

Bazı Mısır Çeşitlerinde Yiğın İçerisinde Oluşan Basınç Düşümlerinin Matematiksel Modellemesi

Ramazan ÖZTÜRK¹

Geliş Tarihi: 19.06.2000

Özet : Tarımsal ürünlerde basınç düşümü ile hava akımı arasındaki ilişkiler havalandırma ve kurutma sistemlerinin tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada ikinci ürün olarak ekimi yapılan şeker ve cin mısırının geliştirilen deney düzeneğinde oluşturdukları basınç düşümleri belirlenmiş ve üç matematiksel modelle karşılaştırılarak modellerin duyarlılığı ortaya konulmuştur. Ayrıca bu iki ürün için deneysel verilerden yararlanarak bir matematiksel model geliştirilmiştir. Vantilatör 0.012, 0.014, 0.016, 0.018 ve 0.020 m³/s.m² olmak üzere 5 farklı hava akımında çalıştırılmıştır. Yüksekliği 6 cm olan 6 yiğın yüksekliği dikkate alınarak denemeler gerçekleştirilmiştir.

Yapılan varyans analizlerinde ürün, hava akımı ve yiğın yüksekliği parametrelerinin basınç düşümü üzerine etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). Hava akımı ve yiğın yüksekliğinin artması basınç düşümünü artırmıştır. Bu artış cin mısırında daha fazla olmuştur. Geliştirilen matematiksel modelde ortalama standart sapma değerleri diğer üç modelden daha düşük bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : Tarımsal ürün, hava akımı, basınç düşümü, matematiksel model

Mathematically Modelling of Pressure Drops in Bed Depth for Some Maize Varieties

Abstract : The relationship between pressure drop and airflow rate in agricultural crop plays important role in desing of aeration and drying systems. In this study, pressure drops of two maize varieties planted as second crop in Turkey have been determined in measuring unit and it has been shown sensitivy analysis of three mathematical models. Besides, it has been developed non linear mathematical model by experiment results. Experiments were taken place at five airflow rates such as 0.012, 0.014, 0.016, 0.018 and 0.020 m³/s.m². Moreover, 6 bed depth of which is 6 cm was chosen as test parameters.

The effects of each crop, airflow rate and bed depth of 3 factors on pressure drop were found to be significant (p<0.01) in analysis of variances. The obtained results showed that if air velocity and bed depth increases, pressure drop will increase. This growth in cin maize is higher than şeker maize. Average standart deviation in devoloping mathematical model was found smaller than other three mathematical model.

Key Words: Agricultural product, airflow rate, pressure drop, mathematically model

Giriş

Tarımsal ürünlerde basınç düşümü ile hava akımı arasındaki ilişkiler havalandırma ve kurutma sistemlerinin tasarımında önemli bir rol oynamaktadır (Chau et al 1985). Ayrıca, ürünlerin hava ile sürtünmesinden kaynaklanan basınç düşümlerinin bilinmesi sisteme gerekli vantilatörün seçimini de etkilemektedir. Yiğın boyunca oluşan basınç düşümlerini; hava akımı, yiğın yüksekliği, ürünün hacim ağırlığı, nem içeriği ve yabancı madde oranı ile fizikomekanik özellikleri oldukça etkilemektedir (Dairo and Ajibola 1994).

Çeşitli araştırmacılar tarımsal ürünlerin çeşitli özelliklerinin basınç düşümlerine etkilerine incelemişlerdir. Ürün içerisine gönderilen hava akımı hızı arttıkça hava akımına gösterilen direnç artmaktadır (Agrawal and Chand 1974; Gunesakaran et al 1983). Grama et al (1984) ve Haque et al (1978) mısırla yapılan denemelerde nem içeriği ve yabancı madde içeriğinin basınç düşümü üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmalarda, yabancı madde içeriği artışının basınç düşümünü artırdığını, nem içeriğinin artmasının ise basınç düşümünü azalttığını ifade etmişlerdir. Sheed (1953), çeşitli tahılların değişik hava akımındaki basınç düşümlerini incelemiş, nem, yabancı

madde içeriğinin etkisini araştırmıştır. Bern ve Charity (1975), mısırın hava akımı direnci üzerine hacim ağırlığının etkisini incelemiş ve yiğın boyunca mısırın hacim ağırlığındaki artışın hava akımına gösterilen direnci artırdığını ifade etmişlerdir. Kumar ve Muir (1986), arpa ve buğdayla yaptığı denemelerde serbest daldırma yönteminin hacim ağırlığını bununda dolayısıyla basınç düşümlerini etkilediğini belirtmişlerdir. Cooper ve Summer (1985), çeşitli biyolojik materyallerle yaptıkları denemelerde Kumar ve Muir (1986) tarafından belirtilenlere benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çeşitli araştırmacılar tarımsal ürün yiğını içerisindeki akışı incelemişlerdir. Yiğın içerisinden geçen hava akımının oluşturduğu basınç düşümü için çeşitli eşitlikler geliştirilmiştir (Cooper ve Sumner 1985). Genelde, yiğın boyunca oluşan basınç düşümü (ΔP), hava hızının bir fonksiyonudur. Hava hızı, m³/s.m² veya m/s olarak ifade edilip hacimsel verinin (m³/s), yiğının enine kesitine bölünmesiyle belirlenmektedir (Mc Guckin et al 1999). Shedd, tahıllar ve tohumlar için aşağıdaki eşitliği önermiştir:

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

$$\Delta P = a_1 V^{b_1} \dots\dots\dots 1$$

Eşitlik 1'deki a_1 ve b_1 , Shedd modelinin katsayılarıdır. Hukill ve Ives (1955), daha büyük hava hızları için Eşitlik 1'i iyileştirerek,

$$\Delta P = \frac{a_2 V^2}{\ln(1+b_2 V)} \dots\dots\dots 2$$

modelini elde etmişlerdir. Eşitlik 2'deki a_2 ve b_2 model katsayıları olup, bu modelde hava hızı $0.01 - 2 \text{ m}^3/\text{s.m}^2$ arasında değişmektedir. Ergun (1952) ise basınç düşümünü aşağıdaki eşitlikle ifade etmiştir:

$$\Delta P = a_3 V + b_3 V^2 \dots\dots\dots 3$$

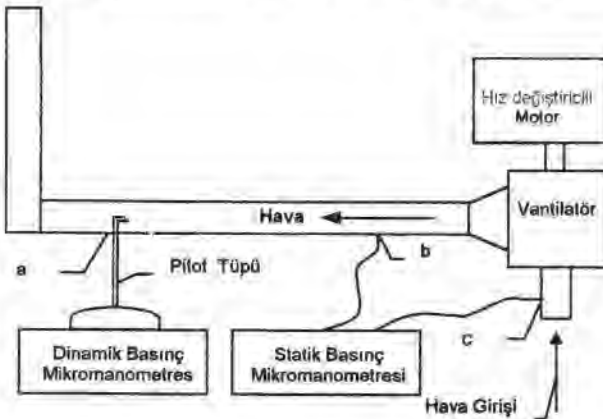
Ergun modelinde basınç düşümü, ilk terimde hava hızı ile ikinci terimde ise hava hızının karesi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Ergun modeli, yığın içindeki sürtünme, parçacığın çapı, havanın özgül ağırlığı ve vizkozitesinden oldukça etkilenmektedir (Giner and Denisenia 1996).

Bu çalışmada, ikinci ürün olarak ekimi yapılan şeker ve cin mısırının geliştirilen deney düzeneğinde oluşturdukları basınç düşümleri belirlenmiş ve üç matematiksel modelle karşılaştırılarak modellerin duyarlılığı ortaya konulmuştur. Ayrıca bu iki ürün için deneysel verilerden yararlanılarak bir matematiksel model geliştirilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Şeker ve cin mısırının yığın boyunca oluşturduğu basınç düşümlerinin belirlenebilmesi için Şekil 1'de gösterilen ölçme sistemi geliştirilmiştir. Ölçme sistemi hız değiştiricili elektrik motoru, vantilatör, hava karışım odası, hava iletim hatları ve basınç düşümü ölçüm deposundan meydana gelmiştir.

Sistemdeki hava akımı, maksimum basıncı 4000 Pa olan santrifüj vantilatörden sağlanmıştır. Santrifüj vantilatör geriye dönük 8 adet kanada sahiptir. Sistemde çeşitli hava akımlarını sağlamak amacıyla da güçlü 3.58 kW olan hız değiştiricili elektrik motoru kullanılmıştır. Düzgün hava akımı elde etmek için vantilatörün hava çıkış ağzına akım



Şekil 1. Denemede kullanılan ölçme düzeni

düzgünleştirici plakalar yerleştirilmiştir. Hava iletim kanalları 60×80 mm dikdörtgen kesit alanına sahip olup, yatay boru uzunluğu 150 cm dikey boru uzunluğu ise 50 cm alınmıştır. Sistemde oluşan dinamik ve statik basıncın ölçülmesinde, ölçme alanı 314 Pa ve hassasiyeti 1.57 Pa olan iki adet eğimli alkollü mikromanometre kullanılmıştır. Basınç düşümü ölçüm deposunun kesit alanı 60×80 mm yüksekliği ise 400 mm olarak alınmıştır. Tarımsal ürünün depo içerisinde davranışını gözlemlemek amacıyla deponun bir yüzüne boydan boya 50×300 mm ölçülerinde cam yerleştirilmiştir. Camın hemen yanına ise çelik metre eklenerek yığın yüksekliğinin kontrolü sağlanmaya çalışılmıştır.

Basınç düşümü ölçüm deposunun altına şeker ve cin mısırının boyut özelliklerine bağlı olarak elek açıklığı 2 mm, tel kalınlığı 1 mm ve eleme emsali % 44.40 olan tel dokuma elek yerleştirilmiştir. Daha küçük boyutlu eleğin kullanılmamasıyla sistemde aşırı dirençlerin oluşmasının önüne geçilmiştir (Öztürk ve Saçılık 2000).

Vantilatör tarafından sisteme gönderilen hava akımı, yığın içerisindeki ürünlerin birbiriyle sürtünmesi sonucu bir dirençle karşılaşmaktadır. Vantilatör tarafından yaratılan hava akımı, sistemdeki dirençleri karşılayacak özellikte olmalıdır (Gökeliç 1983). Bu çalışmada yığın içerisinde oluşan basınç düşümünün belirlenmesinde, sistemde oluşan toplam basınçların farkları basınç düşümü olarak kullanılmıştır. Bu aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

$$\Delta P_{düş} = \Delta P_s - \Delta P_0$$

Burada;

ΔP_s : Materyalle ölçümde sistemde oluşan toplam basınç (Pa),

ΔP_0 : Sistemin boşa çalışmasında oluşan toplam basınç (Pa),

$\Delta P_{düş}$: Sistemde oluşan basınç düşümü (Pa) dir.

Vantilatöre verilen enerji, sistemde oluşan toplam kayıplara ve havanın hareket ettirilmesi için gereken kinetik enerjiye harcanmaktadır. Sistemdeki toplam basınç, dinamik ve statik basıncın toplamından oluşmaktadır. Dinamik basınç, havanın hareket ettirilmesi için gerekli kinetik enerji olup belirlenmesinde, eğimli alkollü dinamik basınç mikromanometresi ve pitot tüpü kullanılmıştır. Türbülanslı akışlarda, akışın rejim haline geçebilmesi için ölçme noktasının yeri (a), hava çıkış noktasından itibaren boru çapının 10 katından sonra olmalıdır (Beyhan 1992). Bu nedenle, vantilatördeki hava çıkış noktası ile pitot tüpü arasındaki uzaklık 760 mm alınmıştır. Statik basınç ise emme ve basma hattındaki tüm dirençlerin aşılması için gerekli enerji olup Şekil 1'de görülen b ve c noktalarına yerleştirilen basınç memelerinden eğimli alkollü statik basınç mikromanometresi ile ölçülmüştür.

Sisteme vantilatör tarafından verilen enerji, ölçülen dinamik ve statik basınçların toplamı ile belirlenmiştir. Sistemdeki hava hızı ise ölçülen dinamik basınç değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir:

$$V_h = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_d}{\gamma_h}}$$

Burada;

- ΔP_d : Dinamik basınç (Pa),
 V_h : Hava hızı (m/s),
 γ_h : havanın özgül ağırlığı (kg/m³) dir.

Ele alınan tarımsal ürünlerin ölçüm deposunda oluşturduğu basınç düşümleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Öncelikle ölçüm deposu boşken sistemde oluşan basınç düşümü belirlendikten sonra tarımsal ürün serbest olarak depo içine 60 mm yüksekliğinde yerleştirilmiş ve sistemde oluşturduğu basınç düşümü ölçülmüştür. Aynı işlem 120, 180, 240, 320 ve 360 mm yükseklikler için denenerek yığın yüksekliğine bağlı olarak sistemde oluşan basınç düşümleri elde edilmiştir. Her 60 mm yükseklikte oluşan basınç düşümü ise aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$\Delta P_0 = \Delta P_{(u+k)} - \Delta P_k$$

Burada;

- $\Delta P_{(u+k)}$: Depo ve tarımsal ürünün sistemde oluşturduğu toplam basınç (Pa),
 ΔP_k : Deponun sistemde oluşturduğu toplam basınç (Pa),
 ΔP_0 : Katman yüksekliğine bağlı olarak tarımsal ürünün sistemde oluşturduğu basınç düşümü (Pa) dır.

Yığın boyunca oluşan basınç düşümlerini belirlemek amacıyla deney düzeneğinin kapasitesine bağlı olarak 0.012, 0.014, 0.016, 0.018 ve 0.020 m³/s.m² üzere 5 farklı hava akımında denemeler gerçekleştirilmiştir. Deneyin yapıldığı koşullarda ortalama hava sıcaklığı 24±5 °C, atmosfer basıncı ise 970±27 mbar olarak belirlenmiştir

Deneme materyali olarak kullanılan cin ve şeker mısırının bazı fizikomekanik özellikleri Çizelge 1 de verilmiştir. Denemelere başlamadan önce her iki ürün içerisindeki kırık ürün ve yabancı maddeler ayıklanmıştır.

Denemeler sonucunda elde edilen deneysel veriler kullanılarak her üç modelin katsayıları, Hooke-Jeeves ve Quasi-Newton, önerilen modelin katsayıları ise Rosenbrock ve Quasi-Newton regresyon modeli yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Eşitlik 4).

$$\Delta P = a_4 + e^{(b_4 + c_4 V)} \quad 4$$

Modele ilişkin katsayıların standart hataları, belirtme katsayıları ve standart sapmaları ayrıca belirlenmiştir. Ölçülen ve tahmin edilen basınç düşümleri arasındaki standart sapma aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir:

Çizelge 1. Ele alınan ürünlerin bazı fizikomekanik özellikleri

Özellik	Ürün	
	Şeker mısırı	Cin mısırı
Geometrik ortalama çap (mm)	7.13±0.021	5.45±0.04
Küresellik (%)	59.05±0.245	63.47±0.829
Hacim ağırlığı (kg/m ³)	649.6	808.4
Nem (%)	8.43	7.12
1000 tane ağırlığı(gr)	255	187

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta P_i - \Delta P_0)^2}{(N-2)}}$$

Burada;

- ΔP_i : Tahmin edilen basınç düşümü (Pa),
 ΔP_0 : Ölçülen basınç düşümü (Pa),
 N : Veri sayısı,
 $N-2$: Serbestlik derecesi,
 s_y : Tahminin standart sapmasıdır.

Ölçmeler tesadüf parselleri faktöryel deneme desenine göre yürütülmüştür. Deneme sonuçları üzerinde ürün, hava hızı ve ürün yüksekliği faktörlerinin basınç düşümü üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre farkın önemli çıktığı durumlarda bunun hangi grupların etkisinden ileri geldiğini belirlemek amacıyla da Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. 5 hava akımı, 2 ürün ve 6 ürün yüksekliği ile yapılan ölçüm sonuçlarından yararlanılarak en uygun matematiksel modele ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemeler sonucunda şeker ve cin mısırının hava hızı ve yığın yüksekliğine bağlı olarak meydana gelen basınç düşümleri Şekil 2 ve 3'te verilmiştir. Farklı hava akımlarında oluşan basınç düşümleri, ürünlerin fizikomekanik özelliklerine bağlı olarak değişim göstermiştir. Çeşitli hava akımı ve yığın yüksekliğinde oluşan basınç düşümü en fazla cin mısırında oluşmuştur. Ürünler arasında oluşan bu farklılığa ürünün nemi, hacim ağırlığı ve küresellik değerleri oldukça etki etmiştir. Cin mısırının hacim ağırlığının şeker mısırına göre fazla olması sistemde oluşan basınç düşümünü artırmıştır. Yığın yüksekliği dikkate alınmaksızın hava akımının 0.012 m³/s.m²den 0.020 m³/s.m²ye çıkması şeker mısırda basınç düşümünü % 108, cin mısırında ise % 120 oranında artırmıştır.

Ele alınan ürünlerin ölçülen basınç düşümlerine ilişkin varyans analizi sonucu ise Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi ürün, hava hızı ile ürün, yığın yüksekliği etkileşimlerinin basınç düşümü üzerine etkileri önemli olurken (p<0.01), ürün, hava akımı ve yığın yüksekliği etkileşimlerinin ise basınç düşümü üzerlerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre her iki mısır çeşidinde hava akımının artmasına bağlı olarak sistemde oluşan basınç düşümü ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01). Hava akımının artması basınç düşümünü artırmış ve en yüksek basınç düşümüne cin mısırında ulaşılmıştır. Basınç düşümündeki bu farklılığa cin mısırının hacim ağırlığı ve nemi oldukça etki etmiştir.

Ürün ve yığın yüksekliği etkileşimleri dikkate alındığında ise her iki ürün çeşidinde yığın yüksekliği ile basınç düşümü arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (p<0.01). Yığın yüksekliği arttıkça sistemde

oluşan basınç düşümü de artmıştır. Sistemde fazla dirençlerin önüne geçilmesi bakımından en uygun yığın yüksekliğinin dikkate alınması gerekmektedir.

Yapılan çoklu regresyon analizinde ise basınç düşümü, hava hızı ve katman yüksekliğine bağlı olarak aşağıdaki matematiksel modelle ifade edilmiştir ($p < 0.001$).

Şeker mısırı için;

$$\Delta P = 22366.81 \cdot V + 0.98 \cdot H - 140.18 \quad (r^2 = 99.80)$$

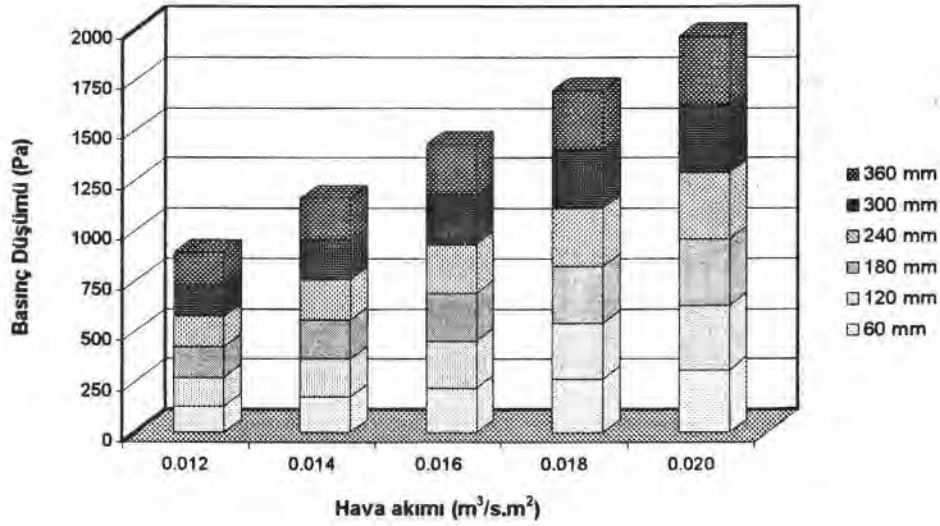
Cin mısırı için;

$$\Delta P = 24328.75 \cdot V + 1.72 \cdot H - 148.48 \quad (r^2 = 99.83)$$

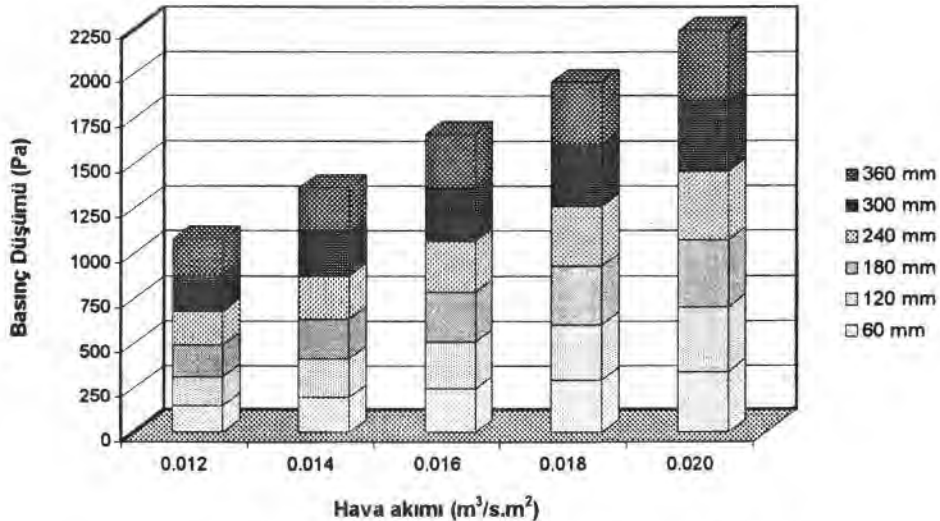
Tanımlanan üç matematiksel modelin katsayıları, Hooke-Jeeves ve Quasi Newton, bu araştırmada geliştirilen matematiksel modelin katsayıları ise Rosenbrock ve Quasi

Newton doğrusal olmayan matematiksel modeli kullanılarak çözülmüş ve sonuçları Çizelge 3 ve 4'te verilmiştir. Cin ve şeker mısırı ile yapılan denemelerde standart sapma ortalamaları küçükten büyüğe sırasıyla Model I, Model III ve Model II şeklinde olmuştur (Çizelge 3). Her iki mısır çeşidinde Shedd ve Ergun modelleri yaklaşık aynı standart sapmaları vermesine karşın Hukill ve Ives modeli ise oldukça büyük standart sapma ortalaması vermiştir.

Her iki mısır çeşidi için önerilen matematiksel modele ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Standart sapma ortalamaları cin mısırında 1.72 iken şeker mısırında ise 1.26 olmuştur. Önerilen matematiksel modelin standart sapma ortalamaları diğer üç modele göre oldukça düşük olmuştur. Ayrıca geliştirilen matematiksel modele ilişkin katsayıların standart hatalarının da oldukça düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4).



Şekil 2. Şeker mısırının yığın boyunca oluşan basınç düşümleri



Şekil 3. Cin mısırının yığın boyunca oluşan basınç düşümleri

Çizelge 2. Ürün, hava hızı ve yığın yüksekliğinin basınç düşümü üzerine etkisi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Ürün (U)	1	67151.1	129751.4*
Hava akımı (H)	4	196243.1	379187.1*
Yığın yüksekliği (Y)	5	7235.0	13985.4*
Ü x H	4	346.4	669.4*
Ü x Y	5	542.0	1047.2*
H x Y	20	-	-
Ü x H x Y	20	-	-
Hata	120	0.518	-

* : % 1 seviyesinde önemli (p<0,01)

Çizelge 3. Ele alınan üç modele ilişkin katsayılar

Cin mısırı							
MODEL I (Shedd)							
Yükseklik (mm)	A ₁	B ₁	s(A1)*	s(B1)	P**	R ²	s _y ***
60	204721.61	1.63	37938.20	0.045	*	0.9978	3.84
120	140611.42	1.52	20215.13	0.035	*	0.9985	3.16
180	109349.16	1.45	12921.88	0.028	*	0.9989	2.72
240	87658.32	1.39	8496.80	0.023	*	0.9992	2.33
300	75944.27	1.35	6368.21	0.020	*	0.9993	2.07
360	71487.36	1.33	5605.22	0.019	*	0.9994	1.96
Model II (Hukil ve İves)							
Yükseklik (mm)	A ₂	B ₂	s(A2)	s(B2)	p	R ²	s _y
60	1568.77	0.10	-	-	-	0.8706	27.25
120	1663.02	0.10	-	-	-	0.8974	24.26
180	1735.09	0.10	-	-	-	0.9158	23.36
240	1805.58	0.10	-	-	-	0.9321	19.74
300	1855.49	0.10	-	-	-	0.9425	18.17
360	1877.66	0.10	-	-	-	0.9468	17.47
Model III (Ergun)							
Yükseklik (mm)	A ₃	B ₃	s(A3)	s(B3)	p	R ²	s _y
60	6188.01	560573.10	862.68	50210.30	*	0.9970	4.25
120	8171.82	499261.40	767.56	44674.20	*	0.9976	3.78
180	9688.59	452387.60	696.02	40510.30	*	0.9980	3.43
240	11171.83	406553.90	625.53	36407.60	*	0.9984	3.08
300	12221.63	374127.30	575.94	33521.00	*	0.9986	2.83
360	12687.08	359779.30	553.32	32204.70	*	0.9987	2.72
Şeker Mısırı							
MODEL I (Shedd)							
Yükseklik (mm)	A ₁	B ₁	s(A1)	s(B1)	p	R ²	s _y
60	235334.60	1.69	49803.17	0.051	*	0.9973	3.89
120	167510.47	1.60	28821.70	0.041	*	0.9980	3.33
180	136639.58	1.54	20460.47	0.036	*	0.9984	3.00
240	123684.08	1.51	17474.11	0.034	*	0.9985	2.82
300	113294.84	1.49	14730.94	0.031	*	0.9987	2.69
360	104315.40	1.46	12707.97	0.029	*	0.9988	2.56
Model II (Hukil ve İves)							
Yükseklik (mm)	A ₂	B ₂	s(A2)	s(B2)	p	R ²	s _y
60	1396.49	0.10	-	-	-	0.8552	23.99
120	1467.78	0.10	-	-	-	0.8788	24.24
180	1515.30	0.10	-	-	-	0.8934	20.59
240	1539.06	0.10	-	-	-	0.9004	21.98
300	1562.82	0.10	-	-	-	0.9071	21.23
360	1585.00	0.10	-	-	-	0.9130	20.53
Model III (Ergun)							
Yükseklik (mm)	A ₃	B ₃	s(A3)	s(B3)	p	R ²	s _y
60	4725.88	545130.40	838.38	48796.00	*	0.9966	4.13
120	6225.49	498804.10	767.41	44665.20	*	0.9971	3.78
180	7225.98	467874.50	719.57	41880.60	*	0.9975	3.54
240	7726.45	452395.90	695.49	40479.10	*	0.9977	3.42
300	8225.43	437007.80	671.82	39101.70	*	0.9989	3.31
360	8692.65	422552.60	649.87	37823.80	*	0.9990	3.20

* : Standart hata

** : p<0.01

*** : Standart sapma

Çizelge 4. Önerilen matematiksel modele ilişkin katsayılar

Yükseklik (mm)	Cin mısırı							R ²	s _y
	A ₄	B ₄	C ₄	s(A4)	s(B4)	s(C4)	p		
60	-1092.88	6.91	18.14	9.44	0.0091	-	*	0.9966	1.65
120	-974.80	6.81	19.64	9.32	0.0099	-	*	0.9966	1.79
180	-990.03	6.83	19.23	9.59	0.0099	-	*	0.9966	1.75
240	-932.87	6.79	19.94	9.56	0.0104	-	*	0.9966	1.82
300	-967.03	6.83	19.26	9.22	0.0096	-	*	0.9966	1.76
360	-1152.40	7.01	16.77	9.69	0.0085	-	*	0.9966	1.53
Yükseklik (mm)	Şeker mısırı							R ²	s _y
	A ₄	B ₄	C ₄	s(A4)	s(B4)	s(C4)	p		
60	-1148.61	6.96	16.35	9.73	0.0090	-	*	0.9991	1.17
120	-1179.20	6.99	15.84	9.56	0.0085	-	*	0.9991	1.33
180	-1178.80	7.00	15.78	9.78	0.0087	-	*	0.9991	1.32
240	-1386.32	7.18	13.72	9.58	0.0072	-	*	0.9991	1.15
300	-1334.97	7.14	14.14	9.58	0.0074	-	*	0.9991	1.18
360	-1080.94	6.92	16.79	9.68	0.0092	-	*	0.9991	1.41

Sonuç

Bazı mısır çeşitlerinde yığın içerisinde oluşan basınç düşümlerinin matematiksel modellenmesine ilişkin araştırma sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Çeşitli hava akımı ve yığın yüksekliğinde sistemde meydana gelen en yüksek basınç düşümü cin mısırında olmuştur. İki ürün arasındaki farklılığa ürünlerin fizikomekanik özellikleri etkili olmuştur.

2. Yığın yüksekliği dikkate alınmaksızın hava akımının 0.012 m³/s.m² den 0.020 m³/s.m² ye çıkması şeker mısırda basınç düşümünü %108, cin mısırında ise % 120 artırmıştır.

3. Her iki mısır çeşidinde hava akımının artmasına bağlı olarak sistemde oluşan basınç düşümü ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01).

4. Her iki mısır çeşidinde yığın yüksekliği ile basınç düşümü arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmiştir (p<0.01). Yığın yüksekliği arttıkça sistemde oluşan basınç düşümleri de artmıştır.

5. Cin mısır ve şeker mısırı ile yapılan denemelerde elde edilen standart sapma ortalamaları küçükten büyüğe sırasıyla Model I, Model III, Model II şeklinde olmuştur. Shedd ve Ergun modelleri ile alınan mısır çeşitlerinde benzerlik göstermiş olup Hukill ve Ives modelinde ise standart sapma değerleri oldukça yüksek bulunmuştur.

6. Önerilen doğrusal olmayan matematiksel modelin standart sapma ortalamaları cin mısırında 1.72, şeker mısırında ise 1.26 olarak belirlenmiştir. Bu yüzden önerilen matematiksel modelin her iki mısır çeşidinde de kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

Agrawal, K. K. and P. Chand, 1974. Pressure Drop Across Fixed Beds of Rough Rice. Transaction of the ASAE, Vol 17(2): 560-563.

Bakker-Arkema, F. W., et al, 1969. Statik Pressure Air Flow Relationship in Packed Beds of Granular Biological Materials Such as Cheery Pits. Transaction of the ASAE, Vol 12(1):134-136, 140.

Bern, C. J. and J. Charity, 1975. Airflow Resistance Characteristics of Corn as Influenced by Bulk Density. Transaction of the ASAE, Paper No 75-3510.

Beyhan, M.A. 1992. Ülkemiz Koşullarına Uygun Aspiratörlü Bir Fındık Hasat Makinası Tasarım Ve İmalatı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. (Yayınlanmamış Doktora Tezi)

Chau, K. V. J. J. Gaffney, C. D. Baird, G. A. Church, 1985. Resistance to Airflow of Oranges in Bulk and in Cartons. Transaction of the ASAE, Vol 28(6):20083-2088.

Cooper, S. C. and H. R. Summer, 1985. Airflow Resistance of Slected Biomass Materials. Transaction of the ASAE, Vol 28(4): 1309-1312

Dairo, O. U. and O. O. Ajibola, 1994. Resistance to Airflow of Bulk Sesame Seed. Journal of Agricultural Engineering Reseach, Vol 58. 99-105.

Ergun, S. 1952. Fluid Flow Through Packed Columns. Chemical Engineering Progress, Vol 48(2), 89-94.

Giner, S. A. and E. Denisenia, 1996. Pressure Drop Through Wheat as Affected by Air Velocity, Moisture Content and Fines. Journal of Agricultural Engineering Reseach, Vol 63, 73-86.

Gökelim, A. T. 1983. Endüstriyel Fan ve Kompresör Tesisleri. Birsen yayını 150 s, İstanbul.

Grama, S. N. C. J. Bern, C. R. Jr. Huburg, 1984. Airflow Resistance of Mixtures of Shelled Corn and Fines. Transaction of the ASAE, Vol 27(1):268-272.

Gunasekaran, S., V. K. Jindal and G. C. Shove, 1983. Resistance to Airflow of Paddy (Rough Rice) in Shallow Depths. Transaction of the ASAE, Vol 26(2):601-605

Haque, E. G. H. Foster, D. S. Chung, F. S.Lai, 1978. Static Pressure Drop Across a Bed of Corn Mixed with Fines. Transaction of the ASAE, Vol 21(5):997-1000.

Hukill, W. V. and N. C. Ives, 1955. Radial Airflow Resistance of Grain. Agricultural Engineering, Vol 36(5): 332-335.

Kumar, A. and W.E. Muir, 1986. Airflow Resistance of Wheat and barley as Affacted by Airflow Direction, Filling Method and Dockage. Transaction of the ASAE, Vol 29(5): 1423-1426.

McGuckin, R. L. M. A. Eiteman and K. Das, 1999. Pressure Drop through Raw Food Waste Compost containing Synthetic Bulking Agents. Journal of Agricultural Engineering Reseach, Vol 72(4), 375-384.

Öztürk, R. ve K. Saçılık, 2000. Hava akımlı Düzenlerde Kullanılabilen Eleklerde Bazı Aerodinamik Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi Cilt 6(2): 123-127.

Shedd, C. K. 1953. Resistance of Grains and Seeds to Air Flow. Journal of Agricultural Engineering Reseach, Vol 34(9), 616-619pp.