



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Üstten Akışlı Oluklu Ekici Makaranın Soğan, Havuç ve Kanola Tohumları İçin Tohum Akışı ve Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğü

İsmet ÖNAL^a, Ömer ERTUĞRUL^b

^a Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100, İzmir, TÜRKİYE

^b Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir Meslek Yüksek Okulu, 40100, Kırşehir, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Tarım Teknolojileri DOI: 10.1501/Tarimbil_0000001152
Sorumlu Yazar: İsmet ÖNAL, e-posta: ismet.onal@ege.edu.tr, Tel: +90(232) 342 76 42
Geliş tarihi: 01 Şubat 2011, Düzeltmelerin gelişi: 25 Nisan 2011, Kabul: 26 Nisan 2011

ÖZET

Bu çalışmada, kapsız soğan, havuç, kanola ve kaplı kanola tohumlarının normal sıraya ekiminde kullanılan üstten akışlı düz oluklu ekici makaranın tohum debisi, tohum akış düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Araştırmada ortaya konan model denklemleri, tohum akış debisinin, aktif makara uzunluğuna, makara dönüş sayısına bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Üstten akışlı ekici makaranın tohum akış düzgünlüğünü ifade eden CV değerleri, soğan, havuç ve kanola tohumları için %4'ün altında olmuştur. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü denemeleri sonuçları, λ iyilik kriteri ve V_f varyasyon faktörü dikkate alındığında, üstten akışlı düz oluklu ekici makaranın kapsız soğan, havuç, kaplı ve kapsız kanola tohumlarını iyi kalitede ekebildiğini göstermiştir.

Keywords: Ekim ;Tohum akış düzgünlüğü; Sıra üzeri tohum dağılımı; Varyasyon katsayısı

Seed Flow and In-row Seed Distribution Uniformity of the Top Delivery Type Fluted Roller for Onion, Carrot and Canola Seeds

ARTICLE INFO

Research Article — Agricultural Technologies

Corresponding author: İsmet ÖNAL, e-mail: ismet.onal@ege.edu.tr, Tel: +90(232) 342 76 42

Received: 01 February 2011, Received in revised form: 25 April 2011, Accepted: 26 Nisan 2011

ABSTRACT

In this study, seed flow rate, seed flow evenness and in-row seed distribution uniformity of top delivery normal type straight fluted roller were examined in the laboratory experiments for the random seeding of uncoated onion, carrot, canola and coated canola seeds. The regression models developed in this study included the seed flow rate changes with “large scale fluted roller's”, active flute length, rates of revolution. Generally, seed flow evenness of normal top delivery type fluted roller indicated as a value of coefficient of variation (CV) was found below 4% for onion, carrot and canola seeds. When the sticky belt test results were examined from the point of λ goodness criteria and V_f factor of variation, it was found that seeding unit with top delivery type straight fluted roller considered in the study was capable of sowing of uncoated onion and carrot seeds at “middle” quality, and coated and uncoated canola seeds at “good” quality”.

Anahtar sözcükler: Seeding; Seed flow evenness; In-row seed distribution; Coefficient of variation

1. Giriş

Ekim makinaları, tohumları tekdüze yaşam alanına ve uygun ekim derinliğinde toprağa bırakabilmelidir. Küçük sebze ve yağ bitkisi tohumlarının ekiminde ekim normunun düşüklüğü, eşit yaşam alanı sağlamadaki zorluklar ve tohum fiyatlarının yüksek oluşu gibi nedenlerden dolayı performansı geliştirilmiş ekim makinalarının kullanılması gereklidir. Türkiye’de ekimi yapılan havuç, soğan ve kolza tohumlarının ekiliş alanları sırasıyla, 20,000, 80,000 ve 1,700 ve üretim miktarları ise 438,000, 2,040,000 ve 4,500 tondur. Günümüzde bu tohumlar, ya elle ya da toplam sayıları 176,000’ni bulan kombine tahıl ekim makinalarıyla kum ya da gübre ile karıştırılarak ekilmektedir (TÜİK 2007). Havuç üretimi yapılan Ankara/Beypazarı ve Konya’da, tohumdan baş soğan üretimi yapılan Amasya ve Çorum illerinde tek dane ekim makinalarının kullanımı yaygın değildir. Uygulanan elle serpmeye ekim tekniğinde, sıra üzeri tohum aralığı ve ekim derinliği düzensizliğinin iyi olmaması nedeniyle dane verimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca, ekim normu olması gerekenin yaklaşık iki katına ayarlandığından üretim maliyeti önemli oranda artmaktadır. Altan akışlı oluklu makaralı ekici düzenler; yapısal özelliklerinin basitliği, imalatlarının ve tohum akış miktarı ayarlarının kolay olması, yüksek ilerleme hızlarında ekime olanak vermesi ve dişli ekici makaralara göre üniversal karakterde olmaları nedeniyle yaygındır. (Yıldırım & Turgut 2007; Ryu & Kim 1998).

Tahıl ekiminde kullanılan üstten akışlı dişli ekici makaraya bir bilezik aparatı takılarak kaplı ve kapsız kanola tohumları %4 varyasyon katsayısı değerinin altında bir tohum akış düzensizliğinde ekilebilmiştir (Ertuğrul 2010). Genelde, sıra üzeri tohum aralığının 5 cm’den daha küçük olduğu durumlarda, tek dane ekici düzenlerin ekim performansları belirgin şekilde kötüleşmektedir (Önal 2011). Bu nedenle, oluklu ekici makaraya sahip normal sıraya ekim makinaları, daha ucuz olmaları nedeniyle, özellikle dar sıra aralıklı ekimlerde, tek dane ekim makinalarına tercih edilmektedir (Griepentrog 1994).

Oluklu makaralı ekici düzenlerde, tohum akış karakteristiklerine etki eden konstrüktif ve işletme

parametreleri; makara çapı, oluk şekli, oluk hacmi, oluk sayısı, oluk helis açısı, aktif makara uzunluğu, taban klapesi aralığı, oluğun helis açısı, makara devir sayısı ve makaranın alttan veya üstten akışlı olmasıdır (Bernacki et al 1972; Ryu & Kim 1998; Turgut et al 1996; Güler 2005; Ertuğrul 2010; Önal 2011). Yıldırım et al (2004), buğday ve arpa tohumlarında, alttan akışlı trapez şekilli oluklu ekici makarada, yarım daire ve yatık oluk şekilli olanına göre daha iyi tohum akış düzensizliği sağladıklarını belirtmişlerdir. Bu makarada, en düşük varyasyon katsayısı değerleri buğday ve arpa için sırasıyla %2.92 ve %3.93 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşılık Yıldırım & Turgut (2007), yonca ve susam gibi küçük tohumlarla çalışmada, en iyi tohum akış düzensizliğini, trapez ve üçgen şekilli oluk yerine, yarım daire oluk şekline elde etmişlerdir. Altan akışlı, 56 mm çaplı ve 22 oluklu yarım daire şekilli oluklu ekici makaranın 8 mm aktif makara uzunluğunda ve 5-10 min⁻¹ makara devrinde çalıştırılmasını önermişlerdir. Bu koşullarda, tohum akış düzensizliği değerlerinin, yonca ve susam tohumu için, 5-10 min⁻¹ makara devirlerinde sırasıyla %13-7, %21-10 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Ertuğrul (2010), kaplı ve kapsız kanola tohumlarında, tohum debisine makara uzunluğunun, makara devrinin ve tohumların statik sürtünme katsayılarının etkili olduğunu belirtmiştir.

Ülkemizde imal edilen veya yurtdışından ithal edilen tahıl ekim makinalarının çoğunluğu, alttan akışlı oluklu ekici makaraya sahiptir. Bu tip ekim makinaları ile küçük daneli tohumların düşük ekim normlarında (1-2 kg da⁻¹) ekimini ancak düşük makara hızlarında ve aktif makara uzunluklarında yapabilmektedir. Bu durumda ise, yeterli tohum akışı ve sıra üzeri tohum dağılım düzensizliği sağlanamamaktadır. Küçük daneli sebze, çayır-mera ve yem bitkisi tohumlarının ekiminin önem kazanmasıyla birlikte, tarım makinaları imalatçıları, bu sorunu çözebilmek için ar-ge çalışması yürütmektedirler. Üstten akışlı oluklu ekici makara kullanılarak, bu sakıncaların düşünülmektedir. Bu çalışmada, aktif oluk uzunluğu değiştirilebilen ve üstten tohum akışlı düz oluklu ekici makara ile kapsız soğan, havuç, kanola ve kaplı kanola tohumlarının ekiminde tohum akışı ve sıra üzeri tohum dağılım düzensizliğine ilişkin faktörler incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, küçük taneli tohum olarak, kapsız soğan (*Texas Early Grano*), kapsız havuç (*Nantes*), kaplı (*Eshydromel*) ve kapsız kanola (*Licord*) tohumları kullanılmıştır. Bu tohumların bazı fiziksel özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Araştırma materyali soğan, havuç ve kanola tohumlarının statik sürtünme açıları, Razavi et al (2009)’a; doğal yığılma açıları Alayunt (2000)’a ve küresellik değerleri ile ortalama tohum boyutları Mohsenin (1986)’e göre bulunmuştur.

Serin iklim tahıllarının ekiminde kullanılmak üzere tasarlanan 49.7 mm çapında, alttan akışlı ve aktif makara uzunluğu değiştirilebilen normal 12 oluklu ekici makara, dönü yönü değiştirilerek üstten akışlı tipe dönüştürülmüştür (Şekil 1). Toplam oluk hacmi 19,671.42 mm³ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2).

2.2. Yöntem

Tohum debisinin ve akış düzgünlüğünün belirlenmesinde kullanılan tartım düzeni, hızı ayarlanabilir elektrik motoru, hız kontrol ünitesi, devir göstergesi ve dijital teraziden oluşmuştur. Normal oluklu ekici makara ile 2-16 mm arasında 9 farklı aktif makara uzunluğunda ve 3.822, 5.733 ve 7.644 min⁻¹ makara hızında çalışılmıştır. Tohum akış düzgünlüğünü belirlemek için yapılan tartım denemelerinde, rastgele örnek alma yerine, birbirini izleyen örneklerle çalışılmıştır (Maleki et al 2006). Bu nedenle, oluklu ekici makaradan dökülen tohumlar birbirini izleyen ardışık 15 örnek halinde, yığılımlı olarak 0.01 g ölçü hassasiyetindeki dijital terazi ile tartılmıştır. Bir tohum örneği alım süresi,

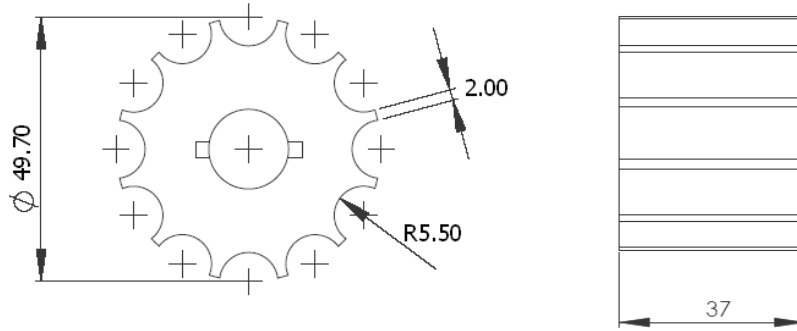
ekim makinası tekerleğinin 20 devrine denk gelecek şekilde seçilmiştir. Her bir testte, birbirini izleyen 15 örnek alınarak, 659.4 m (= 3.14 x 0.7 m teker çapı x 20 teker devri x 15 tekerrür) çizi uzunluğuna uygun olacak şekilde yığılımlı tartım yapılmıştır. Dijital teraziden okunan değerler anında Excel çizelgesine kaydedilmiştir. Böylece, normal oluklu ekici makara ile her bir tohum için 405 adet tartım gerçekleştirilmiştir. Tartımlarda yarım depo doluluğunda çalışılmıştır. Her bir test için, yığılımlı tartım değerleri arasındaki farklar alınarak salt tartım değerleri elde edilmiştir. Bu salt tartım değerlerinden, her bir test için, tohum debisi, tohum akış düzgünlüğünün tanımında kullanılan varyasyon katsayısı (CV) ve ekim normu değerleri hesaplanmıştır. Tohum akış düzgünlüğü, Önal (2011) tarafından bildirilen kriterlere göre değerlendirilmiştir. Minitab İstatistik Paket Programı’na aktarılan ve doğrusal olmayan ilişkileri doğrusal duruma getirmek ve çoklu regresyon analizi yapma doğrultusunda tüm bağımlı ve bağımsız değişkenlere logaritmik transformasyon uygulanmıştır. Analiz sonucunda modele seçilen ya da modelden çıkarılması düşünülen bir değişkene karar vermede %95 önem düzeyi ($P \leq 0.05$) kabul edilmiştir. Ampirik olarak geliştirilen matematiksel modellerin, elde edilen veriler ile ne denli uyum gösterdiği ise hassasiyet analiziyle belirlenmiştir.

Bitkilerin yatay düzlemdeki tohum dağılımının incelenmesi için Karayel (2010), sadece sıra üzeri tohum dağılımını ölçerek yapılacak tek boyutlu değerlendirme yerine, yaşam alanının dikkate alındığı iki boyutlu değerlendirme ile daha gerçekçi sonuçlar elde edilebileceğini bildirmektedir. Ancak, her bitkiye düşen yaşam alanının matematiksel olarak hesaplanması, oldukça zor ve zaman alıcıdır.

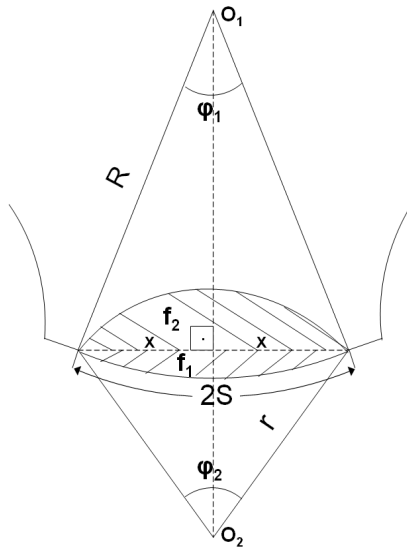
Çizelge 1-Laboratuar denemelerinde kullanılan tohumların fiziksel özellikleri

Table 1-Physical properties of seeds used in laboratory experiments

Fiziksel özellikler	Tohumlar			
	Kapsız havuç Ortalama ± SEM	Kapsız soğan Ortalama ± SEM	Kaplı kanola Ortalama ± SEM	Kapsız kanola Ortalama ± SEM
Bin tohum ağırlığı, g	1.2 ± 0.006	4.1 ± 0.002	4.8 ± 0.005	2.59 ± 0.007
Nem içeriği, %k.b.	7.43 ± 0.030	8.15 ± 0.008	5.88 ± 0.010	6.3 ± 0.012
Galvanizde statik sürtünme açısı, °	19.84 ± 0.120	15.76 ± .177	13.91 ± 0.049	14.56 ± 0.101
Doğal yığılma açısı, °	36.12 ± 0.226	31.50 ± .260	21.56 ± 0.170	23.89 ± 0.313
Uzunluk, mm	2.28 ± 0.103	2.93 ± 0.069	2.04 ± 0.045	1.86 ± 0.042
Genişlik, mm	1.28 ± 0.055	2.06 ± 0.035	1.91 ± 0.025	1.66 ± 0.044
Kalınlık, mm	0.65 ± 0.023	1.41 ± 0.050	1.82 ± 0.022	1.57 ± 0.049
Küresellik	0.544	0.697	0.941	0.908
Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	0.52±0.005	0.55 ± 0.004	0.68 ± 0.004	0.65 ± 0.005



Şekil 1-Normal oluklu makaranın ön ve yan görünüşü
Figure 1-Front and side view of normal fluted feed roll



Şekil 2-Oluk kesit alanı ve ölçüleri
($\varphi_1 = 25.37^\circ$, $\varphi_2 = 165.66^\circ$, $R = 24.85$ mm, $r = 5.5$ mm, $f_1 + f_2 = 44.305$ mm²) (Önal 2006)
Figure 2-Cross section of fluted roller
($\varphi_1 = 25.37^\circ$, $\varphi_2 = 165.66^\circ$, $R = 24.85$ mm, $r = 5.5$ mm, $f_1 + f_2 = 44.305$ mm²) (Önal 2006)

Bu sakınca, bilgisayar destekli ölçme yöntemlerini kullanarak giderilmeye çalışılmaktadır (Dursun & Dursun 2000; Önal & Önal 2009). Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde yapışkan bant deneme düzeninden yararlanılmıştır (Şekil 3). Yapışkan bant üzerinde, şeritlerdeki ortalama tohum sayısını 2 yapan şerit uzunluğunda tohum sayıları belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Bilgisayar desteğinde yapılan sınıflandırma sonucu elde edilen tohum dağılımının Poisson dağılımına uygunluğu,

varyasyon faktörü (V_f) ve iyilik kriteri (λ) değerleri ile kontrol edilmiştir. Tohum dağılımının varyasyon faktörü ve varyans (S^2):

$$V_f = \frac{S^2}{\mu} \quad (1)$$

$$S^2 = \frac{\sum X_i^2 \cdot f_i - (\sum X_i \cdot f_i)^2 / n}{n - 1} \quad (2)$$

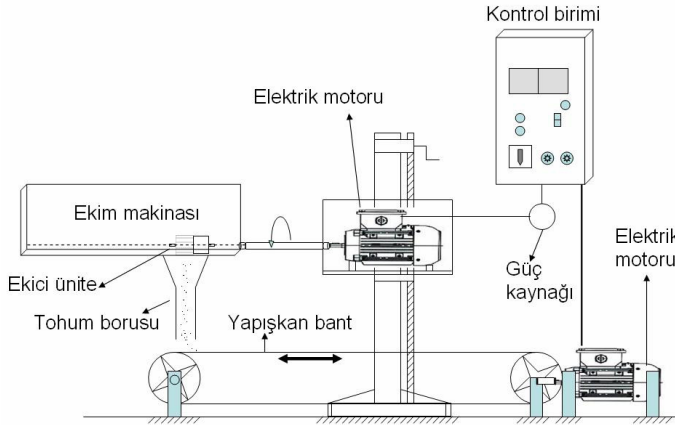
eşitlikleri yardımıyla hesaplanmıştır (Griepentrog 1991; Griepentrog 1994): Burada, X_i , beklenen değer, f_i , nispi değer, n , toplam örnek sayısıdır. Denemelerde bulunan V_f değerlerine göre, sıra üzeri tohum dağılımının karakteri belirlenmiştir. $V_f > 1.1$ olması halinde sıra üzeri tohum dağılımında istenmeyen boşluk ve kümelenmelerin olduğuna; $0.9 < V_f < 1.1$ arası değerlerde Poisson dağılımına uygun normal sıraya ekim yapıldığına; $V_f < 0.9$ olduğunda ise, sıra üzeri tohum dağılımının tek dane ekim karakterine yöneldiğine karar verilmiştir.

Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün kalitesi, 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin yüzdesini tanımlayan iyilik kriterine göre belirlenmiştir (Önal 2005). Bu değerlendirmede, şeritlerdeki ortalama tohum sayısı için $\mu \approx 2$ alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Soğan tohumuna ilişkin akış karakteristikleri ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü

Ardışık 15 tekrarlı soğan tohumu tartım denemelerinden elde edilen 405 ölçüm değeri kullanılarak hesaplanan soğan tohumu debi değerleri Şekil 4'de, tohum akış düzgünlüğü



Şekil 3-Yapışkan bant deneme düzeni

Figure 3-Sticky belt test rig

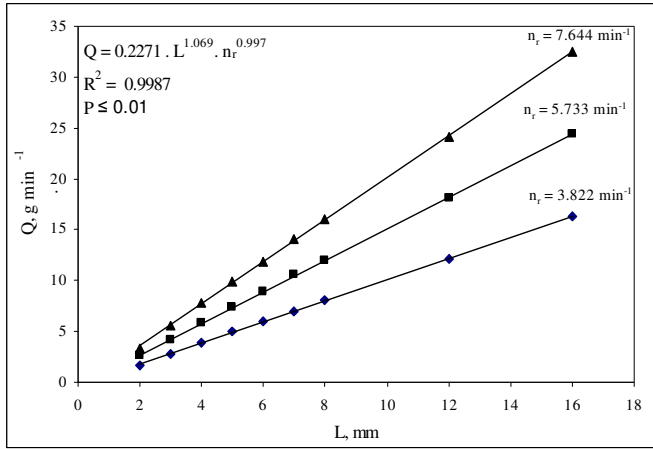
değerleri Şekil 5’de ve 39 cm sıra aralığı için ekim normu değerleri ise Çizelge 2’de verilmiştir. Stepwise regresyon analizine göre, aktif makara uzunluğu model denkleminde girdiğinde, modelin R^2 değeri 84.22’dir. Makara devri de modele girdiğinde ise bu değer 99.87’ye yükselmiştir. Tohum debisi değerleri, aktif makara uzunluğu ve makara devri artışı ile doğrusal olarak artmıştır. Yapılan kontrolde, ölçülen tohum debisi değerleri ile elde edilen modelle tahminlenen değerlerin uyum halinde olduğu görülmüştür ($r = 0.999$; $P \leq 0.01$). Ekim normu değerleri, aktif makara uzunluğu artışı ile doğrusal olarak artmış, makinanın ilerleme hızından etkilenmemiştir. Büyük çaplı oluklu ekici makaranın ekim normu, aktif makara uzunluğunu değiştirerek, 70 g da^{-1} ile 710 g da^{-1} aralığında ayarlanabilmiştir.

Tohum akış düzgünlüğünün, kısa, özellikle 4 mm’den küçük, aktif makara uzunluklarında % 3’ün üzerine çıkarak kötüleştiği, buna karşılık, 4-16 mm aktif makara uzunluklarında % 2’nin altına inerek, iyi- çok iyi kalitede olduğu görülmektedir (Şekil 5). Aktif makara uzunluğu arttıkça, tohum akış düzgünlüğü iyileşmiştir. Tohum akış düzgünlüğü, ekim makinası ilerleme hızından etkilenmemiştir (Şekil 5). Normal oluklu ekici makara ile soğan tohumunu 170 g da^{-1} ekim normunda, % 2 tohum akış düzgünlüğünde (iyi kalitede) ekmek mümkün olmuştur. 350 g da^{-1} dan büyük ekim normlarında, tohum akış düzgünlüğü ($CV \leq \% 1$) çok iyi kalitededir.

Soğan tohumu için, tüm ilerleme hızlarında 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin yüzdesini ifade eden iyilik kriteri ortalaması “orta” düzeydedir (Çizelge 3). 1 m s^{-1} ilerleme hızında kısmen bozuk tohum dağılımı gözlenmekle beraber, genel olarak sıra üzeri tohum dağılımı “normal sıraya ekim” karakterindedir.

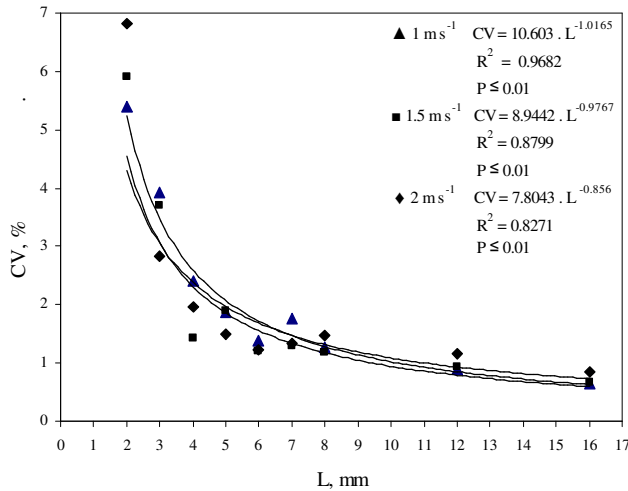
3.2. Havuç tohumuna ilişkin akış karakteristikleri ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü

Ardışık 15 tekrarlı havuç tohumu tartım denemeleri sonrasında, elde edilen 405 ölçüm değeri kullanılarak hesaplanan tohum debisi değerleri Şekil 6’da, tohum akış düzgünlüğü değerleri Şekil 7’de ve 39 cm sıra aralığı için ekim normu değerleri ise Çizelge 2’de verilmiştir. Stepwise regresyon analizine göre, aktif makara uzunluğu model denkleminde girdiğinde, modelin R^2 değeri 83.24’dir. Makara devri de modele girdiğinde ise R^2 değeri 99.99’a yükselmiştir. Model denkleminde görüldüğü üzere, tohum debisi değerleri, aktif makara uzunluğu ve makara devri artışı ile doğrusal olarak artmıştır. Hassasiyet analizinde, ölçülen değerler ile elde edilen model denkleminde tahminlenen değerlerin yakın olduğu anlaşılmıştır ($r = 0.999$; $P \leq 0.01$). Ekim normu değerleri, aktif makara uzunluğu artışı ile doğrusal olarak artmış ve ilerleme hızından etkilenmemiştir (Çizelge 2). Normal oluklu ekici makarada havuç tohumunun ekim normu, aktif makara uzunluğunu değiştirerek,



Şekil 4-Aktif makara uzunluğu ve makara devirinin soğan tohumu akış debisi üzerine etkisi

Figure 4-Effects of active length and revolution of fluted roller on the flow rate of onion seeds



Şekil 5-Aktif makara uzunluğu ve 1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹ ilerleme hızlarındaki makara devirinin soğan tohumu akış düzgünlüğüne etkisi

Figure 5-Effects of active length and revolution of fluted roller on the flow evenness of onion seeds at 1.0, 1.5 and 2.0 m s⁻¹ forward speed

80 g da⁻¹- 690 g da⁻¹ aralığında ayarlanabilmiştir (Çizelge 2).

Havuç tohumu için tohum akış düzgünlüğü (CV), kısa (2-3 mm) aktif makara uzunlukları dışında, % 2 değerinin altında, “iyi”- “çok iyi” kalitededir. Havuç tohumu, 7-14 mm aktif makara uzunluklarında, 300-600 g da⁻¹ ekim normunda “çok iyi” tohum akış düzgünlüğünde ekilebilmiştir.

Aktif makara uzunluğu 16 mm olduğunda, tohum akış düzgünlüğü, 1.5 m s⁻¹ ve 2.0 m s⁻¹ ilerleme hızlarında %1’in bir miktar üzerinde “iyi” kalitededir. Genelde, tohum akış düzgünlüğü değerleri, 120-150 g da⁻¹ ekim normunun üzerinde %2’nin altındadır.

Havuç tohumu için, tüm ilerleme hızlarında λ değeri orta düzeydedir (Çizelge 4). 1 m s⁻¹ ilerleme

Çizelge 2-Soğan, havuç, kaplı kanola ve kapsız kanola tohumları için değişik oluklu ekici makara aktif iş genişliği ve devirlerinde bulunan ortalama ekim normu değerleri (Sıra aralığı, soğan ve havuç için 39 cm, kanola için 26 cm, ekim makinası teker çapı 70 cm, transmisyon oranı 0.14)

Table 2-Average seeding rate of onion, carrot, coated and uncoated canola seeds found at different active length and revolution of fluted roller.. (Row width 39 cm for onion and carrot, 26 cm for canola , diameter of ground wheel 70 cm, transmission ratio 0.14)

L,mm	$n_r (V_m)$ $\text{min}^{-1} (\text{m s}^{-1})$	Ekim normu, kg da^{-1}			
		Soğan	Havuç	Kaplı kanola	Kapsız kanola
16	3.822 (1.0)	0.71	0.69	1.29	1.26
	5.733 (1.5)	0.71	0.68	1.28	1.27
	7.644 (2.0)	0.71	0.68	1.29	1.25
12	3.822 (1.0)	0.53	0.51	0.97	0.93
	5.733 (1.5)	0.53	0.51	0.97	0.94
	7.644 (2.0)	0.53	0.51	0.97	0.94
8	3.822 (1.0)	0.35	0.34	0.65	0.61
	5.733 (1.5)	0.35	0.34	0.65	0.61
	7.644 (2.0)	0.35	0.34	0.64	0.61
7	3.822 (1.0)	0.31	0.30	0.56	0.53
	5.733 (1.5)	0.31	0.30	0.57	0.52
	7.644 (2.0)	0.31	0.30	0.56	0.52
6	3.822 (1.0)	0.26	0.25	0.49	0.45
	5.733 (1.5)	0.26	0.25	0.48	0.45
	7.644 (2.0)	0.26	0.25	0.47	0.45
5	3.822 (1.0)	0.22	0.21	0.40	0.37
	5.733 (1.5)	0.22	0.21	0.40	0.37
	7.644 (2.0)	0.22	0.21	0.39	0.37
4	3.822 (1.0)	0.17	0.17	0.32	0.30
	5.733 (1.5)	0.17	0.17	0.32	0.30
	7.644 (2.0)	0.17	0.17	0.32	0.30
3	3.822 (1.0)	0.12	0.12	0.24	0.22
	5.733 (1.5)	0.12	0.12	0.24	0.22
	7.644 (2.0)	0.12	0.12	0.24	0.22
2	3.822 (1.0)	0.08	0.08	0.16	0.15
	5.733 (1.5)	0.08	0.08	0.16	0.15
	7.644 (2.0)	0.07	0.08	0.16	0.15

hızında ve 16 mm oluklu makara uzunluğunda sıra üzerinde bozuk tohum dağılımı gözlenmekle beraber, genel olarak sıra üzeri tohum dağılımı “normal sıraya ekim” karakterindedir.

3.3. Kaplı kanola tohumuna ilişkin akış karakteristikleri ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü

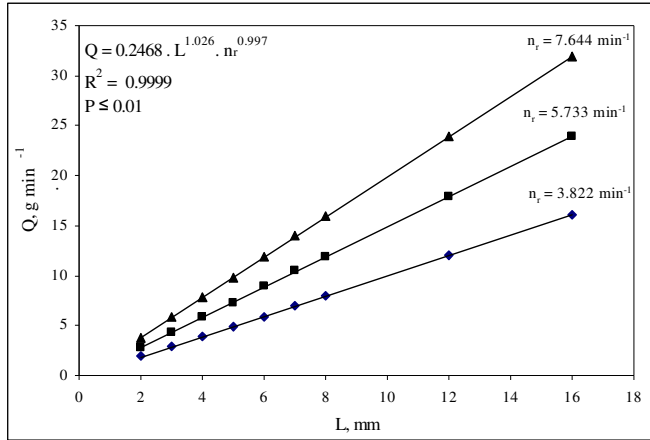
Ardışık 15 tekrarlı kaplı kanola tohumu tartım denemelerinden elde edilen 405 ölçüm değeri kullanılarak hesaplanan tohumu debisi değerleri Şekil 8’de, tohum akış düzgünlüğü değerleri Şekil 9’da ve 26 cm sıra aralığı için ekim normu değerleri

Çizelge 2’de verilmiştir. Stepwise regresyon analizine göre, aktif makara uzunluğu model denklemine girdiğinde, modelin R^2 değeri 83.08 dir. Makara devri de modele girdiğinde R^2 , 99.99 değerine yükselmiştir. Kaplı kanola tohumu debi değerleri, aktif makara uzunluğunun ve makara devrinin artışı ile doğrusal olarak artmıştır. Yapılan hassasiyet analizinde, ölçülen tohum debisi değerleri ile elde edilen model denkleminde tahminlenen değerler birbirine çok yakın bulunmuştur ($r = 0.999$; $P \leq 0.01$). İlerleme hızı arttıkça, oluklu ekici makara devri de ilerleme hızıyla senkronize olarak arttığından, ekim normu,

Çizelge 3-Oluklu makaralı ekici düzen ile soğan tohumu ekiminde farklı makara devri (n_r) ve aktif makara iş genişliklerinde (L), iyilik kriteri (λ) ve varyasyon faktörü (V_f) değerleri ile tanımlanan sıra üzeri tohum dağılım kaliteleri

Table 3-In-row seed distribution quality of onion seeds defined by goodness criteria (λ) and variation factor (V_f) at different active length (L) and revolution of fluted rolls (n_r)

Soğan						
	L, mm	Z, cm	λ , %	Yorum	V_f	Yorum
$V_m=1.0 \text{ m s}^{-1}$	16	1.50	58.4	Orta	1.2	Bozuk tohum dağılımı
	8	3.07	60.8	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
	6	4.14	59.2	Orta	1.16	Bozuk tohum dağılımı
	4	6.35	65.6	İyi	1.09	Normal sıraya ekim
	2	14.33	63.2	Orta	0.93	Normal sıraya ekim
Ortalama			61.4	Orta	1.09	Normal sıraya ekim
$V_m=1.5 \text{ m s}^{-1}$	16	1.50	63.2	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
	8	3.07	64.4	Orta	1.08	Normal sıraya ekim
	6	4.14	58.4	Orta	1.08	Normal sıraya ekim
	4	6.35	61.6	Orta	1.06	Normal sıraya ekim
	2	14.33	63.6	Orta	0.91	Normal sıraya ekim
Ortalama			62.2	Orta	1.04	Normal sıraya ekim
$V_m=2.0 \text{ m s}^{-1}$	16	1.50	64.0	Orta	1.06	Normal sıraya ekim
	8	3.07	62.4	Orta	1.08	Normal sıraya ekim
	6	4.14	58.0	Orta	1.09	Normal sıraya ekim
	4	6.35	60.8	Orta	1.02	Normal sıraya ekim
	2	14.33	65.6	İyi	0.92	Normal sıraya ekim
Ortalama			62.2	Orta	1.03	Normal sıraya ekim
Genel ortalama			61.9	Orta	1.05	Normal sıraya ekim



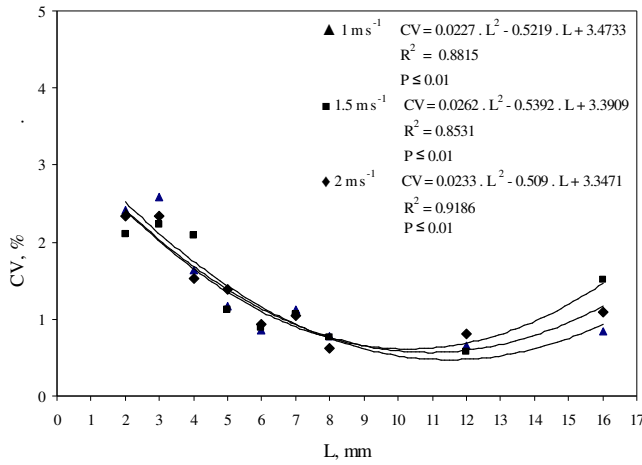
Şekil 6-Aktif makara uzunluğu ve makara devrinin havuç tohumu akış debisi üzerine etkisi

Figure 6- Effects of active length and revolution of fluted feed rolls on the flow rate of carrot seeds

ekim makinası ilerleme hızından etkilenmemektedir (Çizelge 2).

Kaplı kanola tohumu için tohum akış ölçümlerindeki sapmalar, aktif makara uzunluklarının artışı ile azalmış, 3.822 min^{-1} (1 m s^{-1} ilerleme hızında) makara devrinde polinomial, 5.733 min^{-1} (1.5 m s^{-1} ilerleme hızında) makara devrinde üssel ve 7.644 min^{-1} (2.0 m s^{-1}) makara

devrinde doğrusal formda değişim göstermiştir. Tohum akış düzgünlüğü değerleri, tüm oluklu makara aktif iş genişliklerinde % 5 değerinin altındadır. Özellikle, aktif makara uzunluğu 6 mm'den fazla olduğunda, tohum akışındaki düzgünlük değerleri, % 2'nin altına inmektedir. Sonuç olarak, kaplı kanola tohumunun akış düzgünlüğünün, 0.16-0.49 kg da⁻¹ ekim normu aralığında, % 2-5 varyasyon katsayısında, "orta"-



Şekil 7-Aktif makara uzunluğu ve 1.0, 1.5 ve 2.0 $m s^{-1}$ makina ilerleme hızındaki makara devirinin havuç tohumu akış düzgünlüğüne etkisi.

Figure 7-Effects of active length and revolution of fluted feed rolls on the flow evenness of carrot seeds at 1.0, 1.5 and 2.0 $m s^{-1}$ forward speed.

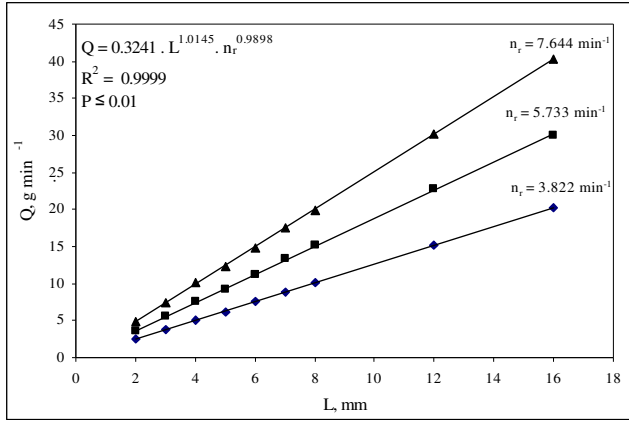
Çizelge 4-Oluklu makaralı ekici düzen ile havuç tohumu ekiminde farklı makara devri (n_r) ve aktif makara iş genişliklerinde (L), iyilik kriteri (λ) ve varyasyon faktörü (V_f) değerleri ile tanımlanan sıra üzeri tohum dağılım kaliteleri

Table 4-In-row seed distribution quality of carrot seeds defined by goodness criteria (λ) and variation factor (V_f) at different active length (L) and revolution of fluted rolls (n_r)

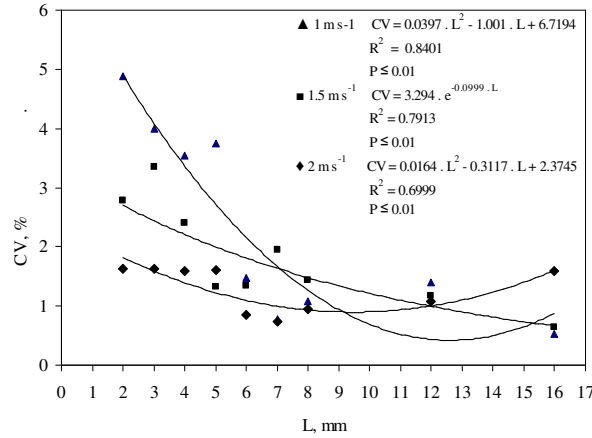
		Havuç				
	L, mm	Z, cm	λ , %	Yorum	V_f	Yorum
$Vm=1.0 m s^{-1}$	16	0.46	63.2	Orta	1.15	Bozuk tohum dağılımı
	8	0.93	54.8	Yetersiz	1.09	Normal sıraya ekim
	6	1.25	56.0	Orta	1.08	Normal sıraya ekim
	4	1.90	58.8	Orta	1.05	Normal sıraya ekim
	2	3.91	62.8	Orta	1.00	Normal sıraya ekim
Ortalama			59.1	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
$Vm=1.5 m s^{-1}$	16	0.46	59.2	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
	8	0.93	56.0	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
	6	1.25	60.0	Orta	1.05	Normal sıraya ekim
	4	1.90	59.2	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
	2	3.91	62.4	Orta	1.04	Normal sıraya ekim
Ortalama			59.4	Orta	1.06	Normal sıraya ekim
$Vm=2.0 m s^{-1}$	16	0.46	56.0	Orta	1.09	Normal sıraya ekim
	8	0.93	56.8	Orta	1.04	Normal sıraya ekim
	6	1.25	60.4	Orta	1.09	Normal sıraya ekim
	4	1.90	60.4	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
	2	3.91	64.8	Orta	0.99	Normal sıraya ekim
Ortalama			59.7	Orta	1.06	Normal sıraya ekim
Genel ortalama			59.4	Orta	1.06	Normal sıraya ekim

“iyi” ; 0.49-1.29 $kg da^{-1}$ ekim normunda ise, % 2'nin altında bir varyasyon katsayısında “iyi”- “çok iyi” kalitede olduğu söylenebilir. Genelde, aktif makara uzunluğu arttıkça, tohum akış düzgünlüğü iyileşmektedir.

Kaplı kanola tohumu için, tüm ilerleme hızlarında λ , “iyi” düzeydedir (Çizelge 5). 1 $m s^{-1}$ 'den yüksek ilerleme hızlarında sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü iyileşerek ($V_f > 0.9$) tek dane ekim karakterine dönüşmektedir.



Şekil 8-Aktif makara uzunluğu ve makara devirinin kaplı kanola tohumu akış debisi üzerine etkisi
Figure 8-Effects of active length and revolution of fluted feed rolls on the flow rate of coated canola seeds



Şekil 9-Aktif makara uzunluğu ve 1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹ makina ilerleme hızındaki makara devirinin kaplı kanola tohumu akış düzgünlüğüne etkisi.
Figure 9-Effects of active length and revolution of fluted feed rolls on the flow evenness of coated canola seeds at 1.0, 1.5 and 2.0 m s⁻¹ forward speed.

3.4. Kapsız kanola tohumuna ilişkin akış karakteristikleri ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü

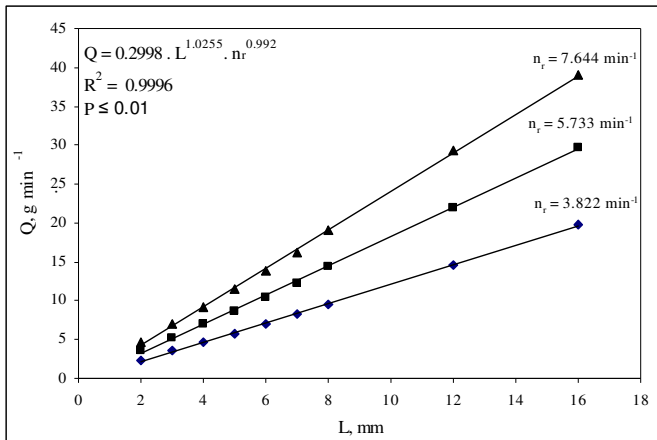
Ardışık 15 tekrarlı kapsız kanola tohumu tartım denemelerinde elde edilen 405 ölçüm değeri kullanılarak hesaplanan kapsız kanola tohumu debi değerleri Şekil 10'da, tohum akış düzgünlüğü değerleri Şekil 11de ve 26 cm sıra aralığı için hesaplanan ekim normu değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Stepwise regresyon analizine göre, aktif makara uzunluğu modele girdiğinde, modelin R^2 değeri 83.31'dir. Makara

devri de modele girdiğinde R^2 değeri 99.99'a yükselmiştir. Tohum debisi değerleri, aktif makara uzunluğu ve makara devri artışı ile doğrusal olarak artmıştır. Ölçülen değerler ile model denkleminde tahminlenen değerler birbirine çok yakındır ($r = 0.999$; $P \leq 0.01$). Kapsız kanola tohumu için ekim normu değerleri, aktif makara uzunluğu artışı ile doğrusal olarak artmış, ekim makinası ilerleme hızından etkilenmemiştir (Çizelge 2).

Çizelge 5-Oluklu makaralı ekici düzen ile kaplı kanola tohumu ekiminde farklı makara devri (n_r) ve aktif makara iş genişliklerinde (L), iyilik kriteri (λ) ve varyasyon faktörü (V_f) değerleri ile tanımlanan sıra üzeri tohum dağılım kaliteleri

Table 5-In-row seed distribution quality of coated canola seeds defined by goodness criteria (λ) and variation factor (V_f) at different active length (L) and revolution of fluted rolls (n_r)

Kaplı Kanola						
	L , mm	Z , cm	λ , %	Yorum	V_f	Yorum
$V_m=1.0 \text{ m s}^{-1}$	16	1.44	60.0	Orta	0.93	Normal sıraya ekim
	8	2.86	67.6	İyi	0.91	Normal sıraya ekim
	6	3.86	68.8	İyi	0.88	Tek dane ekim
$n_r=3.822 \text{ min}^{-1}$	4	5.72	68.8	İyi	1.02	Normal sıraya ekim
	2	11.82	73.2	Çok iyi	0.89	Tek dane ekim
	Ortalama		67.7	İyi	0.93	Normal sıraya ekim
$V_m=1.5 \text{ m s}^{-1}$	16	1.44	67.6	İyi	0.73	Tek dane ekim
	8	2.86	72.0	Çok iyi	0.78	Tek dane ekim
	6	3.86	69.6	İyi	0.74	Tek dane ekim
$n_r=5.733 \text{ min}^{-1}$	4	5.72	70.4	İyi	0.89	Tek dane ekim
	2	11.82	71.2	İyi	0.78	Tek dane ekim
	Ortalama		70.2	İyi	0.78	Tek dane ekim
$V_m=2.0 \text{ m s}^{-1}$	16	1.44	61.6	Orta	0.66	Tek dane ekim
	8	2.86	66.0	İyi	0.84	Tek dane ekim
	6	3.86	71.2	İyi	0.63	Tek dane ekim
$n_r=7.644 \text{ min}^{-1}$	4	5.72	72.0	Çok iyi	0.94	Normal sıraya ekim
	2	11.82	72.4	Çok iyi	0.68	Tek dane ekim
	Ortalama		68.6	İyi	0.75	Tek dane ekim
Genel ortalama			68.8	İyi	0.82	Tek dane ekim



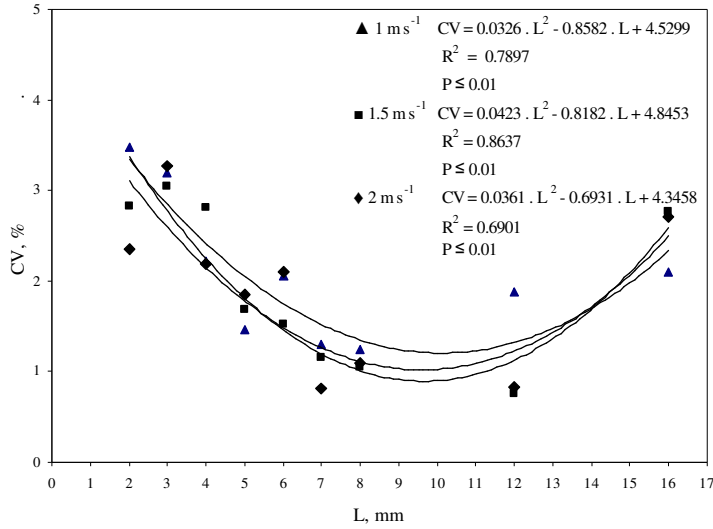
Şekil 10-Aktif makara uzunluğu ve makara devrinin kapsız kanola tohumu akış debisi üzerine etkisi

Figure 10-Effects of active length and revolution of fluted feed rolls on the flow rate of uncoated canola seeds

Tohum akışındaki sapmalar (Şekil 11), 2-9 mm aktif makara uzunluğu aralığında azalma, 9-16 mm aktif makara uzunluğu aralığında ise artma eğilimindedir. Buna karşılık, ilerleme hızındaki değişim, tohum akış düzgünlüğünü belirgin bir şekilde etkilememiştir. Kapsız kanola tohumunun normal oluklu ekici makara ile $0.15\text{-}1.26 \text{ kg da}^{-1}$ ekim normunda, % 3'ün altında bir tohum akış düzgünlüğünde ekilebildiği söylenebilir. Bununla

beraber, denemeler sırasında yapılan gözlemlere göre, çok küçük olan tohumların sızıntısız ekilebilmesi için, normal oluklu ekici makaranın tohum hücrelerinin ve deposunun, gerekli hassasiyette imal edilmesi gerekmektedir.

Kapsız kanola tohumu için, 1 m s^{-1} ilerleme hızında λ iyilik kriteri ortalaması “orta” düzeydedir (Çizelge 6). 1 m s^{-1} 'den yüksek ilerleme hızlarında,



Şekil 11-Aktif makara uzunluğu ve 1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹ makina ilerleme hızındaki makara devirinin kapsız kanola tohumu akış düzgünlüğüne etkisi.

Figure 11-Effects of active length and revolution of fluted feed rolls on the flow evenness of uncoated canola seeds at 1.0, 1.5 and 2.0 m s⁻¹ forward speed.

Çizelge 6-Oluklu makaralı ekici düzen ile kapsız kanola tohumu ekiminde farklı makara devri (n_r) ve aktif makara iş genişliklerinde (L), iyilik kriteri (λ) ve varyasyon faktörü (V_f) değerleri ile tanımlanan sıra üzeri tohum dağılım kaliteleri

Table 6-In-row seed distribution quality of uncoated canola seeds defined by goodness criteria (λ) and variation factor (V_f) at different active length (L) and revolution of fluted rolls (n_r)

Kapsız Kanola						
	L, mm	Z, cm	λ, %	Yorum	V _f	Yorum
Vm=1.0 m s ⁻¹	16	0.79	52.0	Kötü	1.06	Normal sıraya ekim
	8	1.63	66.0	İyi	1.06	Normal sıraya ekim
	6	2.23	62.0	Orta	1.05	Normal sıraya ekim
	4	3.36	66.8	İyi	1.21	Bozuk tohum dağılımı
	2	6.62	68.8	İyi	0.95	Normal sıraya ekim
Ortalama			63.1	Orta	1.07	Normal sıraya ekim
Vm=1.5 m s ⁻¹	16	0.79	65.6	Orta	0.81	Tek dane ekim
	8	1.63	68.8	İyi	0.87	Tek dane ekim
	6	2.23	68.0	İyi	0.84	Tek dane ekim
	4	3.36	63.2	Orta	1.02	Normal sıraya ekim
	2	6.62	71.2	İyi	0.74	Tek dane ekim
Ortalama			67.4	İyi	0.86	Tek dane ekim
Vm=2.0 m s ⁻¹	16	0.79	72.7	Çok iyi	0.67	Tek dane ekim
	8	1.63	71.2	İyi	0.88	Tek dane ekim
	6	2.23	70.8	İyi	0.81	Tek dane ekim
	4	3.36	71.2	İyi	1.08	Normal sıraya ekim
	2	6.62	68.8	İyi	0.67	Tek dane ekim
Ortalama			70.9	İyi	0.82	Tek dane ekim
Genel ortalama			67.1	İyi	0.91	Normal sıraya ekim

λ ortalaması “iyi” düzeye yükselmiştir. Kaplı kanolada olduğu gibi kapsız kanolada da sıra üzeri tohum dağılım karakteri 1 m s⁻¹’den yüksek

ilerleme hızlarında tek dane ekim karakterine dönüşmektedir. kaplı kanola tohumunun ekiminde, kapsız kanola tohumuna göre daha düşük V_f değeri,

diğer ifadeyle daha düzgün tohum dağılımı elde edilmiştir.

3.5. Soğan, havuç, kaplı ve kapsız kanola tohumları için genel tohum akış denklemi

Soğan, havuç ve kanola tohumları için elde edilen 1620 tartım verisinden hesaplanan tohum akış debisi değerleri kullanılarak, ekici makaranın oluk uzunluğunu ve hızını, tohumların küresellik, hacim ağırlığı, bin tohum ağırlığı, tohum-metal arası statik sürtünme katsayısı ve doğal yığılma açısı özelliklerini içeren genel model denklemi elde edilmiştir. Stepwise regresyon analizine göre, aktif makara uzunluğu model denkleminde girildiğinde, modelin R^2 değeri 81.43 olmuştur. R^2 değeri, makara devrinin de modele girmesiyle 97.41'e; hacim ağırlığı ile beraber 99.71'e; küresellik ile birlikte 99.81'e yükselmiştir. Bin tohum ağırlığının, R^2 değerine belirgin etkisi olmamasına rağmen modelde ver almıştır. Statik sürtünme katsayısı ve doğal yığılma açısının R^2 'ye belirgin bir etkisi olmamıştır. Elde edilen genel tohum debisi model denklemi aşağıda verilmiştir:

$$Q = 0.5894 \cdot L^{1.0341} \cdot n_r^{0.9941} \cdot BD^{1.6673} \cdot S^{-0.349} \cdot \sigma^{-0.0119} \quad (3)$$

Yapılan hassasiyet analizinde, ölçülen değerler ile elde edilen genel model denkleminde tahminlenen değerlerin uyumlu olduğu görülmüştür ($r = 0,999$; $P \leq 0,01$).

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, alttan akışlı oluklu ekici makara ile küçük daneli tohumların ekiminde karşılaşılan zorluklar, alttan akışlı oluklu ekici makaranın dönü yönünü değiştirerek üstten akışlı tohum beslemesinin sağlanmasıyla giderilmiştir. Bu çalışmanın da gösterdiği gibi, kapsız soğan, havuç, kanola ve kaplı kanola tohumlarının yeteri kadar düşük ekim normunda (120, 120, 240 ve 220 g da⁻¹), düzgün bir tohum akışında ($CV < \%4$) ve "orta"- "iyi" kalitede bir sıra üzeri tohum dağılımında (genel ortalama değerleri: $\lambda = 61.9, 59.4, 68.8$ ve 67.1 ; $V_f = 1.05, 1.06, 0.82,$ ve 0.91) ekimi mümkündür.

Kısaltmalar	
a	tohum uzunluğu, mm
b	tohum genişliği, mm
B	sıra aralığı, cm
BD	tohumun hacim ağırlığı, g cm ⁻³
c	tohum kalınlığı, cm
CV	varyasyon katsayısı, %
D	ekim makinası tekerlek çapı, cm
i	transmisyon oranı
L	oluklu ekici makara uzunluğu, mm
N	ekim normu, kg da ⁻¹
n	toplam örnek sayısı
n_r	oluklu ekici makara devri, min ⁻¹
r	korelasyon katsayısı
R^2	belirleme katsayısı
Q	tohum debisi, g min ⁻¹
S	küresellik, %
S^2	varyans
SEM	ortalamanın standart hatası
V_f	varyasyon faktörü
V_m	ekim makinası ilerleme hızı, m s ⁻¹
Z	tohum aralığı, cm
λ	iyilik kriteri
μ	şeritlerdeki ortalama tohum sayısı
μ_s	tohum-metal arası statik sürtünme katsayısı
Φ	tohumun doğal yığılma açısı, °
σ	bin tohum ağırlığı, g

Kaynaklar

- Alayunt F N (2000). Biyolojik Malzeme Bilgisi. . Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 541, İzmir
- Bernacki H, Haman J & Kanafoski Cz (1972). Agricultural Machines, Theory and Construction. Vol.1. U S Dept. of Commerce, N.T.I.S., Springfield, Virginia
- Dursun İ G & Dursun E (2000). Ekim makinası sıra üzeri tohum dağılımının görüntü işleme yöntemi ile belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* **6**(4): 21-28
- Ertuğrul Ö (2010). Kanola (*Brassica napus L. Var. Oleifera*) Ekim Yöntemlerinin Matematik-İstatistik Analizi ve Ekici Düzenlerin Geliştirilmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı (Basılmamış). İzmir
- Griepentrog H W (1991). Zur Bewertung von Raps. Forschungsbericht Agrartechnik der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) 247, Dissertation, Kiel
- Griepentrog H W (1994). Saatgutzuteilung von Raps. Forschungsbericht Agrartechnik der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) 247, Dissertation, Kiel
- Güler İ E (2005). Technical note: Effects of flute diameter, fluted roll length, and speed on alfalfa seed flow. *Applied Engineering in Agriculture* **21**(1): 5-7
- Karayel D (2010). Sıraya ekimde yatay düzlemdeki tohum dağılımı ve bitki yaşam alanının Voronoi poligonlarıyla değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* **16**(2): 97-103
- Maleki M R, Mouazen A M, De Ketelaere B & De Baerdemaeker J (2006). A new index for seed distribution uniformity evaluation of grain drills. Research note. *Biosystem Engineering* **94** (3): 471-475
- Mohsenin N N (1986). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York
- Önal İ (2005). Normal sıraya ekimin matematik-istatistik esasları ve ekim makinalarının denemelerinde kullanılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* **1**(2): 85-91
- Önal O & Önal İ (2009). Development of computerized measurement system for in-row seed spacing accuracy. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* **33**(2): 99-109
- Önal İ (2011). Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 490, İzmir
- Razavi S M A, Yeganehzad S & Sadeghi A (2009). Moisture dependent physical properties of canola seeds. *Journal of Agricultural Science Technology* **11**(3): 309-322
- Ryu I & Kim K U (1998). Design of roller type metering device for precision planting. *Transactions of the ASAE* **41**(4): 923-930
- TÜİK, Tarımsal Yapı- Üretim, Fiyat, Değer, 2007. Türkiye.gov.tr. Ulaşım 22.11.2010
- Turgut N, Özsert İ, Kara M & Güler İ E (1996). Performance of fluted feed rolls in seed drills. In: Proceedings of the 6 th *International Congress on Agricultural Mechanisation and Energy*. 344-352, 2-6 September, Ankara
- Yıldırım Y, Kara M & Turgut N (2004). Tahıl ekim makinalarında kullanılan oluklu makaralarda oluk şeklinin tohum akış düzgünlüğüne etkisi. *Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi*, Bildiriler: 148-155. 8-10 Eylül 2004, Aydın
- Yıldırım Y & Turgut N (2007). Yonca ve susamın farklı oluk şekilli ekici makaralardan akış özelliklerinin araştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* **3**(1): 51-58