

## Pnömatik Hassas Ekim Makinalarında Tohumların Tutulmasına Etkili Bazı Parametrelerin Etki Derecelerinin Belirlenmesi

Ali İhsan ACAR<sup>1</sup>

Geliş Tarihi : 29.06.2001

**Özet:** Pnömatik hassas ekim makinaları kullanılarak, tohumlar tek tek ekilebilmekte, tohumluktan ve ekim sonrası seyreltme gibi işlemlerde işçilikten tasarruf sağlanabilmektedir. Bu makinalarda ekim kalitesine etkili en önemli faktör, vakum ve ekici delikli plakaların çevre hızları olmaktadır. Ekici düzenin en önemli elemanı olan delikli plakadaki deliklerin çapı ve sayısı, tohumların fizikomekanik özelliklerine ve ekim tekniğine uygun olarak belirlenmektedir.

Bu çalışmada, mısır, ayçiçeği, soya, kaplanmış ve kaplanmamış şekerpancarı tohumlarının hangi vakum değerinde, ekici delikli plakanın hangi delik çaplarında ve çevre hızı değerinde deliklerde tutulabileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu makinalar için geçerli olan ilerleme hızı değerleri ile tohumların sıra üzeri ekilme uzaklıkları ve fizikomekanik özellikleri belirlenmiştir. Uygulamada kullanılan makinaların, tekerlek çapı, hareket iletim oranı ve ekici delikli plaka çapı gibi konstrüktif değerleri kullanılmıştır. Denemelerde; tohumların tutulduğu deliklerin çapları, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5 ve 7 mm, vakum seviyeleri -4, -6, -8, -10, -12 ve -14 kPa ve ekici delikli plakanın çizgisel hız değerleri 0.25, 0.38, 0.55 ve 0.79 m/s olarak alınmıştır.

Sonuç olarak; tohumlar belirli delik çaplarında vakum seviyesi ve ekici delikli plaka çizgisel hızının tüm seviyelerinde delikte tek tek tutulmuştur. Bu uygun değerler dışında, daha küçük delik çaplarında genellikle, yüksek vakum ve düşük ekici delikli plaka çizgisel hız değerlerinde tohumlar deliklerde tek tek tutulabilmektedir. Ancak, vakum değeri düşürüldüğünde ve delikli plakanın yüksek çizgisel hız değerlerinde tohumların deliklerde tutulmaları güçleşmektedir. Delik çapı büyüdükçe de tohumların tek tek tutulma oranları azalmakta, tohumlar ya iki ve daha fazla tutulmakta ya da emme hattının içerisine girmektedirler.

**Anahtar Kelimeler:** pnömatik hassas ekim makinası, ekici delikli plaka, vakum, çizgisel hız, delik çapı

### Determination of the Effects of Some Parameters on Picked up in Precision Pneumatic Drills

**Abstract:** Precision pneumatic drills is used in seed singling and it provides a decrease in the labour in thinning operation. Vacuum and peripheral velocity of seed metering device are two important factors which affect the quality of seeding. Hole diameters and numbers of holes on rotate seed metering plate are determined according to the physicommechanical properties of seeds and the distance of seed in the row.

The aim of this research is, to determine the suitable vacuum level, hole diameters and peripheral velocity of rotate metering plate device for corn, sunflower, soybean, covered and uncovered sugarbeet seeds.

In this study, proper forward speed of the precision pneumatic drills, distance of seed in the row and physicommechanical properties had been found for the mentioned seeds. Constructional values such as the diameter of wheel, transmission ratio and diameter of rotate metering plate had been used to calculate linear velocity of rotate metering plate. The hole diameters were 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5 and 7 mm; vacuum levels were -4, -6, -8, -10, -12 and -14 kPa; the linear velocity of rotate metering plate were 0.25, 0.38, 0.55 and 0.79 m/s in trials.

As a result of this, the seeds had been holded in the significant hole diameter on the all vacuum and all linear velocity. In addition to this Besides the seeds could be holded as a single seed which is smaller than the hole diameters generally at the high vacuum level and low linear velocity level, however the seeds could not be holded in low vacuum levels and high linear velocities. The amount of single seeds decrease when the bigger hole diameter was used, since the seeds either holded multiply or run to the vacuum line.

**Key Words:** precision pneumatic drills, rotate metering plate, vacuum, linear velocity, hole diameter

#### Giriş

Mekanik hassas ekim makinalarında, tohumlar ile ekici düzende yer alan yuvalar ya da delikler arasında sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, tohumların yuvalara girme olasılığı etkilendiğinden, ilerleme hızında belirli değerlerin üzerine çıkılamamaktadır. Mekanik hassas ekim makinalarında mevcut bu sorunların giderilebilmesi amacıyla pnömatik hassas ekim makinaları geliştirilmiştir.

Bu makinalarla; tohum kullanım miktarı örneğin marulda % 90'a kadar, seyreltmede işgücü gereksinimi ise % 45'e kadar azaltılabilmekte (Giannini ve ark 1967); ayrıca;

- Değişik boyutlarda tohumlar ekilebilmekte,
- Monogerm tohumlar ekilebilmekte,
- Daha yüksek hızlarda çalışılabilmekte,

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

- Ekici düzen değiştirilmeden çok geniş sıra üzeri uzaklıklarda ekim işlemi yapılabilir (Gökçebay 1986).

Mekanik hassas ekim makinelerine ek olarak bu makinelerde, kuyruk milinden hareket alan bir hava akımı kaynağı bulunmaktadır (Ülger ve ark. 1996). Sıra arası uzaklıklara bağlı olarak, çapa bitkisi tohumlarının ekiminde kullanılan ve pnömatik ilkeye göre çalışan ekim makinelerinde, delikli plakalı ya da diskli ekici düzenler kullanılmaktadır (Önal 1995). Tohumların fizikomekanik özelliklerine ve agroteknik isteklerine bağlı olarak, delikli plakadaki delik çapı ve delik sayısı değişiklik göstermektedir.

Vakum ilkesine göre çalışan düşey delikli plakalı ya da diskli 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,
- Vakum basıncı etkili olmaktadır (Önal 1995).

Pnömatik hassas ekim makinelerinde ilerleme hızı değerleri; tohuma, vakum değerine, toprak yapısına ve ekici delikli plakadaki delik sayısına bağlı olarak değişimle birlikte; 5-9 km/h arasında olabilmektedir Anonim 1999, (Anonim 1987). Vakumlu hassas ekim makinelerinde 12 km/h ilerleme hızında, en önemli etken olan tek dane yakalama oranının % 50'nin altına düşmemesi sağlanabilmektedir. Ancak, ekici düzende yer alan delikli plakanın çevre hızı, tohum düşme yüksekliği, çizi açıcı ve kapatıcı organın tipine bağlı olarak, ilerleme hızı 7-8 km/h'in üzerinde olmamalıdır (Önal 1995).

Acar ve ark. (1993), yaptıkları çalışmada, tasarladıkları tamburlu tip pnömatik ekici düzen ile havuç tohumlarının değişik sıra üzeri uzaklıklar için sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü; tohumların tekleme, boş geçme, ikizleme ve çoklama yüzdelerini araştırmışlardır. Ekici tambur çevre hızı ve tohumları kontrol ettikleri bandın ilerleme hızı değerleri arasındaki ilişkilerden yararlanarak elde ettikleri regresyon denklemlerini ve belirleme katsayısı değerlerini vermişlerdir. Ekici düzenin en etkin çalıştığı bölge, ekici tambur ile ilerleme hızlarının en düşük olduğu değerler olarak saptanmıştır. Tambur çevre hızı değerlerinin artmasına bağlı olarak, sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün bozulduğu, teklemenin düştüğü, buna karşın boş geçme ve ikizlemenin arttığı görülmüştür.

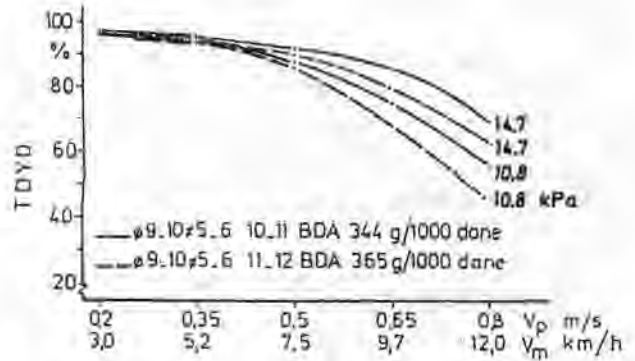
Şafil ve ark. (1991), çalışmalarında hava memeli tohum tekleyci üzerinde çalışmışlardır. Araştırmada, materyal olarak domates tohumlarını kullanarak 180 mm çapında ekici plaka diskini denemişlerdir. Çalışmalarını, üç farklı vakum seviyesinde (-2.44, -3.42 ve -4.40 kPa), üç farklı ekici plaka çizgisel hızında (63.6, 130.7 ve 204.3 mm/s), tekleyci hava memesinin üç değişik konumunda ve üç farklı üfleme basıncı değerinde gerçekleştirmişlerdir. Bir diğer tip makinayı da; -3.7, -4.97 ve -6.21 kPa vakum değerlerinde; 71.6, 119.4 ve 167 mm/s ekici plaka çizgisel hızında denemişlerdir.

Vakum ilkesine göre çalışan pnömatik hassas ekim makinelerinde işletme basıncı değeri, kesintisiz ve aynı

seviyede olmalıdır. Bu değer çalışma sırasında, -5.9...-8.8 kPa'nın altına düşmemelidir. Mısır için bu değer -8.8 kPa olarak verilebilmektedir (Önal 1995). İşletme vakum basıncı değerleri, yonca tohumları için -17 kPa (Sweetman 1957), şekerpancarı tohumları için -3 kPa ve fasulye tohumları için -15 kPa (Hammond 1965) olarak önerilebilmektedir. Küçük tohumlar için ise bu değerler, maydanoz ve marulda -1.47...-2.44 kPa; havuç ve haşhaşa -1.96...-2.93 kPa; lahanada, turp ve biberde -3.9...-5.9 kPa olabilmektedir (Acar ve ark. 1994).

Guarella ve ark. (1996), küçük sebze tohumlarından domates tohumları ile 0.3, 0.5, 0.7 ve 0.9 mm delik çapında ekici plakalarla yaptıkları ve emme yüksekliklerini belirledikleri çalışmada; vakum basıncı değerini 0...-80 kPa arasında tutmuşlardır. Sonuçta vakum değeri -20 kPa'a kadar olduğunda tohum tutulma yüksekliği değerlerindeki artışın önemli olduğunu, ancak -20 kPa'dan fazla vakum değerinin tohumların tutulma yüksekliğinde önemli bir gelişme sağlamayacağı gibi, gereksiz enerji kullanımına ve ekimin kalitesini etkilemeksizin yüksek giderlere neden olacağını vurgulamışlardır.

Vakum etkisiyle çalışan düşey delikli plakalı pnömatik düzende, mısır tohumu için -10.8 kPa ve -14.7 kPa işletme basıncı değerlerinde, plaka hızı ( $V_p$ ) ve makina ilerleme hızının ( $V_m$ ) tek dane yakalama oranına (TDYO) etkisi Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Düşey delikli plakalı pnömatik düzende, mısır tohumu için -10.8 kPa ve -14.7 kPa işletme basıncı değerlerinde, plaka hızı ( $V_p$ ) ve makina ilerleme hızının ( $V_m$ ) tek dane yakalama oranına (TDYO) etkisi (Önal 1995)

Şekil 1'de görüldüğü gibi, 7.5 km/h makina ilerleme hızı değerine (0.5 m/s disk çevre hızı) kadar tek dane yakalama oranı (TDYO) % 90-95 oranında iken, ilerleme hızı 12 km/h'e (disk çevre hızı 0.8 m/s) çıktığında, -14.7 kPa vakum değerinde TDYO % 75'e kadar düşmektedir.

Pnömatik hassas ekim makinelerinde tohumların, ekici düzende yer alan delikli plakalarda vakum etkisiyle tek tek tutulması istenmektedir. Bundan olabilecek sapmalar, deliklerde hiç tohum tutulmaması ya da 1 adetten fazla tohum tutulmasıdır. Bunların ikisi de istenmeyen özellikler olmasına karşın, her delikte 2 ya da daha fazla tohum tutulması, ekici düzende bulunan tekleycinin

etkinliği açısından tohumların hiç tutulamamasına yeğlenebilmektedir.

Bu çalışmada; vakum etkisiyle çalışan pnömatik hassas ekim makineleri ile ekilen bazı tohumların, hangi delik çapı, hangi vakum düzeyi ve hangi delikli plaka çevre hızı, dolayısıyla makina ilerleme hızı değerlerinde tutulabileceğinin belirlenmesi ve uygulamaya aktarılabilir verilerin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Denemelerde; kaplanmış ve kaplanmamış şeker pancarı, soya, ayçiçeği ve mısır tohumları kullanılmıştır. Tohumlara ilişkin fizikomekanik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemeler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Kadayıfçılar Atölyesi'nde gerçekleştirilmiştir. Ekici delikli plaka çizgisel hız değerlerine uygun hız değerlerinde hareket edebilen, ayarlanabilirlik ve hassas ölçme özelliklerinden dolayı atölyede mevcut olan vargel tezgahından yararlanılmıştır.

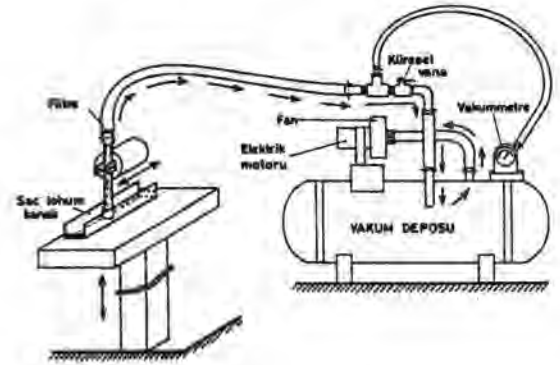
Vargel tezgahına bağlanmış biçimde ölçme sisteminin şematik görünüşü Şekil 2'de verilmiştir.

Ölçme sisteminde yer alan bir elektrik motoruna direkt bağlı fan döndürülmektedir. Fan döndürüldüğünde, hava, emme ağzına yerleştirilen delikli plaka üzerinden, vakum deposuna, oradan da fana doğru emilmektedir. Vakum deposu sayesinde, vakum hattındaki basıncın düzeyinin sürekli aynı kalması sağlanmaya çalışılmıştır. Vakum deposu esneyebilir bir boru ile emme plakasının yerleştirildiği yuvarlak kesitli galvanizli boruya kelepçe ile bağlanmıştır. Emme hattında, hava hızında değişimler olmaması için yuvarlak boru seçilmiştir. Bu bağlantı yerine, bazı tohumların boyutlarının o anki denemede kullanılan delikli plaka çapından küçük olması sonucu vakum hattında emilip, küresel vana, vakummetre gibi elemanlarda tıkanmalara neden olmaması için bir filtre yerleştirilmiştir. Emme hattı üzerinde 0...-16 kPa değer aralığında ölçüm yapabilen bir vakummetre ile emme hattındaki vakumu ayarlamaya yarayan bir küresel vana bulunmaktadır. Emme ağzının yer aldığı boru, bir kelepçe ile vargel tezgahının ileri geri hareket eden kafasına bağlanmıştır. Emme ağzının kesit görünüşü Şekil 3'de verilmiştir. Emme ağzının tam altına gelecek şekilde 5 cm genişliğinde 1 mm'lik sacdan bir kanal yapılmıştır. Kanal, vargel tezgahının tablası üzerine sabitlenmiştir ve aşağı yukarı hareket ettirilebilmektedir.

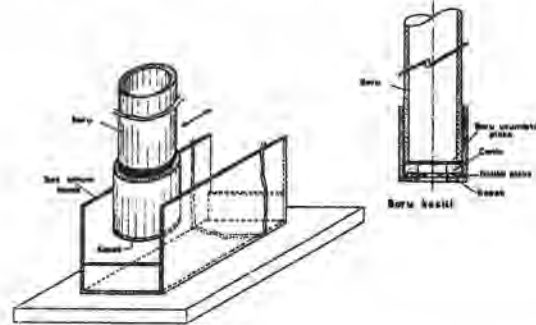
Emme ağzında, değişik delik çaplarındaki plakaların kolayca sökülüp değiştirilebilmesine olanak veren vidalı bir yapı oluşturulmuştur. Plakaların dış çapları 22 mm olarak belirlenmiştir ve delikler bu dairenin tam ortasına gelecek şekilde merkezlenmiştir. Delikli plakalardaki delikler değişik tohum boyutlarına uygun olarak 12 farklı çapta (1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5 ve 7 mm) seçilmiştir. Delikli plaka, uygulamada kullanılan çelik malzemeden yapılarak tohum ile plaka arasındaki sürtünme katsayısının etkisi aynı tutulmuştur.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan tohumların fizikomekanik özellikleri

Tohum	1000 dane ağı (g)	Hacim ağırlığı (kg/dm <sup>3</sup> )	Ortalama dane boyutları (mm)		
			Uzunluk	Genişlik	Kalınlık
Şeker pancarı (kaplanmış)	24	0.47	4.0	4.0	3.0
Şeker pancarı (kaplanmamış)	14	0.35	4.5	4.0	2.0
Soya	154	0.79	7.0	6.5	5.0
Mısır	404	0.82	10.0	8.0	6.0
Ayçiçeği	160	0.39	14.0	9.0	5.0



Şekil 2. Ölçme sisteminin şematik görünüşü



Şekil 3. Emme ağzının kesiti

Vakumlu ekim makinelerinde, ekici düzende yer alan delikli plaka, hareketini makina üzerinde bulunan ve toprak üzerinde ilerleyen tekerlekten almaktadır. Dolayısıyla delikli plakanın devri, makinanın ilerleme hızına bağlı olarak değişmektedir. Tohumun istenen sıra üzeri uzaklığa ekilmesi ise delikli plaka üzerinde yer alan delik sayısına göre belirlenmektedir. Buna göre; önce delikli plakadaki delik sayısı belirlenmekte, daha sonra makina üzerinde bulunan ve delikli plakaya hareket veren tekerleğin çapı, bu tekerlek ile delikli plaka arasında hareket iletimini sağlayan dişlilerin iletim oranı dikkate alınarak, delikli plakanın uygun devir sayısı bulunabilmektedir. Uygulamada kullanılan uygun ilerleme hızı ve buna bağlı olarak devri değişen tohum ekici delikli plaka çevre hızı değerleri, gerek literatür değerlerinden gerekse bu makinelerin katalog bilgilerinden yararlanılarak saptanmıştır (Çizelge 2).



Çizelge 2'de son sütunda yer alan ekici delikli plaka çizgisel hız değerlerinin elde edilebilmesi için öncelikle pnömatik ekim makinaları için uygun ilerleme hızı değerleri ( $VM_k$ ) 5, 6, 7, 8, 9 km/h olarak tespit edilmiştir. Makinanın delikli plakaya hareket ileten tekerleğinin çap değerinden yararlanılarak, tekerlek devir sayısı ( $nT$ ) bulunmuştur. Daha sonra, araştırmada materyal olarak kullanılan mısır, soya fasulyesi, ayçiçeği ve şekerpancarı tohumlarının uygulamada hangi sıra üzeri uzaklıklara, hangi çaptaki ve kaç delik sayısındaki delikli plakalarla ekildiği saptanmıştır. Bu değerlerden ve makinaların katalog değerlerinden, delikli plakalar ile makinanın hareket veren tekerleği arasındaki iletim oranı ( $i$ ) belirlenmiştir. Bu iletim oranından ekici düzen delikli plakasının devrinin ( $nD$ ) bulunmasında yararlanılmıştır. Sonuçta, bulunan devir sayısına bağlı açısız hız ( $\omega$ ) değeri, çizgisel hız ( $V$ ) değerine dönüştürülmüştür.

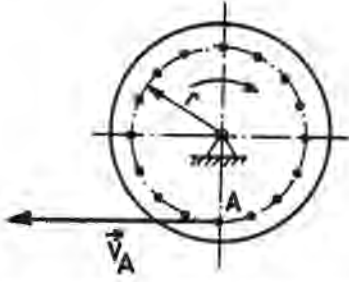
Ekici delikli plaka üzerindeki bir deliğin en alt konumda çizgisel hız değeri Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 4'de, Çizelge 2'de yer alan 7 km/h ilerleme hızında

şekerpancarı tohumlarının 15.4 cm sıra üzeri uzaklığa ekimi için ekici plakanın 45.4 d/d ile dönmesi durumunda açısız hız 4.75 rad/s iken, emme noktasındaki 0.55 m/s çizgisel hız değeri gösterilmiştir. Burada, vektörel olarak  $1 \text{ m/s} = 50 \text{ mm}$  ölçeğinde alınmıştır.

Çizelge 2 incelendiğinde, ekici düzen delikli plakası çizgisel hız değerlerinin, 0.24-0.83 m/s değerleri arasında değiştiği görülebilir. Çizelge 2'de hesaplanan değerleri temsil edecek şekilde vargel tezgahının vites kademeleri incelenmiştir. Denemede kullanılan vargel tezgahı üzerinde bulunan vites kollarından 6 hız kademesi elde edilebilmektedir. Bu kademelerde vargelin geliştirebildiği hız değerleri, gerekli ölçümler yapılarak belirlenmiştir. Pnömatik makinalar için uygun olabilecek çalışma hızı değerlerini temsil edebilecek, denemelerde kullanılan vargelin çizgisel hız değerleri, 0.25 m/s, 0.38 m/s, 0.55 m/s ve yüksek bir değer olarak 0.79 m/s olarak saptanmıştır.

Çizelge 2. İlerleme hızından yararlanılarak elde edilen ekici düzen delikli plakalarının emme yaptığı noktadaki çizgisel hız değerleri

$VM_k$ (km/h)	$VM_m$ (m/s)	$nT$ (d/d)	Sıra üzeri	Delik sayısı	Tohum	Z1 (Tek)	Z2 (Del plaka)	$i$	$nD$ (d/d)	$\omega$ (rad/s)	$V$ (m/s)
5	1,39	44,23	15,4	30	Soya, Ş. pancarı	11	15	0,73	32,4	3,40	0,39
6	1,67	53,08	23,1	20	Şekerpancarı	11	15	0,73	38,9	4,07	0,47
7	1,94	61,92				11	15	0,73	45,4	4,75	0,55
8	2,22	70,77				11	15	0,73	51,9	5,43	0,62
9	2,50	79,62				11	15	0,73	58,4	6,11	0,70
5	1,39	44,23	22,5	30	Şekerpancarı	11	22	0,50	22,1	2,31	0,27
6	1,67	53,08				11	22	0,50	26,5	2,78	0,32
7	1,94	61,92				11	22	0,50	31,0	3,24	0,37
8	2,22	70,77				11	22	0,50	35,4	3,70	0,43
9	2,50	79,62				11	22	0,50	39,8	4,17	0,48
5	1,39	44,23	20,6	30	Mısır	12	22	0,55	24,1	2,53	0,29
6	1,67	53,08	30,9	20	Mısır, Ayçiçeği	12	22	0,55	29,0	3,03	0,35
7	1,94	61,92	10,3	60	Soya	12	22	0,55	33,8	3,54	0,41
8	2,22	70,77				12	22	0,55	38,6	4,04	0,46
9	2,50	79,62				12	22	0,55	43,4	4,55	0,52
5	1,39	44,23	36,9	20	Ayçiçeği	11	24	0,46	20,3	2,12	0,24
6	1,67	53,08				11	24	0,46	24,3	2,55	0,29
7	1,94	61,92				11	24	0,46	28,4	2,97	0,34
8	2,22	70,77				11	24	0,46	32,4	3,40	0,39
9	2,50	79,62				11	24	0,46	36,5	3,82	0,44
5	1,39	44,23	19,5	20	Mısır, Soya	13	15	0,87	38,3	4,01	0,46
6	1,67	53,08				13	15	0,87	46,0	4,81	0,55
7	1,94	61,92				13	15	0,87	53,7	5,62	0,65
8	2,22	70,77				13	15	0,87	61,3	6,42	0,74
9	2,50	79,62				13	15	0,87	69,0	7,22	0,83



Şekil 4. Delikli plaka üzerindeki deliğin çizgisel hız değerinin gösterimi

Denemeler gerçekleştirilirken;

- Denenecek tohum çeşidi bir yığın oluşturacak şekilde kanala doldurulmuş,
- Delik çapı bilinen delikli plaka takılmış,
- Vakum seviyesi ayarlanmış,

• Vargelin ilerleme hızı ayarlanmıştır. Bu ayar değerlerinde vargelin ileri geri hareket eden kafasına bağlanmış olan ve ucunda delikli plaka takılmış olan emme borusu tohum yığına daldırılmıştır. Böylece, tutulma yüksekliği sıfır yapılarak, emme yüksekliğinin etkisi yok edilmiştir, ayrıca uygulamada da tohumlar delikli plakadaki deliklerle sürekli temas halindedirler. Emme borusu yığından çıkarıldıktan sonra deneme faktörlerinin ölçüm yapılan seviyelerine göre tohumun tutulup tutulmaması ve 1 adetten fazla tohum tutulması geliştirilmiş çizelgelere kaydedilmiştir.

Tohumların boyut özelliklerine bağlı olarak, delikte tutulabilmesi için vakum hattına kaçmayacakları en büyük delik çapına kadar denemeler sürdürülmüştür.

### Bulgular ve Tartışma

Farklı 5 tohumda, tohumlara göre değişen 12 farklı delik çapında, 6 farklı vakum seviyesinde, 4 farklı delikli plaka çizgisel hızı değerinde tohumların tutulabilme özellikleri, grafiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen grafikler, Şekil 5'de gösterilmiştir. Grafiklerdeki koyu renkli alanlar tohumların tek tek tutulduğu bölgeleri, açık renkli alanlar ise ya tohumların hiç tutulmadığı ya da büyük delik çapı değerinde 2 ve daha fazla sayıda tohum tutulduğu bölgeleri göstermektedir.

Örneğin, ayçiçeği tohumları için verilen ilk sıradaki grafikler incelenirse, 2 mm delik çapına ilişkin grafikte sol alt bölgede tohumlar tutulmuştur. Onun yanındaki 2.5 mm delik çapına ilişkin grafikte tek tek tutulan tohumlarda gözle görülür bir artış bulunmaktadır. Ayçiçeğine ilişkin 3, 3.5, 4 mm delik çapındaki grafikte, denemeye alınan tüm vakum ve çizgisel hız seviyelerinde tek tek tutulmaların gerçekleştiği görülmektedir. Delik çapı 4.5 mm olduğunda ise düşük vakum değerlerinde tohumlar tek tek tutulmakta, vakum değeri ve çizgisel hız değeri arttığında ise ikizlenmeler ortaya çıkmaktadır.

Mısır için, 3 mm delik çapında çok az tutulmalar gerçekleşmiş, 3.5 ve 4 mm'de değişik vakum seviyesi ve delikli plaka çizgisel hızı değerlerinde tutulmalar gözlenmiş, 4.5, 5, 5.5 ve 6 mm delik çaplarında her seviyede tohumlar tek tek tutulmuş, 6.5 ve 7 mm delik çaplarında ise ikizlenmeler başlamıştır.

Şekil 5'e göre; 2.5 ve 3 mm delik çaplarında belirli vakum ve delikli plaka çizgisel hızı değerlerinde soya tohumları tutulamamış, bazı seviyelerde ise tek tutulmalar gerçekleşmiştir. Delik çapı 3.5 ve 4 mm olduğunda bütün seviyelerde tohumların tek tutulmasından sözedilebilir. Ancak, delik çapı 4.5 ve 5 mm'ye çıkarıldığında belirli seviyelerde ikizlenmeler ortaya çıkmaktadır.

Daha küçük olan kaplanmış şekerpancari tohumlarında bütün seviyelerde, 2.5 ve 3 mm delik çaplarında tek tutulmalar gerçekleşmiştir. Delik çapları 2 ve 3.5 mm olduğunda bazı seviyelerde tek tutulmalar gözlenmiş, bazı seviyelerde ise ya hiç tohum tutulamamış ya da 2 ve daha çok tohum tutulmuştur. Kaplanmamış şekerpancari tohumlarında ise, kaplanmış tohumlara göre yalnızca delik çapı değerlerinde bir kayma olmuş, 2-2.5 mm delik çaplarında tam tutulmalar gerçekleşmiştir.

### Sonuçlar

Materyal olarak kullanılan ayçiçeği, soya, mısır, kaplanmış ve kaplanmamış şekerpancari tohumlarının, değişik vakum seviyesi, değişik ekici delikli plaka çizgisel hızı ve delik çapı değerlerinde gerçekleştirilen denemelerinden şu sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 3).

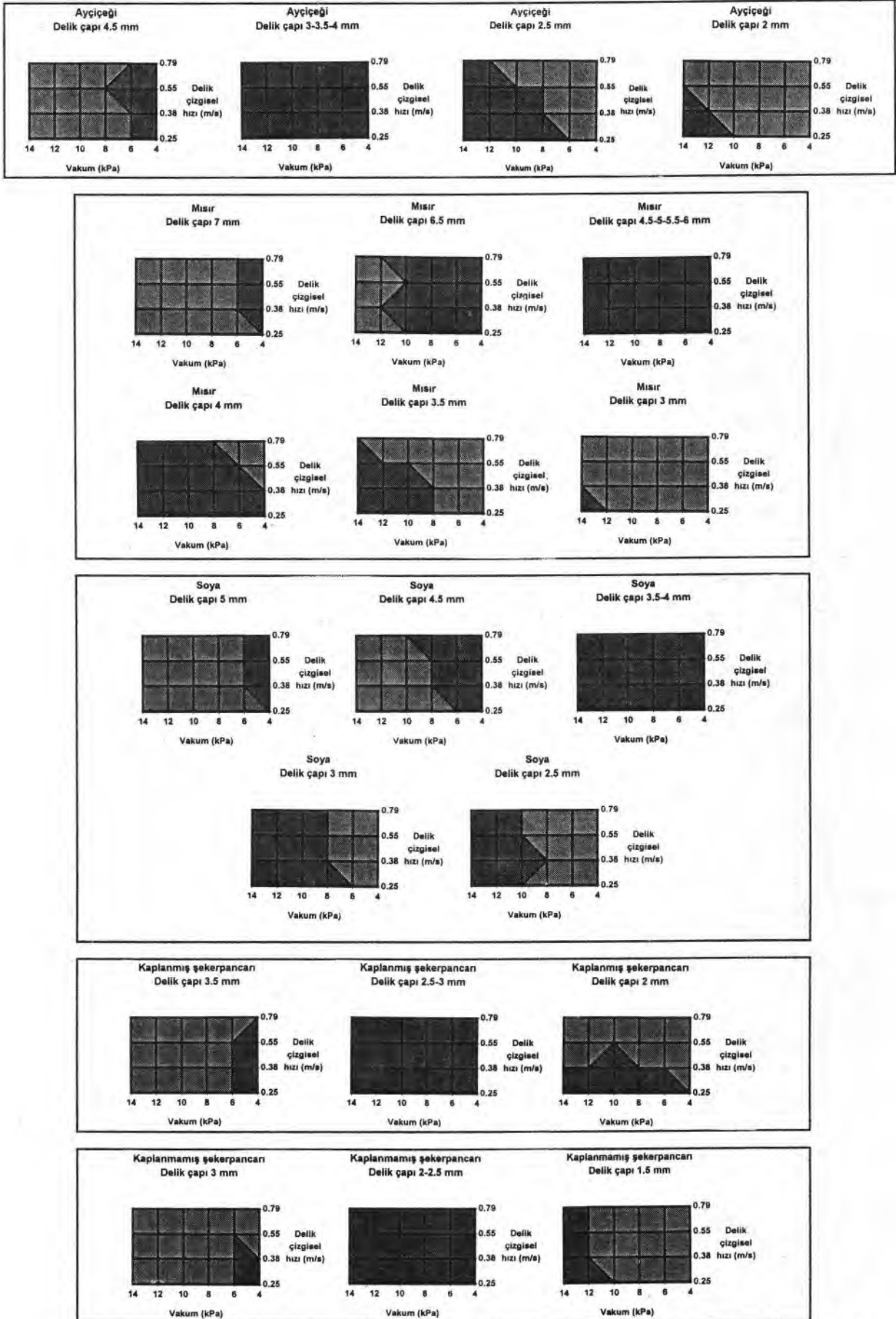
Ayçiçeği tohumları, 3.0, 3.5 ve 4.0 mm delik çaplarında denemeye konu edilen faktörlerin tüm seviyelerinde tutulmuş; bu değerlerin altında bazı vakum ve delikli plaka hızı değerlerinde tutulmamalar da olmuş; daha büyük çaplarda ise bir adetten fazla tohum tutulmaya başlanmış; çap büyüdükçe giderek tohumlar deliklerden içeri girmeye başlamışlardır.

Mısır tohumlarında; 4.5, 5.0, 5.5 ve 6.0 mm çaplarda tüm seviyelerde tam tutulma gözlenmiştir. Bunun altındaki ve üzerindeki delik çaplarında bazı seviyelerde hiç tutulmama, ikizleme ya da tohumun delikten geçerek vakum hattına girmesi gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkmıştır.

Soyada uygun delik çapları, 3.5 ve 4.0 mm olarak saptanmıştır.

Kaplanmış şekerpancari tohumlarında tam tutulmalar, 2.5 ve 3.0 mm delik çaplarında; kaplanmamış şekerpancari tohumlarında ise 2.0 ve 2.5 mm delik çaplarında gözlenmiştir.

Araştırmada ortaya konulan diğer sonuçlar ise şöyledir:



Şekil 5. Denemede kullanılan tohumların delik çapı, çizgisel hız ve vakum değerlerine bağlı olarak tutulabilme özellikleri

Çizelge 3. Deneme sonuçlarına göre tohumların değişik delik çaplarında tutulmaları

Tohumlar	Ekici delikli plaka delik çapı değerleri (mm)											
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
Ayçiçeği		☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛
Mısır				☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛
Soya			☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛
Ş.pancarı (kaplanmış)		☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛
Ş.pancarı kaplanmamış)	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛

☛ : Denemelere konu edilmiş olan tüm vakum ve çizgisel hız seviyelerinde tohumlar tutuldu.

☛ : Tohumlar deliklerde tek tek tutulmalar yanında faktörlerin belirli seviyelerinde 1 adetten fazla tutulmaya başlandı

☛ : Denemelere konu edilmiş olan vakum ve çizgisel hız seviyelerinin hiçbirinde tutulma gerçekleşmedi.

Her tohum için, o tohumun tutulabildiği uygun delik çapı değerinden daha küçük delik çaplarında, genel olarak, yüksek vakum ve düşük ekici delikli plaka çizgisel hızı değerlerinde tohumlar deliklerde tek tek tutulabilmektedir. Vakum düşürüldüğünde ve delikli plaka çevre hızı arttırıldığında, tohumların deliklerde tutulmaları güçleşmektedir.

Yığın içerisinde tohumların tutulmasını sağlayan emme ağız yığına girdiğinde delikte tutulan tohum, yığındaki diğer tohumlar tarafından itilerek bazan tutulma kuvveti zayıf olduğunda delikten düşürülmektedir. Kaplanmamış şekerpancarı tohumlarında, üzerindeki çıkıntılar nedeniyle tohumlar birbirine tutunabilmekte, bin

dane ağırlığı da düşük olduğundan, fazla oranda ikizlemeler ortaya çıkabilmektedir.

Uygulamada ekim işlemi sırasında tohumun fizikomekanik özelliklerine ve doğru ekim tekniğine (ekilecek sıra üzeri uzaklıklara) göre uygun delikli plaka seçilmesi gerekmektedir. Her delik çapı için tohumların tutulmasına uygun vakum ve delikli plaka devir değerleri bulunmaktadır.

Pnömatik etkili hassas ekim makinaları ile çalışılırken, ilerleme hızının, dolayısıyla ekici delikli plaka devrinin arttırılması durumunda, tohumların deliklerde tek tek tutulabilmesi için, vakum değerinin de arttırılması gerekmektedir.

#### Kaynaklar

- Acar, A.İ., I. Çilingir, A. Çolak, ve R.Öztürk 1993. Küçük tohumlar için tamburlu tip ekici düzen tasarımı. 5<sup>th</sup> 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.
- Anonim 1999. New Holland Trakmak GASPARDO Pnömatik Ekim Makinası Kullanım ve Bakım Kitabı.
- Anonim 1987. Türkiye Zirai Donatım Kurumu HASSIA Hava Emişli (Pnömatik) Hassas Ekim Makinası Kullanma, Ayar ve Bakım El Kitabı.
- Giannini, G.R., W.J. Chancellor, and R.E.Garrett 1967. Precision planter using vacuum for seed pickup. Transactions of the ASAE, 10 (5), pp: 607610-614, Michigan.
- Gökçebay, B. 1986. Tarım Makinaları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 979, Ankara.
- Guarella, P., A. Pallerano, and S.Pascuzzi 1996. Experimental and theoretical performance of a vacuum seeder nozzle for vegetable seeds. J.agric.Engng Res. 64, 29-36.
- Hammond, J.E. 1965. Precision vakuum type planter head. USDA-ARS 42-115.
- Önal, İ. 1995. Ekim, Dikim, Gübreleme Makinaları (II.Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 490, İzmir.
- Shafil, S., A. Sasao, and S.K.Upadhyaya 1991. Air-jet seed singulation. Transactions of the ASAE, 34 (5), pp: 1973-1977, Michigan.
- 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 Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 29, Tekirdağ.