



YERLİ TİP HARMAN MAKİNASINDA ASPİRATÖR KANAT TIPLERİNİN AYIRMA PERFORMANSINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ¹

Mehmet Hakan SONMETE²

Fikret DEMİR²

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Kampüs-Konya/Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, yerli tip harman makinalarında kullanılan aspiratörlerde iki farklı kanat tipi ($K_1=40^\circ$; $K_2=90^\circ$), üç farklı aspiratör dönü sayısı ($A_1=925 \text{ min}^{-1}$; $A_2=833 \text{ min}^{-1}$; $A_3=735 \text{ min}^{-1}$) ve üç farklı eksantrik dönü sayısının ($E_1=357 \text{ min}^{-1}$; $E_2=312 \text{ min}^{-1}$; $E_3=277 \text{ min}^{-1}$) ayırma (temizleme) performansına etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla bağımsız parametrelerden kanat tipi, aspiratör ve eksantrik dönü sayısının toplam kayıp tane oranı (kırık tane ayırma oranı, temizleme kaybı oranı, harmanlanmamış tane oranı) ve temizleme oranına etkileri belirlenmiştir.

Hava hızı, kırık tane ayırma oranı, temizleme kaybı oranı, harmanlanmamış tane oranı, toplam kayıp tane oranı ve temizleme oranı değerlerinin sırasıyla K_1 kanat tipinde, 12.63...15.51 m/s, % 0.75...1.18, % 0.27...2.56, % 0.34...0.66, % 1.78...4.19, % 95.39...98.35, K_2 kanat tipinde ise 16.75...20.81 m/s, % 0.76...1.05, % 0.32...2.38, % 0.29...0.71, % 1.64...3.68, % 97.17...99.17 arasında değiştiği tespit edilmiştir. K_2 kanat tipinde; daha homojen hava hızı profilleri, daha yüksek hava hızı, hava debisi, temizleme oranı, daha düşük toplam kayıp tane oranı değerleri elde edilmiştir. En uygun çalışma kombinasyonu $K_2A_3E_3$ olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Harman makinası, aspiratör kanat tipi, tane kayıpları, ayırma performansı.

DETERMINATION OF THE EFFECT OF FAN BLADE TYPES ON SEPARATION PERFORMANCE FOR LOCAL TYPE THRESHER

ABSTRACT

This study was aimed to determine the effect of the two different blade types ($K_1=40^\circ$; $K_1=90^\circ$), three different fan rotation number ($A_1=925 \text{ min}^{-1}$; $A_2=833 \text{ min}^{-1}$; $A_3=735 \text{ min}^{-1}$) and three different eccentric rotation number ($E_1=357 \text{ min}^{-1}$; $E_2=312 \text{ min}^{-1}$; $E_3=277 \text{ min}^{-1}$) on separation (cleaning) performance for local type thresher. For this purpose, the effects of blade types, the ratio of fan and eccentric rotation number from independent parameters to total grain losses ratio (damaged grain separation ratio, cleaning losses ratio, unthreshed out grain ratio) and cleaning ratio were determined.

Air velocity, damaged grain separation ratio, cleaning losses ratio, unthreshed out grain ratio, total grain losses ratio, cleaning ratio in K_1 blade type varied as 12.63...15.51 ms^{-1} , 0.75...1.18 %, 0.27...2.56 %, 0.34...0.66 %, 1.78...4.19 %, 95.39...98.35 %, in K_2 blade type 16.75...20.81 ms^{-1} , 0.76...1.05 %, 0.32...2.38 %, 0.29...0.71 %, 1.64...3.68 %, 97.17...99.17 % respectively. The more homogeneous air velocity profiles, higher air velocity, air flow rate, cleaning ratio, lower total grain losses ratio values were obtained at K_2 blade type. The most suitable working combination was determined as $K_2A_3E_3$.

Keywords: Thresher, fan blade type, grain losses, separation performance.

GİRİŞ

Türkiye çiftçisi ve ekonomisi için hububat üretimi önemli olduğu kadar, üretim sırasındaki kayıplarında en az düzeyde olması gerekmektedir. Türkiye koşullarının ihtiyacıyla ortaya çıkmış olan ve başka ülkelerde üretimi yapılmayan ve az bulunan sapdöver harman makinalarının kullanımı, ülkemizde oldukça yaygındır. Bu makinaların, harmanlama işlevinden başka, ürün saplarını hayvanların kolaylıkla yiyebileceği yapıya sokması, bir kısım Türkiye çiftçisinin hayvan besleme ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu makinaların üretimi 1970 yılından başlayarak hızla artmış, 2003 yılında parktaki harman makinası sayısı 193963 adede ulaşmıştır (Anonymous 2003).

Harman makinalarının performansı; tane kayıplarının ve temizleme oranlarının belirlenmesiyle ortaya konulmaktadır. Tane kaybı, genelde harmanlama ve

ayırma (temizleme) kaybı olarak iki bölümde incelenmektedir. Yerli harman makinalarında tane kaybı; kırık tane, zedelenme ve samana kaçma şeklinde olmaktadır (Evcim 1982; Ülger 1982). Bununla birlikte bu kayıplar, makinanın uygun bir şekilde ayarına ve sonuçta kullanıcıya bağlıdır.

Evcim (1982), harman makinaları üzerinde yaptığı araştırmada; harmanlama olayında, batör çevre hızının büyük önemi olduğunu, temizleme kalitesinin, diğer koşullar değişmediği taktirde, elek deliklerinin düzeyine, elek kinematığına ve aspiratör hava akımına bağlı olduğunu belirtmiştir. Vantilatörün tasarımı ve vantilatör-elek ilişkisinin düzenlenmesindeki yanlışlara, gereğinden yüksek dönüde döndürme eklendiğinde samandaki tane kaybının önemli düzeylere çıkabildiğini, benzer yanlışların aspiratör için yapıldığında, bunların tane kaybına yansımalarının daha az olduğunu ancak eleme düzeninin etkinliğinin ve başarısının azalmasına yol açtığını, bu nedenle, bilinçsiz kullanım olasılığının yüksek olduğu durumlarda aspirasyonun

¹Bu çalışma Mehmet Hakan SONMETE'nin Yüksek Lisans Tezinden özetlenmiştir.

vantilasyona tercih edilmesini, ancak mevcut aspiratörlerin beklenen özelliklere göre (düşük basınç, yüksek debi) uygun bir yapıya kavuşturulmasının gerektiğini vurgulamıştır.

Ülger (1982), hasat öncesi ve sonrasında oluşan değişik tip kayıplar içerisinde; harmanlama kayıplarının büyük yer tuttuğunu, bu kayıpların bitki, makina ve çalıştırma koşullarına bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir.

Farklı yerli ve yabancı araştırmacılar ve yazarlar (Kanafojski 1973; Jech ve Rataj 1981; Huynh ve ark. 1982; Demir 1985; Sharma ve Devnani 1980), harmanlama ve ayırma performansı üzerinde inceleme ve araştırma sonuçlarını vermişlerdir. Ayrıca, bazı araştırmacılar da harman makinalarında kullanılan aspiratörler ve vantilatörlerle ilgili teorik esaslar ve araştırma bulgularını eserlerinde vermişlerdir (Yönak 1962; Gökelim 1983; Ülger 1985; Matthies 1969).

Ülkemizde üretilen harman makinalarının harmanlama, temizleme ve hareket iletim organlarının dizayn parametreleri herhangi bir teknik esasa dayanmamaktadır. Bu nedenle, makinaların harmanlama, temizleme ve çuvallama ünitelerinin konstrüksiyonu teknik verilere dayandırılarak yeni dizayn parametrelerine kavuşturulmalıdır.

Bu çalışmada, literatür bilgilerinin ve deneysel bulguların ışığı altında, emişli tip harman makinasında kullanılan aspiratörde iki değişik kanat tipinin, üç değişik aspiratör dönü sayısının ve üç değişik eksantrik dönü sayısının, ayırma (temizleme) performansına etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Araştırmada, harmanlanan materyal olarak Çakmak 79 (Triticum durum) buğday çeşidi kullanılmıştır. Kullanılan materyale ilişkin bazı fizikomekanik özellikler Tablo 1' de verilmiştir. Araştırmada kullanılan harman makinasının şematik görünüşü Şekil 1'de, bu makinasının bazı ölçüleri ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Harmanlama Materyalinin Bazı Fizikomekanik Özellikleri

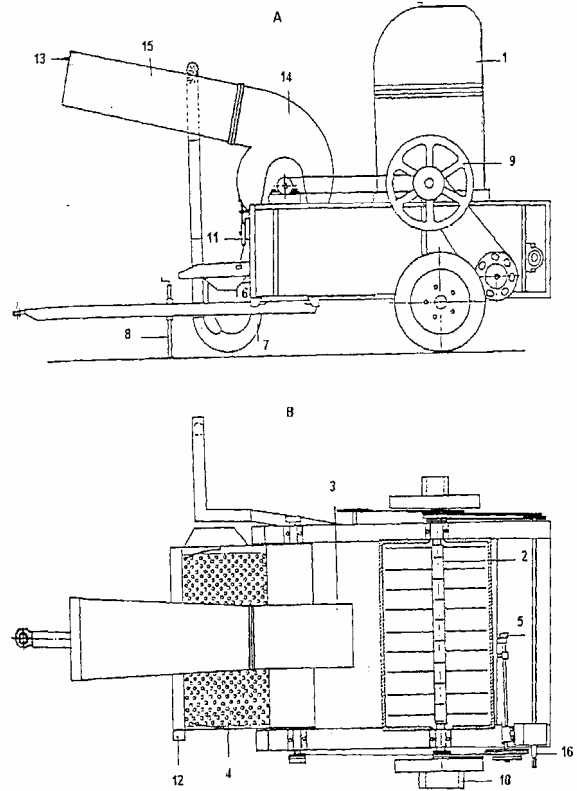
Materyal Özellikleri	
Tane/saman oranı	0.66
Bin tane ağırlığı (g)	44.5
Nem içeriği (%)	11.85
Sap uzunluğu (mm)	879
Başak uzunluğu (mm)	153

Tablo 2. Harman Makinasının Bazı Ölçüleri

Toplam uzunluk (mm)	3900
Toplam genişlik (mm)	2400
Toplam yükseklik (mm)	2350
Toplam kütle (kg)	1450

Araştırma materyali olarak seçilen harman makinası üzerinde, araştırma amacına göre aşağıdaki yapısal değişiklikler yapılmıştır.

-İki farklı kanat tipine sahip aspiratör fanları imal edilerek, deneyler sırasında kombinasyonlara göre değiştirilerek kullanılmıştır.



Şekil 1. Harman makinasının şematik görünüşü (1. Besleme ağızı, 2. Batör mili, 3. Aspiratör, 4. Elek kasası, 5. Eksantrik düzeni, 6. Tane çıkış ağızı, 7. Pnömatik tane iletilici, 8. Tespit ayağı, 9. Volan, 10. Tahrik kasnağı, 11. Elek askı kolları, 12. Kesmik oluşu, 13. Çıkış borusu, 14. Aspiratör davlumbazı, 15. Saman sevk borusu, 16. Kuyruk mili.)

-Farklı aspiratör ve eksantrik devirleri için değişik çapta kasnaklar imal edilerek, deneyler sırasında deney kombinasyonlarına göre değiştirilerek kullanılmıştır.

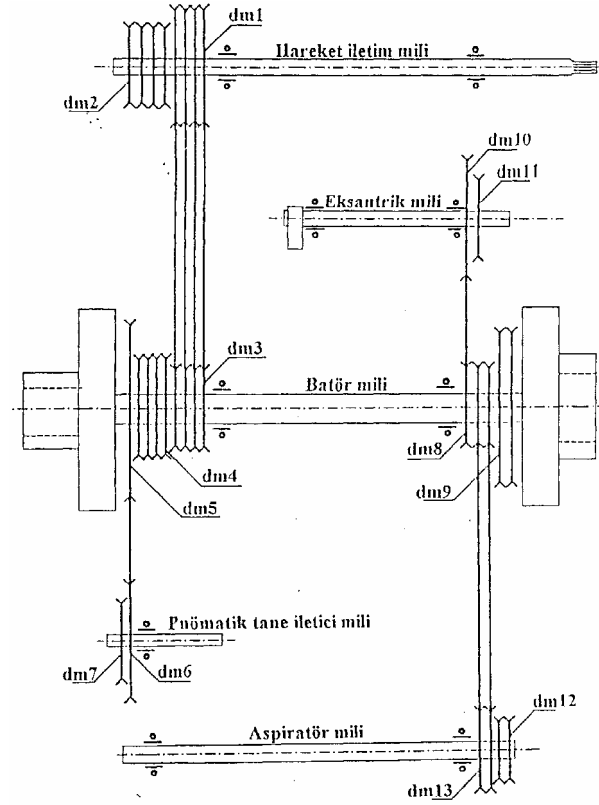
Araştırmada kullanılan harman makinasının batörü parmaklı tip olup, parmaklar batör miline 4 sıra şeklinde dizilmiştir ve sayısı 40 dardır. Kontrbatör deliklerinin konumu karışık sıralı olup, delik çapı 14 mm ve delikli plaka örtme oranı %36'dır. Parmak ucu ile kontrbatör aralığı; girişte 45 mm, en alt noktada 46 mm, giriş ağızı karşısında ise 50 mm'dir.

Temizleme (ayırma) ünitesine ait yapısal ve işlevsel parametreler Tablo 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir. Harman makinasının hareket iletim sistemi Şekil 2'de, farklı kanat bağlantı açılarındaki harman makinası aspiratörleri Şekil 3'de ve Şekil 4'de, eğik düzlem ve eleklerin şematik görünüşü ise Şekil 5'de verilmiştir.

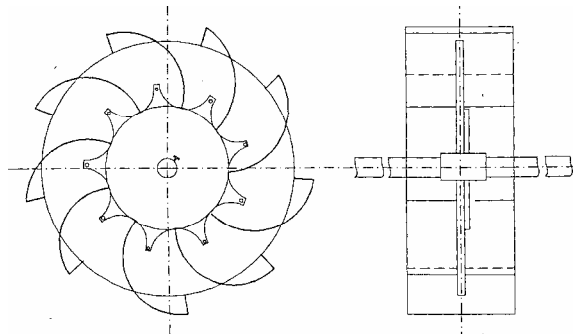
Yedirme, dirgen kullanılarak dağınık demetler halinde yapılmıştır. Araştırmada besleme hızı, harmanlanacak materyalin tartılması suretiyle, seçilen batör dönü sayısında, makinasının normal rejimde çalışabileceği duruma kadar besleme miktarı işlemleri tekrarlanarak saptanmıştır. Deneyler esnasında çalışma zama-

nı ölçülmüş ve harman makinasının tane çıkış ağzından çıkan tane miktarları tartılarak kaydedilmiştir (Kuşhan 1975; Demir 1985).

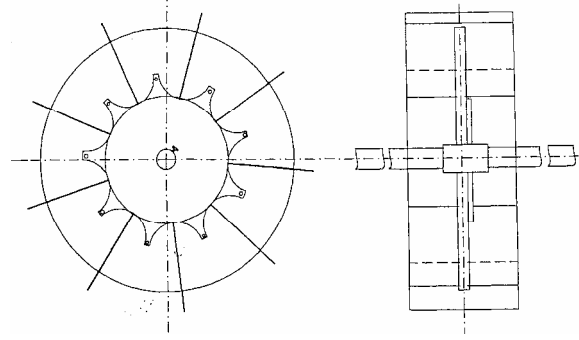
Araştırmada; batör mili dönü sayısı sabit tutularak, aspiratör mili dönü sayısı ve eksantrik mili dönü sayısı bağımsız değişken olarak alınmış; bunların makinanın işlevsel verilerine (harmanlama, temizleme kayıpları vb.) etkileri incelenmiştir.



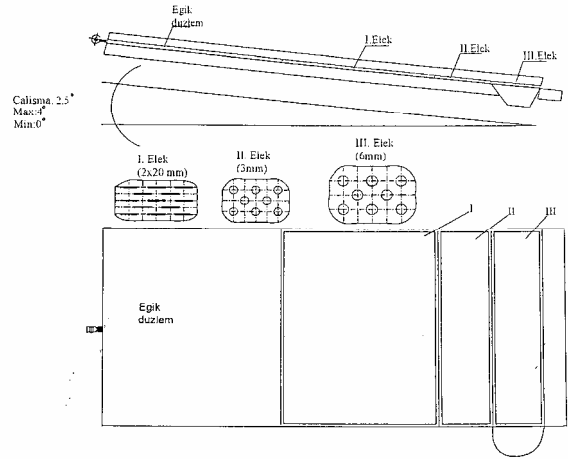
Şekil 2. Harman makinasının hareket iletim sistemi.



Şekil 3. Harman makinasının aspiratörü.
(K₁ kanat tipi ; Kanat bağlantı açısı 40°)



Şekil 4. Harman makinasının aspiratörü
(K₂ kanat tipi ; Kanat bağlantı açısı 90°)



Şekil 5. Harman makinasındaki eğik düzlem ve elekler.

Deneylerde, harman makinası kuyruk mili ile tahrik edilmiş ve diğer ünitelere hareket kayış-kasnaklarla iletilmiştir. Batör dönü sayısı ve farklı kasnak çaplarına göre değişen aspiratör ile eksantrik dönü sayıları, optik ve mekanik takometre kullanılarak ölçülmüştür. Toplam tane miktarı, kırık tane ayırma oranı, temizleme kaybı oranı, harmanlanmamış tane oranı, toplam kayıp tane oranı ve temizleme oranı aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunmuştur (Evcim 1982; Anonymous 1978, 1989, 1999).

$$Q_t = [K_t / (K_t + K_s)] \times Q_b \times t$$

Q_t = Toplam tane miktarı (kg)

K_t = Birim saptan elde edilen tane miktarı (kg)

K_s = Birim saptan elde edilen saman miktarı (kg)

Q_b = Besleme hızı (kg/h)

t = Çalışma süresi (h)

$$KTO = (Q_k / Q_t) \times 100$$

KTO = Kırık tane ayırma oranı (%)

Q_k = Tüm çıkış ağzlarından elde edilen kırık tane miktarı (kg)

Tablo 3. Denemelerde Kullanılan Aspiratörlere Ait Bazı Teknik Özellikler

Kanat tipi (K) Kanat bağlantı açısı (°)	Çapı (mm)	Genişliği (mm)	Mil çapı (mm)	Kanat sayısı (adet)	Kanat ölçüleri (mm)
K ₁ (40°)	690	250	45	9	250x250
K ₂ (90°)					

Tablo 4. Denemelerde Kullanılan Harman Makinasının İşletme Parametreleri

	1. Dönü sayısı	2. Dönü sayısı	3. Dönü sayısı
Batör dönü sayısı (min ⁻¹)	1000	1000	1000
Aspiratör dönü sayısı (min ⁻¹)	925	833	735
Eksantrik dönü sayısı (min ⁻¹)	357	312	277
Elek ivmesi (m/s ²)	18.17	13.88	10.94

Tablo 5. Denemelerde Kullanılan "V" Kasnakları

Kasnaklar	Kasnak Çapları (mm)		
	1	2	3
Hareket iletim kasnağı (PTO kasnağı)	340	340	340
Aspiratör tahrik kasnağı	125	125	125
Aspiratör kasnağı	135	150	170
Eksantrik tahrik kasnağı	125	125	125
Eksantrik kasnağı	350	400	450

Tablo 6. Denemelerde Kullanılan Harman Makinasının Eleme Düzenine Ait Bazı Teknik Özellikler

	Eğik düzlem	I. Elek	II. Elek	III. Elek
Tipi		Oblong delikli	Yuvarlak delikli	Yuvarlak delikli
Uzunluğu (mm)	1030	925	310	295
Genişliği (mm)	1160	1100	1100	1100
Numarası (mm)		2x20	3	6
Eğimi (°)	0-4			

Harman makinasının çalışması sırasında saman çıkış ağzından belirli aralıklarla alınan saman örneği, küçük bir elektrikli tınaz makinasında savrulmuştur. Bunun sonucunda elde edilen karışım (tane, kırık tane ve kavuz parçaları vb.) daha sonra ayıklanarak, karışım içindeki temiz tane miktarı bulunmuştur. Bu değer yardımıyla aşağıdaki eşitlikle TKO hesaplanmıştır.

$$TKO = (S_t / Q_t) \times 100$$

TKO = Temizleme kaybı oranı (%)

S_t = Samandaki tane miktarı (kg)

Harmanlanmamış taneleri, elek ve kesmik oluğunda bulunan kavuzlu taneler oluşturmaktadır. Kesmik oluğundan gelen kavuzlu tane miktarı çok az olduğundan değerlendirmede dikkate alınmamıştır. HTO aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$HTO = (Q_h / Q_t) \times 100$$

HTO = Harmanlanmamış tane oranı (%)

Q_h = Elek üzerinden ve kesmik oluğundan elde edilen harmanlanmamış tane miktarı (kg)

Bu durumda;

$$TKTO = KTO + TKO + HTO \quad \text{olur.}$$

TKTO = Toplam kayıp tane oranı (%)

Deneme esnasında çuvallama ağzından akmakta olan tanelerden örnekler alınmıştır. Bu örnekler içeri-sindeki tane, kavuzlu tane, kırık tane ve diğer yabancı maddeler elle ayrılarak (%) temizleme oranları bu-

lunmuştur. Temizleme oranı için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$TO = [(Ö_b - Ö_{yb}) / Ö_b] \times 100$$

TO = Temizleme oranı (%)

Ö_{yb} = Örnek içindeki tane dışındaki materyal miktarı (g)

Ö_b = Örnek miktarı (g)

Araştırmada, deneylerde birer kilogram ağırlığında beş numune alınmış ve her numune elle harmanlanarak, ayrı ayrı tartılmıştır. Bu numunelerin tane ve sap ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak aşağıdaki eşitlikle tane-saman oranı belirlenmiştir (Anonymous 1978).

$$T / S = K_t / (Y_m - K_t)$$

T / S = Tane – Saman oranı

Y_m = Örnek materyal ağırlığı (kg)

K_t = Örnekten elde edilen tane miktarı (kg)

Harmanlanan materyalin bin tane ağırlıkları (BTA) bulunurken, deneyden alınan örnek içeri-sinden tesadüfen dört kez 100 adet tohum sayılmış ve bunlar tartılarak, aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplama yapılmıştır (Evcim 1975).

$$BTA = [(W_1 + W_2 + W_3 + W_4) / 4] \times 10$$

BTA = Harmanlanan materyalin bin tane ağırlığı (g)

W_1 = 1. örnek için 100 adet tohum ağırlığı (g)

W_2 = 2. örnek için 100 adet tohum ağırlığı (g)

W_3 = 3. örnek için 100 adet tohum ağırlığı (g)

W_4 = 4. örnek için 100 adet tohum ağırlığı (g)

Materyalin nem oranı, deney sırasındaki numunelerden yeterli miktarda alınarak, TS 1135'e göre belirlenmiştir (Anonymous 1972).

Temizlemeye ilişkin deney sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla, saman sevk borusunun çıkış ağzında hava hızı ölçümleri yapılmıştır (Evcim 1983). Bu amaçla, dikdörtgen kesitli saman borusu çıkış ağzı, dikdörtgen alanlara bölünerek elektronik hava hızı ölçme cihazı ile ölçümler 15 ayrı noktadan yapılmıştır.

Debi ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Ülger 1985).

$$Q = A \times V$$

Q = Debi (m^3/s)

A = Kesit alanı (m^2)

V = Ortalama hız (m/s)

Faz açısının 0° ve 180° konumları için eleğin yatay yöndeki salınım hareketinin ivmesi (I) aşağıdaki formülle, hesaplanmıştır (Ülger 1985).

$$I = w^2 \times D \times \cos a$$

I = İvme (m/s^2)

w = Eksantrik veya krankın açısal hızı (rad/s)

D = Krank veya eksantrik yarıçapı (m)

a = Faz açısı ($^\circ$)

Denemeler, üç faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiştir. Yapılan denemelerde iki farklı aspiratör kanat tipinin (K_1), üç farklı aspiratör dönü sayısının (A) ve üç farklı eksantrik dönü sayısının (E) kırık tane ayırma oranı, temizleme kaybı oranı, harmanlanmamış tane oranı, toplam kayıp tane oranı ve temizleme oranına etkileri tekerrürlü olarak saptanmıştır. Ayrıca, hava hızları ölçülerek temizleme (ayırma) performansına etkileri araştırılmıştır.

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde iki farklı aspiratör kanat tipinin ($K_1=40^\circ, K_2=90^\circ$), üç farklı aspiratör dönü sayısının ($A_1=925 \text{ min}^{-1}, A_2=833 \text{ min}^{-1}, A_3=735 \text{ min}^{-1}$) ve üç farklı eksantrik dönü sayısının ($E_1=357 \text{ min}^{-1}, E_2=312 \text{ min}^{-1}, E_3=277 \text{ min}^{-1}$) kırık tane ayırma oranına, temizleme kaybı oranına, harmanlanmamış tane oranına, toplam kayıp tane oranına ve temizleme oranına etkilerini belirlemek amacıyla varyans analizi ve LSD testi yapılmıştır. Ayrıca, hava hızı ve aspiratör dönü sayıları arasında regresyon analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Harman makinasının her iki kanat tipiyle çalışması esnasında ölçülen, aspiratör çıkışındaki hava hızı ve hesaplanan debi değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Kanat Tiplerinde Elde Edilen Hava Hızı ve Debi Değerleri

Kanat tipi	Aspiratör dönü sayısı (min^{-1})	Hava hızı (m/s)	Debi (m^3/s)
$K_1 (40^\circ)$	$A_1 (925)$	15.51	2.38
	$A_2 (833)$	14.19	2.18
	$A_3 (735)$	12.63	1.94
Ortalama		14.11	2.17
$K_2 (90^\circ)$	$A_1 (925)$	20.81	3.20
	$A_2 (833)$	18.62	2.86
	$A_3 (735)$	16.75	2.57
Ortalama		18.73	2.88

$K_2 (90^\circ)$ kanat tipinde, $K_1 (40^\circ)$ kanat tipine oranla daha yüksek hava hızı değerleri, dolayısıyla daha yüksek debi değerleri elde edilmiştir. Bu hava hızı değerleri K_1 kanat tipine oranla K_2 kanat tipinde, % 32.74 oranında artarak ortalama 14.11 m/s değerinden 18.73 m/s değerine yükselmiştir (Tablo 7). Her iki kanat tipinde saptanan hava hızı değerleri arasındaki farklılığın kanat açılarından kaynaklandığı söylenebilir. Matthies (1969), 90° 'lik bağlantı açısına sahip kanat tipinde elde edilen hava debisi değerlerinin 40° 'lik bağlantı açısına sahip kanat tipindeki fana oranla daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

K_1 ve K_2 kanat tipinde hava hızı ve aspiratör dönü sayısı arasındaki ilişki $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuş olup, regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

K_1 kanat tipi için:

Hava Hızı = $1.50 + 0.0152 \times A$ (Aspiratör dönü sayısı) ($r = 0.999$)

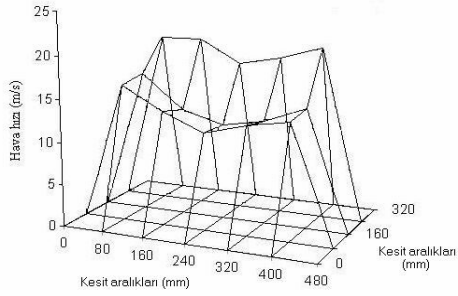
K_2 kanat tipi için:

Hava Hızı = $0.99 + 0.0213 \times A$ (Aspiratör dönü sayısı) ($r = 0.998$)

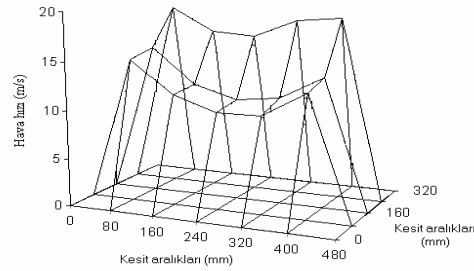
Ayrıca, çalışma kombinasyonlarında hava çıkış ağzındaki kesitten elde edilen hava hızı profilleri Şekil 6,7,8,9,10,11'de verilmiştir.

Harman makinasının K_1 kanat tipinde aspiratör hava çıkış ağzında ve K_1A_1, K_1A_2, K_1A_3 kombinasyonlarında; çıkış kesitinin orta kısımlarında, kenarlara göre daha düşük ve üst bölümünde de orta ve alt kısımlara göre, daha yüksek bir hava hızı dağılımı görülmektedir (Şekil 6,7,8). K_2 kanat tipinde K_2A_1, K_2A_2, K_2A_3 kombinasyonlarında hava çıkış kesitinin üst bölümlerinde, orta ve alt kısımlara göre daha yüksek bir hava hızı dağılımı görülmektedir. Orta kısımlarda ise kenar-

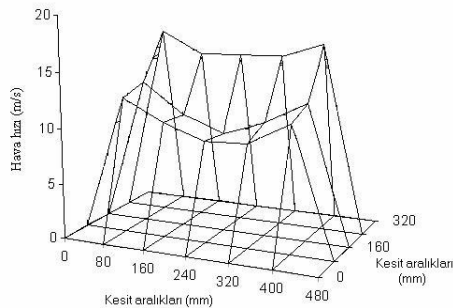
lara göre daha yüksek hava hızları elde edilmiştir (Şekil 9,10,11). K_2 kanat tipinde K_1 kanat tipine göre daha homojen bir yapı olduğu söylenebilir. Araştırmada elde edilen kırık tane ayırma oranı değerleri, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında K_1 kanat tipinde % 0.75 ile %1.18 arasında, K_2 kanat tipinde ise % 0.76 ile %1.05 değerleri arasında değişmiştir. Bu değerler ortalama olarak K_1 kanat tipi için % 0.96 ve K_2 kanat tipi için ise % 0.90 olarak tespit edilmiştir (Şekil 12,13). Elde edilen kırık tane ayırma oranı değerleri üzerine, aspiratör kanat tipinin etkisi önemli bulunmamıştır (Tablo 8).



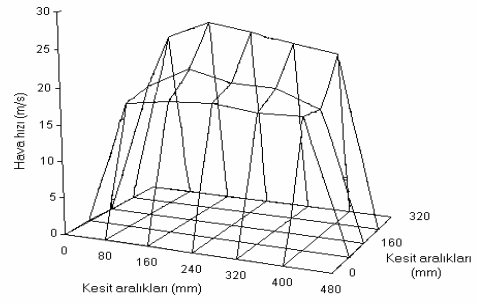
Şekil 6. K_1A_1 kombinasyonunda hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



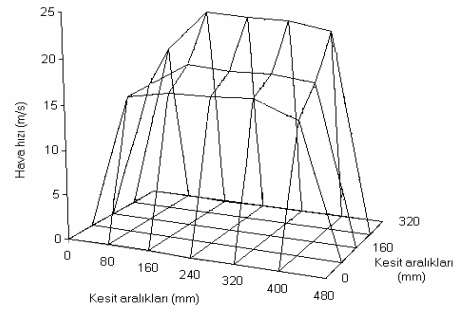
Şekil 7. K_1A_2 kombinasyonunda hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



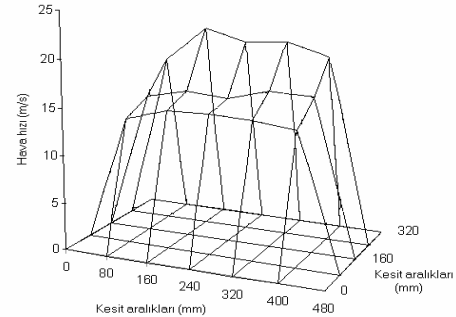
Şekil 8. K_1A_3 kombinasyonunda hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



Şekil 9. K_2A_1 kombinasyonunda hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



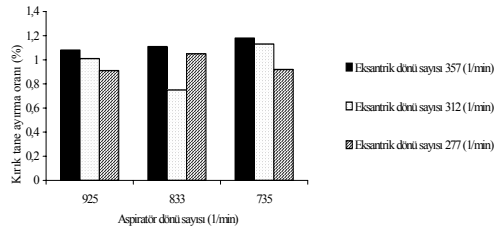
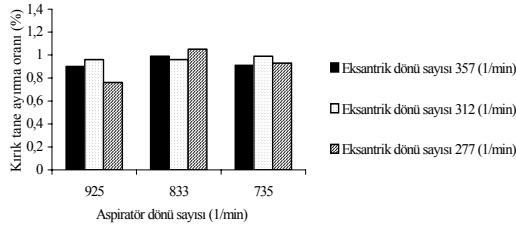
Şekil 10. K_2A_2 kombinasyonunda hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri



Şekil 11. K_2A_3 kombinasyonunda hava çıkış ağzındaki kesitte hava hızı profilleri

Tablo 8. Deneme Sonuçlarına Uygulanan Varyans Analizleri

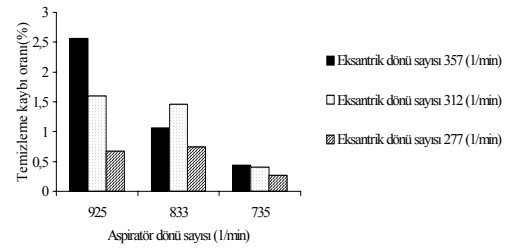
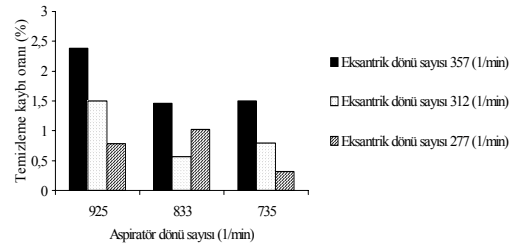
Varyans Kaynağı	S.D	Kırık Tane Ayırma Oranı		Temizleme Kaybı Oranı		Harmanlanmamış Tane Oranı		Toplam Kayıp Tane Oranı		Temizleme Oranı	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Aspiratör Kanat Tipi(K)	1	0.056	0.373	0.128	1.889	0.03	0.18	0.004	0.02	9.435	13.00**
Aspiratör Dönü Sayısı(A)	2	0.016	0.106	2.774	40.826**	0.058	3.42	2.109	7.23**	6.278	8.65**
Eksantrik Dönü Sayısı(E)	2	0.027	0.179	2.599	38.247**	0.013	0.79	2.839	9.73**	1.571	2.16
KxA İnteraksiyon	2	0.027	0.178	0.320	4.713*	0.004	0.28	0.201	0.69	0.247	0.34
KxE İnteraksiyon	2	0.033	0.217	0.293	4.317*	0.051	3.02	0.086	0.30	1.674	2.31
AXE İnteraksiyon	4	0.039	0.257	0.513	7.546**	0.047	2.77	0.758	2.60	0.747	1.03
KxAxE İnteraksiyon	4	0.011	0.074	0.252	3.704*	0.034	2.03	0.267	0.92	0.376	0.52
Hata	18	0.150	--	0.068	--	0.017	--	0.291	--	0.726	--

** $P < 0.01$ * $P < 0.05$ Şekil 12. K₁ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen kırık tane ayırma oranı değerleriŞekil 13. K₂ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen kırık tane ayırma oranı değerleri

Bu çalışmada batör mili dönü sayısı parametre olarak seçilmediğinden dolayı, seçilen parametrelerin (kanat tipi, aspiratör dönü sayısı ve eksantrik dönü sayısı) kırık tane oluşumuna direkt bir etkisi söz konusu değildir. Literatür bulgularında bunu doğrulamaktadır. Evcim (1982 ve 1983), Demir (1985), yaptıkları araştırmalarda; emişli tip harman makinalarında, batör mili dönü sayısının artmasının kırık tane kaybını arttırdığını, bu kırık tane artışının nedenini, batör dönü sayısına bağlı olarak tanenin harmanlama birimi içindeki hareket hızının artması, bunun ise zedelenmeyi çoğaltması şeklinde belirtmişlerdir.

K₁ ve K₂ kanat tiplerinde elde edilen temizleme kaybı oranları arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir ve bu değerler % 0.27.. % 2.56 ile % 0.32..% 2.38 arasında bir değişim göstermiştir (Şekil

14,15). Ancak aspiratör dönü sayısının (A) ve eksantrik dönü sayısının (E) temizleme kaybı oranı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Tablo 8).

Şekil 14. K₁ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen temizleme kaybı oranı değerleriŞekil 15. K₂ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen temizleme kaybı oranı değerleri

Temizleme kaybı oranları üzerine aspiratör dönü sayısının etkisini belirlemek amacıyla uygulanan LSD testi sonucuna göre, K₁ ve K₂ kanat tiplerinde en yüksek temizleme kaybı değeri 925 min⁻¹ (A₁) aspiratör dönü sayısında elde edilmişken en düşük kayıp ise 735 min⁻¹ (A₃) dönü sayısında elde edilmiştir (Tablo 9). Aspiratör dönü sayısının artışıyla, elek üzerine gelen materyal miktarı azalmakta, dolayısıyla aspirasyonun etkisiyle elek üzerinde kalış süresi kısalmakta ve materyal saman sevk borusundan dışarı atılmaktadır, böylece samandaki tane miktarı artmaktadır. Literatür bulguları da bu sonucu doğrulamaktadır. Evcim

(1982) ve Demir (1985) araştırmalarında, aspiratör dönü sayısının artmasıyla temizleme kaybı oranının arttığını bildirmektedirler.

Tablo 9. Aspiratör Dönü Sayılarının Temizleme Kaybı Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

A (min ⁻¹)	TKO (%)
A ₁	1.582 a
A ₂	1.053 b
A ₃	0.622 c

LSD(P<0.01) = 0.306

Temizleme kaybı oranları üzerine eksantrik dönü sayısının etkisini belirlemek amacıyla uygulanan LSD testi sonucuna göre, eksantrik dönü sayısının azalması, temizleme kaybı oranlarını azaltmıştır (Tablo 10). Bunun nedeni, düşük eksantrik dönü sayılarında elek üzerinde daha fazla materyal kalması sonucu aşağı geçme oranının yükselmesi olabilir (Kanafojski 1973).

Tablo 10. Eksantrik Dönü Sayılarının Temizleme Kaybı Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

E (min ⁻¹)	TKO (%)
E ₁	1.566 a
E ₂	1.053 b
E ₃	0.637 c

LSD(P<0.01) = 0.306

Aspiratör kanat tipi x aspiratör dönü sayısı interaksyonunun temizleme kaybı oranı üzerine etkisini belirlemek için yapılan LSD testi sonucuna göre; K₁ kanat tipinde, aspiratör dönü sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. K₂ kanat tipinde ise A₂ ve A₃ dönü sayıları arasında fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, A₁ aspiratör dönü sayısı ile A₂ ve A₃ aspiratör dönü sayıları arasındaki fark istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur (Tablo 11).

Tablo 11. Aspiratör Kanat Tipi x Aspiratör Dönü Sayılarının Temizleme Kaybı Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

A (min ⁻¹)	Aspiratör kanat tipi	
	K ₁	K ₂
A ₁	1.613a	1.550a
A ₂	1.090b	1.015b
A ₃	0.373c	0.870b

LSD(P<0.05) = 0.316

Tablo 12'ye göre, aspiratör kanat tipi x eksantrik dönü sayısı interaksyonunun temizleme kaybı oranı üzerine etkisine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; E₁K₂ kombinasyonunun diğer kombinasyonlardan istatistiksel açıdan farklı olduğu görülmektedir ve bu kombinasyonda en yüksek temizleme kaybı oranı elde edilmiştir.

Tablo 12. Aspiratör Kanat Tipi x Eksantrik Dönü Sayılarının Temizleme Kaybı Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

E (min ⁻¹)	Aspiratör kanat tipi	
	K ₁	K ₂
E ₁	1.353b	1.778a
E ₂	1.153bc	0.953cd
E ₃	0.570e	0.703de

LSD(P<0.05) = 0.316

Aspiratör dönü sayısı x eksantrik dönü sayısı interaksyonunu ile ilgili LSD testi sonucuna göre; E₁A₁ kombinasyonu ile diğer kombinasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık görülmektedir (Tablo 13). En düşük temizleme kaybı oranı E₃A₃ kombinasyonunda elde edilmiştir. Ayrıca E₃A₁, E₃A₂, E₂A₂, E₁A₃ ve E₂A₃ interaksyonları arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir.

Tablo 13. Aspiratör Dönü Sayısı x Eksantrik Dönü Sayılarının Temizleme Kaybı Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

E (min ⁻¹)	Aspiratör dönü sayısı		
	A ₁	A ₂	A ₃
E ₁	2.468 a	1.260 bc	0.970 cd
E ₂	1.548 b	1.013 bcd	0.600 de
E ₃	0.730 cde	0.885 cd	0.295 e

LSD(P<0.01) = 0.531

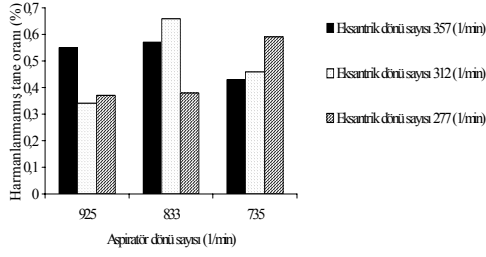
Aspiratör kanat tipi x aspiratör dönü sayısı x eksantrik dönü sayısı interaksyonunun temizleme kaybı oranı üzerine etkisini belirlemek için yapılan LSD testi sonucuna göre, K₁A₁E₁ ve K₂A₁E₁ kombinasyonları arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, bu iki kombinasyon ile diğer kombinasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Aspiratör Kanat Tipi x Aspiratör Dönü Sayısı x Eksantrik Dönü Sayılarının Temizleme Kaybı Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

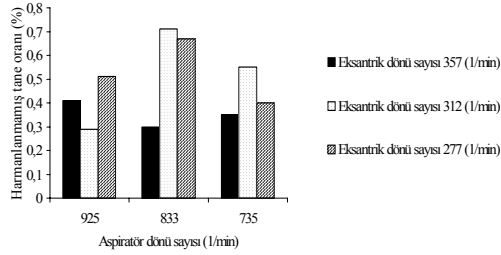
Aspiratör kanat tipi	A (min ⁻¹)	Eksantrik dönü sayısı (min ⁻¹)		
		E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	A ₁	2.560 a	1.595 b	0.685 de
	A ₂	1.060 bcd	1.460 bc	0.750 de
	A ₃	0.440 e	0.405 e	0.275 e
K ₂	A ₁	2.357 a	1.500 bc	0.775 de
	A ₂	1.460 bc	1.460 bc	1.020 cd
	A ₃	1.500 bc	0.405 e	0.315e

LSD(P<0.05) = 0.548

Araştırma sonucunda elde edilen harmanlanmamış tane oranı değerleri K₁ kanat tipinde % 0.34 ile % 0.66, K₂ kanat tipinde ise % 0.29 ile % 0.71 arasında değişmiştir (Şekil 16,17). Elde edilen harmanlanmamış tane oranı değerleri üzerine, aspiratör kanat tipinin, aspiratör dönü sayısının ve eksantrik dönü sayısının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 8). Evcim (1983), araştırmasında benzer sonuçlar bildirmektedir.



Şekil 16. K₁ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen harmanlanmamış tane oranı değerleri



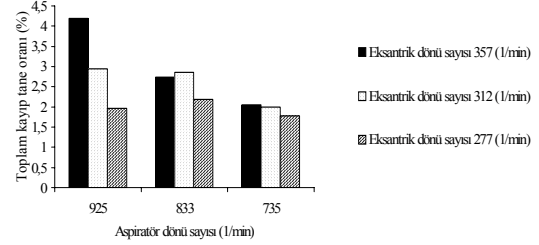
Şekil 17. K₂ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen harmanlanmamış tane oranı değerleri

Araştırma sonucunda elde edilen toplam kayıp tane oranı K₁ kanat tipinde % 1.78 ile % 4.19 arasında, K₂ kanat tipinde ise % 1.64 ile % 3.68 değerleri arasında bir değişim göstermiştir (Şekil 18,19). Bu değerlere uygulanan varyans analizi sonucunda, aspiratör dönü sayısının ve eksantrik dönü sayısının toplam kayıp tane oranı üzerine etkisi, istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Tablo 8). Toplam tane kaybı oranları A₁ ve A₂ aspiratör dönü sayılarında ve E₁ ve E₂ eksantrik dönü sayılarında yüksek olarak saptanmıştır (Tablo 15,16). Bunun nedeni, toplam tane kaybı içinde temizleme kaybı oranının yüksek bir oran oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, hububat harmanında harman makinalarının toplam kayıplarının (TKTO) % 3'ü aşmaması istenmektedir (Anonymous 1999). Bu açıdan toplam kayıplar değerlendirildiğinde K₁ ve K₂ kanat tiplerinde, A₁E₁ kombinasyonlarının bu sınır değerini aştığı görülmektedir. Diğer tüm kombinasyonlarda bu sınır değerinin, yani % 3 oranının altında olduğu saptanmıştır.

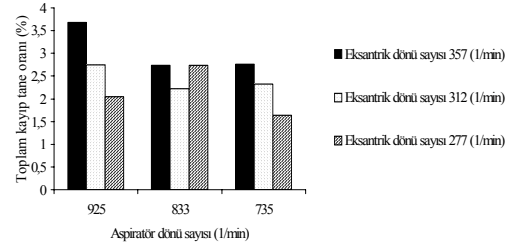
Temizleme oranı değerleri, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında K₁ kanat tipinde % 95.39 ile % 98.35 arasında, K₂ kanat tipinde ise % 97.17 ile % 99.17 değerleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 20,21).Elde edilen temizleme oranı değerlerine, aspiratör kanat tipinin ve aspiratör dönü sayısının etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Tablo 8).

En yüksek temizleme oranı K₂ kanat tipinde elde edilmiştir (Tablo 17). A₁ aspiratör devir sayısında, temizleme oranının en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir (Tablo 18). Bunun nedenini bu devirde aspirasyon etkisiyle temizleme kaybı oranının yüksek

olmasına, dolayısıyla çuvalama ağzından gelen tane içinde kırık tane, kavuz gibi yabancı maddelerin olmayışına bağlayabiliriz. Yapılan araştırmalarda, harman makinalarının temizleme oranlarının % 80'in üzerindeki değerlerinde, bu makinaların temizleme işinde başarılı olduğu bildirilmektedir (Kuşhan 1975; Evcim 1983; Demir 1985).



Şekil 18. K₁ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen toplam kayıp tane oranı değerleri



Şekil 19. K₂ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen toplam kayıp tane oranı değerleri

Tablo 15. Aspiratör Dönü Sayılarının Toplam Kayıp Tane Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

A (min ⁻¹)	TKTO (%)
A ₁	2.923 a
A ₂	2.580 ab
A ₃	2.089 b

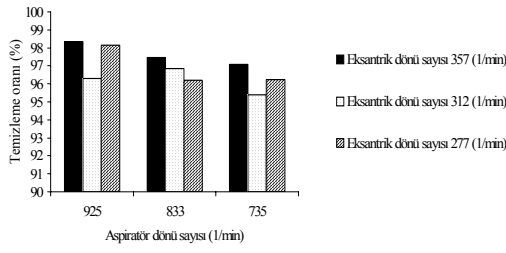
LSD(P<0.01) = 0.6347

Tablo 16. Eksantrik Dönü Sayılarının Toplam Kayıp Tane Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

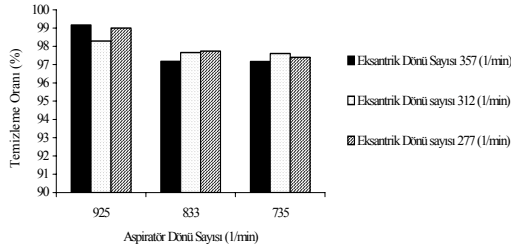
E (min ⁻¹)	TKTO (%)
E ₁	3.030 a
E ₂	2.520 ab
E ₃	2.060 b

LSD(P<0.01) = 0.6347

Araştırmanın sonucunda en uygun çalışma kombinasyonu, K₂A₃E₃ kombinasyonu olarak belirlenmiştir. K₂ kanat tipinde; daha homojen hava hızı profillerinin elde edilmesi, daha yüksek hava hızı ve hava debisi değerlerinin bulunması, toplam kayıp tane oranının daha düşük olması ve temizleme oranının daha yüksek olmasından dolayı, daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı K₂ kanat tipi gerek imalatçılara, gerekse de kullanıcılara önerilebilir.



Şekil 20. K₁ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen temizleme oranı değerleri



Şekil 21. K₂ kanat tipinde, farklı aspiratör ve eksantrik dönü sayılarında elde edilen temizleme oranı değerleri

Tablo 17. Aspiratör Kanat Tiplerinin Temizleme Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

K	TO (%)
K ₁	96.888 a
K ₂	97.912 b

LSD(P<0.01) = 1.001

Tablo 18. Aspiratör Dönü Sayılarının Temizleme Oranı Ortalamalarının LSD Testi Sonuçları

A (min ⁻¹)	TO (%)
A ₁	98.209 a
A ₂	97.176 b
A ₃	96.816 b

LSD(P<0.01) = 1.001

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1972. Tahıl ve Tahıl Mamullerinin Rutubet Miktarının Tayini (Etüvde Kurutma Metodu), TS 1135, Ankara.
- Anonymous, 1978. Tahıl Sapdöğeri İçin Muayene ve Deney Esasları. TS 3222, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1989. Sapdöğeri Harman Makinaları Muayene ve Deney Metodları. TS 3222, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 2003. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). DİE Yayınları, Ankara.

Demir, F., 1985. Mercimek ve Nohutun Tahıl Harman Makinalarıyla Harman Edilebilme Olanaklarının Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üni. Fen Bil. Ens. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 1021, Ders Kitabı, 295, Ankara.

Evcim, H.Ü., 1975. Türkiye'de İmal Edilen Harman Makinaları Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). Bornova- İzmir.

Evcim, H.Ü., 1982. Yerli Tip Harman Makinalarında Tane Kayıpları. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri. Tarım ve Orman Bakanlığı. 283-310. Ankara.

Evcim, H.Ü., 1983. Türkiye'de İmal Edilen Harman Makinaları Üzerine Bir Araştırma. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Ankara.

Gökeli, A.T., 1983. Endüstriyel Fan ve Kompresör Tesisleri. Birsan yayınları, İstanbul.

Jech, J., Rataj, V., 1981. Threshing of lentils and beans with a two-drum threshing mechanism. Zemedelska Technika, 27(9):509-576, Czechoslovakia.

Huynh, V.M., Powel, T., Siddall, J.N., 1982. Threshing and separating process a mathematical model. Transaction of the ASAE, 25(1): 63-73.

Kanafojski, C., 1973. Grundlagen Erntetechnischer Baugruppen. Veb-Verlag, 312 S., Berlin.

Kuşkan, B., 1975. Erzurum'da İmal Edilen Harman Makinaları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 269, Erzurum.

Matthies, H.J., 1969. Förderlufterzeuger. Institut für Landmaschinen Technische Hochschule. Braunschweig.

Sharma, K. D., Devnani, R. S., 1980. Threshing Studies on Soybean and Cowpea. Agricultural Mechanization in Asia 11 (1), 65-68.

Ülger, P., 1982. Buğday Hasat Harmanında Uygulanan Değişik Mekanizasyon Sistemlerinin Tane Ürün Kayıplarına Etkileri. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri, Tarım ve Orman Bakanlığı. 195-243. Ankara.

Ülger, P., 1985. Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları. Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları Yayın No: 37, Ankara.

Yönak, Y., 1962. Taneli Ürünler Temizleme Cihazları. Resimli Posta Matbaası, Ankara.