

# SAW-GIN ÇIRÇIR MAKİNASI PERFORMANS ARAŞTIRMASI • TEORİK YAKLAŞIM •

Prof. Dr. Erdem KOÇ - Y.Müh. Alper YATÇI  
Çukurova Üniversitesi Tekstil Müh.Bölümü  
ADANA

**S**aw- Gin çirçir makinelerinde lif pamuk, Roller- Gin makinelerindeki rulo yerine testere ile çekilerek kütlü pamuktan ayrılmaktadır. Çirçirleme işlemi silindirik bir tambur üzerinde dizilmiş bulunan çok sayıda testere ve sabit kaburgalar (ızgaralar) arasında gerçekleşir. Bu çalışmada Saw- Gin çirçir makinası ünitelere ayrılarak, çalışma prensibi teorik olarak incelenmiştir. Separatör (kütlü pamuk sevk ünitesi) için teorik modeller oluşturulmuştur. Bu modeller yardımıyla boyutsuz sistem parametreleri elde edilmiştir. Bu parametrelerin makina çalışmasına veya performansına etkileri araştırılmıştır.

## PERFORMANCE INVESTIGATION of SAW - GIN GINNING MACHINES - THEORETICAL APPROACH

**ABSTRACT :** Cotton fibers are separated from the raw cotton by Saw - Gin machines instead of Roller - Gin machines. The ginning process is performed between the number of ribs and saw situated on the cylindrical rotor. In this study, the working principle of Saw - Gin ginning machine has been investigated by considering different units. Theoretical models for separator have been developed. With the help of these models, the non - dimensional system parameters have been obtained. The effect of these parameters on the machine performance and working cycle has been examined.

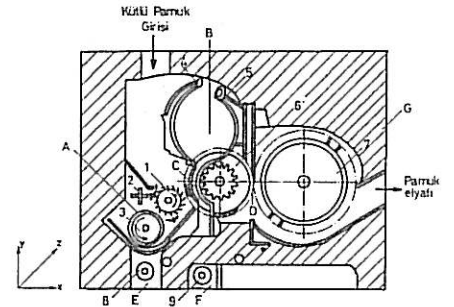
Pamuk yetiştirilmesinde hasadın yapılması ile tarımsal işlemler son bulmaktadır. Pamuk tarladan çiğidi ile beraber toplanmaktadır. Bu şekilde toplanan pamuk, kütlü pamuk olarak adlandırılmaktadır. Kütlü pamuklar bazı işlemlere tabi tutulurlar. Bunlar arasında çirçirleme işlemi (kütlü pamukların lif ve çiğitlerinin birbirinden ayrılması) pamuğun değerlendirilmesinde önemli bir işlem olarak yer almaktadır.

Çirçir işletmeleri, kütlü pamuğu lif ve çiğit olarak iki bölüme ayıran tezgah tipine göre; Roller-Gin (rulolu) tipi ve Saw-Gin (testere) tipi olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Çirçir makinelerinden çıkan lif pamuğun adlandırılması da TS-1402' ye göre aynı gruplama yapılmakta ve Roller-Gin ve Saw-Gin pamuk olarak bilinmektedir. Bu iki tip makinanın çalışma

prensipleri birbirinden farklıdır. Genellikle Roller- Gin makinasının yapısı daha basittir. Bununla beraber Roller-Gin işletmelerinde insan gücüne daha fazla ihtiyaç duyulur. Saw-Gin makinası ise daha karmaşık bir yapıya sahiptir.

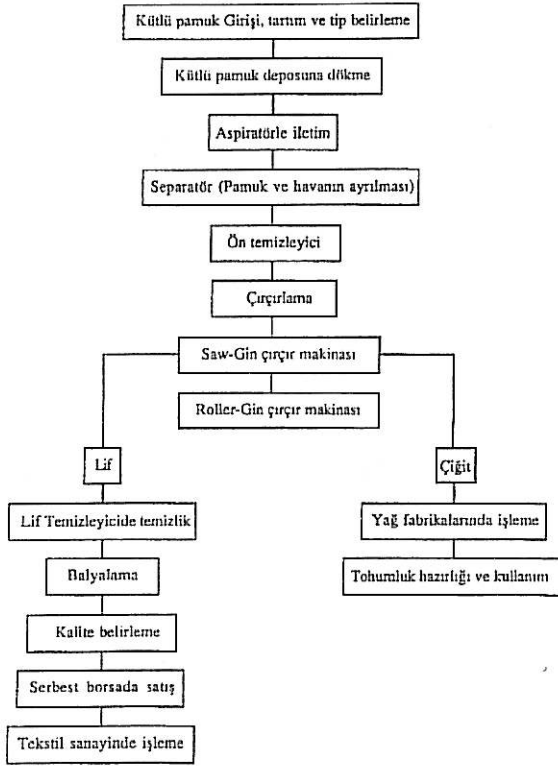
Saw-Gin çirçir makinelerinde lif pamuk, Roller-Gin' deki rulo yerine testere ile çekilerek ayrılmaktadır. Çirçirleme işlemi sonunda testere dişleri arasında kalan elyaf, bir sıyrıcı ile testere dişleri üzerinden alınır. Sıyrıcının tipine göre fırçalı ve havalı tip olmak üzere iki tipi mevcuttur. Yüksek kapasiteli makineler için fırçalı tip tercih edilmektedir. Şekil-1 tipik bir Saw-Gin çirçir makinasını göstermektedir. (1).

Şekil - 1' den de görüldüğü gibi, Saw - Gin çirçir makinası başlıca 7 kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar; temizleme ünitesi (A), kütlü pamuk biriktirme bölgesi (B ),



ŞEKİL 1. Saw-Gin Çirçir Makinası

Çirçirleme işleminin yapıldığı ünite (C), lifin testerelemler üzerinden alındığı ünite (D), çiğit taşıyıcı ünite (E), yabancı madde taşıyıcı ünite (F), ve makina gövdesidir (G). Kütlü pamuk besleyiciden Saw -Gin çirçir makinasının temizleme ünitesine gelir. Bu ünite, ön kaburga (4 ), döner iğneli fırça (1), döner fırça (2) ve döner testere (3)' den oluşmaktadır. Ünitenin görevi, kütlü



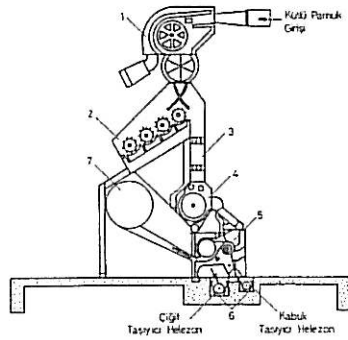
ŞEKİL 2.Çırcır Tesislerinde İş Akışı

pamuk içerisindeki yabancı maddeleri ayırmak ve testerele (6) düzenli kütülmüş pamuk akışını sağlamak için. Kütülmüş pamuk (1) nolu eleman ile çırcırlama bölgesine ( testerele (6) ve ana kaburgalar (5) arasına) doğru sevk edilir. Kütülmüş pamuktan ayrılan yabancı madde taşıyıcı helezon (9) ile makineden uzaklaştırılır. Çırcırlama ünitesinde çığıdından ayrılan elyaf testere dişleri üzerinde D ünitesine taşınır. Bu ünite bir döner fırçadan (7) oluşmaktadır. Ok yönünde dönmekte olan fırça, testere dişleri üzerindeki elyafı sıyırarak, çıkışa sevk eder. Testere ve ana kaburgalar arasından geçemeyen çığıt ise çığıt taşıyıcı helezon (8) üzerine düşer. Çığıt taşıyıcı ünite (E) yardımıyla makineden uzaklaştırılır.

Çırcır tesislerinde işlem akışı Şekil-2'de görülmektedir. Bu çalışmada Saw - Gin çırcır makinası performansına etki eden separatör (kütülmüş pamuk sevk ünitesi) çalışma esasları geliştirilen teorik modellerle analiz edilmiştir. Bu modeller ve geometrik büyüklükler yardımıyla boyutsuz çalışma da yapılmış ve boyutsuz sistem parametreleri elde edilmiştir. Bu parametrelerin makinanın çalışmasına olan etkileri araştırılmıştır.

### SAW - GIN TESİSİ

Şekil-3 Saw - Gin tesisindeki çeşitli üniteleri göstermektedir. 1 nolu ünite kütülmüş pamuğun depodan vakum yardımıyla alınıp Saw - Gin tesisine getirildiği separatör ünitesidir. Bu ünite-tenin temel elemanları Şekil-4' de gösterilmiştir. Kütülmüş pamuk aspiratör sistemi ile depodan çekilerek işletmeye taşınır. Pamuk-hava karışımının ayrıştırılması gerekli olduğundan pnömatik sistemle depodan çekilen pamuk öncelikle separatöre sevk



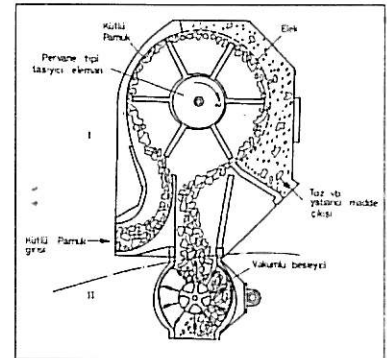
1. Separatör
2. Ön temizleyici
3. Dağıtıcı
4. Besleyici
5. Saw-Gin Çırcır Makinası
6. Çığıt ve Kabuk Taşıyıcı
7. Elyaf Temizleyici

ŞEKİL 3. Saw-Gin Tesisi

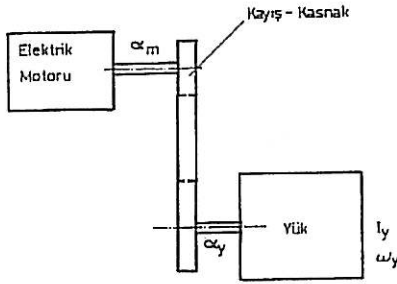
edilir. Kütülmüş pamuk önce separatörden geçer. Böylece hava ve ince tozlar kütülmüş pamuktan ayrılır. Ayrılan toz siklona, kütülmüş de separatörün altında bulunan vakum ile kütülmüş temizleyiciye gider.

Separatörün temel elemanları, pervane tipli taşıyıcı, silindirik bir elek ve onun altında bulunan vakumlu besleyicidir. Separatör iki ana üniteye ayrılarak incelenebilir. I. ünite; belli bir hızda dönen rotor üzerine oturtulmuş pervane tipli taşıyıcı ve elekten oluşmaktadır. Depodan çekilen kütülmüş pamuk, taşıyıcı ve hava akımı yardımıyla, palet uç bölgeleri ile gövde iç yüzeyi arasında girişten eleğe doğru süpürülmektedir. Kütülmüş pamuk içerisinde bulunan yabancı maddeler, silindirik elek üzerinde bulunan deliklerden geçerek kütülmüş pamuktan ayrılmaktadır. II. ünite ise separatörün ön temizleyici ile bağlantısını sağlayan ünite. Bu üniteye kütülmüş pamuk kısmen sıkıştırılmakta ve ön temizleyiciye sevk edilmektedir. I. üniteye havadan ve kısmen de yabancı maddelerden ayrılan kütülmüş pamuk, II. üniteye paletler tarafından süpürülerek temizleyici üniteye aktarılır.

Şekil-4 dikkatlice incelendiğinde, separatörün iki ünitesi arasındaki en belirgin farkın; I. üniteye kütülmüş pamuğun taşıyıcı pervane uçları ile gövde iç yüzeyi arasında paletler arasına düşmeden taşınması, II. üniteye ise paletler arasında taşınması olduğu görülür. Geometrik olarak da I. ünite II. üniteye oranla daha büyüktür. İki ünitenin uyum içinde çalışabilmesi için rotor hızlarının uyumlu olması gerekmektedir.



ŞEKİL 4. Separatör ve Yardımcı Elemanlar



ŞEKİL 5. Separatör Ünitesi Şematik Tahrik Modeli

### SEPARATÖR ÜNİTESİ DİNAMİK DAVRANIŞI

Mühendislik tasarımında, makina uzuvlarının hareketi, genellikle kinematik analizle önceden belirlenir. Bu durumda, makina elemanlarının önceden belirlenen hareketlerini meydana getirecek kuvvet ve momentlerin bulunması problemi ortaya çıkar. Bu kuvvet ve momentler ise dinamik kuvvetlerin analizi sonucu bulunur. Dinamik kuvvetlerin analizi için, her elemana ait açısal ve doğrusal ivmeler, kütle (m) ve kütleli atalet momentleri ( $I_m$ ) dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmada, Şekil-4'te görülen 1 nolu separatör ünitesinin dinamik davranışı incelenmiştir. Üniteye yer alan, pervane tipi taşıyıcı eleman, güç ünitesinden aldığı tahrik ile kütlü pamuğu süpürmektedir. Bu işlem makina gövdesi ile taşıyıcı elemanın palet uçları arasında gerçekleşmektedir. 1 nolu üniteye tahrik veren güç ünitesi, üzerine gelen yükü (pervane tipi taşıyıcı eleman ve kütlü pamuk kütlesi) yenmesi gerekmektedir. Şekil-5, 1 nolu separatör ünitesi için şematik tahrik modelini göstermektedir. Şekilden de görüleceği üzere elektrik motoru milinden alınan tahrik, kayış - kasnak ile belli bir i çevrim oranında yüke aktarılmaktadır. Şekil-6'da 1 nolu separatör ünitesinin geometrik büyüklükleri gösterilmiştir.

Burada  $I_A$  pervane tipi taşıyıcı elemanın kütleli atalet momentini, m süpürülen kütlü pamuğun kütlesi, R taşıyıcı elemanın palet yarıçapı ve  $\omega_A$  ise taşıyıcı elemanın açısal hızıdır. Sistemde palet ağırlıkları ve palet uçları ile gövde iç yüzeyi arasında taşınan kütlü pamuk kütlesi yükü oluşturmak-

tadır. Sistemde yükün oluşturacağı moment ( tork ),

$$T_y = - (I_A + mR^2) \omega_A^2 \quad (1)$$

olmaktadır. Tahrik motoru yükün sebep olduğu momentini ( $T_y$ ) karşılamak durumundadır. Elektrik motorunun momentini ile yük momentini arasında

$$T_m = \frac{T_y}{i} \quad (2)$$

bağıntısı mevcuttur.

Sistemde kayış - kasnak ve milerin kütlelerinden doğacak kütleli atalet momentleri, yük ve elektrik motorunun kütleli atalet momentlerine oranla küçük olduğundan, ihmal edilmiştir. Bu kabul ile sistemin hareket denklemi;

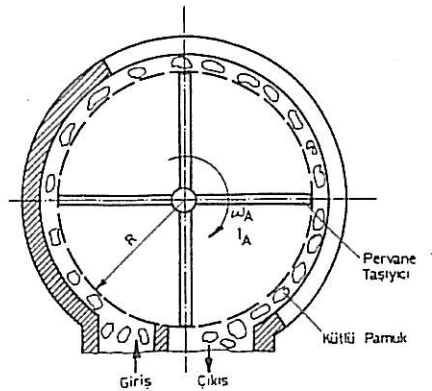
$$\eta T_m i - T_y = J_e \alpha_y \quad (3)$$

şeklinde olacaktır. Burada  $\eta$  motorun verimi,  $\alpha_e$  yükün ivmesi ve  $I_e$  de sistemin eşdeğer atalet momentidir. Sistemde elektrik motorunun, paletlerin ve kütlü pamuğun kütleli atalet momentleri eşdeğer yükü oluşturmaktadır. Sistemin eşdeğer kütleli atalet momentini,

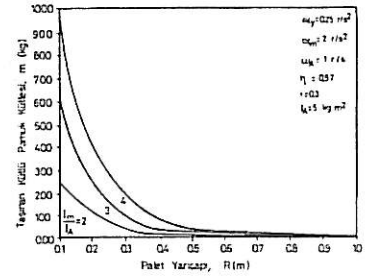
$$I_e = I_m i^2 + I_A + mR^2 \quad (4)$$

şeklinde tarif edilmiştir. Eşitlik (1), (3) ve (4) birlikte değerlendirildiğinde, sistemin moment eşitliğini veren ifade,

$$\eta T_m i - (I_A + mR^2) \omega_A^2 = (I_m i^2 + I_A + mR^2) \alpha_y \quad (5)$$



ŞEKİL 6. 1 Nolu Ünitenin Geometrik Büyüklükleri



ŞEKİL 7. Kütlü Pamuk Kütlesi ile Palet Yarıçapı Arasındaki Değişim

olarak bulunur. Bu eşitlik yeniden değerlendirildiğinde m kütlü pamuk kütlesini veren ifade,

$$m = \frac{\frac{I_m}{I_A} (\eta \alpha_m i^2 \alpha_y) - \left( \frac{1}{2} \omega_A^2 + \alpha_y \right)}{\frac{R^2}{I_A} \left( \frac{1}{2} \omega_A^2 + \alpha_y \right)} \quad (6)$$

şeklinde bulunur. Burada  $\alpha_m$  motorun açısal ivmesidir.

Boyutsuz parametrelerle çalışmanın gösterdiği kolaylık ve esneklik düşünüldüğünde (6) eşitliği boyutsuzlaştırılmıştır. Boyutsuz pamuk kütlesi,

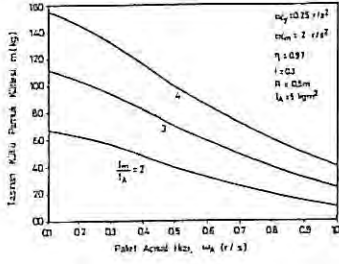
$$\bar{m} = \frac{\frac{I_m}{I_A} (\eta \frac{\alpha_m}{\alpha_y} i^2) - \left( \frac{1}{2} \frac{\omega_A^2}{\alpha_y} + 1 \right)}{\left( \frac{1}{2} \frac{\omega_A^2}{\alpha_y} + 1 \right)} \quad (7)$$

olarak elde edilmiştir. Burada boyutsuz kütlü pamuk kütlesi  $m = m R^2 / I_A$  şeklinde tanımlanmıştır.

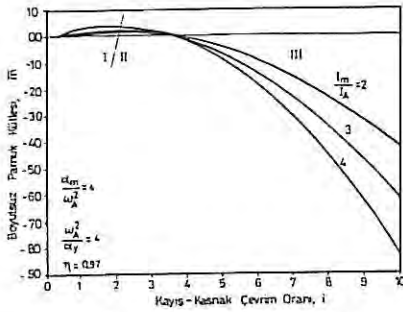
### TEORİK NETİCELER VE TARTIŞMA

Sistemin dinamik davranışının analizinde son derece önemli bir parametre olan kütlü pamuk kütlesinin sistem parametrelerine göre değişimi teorik olarak incelenmiştir.

Şekil-7 değişik  $I_m / I_A$  oranı değerlerinde palet yarıçapının artışıyla kütlü pamuk kütlesindeki değişimi göstermektedir. Çalışma parametreleri sisteme uygun olarak (formül girecek) şeklinde seçilmiştir. R palet yarıçapı 0.1 ile 1 m değerleri arasında değiştirilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi, R' nin



ŞEKİL 8. Kütlü Pamuk Kütlesi ile Palet Açısız Hızı Arasındaki Değişim



ŞEKİL 9. Boyutsuz Pamuk Kütlesi-Kayış-Kasnak Çevrim Oranı Değişimi

0.3 m değerine kadar taşınan kütle değerinde ani bir düşüş bu değerden sonra ise yavaş bir düşüş gözlenmektedir.  $I_m/I_A$  değerinin artışı, seçilmiş elektrik motorunun verebileceği torkun (momentin) arttığını ifade ettiğinden, bu değer artışı taşınan pamuk kütlesini de artırmaktadır. Seçilmiş bir elektrik motoru momentinde, R'nin artırılması, taşınması gereken pamuğun oluşturacağı atalet momentini artırmaktadır. Elektrik motorunun vereceği moment ise seçilmiş değer ile sınırlı olduğundan, sistemde taşınan pamuğun kütlesinde düşüş gözlenmektedir. Seçilmiş  $I_m / I_A = 3$  oranında, R'

nin 0.3 m değerine karşılık 95 kg pamuk süpürülürken, R' nin 0.5 m değerine karşılık bu değer 30 kg'a düşmektedir.

Şekil - 8 değişik boyutsuz atalet momenti oranında palet açısız hızı  $W_A'$ 'nin artışı ile kütledeki değişimi göstermektedir. Palet açısız hızının artışı ile taşınan pamuğun kütle-sinde bir azalma görülmektedir.  $W_A'$  nin artmasıyla palet ile makina gövdesi arasına daha fazla kütlü pamuk gelecektir. Bu nedenle de taşınacak kütlü pamuk kütle-sinde azalma olacaktır.  $I_m/I_A = 3$  için  $WA = 0.2 r / sn$  değerinde  $m = 112$  kg iken, açısız hızın 0.3 r/sn değerinde  $m = 98$  kg değerine düşmektedir. Bu durumda toplam yük artacağından kütlü pamuklar tam anlamıyla paletler tarafından süpürülemeyecektir. Dolayısıyla taşınan kütlü pamukda bir azalma görülecektir.

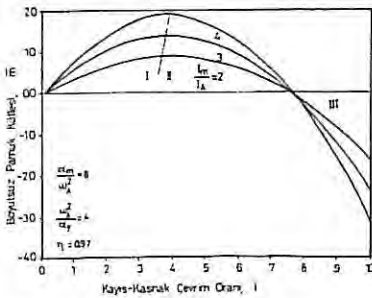
Şekil-9, değişik  $I_m/I_A$  değerlerinde kayış-kasnak çevrim oranı i'nin artışı ile boyutsuz pamuk kütle-sindeki değişimi göstermektedir. i'nin 1'den küçük değerleri için kayış-kasnak ünitesinin sistemde bir hız düşürücü, 1'den büyük i değerleri için de bir hız yükseltici olarak görev yaptığı durumlar birlikte incelenmiştir. i çevrim oranının artışı ile boyutsuz kütle önce artış gösterirken, çevrim oranının belli bir değerinden sonra azalma göstermektedir. Artış gösteren bölge I ve azalmanın olduğu bölge II nolu bölge olarak gösterilmiştir. I nolu bölgede sistemde taşınan pamuğun kütle-sinde gözlenen artış, bir limit değerden sonra azalma eğilimi göstermektedir. i 'nin 2 'den büyük değerlerinde ise boyutsuz kütle-nin, negatif yönde

bir artışı gözlenmektedir. III nolu bölge ise teonkle kütle-nin negatif değerlere ulaştığı bölgedir. Burada negatif değerlerin elde edilmiş olması, sistem tasarımında uygun parametrelerin seçilmediğini ifade etmektedir. Bu nedenle sistem tasarımında mümkün olduğunca I nolu bölge sınırları içerisinde kalınmalı, III. bölgeye isabet eden sistem parametre değerlerinden kesinlikle kaçınılmalıdır.

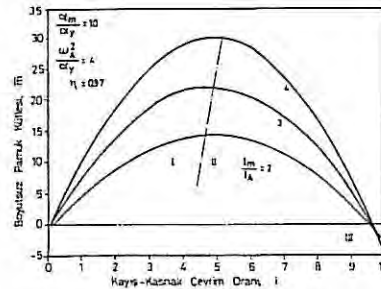
Yük açısız ivmesi ( $\alpha_y$ ) değerinin sabit tutulup, sistemin çalışmasında önemli bir parametre olan  $\alpha_m$  değeri artırılarak dinamik davranış incelenmiş olup, Şekil-10 ve 11'deki değişimler elde edilmiştir. Eğriler incelendiğinde Şekil 9'da elde edilen eğri formunun değişmediği, sadece kütle-yi sıfır yapan i değerinin değiştiği gözlenmiştir.  $\alpha_m/\alpha_y=4$  için kütle-yi sıfır yapan i değeri 3.2 iken  $\alpha_m/\alpha_y=8$  ve 16 için bu değer sırasıyla 7.5 ve 9.5 olmaktadır.

Şekil-12 kütlü pamuk debisinin, değişik  $\omega_A^2/\alpha_y$  değerlerinde açısız ivmeler oranı ile değişimi vermektedir. Küçük ivmeler oranında sistem I nolu tercih edilmeyen tasarım bölgesi değerlerini almaktadır. Tasarım parametreleri değerlendirilirken II nolu bölge sınırları içerisinde kalınmalıdır.  $\omega_A^2/\alpha_y$ 'nin artan değerleri için de taşınan pamuk kütle-sinde bir azalma gözlenmektedir. Bu durum motorun yenmek zorunda olduğu yük değerinin artmasından kaynaklanmaktadır.

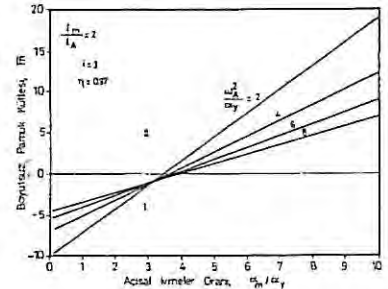
Atalet momentleri oranlarının çevrim oranıyla değişimi değişik kütlü pamuk kütle-sinde incelenmiş olup, Şekil-13 ve 14'teki değişimler elde edilmiştir. Çevrim oranının



ŞEKİL 10. Boyutsuz Pamuk Kütlesi-Kayış Kasnak Çevrim Oranı Değişimi

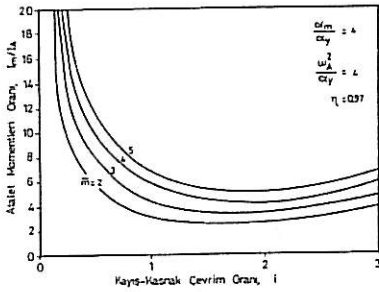


ŞEKİL 11. Boyutsuz Pamuk Kütlesi ile Açısız İvmeler Oranı Değişimi

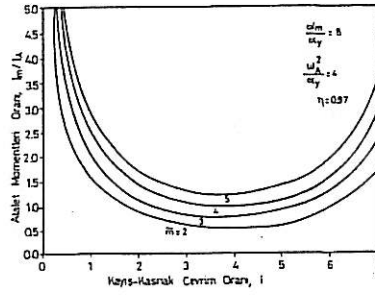


ŞEKİL 12. Boyutsuz Pamuk Kütlesi ile Açısız İvmeler Oranı Değişimi





ŞEKİL 13. Atalet Momentleri Oranı ile Kayış-Kasnak Çevrim Oranı Değişimi



ŞEKİL 14. Atalet Momentleri Oranı ile Kayış-Kasnak Çevrim Oranı Değişimi

belli bir değerine kadar  $I_m/I_A$  oranı düşmekte ve sonra artış göstermektedir.

Bu durum bütün kütlü pamuk kütle değerlerinde gözlenmektedir. Seçilmiş bir separatör rotoru atalet momentinde ve kayış-kasnak sisteminin redüktör olarak kullanılmasında elektrik motoru atalet momenti azalırken, hızlandırıcı fonksiyonu yerine getirilirken beklediği gibi moment artmaktadır. Bu eğriler değerlendirilerek çirçir tesisi kapasitesine göre elektrik motoru seçimi yapılmalıdır.

### SONUÇ

Çirçir tesisinde çirçirlama işlemi sürecince pamuk kütlesi önemli bir sistem parametresidir. Pamuk kütlesinin oluşturacağı

kütlesel atalet momenti sistemde önemlidir.

Separatör ünitesinin dinamik davranışı analiz edilerek, çevrim oranı, atalet moment, açısal hız ve açısal ivme parametrelerinin sistemin çalışmasına olan etkileri teorik olarak incelenmiştir. Çevrim oranının artışı ile taşınan kütlü pamuk kütlesi için üç ayrı bölge oluşmaktadır. Bunlar, kütlü pamuğun kütlesinde artış olan I. bölge, kütlü pamukta azalmanın görüldüğü II. bölge ve kütlü pamuğun taşınmadığı III. bölgedir. II. ve III. bölgeler seçilmiş sistem parametrelerindeki olumsuzluğu ifade etmektedir. Sistem büyüklükleri seçilirken I. bölge sınırları içerisinde kalınması bu çalışmada elde edilen en önemli sonuçtur.

### KAYNAKLAR

1. ANTHONY, W.S., Performace Characteristics of Cotton Ginning Machinery, Trans. of the ASAE, Vol 33 (4) , 1089-1098, July-August 1990.
2. HARMANCIOĞLU, M., Rollergin ve Sawgin ile Çirçirlanan Aynı Pamukların Lif ve İplik Özellikleri Üzerinde Araştırma, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No 305, İzmir, 1976.
3. SOMEREN, A., Çirçirlama Makinaları ve Çirçirlama Üzerinde Bir Araştırma, T.C. Tarım Bakanlığı Bölge Araştırma Enst. Md., Yayın No 29 Adana, 1980.
4. SOMEREN, A., Pamuk Çirçircisinin El Kitabı, Ankara, 1980.