



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**DANE MISIR EKİMİNDE İLERLEME HIZININ EKİM
KALİTESİNE ETKİSİ VE İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL
YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet DEMİR

Danışman: Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ danışmanlığında hazırlamıŐ olduğum “**Dane Mısır Ekiminde İlerleme Hızının Ekim Kalitesine Etkisi ve İstatiksel Proses Kontrol Yöntemiyle Değerlendirilmesi**” adlı Yüksek Lisans bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

27/08/2024

Ahmet DEMİR



JÜRİ KABUL VE ONAY

Ahmet DEMİR tarafından hazırlanan “Dane Mısır Ekiminde İlerleme Hızının Ekim Kalitesine Etkisi ve İstatistiksel Proses Kontrol Yöntemiyle Değerlendirilmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 27 Ağustos 2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzası

Üye (Başkan): Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ

Üye : Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ

Üye : Doç. Dr. Emrah KUŞ

ONAY

...../.../2024

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda tecrübelerinden, bilgilerinden yararlandığım danışmanım, sayın Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ'e ve saha çalışmalarında yardımcı olan sayın Ali BAT, Gökhan KESKİN ve Yunus DEMİR'e, tez yazım sürecinde destek olan Doç. Dr. Tarık BALKAN'a teşekkür ederim. Jüri üyeleri Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ ve Doç. Dr. Emrah KUŞ hocalarıma yaptıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim. Hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

DANE MISIR EKİMİNDE İLERLEME HIZININ EKİM KALİTESİNE ETKİSİ VE İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Demir, Ahmet

Yüksek Lisans, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ

Ağustos 2024, viii + 45 sayfa

Bu çalışmada, Sakarya ili Arifiye ilçesinde üretici arazisinde, dane mısır yetiştiriciliğinde ilerleme hızının ekim kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi ve İstatistiksel Proses Kontrol yöntemi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ekim işleminin kalitesinin belirlenmesinde; tarla filiz çıkış derecesi, sıra üzeri bitki dağılımı ve ekim derinliği düzgünlüğü kullanılmıştır. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü için boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KEBA) belirlenmiştir. İlerleme hızının (3.6 km/h, 5.4 km/h ve 7.2 km/h) incelenen parametreler üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Deneme alanlarında tarla filiz çıkış derecesi V1 hızında %93.75, V2 ve V3 hızlarında ise %90.74 olmuştur. İlerleme hızı arttıkça boşluk oranı ve ikizlenme oranı değerleri artmış, KEBA değeri ise azalmıştır. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü parametrelerine göre yapılan değerlendirmede, yapılan ekim işleminin kalitesinin genel olarak ‘iyi’ olduğu belirlenmiştir. Ekim kalitesi; boşluk oranı ve KEBA değerlerine göre V1 hızında ‘iyi’, V2 ve V3 hızlarında ise ‘orta’ seviyede iken ikizlenme oranına göre V1 ve V2 hızlarında ‘iyi’, V3 hızında ise ‘orta’ seviyededir. Ekim derinliği V3 hızında daha yüzeyseldir ve üç ilerleme hızında da makine üzerinde ayarlanan ekim derinliğinden (5 cm) daha düşüktür. Sıra üzeri bitki dağılımı düzgünlüğü bireysel ortalama ve hareketli aralık kontrol şemaları ve proses yeterlilik rosyosuna (Cr) göre değerlendirilmiştir. Buna göre V1 ve V2 hızlarında ekim işleminin kontrol altında olduğu, V3 ilerleme hızında ise ekim işleminin kontrol altında olmadığı belirlenmiştir. Ekim işlemini kontrol altına alabilmek için ekim makinasının çalışma performansını olumsuz etkileyen faktörler belirlenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Ekim kalitesinin kontrol altında olması optimum tohum kullanımı ve verim açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Ekim derinliği düzgünlüğü, Ekim kalitesi, İstatistiksel Proses Kontrolü, Mısır ekimi, Sıra üzeri dağılım düzgünlüğü

ABSTRACT

THE EFFECT OF FORWARD SPEED ON SOWING QUALITY IN GRAIN CORN CULTIVATION AND EVALUATION WITH STATISTICAL PROCESS CONTROL METHOD

Demir, Ahmet

Master's Thesis, Department of Biosystem Engineering

Advisor: Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ

August 2024, viii + 45 pages

This study, it was aimed to determine the effect of forward speed on the quality of the sowing process in grain corn cultivation and to evaluate it by the Statistical Process Control method in the producer's plots in Arifiye/Sakarya. In determining the quality of the sowing process, plant spacing uniformity, seeding depth uniformity, and ratio of plant emergence were used. The miss index, the multiple index, and acceptable plant spacing were determined for planting spacing uniformity on the row. It was obtained that there was not a statistically significant effect of the forward speed (3.6 km/h, 5.4 km/h, and 7.2 km/h) on the parameters. In the trial areas, plant emergence ratio values were 93.75% at V1 (3.6 km/h), 90.74% at V2 (5.4 km/h), and 90.74% at V3 (7.2 km/h) forward speed. As the forward speed increased, both the miss index and the multiple index increased, in contrast to the decrease of the acceptable plant spacing ratio value. It was determined that the quality of the sowing process was generally 'good' in the evaluation made according to the parameters of plant spacing uniformity in the row. Sowing quality was "good" at V1 speed and "medium" at V2 and V3 speeds according to the miss index and the acceptable plant spacing ratio values, while it was "good" at V1 and V2 speeds and "medium" at V3 speed according to the multiple index. The seeding depth is shallower at V3 speed, and it is lower than the sowing depth set on the machine (5 cm) at all three forward speeds. Plant spacing uniformity was evaluated according to individual and moving range control charts and process capability ratio (Cr). Accordingly, it was determined that the sowing process was under control at V1 and V2 speeds but not at V3 speed. To be able to control the sowing process, the factors that negatively affect the operating performance of the sowing machine must be detected, and the necessary precautions must be taken. Keeping sowing quality under control is essential for optimum seed use and yield.

Keywords: Seeding depth uniformity, Sowing quality, Statistical Process Control, Corn sowing, Plant spacing uniformity

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ETİK SÖZLEŞME.....	2
JÜRİ KABUL VE ONAY	3
ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
SİMGE ve KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	9
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1 Deneme alanı toprak özellikleri ve iklimi	17
3.1.2 Denemede kullanılan traktör ve tarım alet ve makinaları	19
3.1.3 Ölçü Aletleri	21
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Denemenin düzenlenmesi ve yürütülmesi.....	22
3.2.2. İlerleme hızının ve patinajın belirlenmesi	23
3.2.3. Toprak özelliklerinin belirlenmesi	24
3.2.4. Ekim kalitesinin belirlenmesi	24
3.2.5. Dane veriminin belirlenmesi	27
3.2.6. İstatistiksel analiz	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	28
4.1. Toprak Nem İçeriği ve Penetrasyon Direnci.....	28
4.2. Ekim Kalitesiyle İlgili Sonuçlar.....	29
4.3. Ekim kalitesinin istatistiksel proses kontrol yöntemi ile değerlendirilmesi.....	34
4.4. Dane Verimi Değerleri	38
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	39
6. KAYNAKLAR	41

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarının tekstürel özellikleri	18
Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının deneme başlangıcındaki bazı kimyasal özellikleri	18
Çizelge 3.3. Vejetasyon süresine (2022-2023) ait Sakarya ilinin bazı iklim verileri (MGM, 2024)	18
Çizelge 3.4. Denemede kullanılan traktöre ilişkin bazı teknik özellikler	19
Çizelge 3.5. Denemede kullanılan kulaklı pulluğa ilişkin bazı teknik özellikler	19
Çizelge 3.6. Denemede kullanılan tarla kültivatörüne ilişkin bazı teknik özellikler	19
Çizelge 3.7. Denemede kullanılan dişli tırmığa ilişkin bazı teknik özellikler	20
Çizelge 3.8. Denemede kullanılan frezeli ara çapa makinasına ilişkin bazı teknik özellikler	20
Çizelge 3.9. Denemede kullanılan ekim makinesine ait bazı teknik özellikler	20
Çizelge 3.10. Denemede kullanılan tarla pülverizatörüne ait bazı teknik özellikler	21
Çizelge 3.11. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü değerlendirme planı	25
Çizelge 3.12. Kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA), ikizlenme ve boşluk oranlarının değerlendirilmesi	25
Çizelge 4.1. Ekim öncesi ölçülen gravimetrik nem içeriği ve penetrasyon direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları	28
Çizelge 4.2. Toprak gravimetrik nem içeriği ve penetrasyon direnci değerlerine ait ortalama değerler	29
Çizelge 4.3. Tarla filiz çıkış derecesi, boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA) değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları	29
Çizelge 4.4. Ekim kalitesi parametrelerine ait varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 4.5. Tarla filiz çıkış derecesi ile sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü parametrelerine ait ortalama değerler ve değerlendirme sonucu	31
Çizelge 4.6. Ekim derinliği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları	32
Çizelge 4.7. Ekim derinliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları	32

Çizelge 4.8. Ekim makinası tekerleğindeki kayma değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları.....	33
Çizelge 4.9. Ekim makinası tekerleğindeki kayma değerlerine ait varyans analizi sonuçları	33
Çizelge 4.10. Ekim makinası tekerleğindeki kayma değerlerine ait ortalama değerler .	34
Çizelge 4.11. Farklı ilerleme hızları ile ekilen parsellerde ölçülen sıra üzeri bitkiler arası uzaklığa (cm) ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları.....	34
Çizelge 4.12. Ekim işlemi proses yeterliliği yeterlilik rosyosu (Cr) değerleri ve yorumu.....	38
Çizelge 4.13. Dane verimi değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları	38
Çizelge 4.14. Dane verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	38

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Deneme parseli	17
Şekil 3.2. Penetrograf.....	21
Şekil 3.3. Deneme planı.....	22
Şekil 3.4. Ekim İşlemi.....	23
Şekil 3.5. Ekim Kalitesi Verileri Toplama Çalışması.....	26
Şekil 4.1. Ekim derinliği değerleri.....	32
Şekil 4.2. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğüne ilişkin bireysel ortalama (χ) kontrol grafikleri.....	36
Şekil 4.3. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğüne ilişkin hareketli aralık (MR) grafikleri.....	37

SİMGE ve KISALTMALAR

Kısaltma	Açıklama
Cr	Yeterlilik rosyosu
FAO	Dünya Tarım Örgütü
GNİ	Gravimetrik Nem İçeriği
KEBA	Kabul Edilebilir Bitki Aralığı
LCL	Alt kontrol sınırı
LSL	Alt değerlendirme sınırı
MR	Hareketli Aralık
Öd	İstatistiksel olarak önemsiz değer
PD	Penetrasyon Direnci
SPC	İstatistiksel Proses Kontrolü
TFÇD	Tarla Filiz Çıkış Derecesi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UCL	Üst kontrol sınır
USL	Üst değerlendirme sınırı
χ	Ortalama/Orta çizgi
VK	Varyasyon Katsayısı

1. GİRİŞ

Ekim işlemleri bitkisel üretim için ana materyali meydana getirecek olan tohumları tohum yatağına bitkinin gereksinimleri doğrultusunda belirli bir derinliğe yerleştirip üzerini kapatma işlemi olarak tanımlanmaktadır (Kocabıyık ve ark., 2006).

Bitkisel üretimde kullanılan mekanizasyon sistemlerinde ürün verim ve kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan biri ekim işlemidir. Ekim işlemi ne kadar hassas olursa, hasat edilen ürünün kalitesi de o doğrultuda iyi olur. Hassas ekimde tohumların sıra üzerinde eşit şekilde dağılır, tohumların tohum yatağı içinde sıçraması ve aşırı tohum kullanımı önlenir. Bu da sıra üzeri boyunca yerleştirilecek tohum sayısına göre ekim makinasının kalibrasyonunu kolaylaştırır. Aynı zamanda, bitkilerin tekdüze çimlenmesi ve büyümesi, yabancı otların temizlenmesi ve hasat edilmesi gibi sonraki işlemlerin daha kolay ve daha ekonomik olmasını sağlar (Ahmadi ve ark., 2008).

Ekim kalitesi bitki dağılım düzgünlüğünü dolayısıyla verimi olumlu ya da olumsuz olarak etkilemektedir. Bunun yanında; bitkisel üretimde maliyet ve enerji tüketimi yönünden önemli bir girdi olarak tohumluğun sürdürülebilirlik açısından etkin kullanılması gerekmektedir (Özgöz ve ark., 2020).

Sıra üzeri bitki aralığı düzgünlüğü parametreleri olan ikizlenme oranı, boşluk oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı ile bitki sıralarındaki sapma oranı, ekim derinliği, ortalama çıkış süresi, çıkış oranı indeksi, tarla filiz çıkış derecesi ve ekim makinesi tekerleklerinin kayma oranı gibi parametreler ekim makinasının performansının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Anonim, 1999; Altıkat, 2011).

Mısır dünyada toplam 203.5 milyon hektarlık alana ekilirken 1.2 milyar ton üretim yapılmaktadır. Dünyada 43.1 milyon hektarla en fazla ekim alanına sahip ülke olan Çin iken ikinci sırada 32.0 milyon hektar ile Amerika Birleşik Devletleri yer almaktadır. Mısırın üretim miktarına bakıldığında ise 348.7 milyon ton ile ABD birinci, Çin 277.2 milyon ton üretim ile ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2022).

TÜİK verilerine göre Türkiye’de mısırın toplam ekim alanı 9.5 milyon dekar, üretim miktarı yaklaşık 9 milyon ton ve verim ise dekar başına 940 kg’dır. Güneydoğu Anadolu bölgesi ülkemizde en çok mısır ekim alanına sahip bölgemizdir. En çok ekim alanına sahip illerimiz ise Konya, Şanlıurfa ve Adana’dır. Üretim miktarı bakımından 2 milyon ton ile Konya ilk sırada yer alırken ikici sırada Şanlıurfa ve üçüncü sırada Adana gelmektedir. Çalışmamızı gerçekleştirdiğimiz Sakarya ilinin toplam mısır ekim alanı 305 717 dekar, Arifiye ilçesinin ise 8 400 dekardır. Sakarya ilinin üretim miktarı 248 081 ton Arifiye ilçesinin ise 6 899 tondur. İl geneli ortalama verim 811 kg/da, Arifiye ilçesinin ise 822 kg/da’dır (TÜİK, 2023).

Ekim kalitesi parametrelerinin standart değerleri ile ölçülen değerleri kıyaslanarak, ekim işleminin kalitesi belirlenmektedir. Bu amaçla, genellikle varyasyon katsayısı, ortalama ve standart sapma verileri kullanılmaktadır. Son yıllarda, ekim ve hasat gibi tarımsal işlemler bir süreç olarak kabul edilerek izlenmesi ve değerlendirilmesi için İstatistiksel Proses Kontrol yöntemi de kullanılmaktadır (Özgöz ve ark., 2020).

Küçük ölçekte de olsa tarım makinalarının performansını değerlendirmek veya kontrol etmek için İstatistiksel Proses Kontrolü (Statistical Proses Control, SPC), kullanılmaktadır. SPC, tarımda özellikle bireysel kontrol çizelgeleri veya Shewhart çizelgeleri kullanılarak daha yaygın hale gelmiştir. Bu grafikler belirli süreçlerin izlenmesi, sonuçların analiz edilmesi ve ardından süreç kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla karar alma süreçlerinin desteklenmesi için bir alternatiftir (Toledo ve ark. 2013; Zerbato ve ark., 2014). Bu nedenle, SPC uygulaması, proses değişkenliğini tespit edebilmesi, olası hataları ve süreç kalitesinde daha fazla iyileştirmeyi göstermesi tarımsal işlemler için temel bir adım olabilir (Voltarelli ve ark., 2014; Alcantara ve ark., 2017). İstatistiksel Proses Kontrolü, veri değişkenliğini azaltarak ve operasyon yönetimini iyileştirerek göstergelerin kalite düzeyini artırmaya yönelik bir seçenektir (Silva ve ark., 2013).

İstatistiksel proses kontrol (SPC) yöntemi, analiz etme, ölçme ve değerlendirme gibi sürecin her aşamasında istatistiğin kullanılması olarak tanımlanır. SPC, genel olarak izlenen bir süreçten alınmış ölçüm verilerine ve bu verilerin analiz edilmesi amacıyla geliştirilmiş grafiksel (bireysel ortalama ve hareketli aralık kalite grafikleri) metodlara

dayanmaktadır. Süreç kontrolünün en önemli amacı, başlamakta olan bir sorunu kısa bir sürede tespit etmek ya da karşılaşılan bir problemin yeniden meydana gelmesini önlemektir (Gümüšođlu, 2000).

Son zamanlarda bazı araştırmacılar, kalite göstergesi olarak değerlendirilen değişkenleri kullanarak süreçteki değişimi göstermek amacıyla tarımsal mekanizasyon alanında istatistiksel proses kontrolünü kullanmışlardır (Özgöz ve ark., 2020).

Özgöz ve ark. (2020) proses kontrolüne yönelik istatistiksel yöntemlerin ekim işleminin sürekli olarak iyileştirilmesi için mısır ekiminin kalitesinin değerlendirilmesine olanak sağlayacağını belirtmişlerdir. Buna göre; farklı popölasyon yoğunluklarının ve çalışma hızlarının bir fonksiyonu olarak hassas ekim makinesi ile mısır ekiminde tohumların sıra üzeri dağılımını niteliksel olarak değerlendirmek için istatistiksel proses kontrolünü (SPC) kullanmışlardır.

Sakarya ili Arifiye ilçesindeki üreticilerin dane mısır yetiştiriciliğinde uyguladıkları ekim işleminin kalitesinin belirlenmesini amaçlayan üretici arazisinde yürütölen bu tez çalışmasında ilerleme hızının ekim kalitesine etkisinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde istatistiksel proses kontrolü yönteminin kullanılması amaçlanmıştır. Bu amaçla; (1) Ekim kalitesi parametreleri ile ilgili ölçümlerin yapılması, (2) Elde edilen verilerin ilgili parametrelerin standart değerleriyle karşılaştırılması ve (3) İstatistik Proses Kontrol Yönteminin uygulanması hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Keskin (1982) hassas pancar ekim makinasıyla gerçekleştirilen ekim işleminde ekim kalitesini belirlemede, ekim derinliği ve sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne, ilerleme hızının etkisini araştırmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda ilerleme hızının ekim derinliği ve boşluk oranı açısından değişiklik ortaya çıkarmadığı, tohum dağılım düzgünlüğü ve ikizlenme kriterleri açısından olumsuz etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Singh ve Iqbal (1994), FMI (Farm Machinery Institute) ve AMRI (Agricultural Mechanization Research Institute) şeker kamışı ekim makinaları için çalışma hızını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda uygun hızın, FMI için 1.2 km/h ve AMRI için 2.65 km/h olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, ortalama iş kapasitelerin sırasıyla 1.04 ha/gün ve 1.68 ha/gün olduğunu belirtmişlerdir (Mandal ve Maji, 2008).

Özmerzi ve Karayel (1998) 6 km/h ilerleme hızında çizi kapatıcı tırmıkların, ekim kalitesi kriterlerinden sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü üzerine yapmış oldukları etkinin belirlenmesine yönelik çalışma sonucunda kullanılan çizi kapatıcıların toprağı kabartması sebebiyle tohumların sapma oranını arttırdığını, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ve derinliğine kayda değer bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Karayel ve Özmerzi (2001) hıyar ve kavun tohumları için farklı sıra üzeri mesafeler ve farklı ilerleme hızlarında gerçekleştirdikleri ekim işleminin tohum dağılım düzgünlüğüne etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak ekim kalitesinin en iyi; sıra üzeri mesafenin en çok olduğu (64 cm), ilerleme hızının ise denemede kullanılan 1.0 ve 1.5 m/s değerlerinde gerçekleştiği ortaya konmuştur.

Özmerzi (2002) iki farklı pnömatik tek dane ekim makinasıyla üç farklı ekim derinliğinde 6 km/h sabit hızda gerçekleştirmiş oldukları mısır ekiminde şu sonuçlara ulaşmışlardır. Ekim makinalarında optimum ekim derinliğinin 60 mm olduğu, ortalama çıkış süresinin en az olduğu derinlik değerinin ise 40 mm olduğunu bildirmişlerdir.

Ivancan ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada ilerleme hızının ekim kalitesini etkilediğini, bu yüzden standardı yüksek ekim yapabilmek için uygun makine ilerleme hızının seçilmesinin elzem olduğunu iletmişlerdir. Bu sebeple maydonoz tohumlarının ekiminde

yapmış oldukları çalışmayla ekim hızının artmasıyla sıra üzeri tohum aralığının arttığını ekim başarısının ise bunun tam zıttı olarak azaldığını ortaya koymuşlardır.

Altuntaş ve ark. (2007), buğday ve fiğ tohumlarının oluklu makaralı ekici düzenli ve balta gömücü ayaklı kombine ekim makinası ile farklı ekim normu ve ilerleme hızlarındaki sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılımlarını laboratuvar ortamında incelemişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda her iki tohum için de ekim normu ve ilerleme hızının artışıyla sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. Araştırmacıların ortaya koydukları veriler incelendiğinde araştırmaya konu olan tohumların ekiminde en iyi sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün düşük norm ve düşük ilerleme hızlarında olduğu ortaya konmuştur.

Karayel (2009), yaptığı çalışmada buğdayın ardından soya fasulyesi ve mısır ekiminde, modifiye edilmiş bir hassas vakumlu ekim makinesinin performansını 1.0, 1.5 ve 2.0 m/s makine ilerleme hızlarında incelemiştir. İlerleme hızının artması sonucunda hem mısır hem de soya fasulyesi tohumlarının ekim derinliği düzgünlüğü, ortalama çıkış süresi ve çıkış yüzdesinin azaldığını ve tohumların sıra üzeri dağılım hassasiyetinin ise arttığını ifade etmiştir. Hassas vakumlu ekim makinesi ile çift diskli gömücü ayağı modifiye etmesiyle sıra üzeri tohum dağılımı, ekim derinliği düzgünlüğü ve çıkış yüzdesinin 1.0 m/s makine ilerleme hızında en yüksek performansı gösterdiğini tespit etmiştir.

Altıkat (2011), çapa, diskli gömücü ve kanatlı çapa tip gömücü ayaklara sahip doğrudan ekim makinalarının dört değişik ilerleme hızında (0.75, 1.25, 1.75 ve 2.25 m/s) incelenmesinin; güç ile yakıt tüketimine, toprağın fiziksel özelliklerine, ekim performansı ve anız dağılımı ile bitki çıkışlarına olan etkilerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçların incelenen parametreleri olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. En iyi sonuçların çapa tip gömücü ayaklı ekim makinası ile en düşük ilerleme hızında olduğunu ortaya koymuştur.

Yalçın ve ark. (2013) çapa tipi ekim makinesine sahip üç farklı yerli vakumlu hassas ekim makinesinin laboratuvar ve tarla koşullarında ayçiçeği ekim performanslarını belirlemek ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla bu çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Makine performanslarını, laboratuvar da yapışkan bant testleri ekim kalitesini etkileyen parametreleri incelemişlerdir. Ekim makinesi performansları ise tarla koşullarında

yapılan testlerle sıra üzeri bitki dağılımı, TFÇD ve negatif patinaj değeri dikkate alınarak tespit edilmiştir. Bütün makinelerin "iyi" ekim kalitesine ulaştığı, buna karşın tarla koşullarında makine performanslarının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Tüm ekim makinelerinin bitki çıkışları ve negatif tekerlek kayma değerleri benzer olmasına rağmen, sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünün yalnızca bir ekim makinesinde hedeflenen ekim kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Voltarelli ve ark. (2014) istatistiksel süreç kontrolü kullanarak iki vardiyada makinalı şeker kamışı ekiminin agronomik performansını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Her iki vardiyadaki ekimi değerlendirerek, gece vardiyasının, ürün agronomik yönleriyle ilgili kalite göstergelerine göre gündüzden daha yüksek kalite gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Cortez ve ark. (2016), şeker kamışının ekim kalitesi, verimi ve üretim maliyetlerini etkilediğinden dolayı gündüz ve gece vardiyalarında şeker kamışı ekiminin kalitesini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Veriler tanımlayıcı istatistikler ve istatistiksel kalite kontrolü ile analiz edilmiştir. Gece vardiyası sırasında şeker kamışı makinalı ekimi yüksek kalite gösterirken, gündüz vardiyasında düşük ekim kalitesi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Lima ve ark. (2017) soya fasulyesi üretiminde maksimum kaliteye ulaşmak ve üretim sisteminin sürdürülebilirliğini artırmak için hasat sırasındaki niceliksel kayıpların en aza indirilmesi amacıyla bu çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Bu amaç doğrultusunda hasat işleminin kalitesini belirlemek için İstatistiksel Kalite Kontrol araçlarını kullanmışlardır. Biçerdöver makinesinin ilerleme hızının 5 km/h'den 7 km/h'e çıkarılmasının, mekanik hasat sisteminde daha yüksek ortalama kayıplara neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Yazgı ve ark. (2017), baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinelerinin mısır ekim performanslarını değerlendirmiştir. Laboratuvar ve tarla denemeleriyle makinelerin tohum dağılımı, bitki çıkışı, ekim derinliği düzgünlüğü, tekerlek patinaj oranları gibi performans kriterlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, diskli gömücü ayağa sahip makinelerin, baltalı tip makinelere göre daha yüksek kaliteyle ekim yaptığını bildirmişlerdir. Diskli makineler TFÇD ve ekim derinliği açısından daha uygunken tekerlek patinajı açısından da daha verimli olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma ile mısır ekiminde diskli tip makinelerin kullanımının daha uygun olduğunu ortaya

koyulmuştur. Ayrıca çalışmanın tüm bulgularına dayanarak sırt ekiminde disk tipi pulluklarla donatılmış ekim makinalarının kullanılmasının gerekliliğini bildirmişlerdir.

Paixao ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada istatistiksel süreç kontrolü yoluyla farklı biçimlerdeki parsellerde mekanize soya hasat operasyonunun kalitesini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Hasat sırasında gerçekleştirilen faaliyetler izlenmiş ve bu faaliyetler aracılığıyla kapasite ve hasat işlemi verimlilikleri hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler, kümülatif toplam kontrol şemaları (Cumulative Sum Chart, CUSUM) tipi şemaların kullanımını tercih edilerek istatistiksel süreç kontrolü yoluyla yapılmıştır. CUSUM kontrol şemalarının, istikrarsızlığı önlemede ve proses kalitesini korumada etkili olduğu gösterilmiştir.

Kazama ve ark. (2018) Brezilya'da pamuk hasadında gerçekleştirdikleri çalışmada 5 farklı hızın (5, 6, 7, 8 ve 9 km/h) toprak, bitki kayıplarını ve pamuk elyafının kalitesi üzerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. İncelenen hızların toprak ve bitkideki kayıpları veya pamuk elyafının kalitesini önemli ölçüde etkilemediğini ifade etmişlerdir. Hasat sistemi için ideal hızı belirlemenin zor olduğunu, daha yüksek tarla kapasitesi için daha yüksek hızlarda mekanizasyon önerilerine ihtiyaç duyulduğunu, daha düşük hızların ise hasatta daha az ürün kaybına neden olabileceğini bildirmişlerdir. Bu nedenle optimum hız için minimum kayıpla en yüksek işletme verimliliğinin hedeflenmesi gerektiğini aktarmışlardır.

Özgöz ve ark. (2020) Tokat/Kazova'da yer alan 10 farklı dane mısır üreticisinin arazisinde yaptıkları çalışmada, İstatistiksel Proses Kontrol yöntemini kullanarak ekim kalitesinin değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Öncelikle sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü boşluk oranı ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı değerlerine göre değerlendirilmiş ve incelenen arazilerde ekim işleminin kalitesinin 'Orta' ve 'Yetersiz' olduğunu belirtmişlerdir. Sıra üzeri bitki dağılımı ve ekim derinliği düzgünlüğünün SPC yöntemi ile değerlendirmek için her bir arazi için bireysel ortalama ve hareketli aralık kalite grafikleri oluşturmuşlar ve ekim sürecinin kontrol altında olmadığını göstermişlerdir.

Fanigliulo ve ark. (2022) mısır ve şeker pancarı ekiminde yapmış oldukları tarla denemeleri sırasında, farklı sayıda ekim ünitesine sahip üç pnömatik hassas ekim makinesinin üç farklı ekim hızı (5, 6.5 ve 8 km/h) koşulunda tohum dağılımı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda ilerleme hızının artmasının her iki üründe de tohum dağılım düzgünlüğü açısından olumsuz sonuçlara yol açtığını tespit etmişlerdir.

Perreria ve ark. (2023) yaptığı çalışmada, mısır tohumlarının sıra üzeri dağılımını, ekim işlemi sırasında farklı ekim normu ve ilerleme hızlarının bir fonksiyonu olarak niteliksel olarak değerlendirmeyi amaçlamışlardır. İstatistiksel proses kontrolünü gerçekleştirmek için ilerleme hızının, tohum dağılımının, ekim derinliğinin ve bitki çimlenmesinin etkisini değerlendirmek amacıyla ortalama ve açıklık kontrol grafikleri kullanılmıştır. İstatistiksel süreç kontrolünün kullanımının mısır ekim sürecinin davranışını belirlemek için etkili bir araç olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuçlara göre, 4.5 km/h'e yakın hızlarda mısır tohumlarının dağılımında normal aralıkların daha yüksek bir yüzdeye sahip olması nedeniyle bu hızlarda verimli bir ekim sürecine olanak sağladığı bildirilmiştir.

Santana ve ark. (2025) Brezilya'da manuel ve yarı mekanize olarak yönetilen iki kahve ekim alanında yaptıkları çalışmada İstatistiksel Proses Kontrolü (SPC) ve hava görüntüleri aracılığıyla ekim tekniklerini araştırmayı amaçlamışlar ve veriler Uzaktan Kumandalı Uçak (RPA) ile toplanmışlardır. Kalite kontrol çizelgeleri ve yoğunluk haritaları, bitkiler ve ekim sıraları arasındaki dağılım ve aralıklardaki değişiklikleri belirlemek için kullanılmıştır. Elle yapılan ekimin, aralıkların 0.5 m'den 0.48 m'ye düşürülmesi nedeniyle öngörülenden %4.7 daha geniş olduğu bulunmuştur. Yarı mekanize sistem, bitkiler arasında 0.55 m kullanılarak öngörülen ekim sistemine kıyasla %7'lik bir açık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yarı mekanize sistemde, üst ve alt sınırları aşan varyasyonlar olmasına rağmen değerlerin uygun eğilimde olduğunu, bu nedenle, sistemde yapılan ayarlamalar ile daha iyi performans alınabileceğini ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Deneme alanı toprak özellikleri ve iklimi

Deneme Sakarya ili Arifiye ilçesi Mollaköy mahallesinde, 2023 üretim sezonunda dane mısır yetiştiriciliği yapılan üretici arazisinde gerçekleştirilmiştir. Deneme, genişliği 200 m ve uzunluğu 300 m olan 6 da'lık bir tarlada, Pioner marka P2088 çeşidi dane mısır tohumu kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deneme parseli

Deneme alanı topraklarının, iki farklı toprak derinliğinden alınan örneklerin analizi sonucunda killi tınlı bir toprak bünyesine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Her iki toprak derinliğinden alınan toprak örneklerinin bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Deneme alanı topraklarının 0-10 cm derinlikteki organik madde içeriği

ve fosfor miktarı değerlerinin, 10-20 cm derinlikteki değerlere göre daha az olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarının tekstürel özellikleri

Derinlik	% Kil	%Silt	%Kum	Tekstür Sınıfı
0-10 cm	42	23	35	Killi tınlı
10-20 cm	41	22	37	Killi tınlı

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının deneme başlangıcındaki bazı kimyasal özellikleri

Derinlik	pH	Toplam Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Potasyum (kg/da)	Fosfor (kg/da)
0-10 cm	7.58	0.02	11.48	1.67	156.56	3.48
10-20 cm	7.16	0.02	11.63	4.40	150.80	4.01

Sakarya ilinin uzun yıllar (1951 – 2023) iklim verilerine göre ortalama sıcaklık değeri 14.7°C, ortalama maksimum sıcaklık 20.1°C, ortalama minimum sıcaklık 10.2°C, aylık toplam yağış miktarı ortalaması 846 mm, ortalama güneşlenme süresi ise 5.4 h'tir (MGM, 2024). Çalışmanın yürütüldüğü vejetasyon süresine (Kasım 2022-Ekim 2023) ait iklim verileri ise Çizelge 3.3'de verilmiştir. Toplam yağış 167.5 mm ile Haziran ayında maksimuma ulaşmıştır. En sıcak gün 39.4 °C ile Temmuz ayında, en soğuk gün -1.5 °C ile Şubat ayında yaşanmıştır. Aylık en yüksek ortalama nispi nem %78.2 ile Mart ve Ekim aylarında ölçülmüştür (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Vejetasyon süresine (2022-2023) ait Sakarya ilinin bazı iklim verileri (MGM, 2024)

Meteorolojik Veriler	AYLAR											
	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
ATY (mm)	21.3	37.2	19.0	76.9	90.1	90.0	61.0	167.5	73.6	33.5	10.7	111.8
AOS (°C)	14.1	11.6	9.9	7.6	10.5	13.9	16.5	21.6	25.2	26.0	22.0	18.1
AMAS (°C)	28.3	24.0	23.2	24.3	26.3	27.5	31.6	31.6	39.4	37.9	33.6	30.8
AMİS (°C)	4.0	0.0	1.1	-1.5	0.1	4.9	6.8	13.9	14.3	18.6	12.0	9.1
AONN (%)	72.0	74.1	71.1	71.0	78.2	71.6	77.4	77.0	67.7	73.8	71.8	78.2

ATY: Aylık toplam yağış (mm), AOS: Aylık ortalama sıcaklık. (°C), AMAS: Aylık maksimum sıcaklık. (°C), AMİS: Aylık minimum sıcaklık. (°C), AONN: Aylık ortalama nispi nem (%)

3.1.2 Denemede kullanılan traktör ve tarım alet ve makinaları

Denemede kullanılan traktör ve tarım alet ve makinalarına ait bazı teknik özellikler sırasıyla, Çizelge 3.4 – Çizelge 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan traktöre ilişkin bazı teknik özellikler

Özellik	
Marka/model	Başak Traktör / 16
Motor anma gücü (kW)	52.2
Silindir sayısı (adet)	4
Ağırlık (kg)	2800

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan kulaklı pulluğa ilişkin bazı teknik özellikler

Teknik Özellikler	
Gövde sayısı (adet)	5
Çatı yüksekliği (cm)	68
Kulak tipi	Orta dik
Toplam iş genişliği (cm)	135
İş derinliği (cm)	25
Ağırlık (kg)	390
Çalışma hızı (km/h)	2-6

Çizelge 3.6. Denemede kullanılan tarla kültivatörüne ilişkin bazı teknik özellikler

Teknik Özellikler	
Ayak tipi	Yarı yaylı
Uç demiri tipi	Kazayağı
Ayak sayısı (adet)	9
Ayaklar arası uzaklık (cm)	23.88
Toplam iş genişliği (cm)	215
İş derinliği (cm)	12
Ağırlık (kg)	250
Çalışma hızı (km/h)	4 - 7

Çizelge 3.7. Denemede kullanılan dişli tırmığa ilişkin bazı teknik özellikler

Teknik Özellikler	
Diş sayısı (adet)	60
Diş uzunluğu (cm)	20
Diş tipi	Kare kesitli
İş genişliği (cm)	280
İş derinliği (cm)	18
Ağırlık (kg)	400
Çalışma hızı (km/h)	5-7

Çizelge 3.8. Denemede kullanılan frezeli ara çapa makinasına ilişkin bazı teknik özellikler

Teknik Özellikler	
Toplam genişlik (cm)	300
Toplam uzunluk (cm)	100
Toplam yükseklik (cm)	150
Ayak ve uç demiri tipi	Sabit, kazayağı
Mil tipi	Yatay milli
Ünite sayısı (adet)	6 (kullanılan 4)
Bıçak tipi	L tipi
Ünite iş genişliği (cm)	24
İş derinliği (cm)	8
Ağırlık (kg)	610
Çalışma hızı (km/h)	2 - 5

Çizelge 3.9. Denemede kullanılan ekim makinesine ait bazı teknik özellikler

Özellikler	Ekim makinası
Traktöre bağlama düzeni	Askı
Ünite sayısı (adet)	4
Vakum basıncı (mbar)	70
Ekim derinliği (cm)	1-10
Ağırlık (kg)	1040

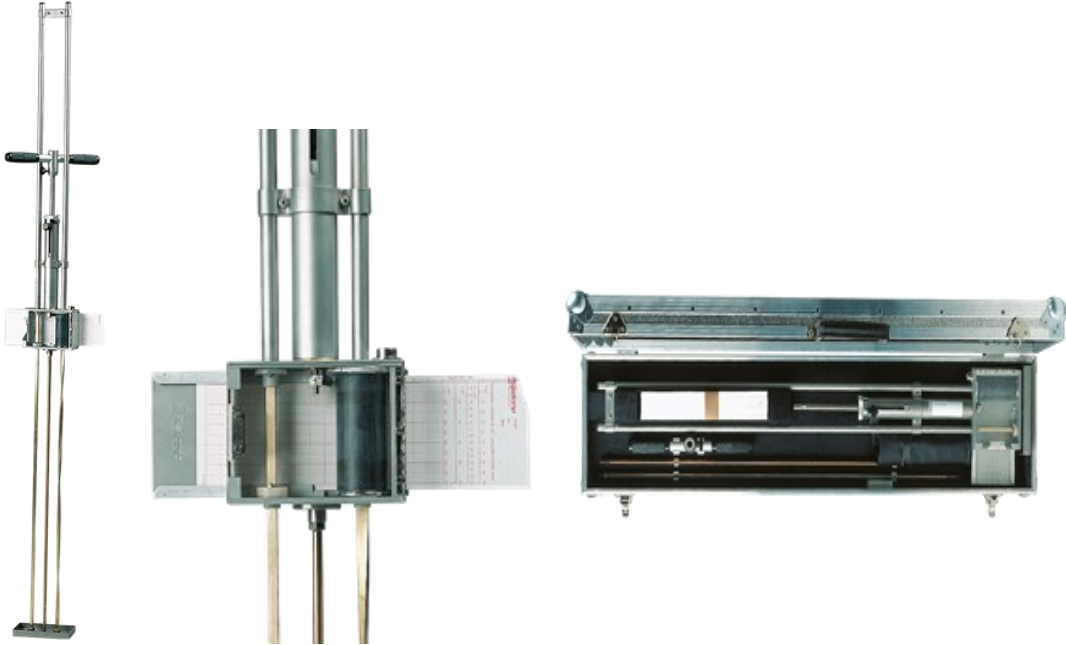
Çizelge 3.10. Denemede kullanılan tarla pülverizatörüne ait bazı teknik özellikler

Özellikler	
Depo Hacmi (lt)	600
Debi (lt/dk)	105
Basınç (mbar)	50
İlaçlama kolu (m)	12
Ağırlık (kg)	260

3.1.3 Ölçü Aletleri

Deneme parsellerinin ekim öncesindeki toprak penetrasyon direncinin ölçülmesinde analog, elle itmeli ve yazıcılı Eijkelkamp marka penetrograf kullanılmıştır. Penetrograf, 4 farklı konik uçla 80 cm derinlikte maksimum 5 MPa'a kadar okuma yapabilmektedir (Şekil 3.2).

Mısır bitkilerinin sıra üzeri mesafelerinin ve ekim derinliğinin ölçülmesinde şeritmetre kullanılmıştır. Mısır verim değerinin belirlenmesinde 110 kg ağırlığa kadar tartım yapabilen 0-100 g hassasiyetli Comak marka tartı kullanılmıştır.



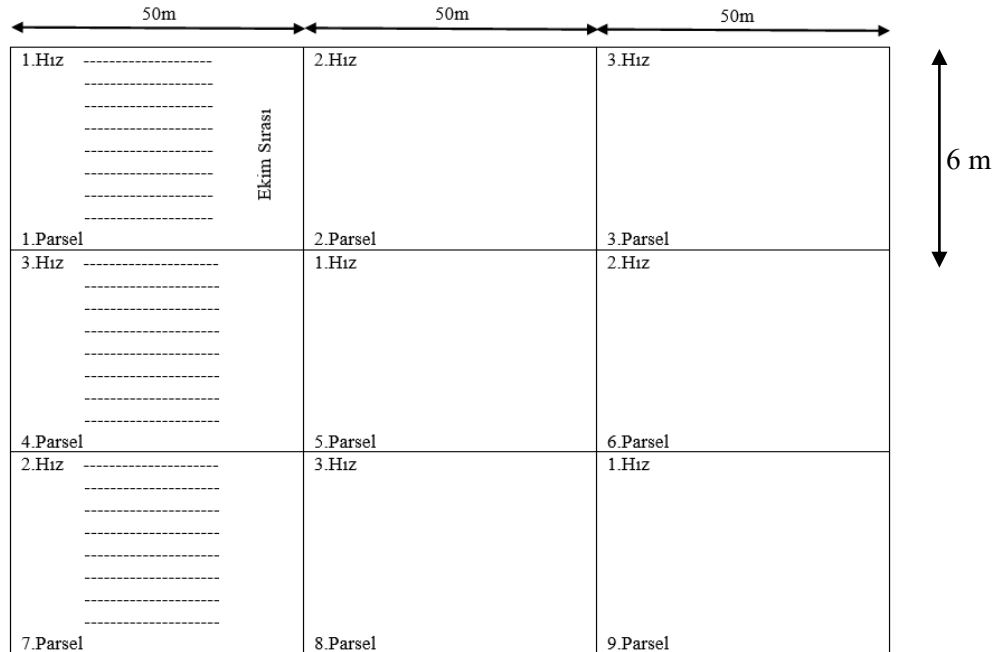
Şekil 3.2. Penetrograf

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin düzenlenmesi ve yürütülmesi

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Her bir deneme parselinin alanı 300 m² olup, toplam alan 300 x 9 = 2700 m²'dir. Her bir ilerleme hızı için üç tekrerrürlü olmak üzere 3 alt parsel oluşturulmuştur.

Deneme alanında geleneksel toprak işleme yöntemi uygulanmıştır. Sonbaharda kulaklı pullukla 25 cm derinlikte işleme yapıldıktan sonra ilkbaharda kültivatatörle 15 cm derinlikte ve dişli tırmıkla 10 cm derinlikte işleme yapılarak tohum yatağı hazırlığı tamamlanmıştır. Şekil 3.3'te verilen deneme planına göre 3.6 km/h, 5.4 km/h ve 7.2 km/h olmak üzere üç farklı ilerleme hızında ekim işlemi yapılmıştır (Şekil 3.4). Ekim işlemi her üç ilerleme hızında da 70 cm sıra arası ve 21 cm sıra üzeri mesafede 5 cm derinlikte yapılmıştır. Tüm parsellere ekimle birlikte 53 kg/da 20-20-0 taban gübresi uygulanmıştır. Çapa işlemi frezeli ara çapa makinası ile yapılmış ve çapa işlemiyle birlikte 43 kg/da üre (%46 azot) üst gübre uygulanmıştır. Deneme alanında yabancı ot ve zararlılara karşı 3 kg/da herbisit tarla pülverizatörü kullanılarak uygulanmıştır. Vejetasyon süresi boyunca sulama yapılmamıştır.



Şekil 3.3. Deneme planı



Şekil 3.4. Ekim İşlemi

3.2.2. İlerleme hızının ve patinajın belirlenmesi

Ekim işleminden önce ekim makinasının 50 m uzunluğunda şeritlerde 3.6 km/h, 5.4 km/h ve 7.2 km/h hızlarda çalışma hızlarını veren vites kademeleri ve gaz açıklığı değerleri belirlenmiştir. Deneme süresince belirtilen ilerleme hızlarında çalışılıp çalışılmadığı kontrol edilmiştir.

Ekim işleminin kalitesinin değerlendirilmesinde patinaj önemli bir faktördür. Önal (2006) ekim makinası tekerleğinde meydana gelen negatif patinaj (kayma) miktarı en çok %10 olduğunda ekim işlemi iyi olarak değerlendirilmektedir (Aykas ve ark., 2013). Ekim işlemi yapılırken herbir parselde ekim sırası boyunca ekim makinasının tekerlek devri sayılmış ve Eşitlik 1 kullanılarak patinaj değeri belirlenmiştir.

$$P = \left(\frac{ng - nt}{ng} \right) 100 \quad (1)$$

Eşitlikte P; patinaj (%), nt; ekim makinası tekerleğinin teorik devir sayısı (adet) ve ng; ekim makinası tekerleğinin gerçek devir sayısıdır (adet).

3.2.3. Toprak özelliklerinin belirlenmesi

Ekim işleminden önce toprak nem içeriğini belirlemek için deneme parsellerinden 0-10 cm ve 10-20 cm olmak üzere iki farklı derinlikten 3 tekrarlı olarak toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinin yaş ağırlıkları tartılmış ve örnekler etüvde 105°C'de 24 h süreyle kurularak kuru ağırlıkları tartılmıştır. Toprak örneklerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri kullanılarak gravimetrik nem içeriği belirlenmiştir.

Deneme alanı topraklarının ekim öncesindeki penetrasyon direncini belirlemek için elle itmeli penetrometre (Şekil 3.2) kullanılarak her parselde 3 tekrarlı olarak ölçümler yapılmıştır. Penetrometre ile 5 MPa'ya kadar 1 cm aralıklarla 80 cm derinlikte ölçüm yapılabilmektedir. Yapılan ölçümler doğrudan kâğıt üzerine yazılmaktadır. Penetrometre ile uç açısı 30 ° olan ve 1 cm², 2 cm², 3 1/3 cm² ve 5 cm² lik koni taban alanına sahip 4 farklı konik ucla ölçüm yapılabilmektedir. Denemede koni taban alanı 1 cm² olan konik uç kullanılmıştır. Ölçümlerde tavsiye edilen 2 cm/s daldırma hızında çalışılmıştır. Ölçüm noktalarında 0, 2.5, 5, 7.5 ve 10 cm derinliklerdeki değerlerin ortalaması 0-10 cm ve 12.5, 15, 17.5 ve 20 cm derinliklerdeki değerlerin ortalaması ise 10-20 cm derinlikteki ortalama penetrasyon direnci değeri olarak kullanılmıştır.

3.2.4. Ekim kalitesinin belirlenmesi

Sıra üzeri bitki dağılım düzensizliğini belirlemek için boşluk oranı, ikizlenme oranı, sıra üzeri bitki aralığı ve kabul edilebilir bitki aralığı değerleri (KEBA) dikkate alınmıştır. Ölçümler bitki çıkışı tamamlandıktan sonra yapılmıştır (Şekil 3.5). Sıra üzeri bitki dağılım düzensizliği ve tarla filiz çıkış derecesinin belirlenmesi için filizlenme sonrası her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 m uzunluğundaki 3 farklı ekim sıralarında çimlenen bitkiler sayılmış ve bu sıralardaki bitki aralıkları ölçülmüştür (Aykas ve ark., 2013). Ayrıca; çimlenen tüm bitki sayısı kullanılarak gerçekleşen ekim normu (kg/da) değeri belirlenmiş ve ayarlanan ekim normu (kg/da) ile karşılaştırılmıştır (Özgöz ve ark., 2020).

Sıra üzeri bitki dağılım düzensizliği Çizelge 3.11 (Önal, 2006) ve Çizelge 3.12'de görülen tek dane ekim kriterleri (Anonim, 1999) dikkate alınarak belirlenmiş ve verilen sıra üzeri

bitki dağılım düzgünlüğü değerlendirme planına göre yorumlanmıştır. Tarla filiz çıkış derecesinin (TFÇD) belirlenmesi için ise Eşitlik 2 kullanılmıştır (Önal, 2006).

$$TFÇD = ((N_x - N_o) / N_i) * 100 \quad (2)$$

Eşitlikte; N_x ; belirli sıra uzunluğunda tüm bitki aralıklarının toplam sayısı, N_o ; $0.5 * Z$ 'den küçük aralıkların toplam sayısı, Z ; teorik sıra arası mesafe ve N_i ; teorik toplam bitki sayısıdır.

Çizelge 3.11. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü değerlendirme planı

Sıra üzeri bitki aralığı	Tanım
$<0.5 Z/TFÇD$	İkizlenme oranı
$(0.5-1.5) Z/TFÇD$	Kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KEBA)
$>1.5 Z/TFÇD$	Boşluk oranı

Çizelge 3.12. Kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA), ikizlenme ve boşluk oranlarının değerlendirilmesi

KEBA, %	İkizlenme oranı %	Boşluk oranı %	Değerlendirme
>98.6	<0.7	<0.7	Çok iyi
$>98.6-≤98.6$	$≥0.7- <4.8$	$≥0.7- <4.8$	İyi
$≥82.3-90.4$	$≥4.8-≤7.7$	$≥4.8-≤10$	Orta
<82.3	>7.7	>10	Yetersiz

Ekim derinliği, Özmerzi ve Keskin (1983) tarafından önerilen çim boyu ölçüm yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla; çimlenme sonrası, her parselde sökülen 3 adet bitkinin tohum kalıntısı ile bitki üzerindeki yeşilden beyaza geçiş sınırı arasında kalan mesafe ölçülmüştür (Kuş, 2014). Ekim derinliğindeki değişim ise %CV olarak verilmiştir (Aykas ve ark., 2013). Ekim derinliği dağılımında varyasyon katsayısının eşik değeri %20 olarak alınmıştır (Önal, 2006).



Şekil 3.5. Ekim Kalitesi Verileri Toplama Çalışması

Ekim kalitesinin değerlendirilmesinde İstatistiksel Proses Kontrolü yaklaşımında sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığı bireysel ortalama (\bar{x}) ve hareketli aralık (MR) şemaları kullanılarak değerlendirilmiştir (Çelik, 2015). Kontrol şemaları normal dağılıma dayanmakta ve değişkenin standart sapmasına (σ) göre hesaplanmaktadır. Şemalarda, Eşitlik 3, 4 ve 5'te gösterildiği gibi hesaplanan orta çizgi (OÇ) ile üst ve alt kontrol sınırları (UCL ve LCL) yer almaktadır (Birgören, 2015; Alcantara ve ark., 2017).

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma \quad (3)$$

$$OÇ = \bar{x} \quad (4)$$

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma \quad (5)$$

Sürecin kontrol altında olma şartları aşağıdaki gibidir. Buna göre;

1. Ölçüm noktaları üst ve alt kontrol sınırlarının dışında olmamalı,
2. Orta çizginin altında ve üstünde olan ölçüm noktası sayısı yaklaşık olarak eşit olmalı,
3. Noktaların büyük çoğunluğu orta çizgiye yakın olmalı ve
4. Rastgeleliği bozan bir desen (artış yada azalış trendi gibi) göze çarpmamalıdır (Cortez ve ark., 2016; Birgören, 2015).

Kontrol şemaları üzerinde incelenen kalite parametreleriyle ilgili ölçülen tüm değerlerin kontrol sınırları içerisinde olup olmadığı kontrol edilmiştir. Ölçüm değerlerinin tümü kontrol sınırları içerisinde ise ekim sürecinin kontrol altında olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca, proses yeterliliği için yeterlilik rosyosu (Cr) %75 veya daha az olmalıdır (Garrity, 1990).

3.2.5. Dane veriminin belirlenmesi

Verim değerlerini belirlemek için her parselden 2'şer metre uzunluğundaki 3 farklı sıradan bitki koçanları danelenerek tartılmıştır. Elde edilen dane ağırlığı hektardaki verime (kg/ha) dönüştürülmüştür (Bodur, 2008).

3.2.6. İstatistiksel analiz

Başlangıçta tanımlayıcı istatistikler kullanılarak; örnek sayısı, ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık değerleri ve verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Varyans analizi ve istatistiksel proses kontrolü ile ilgili analizlerde normal dağılım gösteren veri setleri kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Nem İçeriği ve Penetrasyon Direnci

Ekim öncesi ölçülen gravimetrik nem içeriği ve penetrasyon direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Her bir parametreye ait çarpıklık değerleri +1 ile -1 arasında olduğundan veriler normal dağılım göstermektedir (Günel ve ark., 2015). Upchurch ve ark. (1988), Wilding ve ark. (1994) ve Mulla ve McBratney (2000) toprak özelliklerindeki değişkenliği; % varyasyon katsayısı (VK)<15 olduğunda az değişken, 16 ile 35 arası olduğunda orta derecede değişken ve >36 olduğunda ise yüksek derecede değişken olarak sınıflandırmışlardır (Akbaş, 2004). Buna göre; 0-10 cm derinlikteki gravimetrik nem içeriği orta derecede, penetrasyon direnci değerleri yüksek derecede değişken iken 10-20 cm’de gravimetrik nem içeriğinin az, penetrasyon direncinin ise orta derecede değişken olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Ekim öncesi ölçülen gravimetrik nem içeriği ve penetrasyon direnci değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	VK (%)	Çarpıklık	Basıklık
0-10 cm							
GNİ (%)	12.62	26.60	19.45	3.19	16.38	0.087	1.344
PD (MPa)	0.14	1.02	0.48	0.25	51.73	0.720	-0.365
10-20 cm							
GNİ (%)	22.74	30.81	27.35	1.76	6.43	-0.511	0.936
PD (MPa)	0.70	1.70	1.10	0.27	24.55	-0.335	1.163

GNİ: Gravimetrik nem içeriği, PD: Penetrasyon direnci, VK: Varyasyon katsayısı

Ortalama penetrasyon direnci değerleri 0-10 cm ve 10-20 cm derinlikte sırasıyla 0.39 – 0.64 MPa ve 1.08 – 1.13 MPa değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Bitki köklerinin toprakta hareket yeteneklerinin, bitki gelişiminin, veriminin ve toprak sıkışmasının bir göstergesi olarak penetrasyon direnci kullanılmaktadır. Bitki kök gelişimi için sınır penetrasyon direnci değeri toprak işleme sistemlerine göre değişmektedir (Ehlers ve ark., 1983). Sınır penetrasyon direnci değerinin Hakansson ve Lipiec (2000) 3 MPa, Vepraskas ve Wagger (1989) ve Tapela ve Colvin (1998) ise 3.5 MPa olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre; deneme alanı topraklarının ortalama penetrasyon direnci değeri bitki kök gelişimini sınırlayan değer olarak kabul edilen 3 MPa’dan oldukça düşüktür.

Çizelge 4.2. Toprak gravimetrik nem içeriği ve penetrasyon direnci değerlerine ait ortalama değerler

Derinlik (cm)	Parsel	Geravimetrik Nem İçeriği (%)	Penetrasyon Direnci (MPa)
0-10	P1	19.56	0.39
	P2	20.10	0.42
	P3	18.85	0.64
10-20	P1	26.72	1.08
	P2	27.74	1.08
	P3	27.66	1.13

P1: Ekimde 3.6 km/h ilerleme hızının uygulandığı parsel, P2: Ekimde 5.4 km/h ilerleme hızının uygulandığı parsel, P3: Ekimde 7.2 km/h ilerleme hızının uygulandığı parsel.

4.2. Ekim Kalitesiyle İlgili Sonuçlar

Tarla filiz çıkış derecesi ve sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünü belirlemek için çimlenmeden sonra, tesadüfi olarak belirlenen 10 m uzunluğundaki 3 sırada çimlenen bitki sayısı ve bitkiler arası uzaklıklar değerlendirilmiştir. Öncelikle tarla filiz çıkış derecesi, ile sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü belirlemek için kullanılan boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı değerleri (KEBA) için tanımlayıcı istatistik yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çarpıklık değerleri +1 ile -1 arasında olduğunda veri setlerinin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir (Günel ve ark., 2015). Buna göre; tarla filiz çıkış derecesi, boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı değerleri normal dağılım göstermektedir.

Çizelge 4.3. Tarla filiz çıkış derecesi, boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı (KEBA) değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları

Parametre	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Stdart Sapma	VK (%)	Çarpıklık	Basıklık
TFÇD (%)	27	81.25	97.92	91.74	4.27	4.65	0.722	0.124
Boşluk oranı (%)	27	0	13.04	5.24	3.92	74.81	0.415	-0.633
İkizlenme oranı (%)	26	0	8.16	3.06	2.66	86.93	0.313	-1.097
KEBA (%)	27	69.57	97.83	89.20	6.79	7.61	-0.891	1.036

TFÇD: Tarla filiz çıkış derecesi, KEBA: Kabul edilebilir bitki aralığı, VK: Varyasyon katsayısı, N: Örnek sayısı.

İlerleme hızının tarla filiz çıkış derecesi ve sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünü gösteren parametreler üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi

sonuçlarına göre, ilerleme hızının tarla filiz çıkış derecesi, boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Ortalama değerler incelendiğinde tarla fiziliz çıkış derecesinin 3.6 km/h ilerleme hızının uygulandığı parsellerde daha yüksek (%93.75) olduğu görülmektedir. Diğer parsellerde ise tarla filiz çıkış derecesi değeri %90.74'tür. Benzer şekilde ilerleme hızı arttıkça boşluk oranı (%4.23 - %5.57) ile ikizlenme oranı (%2.43 - %5.13) artmış ve kabul edilebilir bitki aralığı değerleri (%91.15 - %86.93) ise azalmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4. Ekim kalitesi parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

Parametre		sd	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
TFÇD	Gruplar arası	2	54.381	27.190	1.559	0.231 ^{öd}
	Gruplar içi	24	418.594	17.441		
	Toplam	26	472.975			
Boşluk oranı	Gruplar arası	2	13.763	6.882	0.428	0.657 ^{öd}
	Gruplar içi	24	385.781	16.074		
	Toplam	26	399.545			
İkizlenme oranı	Gruplar arası	2	8.871	4.435	0.607	0.553 ^{öd}
	Gruplar içi	23	167.930	7.301		
	Toplam	25	176.800			
KEBA	Gruplar arası	2	81.139	40.659	0.871	0.744 ^{öd}
	Gruplar içi	24	1117.369	46.557		
	Toplam	26	1198.507			

TFÇD: Tarla filiz çıkış derecesi, KEBA: Kabul edilebilir bitki aralığı, sd: Serbestlik derecesi, öd: İstatistiksel olarak önemsiz değer.

Hacıseferoğulları (2005) kaplanmış ve kaplanmamış şeker pancarı tohumları ile yaptığı çalışmada ilerleme hızının artmasıyla tarla filiz çıkış derecesi ve boşluk oranının arttığını, ikizlenme oranında belirgin bir değişim olmadığını ve KEBA değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Çalışmada kullandığımız hızlarla mısır ve soya fasulyesi ekim yapan Karayel (2009), çalışmasında ilerleme hızı arttıkça tarla filiz çıkış derecesinin azaldığını ve 1 m/s ile 1.5 m/s ilerleme hızlarının sıra üzeri dağılım uniformluğu açısından kabul edilebileceğini belirtmiştir. Kuş (2014) artan ilerleme hızıyla ikizlenme ve boşluk oranının arttığını tespit etmiştir.

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünü veren parametreler Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12'e göre değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5'te verilmiştir. Boşluk oranı değerleri ilerleme hızı arttıkça kötüleşmiş ve V1 hızında iyi olan boşluk oranı V2 ve V3 hızlarında orta olarak derecelendirilmiştir. İkizlenme oranı değerlerinin V1 ve V2 hızlarında değerlendirme derecesinin 'İyi', V3 hızında ise 'Orta' olduğu belirlenmiştir. KEBA değeri ise V1 ilerleme hızında 'İyi' değerlendirme derecesinde iken V2 ve V3 hızlarında değerlendirme derecesinin 'Orta' olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar deneme alanlarında yapılan ekim işlemindeki kalitenin 'İyi/Orta' derecede olduğu anlamına gelmektedir (Çizelge 4.5). Literatürde de elde ettiğimiz sonuca benzer sonuçlar elde edilmiştir. İlerleme hızındaki artışla sıra üzeri ekim düzgünlüğünü olumsuz etkilenmekte (Haciseferoğulları, 2005; Karayel, 2009; Yazgı, 2013) ve ekim hızındaki artışla sıra üzeri mesafe artarak ekim performansı bozulmaktadır (İvancan ve ark., 2004). Farklı toprak işleme sistemleriyle hazırlanmış tohum yatağında, farklı tohum düşme yükseklikleri ve ilerleme hızının ekim kalitesine etkisinin incelendiği çalışmada ilerleme hızının artmasıyla mısır ve ayçiçeği tohumlarının sıra üzeri dağılımı istatistiksel olarak önemli bir şekilde bozulmuştur (Kuş, 2014).

Çizelge 4.5. Tarla filiz çıkış derecesi ile sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü parametrelerine ait ortalama değerler ve değerlendirme sonucu

İlerleme Hızı	TFÇD (%)	Boşluk Oranı		İkizlenme Oranı		KEBA	
		(%)	Değerlendirme	(%)	Değerlendirme	(%)	Değerlendirme
V1	93.75	4.23	İyi	2.43	İyi	91.15	İyi
V2	90.74	5.72	Orta	2.98	İyi	89.51	Orta
V3	90.74	5.57	Orta	5.13	Orta	86.93	Orta

TFÇD: Tarla filiz çıkış derecesi, KEBA: Kabul edilebilir bitki aralığı, V1= 3.6 km/h, V2= 5.4 km/h, V3= 7.2 km/h

Ekim derinliği değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistik analizi sonuçlarına göre üç ilerleme hızı birlikte değerlendirildiğinde ekim derinliğinin 3.7 cm ile 5.5 cm arasında değiştiği ve ortalama 4.79 cm olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6). İlerleme hızının ekim derinliğine etkisini incelemek için yapılan varyans analiz testine göre, ilerleme hızının ekim derinliğine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6. Ekim derinliği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları

Parametre	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Stdart Sapma	VK (%)	Çarpıklık	Basıklık
Ekim derinliği (cm)	27	3.7	5.5	4.79	0.42	8.77	-0.378	0.569

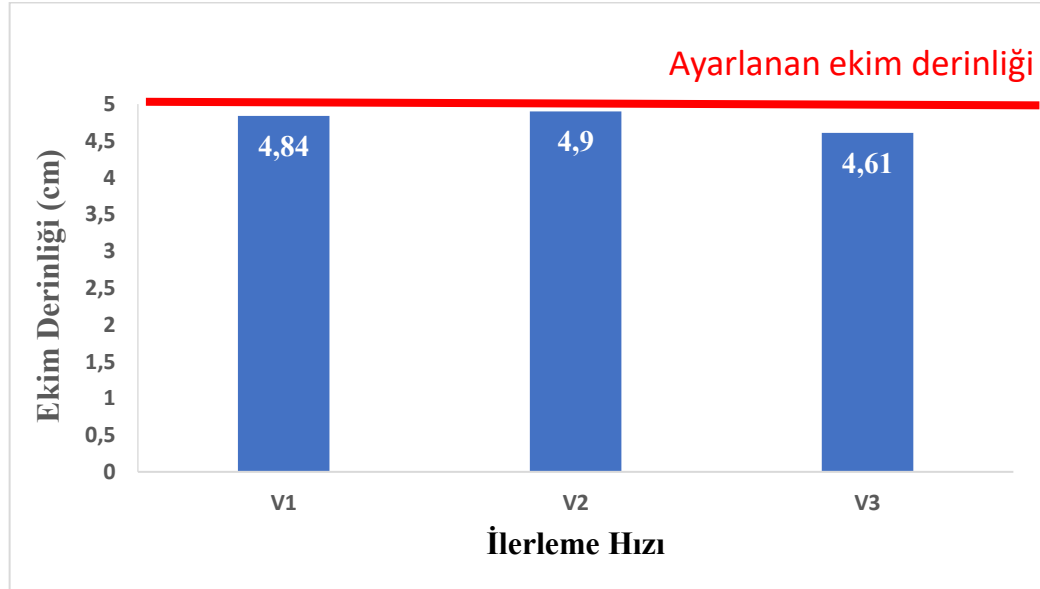
N: Örnek sayısı, VK: Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.7. Ekim derinliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Parametre	sd	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi	
Gruplar arası	2	0.423	0.211			
Ekim Derinliği	Gruplar içi	24	4.171	0.174	1.217	0.314 ^{öd}
Toplam	26	4.594				

sd: Serbestlik derecesi, öd: İstatistiksel olarak önemsiz değer.

Ekim derinliğindeki değişimin tüm deneme alanı için %8.77 varyasyon katsayısı değeri ile az değişken olduğu ve sınır varyasyon katsayısı değeri olarak kabul edilen %20 değerinden (Önal, 2006) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna göre ekim derinliği bakımından üç ilerleme hızında da başarılı bir ekimin yapıldığı anlaşılmaktadır. En yüksek ilerleme hızında gerçekleşen ekim derinliğinin daha yüzeysel olduğu, ayarlanan ekim derinliğine en yakın ekimin V2 ilerleme hızında gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Ekim derinliği değerleri (V1= 3.6 km/h, V2=5.4 km/h, V3= 7.2 km/h)

Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde Karayel (2009) ilerleme hızının 3.6 km/h'ın 7.2 km/h'e çıkması ile ekim derinliğindeki üniformluğun bozulduğunu ve hızın

artmasıyla ekim derinliğinin azaldığını belirtmiştir. Benzer şekilde Kuş (2014)'de yaptığı çalışmada ilerleme hızının artmasıyla mısır tohumlarının ekim derinliğinin azaldığını ifade etmiştir.

Deneme alanında ekim makinası tekerleğinde meydana gelen ortalama kayma (negatif patinaj) değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çarpıklık değerlerine göre normal dağılım gösteren kayma değerlerine uygulanan tek yönlü varyans analizi ilerleme hızının kayma değerleri üzerine istatistiksel olarak $P<0.01$ seviyesinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.9). Buna göre ilerleme hızları arasındaki farklılığı görmek için DUNCAN çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma testi sonucunda ilerleme hızlarının istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. V1, V2 ve V3 hızlarında kayma (negatif patinaj) değerleri sırasıyla %3.43, 5.22 ve 7.85 olarak gerçekleşmiştir. Ekim makinası ilerleme hızlarının artması makine tekerleğinde kayma değerlerinin artmasına yol açmıştır. Üç ilerleme hızında da ölçülen ortalama kayma değerleri %10 referans değerinden daha düşüktür (Çizelge 4.10). Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde Ünal ve ark. (2016) çiflik gübresi dağıtma makinasının ilerleme hızının artmasıyla patinaj değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Aykas ve ark. (2013) Konya ve İzmir bölgelerinde mısır ekiminde kullanılan balta tipi gömücü ayağa sahip 4 farklı ekim makinasının tekerleğinde meydana gelen kayma oranının elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde %10 referans değerinden düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.8. Ekim makinası tekerleğindeki kayma değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları

Parametre	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Stdart Sapma	VK (%)	Çarpıklık	Basıklık
Kayma (%)	9	2.72	8.49	5.50	2.02	36.73	0.218	-1.290

Çizelge 4.9. Ekim makinası tekerleğindeki kayma değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Parametre	sd	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi	
Gruplar arası	2	29.746	14.873			
Kayma (%)	Gruplar içi	23	2.738	0.456	32.591	0.001**
	Toplam	25	32.484			

** : İstatistiksel olarak $P<0.01$ seviyesinde önemli.

Çizelge 4.10. Ekim makinası tekerleğindeki kayma değerlerine ait ortalama değerler

Ekim makinası ilerleme hızı	Makine tekerleğindeki kayma (%)*
V1	3.43 c
V2	5.22 b
V3	7.85 a

V1=3.6 km/h, V2= 5.4 km/h, V3= 7.2 km/h, *: Sütunda gösterilen harfler arasında istatistiksel olarak P<0.01 seviyesinde önemli bir farklılık vardır.

4.3. Ekim kalitesinin istatistiksel proses kontrol yöntemi ile değerlendirilmesi

Farklı ilerleme hızları ile ekilen parsellerde ölçülen sıra üzeri bitkiler arası uzaklığa (cm) ait tanımlayıcı istatistik sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Her bir ilerleme hızı için sıra üzeri bitki aralığı değerlerine ait çarpıklık değerleri +1 ile -1 arasında olduğundan veriler normal dağılım göstermektedir (Günel ve ark., 2015). Ortalama sıra üzeri bitkiler arası mesafe değerlerine bakıldığında V1, V2 ve V3 hızları için sırasıyla 22.04 cm, 22.31 cm ve 22.32 cm olduğu görülmektedir. Varyasyon katsayı değerleri her üç ilerleme hızındaki değişimin az olduğunu ve en yüksek hız olan 7.2 km/h ilerleme hızında değişkenliğin daha yüksek olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Farklı ilerleme hızları ile ekilen parsellerde ölçülen sıra üzeri bitkiler arası uzaklığa (cm) ait tanımlayıcı istatistik sonuçları

İlerleme Hızı	N	Min.	Mak.	Ort.	Std.Sap.	VK (%)	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk testi önem (P) değerleri*
V1	47	15.56	27.11	22.04	2.18	9.89	0.074	0.007	0.200
V2	44	16.50	27.00	22.31	2.13	9.55	-0.573	0.283	0.187
V3	48	15.44	29.56	22.32	2.59	11.62	-0.046	1.054	0.200

*: P değerleri 0.05’den büyük olduğunda veri normal dağılım gösteriyor. N: Örnek sayısı, Min.: minimum değer, Mak.: Maksimum değer, Ort.: Ortalama değer, Std.Sap.: Standart Sapma, VK: Varyasyon katsayısı, V1=3.6 km/h, V2= 5.4 km/h, V3= 7.2 km/h

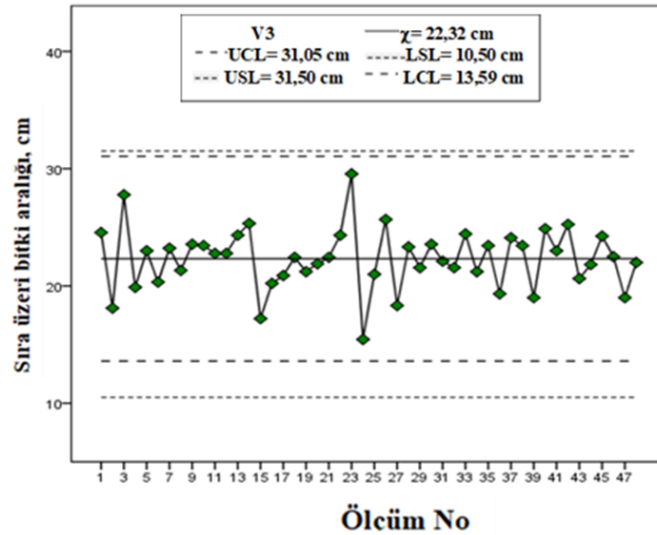
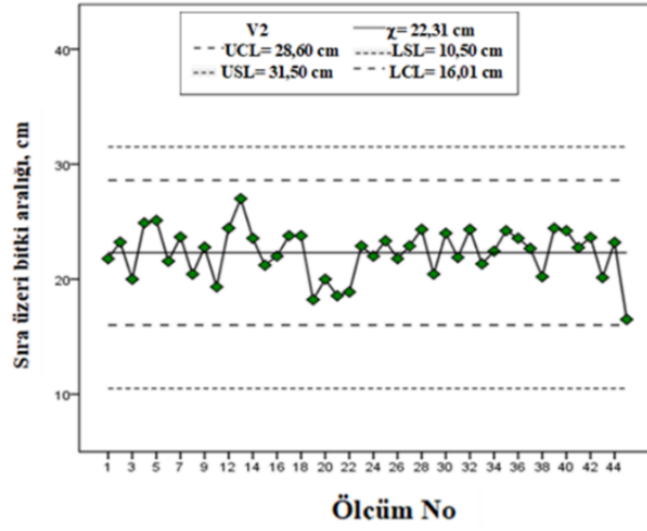
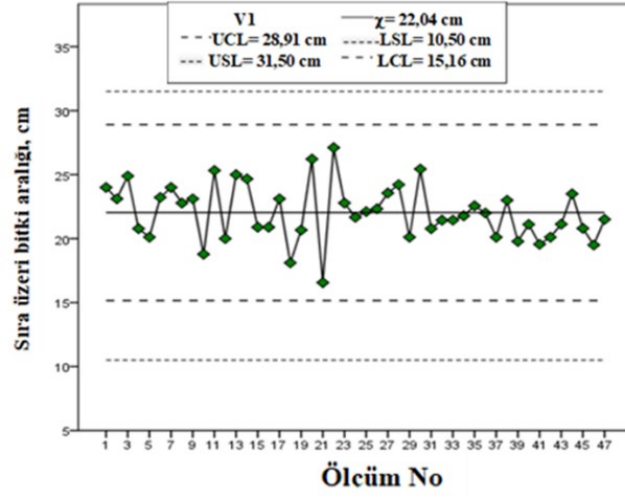
İstatistiksel proses kontrol teknikleri sürecin kontrol altına alınması ve değişkenliklerin etkisi ile sürecin kontrol dışına çıkma nedenlerinin belirlenerek elimine edilmesine imkan tanır (Aydın ve Arıkan Kargı, 2018). Voltarelli ve ark. (2013) bir süreç olarak düşünüldüğünde ekim işlemine, ekim kalitesini etkileyen faktörlerin etkisinin olup olmadığını doğrulamak amacıyla ‘Bireysel’ ve ‘Hareketli Aralık’ şemaları kullanılabileceğini belirtmektedir.

Sürecin kontrol altında olduğunu ifade edebilmek için kontrol sınırlarının üstünde nokta olmamalı, noktaların yarısı orta çizgi (χ)’nin altında yarısı χ ’nin üstünde olmalı,

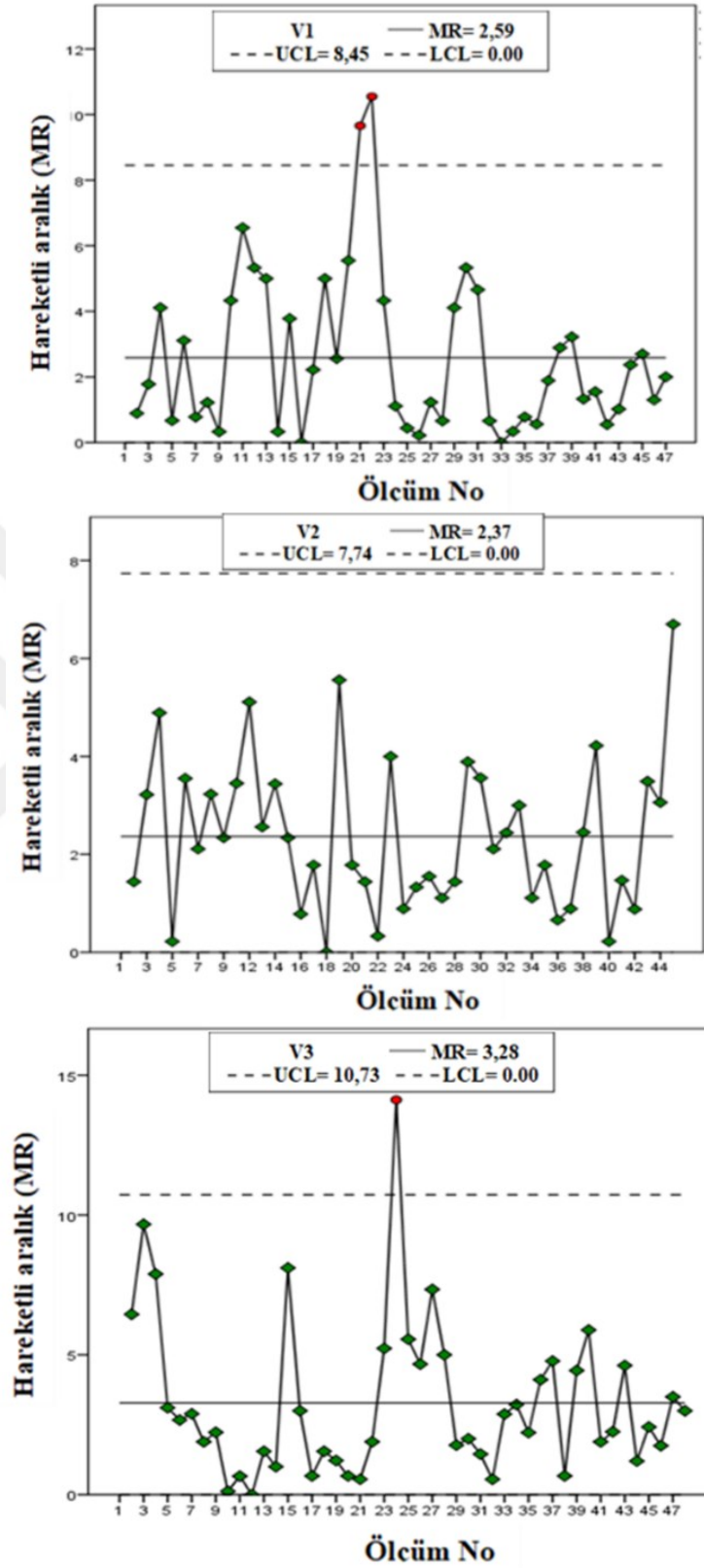
noktaların büyük kısmı χ 'e yakın olmalı ve artış veya azalış trendi gibi rastgeleliği bozan sistematik davranış olmamalıdır (Birgören, 2015).

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünün bir göstergesi olarak sıra üzeri bitkiler arası uzaklığın her bir deneme alanındaki durumu bireysel ortalama (Şekil 4.2) ve hareketli aralık şemaları üzerinde değerlendirilmiştir (Şekil 4.3). Bireysel kontrol şemaları üzerinde; ortalama bitkiler arası aralık, üst kontrol sınırı (UCL), alt kontrol sınırı (LCL), üst değerlendirme sınırı (USL) ve alt değerlendirme sınırı (LSL) değerleri verilmiştir. UCL ve LCL değerleri sırasıyla Eşitlik 3 ve Eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda üst değerlendirme sınırı olarak makine üzerinde ekim öncesi ayarlanan sıra üzeri mesafenin 1.5 katı, alt değerlendirme sınırı olarak ise 0.5 katı alınmıştır (Özgöz ve ark., 2020).

Bireysel ortalama kontrol şemaları incelendiğinde, her bir ilerleme hızında dağılım desenlerinin oluştuğu ve tüm parsellerde üst ve alt kontrol sınırları ile değerlendirme sınırlarının aşılmadığı, hareketli aralık grafikleri değerlendirildiğinde ise V1 ve V3 ilerleme hızında üst ve alt kontrol sınırlarının aşıldığı görülmektedir. Bu durum ekim sürecinin V1 ve V3 ilerleme hızında kontrol altında olmadığını, V2 ilerleme hızında ise kontrol altında olduğunu göstermektedir. Bu sonuca göre; V1 ve V3 ilerleme hızlarında ekim kaitesini bozan yani sürecin kontrol dışına çıkmasına neden olan faktörler değerlendirilerek süreç kontrol altına alınmalıdır. Noktaların yaklaşık yarısının ortalama çizgisinin üzerinde yarısının altında olması beklenmektedir (Cortez ve ark., 2016; Birgören, 2015). Bireysel ortalama kontrol şemalarında V1 hızında ortalamanın altında kalan noktalar, V2 ve V3 hızlarında ise ortalama çizgisinin üzerinde kalan noktalar daha fazladır. Her üç ilerleme hızında da noktaların büyük kısmının ortalamaya yakın olmasına rağmen V1 ilerleme hızında 21 ile 25 nolu ölçümler ve V3 hızında ise 21 ile 23 nolu ölçümler arasında ortalamadan sapmanın daha fazla olduğu görülmektedir. Sürecin kontrol altında olma şartlarından bir diğeri de rastgeleliği bozan bir desenin olmamasıdır (Cortez ve ark., 2016; Birgören, 2015). Buna göre; V1 ve V3 hızları için hazırlanan bireysel ortalama kontrol şemalarında bazı ölçüm noktaları arasında artış eğilimi görülse de süreç bu eğilimde kalmadığı için kayma deseni oluşmamıştır (Birgören, 2015) (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3).



Şekil 4.2. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğüne ilişkin bireysel ortalama (\bar{x}) kontrol grafikleri (\bar{x} : Ortalama/Orta çizgi, UCL: Üst kontrol sınırı, USL: Üst değerlendirme sınırı, LCL: Alt kontrol sınırı, LSL: Alt değerlendirme sınırı, V1= 3.6 km/h, V2= 5.4 km/h, V3= 7.2 km/h)



Şekil 4.3. Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğüne ilişkin hareketli aralık (MR) grafikleri (UCL: Üst kontrol sınırı, LCL: Alt kontrol sınırı, V1= 3.6 km/h, V2= 5.4 km/h, V3= 7.2 km/h)

Ekim işlemi prosesinin kontrol altında olup olmadığı yeterlilik rosyosunun (Cr) 0.75'ten büyük olup olmamasına göre de (Garrity, 1990) değerlendirilmiştir. Çizelge 4.12'de verilen yeterlilik rosyosu değerine göre V1 ve V2 ilerleme hızları için sırasıyla 0.66 ve 0.60 olarak elde edilen Cr değerleri 0.75'ten küçük olduğu için süreç kontrol altında, V3 ilerleme hızında elde edilen Cr değeri (0.83) ise 0.75'ten büyük olduğu için süreç kontrol altında olmadığı şeklinde yorumlanmıştır.

Çizelge 4.12. Ekim işlemi proses yeterliliği yeterlilik rosyosu (Cr) değerleri ve yorumu

Kapasite indisi	İlerleme hızı	İndis değeri	Yorum
Cr	V1	0.655	Proses kontrol altında.
	V2	0.600	
	V3	0.831	Proses kontrol altına alınmalı

V1= 3.6 km/h, V2= 5.4 km/h, V3= 7.2 km/h

4.4. Dane Verimi Değerleri

Deneme alanında elde edilen mısır dane verimi 1090 kg/da ile 1390 kg/da arasında değişmektedir (Çizelge 4.13). İlerleme hızının dane verimi üzerine etkisini görmek için yapılan varyans analizi sonuçları ilerleme hızının etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.14). Ortalama dane verimi değerleri V1, V2 ve V3 ilerleme hızlarında sırasıyla 1229.83 kg/da, 1208.89 kg/da ve 1239 kg/da olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Dane verimi değerlerine ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları

Parametre	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Stdart Sapma	VK (%)	Çarpıklık	Basıklık
Dane mısır verimi (kg/da)	26	1090	1390	1225.46	82.86	6.76	0.027	-0.545

Çizelge 4.14. Dane verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Parametre	sd	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi	
Dane mısır verimi	Gruplar arası	2	4240.073	2120.036	0.291	0.750 ^{öd}
	Gruplar içi	23	167404.389	7278.452		
	Toplam	25	171644.462			

sd: Serbestlik derecesi, öd: İstatistiksel olarak önemsiz değer.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada geleneksel toprak işleme ile hazırlanmış tohum yatağında farklı ilerleme hızlarında mısır ekimi yapılmıştır. Farklı ilerleme hızlarının (3.6 km/h, 5.4 km/h ve 7.2 km/h) ekim kalitesine etkisi tarla filiz çıkış derecesi, boşluk oranı, ikizlenme oranı, kabul edilebilir bitki aralığı ve ekim derinliği değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü istatistiksel proses kontrolü yaklaşımı ile değerlendirilmiştir.

Deneme alanı topraklarının deneme öncesi toprak nem içeriği ve penetrasyon direnci değerleri ölçülmüştür. Toprak nem içeriği ve penetrasyon direnci değerlerinin değişiminin homojen olduğu belirlenmiştir. Toprak nem içeriği değerleri 0-10 cm ve 10-20 cm derinlikler için %18.85 ve %27.60 değerleri arasında değişmektedir. Her iki derinlik için ölçülen penetrasyon direnci değerlerini bitki kök gelişimi için sınır değer olarak kabul edilen 3 MPa sınır değerinin (Hakansson ve Lipiec, 2000) oldukça altında olduğu belirlenmiştir.

Mısır ekiminde uygulanan ilerleme hızlarının tarla filiz çıkış derecesine etkisinin önemsiz olduğu ve ilerleme hızlarının etkisinin $V1 > V2 = V3$ şeklinde sıralandığı görülmüştür.

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı değerleri ile değerlendirilmiş ve ilerleme hızının bu parametreler üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. İlerleme hızı arttıkça boşluk oranı (%) ve ikizlenme oranı (%) artmış ve kabul edilebilir bitki aralığı oranı (%) azalmıştır. Elde edilen boşluk oranı ve kabul edilebilir bitki aralığı değerlerine göre; V1 hızında ekim kalitesi iyi, V2 ve V3 hızlarında ise orta seviyededir. İkizlenme oranı değerleri ise ekim kalitesinin V1 ve V2 hızlarında iyi ve V3 hızında orta seviyede olduğunu göstermiştir.

İlerleme hızının ekim derinliğine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, V1 (4.84 cm), V2 (4.90 cm) ve V3 (4.61 cm) ilerleme hızlarında elde edilen ekim derinliği değerleri makine üzerinde ayarlanan ekim derinliğinden (5 cm) daha düşük olmuştur.

Sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünü istatistiksel proses kontrol yöntemi ile değerlendirmek için 3.6 km/h, 5.4 km/h ve 7.2 km/h ilerleme hızlarında ölçülen bitkiler arası mesafeler kullanılarak bireysel ortalama ve hareketli aralık kontrol şemaları hazırlanmıştır. Şemalar ve süreç yeterlilik rosyosu (Cr) değerlerine göre ekim işleminin kontrol altında olup olmadığı değerlendirilmiştir. Ölçüm noktalarının üç ilerleme hızında da bireysel ortalama kontrol şemasında kontrol sınırların içerisinde olduğu, hareketli aralık kontrol şemalarında ise V1 ve V3 hızlarında kontrol sınırlarının dışına taşan ölçüm noktalarının olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızları için ekim süreci Cr değerlerine göre değerlendirildiğinde V1 ve V2 hızlarında elde edilen sırasıyla 0.65 ve 0.60 Cr değerleri 0.75'ten küçük olduğu için bu hızlarda ekim işleminin kontrol altında olduğu, V3 ilerleme hızında ise elde edilen Cr değeri (0.83) 0.75'ten büyük olduğu için ekim işleminin kontrol altında olmadığı sonucuna varılmıştır.

İlerleme hızlarının dane mısır verimine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Dane mısır verimi bakımından ilerleme hızları V3 (1239 kg/da)>V1 (1229.83 kg/da)>V2 (1208.89 kg/da) şeklinde sıralanmıştır.

Optimum tohum kullanımı ve verim değerlerinin elde edilmesi için uygun tohum yatağı hazırlığının yapılması, ekim makinası ayarlarının doğru yapılması ve çalışma süresince ayarlarının değişmemesi, ekim makinası tekerleğindeki kaymanın kontrol altında tutulması gerekmektedir. Diğer taraftan, arazi şartları, tohum yatağının özellikleri, ekim makinasının özellikleri ve tohumun özelliklerine bağlı olarak kaliteli bir ekimin yapılması ve işlemecilik açısından en uygun ilerleme hızı belirlenmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Ahmadi, E., Ghassemzadeh, H., Moghaddam, M., ve Kim, K., 2008. Development of a precision seed drill for oilseed rape. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(5), 451-458.
- Akbaş, F., 2004. Entisol Ordosuna Ait Bir Arazide Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Geleneksel ve Jeostatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Tokat.
- Alcantara A.S, Ormond A.T.S, Sousa Junior P.R, Silva R.P. ve Kazama, E.H., 2017. Shifts and harvesting systems on quality of impurities samples in sugarcane. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*, 37 (3), 510-519.
- Altıkat, S., 2011. Doğrudan Ekim Makinalarında Farklı Gömücü Ayak ve İlerleme Hızlarının; Güç ve Yakıt Tüketimi, Toprak Fiziksel Özellikleri Anız Dağılımı ve Ekim Performansına Etkileri. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Altuntaş, E., Polatçı, H. ve Bayram, E., 2007. Kombine ekim makinasında farklı ekim normları ve ilerleme hızlarının buğday ve fiğ tohumlarının sıra üzeri ve sıralar arası tohum dağılım düzgünlüğüne etkileri. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 57-65.
- Anonim, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metotları. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Aydın, B.Z. ve Kargı, S.A., 2018. İstatistiksel kalite kontrol teknikleri ile otomotiv sektöründe bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16 (1), 41-63.
- Aykas, E., Yalçın, H. ve Yazgı, A., 2013. Balta tipi gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinalarının farklı bölgelerde mısır ekiminde ekim performansının karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 9 (1), 67-72.
- Birgören, B., 2015. İstatistiksel Kalite Kontrolü. 1. Basım, Yayın No: 1257, Matematik/İstatistik No: 62, ISBN: 978-605-320- 163-2, Nobel Yayınevi, Ankara.

- Bodur, S., 2008. Mısır Üretiminde Korumalı Toprak İşleme Yöntemlerinin Geleneksel Toprak İşleme Yöntemi ile Makina Maliyetleri ve Ürün Verimi Açısından Karşılaştırılması. (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Cortez, J.W, Missio, C, Barreto, A.K.G., Silva M.D. ve Reis, G., 2016. Quality of sugarcane mechanized planting. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering, 36 (6): 1136-1144.
- Çelik, M., 2015. İstatiksel Kalite Kontrol Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Ana Bilim Dalı, Adana/Türkiye.
- Ehlers, W., Kopke, V., Hesse, F. ve Bohm, W., 1983. Penetration Resistance and growth of oats in tilled and untilled loess soil. Soil and Tillage Research, 3, 261-275.
- Elevli, S., 2020. END 304 Kalite Kontrol Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Samsun.
- Fanigliulo, R., Grilli, R., Benigni, S., Fornaciari, L., Biocca, M. ve Pochi, D., 2022. Effect of sowing speed and width on spacing uniformity of precision seed drills. INMATEH - Agricultural Engineering, 66 (1), 9-18.
- FAO, 2022. FAO, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat>
- Hacıseferoğulları, H., 2005. Vakumlu tip pnömatik hassas ekim makinası ile şeker pancarı ekiminde sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğü ve tarla çıkış oranları üzerine ekim mesafelerinin ve ilerleme hızlarının etkisi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (35), 30-40.
- Hakansson, I. and Lipiec, J., 2000. A review of usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. Soil and Tillage Research, 53(2), 71-85.
- Garrity, S. M., 1990. Basic Quality Improvement, Regent/Printice hall, New Jersey.
- Görmen, M., 2022. Statistical Process Control (SPC) under the quality approach of just in time (jit) manufacturing philosophie and an application. Journal of Business Research-Turk, 14 (1), 646-601.
- Gümüšoğlu, Ş., 2000. İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları. Beta Basım, İstanbul.

- Günel, H., Önen, H., Özgöz, E., Sayılı, M., Erdem, H., Acir, N., Akbaş, F. ve Yıldız, H., 2015. Kurak ve Yarı Kurak İki Farklı Bölgede Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi ve İzlenebilirliği İçin Minimum Veri Setlerinin Belirlenmesi ve Yeni Skorlama Eğrilerinin Geliştirilmesi. TÜBİTAK TOVAG112O039 nolu Proje Sonuç Raporu.
- Ivančan, S., Sito, S. ve Fabijanić, G., 2004. Effect of precision drill operating speed on the intra-row seed distribution for parsley. *Biosystems Engineering*, 89 (3), 373-376.
- Keskin, R., 1982. Pancar Ekiminde Çalışma Hızının Ekim Derinliği ve Sıra Üzeri Dağılım Düzensizliğine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi*, 1 (1), 39-50.
- Karayel, D., 2009. Performance of a modified precision vacuum seeder for no-till sowing of maize and soybean. *Soil and Tillage Research*, 104, 121–125.
- Karayel, D. ve Özmerzi, A., 2001. Hava emişli bir tek dane ekici düzen ile kavun ve hıyar ekiminde sıra üzeri uzaklık ve ilerleme hızının ekim düzensizliğine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14, 63-67.
- Kazama, E.H, Silva, R.P., Ormond, A.T.S., Alcântara A.S. ve Vale, W.G. 2018. Cotton and fiber quality in function of picker harvest speed. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(8), 583–583.
- Kocabıyık, H. ve Çay, A., 2016. Tek Dane Ekim Makinaları İçin Elektro-Mekanik Hareket İletim Sistemi Tasarımı ve Geliştirilmesi. TÜBİTAK TOVAG 114O656 nolu proje sonuç raporu.
- Kuş, E., 2014. Pnömatik Hassas Ekim Makinalarında Tohum Düşme Yüksekliği Ve İlerleme Hızının Geleneksel ve Azaltılmış Toprak İşleme Şartlarında Ekim Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Erzurum.
- Lima, F.B.F., Silva, M.A.F. ve Silva, R.P., 2017. Quality of mechanical soybean harvesting at two travel speeds. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*, 37(6), 1171-1182.
- Mandal, S. ve Maji, P., 2008. Design refinement of two row tractor mounted sugarcane cutter planter. *Agricultural Engineering International: The CIGR Ejournal*, 10, 1-8.

- MGM, 2024. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/veri-degerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=SAKARYA> Erişim tarihi: 14.04.2024.
- Mulla, D.J. ve Mc Bratney, A.B., 2000. Soil spatial variability, Handbook of Soil Science, pp: 321-351.
- Önal, İ., 2006. Ekim-Bakım-Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 490, İzmir.
- Özgöz, E., Altuntas, E. ve Kasap, A., 2020. Statistical process control approach in the evaluation of sowing quality in corn cultivation in Tokat-Kazova. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi, 8(12), 2664-2676.
- Özmerzi, A. ve Keskin, R., 1983. Tohum derinliğinin ölçülmesinde uygulanan yöntemler üzerinde bir araştırma. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(2), 1-11.
- Özmerzi, A. ve Karayel, D., 1998. Tahıl ekim makinalarında çizi kapatıcı olarak kullanılan dişli tırmıkların toprak içindeki tohum dağılımına etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11, 75-79.
- Özmerzi, A., Karayel, D. ve Topakci, M., 2002. Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. Biosystems Engineering, 82(2), 227-230.
- Paixao, C.S.S, Santos, A.F, Voltarelli, M.A, Silva R.P. ve Carneiro, F.M., 2017. Times of efficiency and quality of soybean crop mechanical operation in geometry functions of plots. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering, 37(1), 106-115.
- Pereira, L.H., Cunha, J.P.B., Costa, A.G. Silva, C.J. ve Carvalho, J.A., 2023. Application of statical process control in mechanized corn seeding. Colloquium Agrariae, 19 (1), 283-294.
- Santana, L.S., Ferraz, G.A.J., Cunha, J.P.B., Marin, D.B., Bento, N.L. ve Faria, R.A., 2025. Quality of coffee planting techniques by aerial sensors and statistical process control. Rev Cienc Agron., 56, e202192203.
- Silva, R.P., Cassia, M.T., Voltarelli, M.A., Compagnon, A.M. ve Furlani, C.E.A., 2013. Quality of mechanized harvesting of beans (*Phaseolus vulgaris*) in two tillage systems. Rev Cienc Agron., 44, 61-69.
- Singh, G. ve Iqbal, J., 1994. Field performance evaluation of two sugarcane planters in Pakistan. International Agricultural Engineering Conference Proceedings of a Conference Held in Bangkok, Thailand, 1, 101-108.

- Tapela, M. ve Colvin, T.S., 2002. Quantifying seedbed condition using soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 64, 203-210.
- Toledo, A., Silva, R.P., Furlani, C.E.A. 2013. Quality of cut and basecutter blade configuration for the mechanized harvest of green sugarcane. *Scientia Agricola*, 70(6), 384-389
- TÜİK, 2023. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.tuik.gov.tr>
- Upchurch, D.R., Wilding, L.P. ve Hatfield, J.L., 1988. Methods to Evaluate Spatial Variability. p: 201-229. In: L.R. Hossner (ed.), *Reclamation of Surface-Mined Lands*. CRC Press, Baco Raton, FL.
- Ünal, H., Kuraloğlu, H., Fırat, M., Kahya, D., Özalp, K. ve Yanık, E., 2016. Çiftlik gübresi dağıtma makinasının farklı ilerleme hızlarındaki bazı işletme özellikleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 113-125.
- Vepraskas, M.J. ve Wagger, M.G., 1989. Cone index values diagnostics of where subsoiling can increase corn root growth. *Soil Science Society of America Journal*, 53, 1499-1505.
- Voltarelli, M.A., Silva, R.P., Zerbato, C., Silva, V.F.A. ve Cavichioli, F.A., 2014. Agronomic capability of mechanized sugarcane planting. *Australian Journal of Crop Science*, 8(10), 1448-1460.
- Wilding, L.P., Bouma, J. ve Goss, D.W., 1994. Impact of spatial variability on interpretative modelling. *Soil Science Society of America, Quantitative Modeling of Soil Forming Processes, Special Publication 39*.
- Yalçın, H., Yazgı, A. ve Aykas, E., 2013. Yerli yapım baltalı tip tek dane ekim makinalarının labaratuvar ve tarla koşullarında ayçiçeği ekim performanslarının belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9(3), 231-238.
- Yazgı, A., Yalçın, H., Aykas, E. ve Tozan, M., 2017. Baltalı ve diskli gömücü ayağa sahip tek dane ekim makinalarının sırta ekim performanslarının karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Science)*, 23, 195-207.
- Zerbato, C., Furlani, C.E.A., Voltarelli, M.A., Bertonha, R.S. ve Silva, R.P., 2014. Quality control to seeding methods and densities in peanut crop. *Australian Journal Crop Science*, 8(6), 992-998.