

Pnömatik Hassas Ekim Makinalarında Ayçiçeği Tohumlarının Tutulmasına Delik Şeklinin Etkisinin Belirlenmesi

Ali İhsan ACAR¹

Hossein H. A. ALIZADEH²

Geliş Tarihi: 17.06.2001

Özet: Çalışmada, pnömatik hassas ekim makinalarının en önemli elemanlarından biri olan ekici delikli plaka üzerinde bulunan deliklerin şekil özelliklerinin, tohumların tutulma yüksekliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, küresellik değeri oldukça düşük olan ayçiçeği tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Farklı 3 vakum seviyesinde (-4, -6 ve -8 kPa) ve 11 ayrı delik kesit alanında (7.1, 9.6, 12.6, 15.9, 19.6, 23.7, 28.3, 33.2, 38.5 44.2 ve 50.2 mm²) ve dört farklı delik şeklinde (daire, kare, üçgen, oblong) denemeler gerçekleştirilmiştir.

Denemelerden elde edilen değerler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, delik şekli, vakum ve delik kesit alanı faktörleri arasında üçlü interaksiyon belirlenmiştir. Elde edilen Duncan gruplaması sonuçlarına göre; tüm kesit alanları ve vakum basıncı seviyelerinde en düşük tohum tutulma yüksekliklerine kare kesitli deliklerde rastlanmıştır. Bunu daire, oblong ve üçgen delik şekilleri izlemiştir. Özellikle -8 kPa vakum basıncı değerinde bu sıralama belirgin olarak görülmektedir. Aynı delik kesit alanında vakum değerlerinin artması tutulma yüksekliklerinin artmasına neden olmuştur. Aynı vakum değerlerinde ve aynı şekil özelliğindeki deliklerde, delik kesit alanı değeri arttıkça tohumların ortalama tutulma yüksekliği değerlerinin de arttığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: pnömatik hassas ekim makinası, plaka delik şekli, kesit alanı, vakum düzeyi

Determination the Effect of Hole Shapes on the Pick up of Sunflower Seeds in Vacuum Type Precision Drills

Abstract: This study aims to determine the effect of the hole shape of vacuum seeder which is one of the most important part of vacuum type precision drill on the pick up heights of sunflower seeds. Sunflower seeds which have a considerably low value of sphericity were used in the experiments. The factors investigated were vacuum level (-4, -6 and -8 kPa), hole area (7.1, 9.6, 12.6, 15.9, 19.6, 23.7, 28.3, 33.2, 38.5 44.2 and 50.2 mm²) and hole shape (circular, square, triangular and oblong).

The data of experiments had been evaluated as statistically. The results of varians analyses, the triple interaction between hole shape, vacuum and hole area had been determined. According to the Duncan test results, the minimum pick up heights of seeds had been occurred at square hole shapes and the circular, oblong and triangular hole shapes had been followed the previous one. This order especially had been observed preminant in -8 kPa vacuum level. The increase of vacuum level had been caused the increase of pick up heights. It is observed that the increase of hole area at the same hole shape and vacuum level had been caused increase in pick up heights of seeds.

Key Words: vacuum type precision drill, vacuum seeder, hole shape, hole area, vacuum level

Giriş

Tohumların topraktaki bitki besin maddelerinden daha iyi yararlanabilmesi, tarlaya atılan tohum miktarının azaltılması gibi başlıca nedenlerden dolayı, tohumların tek tek ekilmesi anlamına gelen hassas ekim teknikleri giderek yaygınlaşmaktadır. Bu yöntemde; tohumların normal sırayarı ekimde de çok kolay sağlanabilen belirli sıra aralıklarına ekilmesi yanında, daha da önemlisi, istenen sıra üzeri aralıklara ekilmesi gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntem ile, kaliteli tohumluk kullanılarak, özellikle çapa bitkilerinde çok zaman alıcı, yorucu ve pahalı bir işlem olan seyreltmeden de tasarruf sağlanabilmektedir.

Hassas ekim yönteminin uygulanabilmesi için ilk olarak mekanik hassas ekim makinaları geliştirilmiştir. Bu makinalar uygulamada oldukça başarılı olarak kullanılmıştır. Ancak, tohumların fizikomekanik özellikleri ile ilgili olarak, şekillerinin düzgünlüğü ve boyutlarının çok geniş sınırlarda değişmesi, tohumların yuvalara girmesinde gerekli düzgünlüğü bozmakta, mekanik olarak da

zedelenmelere neden olabilmektedir. Ayrıca ilerleme hızı da çok fazla arttırılmamaktadır. Bu ve benzeri sorunlar nedeniyle, mekanik hassas ekim makinalarının kullanımı sınırlanmış, onun yerine genellikle vakum etkisiyle çalışan pnömatik hassas ekim makinaları geliştirilmiştir.

Pnömatik hassas ekim makinalarının kullanılması sonucunda; mekanik hassas ekim makinalarında ortaya çıkan sorunlar büyük oranda giderilmiş, ayrıca çok değişik yelpazede fizikomekanik özelliklere sahip tohumların geniş sınırlarda ekim tekniğine uygun ekilebilmesi olanaklı hale gelmiştir. Bu makinalarda, kuyruk milinden hareket alan bir hava akımı kaynağı bulunmaktadır (Ülger ve ark. 1996). Genellikle çapa bitkisi tohumlarının ekiminde kullanılan ve pnömatik ilkeye göre çalışan ekim makinalarda, delikli plakalı ya da diskli ekici düzenler kullanılmaktadır (Önal 1995). Delikli plakadaki delik çapı ve delik sayısı, tohumların fizikomekanik özelliklerine ve agroteknik isteklerine bağlı olarak seçilmektedir.

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

² Bu-Ali Sina Univ. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Hamadan - İran

Vakum ilkesine göre çalışan düşey delikli plakalı ya da dişli pnömatik hassas ekici düzenlerde ekim kalitesine; ekici plakanın çevre hızı, ekici plakadaki deliklere tohumu yönlendiren ve tohum hızını plaka hızına senkronize eden kanatlı çarkın bulunması ve vakum basıncı etkili olmaktadır (Önal 1995).

Pnömatik hassas ekim makinalarında ilerleme hızı değerleri; tohumun cinsine, vakum değerine, toprak yapısına, ekici delikli plakadaki delik sayısına; ekici düzende yer alan delikli plakanın çevre hızına, tohumun düşme yüksekliğine, çizi açıcı ve kapatıcı organın tipine bağlı olmaktadır ve başarılı bir ekim için 7-8 km/h'ı geçmemelidir (Önal 1995).

Vakum ilkesine göre çalışan pnömatik hassas ekim makinalarında işletme basıncı, sürekli ve aynı değerde olmalıdır. Bu değer çalışma sırasında, -600...-900 mmSS'nin (-59...-88 mbar=-5.9...-8.8 kPa) altına düşmemelidir (Önal 1995). İşletme vakum basıncı değerleri, yonca tohumları için -17 kPa (Sweetman 1957), şekerpancari tohumları için -3 kPa ve fasulye tohumları için -15 kPa (Hammond 1965) olarak önerilebilmektedir. Küçük tohumlardan, maydanöz ve marulda -1.47...-2.44 kPa; havuç ve haşhaşa -1.96...-2.93 kPa; lahana, turp ve biberde -3.9...-5.9 kPa vakum değerleri uygun olabilmektedir (Acar ve ark.1994).

Hava memeli tohum tekleyici üzerinde çalışan Shafii ve ark. (1991), domates tohumlarını materyal olarak kullanmışlar ve 180 mm çapında ekici plaka diskini denemişlerdir. Çalışmalar, üç farklı vakum değerinde (-2.44, -3.42 ve -4.40 kPa), üç farklı ekici plaka çizgisel hızında (63.6, 130.7 ve 204.3 mm/s), tekleyici hava memesinin üç değişik konumunda ve üç farklı üfleme basıncı değerinde gerçekleştirilmiştir. Benzer bir başka makineyi de; -3.7, -4.97 ve -6.21 kPa vakum 71.6, 119.4 ve 167 mm/s ekici plaka çizgisel hız değerlerinde denemişlerdir.

Guarella ve ark. (1996), domates, marul ve lahana tohumlarını materyal olarak kullandıkları çalışmalarında, 0.3, 0.5, 0.7 ve 0.9 mm deliklere sahip ekici plakaları ve 0...-80 kPa vakum basıncı değerlerini kullanmışlar ve tohumların emilme yüksekliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, vakum değerinin -20 kPa'a kadar olması durumunda, tohumların tutulma yüksekliği değerlerinin önemli olduğunu, ancak vakum değerinin -20 kPa'dan fazla olmasının tohumların tutulma yüksekliğine önemli bir katkısı olmayacağını vurgulamışlardır.

Bu çalışmada, vakum etkisiyle çalışan pnömatik hassas ekim makinaları ile ekilebilen ve küresellik değeri düşük olan ayçiçeği tohumlarının, ekici düzenin en önemli elemanı olan delikli plakada üzerinde yer alan deliklerin farklı kesit şekillerinde, farklı delik kesit alanlarında ve farklı vakum düzeylerinde tutulma yüksekliklerinin belirlenmesi ve özellikle delik şeklinin tohumların tutulması üzerinde önemli bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemelerde; ayçiçeği tohumları kullanılmıştır. Tohumlara ilişkin fizikomekanik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemeler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Kadayıfçılar Atölyesi'nde gerçekleştirilmiştir. Yüksekliği 0.05 mm hassaslıkta ayarlanabilen, atölyede mevcut olan freze tezgahından yararlanılmıştır. Ölçme sisteminin freze tezgahına bağlanmış şematik görünüşü Şekil 1'de verilmiştir.

Ölçme sisteminde vakumu yaratmak için bir fan kullanılmıştır. Fan, hareketini bir elektrik motorundan almaktadır. Fan döndürüldüğünde, delik kesit alanı ve şekilleri değiştirilebilen plakaların takıldığı emme ağız üzerinden hava, vakum deposuna, oradan da fana doğru emilmektedir. Vakum deposu kullanılarak, vakumun sürekli ve aynı seviyede kalması sağlanmaya çalışılmıştır. Vakum deposu, esneyebilir bir boru ile ucunda emme ağız takılı olan yuvarlak kesitli galvanizli boruya irtibatlandırılmıştır. Yuvarlak boru seçilmesinin nedeni, emme hattında, hava hızında gerçekleşebilecek değişmelerin önlenmesi içindir. Esnek borunun galvanizli boruya bağlandığı yere, tohumların çaplarının denemede kullanılan delikli plaka çapından küçük olabileceğinden, emilerek vakum hattına girerek tıkanmalara neden olmaması için bir filtre yerleştirilmiştir. Emme hattında, ölçme aralığı 0...-16 kPa olan bir vakummetre ile vakum değerini ayarlamaya yarayan bir küresel vana bulunmaktadır. Emme ağzının takıldığı boru, freze tezgahının hareket ettirilmeyen kafasına bağlanarak sabitlenmiştir. Emme ağzının kesiti Şekil 2'de görülmektedir.

Emme ağzının tam altına gelecek şekilde, freze tezgahının bağlantı tablasına 8 cm çapında bir cam kap konulmuştur. Cam kap, freze tezgahının tablası ile birlikte yukarı aşağı hareket ettirilebilmektedir. Tohumların cam kabın içerisine konulmasının nedeni, deliklerde tohumların tutulma anının görülebilmesi ve delikli plakada oluşan vakumun tohuma etki ederken çevresel koşullardan etkilenmemesi içindir.

Ölçmeler sırasında, tohumlar, emme ağzının altına konulan cam kap içerisine, tabanda bir sıra oluşturacak şekilde doldurulmuştur. Emme ağzında, değişik delik kesit alanlarında ve delik şekillerinde olan plakaların kolayca sökülüp değiştirilebilmesine olanak veren vidalı bir yapı oluşturulmuştur. Plakaların dış çapları 22 mm'dir ve delikler dairenin tam ortasına gelecek şekilde açılmıştır. Delikli plakalardaki delikler 11 farklı kesit alanındadır (Çizelge 2).

Çizelge 2'den görülebildiği gibi; öncelikle deliklerin dairesel olması durumunda çapları belirlenmiş, bunlar delik kesit alanı değerleri olarak ilk sütunda verilmiştir. Daha sonra aynı kesit alanını veren, karenin kenar uzunluğu, eşkenar üçgenin kenar uzunluğu ve oblong deliğin Şekil 3'de verilen ölçülen saptanmıştır. Çalışmanın orijinalliği dört farklı delik şeklinde aynı kesit alanlarının sağlanmasındadır.

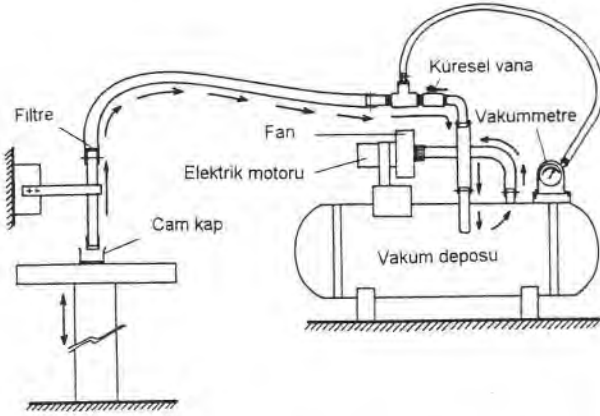
Çizelge 1. Denemelerde kullanılan ayçiçeği tohumlarının bazı fizikomekanik özellikleri

1000 dane ağırlığı (g)	Hacim ağırlığı (kg/dm ³)	Ortalama tohum boyutları (mm)		
		Uzunluk	Genişlik	Kalınlık
160	0,39	14,0	9,0	5,0

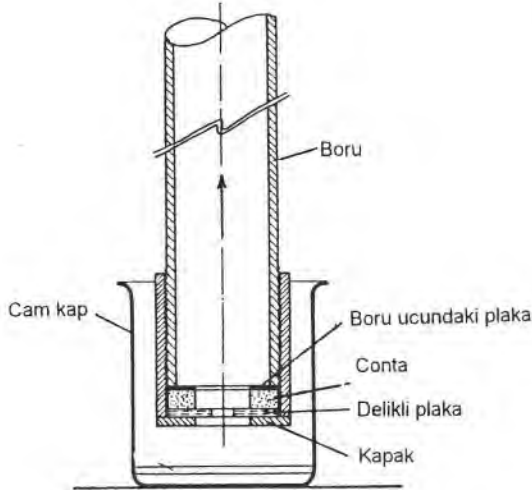
ayarlanarak, cam kabin üzerine konulduğu freze tezgahının tablası belirli bir yükseklikte sıfırlanmıştır. Freze tezgahının tablası 0.05 mm hassaslıkta yukarı doğru hareket ettirilerek tohumların deliklerde tutulduğu yükseklik değerleri saptanmıştır. Daha sonra aynı delik şeklinde vakum seviyeleri ve ondan sonra da delik kesit şekilleri değiştirilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir. Tohumların tutulma yükseklikleri deneme planına uygun olarak kaydedilmiştir.

Tohumların, deliklerde tek tek tutulabildiği delik kesit alanı değerine kadar denemeler sürdürülmüştür.

Ayçiçeği tohumlarında, ekici delikli plaka üzerindeki deliklerin 11 değişik kesit alanında, 4 değişik delik şeklinde, 3 değişik vakum seviyesinde tutulma yükseklikleri 3 tekerrürlü olarak saptanmıştır. Böylece, ayçiçeği tohumlarının ekici delikli plakada tutulma yükseklikleri üzerine delik şekillerinin etkisinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Ölçme sisteminin şematik görünüşü



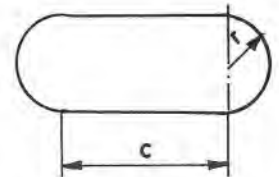
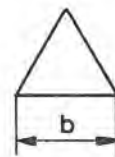
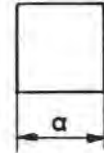
Şekil 2. Emme ağzının kesiti

Delikli plaka, çelik malzemeden yapılarak tohum ile plaka arasındaki sürtünme katsayısının etkisi aynı tutulmuştur.

Denemeler gerçekleştirilirken; öncelikle denenecek ayçiçeği tohumları cam kaba doldurulmuştur. Daha sonra, delik çapı ve kesit şekli belirli olan delikli plaka emme ağzına takılmış ve küresel vana ile vakum seviyesi

Çizelge 2. Delikli plakaya ait deliklerin kesit şekilleri ve ölçüleri

Kesit alanı (mm ²)	Kesit şekilleri ve ölçüleri (mm)					
	Dairenin çapı (D)	Karenin kenar uzunluğu (a)	Eşkenar üçgenin kenar uzunluğu (b)	Oblong uzunluğu (c)		
				2.0	3.0	4.0
7.1	3.0	2.7	4.0	2.0		
9.6	3.5	3.1	4.7	3.2	---	---
12.6	4.0	3.5	5.4	---	1.8	---
15.9	4.5	4.0	6.1	---	2.9	---
19.6	5.0	4.4	6.7	---	4.2	---
23.7	5.5	4.9	7.4	---	5.6	---
28.3	6.0	5.3	8.1	---	---	3.9
33.2	6.5	5.8	8.8	---	---	5.1
38.5	7.0	6.2	9.4	---	---	6.5
44.2	7.5	6.6	10.1	---	---	7.9
50.2	8.0	7.1	10.8	---	---	9.4



Şekil 3. Denemelerde kullanılan delikli plakalar

Bulgular ve Tartışma

Gerçekleştirilen denemeler sonucunda elde edilen veriler üzerinde varyans analizi yapılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Faktöriyel varyans analizi tekniği uygulanarak, grup ortalamaları arasında farklılıklar olduğu belirlenmiş; delik şekli x delik kesit alanı x vakum basıncı arasındaki etkileşimler ve bunlara ilişkin esas etkiler önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Üçlü etkileşim söz konusu olduğundan, faktörlerin tek tek etkileri ve ikili etkileşimler incelenmemiş; üç faktörün birlikte etkileri araştırılmıştır. Farklı olan grubun belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır.

Çizelge 3'de, delik kesit alanına ve vakum basıncı değerlerine bağlı olarak delik şeklinin etkisi, tohumların ortalama tutulma yükseklikleri ve standart hataları ile Duncan gruplandırmasına göre, kare delikte tohumların her vakum seviyesinde aynı satırda farklı harflerle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Çizelge 3'de, her vakum basıncı seviyesi için, her bir kesit alanı değerinde ayrı ayrı delik şekillerinin tohumların ortalama tutulma yüksekliği değerlerine etkisi değerlendirilmiştir. Delik şekillerinin tohumların ortalama tutulma yüksekliğine etkisi, vakum basıncı ve kesit alanı değerlerine bağlı olarak değişmiştir ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Yapılan Duncan gruplandırmasına göre, kare delikte tohumların tutulma yükseklikleri tüm kesit alanı değerlerinde ve tüm vakum basıncı değerlerinde en düşük olmuştur. En yüksek vakum basıncı değerinde (-8 kPa), her bir delik şeklinde hemen hemen tüm kesit alanlarında tohumların tutulma yüksekliği değerleri en küçük olandan büyük olana doğru sıralanırsa, kare, daire, oblong ve üçgen delik şekli sırası diğer vakum seviyelerine (-4 kPa ve -6 kPa) göre daha belirgin olarak görülmektedir.

Çizelge 4'de delik şekline ve kesit alanına bağlı olarak vakum basıncı seviyesinin etkisi, tohumların ortalama tutulma yükseklikleri ve standart hataları ile Duncan gruplandırması görülmektedir.

Çizelge 4'den de görülebileceği gibi, yapılan istatistiksel analizler sonucunda gerçekleştirilen Duncan gruplandırmasında, tüm delik şekillerinde ve tüm kesit alanlarında, en düşük vakum basıncındaki (-4 kPa) tohumların ortalama tutulma yüksekliği değerleri ilk grupta (a) yer almış, bunu -6 kPa ve -8 kPa vakum basıncı değerleri izlemiştir. Buna göre, aynı delik kesit alanında vakum basıncı değeri arttıkça tohumların tutulma yükseklikleri de

artmıştır. Yine çizelgeden görülebileceği gibi, tüm delik şekillerinde ve kesit alanı değerlerinde tutulma yüksekliği değerleri için, -4 ve -6 kPa vakum basıncı seviyeleri arasındaki fark, -4 ile -8 kPa vakum basıncı seviyeleri arasındaki farktan daha küçüktür. Daire ve üçgen delik şekillerinde -4 kPa ve -8 kPa vakum basıncı seviyelerinden hiçbirisi aynı grupta (a, b veya c) yer almamıştır. Bunun yanında, kare ve oblong delik şekillerinde -4 kPa ve -8 kPa vakum basıncı seviyeleri arasında ise karede bir, oblongta üç kesit alanı değerinde fark bulunmamaktadır.

Delik şekline ve vakum basıncına bağlı olarak delik kesit alanının tohumların tutulma yüksekliğine etkisi, tohumların ortalama tutulma yükseklikleri ve standart hataları ile Duncan gruplandırması Çizelge 5'de görülmektedir.

Çizelge 5'den de görülebileceği gibi, tüm delik şekilleri ve vakum basınçlarına bağlı olarak, delik kesit alanlarının artmasının tohumların ortalama tutulma yüksekliği üzerine artan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Düşük ve yüksek vakum basıncı değerlerinde tohumların ortalama tutulma yükseklikleri, delik kesit alanları arttıkça artmıştır. Çizelgeden görülebileceği gibi, yapılan Duncan gruplandırmasına göre, kare delik şeklinin -4 kPa vakum basıncı değerinde, artan delik kesit alanı değerlerine bağlı olarak tohumların ortalama tutulma yükseklikleri arasındaki fark diğer kombinasyonlara göre daha az olmuştur.

Denemeler sonucunda elde edilen ortalama tutulma yüksekliği değerleri, grafik olarak, kesit alanına bağlı olarak delik şekillerine göre Şekil 4'de, vakum basıncına göre Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 4a'da görüldüğü gibi, ekici delikli plaka üzerinde bulunan deliğin şeklinin daire biçiminde olması durumunda, delik kesit alanı arttıkça, tohumların tutulma yükseklikleri de artmaktadır. Aynı delik çapında vakum değerinin daha yüksek olması durumunda, tohumlar daha yüksekten tutulabilmektedir. Aynı durum, Şekil 4b, 4c ve 4d'de verilmiş olan kare, üçgen ve oblong şekilli delikler için de sözkonusudur. Aynı delik şekli için, vakum basıncının değeri arttıkça ortalama tutulma yüksekliği değerleri de artmaktadır. Şekil 5'den izlenebileceği gibi, tohumların ortalama tutulma yüksekliği değerleri delik kesit alanı arttıkça bütün delik şekillerinde artmaktadır. Bu durum tüm vakum basıncı seviyelerinde hemen hemen aynı karakteri göstermektedir. Kare delik şeklinde tutulma yüksekliği değerlerinin en düşük olduğu da aynı şekilden görülebilir.

Çizelge 3. Delik kesit alanına ve vakum basınçlarına bağlı olarak delik şeklinin etkisi, tohumların ortalama tutulma yükseklikleri ve standart hataları ile Duncan gruplandırılmaları

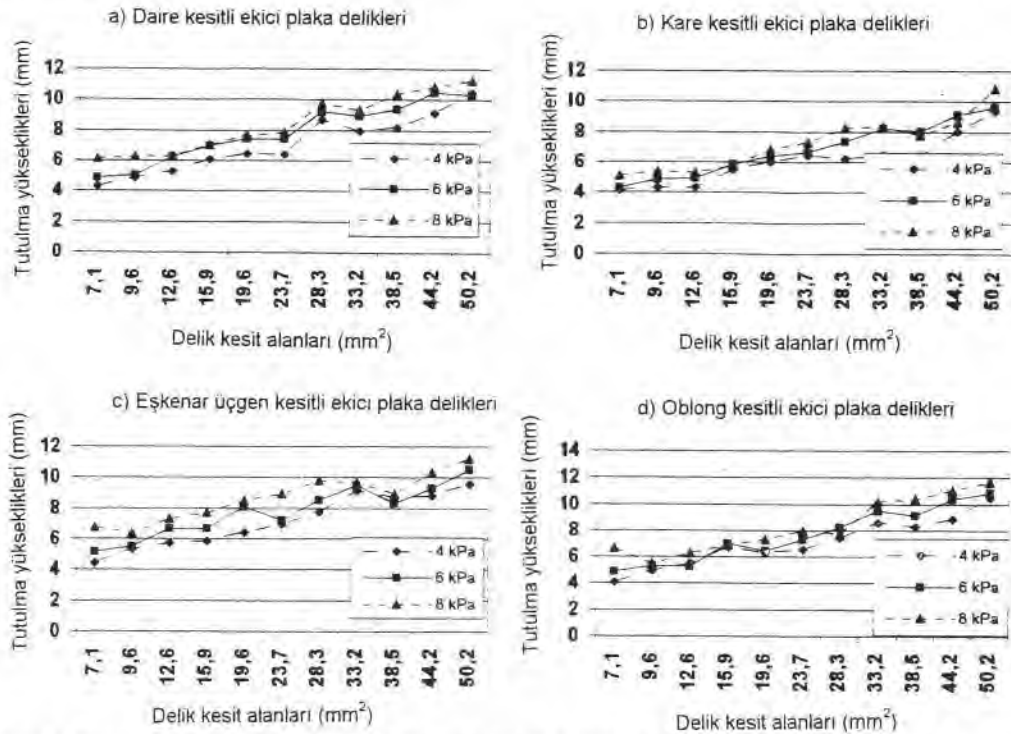
Delik kesit alanı (mm ²)	Vakum basıncı (-4 kPa)				Vakum basıncı (-6 kPa)				Vakum basıncı (-8 kPa)			
	Delik şekli				Delik şekli				Delik şekli			
	Daire $\bar{x} \pm S_x$	Kare $\bar{x} \pm S_x$	Üçgen $\bar{x} \pm S_x$	Oblong $\bar{x} \pm S_x$	Daire $\bar{x} \pm S_x$	Kare $\bar{x} \pm S_x$	Üçgen $\bar{x} \pm S_x$	Oblong $\bar{x} \pm S_x$	Daire $\bar{x} \pm S_x$	Kare $\bar{x} \pm S_x$	Üçgen $\bar{x} \pm S_x$	Oblong $\bar{x} \pm S_x$
7.1	4.2260.10 a	4.1260.01 a	4.3360.07 a	4.0760.03 a	4.6260.17 a	4.3360.07 a	5.2160.08 b	4.8260.07 ac	6.0660.18 b	5.0760.06 a	6.7960.06 c	6.6060.06 c
9.6	4.7760.25 b	4.3260.02 a	5.2360.05 c	5.4060.26 c	4.9060.09 a	4.8160.05 a	5.4960.05 b	5.3460.05 b	6.2760.10 b	5.3360.11 a	6.3160.04 b	5.3960.08 a
12.6	5.2160.04 b	4.2560.11 a	5.7860.05 bc	5.4860.06 b	6.4660.16 b	4.9060.11 a	6.5160.07 b	5.2760.05 a	6.4460.14 b	5.2260.05 a	7.3560.05 c	6.2760.07 b
15.9	5.9160.17 a	5.6360.10 a	5.7960.04 a	6.7360.05b	7.0560.15 bc	5.8460.08 a	6.6360.11 b	6.9560.06 b	7.1160.04 b	5.7360.05 a	7.6960.06 c	6.8860.10 b
19.6	6.4260.02 ab	5.9860.08 a	6.3160.06 a	6.3360.06 a	7.4660.02 b	6.3860.01 a	8.0660.03 c	6.4760.04 a	7.5360.21 b	6.7960.12 a	8.5260.03 c	7.2560.06 b
23.7	6.5060.21 a	6.4760.05 a	7.2260.18 b	6.6060.06 a	7.3560.04 b	6.6560.03 a	7.2460.05 b	7.3060.07 b	7.8460.10 b	7.3260.07 a	8.9860.10 c	7.9460.05 b
28.3	8.5660.11 c	6.2160.02 a	7.6860.11 b	7.4760.05 b	9.2460.04 c	7.3760.05 a	8.4360.14 b	8.1560.10 b	9.4160.28 c	8.2260.08 b	9.7760.02 c	7.6260.06 a
33.2	8.4960.28 b	7.0460.39 a	9.1360.05 c	8.5360.09 b	8.8160.14 b	8.1060.08 a	9.4960.11 c	9.5560.04 c	9.2260.04 b	8.3960.09 a	9.6460.02 c	9.8360.21 c
38.5	8.2260.11 b	7.2560.43 a	8.7160.08 c	8.7760.27 c	9.3560.07 c	8.0160.10 a	8.4960.09 b	9.2660.08c	10.2160.17 c	7.8260.05 a	8.9760.10 b	10.3160.11 c
44.2	9.4360.15 c	8.1460.06 a	8.6060.21 b	8.9660.06 b	10.5360.06 b	9.2060.04 a	9.3360.07 a	10.2160.11 b	10.9960.10 c	8.7060.13 a	10.3060.11 b	11.0060.06 c
50.2	10.4660.08 c	9.4060.04 a	9.8060.21 b	10.7560.19 c	10.3260.07 b	9.6660.06 a	10.8260.24c	10.9060.04c	11.3060.17 a	10.9360.06 a	11.4160.12 ab	11.6760.11ac

a,b,c: Farklı Duncan grupları

Çizelge 4. Delik şekline ve kesit alanına bağlı olarak vakum basınçlarının etkisi, tohumların ortalama tutulma yükseklikleri ve standart hataları ile Duncan gruplandırılmaları

şekil	Delik kesit alanı (mm ²)	Vakum basıncı (kPa)			şekil	Vakum basıncı (kPa)		
		-4 $\bar{x} \pm S_x$	-6 $\bar{x} \pm S_x$	-8 $\bar{x} \pm S_x$		-4 $\bar{x} \pm S_x$	-6 $\bar{x} \pm S_x$	-8 $\bar{x} \pm S_x$
Daire	7.1	4.2260.10 a	4.6260.17 b	6.0660.18 c	Üçgen	4.3360.07 a	5.2160.08 b	6.7960.06 c
	9.6	4.7760.25 a	4.9060.09 a	6.2760.10 b		5.2360.05 a	5.4960.05 a	6.3160.04 b
	12.6	5.2160.04 a	6.4660.16 b	6.4460.14 b		5.7860.05 a	6.5160.07 b	7.3560.05 c
	15.9	5.9160.17 a	7.0560.15 b	7.1160.04 b		5.7960.04 a	6.6360.11 b	7.6960.06 c
	19.6	6.4260.02 a	7.4660.02 b	7.5360.21 b		6.3160.06 a	8.0660.03 b	8.5260.03 c
	23.7	6.5060.21 a	7.3560.04 b	7.8460.10 c		7.2260.18 a	7.2460.05 a	8.9860.10 b
	28.3	8.5660.11 a	9.2460.04 b	9.4160.28 b		7.6860.11 a	8.4360.14 b	9.7760.02 c
	33.2	8.4960.28 a	8.8160.14 a	9.2260.04 b		9.1360.05 a	9.4960.11 a	9.6460.02 ab
	38.5	8.2260.11 a	9.3560.07 b	10.2160.17 c		8.7160.08 a	8.4960.09 a	8.9760.10 ab
	44.2	9.4360.15 a	10.5360.06 b	10.9960.10 c		8.6060.21 a	9.3360.07 b	10.3060.11 c
	50.2	10.4660.08 a	10.3260.07 a	11.3060.17 b		9.8060.21 a	10.8260.24 b	11.4160.12 c
Kare	7.1	4.1260.01 a	4.3360.07 a	5.0760.06 b	Oblong	4.0760.03 a	4.8260.07 b	6.6060.06 c
	9.6	4.3260.02 a	4.8160.05 b	5.3360.11 c		5.4060.26 a	5.3460.05 a	5.3960.08 a
	12.6	4.2560.11 a	4.9060.11 b	5.2260.05 b		5.4860.06 a	5.2760.05 a	6.2760.07 b
	15.9	5.6360.10 a	5.8460.08 a	5.7360.05 a		6.7360.05 a	6.9560.06 a	6.8860.10 a
	19.6	5.9860.08 a	6.3860.01 b	6.7960.12 c		6.3360.06 a	6.4760.04 a	7.2560.06 b
	23.7	6.4760.05 a	6.6560.03 a	7.3260.07 b		6.6060.06 a	7.3060.07 b	7.9460.05 c
	28.3	6.2160.02 a	7.3760.05 b	8.2260.08 c		7.4760.05 a	8.1560.10 b	7.6260.06 a
	33.2	7.0460.39 a	8.1060.08 b	8.3960.09 b		8.5360.09 a	9.5560.04 b	9.8360.21 b
	38.5	7.2560.43 a	8.0160.10 b	7.8260.05 b		8.7760.27 a	9.2660.08 b	10.3160.11 c
	44.2	8.1460.06 a	9.2060.04 c	8.7060.13 b		8.9660.06 a	10.2160.11 b	11.0060.06 c
	50.2	9.4060.04 a	9.6660.06 a	10.9360.06 b		10.7560.19 a	10.9060.04 a	11.6760.11 b

a, b, c : Farklı duncan grupları

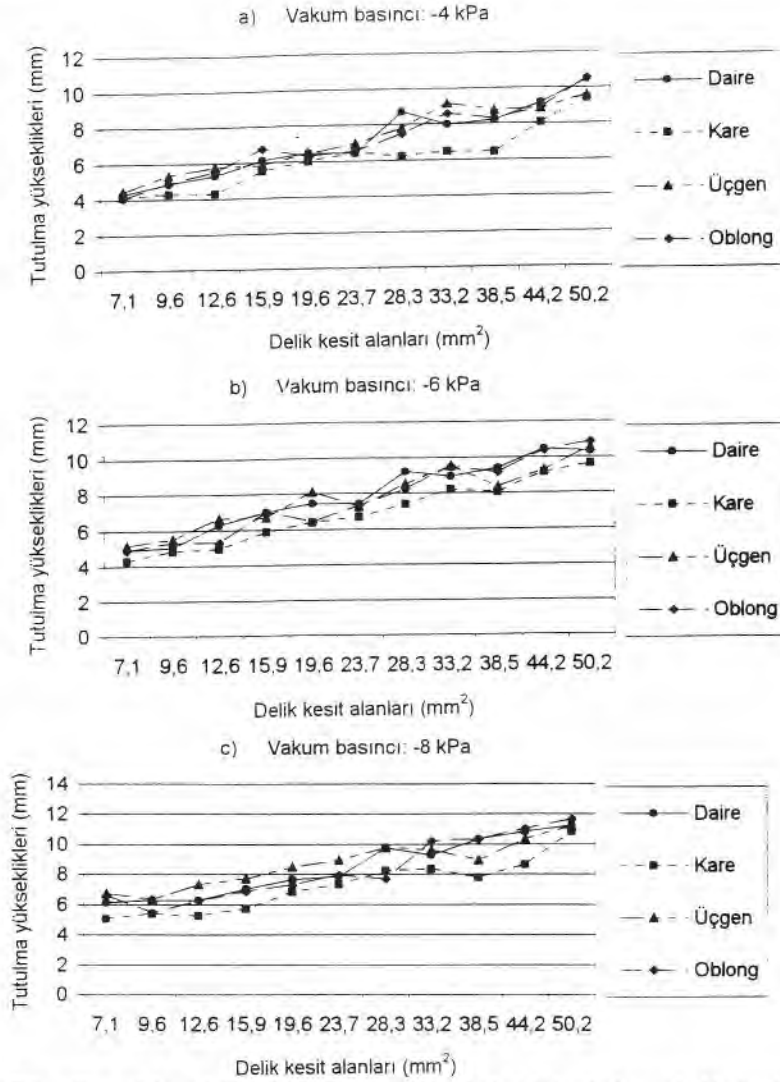


şekil 4. Denemelerde elde edilen ortalama tohum tutulma yüksekliği değerlerinin kesit alanına bağlı olarak delik şekillerine göre değişimi

Çizelge 5. Delik şekline ve vakum basıncına bağlı olarak kesit alanının tohumların tutulma yükseklikleri üzerindeki etkisi, tohumların ortalama tutulma yükseklikleri ve standart hataları ile Duncan gruplandırmaları

Delik şekli	Vakum basıncı (kPa)	Delik kesit alanı (mm ²)					Delik kesit alanı (mm ²)					
		7.1 $\bar{x} \pm S_x$	9.6 $\bar{x} \pm S_x$	12.6 $\bar{x} \pm S_x$	15.9 $\bar{x} \pm S_x$	19.6 $\bar{x} \pm S_x$	23.7 $\bar{x} \pm S_x$	28.3 $\bar{x} \pm S_x$	33.2 $\bar{x} \pm S_x$	38.5 $\bar{x} \pm S_x$	44.2 $\bar{x} \pm S_x$	50.2 $\bar{x} \pm S_x$
Daire	-4	4.2260.10 a	4.7760.25 b	5.2160.04 c	5.9160.17 d	6.4260.02 e	6.5060.21 e	8.5660.11 f	8.4960.28 f	8.2260.11 f	9.4360.15 g	10.4660.08 h
	-6	4.6260.17 a	4.9060.09 a	6.4660.16 b	7.0560.15 c	7.4660.02 d	7.3560.04 d	9.2460.04 f	8.8160.14 e	9.3560.07 f	10.5360.06 g	10.3260.07 g
	-8	6.0660.18 a	6.2760.10 a	6.4460.14 a	7.1160.04 b	7.5360.21 c	7.8460.10 c	9.4160.28 d	9.2260.04 d	10.2160.17 e	10.9960.10 f	11.3060.17 f
Kare	-4	4.1260.01 a	4.3260.02 a	4.2560.11 a	5.6360.10 b	5.9860.08 b	6.4760.05 b	6.2160.02 b	7.0460.39 c	7.2560.43 c	8.1460.06 d	9.4060.04 e
	-6	4.3360.07 a	4.8160.05 b	4.9060.11 b	5.8460.08 c	6.3860.01 d	6.6560.03 d	7.3760.05 e	8.1060.08 f	8.0160.10 f	9.2060.04 g	9.6660.06 h
	-8	5.0760.06 a	5.3360.11 a	5.2260.05 a	5.7360.05 b	6.7960.12 c	7.3260.07 d	8.2260.08 f	8.3960.09 f	7.8260.05 e	8.7060.13 f	10.9360.06 g
Üçgen	-4	4.3360.07 a	5.2360.05 b	5.7860.05 c	5.7960.04 c	6.3160.06 d	7.2260.18 e	7.6860.11 f	9.1360.05 h	8.7160.08 g	8.6060.21 g	9.8060.21 i
	-6	5.2160.08 a	5.4960.05 a	6.5160.07 b	6.6360.11 b	8.0660.03 d	7.2460.05 c	8.4360.14 d	9.4960.11 e	8.4960.09 d	9.3360.07 e	10.8260.24 f
	-8	6.7960.06 b	6.3160.04 a	7.3560.05 c	7.6960.06 c	8.5260.03 d	8.9860.10 e	9.7760.02 f	9.6460.02 f	8.9760.10 e	10.3060.11 g	11.4160.12 h
Oblong	-4	4.0760.03 a	5.4060.26 b	5.4860.06 b	6.7360.05 c	6.3360.06 c	6.6060.06 c	7.4760.05 d	8.5360.09 e	8.7760.27 e	8.9660.06 e	10.7560.19 f
	-6	4.8260.07 a	5.3460.05 b	5.2760.05 b	6.9560.06 d	6.4760.04 c	7.3060.07 d	8.1560.10 e	9.5560.04 f	9.2660.08 f	10.2160.11 g	10.9060.04 h
	-8	6.6060.06 b	5.3960.08 a	6.2760.07 b	6.8860.10 b	7.2560.06 b	7.9460.05 b	7.6260.06 b	9.8360.21 c	10.3160.11 d	11.0060.06 e	11.6760.11 f

a, b, c, d, e, f, g, h : Farklı Duncan grupları



Şekil 5. Elde edilen ortalama tohum tutulma yüksekliği değerlerinin kesit alanına bağlı olarak vakum basıncına göre değişimi

Sonuçlar

Çalışmada, pnömatik hassas ekim makinalarının en önemli elemanlarından biri olan ekici delikli plaka üzerinde bulunan deliklerin şekil özelliklerinin tohumların tutulma yükseklikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, küresellik değeri düşük olan ayçiçeği tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Farklı 3 vakum seviyesinde, 11 ayrı delik kesit alanı ve 4 farklı delik şeklinde denemeler gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; tüm kesit alanları ve vakum basıncı seviyelerinde en düşük tohum tutulma yüksekliklerine kare kesitli deliklerde rastlanmıştır. Bunu daire, oblong ve üçgen delik şekilleri izlemiştir. Özellikle -8 kPa vakum basıncı değerinde bu sıralama belirgin olarak görülmektedir. Aynı delik kesit alanında vakum değerlerinin artması da tutulma yüksekliklerinin artmasına neden olmuştur. Aynı şekil özelliğindeki deliklerde, delik kesit alanı değeri arttıkça tohumların tutulma yüksekliklerinin aynı vakum değerlerinde arttığı gözlenmiştir.

Kaynaklar

- Acar, A. İ., İ. Çilingir, A. Çolak ve R. Öztürk, 1993. Küçük tohumlar için tamburlu tip ekici düzen tasarımı. 5 th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 11-14 Oct. 1993, Kuşadası, Türkiye.
- Acar, A. İ., R. Öztürk, A. Çolak ve K. Saçılık, 1994. Küçük taneli tohumlar için bir ekim makinası vantilatörünün temel tasarım parametrelerinin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, 20-22 Eylül 1994, Antalya.
- Barut, Z. B. ve A. Özmerzi, 1994. Hava emişli bir hassas ekici düzenin mısır, pamuk ve susam tohumu ekim başarısı üzerinde bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, 20-22 Eylül 1994, Bildiriler Kitabı, Antalya, s.76-87.
- Barut, Z. B. ve A. Özmerzi, 1997. Hava akımlı hassas ekim makinalarında tohum plakası delik şeklinin ekim düzgünlüğüne etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül 1997, Tokat, s.474-484.

- Guarella, P., A. Pallerano and S. Pascuzzi, 1996. Experimental and theoretical performance of a vacuum seeder nozzle for vegetable seeds. *J.Agric.Eng. Res.*, 64, 29-36.
- Hammond , J. E. 1965. Precision Vakuum Type Planter Head. USDA-ARS 42-115.
- Önal, İ. 1987. Vakum prensibiyle çalışan bir pnömatik hassas ekici düzenin ayçiçeği, mısır ve pamuk tohumu ekim başarısı. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 24 (2) 105-124, İzmir.
- Önal, İ. 1995. Ekim, Dikim, Gübreleme Makinaları (II.Basım). Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 490, İzmir.
- Shafii, S., A. Sasao and S. K. Upadhyaya, 1991. Air-jet seed singulation. *Transactions of the ASAE*, 34 (5) 1973-1977.
- Sweetman, I. C. 1957. A suction operated precision planter. *N.Z.J.of Science and Technology*, A38 (6) 577-582.
- Ülger, P., E. Güzel, B. Akdemir, B. Kayışoğlu, Y. Pınar, B. Eker ve Y. Bayhan, 1996. Tarım Makinaları İlkeleri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Ders Kitabı No: 29.