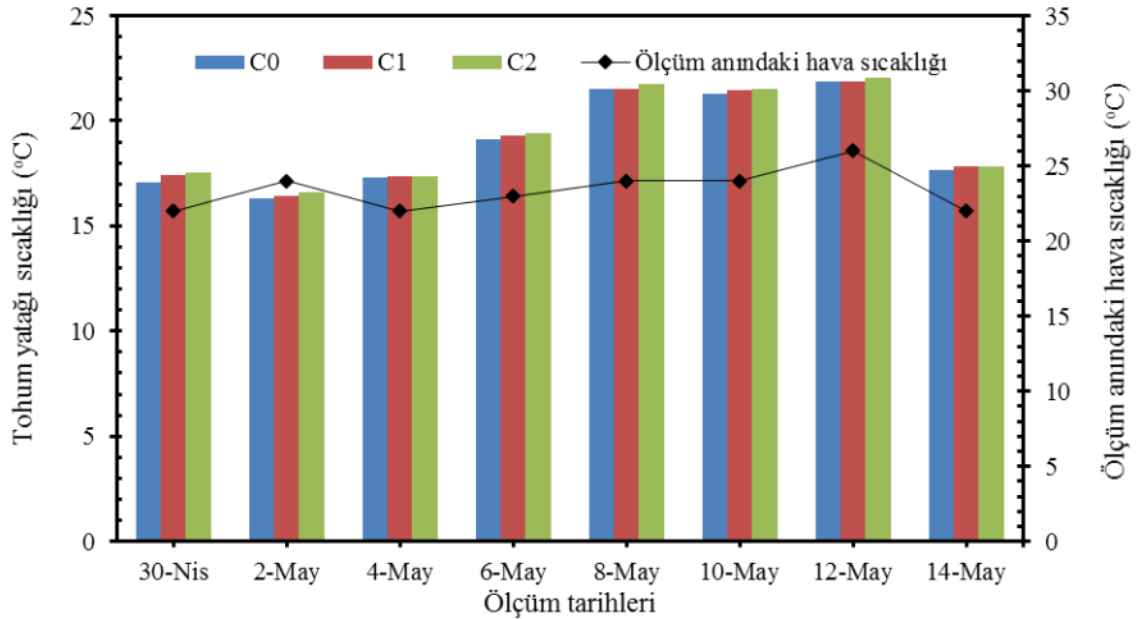
Varyans analizi sonucunda ortaya çıkan ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.43'te verilmiştir. Ölçüm alınan tarihler arasında en düşük tohum yatağı sıcaklık değeri 17.06 °C ile 30 Nisan tarihinde görülürken en yüksek sıcaklık değeri 22.06 °C ile 12 Mayıs tarihinde gözlemlenmiştir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, sıkışma seviyelerinin artmasıyla sıcaklık değerlerinde genel olarak artışlar gözlenmiştir.

Tohum yatağı sıcaklığının ölçüm zamanına ve sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi ve bu tarihlerdeki hava sıcaklıkları Şekil 4.22’de verilmiştir.

**Çizelge 4.43.** Sıcaklık değişimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (°C)

Faktörler	Ölçüm tarihleri								
	30 Nisan	2 Mayıs	4 Mayıs	6 Mayıs	8 Mayıs	10 Mayıs	12 Mayıs	14 Mayıs	
İlerleme Hızları	V1	17.50a*	16.48ns	17.46a	19.36ns	21.72a	21.66a	22.27a	17.80a
	V2	17.31ab	16.48ns	17.37ab	19.26ns	21.60ab	21.42b	21.97ab	17.65b
	V3	17.18b	16.38ns	17.27b	19.23ns	21.50b	21.20c	21.60b	17.62b
Sıkıştırma Düzeyleri	C0	17.06b	16.30b	17.33ns	19.13b	21.50b	21.29b	21.87ns	17.63b
	C1	17.41a	16.43ab	17.38ns	19.32a	21.55b	21.47ab	21.90ns	17.85a
	C2	17.52a	16.61a	17.38ns	19.41a	21.77a	21.51a	22.06ns	17.86a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.22.** Tohum yatağı sıcaklığının sıkıştırma düzeylerine bağlı olarak değişimi

#### 4.2.6. Tarla filizi çıkışlarına ilişkin sonuçları

Tarla filizi çıkışları ile ilgili deneme alanından toplanan verilerin değerlendirilmesi sonucu elde edilen tarla filiz çıkışı (TFC), ortalama çıkış süresi (OCS), çıkış oranı indeksi (ÇOI) ve metrekareye düşen bitki sayılarına (BABS) ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.44'te verilmiştir. Varyans analizinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, uygulanan sıkışma işleminin OCS ve ÇOI değerleri üzerinde çok önemli ( $p<0.01$ ), TFC ve BABS değerleri için önemli ( $p<0.05$ ) olduğu görülmektedir. Ekim makinası ilerleme hızının ise TFC ve BABS değerleri üzerine önemli olduğu, OCS ve ÇOI değerleri için ise istatistiksel anlamda bir önem arz etmediği görülmektedir.

**Çizelge 4.44.** Bitki çıkışlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tarla Filizi Çıkışları				
	TFC			OCS	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	11.871	0.273	0.285	0.675
<b>Sıkışma</b>	2	24.300	0.021*	7.435	0.000**
<b>Hız</b>	2	107.118	0.000**	0.007	0.943
<b>SıkışmaxHız</b>	4	7.075	0.274	0.298	0.082
<b>Hata</b>	18	5.060		0.121	
<b>Toplam</b>	27	382.210		18.254	
	ÇOI			BABS	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	0.000	0.684	1.370	0.078
<b>Sıkışma</b>	2	0.008	0.000**	0.160	0.010*
<b>Hız</b>	2	3.100	0.782	0.404	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	4	0.000	0.055	0.058	0.114
<b>Hata</b>	18	0.000		0.027	
<b>Toplam</b>	27	0.020		1.840	

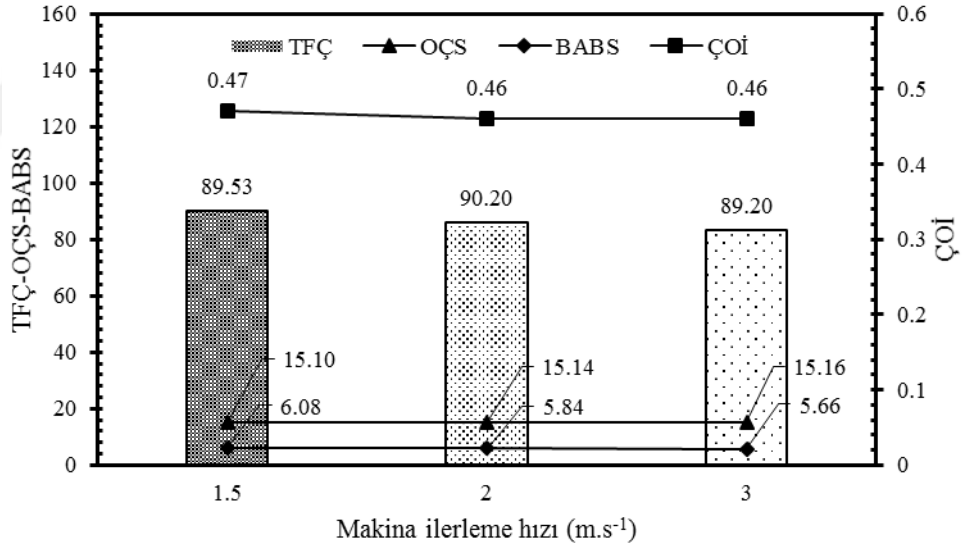
\*\* :  $p<0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* :  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Varyans analizi sonucunda elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanarak karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.45). Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek tarla filizi çıkış derecesi (TFÇ), iki traktör geçişi yapılan parsellerde gözlenmiştir. Kontrol parsellerinde TFÇ değeri %84.96 olurken, bir traktör geçişi yapılan parsellerde bu değer %88.23 olarak bulunmuştur. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin artmasıyla birlikte ortalama çıkış sürelerinde (OÇS) azalmalar görülmektedir. Maksimum sıkıştırmanın yapıldığı parsellerde ortalama çıkış süresi 15.20 günde gerçekleşirken, bir traktör geçişi yapılan parsellerde 15.25 gün ve kontrol bloklarında ise 16.01 günde tamamlanmıştır. Çıkış oranı indeksi değerlerinde ise sıkıştırma seviyelerinin artması ile bir artış gözlenmektedir. Sıkıştırma uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde bu değer 0.43 adet/m.gün ile gerçekleşirken, bir traktör geçişinin yapıldığı parsellerde 0.46 adet/m.gün ve iki traktör geçişinin yapıldığı parsellerde 0.50 adet/m.gün değerini almıştır. Birim alana düşen bitki sayıları ise kontrol parsellerinde 5.73 bitki.m<sup>-2</sup> değerini alırken, iki traktör geçişi parsellerde 6.00 bitki.m<sup>-2</sup> ile en büyük değeri almıştır. Çizelge 4.45'te ilerleme hızları arasındaki farkların tarla filiz çıkış değerlerine olan etkileri incelendiğinde, ilerleme hızının artmasıyla TFÇ değerlerinde azalma gözlenmiştir. 1.5 m.s<sup>-1</sup> ilerleme hızında TFÇ %90.18 ile en büyük değeri alırken, 2 m.s<sup>-1</sup> ilerleme hızında %85.94 ve son olarak 3 m.s<sup>-1</sup> ilerleme hızında %83.35 ile en küçük değeri almıştır. İlerleme hızları arasındaki değişim ortalama çıkış süresi ile çıkış oranı indeksi değerlerini istatistiksel olarak etkilememiştir. Birim alana düşen bitki sayıları ise 1.5 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde 6.08 bitki.m<sup>-2</sup> ile en büyük değeri alırken, 3 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde 5.66 bitki.m<sup>-2</sup> ile en küçük değerini almıştır. İlerleme hızı ve sıkıştırma seviyelerine göre TFÇ, OÇS, ÇOI ve BABS değerleri sırasıyla Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'te gösterilmiştir.

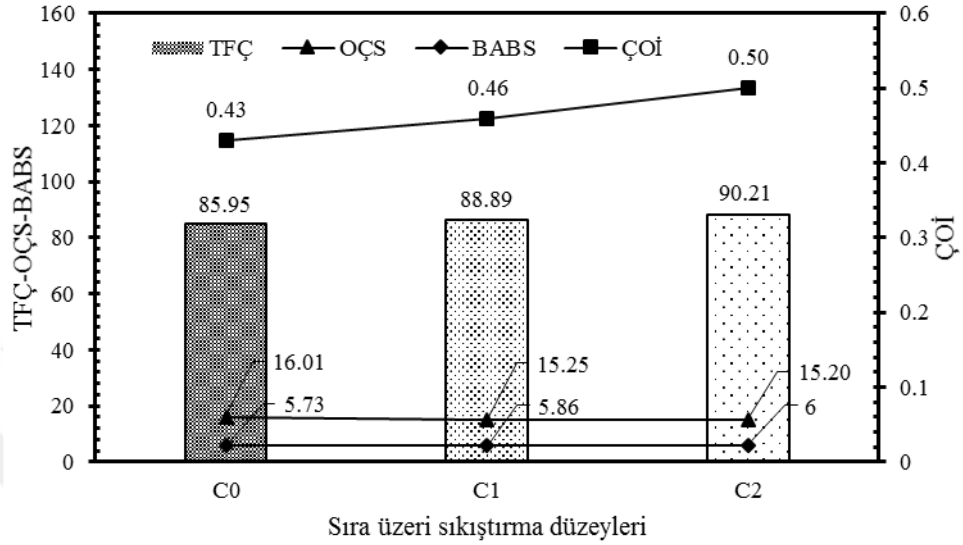
**Çizelge 4.45.** Tarla filizi çıkışlarına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler		TFC (%)	OCS (gün)	ÇOI (adet/m.gün)	BABS
İlerleme Hızları	V1	90.18a*	15.10ns	0.47ns	6.08a
	V2	85.94b	15.14ns	0.46ns	5.84b
	V3	83.35c	15.16ns	0.46ns	5.66c
Sıkışma Düzeyleri	C0	84.96b	16.01a	0.43c	5.73b
	C1	86.28ab	15.25b	0.46b	5.86ab
	C2	88.23a	15.20b	0.50a	6.00a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.23.** Makina ilerleme hızlarının bitki çıkış değerleri ile ilişkisi



Şekil 4.24. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin bitki çıkış değerleri ile ilişkisi

#### 4.2.7. Tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin sonuçlar

##### 4.2.7.a. Kabul edilebilir bitki aralık oranı, ikizlenme oranı ve boşluk oranına ilişkin sonuçlar

Farklı makine ilerleme hızı ve sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin tohum dağılım düzgünlüğü parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin kabul edilebilir bitki aralık oranı (KBAO) ve boşluk oranı (BO) üzerine etkisinin çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu gözlenirken, ikizlenme oranı (İO) üzerine etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, ekim makinası ilerleme hızında ve bu iki faktörün interaksiyonlarında da kabul edilebilir bitki aralık oranı (KBAO) ve boşluk oranı (BO) değeri üzerinde etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunurken, ikizlenme oranı (İO) üzerine bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar ardışık bitkiler arasındaki mesafelerin ekim makinası ilerleme hızından etkilendiğini göstermektedir.



**Çizelge 4.46.** KBAO, İO ve BO ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kabul Edilebilir Bitki Aralık Oranı (KBAO)		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	<b>2</b>	33.810	0.893
<b>Sıkışma</b>	<b>2</b>	909.610	0.000**
<b>Hız</b>	<b>2</b>	1146.388	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	<b>4</b>	552.363	0.000**
<b>Hata</b>	<b>18</b>	49.558	
<b>Toplam</b>	<b>27</b>	7213.499	

Varyasyon Kaynakları	İkizlenme Oranı (İO)		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	<b>2</b>	10.610	0.818
<b>Sıkışma</b>	<b>2</b>	67.890	0.220
<b>Hız</b>	<b>2</b>	139.879	0.056
<b>SıkışmaxHız</b>	<b>4</b>	30.010	0.584
<b>Hata</b>	<b>18</b>	41.229	
<b>Toplam</b>	<b>27</b>	1277.697	

Varyasyon Kaynakları	Boşluk Oranı (BO)		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	<b>2</b>	19.808	0.912
<b>Sıkışma</b>	<b>2</b>	607.507	0.000**
<b>Hız</b>	<b>2</b>	569.134	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	<b>4</b>	589.613	0.000**
<b>Hata</b>	<b>18</b>	26.698	
<b>Toplam</b>	<b>27</b>	5192.307	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

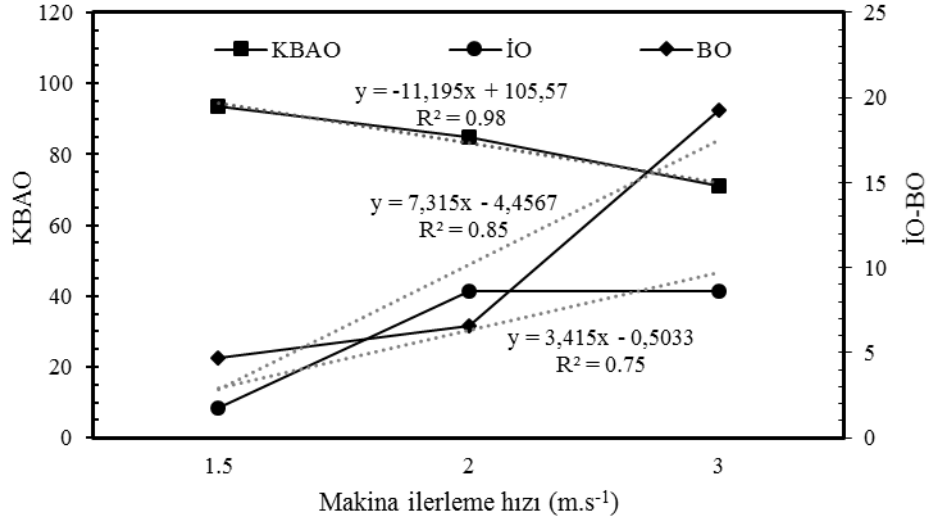
Varyans analizinde elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.47’de verilmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde, ilerleme hızının artması ile kabul edilebilir bitki aralığı oranı değerleri azalan yönde bir eğilim göstermektedir. V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>) ilerleme hızında hedef sıra üzeri mesafe %93.55 oranında sağlanırken, bu değer V2 (2 m.s<sup>-1</sup>) ilerleme hızında %84.82 ve V3 (3 m.s<sup>-1</sup>) hızında ise %71.16 oranında gerçekleşmiştir. Çizelge 4.47 incelendiğinde, V1 ilerleme hızı kademesinde ikizlenme oranı %1.78 olarak gözlemlenirken, hız V2 seviyesine çıkartıldığında bu oran %8.59 ve V3 seviyesine çıkartıldığında ise %8.61 olarak bulunmuştur. İlerleme hızının artmasıyla benzer bir artış boşluk oranları içinde gerçekleşmiştir. V1 hız seviyesinde %4.66 olarak bulunan boşluk oranı ilerleme hızının artmasıyla V2’de %6.57 ve V3 hızında %19.29 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.47.** KBAO, İO ve BO ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler		Kabul Edilebilir Bitki Aralık Oranı (KBAO) (%)	İkizlenme Oranı (İO) (%)	Boşluk Oranı (BO) (%)
İlerleme Hızları	V1	93.55a*	1.78b	4.66b
	V2	84.82b	8.59a	6.57b
	V3	71.16c	8.61a	19.29a
Sıkışma Düzeyleri	C0	82.19b	5.14ns	12.65a
	C1	93.68a	4.37ns	1.01b
	C2	73.65c	9.47ns	16.87a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1(tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Farklı ilerleme hızı seviyeleri ile kabul edilebilir bitki aralık oranı, ikizlenme oranı ve boşluk oranları arasındaki ilişki Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.25. KBAO, İO ve BO'nun makine ilerleme hızına göre değişimi

#### 4.2.7.b. Ekim derinliğine ilişkin sonuçlar

Araştırmada, farklı traktör ilerleme hızları ve sıkıştırma seviyelerinin ekim derinliği ve derinlikteki varyasyona olan etkilerini belirlemek amacıyla bitki çıkışları tamamlandıktan sonra ekim derinliği değerleri ölçülmüştür. Ölçülen değerlere ilişkin varyasyon katsayıları hesaplanmış ve bu değerler Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.49), sıra üzeri sıkıştırma uygulamasının ekim derinliğine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunurken, benzer şekilde ekim makinası ilerleme hızının ekim derinliğine olan etkisi de hem ekim derinliği hemde %CV değerleri için çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulmuştur. Varyans analizi ile elde edilen sonuçlara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve değerler Çizelge 4.50'de verilmiştir.

**Çizelge 4.48.** Ekim derinliği ve derinlik varyasyon katsayısına ilişkin sonuçlar

Sıkışma Düzeyleri	İlerleme Hızları	Ekim Derinliği Değerleri	
		Ekim Derinliği (mm)	CV (%)
C0	V1	43.63	11.23
	V2	40.33	13.84
	V3	34.30	16.12
C1	V1	48.73	12.25
	V2	44.97	14.64
	V3	41.17	16.11
C2	V1	45.90	10.49
	V2	44.63	11.47
	V3	42.57	15.86

C0 (kontrol), C1(tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, ilerleme hızları açısından hedef ekim derinliği olan 50 mm'ye en çok 46.08 mm değeri ile 1.5 m.s<sup>-1</sup> ekim hızında yaklaşılmıştır. 2 m.s<sup>-1</sup> ekim hızında 43.31 mm ve 3 m.s<sup>-1</sup> ekim hızında ise 39.34 mm olarak ortalama ekim derinlikleri elde edilmiştir. En küçük %CV değeri %11.32 ile 1.5 m.s<sup>-1</sup> ekim hızında gözlenirken, en büyük %CV değeri ise %16.02 ile 3 m.s<sup>-1</sup> ilerleme hızında ortaya çıkmıştır.

**Çizelge 4.49.** Ekim derinliği ve varyasyon katsayılarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Ekim Derinliği			% CV	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	<b>2</b>	14.286	0.572	13.562	0.637
<b>Sıkışma</b>	<b>2</b>	83.118	0.007**	72.535	0.077
<b>Hız</b>	<b>2</b>	103.407	0.003**	50.183	0.000**
<b>SıkışmaxHız</b>	<b>4</b>	7.614	0.661	1.826	0.552
<b>Hata</b>	<b>18</b>	12.485		2.336	
<b>Toplam</b>	<b>27</b>	628.234		163.596	

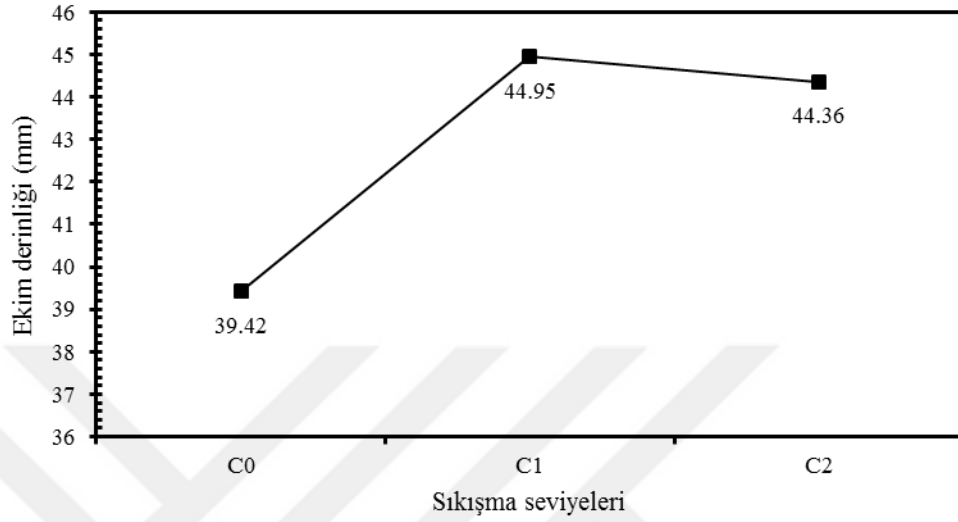
\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

**Çizelge 4.50.** Ekim derinliği ve %CV değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

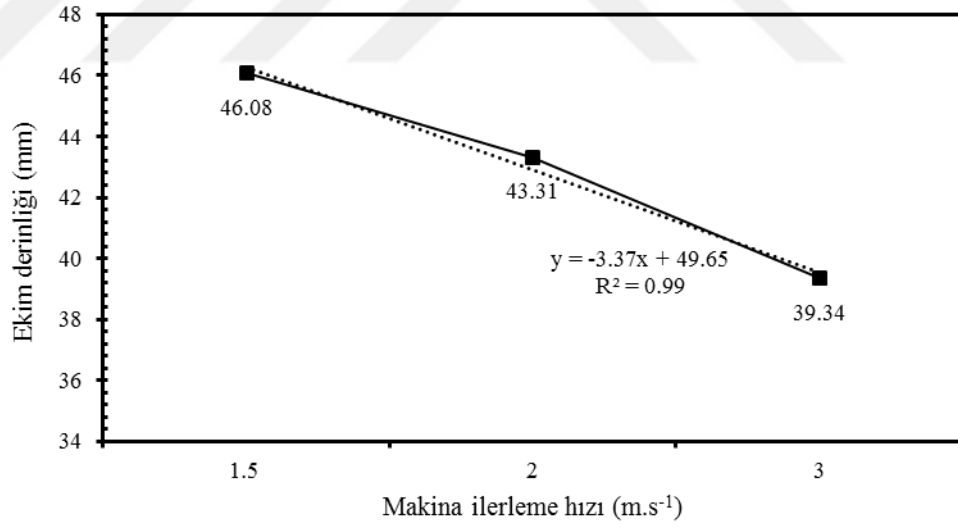
Faktörler	Ekim Derinliği (mm)		CV %
<b>İlerleme Hızları</b>	<b>V1</b>	46.08a*	11.32c
	<b>V2</b>	43.31a	13.31b
	<b>V3</b>	39.34b	16.02a
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	<b>C0</b>	39.42b	13.73ab
	<b>C1</b>	44.95a	14.33a
	<b>C2</b>	44.36a	12.60b

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Sıra üzeri sıkışma seviyelerinin ve ekim makinası ilerleme hızlarının ekim derinliğiyle olan ilişkisi Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.26. Ekim derinliğinin sıra üzeri sıkışma seviyelerine göre değişimi



Şekil 4.27. Ekim derinliğinin ekim makinası ilerleme hızına göre değişimi

#### 4.2.7.c. Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğü varyasyon katsayılarına ilişkin sonuçlar

Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımını belirlemek için, bitki çıkışlarının tamamlanmasının ardından bitkiler arasındaki mesafeler ölçülmüş ve bu mesafelere ait varyasyon katsayıları (%CV) değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.51). Hesaplanan varyasyon katsayıları üzerinden varyans analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.52’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma uygulamalarının sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğü üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Traktör ilerleme hızının ise sıra arası tohum dağılım mesafelerine herhangi bir etkisinin olmadığı fakat sıra üzeri dağılım değerleri için çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu bulunmuştur. Varyans analizinden elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.53’te verilmiştir.

**Çizelge 4.51.** Sıra üzeri ve sıra arası tohum mesafeleri % CV değerleri

Sıkışma Seviyeleri	İlerleme Hızları	Tohum Dağılım Düzgünlüğü	
		Sıra Üzeri (%CV)	Sıra Arası (%CV)
C0	V1	4.51	5.57
	V2	6.14	10.06
	V3	9.70	2.21
C1	V1	4.74	5.46
	V2	6.42	4.12
	V3	11.27	1.15
C2	V1	2.65	4.17
	V2	3.98	8.29
	V3	7.18	7.77

C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

**Çizelge 4.52.** Sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tohum Dağılım Düzensizliği				
	Sıra Üzeri (% CV)			Sıra Arası (% CV)	
	SD	KO	P	KO	P
<b>Blok</b>	2	55.544	0.318	20.681	0.404
<b>Sıkışma</b>	2	7.293	0.537	32.995	0.226
<b>Hız</b>	2	190.451	0.000**	24.406	0.326
<b>SıkışmaxHız</b>	4	8.824	0.553	21.595	0.406
<b>Hata</b>	18	203.893		20.429	
<b>Toplam</b>	27	1793.17		1362.606	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ekim makinası ilerleme hızları arasında sıra üzeri değerleri için en düşük varyasyon katsayısı 1.5 m.s<sup>-1</sup> (V1) hız kademesinde gerçekleşmiştir. V1 hız kademesinde ekimi yapılan parsellerden alınan sıra üzeri bitki aralığı değerlerinin çok tutarlı olduğu söylenebilir. Sıkıştırma seviyelerindeki değişimin sıra üzeri ve sıra arası değerler için istatistiksel olarak herhangi bir fark oluşturmadığı görülmektedir.

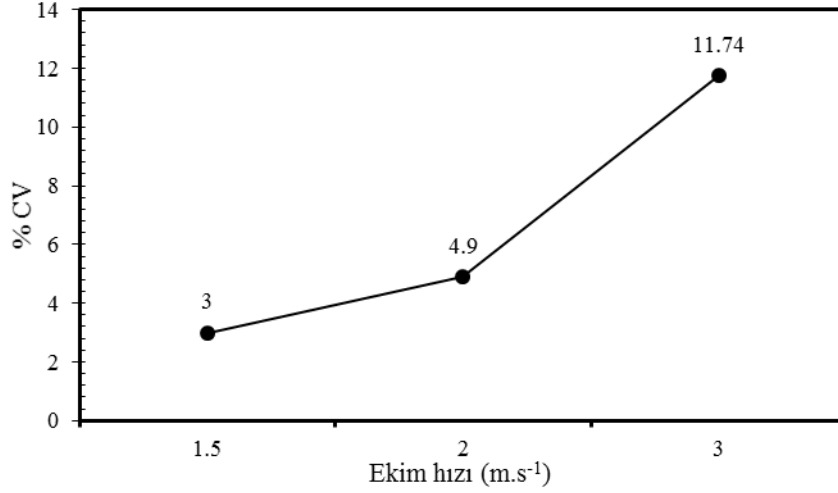
**Çizelge 4.53.** Sıra üzeri ve sıra arası tohum mesafeleri % CV verilerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler	Tohum Dağılım Düzensizliği		
	Sıra Üzeri	Sıra Arası	
<b>İlerleme Hızları</b>	V1	3.00b*	5.94ns
	V2	4.90b	3.57ns
	V3	11.74a	6.74ns
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	C0	7.51ns	5.06ns
	C1	6.39ns	7.48ns
	C2	5.73ns	3.70ns

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz



Sıra üzeri %CV değerlerinin ekim makinası ilerleme hızı ile olan ilişkisini anlatan grafik Şekil 4.28’de verilmiştir.



**Şekil 4.28.** Sıra üzeri %CV değerlerinin ekim makinası ilerleme hızlarına göre değişimi

#### **4.2.7.d. Tohum dağılım alanına ilişkin sonuçlar**

Tohumların çizi içerisindeki dağılım alanlarını belirlemek amacıyla bitki çıkışları tamamlandıktan sonra yapılan ölçümlerden elde edilen değerler Çizelge 4.54’te verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.55), sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin ve makine ilerleme hızı kademelerinin tohum dağılım alanı üzerinde etkisinin önemli ( $p < 0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunda elde edilen ortalamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.56’da verilmiştir.

**Çizelge 4.54.** Tohum dağılım alanları

Sıkışma Seviyeleri	İlerleme Hızları	Tohum Dağılım Alanı (mm <sup>2</sup> )
<b>C0</b>	<b>V1</b>	265.74
	<b>V2</b>	375.27
	<b>V3</b>	429.45
<b>C1</b>	<b>V1</b>	250.43
	<b>V2</b>	252.50
	<b>V3</b>	318.51
<b>C2</b>	<b>V1</b>	326.06
	<b>V2</b>	375.42
	<b>V3</b>	494.64

C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

**Çizelge 4.55.** Tohum dağılım alanına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Tohum Dağılım Alanları (mm <sup>2</sup> )		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	<b>2</b>	28486.879	0.298
<b>Sıkışma</b>	<b>2</b>	26257.862	0.221
<b>Hız</b>	<b>2</b>	77648.960	0.021*
<b>SıkışmaxHız</b>	<b>4</b>	24620.871	0.233
<b>Hata</b>	<b>18</b>	15990.180	
<b>Toplam</b>	<b>27</b>	3772771.572	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

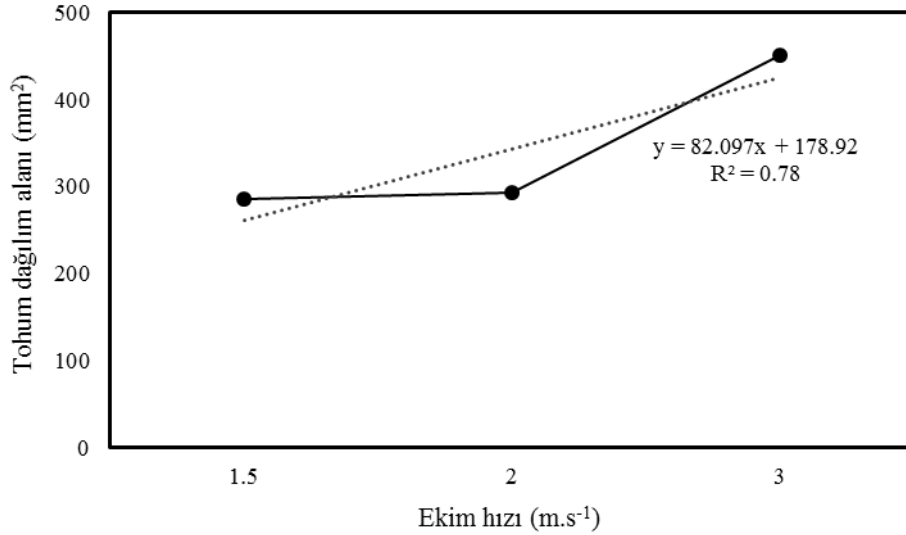
Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, makine ilerleme hızlarındaki artışla birlikte tohum dağılımı ortalamaları da artmakta ve en büyük ortalama 450.296 mm<sup>2</sup> ile 3 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde gözlenirken, en düşük ortalama tohum dağılım alanı ise 1.5 m.s<sup>-1</sup> hız kademesinde 286.102 mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.56.** Tohum dağılım alanına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler	Tohum Dağılım Alanları (mm <sup>2</sup> )	
İlerleme Hızları	V1	286.102b*
	V2	292.945b
	V3	450.296a
Sıkışma Düzeyleri	C0	374.463ns
	C1	374.136ns
	C2	280.744ns

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Ekim makinası ilerleme hızlarının tohum dağılım alanlarının değişimine olan etkisi Şekil 4.29’da verilmiştir.



**Şekil 4.29.** Ekim makinası ilerleme hızlarına bağlı olarak tohum dağılım alanlarının değişimi

## 4.2.8. Verim değerlerine ilişkin sonuçlar

### 4.2.8.a. Yeşil ot verimi

Farklı makine ilerleme hızları ve sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin mısır bitkisinde yeşil ot verimi üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla hasat sonrasında elde edilen yeşil ot miktarı verileri varyans analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.57’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, sıkıştırma uygulamalarının yeşil ot verimi değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunurken, farklı ekim makinası ilerleme hızlarının yeşil ot verimi üzerine olan etkisi önemsiz bulunmuştur. Varyans analizi sonucunda elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.58’de verilmiştir.

**Çizelge 4.57.** Yeşil ot verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Yeşil Ot Verimi		
	SD	KO	P
Blok	2	1584258.815	0.429
Sıkışma	2	9906816.593	0.020*
Hız	2	1584258.815	0.262
SıkışmaxHız	4	952230.981	0.502
Hata	18	1097471.259	
Toplam	27	4.655E7	

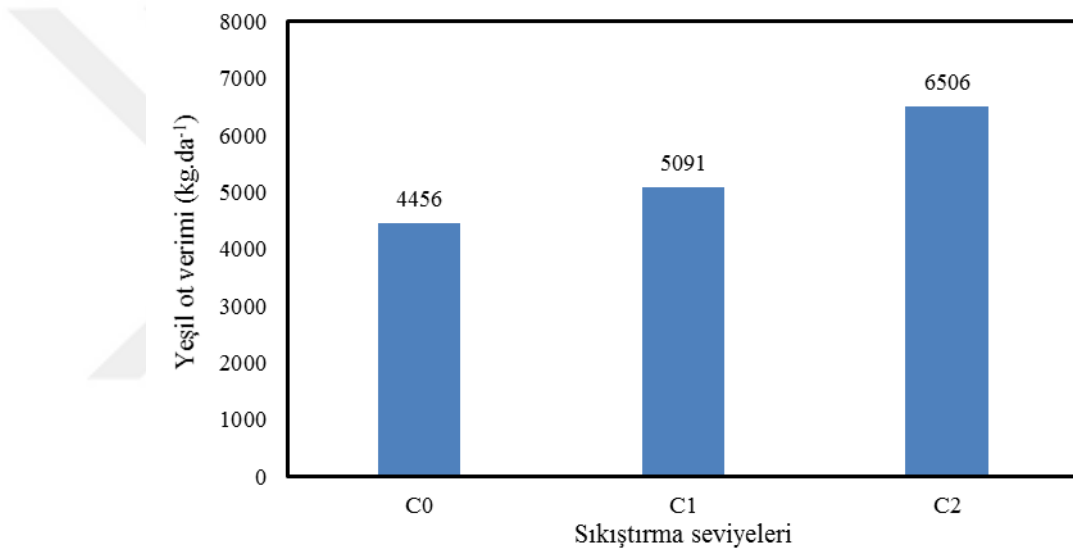
\*\* $p<0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

**Çizelge 4.58.** Yeşil ot verimine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ( $\text{kg.da}^{-1}$ )

Faktörler	Yeşil Ot Verimi ( $\text{kg.da}^{-1}$ )	
İlerleme Hızları	V1	5449.4a
	V2	5712.3a
	V3	4890.7a
Sıkışma Düzeyleri	C0	4456.3b
	C1	5090.5b
	C2	6505.6a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 ( $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ), V2 ( $2 \text{ m.s}^{-1}$ ), V3 ( $3 \text{ m.s}^{-1}$ )

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, makine ilerleme hızları arasındaki farkın yeşil ot verimi üzerine bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir. Sıra üzeri sıkıştırma düzeyinin artmasıyla bir dekardan alınan yeşil ot miktarının arttığı gözlenmiştir. Yeşil ot verimi değerleri sırasıyla C2 sıkıştırma seviyesinde 6505.6 kg.da<sup>-1</sup>, C1 sıkıştırma seviyesinde 5090.5 kg.da<sup>-1</sup> ve C0 sıkıştırma seviyesinde 4456.3 kg.da<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Sıkıştırma seviyelerinin yeşil ot verimine olan etkileri Şekil 4.30’da verilmiştir.



Şekil 4.30. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin yeşil ot verimine etkisi

#### 4.2.8.b. Bitki boyu

Farklı ekim makinası ilerleme hızları ve sıra üzeri sıkıştırma düzeylerinin mısır bitkisinde bitki boyuna olan etkisini incelemek amacıyla deneme alanından elde edilen değerler varyans analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızlarının bitki boyları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı, fakat sıkıştırma seviyelerinin bitki boyu üzerine olan etkisinin çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu görülmüştür. Uygulanan sıkıştırma seviyeleri arasındaki farkı gözlemlemek amacıyla varyans analizinden elde edilen sonuçlara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve bu teste ilişkin sonuçlar Çizelge 4.60’da verilmiştir.

**Çizelge 4.59.** Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Bitki Boyu		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	2	230.333	0.670
<b>Sıkışma</b>	2	12.215	0.002**
<b>Hız</b>	2	230.333	0.481
<b>SıkışmaxHız</b>	4	182.217	0.666
<b>Hata</b>	18	302.335	
<b>Toplam</b>	27	14017.487	

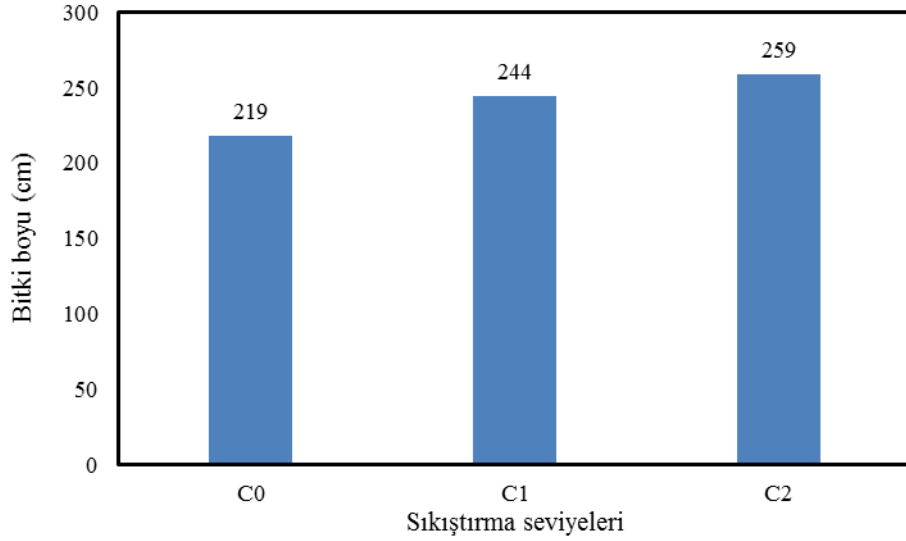
\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

**Çizelge 4.60.** Bitki boyu değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (cm)

Faktörler	Bitki Boyu (cm)	
<b>İlerleme Hızları</b>	<b>V1</b>	245.0a*
	<b>V2</b>	241.3a
	<b>V3</b>	235.0a
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	<b>C0</b>	218.5b
	<b>C1</b>	244.1a
	<b>C2</b>	258.5a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri arasındaki farkların bitki boyuna olan etkileri sıkıştırma seviyelerinin artmasıyla artmıştır. Bitki boyu yönünden C1 (244.1 cm) ve C2 (258.5 cm) sıkıştırma seviyeleri arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmezken, C0 sıkıştırma seviyesinde bitki boyu (218.5 cm) diğer iki sıkıştırma seviyesine göre azalmıştır. Benzer etki ekim makinası ilerleme hızları ile bitki boyları arasında gözlenmemiştir. Sıkıştırma seviyelerinin bitki boyuna olan etkileri Şekil 4.31’de verilmiştir.



Şekil 4.31. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin bitki boyu değerlerine etkisi

#### 4.2.8.c. Koçan çapı

Denemede uygulanan faktörlerin mısır koçan çapına olan etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.61’de verilmiştir.

Analizde, ekim makinası ilerleme hızının ve sıkıştırma düzeylerinin koçan çapına olan etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir. Varyans analizinden elde edilen sonuçlara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve bu teste ilişkin sonuçlar Çizelge 4.62’de verilmiştir.

**Çizelge 4.61.** Koçan çapı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Koçan Çapı		
	SD	KO	P
<b>Blok</b>	2	7.471	0.241
<b>Sıkışma</b>	2	8.863	0.166
<b>Hız</b>	2	7.471	0.215
<b>SıkışmaxHız</b>	4	5.189	0.359
<b>Hata</b>	18	4.452	
<b>Toplam</b>	27	133.558	

\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

**Çizelge 4.62.** Koçan çapı değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (cm)

Faktörler	Koçan Çapı (cm)	
<b>İlerleme Hızları</b>	<b>V1</b>	42.3a
	<b>V2</b>	42.5a
	<b>V3</b>	44.0a
<b>Sıkışma Düzeyleri</b>	<b>C0</b>	41.8a
	<b>C1</b>	43.7a
	<b>C2</b>	43.2a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1(tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızları ve sıra üzeri sıkıştırma düzeyleri arasındaki değişimin koçan çapı değerleri üzerinde istatistiksel anlamda herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir.



#### 4.2.8.d. Bindane ağırlığı

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçları incelendiğinde, farklı ekim makinası ilerleme hızlarının mısır bin dane ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir (Çizelge 4.63). Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin bin dane ağırlığı üzerine olan etkisi önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Varyans analizinden elde edilen ortalamalara çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.64'te verilmiştir.

**Çizelge 4.63.** Bin dane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Bindane Ağırlığı		
	SD	KO	P
Blok	2	7.471	0.241
Sıkışma	2	8.863	0.166
Hız	2	7.471	0.215
SıkışmaxHız	4	5.189	0.359
Hata	18	4.452	
Toplam	27	133.558	

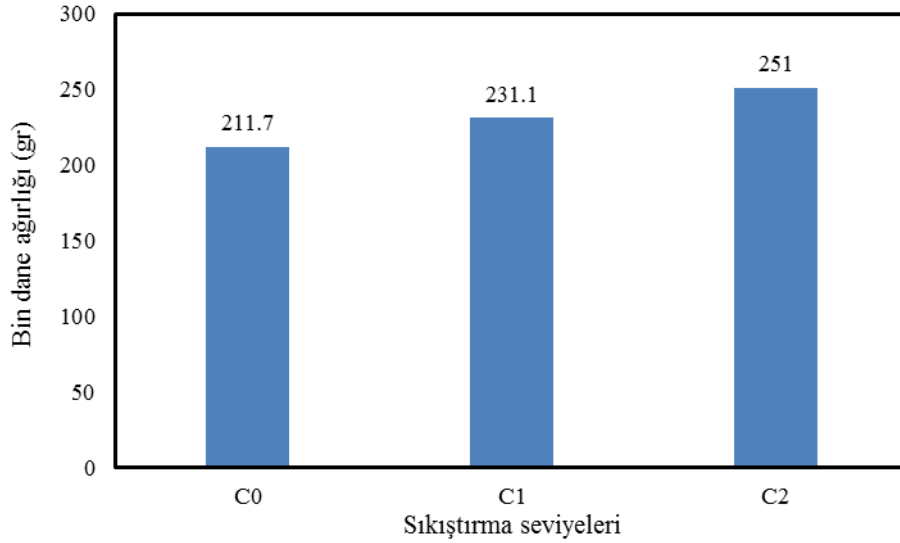
\*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \*:  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli

**Çizelge 4.64.** Bin dane ağırlığına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktörler	Bindane Ağırlığı (g)	
İlerleme Hızları	V1	230.2a
	V2	232.6a
	V3	231a
Sıkışma Düzeyleri	C0	211.7c
	C1	231.1b
	C2	251a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızlarındaki değişimin bin dane ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Araştırmada sıkışmanın uygulanmadığı kontrol parselinde bin dane ağırlığı 211.7 g değerini alırken, bir traktör geçişi yapılan parsellerde 231.1 g, iki traktör geçişi yapılan parsellerde ise 251.0 g olarak bulunmuştur. Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin artmasıyla bin dane ağırlıklarında artışlar gözlenmiştir. Sıkıştırma düzeylerinin bin dane ağırlığına etkileri Şekil 4.32’de verilmiştir.



**Şekil 4.32.** Sıra üzeri sıkıştırma seviyeleri ile bin dane ağırlığı arasındaki ilişki

#### **4.2.8.e. Koçanda dane sayısı**

Araştırmada, koçanda dane sayısı değerlerine varyans analizi testi uygulanmış ve bu teste ait sonuçlar Çizelge 4.65’te verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızının koçanda dane sayısına etkisi önemli bulunmazken, sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Uygulanan faktörlerin koçanda dane sayısına olan etkilerini belirlemek amacıyla çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.66’da verilmiştir.

**Çizelge 4.65.** Koçanda dane sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Koçanda dane sayısı (adet)		
	SD	KO	P
Blok	2	2135.593	0.634
Sıkışma	2	27748.259	0.000**
Hız	2	2135.593	0.325
SıkışmaxHız	4	5651.926	0.039*
Hata	18	1782.185	
Toplam	27	114454.741	

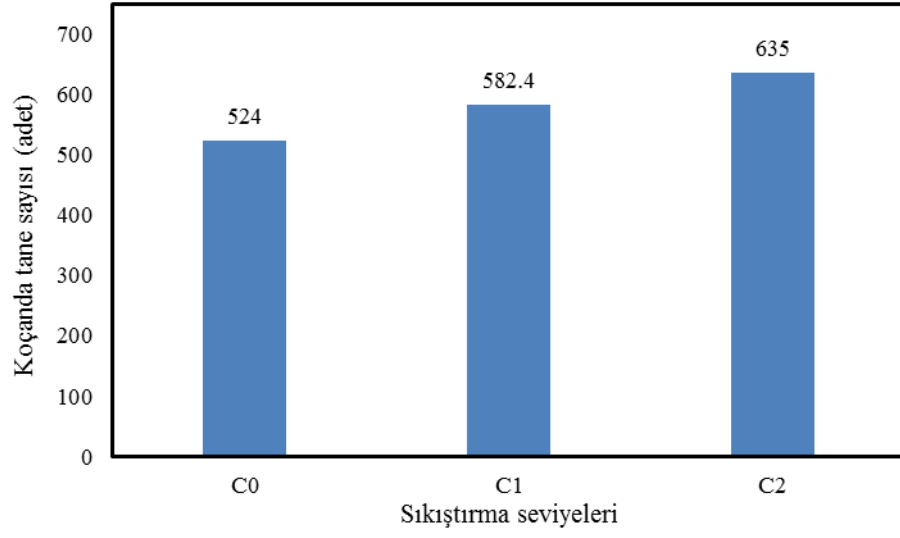
\*\* : p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli, \* : p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

**Çizelge 4.66.** Koçanda tane sayısına ilişkin çoklu karşılaştırma testi sonuçları (adet)

Faktörler	Koçanda Dane Sayısı Ortalamaları (g)	
İlerleme Hızları	V1	566.0a
	V2	596.6a
	V3	578.7a
Sıkışma Düzeyleri	C0	524.0c
	C1	582.4b
	C2	635.0a

\*: Aynı harfi taşıyan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir. ns: İstatistiksel olarak önemsiz  
C0 (kontrol), C1 (tek geçiş), C2 (iki geçiş), V1 (1.5 m.s<sup>-1</sup>), V2 (2 m.s<sup>-1</sup>), V3 (3 m.s<sup>-1</sup>)

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, her üç sıkıştırma seviyesinde koçanda dane sayısına istatistiksel anlamda yansımalarının önemli olduğu ve birbirlerinden farklı olduğu bulunmuştur. Sıkıştırma seviyeleri ile koçanda dane sayısı arasındaki ilişki Şekil 4.33'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.33.** Sıkıştırma seviyeleri ile koçanda tane sayısı arasındaki ilişki

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma, farklı makine ilerleme hızları ve sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin, toprak fiziksel özelliklerine, mısır bitkisinde çimlenme parametrelerine, ekim performansına ve verime olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Denemeler üç farklı makina ilerleme hızı ve üç farklı sıra üzeri sıkıştırma düzeyi esas alınarak, şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak planlanmıştır. Sıkıştırma seviyeleri olarak traktörün kendi ağırlığından yararlanılmış ve sıra üzerinden geçişler (0, 1 ve 2 ) yapılmıştır. Traktör ilerleme hızları için 1.5, 2 ve 3 m.s<sup>-1</sup> olmak üzere üç farklı hız seçilmiştir. Ekim işlemi, her iki yıl içinde geleneksel toprak işleme yöntemiyle tohum yatağı hazırlığı yapılan deneme alanı üzerine Nisan ayının üçüncü haftasında yapılmıştır.

Araştırmada, sıkıştırma seviyeleri ve traktör ilerleme hızlarının toprak hacim ağırlığı ve poroziteye olan etkileri 0-20 cm toprak derinliğinde her 5 cm için ayrı ayrı incelenmiştir. Denemenin her iki yılında da sıkıştırma seviyelerinin hacim ağırlığı değerleri üzerindeki etkisi her 5 cm toprak derinliğinde çok önemli bulunmuştur. Traktör ilerleme hızının hacim ağırlığı değerleri üzerine etkisi ise denemenin her iki yılında da 5-10 cm toprak seviyesinde çok önemli bulunmuştur. Diğer toprak derinliklerinde (0-5, 10-15 ve 15-20 cm) ise bu etki gözlenmemiştir.

En büyük toprak hacim ağırlığı değerleri denemenin birinci yılında 5-10 cm toprak derinliğinde 2 kez traktör geçişi yapılan parsellerde (1.324 g.cm<sup>-3</sup>), ikinci yılında ise 15-20 cm toprak derinliğinde yine 2 geçiş yapılan parsellerde (1.325 g.cm<sup>-3</sup>) elde edilmiştir. Barik *et al.*, (2014), yaptıkları çalışmalarında, tarla trafiğinin 0-10 cm toprak derinliğinde hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve porozite değerlerini daha derin katmanlara göre daha fazla etkilediğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise derinliğin artmasıyla hacim ağırlığı değerlerinde artan yönde değerler alındığı belirtilmiştir (Şeker ve Işıldar, 1998).

İstatistiksel olarak önemli olmasa da, traktör ilerleme hızının artmasıyla hacim ağırlığı değerleri denemenin her iki yılında da azalan değerler almıştır. Yapılan bir araştırmada; traktör ilerleme hızının azalması, toprak yüzeyine baskı yapan kuvvetlerin süresinde artışa neden olmuş ve hacim ağırlığı değerlerinin arttığı bildirilmiştir (Taghavifar and Mardani, 2014).

Porozite değerlerinin her iki deneme yılında da sıkışmayla olan ilişkisi çok önemli bulunmuştur. Denemenin birinci yılına ait porozite değerleri %51.07 ile %61.46 arasında, denemenin ikinci yılına ait porozite değerleri ise %50.18 ile %61.41 değerleri arasında değişmiştir. Bu değerler kök gelişimini durduran alt seviye olan %10 değerinin üstünde ve optimum değer olan %50 seviyesi civarında bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada traktör geçiş sayılarının artmasıyla porozite değerlerinde %15-27 arasında bir azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (Ahmad *et al.*, 2009).

Denemenin birinci yılına ait sıkıştırma seviyelerine ilişkin toprak penetrasyon direnci verileri 0-5 ve 5-10 cm toprak derinlikleri için çok önemli bulunurken, 10-15 ve 15-20 cm toprak derinlikleri için önemli bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında ise, sıkıştırma seviyelerindeki değişim penetrasyon direncini bütün toprak derinliklerinde çok önemli derecede etkilemiştir. İlk yıl penetrasyon direnci değeri 1.76 MPa ve ikinci yıl ise 2.01 MPa ile en yüksek değerleri görmüştür. Bu değerler bitki gelişimi için olumsuz durum teşkil edecek sınır olan 3 MPa'ın altında kalmıştır.

Her iki yılda da çimlenme periyodu boyunca ölçülen tohum yatağı nem içeriği üzerinde sıkıştırma seviyelerinin etkisi çok önemli bulunmuştur. Veriler incelendiğinde en yüksek nem içeriği değerlerinin iki geçişin yapıldığı parsellerden elde edildiği görülmektedir. Altikat (2013), sıra üzeri sıkıştırma seviyesindeki artışın çimlenme oranında ve toprak nem içeriğinde artışa sebep olduğunu bildirmiştir.

Sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin tohum yatağındaki sıcaklık, değişimine etkisinin denemenin her iki yılında da çok önemli olduğu gözlemlenmiştir. Çimlenme periyodu boyunca denemeye ait birinci yıl sıcaklık verileri 16.72-21.94 °C arasında değişirken, ikinci yıla ait sıcaklık değerleri 16.30-22.27 °C arasında değişim göstermiştir. Sıkıştırma seviyelerinin

artmasıyla sıcaklık değerleri de yükselmiştir. Yapılan bir çalışmada, toprak içerisindeki ısı akışının ve tutulmasının sebeplerinden birisinin de, toprağın sıkışması olduğu bildirilmiştir (Diener, 1974).

Sıkıştırma seviyelerinin ve ekim makinası ilerleme hızlarının tarla filizi çıkışlarına, boşluk, ikizlenme ve kabul edilebilir bitki aralık oranlarına olan etkilerini belirlemek için ilk çıkışın gözlemlendiği tarihten itibaren çıkışların tamamlandığı son tarihe kadar bitkiler sayılmış ve birbirleriyle olan mesafeleri ölçülmüştür. Her iki yılda da makine ilerleme hızının tarla filizi çıkışlarına olan etkileri çok önemli bulunmuştur. İlk yıl tarla filizi çıkış değerleri 1.5 m.s<sup>-1</sup>, 2 m.s<sup>-1</sup> ve 3 m.s<sup>-1</sup> hızları için sırasıyla %93.46, %88.87 ve %82.70 iken, ikinci yıl bu değerler %90.18, %85.94 ve %83.35 olarak bulunmuştur. Sıkıştırma seviyelerinin tarla filizi çıkışı değerlerine olan etkileri her iki yıl içinde önemli bulunmuştur. Sıfır geçiş, bir geçiş ve iki geçiş sıkıştırma seviyelerinde tarla filizi çıkış değerleri birinci yıl için, %85.94, %88.88 ve %90.12 olarak bulunurken, ikinci yıl için %84.96, %86.28 ve %88.23 değerleri elde edilmiştir. Sıkışma seviyesindeki artışın tohum-toprak arasındaki teması arttırdığı ve bunun da çimlenme gücünü önemli ölçüde etkilediği çeşitli araştırmalarda belirtilmiştir (Altikat *et al.*, 2006, Altikat *et al.*, 2011). Ortalama çıkış süresi için ilk yıl verilerinde en yüksek değer bir traktör geçişi yapılan parsellerde 16.34 gün ile gerçekleşirken, ikinci yıl için bu değer sıkıştırma yapılmayan parsellerde 15.01 gün olmuştur. En küçük ortalama çıkış süresi değerleri ise ilk yıl için 15.45 gün ve ikinci yıl için ise 13.20 gün ile iki traktör geçişi yapılan parsellerde elde edilmiştir. Tarla filizi çıkış oranı indeksi değerleri ise yine sıkıştırma seviyesinin artmasıyla artan bir eğilim göstermiştir. Bu durumun sebebi, sıkıştırma seviyesindeki artışın tohum ile toprak arasındaki teması arttırması ve tohumun etrafındaki toprak neminden tam olarak yararlanması ve bunun sonucu olarak çimlenme yüzdesinin artması olarak gösterilebilir. Benzer çalışmalarda da; sıkışma seviyesindeki artışın tohum-toprak arasındaki ilişkiyi arttırdığı ve bunun da çimlenme gücünü önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Altikat *et al.*, 2006, Altikat *et al.*, 2011).

Araştırmada üzerinde durulan faktörlerin ikizlenme oranı, boşluk oranı ve kabul edilebilir bitki aralık oranlarına etkileri incelendiğinde, sıra üzeri sıkıştırma seviyelerinin bu değerlere etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı, makine ilerleme hızının ise ikinci yıl

verileri içerisinde ikizlenme oranı dışında diğer bütün değerler üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. İlerleme hızının artmasıyla kabul edilebilir bitki aralık oranlarında düşüşler meydana gelmiştir. İlk yıl kabul edilebilir bitki aralık oranları  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $2 \text{ m.s}^{-1}$  ve  $3 \text{ m.s}^{-1}$  hızları için sırasıyla %90.15, %68.21 ve %50.33 olurken, ikinci yıl için bu değerler %93.55, %84.82 ve %71.16 olarak bulunmuştur. Kabul edilebilir bitki aralık oranlarıyla ters orantılı olan boşluk ve ikizlenme oranı değerleri ise ilerleme hızındaki artışla beraber artan yönde bir tepki göstermiştir. İlk yıl için ikizlenme oranı değerleri  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $2 \text{ m.s}^{-1}$  ve  $3 \text{ m.s}^{-1}$  hızları için sırasıyla %0.00, %6.79 ve %11.97 olarak ikinci yıl ise %1.78, %8.59 ve %8.61 olarak bulunmuştur. Boşluk oranı değerleri de benzer şekilde birinci yıl için V1, V2 ve V3 hız kademelerinde sırasıyla %9.84, %24.99, %37.69 olurken, ikinci yıl için %4.66, %6.57 ve %19.29 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda makina ilerleme hızlarının söz konusu değerler üzerine benzer etkiler yaptığı bildirilmiştir (Altikat, 2013).

Makine ilerleme hızlarının ekim derinliği üzerindeki etkisi her iki yıl için de çok önemli bulunmuştur. İlk yıl hedef ekim derinliği olan 50 mm değerine en çok yaklaşan  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$  ilerleme hızı olmuştur. Bu hız kademesinde ekim derinliği ortalama 45.36 mm ve bu derinliğin varyasyon katsayısı %6.53 olarak bulunmuştur. Sıra üzeri sıkıştırma uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde ekim derinliği 45.19 mm ve bu derinliğin varyasyon katsayısı %7.37 olarak hesaplanmıştır. Denemenin ikinci yılında ise yine  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$  ilerleme hızında ortalama ekim derinliği 46.08 mm, varyasyon katsayısı %11.32 değerlerini alırken, bir traktör geçişi yapılan parsellerde ekim derinliği ortalaması 44.95 mm ve varyasyon katsayısı %14.33 olmuştur. Denemenin her iki yılında da en düşük ilerleme hızında %CV değerleri en küçük değerleri alırken, ilerleme hızının artmasıyla bu değerlerde artış gözlenmiş ve hedef ekim derinliğinden uzaklaşmıştır.

Bir ekim makinasının ekim başarısını etkileyen faktörler arasında en önemlisi tohumun sıra arası ve sıra üzeri mesafelerindeki dağılımının istenilen aralıklarda yapmasıdır. Bu mesafelerin dağılımında bir tek düzeliğin sağlanması durumunda bitkiler arasında ışık, nem ve besin maddeleri açısından bir rekabet yaşanmayacağı için deneme alanının her yerinde



eşit oranda büyüme ve gelişmenin gerçekleşebileceği söylenebilir. Araştırmada, sıra arası ve sıra üzeri mesafelerin değerlendirilmesi yapılırken bu değerlere ilişkin varyasyon katsayısı sonuçlarından yararlanılmıştır. Sıra üzeri mesafelere ait %CV değerleri her iki yıl için de traktör ilerleme hızından çok önemli derecede etkilenmişlerdir. Sıra arası mesafelere ait %CV değerleri ile traktör ilerleme hızları arasındaki ilişki ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Her iki yılda da  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$  hız seviyesindeki sıra üzeri %CV değeri en düşük bulunmuştur (%2.93, %3.00). Sonuç olarak traktör ilerleme hızındaki artışın tohum dağılım düzgünlüğünde bozulmalara sebebiyet verdiği ortaya çıkmıştır.

Ekim makinalarında kalite standartlarının başında, tohumların sıra arası, sıra üzeri ve ekim derinliği mesafelerinin tekdüze bir dağılım içerisinde yapılıp yapılmadığı gelir. Tohum dağılım mesafeleri ve dağılım alanlarındaki düzgünlük ile her bir bitkinin topraktan alınan besin maddeleri ve sudan en iyi şekilde yararlanması, birbirleriyle rekabete girmemeleri ve bunların sonucu olarak verim ve kalitede artış sağlanır.

Tohum dağılım alanı verileri ilerleme hızındaki değişmelere doğrudan tepki vermiş olup denemenin ilk yılına ait veriler incelendiğinde, en küçük dağılım alanı V1 hız kademesinde hesaplanmıştır. İlerleme hızı arttıkça tohum dağılım alanlarında artış meydana gelmiştir.

Verim değerleri incelendiğinde, ekim makinası ilerleme hızındaki değişimlerin bitki verim parametreleri üzerinde bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir. Sıkıştırma seviyelerindeki artış ise mısırdaki verim değerlerine her iki deneme yılında da olumlu olarak yansımıştır. Denemenin ilk yılında kontrol parsellerinden 4144.4 kg yeşil ot verimi alınırken bu değer bir traktör geçişi yapılan parsellerde 5622.2 kg ve iki traktör geçişi yapılan parsellerde 6311.1 kg olarak gözlenmiştir. Benzer etki ikinci yıl yeşil ot verimi değerleri için de geçerlidir. Bitki boyu, bin dane ağırlığı, koçanda dane sayısı gibi verim değerleri sıra üzeri sıkıştırma seviyesinin artmasıyla denemenin her iki yılında da artış göstermiştir. Koçan çapı değerleri ise denemenin ilk yılında sıkıştırmaya olumlu tepki verirken, ikinci yılda herhangi bir fark göstermemiştir. Yapılan farklı çalışmalarda uygun bir sıkıştırma uygulamasının

verimde artışla sonuçlanabileceği bildirilmiştir (Arvidsson *et al.*, 2012, Stenitzer and Murer 2003).

Tüm bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, tohum yatağı üzerinde yapılacak sıkıştırma işleminin belirli bir seviyeye kadar toprak fiziksel özellikleri, tarla filizi çıkışları ve verim değerlerine etkisi olumlu olarak yansımıştır. Günümüz ekim makinelerinde bulunan baskı tekerlekleri bu işlemi kısmen gerçekleştirmektedir. Nitekim denemede uygulanan sıkıştırma işlemi arttıkça belirtilen değerlerde de artışlar gözlenmiştir.

Traktör ilerleme hızlarındaki değişim toprak fiziksel özelliklerini fazla etkilemezken, en büyük etkileri tarla filizi çıkışı, tohum dağılım düzgünlüğü ve tohum dağılım alanı değerleri üzerine olmuştur. İlerleme hızı arttıkça bu değerlerde bozulmalar meydana gelmiştir. Tohum dağılım düzgünlüğünde ve ekim derinliğinde hedeflenen ekim mesafelerden uzaklaşmış, tohum dağılım alanlarında ise artışlar meydana gelmiştir. Bitki yaşam alanları ve tohumlar arasındaki mesafeler için en uygun değerler devamlı olarak 1.5 m.s<sup>-1</sup> ilerleme hızında uygulama yapılan parsellerde gözlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Acar, R., 1995. Sulu Şartlarda İkinci Ürün Olarak Bazı Baklagil Yem Bitkileri ve Tahıl Karışımlarını Yetiştirilme İmkanları. *Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı*. Konya.
- Ahmad, N., Hassan, F. U., Belford, R. K., 2009. Effect of Soil Compaction in the Sub-Humid Cropping Environment in Pakistan on Uptake of NPK and Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum*): I. Compaction. *Field Crops Research*, Volume 110 Issue:1, p: 54-60.
- Akbolat, D., 2009. Tohum Yatağı Hazırlığında Tapan Kullanımının Toprakta CO<sub>2</sub> Çıkışına Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 23-30.
- Aksakal, E. L., 2004. Toprak Sıkışması ve Tarımsal Açından Önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(3-4): 247-252, 2004.
- Aksakal, L. E, Öztaş, T., 2010. Changes in Distribution Patterns of Soil Penetration Resistance within a Silage-Corn Field Following the Use of Heavy Harvesting Equipments. *Turkish Journal Agriculture Forestry*, 34: 173-179.
- Alameda, D., Villar, R., 2009. Moderate Soil Compaction: Implications on Growth and Architecture in Seedlings of 17 Woody Plant Species. *Soil&Tillage Research*, 103(2), 325-331.
- Altay, H., Tok, H. H., 1989. Tarla Trafikinin Toprak Verimliliği Üzerindeki Etkisi. *Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, Tekirdağ.
- Altıkat, S., 2005. Farklı Toprak Parçalama ve Ekim Sırasında Sıkıştırma Düzeylerinin Buğdayda Tarla Filizi Çıkışına Olan Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı*, Erzurum.

- Altıkat, S., 2013. Effects of Aggregate Size and Compaction Levels on CO<sub>2</sub>-C Fluxes and Microbial Populations. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (2): 55-61.
- Altıkat, S., Çelik, A., 2011. The Effects of Tillage and Intra-row Compaction on Seedbed Properties and Red Lentil Emergence Under Dry Land Conditions. *Soil&Tillage Research*, 114: 1-8.
- Altıkat, S., Çelik, A., Turgut, N., 2006. Yazlık Buğdayda Farklı Tohum Yatağı Parçalama ve Sıra Üzeri Sıkıştırma Düzeylerinin Bitki Çıkışı, Gelişimi ve Verime Olan Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37 (2): 197-205.
- Altıkat, S., 2013. The Effects of Reduced Tillage and Compaction Level on the Red Lentil Yield. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (5): 1161-1169.
- Altıkat, S., Çelik, A., 2006. The Effects of Different Soil Particle Size Distribution and Seed Row Compaction Levels on the Germination and Yield of Spring Wheat. *Ataturk University Journal of Agricultural Faculty*, 37 (2): 197-205.
- Altuntaş, E., Çetin, M., Taşer, Ö. F. 1999. Kombine Ekim Makinasında Farklı Ekim Normları ve İlerleme Hızlarının Sıra Üzeri Tohum Dağılımına Etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16: 119-129.
- Alvaro-Fuentes, J., Cantero-Martinez, C., Lopez, M.V., Arrue, J.L., 2007. Soil Carbon Dioxide Fluxes Following Tillage in Semiarid Mediterranean Agroecosystems. *Soil&Tillage Research*, 96 (1): 331-341.
- Andrews, J. A., Harrison, K. G., Matamala, R., Schlesinger, W. H., 1999. Separation of Root Respiration from Total Soil Respiration Using Carbon-13 Labeling During Free-Air Carbon Dioxide Enrichment (FACE). *Soil Science Society of America Journal*, 63(5): 1429-1435.
- Anonim, 2015. Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Verileri, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>.

- Ansorge, D., Godwin, R. J., 2007. The Effect of Tyres and A Rubber Track at High Axle Loads on Soil Compaction, Part:1 Single Axle-Studies. *Biosystems Engineering*, 98: 115-126.
- Arvidsson, J., Bölenius, E., Cavalieri, K. M. V., 2012. Effects of Compaction During Drilling on Yield of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, Volume 39, p: 44-51.
- Arvidsson, J., Keller, T., 2007. Soil Stress as Affected by Wheel Load and Tyre Inflation Pressure. *Soil&Tillage Research*, 96: 284-291.
- Atkinson, B. S., Sparkes, D. L., Mooney, S. J., 2009. The Impact of Soil Structure on the Establishment of Winter Wheat (*Triticum Aestivum*). *European Journal Agronomy*, 30: 243–257.
- Ball, B. C., Scott, A., Parker, J. P., 1999. Field N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> fluxes in Relation to Tillage, Compaction and Soil Quality in Scotland. *Soil&Tillage Research*, 53: 29-39.
- Barik, K., Aksakal, E. L., Islam, K. R., Sarı, S., Angın, I., 2014. Spatial Variability in Soil Compaction Properties Associated with Field Traffic Operations. *Catena*, 120: 122-133.
- Barut, Z. B., 1996. Farklı Tohumların Ekimlerinde Kullanılan Düşey Plakalı, Hava Emişli Hassas Ekici Düzenin Uygun Çalışma Koşularının Saptanması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi*, Adana.
- Batey, T., 2009. Soil Compaction and Soil Management-A Review. *Soil Use and Management*, 25: 335–345.
- Bayhan, Y., Kayısoğlu, B., Gonulol, E., 2002. Effects of Soil Compaction on Sunflower Growth. *Soil&Tillage Research*, 68: 31-38.

- Beare, M. H., Gregorich, E. G., St. Georges, P., 2009. Compaction Effects on CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O Production During Drying and Rewetting of Soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 14: p: 611-621.
- Bengough, A. G., Bransby, M. F., Hans, J., McKenna, S. J., Roberts, T. J., Valentine, T. A., 2006. Root Responses to Soil Physical Conditions; Growth Dynamics from Field to Cell. *Journal of Experimental Botany*, 57: 437–447.
- Berisso, F. E., Schjøning, P., Keller, T., Lamande, M., Etana, A., de Jonge, L. W., Iversen, B. V., Arvidsson, J., Forkman, J., 2012. Persistent Effects of Subsoil Compaction on Pore Size Distribution and Gas Transport in a Loamy Soil. *Soil & Tillage Research*, Volume 122, p:42-51.
- Botta, G. F., Jorajuria, D., Balbuena, R., Ressia, M., Ferrero, C., Rosatta, H., Tourn, M., 2006. Deep Tillage and Traffic Effects on Subsoil Compaction and Sunflower (*Helianthus Annus L.*) Yields. *Soil & Tillage Research*, 91: 164–172.
- Botta, G. F., Jorajuria, D., Balbuena, R., Rosatto, H., 2004. Mechanical and Cropping Behavior of Direct Drilled Soil Under Different Traffic Intensities: Effect on Soybean (*Glycine max L.*) Yields. *Soil & Tillage Research*, 78, 53–58.
- Bouwman, L. A., Arts, W. B. M., 2000. Effects of Soil Compaction on the Relationships Between Nematodes, Grass Production and Soil Physical Properties. *Appl. Soil Ecol.* 14, 213–222.
- Bowden, R. D., Newkirk, K. M., Rullo, G. M., 1998. Carbon Dioxide and Methane Fluxes by a Forest Soil Under Laboratory-Controlled Moisture and Temperature Conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 30 (12):1591-1597.
- Buehring, N. W., Harrison, M. P., Dobbs, R. R., 2002. Corn Response to Twin and Narrow Rows with Selected Seeding Rates. *Annual Report*, 43-49.

- Calonego, J. C., Raphael, J. P., Rigon, J. P., de Oliveira Neto, L., & Rosolem, C. A. (2017). Soil Compaction Management and Soybean Yields with Cover Crops Under No-Till and Occasional Chiseling. *European Journal of Agronomy*, 85, 31-37.
- Cambi, M., Certini, G., Fabiano, F., Foderi, C., Laschi, A., Picchio, R., 2015. Impact of Wheeled and Tracked Tractors on Soil Physical Properties in a Mixed Conifer Stand. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(1), 89.
- Canarache, A., Colibas, I., Colibas, M., Horobeanu, I., Patru, V., Simota, H., Trandafirescu, T., 1984. Effect of Induced Compaction by Wheel Traffic on Soil Physical Properties and Yield of Maize in Romania. *Soil&Tillage Research*, 4 (2): 199–213.
- Carbonell-Bojollo, R., Ganzalez-Sanchez, E. J., Veroz-Conzalez, O., Ordonez-Fernandez, R., 2011. Soil Management Systems and Short Term CO<sub>2</sub> Emissions in a Clay Soil in Southern Spain. *Science of the Total Environment*, 409 (15): 2929–2935.
- Chamen, W. C. T., Moxey, A. P., Towers, W., Balana, B., Hallet, P. D., 2015. Mitigating Arable Soil Compaction: A Review and Analysis of Available Cost and Benefit Data. *Soil&Tillage Research*, 24: 359–380.
- Chen, Y., Monero, F.V., Lobb, D., Tessier, S. and Cavers, C., 2004. Effects of Six Tillage Methods on Residue Incorporation and Crop Performance in a Heavy Clay Soil. *Transactions of the ASAE*, 47(4): 1003–1010.
- Conlin, T. S. S., Driessche, van den R., 2000. Response of Soil CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> Concentrations to Forest Soil Compaction at the Long-term Soil Productivity Sites in Central British Columbia. *Canadian Journal of Soil Science*, 80(4): 625-632.
- Czyz, E. A., Tomaszewska, J., Dexter, A. R., 2001. Response of Spring Barley to Changes of Compaction and Aeration of Sandy Soil Under Model Conditions. *International Agrophysics*, 15: 9–12.
- Çarman, K., 1994. Tractor Forward Velocity and Tire Load Effects on Soil Compaction. *J. Terramechanics*. 31 (1): 11-20.

- Çelik, A., 1998. Toprak Frezesinde Değişik Tip Bıçakların Toprağa Olan Etkilerinin ve Güç Tüketimlerinin Belirlenmesi Üzerine bir Araştırma. *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı*, Erzurum.
- Dauda, A., Samari, A., 2002. Cowpea Yield Response to Soil Compaction Under Tractor Traffic on a Sandy Loam Soil in the Semi-Arid Region of Northern Nigeria. *Soil&Tillage Research*, 68: 17–22.
- Davison, E.A., Janssens, I.A., 2006. Temperature Sensitivity of Soil Carbon Decomposition and Feedbacks to Climate Change. *Nature*, 440: 165–173.
- Diener, E. 1974. Heat and Mass Transfer Characteristics of Mushroom Casing and Horticultural Soils and Soil Mixes. *The Pennsylvania State University Ph D. Thesis*.
- Dilustro, J. J., Collins, B., Duncan, L., Crawford, C., 2005. Moisture and Soil Texture Effects on Soil CO<sub>2</sub> efflux Components in Southeastern Mixed Pine Forests. *Forest Ecol. Manag.* 204(1): 87-97.
- Ewel, K. C., Cropper, Jr, W. P., Gholz, H. L., 1987. Soil CO<sub>2</sub> Evolution in Florida Slash Pine Plantations. II. Importance of Root Respiration. *Canadian Journal of Forest Research*, 17(4): 330-333.
- Gemtos, T. A., Lellis, T., 1997. Effects of Soil Compaction, Water and Organic Matter Contents on Emergence and Initial Plant Growth of Cotton and Sugar Beet. *Journal of Agricultural Engineerig Research*, 66, 121-134.
- Gil, E., Carnasa, R., 1996. Working Quality of Spacing Drills, Effects of Sowing Speed and Type of Seed. *International Conference on Agricultural Engineering*, pp:57-58, AgEng'96, Madrid.
- Gomez, A., Powers, R.F., Singer, M. J., Horwath, W. R., 2002. Soil Compaction Effects on Growth of Young Ponderosa Pine Following Litter Removal in California's Sierra Nevada. *Soil Science Society of America Journal*, 66 (4): 1334-1343.



- Gregory, A. S., Watts, C. W., Whalley, W. R., Kuan, H. L., Griffiths, B. S., Hallett, P. D., Whitmore, A. P., 2007. Physical Resilience of Soil to Field Compaction and the Interactions with Plant Growth and Microbial Community Structure. *European Journal of Soil Science*, 58: 1221–1232.
- Grote, J. B., Al-Kaisi, M. M., (2007). Topsoil placement effect on soil carbon stock improvement of exposed subsoil in Iowa. *Journal of Soil and Water Conservation*, 62(2), 86-93.
- Gupta, S. C., Hadas, A., Voorhees, W. B., Wolf, D., Larson, W. E., Sharma, P. P., 1990. Development of Guides on Susceptibility of Soil to Excessive Compaction. *University of Minnesota BARD Report*, St. Paul.
- Gülümser, E., 2016. Orta Anadolu Koşullarında Macar Fıği+Tahıl Karışımlarının ve Arkasından Ekilen Silajlık Mısırın Verim ve Kalitesinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı*, Samsun.
- Hakansson, I., Lipiec, J., 2000. A Review of Usefulness of Relative Bulk Density Values in Studies of Soil Structure and Compaction. *Soil&Tillage Research*, 53(2): 71-85.
- Han, E., 2016. Bazı Mısır Çeşitlerinin Dane Verimleri ile Silaj ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı*. Ordu.
- Hocaoğlu, O., 2007. İkinci Ürün Silajlık Mısırdaki Toprak İşleme ve Trafik Uygulamasının Toprağın Fiziko-Mekanik Özellikleri, Mısırın Kök Dağılımı ve Kuru Madde Verimine Etkisi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ABD, Yüksek Lisans Tezi*, Tokat.
- IPCC, 2007a. In Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.), Climate Change 2007: *Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the*

***Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.***  
**IPCC:** Geneva, Switzerland.

IPCC, 2007b. Summary for Policymakers, in Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. and Meyer, L.A. (eds.), *Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press*, Cambridge.

Iptas, S., Acar, A., 2006. Effects of Hybrid and Row Spacing on Maize Forage Yield and Quality. *Plant Soil Environment*, 52, (11): 515–522

Ishaq, M., Hassan, A., Saeed, M., Ibrahim, M., Lal, R., 2001. Subsoil Compaction Effects on Crops in Punjab Pakistan. I. Soil Physical Properties and Crop Yield. *Soil Tillage Res.* 59, 57–65.

ISO, 1984. Sowing Equipment-Test Methods-Part I: Single Seed Drills (Precision Drills), 7256/1. *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

Ivancan, S., Sito, S., Fabijanic, G., 2004. Effects of Precision Drill Operating Speed on the Intra-row Seed Distribution for Parsley. *Biosystems Engineering*, 89(3): 373-376.

Jasper, R., Jasper, M., Assumpcao, P. S., Rocil, J., Garcia, L. 2011. Speed of Sowing on Soybean Crop. *Engenharia Agricola*, 31 (1): 102-110.

Kachmant, S., Smith, J., 1995. Alternative Measures of Accuracy in Plant Spacing for Planter Using Single Seed Metering. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 38: 379-387.

Karayel, D., Ozmerzi, A., 2001. Effect of Forward Speed and Seed Spacing on Seeding Uniformity of a Precision Vacuum Metering Unit for Melon and Cucumber Seeds. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 14(2), 63–67.

Karayel, D. ve Özmerzi, A., 2005. Hassas Ekimde Gömücü Ayakların Tohum Dağılımına Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 139-150.

- Kaufmann, M., Tobias, S., Schulin, R., 2010. Comparison of Critical Limits for Crop Plant Growth Based on Different Indicators for the State of Soil Compaction. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173(4): 573-583.
- Kayısoğlu, B., 1993. Ayçiçeği Ekiminde Tohum Yatağına Baskı Tekerleri Tarafından Uygulanan Basıncın Tohumun Çimlenmesi ve Gelişimine Etkilerinin Saptanması Üzerine bir Araştırma. *Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(2): 101-108. TEKİRDAĞ.
- Keskin, S., 2001. Silajlık Olarak Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinde Bitki Sıklığının Verim ve Bazı Komponentlere Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı*. Konya.
- Khan, A. S., Tabassum, M. A., Farooq, M., 1992. Efforts to Mechanize Seeding Planting Operations in Pakistan. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, Latin America*, (AMA) 23(3), 115-120.
- Khan, S. R., Abbasi, M. K., Hussan, A. U. I., 2012. Effect of Induced Soil Compaction on Changes in Soil Properties and Wheat Productivity under Sand Loam and Sandy Clay Loam Soils: A Greenhouse Experiment. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43.19: 2550-2563
- Kuzyakov, Y., Cheng, W., 2004. Photosynthesis Controls of CO<sub>2</sub> Efflux From Maize Rhizosphere. *Plant and Soil*, Volume 263, Issue:1, pp: 85-99.
- Kün, E., 1983. Serin İklim Tahılları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 875, Ders Kitabı: 240
- Lal, R., 2003. Offsetting Global Carbon Emissions by Restoration of Degraded Soils and Intensification of World Agriculture and Forestry. *Land Degredation &Development*, 14: 309-322.
- Lauer, J. G., Rankin, M., 2004. Corn Response to Within Row Plant Spacing Variation. *Agronomy Journal*, 96: 1464-1468.

- Li, Q., Allen, H. L., Arthur, G., Wollum, A. G., 2004. Microbial Biomass and Bacterial Functional Diversity in Forest Soils: Effects of Organic Matter Removal, Compaction, and Vegetation Control. *Soil&Tillage Research*. 36, 571-579.
- Lipiec, J., Hajnos, M., Swieboda, R., 2012. Estimating Effects of Compaction on Pore Size Distribution of Soil Aggregates by Mercury Porosimeter. *Geoderma*, Volume 179-180, p: 20-27.
- Lipiec, J., Hatano, R., 2003. Quantification of Compaction Effects on Soil Physical Properties and Crop Growth. *Geoderma*, 116: 107–136.
- Mangalassery, S., Sjögersten, S., Sparkes, D. L., Sturrock, C. J., Mooney, S. J., 2013. The Effect of Soil Aggregate Size on Pore Structure and its Consequence on Emission of Greenhouse Gases. *Soil&Tillage Research*, 132: 39–46.
- Manna, M. C., Mandal, A., Singh, Y. V., 2013. Soil Carbon Sequestration in Different Land Use Systems. *Journal of Soil and Water Conservation*, 12(4): 277-283.
- Manrique, L. A., Jones, C. A., 1991. Bulk Density of Soils in Relation to Soil Physical and Chemical Properties. *Soil Science Society of America Journal*, 55: 476-481
- Marinello, F., Pezzuolo, A., Cillis, D., Chiumenti, A., Sartori, L., 2017. Traffic Effects on Soil Compaction and Sugar Beet (*Beta Vulgaris* L.) Taproot Quality Parameters. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(1), e0201. eISSN: 2171-9292
- Mirreh, H. F., Ketcheson, J. W., 1972. Influence of Soil Bulk Density and Matric Pressure on Soil Resistance to Penetration. *Can. J. Soil Sci.*, 52: 477-483.
- Mohanty, M., Painuli, D. K., 2004. Modeling Rice Seedling Emergence and Growth under Tillage and Residue Management in a Rice–Wheat System on a Vertisol in Central India. *Soil&Tillage Research*, 76(2), 167-174.
- Morell, F. J., Alvaro-Fuentes, J., Lampurlanes, J., Cantero-Martinez, C., 2010. Soil CO<sub>2</sub> Fluxes Following Tillage and Rainfall Events in a Semiarid Mediterranean

- Agroecosystem: Effects of Tillage Systems and Nitrogen Fertilization. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 139 (1), 167–173.
- Okursoy, R., Barut, Z. B., 1994. Killi Toprakların Penetrasyon Dirençleri. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi. Akdeniz Üniversitesi*. Sayfa: 609-613. Antalya.
- Önal, İ., 1987. Ekim-Dikim-Gübreleme Makinaları. *E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 450*. Bornova-İzmir.
- Önal, İ., 1995. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 490, İzmir.
- Özcan, S., 2009. Genetiği Değiştirilmiş (Transgenik) Mısırın Tarımsal Üretim Katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2 (2): 01-34.
- Özmerzi, A., Karayel, D., Topakci, M., 2002. PM-Power Machinery: Effects of Sowing Depth on Precision Seeder Uniformity. *Biosystems Engineering*, 82 (2): 227-230.
- Özsert, İ., Ülger, P., 1985. Tahıl Ekim Makineleri Dağıtım Düzenleri Üzerinde Bir Araştırma. *9. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi*, 139-149.
- Parkin, T. B., Doran, J. W., Franco-Vizcaíno, E., Jones, A. J., 1996. Field and Laboratory Tests of Soil Respiration. *Methods for Assessing Soil Quality*, Madison, WI. p: 231-45.
- Perdok, U. D., Arts, W. B. M., 1987. The Performance of Agricultural Tyres in Soft Soil Conditions. *Soil&Tillage Research*, Volume 10, Issue 4, p: 319-330.
- Praish, R. L., Mccoy, J. E., Bracy, R. P., 1999. Belt-Type Seeder for Soybeans. *Applied Engineering In Agriculture*, 15(2):103-106.
- Reth, S., Reichstein, M., Falge, E., 2005. The Effect of Soil Water Content, Soil Temperature, Soil Ph-Value and the Root Mass on Soil CO<sub>2</sub> Efflux—A Modified Model. *Plant and Soil*, 268(1), 21-33.

- Romaneckas, K., Pilipavicius, V., Sarauskis, E., 2010. Impact of Seedbed Density on Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Seed Germination, Yield and Quality of Roots. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol. 8 (2): 599-601.
- Rosolem, C.A., Takahashi, M., 1998. Soil Compaction and Soybean Root Growth. In: Box, J.E. (Ed.), Root Demographics and their Efficiencies in Sustainable Agriculture, Grasslands and Forest Ecosystems. *Proceedings of the 5th Symposium of the International Society of Root Research, Clemson, South Carolina, USA*, pp. 295–304.
- Sands, R., Greacen, E., Gerard, C. J., 1979. Compaction of Sandy Soils in Radiate Pine Forest. I. A penetrometer study. *Aust. J. Soil Res.*, 17: 101-113.
- Say, S. M., Işık, A., 1996. Penetrasyon Direncinin Toprak Koşulları ile Değişiminin Belirlenmesi Üzerine bir Araştırma. *6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı*, Ankara.
- Schaetzl, R. J., Anderson, S., 2005. Soils: Genesis and Geomorphology. *New York: Cambridge University Press*; 0521812011.
- Schjønning, P., Lamandé, M., 2010. A Note on the Vertical Stresses Near the Soil-Tyre Interface. *Soil&Tillage Research*, 108: 77–82.
- Sencar, Ö., 1988. Mısır Yetiştiriciliğinde Ekim Sıklığı ve Azotun Etkileri. *C. Ü. Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları*, 6. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, Tokat.
- Shahgholi, G., Abuali, M., 2015. Measuring Soil Compaction and Soil Behavior under the Tractor Tire Using Strain Transducer. *Journal of Terramechanics*, 59: 19-25.
- Singht, K. K., Colvin, T. S., Erbach, D. C., Mughal, A. Q., 1992. Tilth index: An Approach to Quantifying Soil Tilth. *Transaction of the ASAE*, 35 (6): 1777-1785.
- Staggenborg, S. A., Taylor, R. K., Maddux, L. D., 2004. Effect of Planter Speed and Seed Firmers on Corn Stand Establishment. *Applied Engineering in Agriculture*, 20 (5): 573–580.

- Stenitzer, E., Murer, E., 2003. Impact of Soil Compaction upon Soil Water Balance and Maize Yield Estimated by the SIMWASER Model. *Soil&Tillage Research*, Volume 73, Issues 1-2, p: 43-56.
- Şeker C, Işıldar AA, 1998. Tarla Trafiğinin Toprak Profilindeki Gözenekliliğe ve Sıkışmaya Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 24: 71-77.
- Taghavifar, H., Mardani, A., 2014. Effect of Velocity, Wheel Load and Multipass on Soil Compaction. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13: 57-66.
- Taşer, O. F., Kara, O., 2005. Silage Maize (*Zea mays* L.) Seedlings Emergence as Influenced by Soil Compaction Treatments and Contact Pressures. *Plant Soil Environment*, 51, (7): 289-295.
- Taşer, Ö. F., Altuntaş, E., 1996. Tokat Yöresinde Kullanılan Bazı Kombine Tahıl Ekim Makinalarında Tohum Dağılım Düzgünlüklerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13: 299-313.
- Tolón-Becerra, A., Tourn, M., Botta, G. F., Lastra-Bravo, A., 2011. Effects of Different Tillage Regimes on Soil Compaction, Maize (*Zea mays* L.) Seedling Emergence and Yields in the Eastern Argentinean Pampas Region. *Soil&Tillage Research*, 117: 184–190.
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu Veritabanı Yıllık Bitkisel Üretim İstatistikleri. [Online] <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> [Erişim Tarihi 04.08.2016].
- Ülger, A. C., 1986. Relation Verschiedener Mais-Inzuchtlinien und Hybridener auf Steigerdes Stickst Offan Gebest, *Dissertation*, Hohenheim Stuttgart, W. Germany.
- Way, T. R., Kishimoto, T., Burt, E. C., Bailey, A. C., 2000. Soil–Tire Interface Pressures of a Low Aspect Ratio Tractor Tire. In: Subsoil Compaction: Distribution, Processes and Consequences (Horn R; van den Akker J J H; Arvidsson J, eds), *Advances in GeoEcology*, Vol. 32, pp 82–92. Catena Verlag GMBH, Reiskirchen, Germany.

- Whalley, W. R., To, J., Kay, B. D., Whitmore, A. P., 2007. Prediction of the Penetrometer Resistance of Soils With Models With Few Parameters. *Geoderma*, 137: 370–377.
- William, J. P., Donald, W. P., Frank, E. B., 1979. Modern Farm Power. *Reston, VA*.
- Yazgi, A., Dumanoglu, Z., Kuldemir, N., Aygün, İ. D., & Masoumi, A., 2012. Pnömatik Tahıl Ekim Makinası ile Buğday Ekiminde Makina Performansının Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(1).
- Yilmaz, S., Gozubenli, H., Konuskan, O., Atis, I., 2007. Genotype and Plant Density Effects on Corn (*Zea mays* L.) Forage Yield. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (3): 538-541. ISSN 1682-3974.



## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2007 yılında kazandığı Çukurova Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü’nden 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı’nda lisansüstü eğitimine başladı. 2013 yılında Iğdır Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü’ne araştırma görevlisi olarak atandıktan sonra, yüksek lisans öğrenimine Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda devam etti. 2013 yılında atandığı araştırma görevliliği görevini aynı birimde sürdürmektedir.