

Kaplamaşız Maş Fasulyesinin Tek Tane Ekiminde Ekici Performansının Laboratuvar Ölçeğinde Değerlendirilmesi

Seher DİNLER ^{1*} Emrah KUŞ ¹ 

¹ Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Iğdır, Turkey

Sorumlu Yazar

¹ Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Iğdır, Turkey
Email: emrah.kus@igdir.edu.tr

Özet: Küçük tohumların tek tane ekiminde tohum boyutu ve şeklinin yanı sıra, tohumların plaka deliklerine tutunma sürecinde ortaya çıkan elektriksel kuvvetin etkisiyle son derece önemli problemler yaşanabilmektedir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için küçük tohumlar genellikle ekilmeden önce kaplanmaktadır. Ancak kaplama işleminin maliyetli olmasından dolayı, küçük taneli tohumların kaplama yapılmaksızın, uygun işletme parametrelerinin seçimiyle ekilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmuştur. Bu amaçla, farklı ilerleme hızlarında (0.5, 1.0 ve 1.5 m s⁻¹) ve farklı ekim normlarında (0.67, 1.0 ve 2.0 kg ha⁻¹) maş fasulyesi kullanılarak faktöriyel deneme deseni olarak dizayn edilen çalışmada, ekim ünitesinin performansı laboratuvar koşullarında değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün ekim normu ve ilerleme hızının artışından olumsuz etkilendiği ve ekim kalitesinin bozulduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ekim kalitesinin göstergesi olan kabul edilebilir tohum aralığı oranı değerleri, 0.5, 1.0 ve 1.5 m s⁻¹ ilerleme hızlarında "ORTA", 0.67 ve 1.0 kg ha⁻¹ ekim normlarında "İYİ" ve 2.0 kg ha⁻¹ ekim normunda "YETERSİZ" bulunmuştur. Tohum dağılımı düzgünlüğü açısından en iyi değerler ise 0.5 m s⁻¹ ilerleme hızında ve 0.67 kg ha⁻¹ ekim normunda elde edilmiştir. Bu sonuçlar, bin tohum ağırlığı 5 g olan maş fasulyesinin düşük ilerleme hızı ve ekim normlarında tek tane ekiminin yapılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Küçük taneli tohumlar, maş fasulyesi, ekim kalitesi, ekim normu

Laboratory Scale of Planter Performance in Single Seed Planting of Mung Beans Without Coating

Abstract: In single-seed planting of small seeds, extreme problems can arise due to the effects of seed size and shape, as well as the electrostatic forces generated during seed adhesion to plate holes. To overcome this issue, small seeds are usually coated before planting. However, due to the high cost of the coating process, this study aims to sow small-seeded crops without coating by selecting appropriate operating parameters. For this purpose, a factorial experimental design was applied using mung beans at different forward speeds (0.5, 1.0, and 1.5 m s⁻¹) and planting rates (0.67, 1.0, and 2.0 kg ha⁻¹) to evaluate the performance of the planting unit under laboratory conditions. The results showed that increasing the planting rate and forward speed negatively affected intra-row seed distribution uniformity, leading to a decline in planting quality. Furthermore, the quality of feed index, which indicates planting quality, was found to be "MODERATE" for 0.5, 1.0 ve 1.5 m s⁻¹ forward speeds, "GOOD" at 0.67 and 1.0 kg ha⁻¹ planting rates, and "INSUFFICIENT" at a planting rate of 2.0 kg ha⁻¹. The best values for seed distribution uniformity were obtained at 0.5 m s⁻¹ forward speed and 0.67 kg ha⁻¹ planting rate. These results suggest that single-seed planting of mung beans, with a thousand-seed weight of 5 g, can be effectively performed at low forward speeds and planting rates without the need for seed coating.

Key words: Small-seeded crops, mung bean, planting quality, planting rate

GİRİŞ

Çapa bitkileri olarak bilinen, özel bakım isteyen ve belirli bir sıra arası ve sıra üzeri mesafeye ekilmesi gereken büyük ve küçük taneli tohumlar için tek tane ekim makinaları kullanılmaktadır. Ancak küçük taneli tohumların tek tane ekimi büyük taneli tohumlara göre daha zordur. Bunun nedenleri arasında, küçük taneli tohumların boyut, ağırlık ve şekil gibi fiziksel özelliklerinden dolayı tohum plakası deliklerine iyi tutunamaması ve plaka çevre hızı nedeniyle oluşan elektriksel kuvvet sayılabilir. Çünkü ekimi yapılacak tohumlar küçük taneli ve şekilsiz ise ekim işleminde büyük sıkıntılar çıkabilmekte ve düzgün olmayan bir dağılımla sonuçlanabilmektedir. Oysaki ekimi yapılan tohumların çimlenme sürecinde ve sonrasında bitkilerin yeterli oranda bir yaşam alanı, su, besin maddeleri gibi ihtiyaçlarının sağlanması hedeflenir.

Bu problemlerin üstesinden gelmek için geçmişten günümüze farklı yöntem ve teknikler kullanılmıştır. Küçük taneli tohumların normal sıravari mekanik ekim makinalarıyla ekilmesi durumunda, tohuma ince kum karıştırmak suretiyle gerçekleştirilebilmektedir (Tıknaçoğlu, 2009). Ancak çapa bitkilerinin bu yöntemle ekilmesi durumunda bitki çıkış işlemlerinden sonra seyreltme gerekmekte, bu işlem ise ek maliyet anlamına gelmektedir. Kullanılan yöntemlerden biri de küçük taneli tohumların kaplama yapılarak ekim işlemine tabi tutulmasıdır. Tohum kaplama yöntemi ekim işleminde nispeten kolaylık sağladığı için bugüne kadar birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Hacıyusufoğlu ve ark., 2015; Rocha ve ark., 2019; Afzal ve ark., 2020). Bu yöntem yaygın olmakla beraber ek bir iş gücü ve maliyet gerektirmektedir. Diğer bir yöntem ise sensörler yardımıyla ekim esnasında tohumların gerçek zamanlı olarak izlenmesidir. Bu yöntemde kullanılan izleme aparatlarının birçoğu, piezoelektrik, kapasitans, radyo dalgası ve fotoelektrik algılama teorilerine dayanmaktadır (Liu ve ark., 2019). Bununla ilgili, günümüzde geliştirilen ve tohum akış miktarının izlendiği sistemlerinin kullanıldığı birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardan bazıları, piezoelektrik sensörler (Dongyan ve ark., 2013; Youchun ve ark., 2017; Youchun ve ark., 2018), kapasitans sensörler (Liming ve ark., 2010; Yujing ve ark., 2013; Jakub ve ark., 2017), yüksek frekanslı radyo dalgasıyla çalışan sensörler (WaveVision Sensors), fotoelektrik sensörler (Deividson ve Rosane, 2014; Haotun ve ark., 2018; Marko ve ark., 2018) ve ayrıca kameralı sistemler (Karayel ve ark., 2006) örnek verilebilir. Ancak, sensör sistemlerinin ekim makinalarında henüz yaygın olmaması çiftçi için pratikte bir karşılığı yoktur. Bu nedenle, daha basit çözümler üzerinde durulması gerekmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalar, tek tane ekim makinalarıyla yapılan ekim işleminde iyi bir tohum dağılım düzgünlüğünün sağlanmasının oldukça zor olduğunu göstermektedir (Kuş, 2021a; 2021b; 2021c). Hudspeth ve Wanjura (1970) tek tane ekimde, bitkiler arası rekabeti minimize etmek ve her bitkiye maksimum efektif alan sağlamak için iyi bir tohum dağılım düzgünlüğünün sağlanması gerektiğini bildirmişlerdir. Klüver (1991) ise tohum dağılım düzgünlüğüne etkili faktörleri, ekici düzen, tohum çeşidi, ekim makinası ilerleme hızı, tohum plakası çevre hızı, tohum plakası delik sayısı, sıra üzeri tohum aralığı, vakum basıncı, ekici ayak ve çizi kapatıcılar olarak belirtmiştir. Yine önceki çalışmalarda, tek tane ekim makinasının performansını belirleyen parametrelerin; tohum veya bitki aralıklarının ortalama ve standart sapması (Parish ve ark., 1991; Hollowell 1992), boşluk ve ikizlenme oranı (Brooks ve Church 1987) ve varyasyon katsayısı olduğu bildirilmiştir (Jasa ve Dickey 1982; Hofman 1988). Bunların yanı sıra, Karayel ve Özmerzi (2001) tarla ve işletme parametrelerinin de ekim makinasının performansına etkili olduğunu ve özellikle ilerleme hızının tek tane ekimde tohum dağılımını etkilediğini bildirmişlerdir. Kuş (2014), ilerleme hızının, tohumların çizi içerisinde yuvarlanmasına veya sürüklenmesine neden olarak, bitki için hayati öneme sahip olan yaşam alanını bozabildiğini bildirmiştir.

Bitki aralığı düzgünlüğü tohum aralığı düzgünlüğüyle başlar. Tohum aralığı, tarlada ekim standında veya laboratuvarda yapışkan bant üzerinde ölçülebilmektedir. Tarladaki ölçümlerde, ekimden sonra çizinin kazılmasıyla veya çimlenmeden sonra ardışık bitkiler arası mesafenin ölçülmesiyle gerçekleştirilir. Laboratuvarda ise gres sürülmüş bant üzerinde ardışık tohumlar arası mesafenin ölçülmesiyle gerçekleştirilebilir. Tarla denemelerinde ekimden sonra çizinin kazılmasıyla yapılan tohum aralığı ölçümlerinde, çizinin kazılması esnasında özellikle küçük tohumların yerlerini değiştirmeden bulmak zordur (Kocher ve ark. 1998). Bununla birlikte, tarlada yapılan bitki aralığı ölçümlerinde tohum diski deliklerinin boş geçme oranı ve ekildikten sonra çimlenemeyen tohumların oranı bilinemez. Bitki aralıklarının tarladaki ölçümlerinden elde edilen veriler ile konveyör bantta elde edilen tohum aralığı verileri aynı faktörleri içereceğinden, bu veri ölçümlerini greslenmiş konveyör bantta da gerçekleştirmek mümkündür.

Ekim işleminde, makine performansını olumsuz etkileyen ve ekim kalitesinin bozulmasına neden olan en önemli faktörler arasında işletme parametreleri gelmektedir. Özellikle, küçük taneli ve şekilsiz tohumlar ile yapılan tek tane ekim işleminde işletme parametrelerinin doğru seçilmemesi durumunda, büyük sıkıntılar çıkabilmekte ve düzgün olmayan bir tohum dağılımıyla sonuçlanabilmektedir. Bu çalışmada, tohum kaplamanın getireceği ek maliyeti ortadan kaldırmak ve tohum kaplamayla sebep olunan çimlenmedeki gecikmeyi önlemek amacıyla, küçük taneli tohumların kaplama yapılmaksızın tek tane ekim makinasıyla ekiminde makinanın performansı değerlendirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, tohumlar kaplama yapılmadan ekim işlemine tabi tutulmuş; farklı ekim normları ve ilerleme hızlarının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne, sıradan sapmaya ve kabul edilebilir tohum aralığına olan etkileri incelenerek, en uygun işletme parametreleri maş fasulyesi tohumları için belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında kurulan bir yapışkan bant standında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) tohumları kullanılmıştır. Tohumların bin tane ağırlıkları (Ogunjimi ve ark., 2002), hacim ağırlıkları (ASAE, 2005), yığılma açıları (Saxena ve Varma 1973), ve küresellik değerleri ile deneysel çalışmalarda kullanılan ekim ünitesinin bazı özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Tohum boyutları her bir çeşit için rastgele seçilen 100 örnek üzerinden ölçülerek, geometrik ortalama çap ve küresellik değerleri Eşitlik 1 ve 2 yardımıyla hesaplanmıştır (Mohsenin, 1980). Maş fasulyesi için pratikte kullanılan değerler dikkate alınarak sıra arası mesafe 500 mm olarak kabul edilmiştir.

$$D_g = (\sqrt[3]{l * w * t}) \quad (1)$$

$$\emptyset = \left(\frac{D_g}{l}\right) * 100 \quad (2)$$

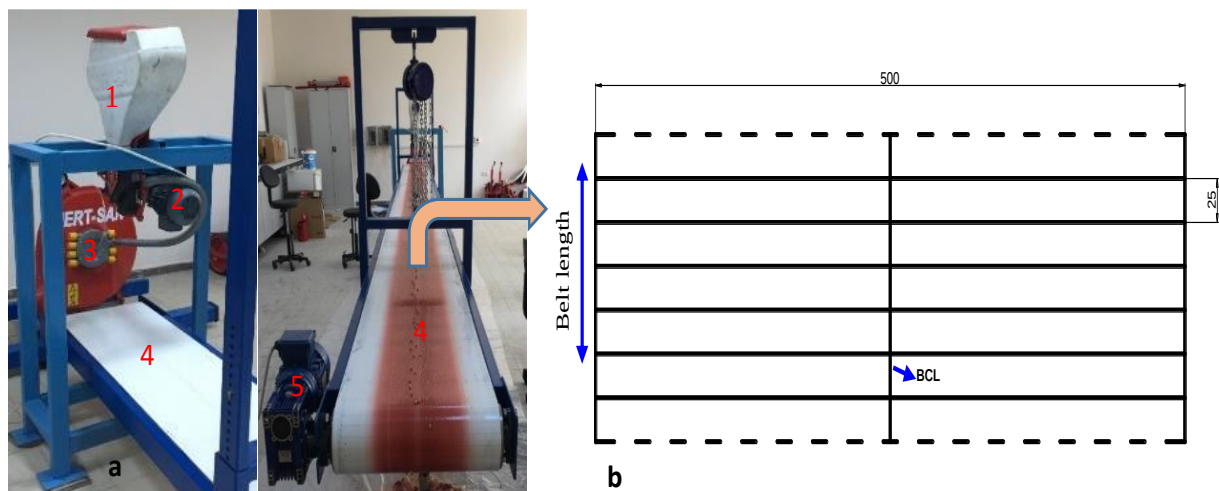
Burada, D_g geometric ortalama çap, $\emptyset$ küresellik, l , w ve t sırasıyla, ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlıktır.

Tablo 1. Maş fasulyesi ve ekim ünitesi ile ilgili bazı özellikler**Table 1.** Some characteristics of mung beans and planting units

Tohum özellikleri		Ekici ünite bilgileri	
Özellikler	Değer	Özellikler	Değer
Bin tane ağırlığı, g/bin tane	5.00±0.15	Disk çapı, mm	230
Hacim ağırlığı, kg m ⁻³	87.24±0.22	Disk delik çapı, mm	2
Yığılma açısı, °	18.05±1.52	Disk kalınlığı, mm	1
Geometrik ortalama çap, mm	3.93±0.26	Tohum düşme yüksekliği, mm	115
Küresellik, %	88.31±5.97	Disk delik sayısı	60
Çimlenme yüzdesi (Lab.), %	83.33	Kullanılan vakum basıncı, mbar	85

Deneme standında vakumlu tek tane ekim makinasının bir ekici ünitesi kullanılmıştır. Ekici üniteyi yapışkan bant üzerinde konumlandırmak için bir destek standı tasarlanmıştır. Ekim ünitesi, besleme düzeni ve tohum deposundan; besleme düzeni ise farklı tohumlar için değiştirilebilir, delikli düşey bir tohum dağıtım diskinden oluşmaktadır (Şekil 1a). Sıra üzeri tohum aralığı, dağıtım diskinin dönme hızı değiştirilerek ayarlanmıştır. Tohumların dağıtıcı diskin deliklerine tutunmalarını sağlamak için gerekli negatif basınç ise bir fan ünitesiyle sağlanmıştır. Çalışma esnasında, negatif basıncın etkisiyle dönen diskin deliklerine tutunan tohumlar, basıncın kesildiği noktadan yapışkan bant üzerine düşürülmüştür.

Yapışkan bant standı, 10 m uzunluğunda ve 0.5 m genişliğinde iki silindir (her biri 145 mm çapında) arasına kurulmuştur. Bandın uzun eksenine dik ve 25 mm aralıklı çizgiler çizilerek 400 adet ölçüm şeridi oluşturulmuştur. Tarlada ekici ayakların açtığı çizinin tabanını temsil etmesi amacıyla yapışkan Bant Merkez Çizgisi (BCL) dikkate alınmıştır (Şekil 1b). BCL, bandın ortasına ve uzun eksen boyunca lazerle çizilen ve tohumların sıradan sapma ölçümleri için kullanılan çizgidir. Ekici ünite, tohumun diskten serbest düştüğü nokta ile bant merkez çizgisi çakışacak şekilde yerleştirilmiştir. Konveyör bandın üst yüzeyi ile ekici ünitenin tabanı arasındaki mesafe 0 ile 850 mm arasında kademeli olarak değiştirilebilmektedir. Bandın hareketi, 1.5 kW gücünde 2800 min⁻¹ AC motor ve 1:7.5 tahvil oranında redüktör ile sağlanmıştır. Elektrik motorunun devri dijital bir hız kontrol ünitesiyle ayarlanmıştır. Yapışkan bandın hareket hızını, ekim makinası ilerleme hızlarına uyarlamak için bant ile dağıtım diski arasındaki transmisyon oranından (0.23) yararlanılmıştır. Tohumların ekici üniteden bant üzerine düşmesinden kaynaklanacak bir sıçramanın önüne geçmek için bandın yüzeyinde gres miktarı ön denemeler ile belirlenmiş ve her tekerrürde kontrol edilmiştir.



Şekil 1. Yapışkan bant deneme düzeneği (a); ekim ünitesi (1), AC motor (2), Fan (3), yapışkan bant (4), AC motor (5). Birimler mm'dir (b), (Günel ve Kuş, 2021; Kuş, 2021a)

Figure 1. Adhesive tape test setup (a); seeding unit (1), AC motor (2), fan (3), adhesive tape (4), AC motor (5). Units are in mm (b), (Günel ve Kuş, 2021; Kuş, 2021a)

Denemeler, üç farklı ilerleme hızında (0.5, 1.0, ve 1.5 m s⁻¹) ve üç farklı ekim normunda (0.67, 1.0 ve 2.0 kg ha⁻¹) tesadüf parsellerinde faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her bir tekerrürde sırasıyla, bant greslenmiş, fan açılmış ve uygun devire geldiğinde, plakaya hareket veren elektrik motoru ve son olarak ta bandı tahrik eden elektrik motoru çalıştırılmıştır. Kapatma işleminde ise tam tersi prosedür uygulanarak her bir tekerrür tamamlanmıştır.

Ekim kalitesi, sıra üzeri ve sıra arası tohum dağılım düzgünlüğüne, tohumun çizide uygun bir şekilde bırakılmasına ve tohum plakasının boş geçme ve ikizlenmeye fırsat vermeden çalışmasına bağlıdır. Her bir tekerrürde tohum dağıtım diskinden serbest düşen ardışık tohumlar arası mesafeler ve tohumların sıradan sapma miktarları (BCL çizgisine sağdan ve soldan olan mesafeler) bir ölçek yardımıyla ölçülmüştür (Staggenborg ve ark., 2004). Ölçümler bandın 6000 mm'lik bölümünde gerçekleştirilmiştir.

Ekim kalitesinin değerlendirilmesinde performans indislerinden yararlanılmıştır. Ekici ünite performans indisleri; ikizlenme oranı, ardışık iki tohum arasındaki aralığın, hedef tohum aralığının (Z) yarısına eşit veya yarısından küçük olmasını ($I_{ikizlenme} \leq 0.5Z$); boşluk oranı, hedef aralığın bir buçuk katından büyük olmasını ($I_{boşluk} > 1.5Z$) ifade etmektedir. Ardışık iki tohum arasındaki aralığın, hedef tohum aralığının yarısından büyük ve bir buçuk katından küçük veya eşit olması ($0.5Z < I_{KETA} \leq 1.5Z$) durumunda ise kabul edilebilir tohum aralığı (KETA) olarak ifade edilir (Kachman ve Smith 1995; Singh ve ark., 2005). Parametrelerin etkisine bağlı olarak her bir tekerrür için boşluk ve ikizlenme oranları tespit edilmiş ve bu değerlerin toplamının yüzden çıkarılmasıyla da KETA oranları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, teorik sıra üzeri mesafenin iki katından daha büyük olan aralıklar dikkate alınmamıştır.

Parametrelerin, ortalama tohum aralığı, ortalama sıradan sapma, boşluk oranı, ikizlenme oranı ve kabul edilebilir tohum aralığı oranına etkilerini belirlemek için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler için SPSS paket programından yararlanılmıştır. Analizlerde, tek tane ekim makinasının performansına etkili parametreleri belirlemede varyans analizi, gruplar arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri saptamada ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Maş fasulyesinin hassas ekim makinasıyla yapılan tek tane ekiminde, ekim normu ve ilerleme hızının sıra üzeri tohum mesafesine (SÜM), sıradan sapmaya (SS), ikizlenme oranına (IO), boşluk oranına (BO) ve kabul edilebilir tohum aralığı oranına (KETA) olan etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi (ANOVA) ve parametrelerin seviyeleri arasında fark olup-olmadığını tespit etmek için ise uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 2 ve 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Varyans analizi sonuçları

Table 2. Results of variance analysis

Varyasyon kaynakları	GSM/TSM	SS	IO	BO	KETA**
İlerleme hızı (H)	0.007*	0.990	0.352	0.259	0.926
Ekim normu (N)	0.000	0.223	0.002	0.000	0.000
H x N	0.177	0.027	0.903	0.461	0.884

* : P < 0.01 çok önemli, P < 0.05 önemli ve P > 0.05 ise önemsizdir.

** : GSM; gerçek sıra üzeri mesafe, TSM; teorik sıra üzeri mesafe, SS; sıradan sapma, IO; ikizlenme oranı, BO; boşluk oranı, KETA; Kabul edilebilir tohum aralığı oranı

Ekim normunun veya sıra üzeri mesafenin parametre olarak alındığı çalışmalarda GSM/TSM oranı bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilir (Bracy ve ark., 1999; Kuş, 2021b). Tablo 2’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, ilerleme hızının ve ekim normunun sıra üzeri gerçek tohum mesafesi (GSM) ile teorik sıra üzeri mesafenin oransal değerine olan etkisi çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca, ilerleme hızı ve ekim normunun sıradan sapmaya olan etkisi önemsiz ($P>0.05$) iken, bu iki parametrenin etkileşiminin sıradan sapmaya olan etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Bununla birlikte ilerleme hızının, ekim kalitesinin gösterge parametreleri olarak bilinen ikizlenme oranı, boşluk oranı ve kabul edilebilir tohum aralığı oranına istatistiksel olarak bir etkisi bulunamamıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da ANOVA sonuçlarına paralel olarak parametrelerin seviyeleri arasında da herhangi bir farklılığın olmadığını göstermektedir (Tablo 3). Ancak IO ve BO değerleri oransal olarak incelendiğinde, ilerleme hızının artışına bağlı olarak IO’nun arttığı, BO’nun ise azaldığı görülmektedir.

Tablo 3. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Table 3. Duncan multiple comparison test results

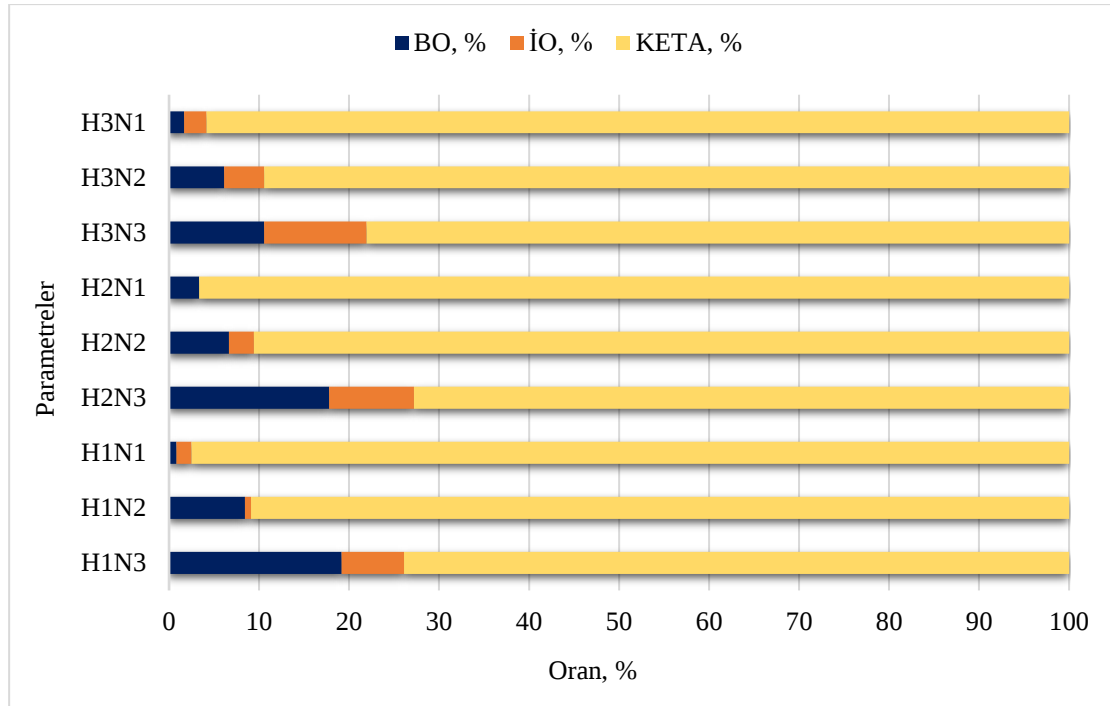
Parametreler	GSM/TSM*	SS	IO	BO	KETA
İlerleme hızı	0.5 m s ⁻¹	1.06 b**	1.79 a	3.08 a	9.48 a
	1.0 m s ⁻¹	1.11 a	1.78 a	4.17 a	9.26 a
	1.5 m s ⁻¹	1.14 a	1.79 a	6.11 a	6.11 a
Ekim normu	0.67 kg ha ⁻¹	1.04 b	1.65 a	1.39 b	1.94 c
	1.0 kg ha ⁻¹	1.07 b	1.69 a	2.52 b	6.85 b
	2.0 kg ha ⁻¹	1.20 a	1.99 a	9.35 a	15.83 a

*: GSM; gerçek sıra üzeri mesafe, TSM; teorik sıra üzeri mesafe, SS; sıradan sapma, IO; ikizlenme oranı, BO; boşluk oranı, KETA; kabul edilebilir tohum aralığı oranı

** : İlerleme hızının veya ekim normunun her bir sütunda aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

ANOVA’ya göre ekim normunun GSM/TSM, IO, BO ve KETA’ya olan etkisi çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Ancak ilerleme hızı ekim normu etkileşiminin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bilindiği üzere tek tane ekimde ekim normu, SÜM ve SS ayarıyla belirlenmektedir. Diğer bir deyişle, ekim normundaki bir azalma SÜM ve/veya SS’deki bir azalmayı, ekim normundaki artış ise yine SÜM ve/veya SS’deki bir artış anlamına gelmektedir. Bu nedenle, tohum dağılım düzgünlüğünü belirlemede GSM/TSM oranı ve SS’in hedef değerleri (SÜM için; 0.67, 1.0 ve 2.0 kg ha⁻¹ ekim normları için sırasıyla 150, 100 ve 50 mm, SS için ise 0’dır) ile IO, BO ve KETA değerleri dikkate alınmıştır. Ekim normunun artışına bağlı olarak GSM/TSM oranının arttığı belirlenmiştir. Ancak, SS, ilerleme hızı veya ekim normundan etkilenmemiştir. Bununla birlikte, IO’da 0.67 ve 1.0 seviyeleri hariç, IO, BO ve KETA’da bütün seviyeler istatistiksel olarak birbirinde farklı bulunmuştur. Ekim normunun artışına bağlı olarak IO ve BO değerlerinin önemli ölçüde arttığı ve buna bağlı olarak KETA değerlerinin azalarak tohum dağılımının bozulduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). KETA değerleri Önal (2011)’ın bildirdiği kriterlere göre; KETA>98.6 ise “ÇOK İYİ”, >90.4 – ≤98.6 ise “İYİ”, ≥82.3 – ≤90.4 ise “ORTA” ve <82.3 ise “YETERSİZ” olarak ifade edilmiştir. Buna göre, üç ilerleme hızında da KETA değerlerinin “ORTA” düzeyde olduğu, 0.67 ve 1.0 kg ha⁻¹ ekim normlarında “İYİ” ve 2.0 kg ha⁻¹ ekim normunda ise “YETERSİZ” olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, küçük taneli maş fasulyesiyle yapılan ekim işleminde 2.0 kg ha⁻¹ ekim normu hariç kabul edilebilir sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Ekim normunun 2.0 kg ha⁻¹’a çıkarılması SÜM’ün 50 mm ye düşürülmesi demektir. Bu da ekim ünitesinin dar sıra üzeri mesafelerde performans düşüklüğüne neden olduğu ve bunun sonucunda tohum

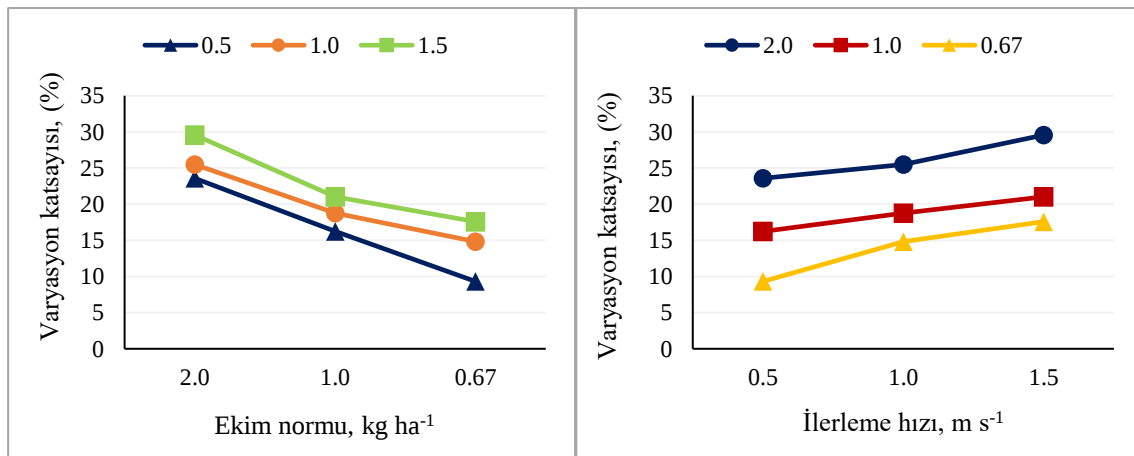
dağılım düzgünlüğünün bozulduğu anlamına gelmektedir. Bracy ve ark. (1999), düzgünlükteki azalmanın tohumun salıverme noktasında veya tohum sıçramasının bir etkisi olması durumunda, mutlak değişkenliğin tohum aralığı boyunca nispeten sabit olacağını ve hassasiyetin daha büyük sıra üzeri mesafelerde daha fazla olacağını bildirmişlerdir. Ayrıca IO, BO ve KETA'nın sıra üzeri tohum aralığındaki varyasyondan da etkilendiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 2. IO, BO ve KETA'ya ait değerler (H1: 0.5, H2: 1.0 ve H3: 1.5 m s⁻¹, N1: 0.67, N2: 1.0 ve N3: 2.0 kg ha⁻¹)

Figure 2. Values for IO, BO, and KETA (H1: 0.5, H2: 1.0, and H3: 1.5 m s⁻¹, N1: 0.67, N2: 1.0, and N3: 2.0 kg ha⁻¹)

Tohum dağılım düzgünlüğündeki bozulmanın diğer bir göstergesi de varyasyon katsayısıdır (VK). Varyasyon katsayısının (VK) artması daha kötü ekim kalitesi anlamına gelmektedir. Denemeler faktöriyel düzenlemeye göre yürütüldüğü için Şekil 3'te ilerleme hızına ve ekim normuna ait her bir noktanın rakamsal değeri 3 tekrarin ortalamasıdır. Şekil 3'te verilen VK değerleri incelendiğinde, ilerleme hızındaki ve ekim normundaki artışa bağlı olarak, VK değerlerinin arttığı görülmektedir. İlerleme hızının ve ekim normunun etkisine bağlı olarak en yüksek %VK değerleri, 1.5 m s⁻¹ ve 2.0 kg ha⁻¹ kombinasyonunda %29.56, en düşük %VK değerleri ise 0.5 m s⁻¹ ve 0.67 kg ha⁻¹ kombinasyonunda %9.31 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar, ilerleme hızı ve ekim normundaki artışın ekim kalitesini bozduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Sıra üzeri tohum aralığına ait varyasyon katsayısının değişimi

Figure 3. Change in the coefficient of variation for row-on-row seed spacing

İlerleme hızı ve ekim normlarının farklı seviyelerinin etkisi altında ekilen maş fasulyesinin, sıra arası (SS) tohum dağılım düzgünlüğünün önemli ölçüde etkilenmediği analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır. Tohumların sıradan sapmasını önemli ölçüde etkileyen iki önemli parametre ilerleme hızı ve tohum düşme yüksekliğidir (Kuş, 2014). Mevcut çalışmada tohum düşme yüksekliğinin düşük tutulması (11.5 mm) sapma miktarını olumlu etkilediği anlaşılmaktadır. Ayrıca, ilerleme hızının en büyük değerinin (1.5 m s^{-1}) dahi çok yüksek olmaması yine SS'yi olumlu etkilemesine neden olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte, ilerleme hızındaki artışın SÜM'ü (GSM/TSM) olumsuz etkilemesi genel olarak tohumun düşme yüksekliğine de bağlı olarak meydana gelen ötelenme hareketinden kaynaklandığı öngörülmüştür (Kuş, 2014; Kuş, 2021a). Ancak bu etki düşük tutulan tohum düşme yüksekliğine bağlı olarak düşük düzeylerde gerçekleşmiştir. Daha önce iri taneli tohumlar ile yapılan çalışmalarda, ilerleme hızı ve sıra üzeri tohum mesafesinin, tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi ile küçük taneli tohumlarla yapılan güncel çalışmanın sonuçları paralellik göstermiştir (Kuş, 2021a; Günal ve Kuş, 2021).

SONUÇ

Pnömatik tek tane ekim makinasıyla maş fasulyesi ekiminde tohum dağıtım düzgünlüğü ve ekim kalitesi hem ilerleme hızından hem de ekim normundan etkilenmiştir. Hedef tohum aralığının yüzdesi olarak ifade edilen düzgünsüzlük, ilerleme hızının artmasına bağlı olarak artan tohum dağıtım diskinin çevresel hızından etkilenmesi muhtemeldir. Bununla birlikte, tohum dağılım düzgünlüğü ekim normundan daha büyük oranda etkilenmiştir. Tek tane ekimde ekim normunun azalması sıra üzeri hedef tohum aralığının artması anlamına gelmektedir. Bu nedenle, düşük norm ekimde daha iyi bir tohum dağılımıyla kaliteyi artırırken, yüksek norm ekimde yetersiz bir tohum dağılım düzgünlüğüne neden olmuştur. Sonuç olarak, bin tane ağırlığı az (5 g) ve küçük taneli tohumlar grubuna giren maş fasulyesinin tek tane ekiminde düşük ilerleme hızı ve düşük ekim normlarında daha iyi bir ekim gerçekleştirileceği anlaşılmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Seher Dinler yürütücülüğünde TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında, 2022/2 döneminde desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Afzal, I., Javed, T., Amirkhani, M., Taylor, A.G., 2020. Modern Seed Technology: Seed Coating Delivery Systems for Enhancing Seed and Crop Performance. *Agriculture*, 10(11), 526. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110526>
- Asabe, 2005. American Society of Agricultural Engineers (ASAE). Cubes, Pellets, and Crumbles—Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content, ASAE S269.4 DEC01. St. Joseph Mich. USA.
- Bracy, R.P., Parish, R.L., McCoy J.E., 1999. Precision seeder uniformity varies with theoretical spacing. *Horttechnology* 9(1), 47-50 <https://doi.org/10.21273/horttech.9.1.47>
- Brooks, D., Church, B., 1987. Drill performance assessment: a changed approach. *British Sugar Beet Review*, 55(4), 50-51.
- Deividson, L.O., Rosane, F., 2014. Usage of the DFRobot RB-DFR-49 Infrared sensor to detect maize seed passage on a conveyor belt. *Computers and Electronics in Agriculture*, 102, 106–111.
- Dongyan, H., Honglei, J., Yue, Q., Longtu, Z., Honggang, L., 2013. Seeding monitor system for planter based on polyvinylidene fluoride piezoelectric film. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 23, 15–22.
- Güenal, M.E., Kuş, E., 2021. Evaluation of parameters effective to performance of vacuum planter in single-seed sowing of the chickpea. *Fresenius Environmental Bulletin*, 11, 12140–12145.

- Hacıyusufoğlu, A.F., Akbaş, T., Şimşek, E., 2015. Implement of the method of seed coating with pellet on some small-diameter seeds. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 11(3), 257-263.
- Haotun L, Jieyu R, Xin L, Shixiong L, Gang W and Yongjun Z (2018) Review of the monitoring systems of the machine for precision sowing and fertilization of wheat. In *Proceedings of the ASABE 2018 Annual International Meeting*, Austin, TX, USA, 29 July–1 August 2018; p. 1800736.
- Hofman, V., 1988. Maximum yields need accurate planting. *The Sunflower*, 14(1), 10-11.
- Hollowell, W., 1992. Drill performance assessments. *British Sugar Beet Review*, 50(3), 13-15.
- Hudspeth, E.B., Wanjura, D.F., 1970. A Planter for precision depth and placement of cottonseed. *Transactions of the ASAE*, 13(2), 153-154.
- Jakub, L., Václav, K., Václav, P., František, K., 2017. Capacitive throughput sensor for plant materials-effects of frequency and moisture content. *Computers and Electronics in Agriculture*, 133, 22–29.
- Jasa, P.J., Dickey, E.C., 1982. Tillage factors affecting corn seed spacing. *Transactions of the ASAE*, 25(6), 1516-1519.
- Kachman, S.D., Smith, J.A., 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transactions of the ASAE*, 38(2), 379 – 387.
- Karayel, D., Özmerzi, A., 2001. Hava emişli bir tek dane ekici düzen ile kavun ve hıyar ekiminde sıra üzeri uzaklık ve ilerleme hızının ekim düzgünlüğüne etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 63-67.
- Karayel, D., Wieschoff, M., Özmerzi, A., Müller, J., 2006. Laboratory measurement of seed drill seed spacing and velocity of fall of seeds using high-speed camera system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 50, 89–96.
- Klüver, B., 1991. Ablagegenavigkeit Von Einzelkornsaegegeraeten für körnerleguminosen. *Forschungsberricht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max Eyth Gesellschaft*, Nr. 215, Kiel.
- Kocher, M.F., Lan, Y., Chen, C., Smith, J.A., 1998. Opto-electronic sensor systems for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity. *Transactions of the ASAE*, 41(1), 237-245.
- Kuş, E., 2014. Determination of effects of drop height of seed and ground speed on sowing qualification for conventional and reduced tillage conditions in precision vacuum seeders. PhD Thesis, Ataturk University (Unpublished), Turkey.
- Kuş, E., 2021a. An Attempt to Evaluate the Performance Parameters of a Precision Vacuum Seeder in Different Seed Drop Height. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3), 1846-1853.
- Kuş, E., 2021b. Evaluation of Some Operational Parameters of a Vacuum Single-Seed Planter in Maize Sowing. *Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi)*, 27(3), 327-334.
- Kuş, E., 2021c. Field-scale evaluation of parameters affecting planter vibration in single seed planting. *Measurement*, 184.
- Liming, Z., Xiaochao, Z., Yanwei, Y., 2010. Design of capacitance seed rate sensor of wheat planter. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 10, 99–103.
- Liu, W., Hu, J., Zhao, X., Pan, H., Lakhia, I.A., Wang, W., Zhao, J., 2019. Development and Experimental Analysis of a Seeding Quantity Sensor for the Precision Seeding of Small Seeds. *Sensors (Basel)*, 19(23), 5191. doi: 10.3390/s19235191. PMID: 31783541; PMCID: PMC6928712.
- Marko, K., Dusan, R., Dragi, R., Lazar, S., Nebojsa, D., Vladimir, C., Natasa, L., 2018. Corn seeding process fault cause analysis based on a theoretical and experimental approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 207–218.
- Mohsenin, N.N., 1980. *Physical Properties of Plant and Animal Material*. New York: Gordon and Breach.
- Ogunjimi, L.A.O., Aviara, N.A., Aregbesola, O.A., 2002. Some engineering properties of locust bean seed. *Journal of Food Engineering*, 55, 95-99.
- Önal, İ., 2011. Ekim Bakım ve Gübreleme Makinaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 623, İzmir.
- Parish, R.L., Bergeron, P.E. and Bracy, R.P., 1991. Comparison of vacuum and belt seeders for vegetable planting. *Applied Engineering in Agriculture*, 7(5), 537-540.
- Rocha, I., Ma Y., Souza-Alonso, P., Vosátka, M., Freitas, H., Oliveira, R.S., 2019. Seed Coating: A Tool for Delivering Beneficial Microbes to Agricultural Crops. *Frontiers in Plant Science*, 10:1357. doi: 10.3389/fpls.2019.01357

- Saxena, R.C., Varma, S., 1973. Effect of moisture on the flow characteristics of granular fertilizer. *Technology*, 10(1-2), 42-45.
- Singh, R.C., Singh, G., Saraswat, D.C., 2005. Optimizing of design and operational parameters of pneumatic seed metering device for planting cottonseeds. *Biosystem Engineering*, 92(4), 429 – 438.
- 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.
- Tıknazoğlu, B., 2009. Yem Bitkileri Tarımı ve Silaj Yapımı. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayın Şubesi Yayını. Samsun, Erişim Tarihi: 20.11.2024.
- WaveVision Sensors. 2024. Available online: <https://www.lincoprecision.com/precision-farming/precisioplanting/wavevision-sensors/> (Erişim Tarihi: 20.11.2024).
- Youchun, D., Junqiang, Y., Kai, Z., Lili, Z., Yawen, Z., Qingxi, L., 2017. Design and experiemnt on seed flow sensing device for rapeseed precision metering device. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 9, 37–44.
- Youchun, D., Lili, Z., Junqiang, Y., Kai, Z., 2018. Sensing device improvement and communication design on sowing monitoring system of precision planter for rapeseed. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 14, 19–26.
- Yujing, S., Honglei, J., Deliang, R., Jingjing, Y., Yang, L., 2013. Experimental study of capacitance sensors to test seed-flow. *Applied Mechanics and Materials*, 347, 167–170.