

## OPEN-END ROTOR İPLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

*Gözde BUHARALI\**  
*Sunay ÖMEROĞLU\*\**

**Özet:** İlk olarak 1960'lı yılların sonlarına doğru ticari olarak kullanılmaya başlanılan open-end rotor iplikçiliği, günümüzde konvansiyonel ring iplikçiliği ile birçok yönden boy ölçüşebilecek seviyeye gelmiştir. Open-end rotor iplik makinelerinin otomasyona çok uygun olmaları ve yüksek üretim hızları sayesinde kullanımları sürekli olarak artış göstermiş ve open-end rotor iplikçiliği bugün için dünyada yaklaşık %30 civarında bir paya sahip olmuştur. Open-end rotor iplikçiliğinde elde edilen iplik özellikleri ve üretim başlıca üç grupta toplanan parametrelerden etkilenmektedir. Bu gruplar; hammadde ile ilgili parametreler, şerit hazırlama işlemleri ile ilgili parametreler ve makina parametreleri şeklindedir. Çok yüksek hızlarda üretim yapan ve yüksek bir teknoloji kullanan bu sistemde, iyi kalite değerlerine sahip iplik üretimini yüksek performansla birlikte sağlamak için parametrelerin dikkatli bir şekilde seçilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Open-End Rotor İplikçiliği, Hammadde Özellikleri, Hazırlık İşlemleri, Eğirme Elemanları

### Effects of Factors on Open-End Rotor Yarn Properties

**Abstract:** Open-end rotor spinning system, which was begun to be used commercially during late 1960s, is now used as successfully as the conventional ring spinning system. Thanks to open-end rotor yarn spinning machines are very suitable to automation and have high production speeds, use of these machines have increased permanently and today open-end rotor yarn spinning in the world has a share of about 30%. In open-end rotor spinning system yarn properties and production are effected from three main parameters. They are material, sliver preparing process and machine parameters. In this system which manufacture with very high-speed and uses a high-tech, parameters must be selected carefully to ensure best yarn quality with high performance in yarn production.

**Keywords:** Open-End Rotor Spinning, Raw Material Properties, Preparation Processes, Spinning Elements

## 1. GİRİŞ

Yaklaşık 200 yıllık bir geçmişe sahip olan ring iplik makinaları, günümüze kadar sürekli olarak geliştirilmiş ve her çeşit lifin eğrilmesinde yaygın olarak kullanılmıştır. İğ, bilezik ve kopça üçlüsü ile eğirme ve sarma işlemini kontinü olarak yapan bu makine, her ne kadar çok iyi bir konstrüksiyon ise de, verimlilik açısından sınırlıdır. İğ devir sayısı, iğde meydana gelen vibrasyon nedeniyle; kopça hızı ise, sürtünmeden kaynaklanan deformasyon nedeniyle

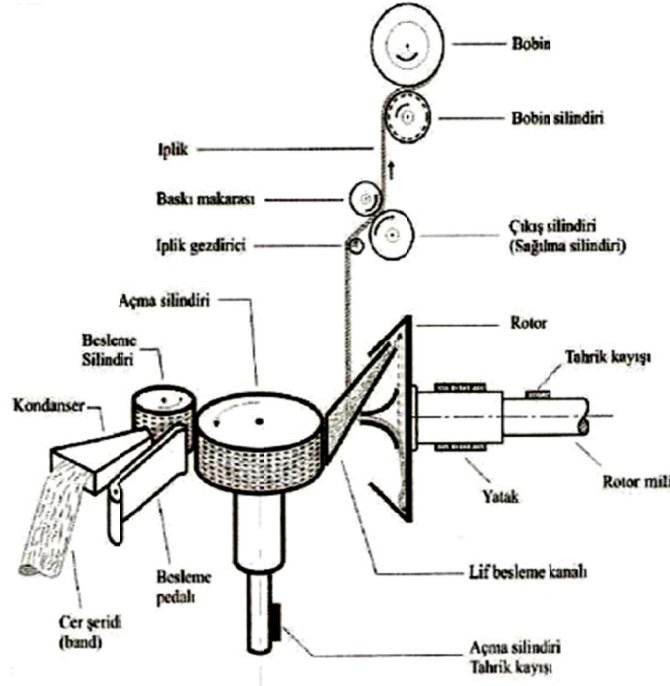
\* Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Giyim Üretimi Teknolojisi Programı, Ulus 74600, Bartın.

\*\* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Görükle 16059, Bursa.

İletişim Yazarı: G. Buharalı (gozdebuharali@gmail.com)

sınırlanmaktadır. Ayrıca ipliğin sarıldığı masura, büküm veren iğ üzerinde olduğundan eğrilip sarılmış iplik kütlesinin, iğ ve masura ile beraber döndürülmesi gerekmektedir. Bu durum masura büyüklüğü, enerji gereksinimi ve takım değiştirme sıklığı yönlerinden ekonomikliği sınırlandırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, prensipte ring iplik makinasından farklı iplik üretim sistemleri geliştirilmiştir. Söz konusu yeni iplikçilik sistemlerinden birisi olan open-end rotor iplik eğirme sistemi, ilk defa 1967’de ticari olarak piyasaya sürülmüştür (Ercan, 1983).

Rotor eğirme sisteminde, şerit formundaki materyal bir açma silindiri yardımıyla tek lif halinde açılır ve lifler buradan hızla dönen bir rotor içerisine sevk edilir. Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle rotor yivine biriken lifler, rotor içerisine gönderilen ipliğin ucuyla birleştikleri anda, büküm alarak iplik formuna girer ve sonra da bobin olarak sarılırlar. Şekil 1’de open-end rotor iplik eğirme sisteminin şematik görünümü gösterilmektedir.



**Şekil 1:**

*Open-end rotor iplik eğirme sisteminin şematik görünümü (Babaarslan, 2006)*

Günümüzde, open-end rotor iplikçilik sistemi, neredeyse kendisiyle birlikte geliştirilmeye başlanmış diğer pek çok iplikçilik sistemini geride bırakıp, ring iplikçiliği ile birlikte, gerek üretim gerek kalite değerleri bakımından piyasada en çok tutulan sistem olarak kabul edilmektedir (Ülkü, 2002; Yapıcılar, 2005). Rotor iplikçiliğinin bu başarısında; artan rotor hızları sayesinde ulaşılan yüksek üretim hızı (dolayısıyla düşük üretim maliyeti), tatminkar iplik kalitesi sağlanabilmesi ve göreceli olarak esnek üretim kabiliyeti (hammadde, iplik numarası, vb. bakımından) gibi faktörlerin etkili olduğu söylenebilir (Kadoğlu, 1993). Dünyadaki kısa lif iplik üretimi dikkate alındığında; ring iplikçiliği %60, rotor iplikçiliği %30’luk bir paya sahipken, diğer tüm eğirme sistemleri ile gerçekleştirilen üretim ise toplamda ancak %10’luk bir paya sahiptir (Bange ve diğ., 2009). Tablo 1’de, dünya üzerindeki farklı bölgelere göre, ring ve rotor iplikçilik sistemleriyle gerçekleştirilen üretime dair veriler yer almaktadır.

**Tablo 1. Dünya üzerindeki farklı bölgelere göre, ring ve rotor iplikçilik sistemleriyle gerçekleştirilen üretime dair veriler (Plastina, 2009)**

Bölge	Kurulu Kapasite (Bin)		Makinelerin Ortalama Yaşı (Yıl)		Verimlilik Oranı	İplik Payı (%)	
	Rotor	İğ	Rotor	İğ	İğe göre Rotor	Rotor Eğirme	Ring Eğirme
Afrika	208	6490	19	27	8	20	80
K. Amerika	543	6157	10	25	9	44	56
G. Amerika	451	9272	12	>27	9	30	70
Asya & Okyanusya	3539	165629	10	26	9	16	84
Batı Avrupa	305	3673	10	14	7	37	63
Doğu Avrupa	2352	5258	19	21	7	76	24
Türkiye	577	6500	10	10	7	38	62
Dünya	7975	202979				20	80
Çin (Anakara)	1840	89000	5	>27	10	17	83

Dünya genelindeki open-end rotor iplik makinaları ve sonuçta open-end ipliklerinin pazar potansiyeli bugün büyük boyutlar arz etmektedir. Bu bilgilerden hareketle, gelecekte ister iplik üreticisi ister makine üreticisi olsun, open-end iplik teknolojisine olan ilginin artarak devam edeceği söylenebilir. Bu noktada makine imalatçıları ile iplik üreticileri arasında olması gereken işbirliğinin de geliştirilmesi gerekmektedir (Erbil, 2005). Bu işbirliğinin sağlıklı bir ortamda gelişebilmesi için de, open-end rotor iplik özelliklerine etki eden faktörlerin araştırılması halen önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada, open-end rotor iplik özelliklerine etki eden faktörler, ilgili literatürün ışığında incelenmiştir.

## 2. OPEN-END ROTOR İPLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

### 2.1. Hammade Özelliklerinin Etkisi

Open-end rotor iplikçiliğinde ring iplikçiliğine kıyasla, hammaddede bazı farklı ve sınırlayıcı kalite özellikleri istenmektedir. Kullanım alanına uygun iplik üretebilmek için, hammaddenin fiziksel veya kimyasal özellikleri hakkında bilgi sahibi olunması gereklidir. Sentetik liflerde, lifin ısıya karşı dayanıklılığı ve avivaj uygulaması iplik eğirme stabilitesini ve kalitesini yakından etkilemektedir. Bazı sentetik lif çeşitlerinin içerdikleri avivaj maddeleri, rotor içerisinde tortu veya toz birikintileri bırakmakta; hayvansal liflerde de aynı şekilde içerdikleri yağ ve terden dolayı benzer problemler görülmektedir. Bu nedenle, bu liflere rotor işletmelerinde nadir olarak rastlanmaktadır (Yapıcılar, 2005).

Baykal ve diğ. (2005), pamuk-poliester karışımı open-end rotor ipliklerinin kalite değerleri üzerine iki ayrı çalışma yapmışlardır. Beş farklı pamuk-poliester karışımının, her birinden beş farklı numarada iplik üretmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, karışımdaki poliester oranının artmasıyla %CV değeri azalmış, fakat %100 poliesterde tüm numaralarda %CV değeri artış göstermiştir. Gözlemlenen ince yer sayısı değişimi de, %CV'deki gibi olmuştur. Kalın yer ve neps sayılarında ise, farklı numaralarda düzensiz değişimler görülmüştür.

Baykal ve diğ. (2006) çalışmalarında, pamuk-poliester karışımı open-end rotor ipliklerinin, mukavemet ve uzama değerlerinin karışım oranı ve iplik numarasından yola çıkarak tahminlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında, beş farklı numarada ve %100 pamuk, %100 poliester, %75-%25, %50-%50 ve %25-%75 pamuk-poliester karışım oranlarında open-end rotor iplikleri, laboratuvar tipi open-end rotor iplik eğirme ünitesi Quickspin ile üretilmiştir. Çalışmanın sonunda, karışım oranı ve iplik numarası bağımsız değişkenleri ile mukavemet ve

uzama değerlerini tahminleyen iki ayrı regresyon denklemi ortaya konmuştur. Bu denklemler kullanılarak tahminlenen mukavemet ve uzama değerleri ile gerçek değerler arasında  $r = 0,980$ 'den büyük korelasyon katsayıları olduğu görülmüştür.

Cyniak ve diğ. (2006), poliester-pamuk karışımı open-end rotor ipliklerinin kalite değerleri üzerine yaptıkları çalışmada, cerde karışım yaparak penye ve karde pamuk şeritleri kullanmak kaydıyla, 20 tex ve 30 tex iplik numaralarında toplam otuz altı adet numune üretmişlerdir. Sonuç olarak mukavemet ve kopma uzaması değerleri, iplik numarası ve karde-penye ayırımına bağlı kalmaksızın, poliester oranının artmasıyla artış göstermiştir. %CVm değerinde ise en iyi düzgünlük %100 pamukta saptanırken, poliester-pamuk karışımları arasında düzensiz olarak değişen değerler görülmektedir. İnce, kalın yer ve neps değerlerine bakıldığında ise, aynı düzensizlik devam etmektedir.

Baykal ve diğ. (2007), pamuk-poliester karışımı open-end rotor ipliklerinin tüylülüklerini, karışım oranı ve iplik numarasından yola çıkarak tahminlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla, önceki çalışmalarındaki (Baykal ve diğ. 2006) deney planını kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, karışım oranı ve iplik numarası bağımsız değişkenleri ile, iplik tüylülüğünü tahminleyen bir regresyon denklemi ortaya konmuş ve bu denklem kullanılarak tahminlenen tüylülük değerleri ile gerçek tüylülük değerleri arasında yüksek korelasyon ( $r = 0,984$ ) olduğu belirtilmiştir.

Topalbekiroğlu ve diğ. (2007), yaptıkları çalışmada pamuk/poliester ve pamuk/akrilik karışımı open-end rotor ipliklerinde karışım oranlarının değiştirilmesinin iplik kalitesi üzerine yaptığı etkileri incelemişlerdir. Dört farklı harman, open-end rotor iplik makinesinde, Ne 20/1 iplik numarasında üretilmiştir. Sonuç olarak, iplik kalite karakteristiklerinden %CVm değeri, ince yer, kalın yer ve neps sayısı göz önüne alınarak iplikler arasında bir kıyaslama yapılmıştır. Çalışma sonucunda poliester için en iyi değerlere %100 ipliklerde rastlanırken, karışımlardaki pamuk oranının artırılması ile düzgünlük, ince yer, kalın yer ve neps değerlerinin kötüleştiği görülmüştür. Akrilik içinse en iyi değerler %60/40 akrilik/pamuk karışımında görülmüştür. Bu iplikteki değerler %100 akrilik iplikten daha iyidir. Karışımdaki pamuk oranının artırılması değerleri kötüleştirmiştir. İstatistikî analizler neticesinde karışım oranının %CVm, ince yer, kalın yer ve neps değerlerine  $P \leq 0,01$  önem düzeyinde anlamlı etki yaptığı saptanmıştır.

Kadoğlu (1993), open-end rotor ipliklerinde kaliteyi etkileyen lif özelliklerini sırasıyla; mukavemet, incelik, uzunluk, avivaj ve temizlik derecesi olarak sıralamıştır. Lif mukavemetinin ne kadarının iplik mukavemetine yansıdığı ile ilişkili olarak Ne 10/1, Ne 22/1 ve Ne 30/1 ipliklerle yapılan çalışmada, iplik incelidikçe ortalama lif mukavemetinden yararlanma yüzdesinin %59, %54 ve %50 olarak düştüğü görülmüştür. Lif uzunluğunun ise ipliklerde mukavemet, elastikiyet, düzgünlük, tutum ve tüylülük üzerine doğrudan etkisinin olduğu görülmüştür. Ayrıca iplik düzgünlüğünün iyileşmesi için, lif üniformite oranının iyi olması gerektiği belirtilmiştir.

Rotor iplikçiliğinde lif inceliği; eğirme kararlılığı ve iplik değerleri açısından ring iplikçiliğindeki göre daha fazla bir etkiye sahiptir (Trommer, 1995). İnce numara iplik eğirmek için, ince liflerin kullanılması gerekmektedir. İnce lifler kullanıldığı takdirde, kesitteki lif sayısı artacağı için iplik kalite değerleri olumlu yönde etkilenecektir. Pamuk liflerinin incelikleri sentetik liflerle karşılaştırıldığında, pamuk liflerinin inceliklerinin doğa tarafından sınırlandırıldığı söylenebilir. Burada pamuğun ekildiği ülke, iklim şartları ve toplanma şekli lifin inceliğini büyük ölçüde etkiler. Sentetik liflerin inceliği ve uzunluğu, karışımı yapılacak diğer hammaddeye, üretilecek iplik inceliğine ve rotora göre seçilir. Sentetik liflerde 1 dtex'ten ince lifler mikro lif olarak adlandırılırlar. 2 dtex'ten kalın lifler ancak özel iplik üretimlerinde kullanılırlar. 1,3 dtex inceliğindeki lifler, open-end rotor iplik işletmelerinde geniş çaplı kullanım alanı nedeniyle standart lif olarak kabul edilmektedirler (Yapıcılar, 2005). Rotor iplikçiliğinde çoğunlukla kullanılan lif incelikleri pamuk elyafi için 3-5 mikroner (1,2-2,2 dtex), poliester için 1,0-1,7 dtex, akrilik için 1,3-6,7 dtex'dir (Anonim, 1989).

Open-end rotor iplikçiliğinde eğrilebilen lif uzunluğu maksimum 60 mm civarındadır. Kullanılacak lif uzunluğunu sınırlayan en önemli etken kullanılacak rotor çapıdır ve lif uzunluğu ile rotor çapı birlikte düşünülmelidir (Yapıcılar, 2005; Trommer, 1995). Open-end rotor iplikçiliğinde eğrilebilen minimum lif uzunluğu için bir rakam vermek mümkün olmamakla beraber, kısa liflerin veya penye teleflerinin open-end rotor iplikçiliğinde kullanıldığı bilinmektedir. Kullanılan lif uzunluğu ipliğin mukavemetine, kopma uzamasına, düzgünsüzlüğüne, tüylülüğüne ve kumaşın tuşesine doğrudan, eğirme stabilitesine ise dolaylı olarak etki yapmaktadır. Open-end rotor iplikçiliğinde geniş kullanım bulan sentetik liflerin lif uzunluğu 32-38 mm'dir (Yapıcılar, 2005).

Open-end rotor iplikçiliğinde pamuk harmanlarının içerisinde bulunan çepel döküntü, toz, kum ve yabancı maddeler, iplik üretiminde makine randımanına ve iplik kalitesine yüksek derecede negatif etki yapmaktadır. Bunun için lif hazırlama aşamasında liflerin paralel hale getirilme işlemleri kadar çepel, döküntü, toz, kum ve yabancı maddelerin uzaklaştırılması işleminin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Yapıcılar, 2005).

İplik işletmelerinde kullanılan doğal, suni ve sentetik lifler, hazırlama ve eğirme işlemleri sırasında çeşitli darbelere maruz kalırlar. Liflerin, tüm eğirme proses aşamalarını mümkün olduğunca az hasarla geçirmeleri gerekmektedir. Bu da ancak liflerin içerisinde bulunan yardımcı maddelere bağlıdır (Yapıcılar, 2005).

## 2.2. Uygulanan Hazırlık İşlemlerinin Etkisi

Open-end rotor iplik eğirme makinasında iyi bir eğirme performansı ve kaliteli iplik elde edilmesinde makina ayarları ve hammadde özellikleri kadar hammaddeye uygulanan hazırlık işlemleri (harman hallaç, tarak ve cer makinasında yapılan işlemler) de büyük ölçüde etkilidir. Çünkü makina ayarları ne kadar iyi yapılırsa yapılsın, iyi hazırlanmamış bir şerit ile kaliteli iplik elde edilmesi mümkün değildir. Hazırlık işlemleri, elyafın sahip olduğu özelliklerle birlikte kaliteli şerit hazırlamaya etki eden en önemli faktördür (Kaplan, 2003).

Cer şeridi kalitesi, ipliklerin ve bunlardan üretilen son mamullerin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Cer makinasında giderilemeyen kütle değişimleri iplikte daha rahatsız edici olarak yeniden ortaya çıkmaktadır. Cer makinası, iplik eğirme prosesi içerisinde kütle değişimlerinin düzeltilmesi için dublaj ve regülenin uygulanabileceği son işlem basamağıdır (Ernst, 1999). Cer işleminde kaliteye etki eden faktörler pasaj sayısı, şerit düzgünsüzlüğü, uygulanan dublaj sayısı, regüle işleminin ilk veya son pasajda yapılması, karde/penye besleme, şerit ağırlıkları ve çekimler ile yabancı madde ve kısa lif miktarıdır (Anonim, 1991). Open-end rotor iplikçiliğindeki ideal cer pasaj sayısı, pamuk ile çalışıldığında büyük oranda hammaddeye, özellikle de onun elyaf uzunluğu ve homojenliğine bağlıdır (Kaplan, 2003).

Anonim (1991)'in yaptığı çalışmada, iki pasaj cer işleminin tek pasaj ile karşılaştırılması durumunda, iki pasaj cer işleminin daha yüksek iplik mukavemeti, daha iyi homojenlik, daha az iplik kopuşu gibi avantajlarının olduğu belirtilmiştir. Genellikle iki pasajdan fazla cer işlemi uygulamanın bir yararı olmadığı, bazı hallerde kötü etkisinin olabileceği de çalışma sonuçlarındandır.

Deussen'in (1993) çalışmasında, ring iplikçiliğinin aksine uygulanan üçüncü bir cer pasajının open-end iplik kalitesinde iyi sonuçlar vermediği belirtilmiştir. Ayrıca liflerin homojen bir şekilde karışımlarını sağlamada açma silindirinin tek başına yeterli olduğu belirtilmiş, bu yüzden de taraklama işleminden sonra sadece bir pasaj cer işlemiyle iyi sonuçların alınabildiği ifade edilmiştir.

Kadoğlu'nun (1993) yaptığı çalışmada, kalın ve orta kalınlıktaki open-end rotor ipliklerinde ikinci pasaj cer şeritlerinden üretilen ipliklerin mukavemetlerinin, genel olarak birinci pasaj cer şeritlerinden üretilenlere göre fazla olduğu belirtilmiştir.

Landwehrkamp (1994) yaptığı çalışmada, şeride tek pasaj yerine iki pasaj cer işleminin uygulanmasının daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varmıştır.

Kong ve Platfoot (1996) yaptıkları çalışmada, iyi bir iplik mukavemetinin sağlanabilmesi için cer şeridinde yön değiştirmelerin önlenmesi ve lif çengellerinin çoğunluğunun arka çengel olacak şekilde ayarlanması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Ülkü (1996) yaptığı çalışmada, en düşük mukavemet değerlerinin orta kalınlıktaki ve kalın ipliklerin her ikisi için de birinci pasaj cer şeridiyle üretilen iplikte görüldüğünü belirtmiştir. Farklı proses aşamalarından, alınan şeritlerden üretilen ipliklerde kopma uzaması değerleri, orta kalınlıktaki iplikler için pasaj sayısının artışıyla artarken kalın iplikler için bir farklılık göstermemiştir. Cer pasaj sayısının iplik düzgünsüzlük ve hataları üzerinde de bir etkisi saptanmamıştır.

Jackowski ve diğ. (2002) open-end rotor iplik eğirme makinesinde 3,5-4,0-4,5-5,0 ktex olmak üzere dört farklı numarada ikinci pasaj cer şeridi kullanarak, her bir şeritten 18, 20, 25 ve 30 tex olmak üzere on altı farklı rotor ipliği üretmişlerdir. Çalışmada üretilen ipliklerin mukavemet, uzama ve elastikiyet özellikleri incelenmiştir. Open-end rotor iplik eğirme sisteminde 5,0 ktex şeritle üretilen 18, 20 ve 25 tex iplikler en düşük mukavemet ve en düşük uzama değerlerini vermiştir, en iyi mukavemet ve en iyi uzama değerleri 3,5 ktex şerit ile 18, 20, 25 ve 30 tex ipliklerde elde edilmiştir, sadece 30 tex iplikte en düşük mukavemet ve uzama değerlerini 4,5 ktex şerit vermiştir. Elastikiyet dereceleri yönünden bütün open-end rotor ipliklerinde en iyi değerler, 3,5 ktex şeritten elde edilmiştir.

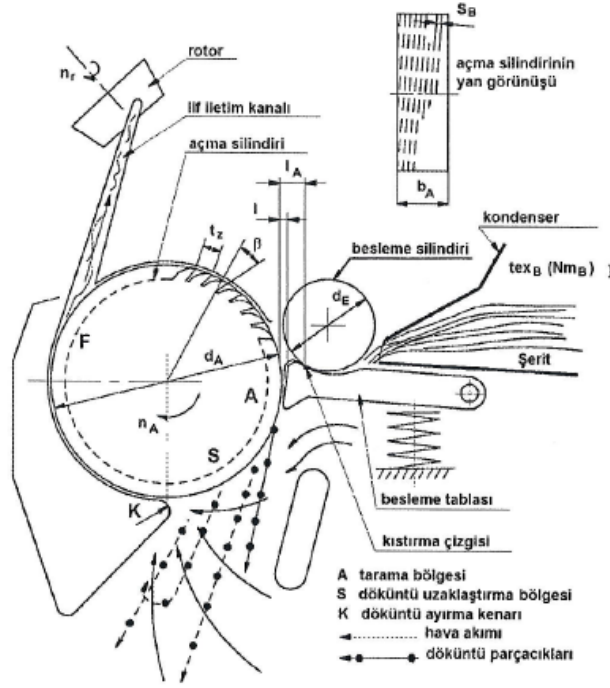
Ayan (2010) tarafından yapılan çalışmada karde ve penye rotor iplikleri üretilmiş ve üretim hattının iplik özelliklerine ne gibi etkileri olduğu araştırılarak dünya genelindeki istatistiklerle karşılaştırması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, penye üretim hattında daha düşük değerlerde düzgünsüzlük ve iplik hataları elde edilmiştir ve iplik mukavemeti bakımından penye üretim hattında, karde üretim hattına göre daha yüksek kopma kuvveti ve uzama değerleri alınmıştır.

### **2.3. Kullanılan Eğirme Elemanlarının Etkisi**

Open-end rotor iplik eğirme makinelerinde iplik oluşumu, eğirme kutusunun içinde bulunan eğirme elemanları sayesinde gerçekleşmektedir. Eğirme kutusunun içinde bulunan en önemli eğirme elemanları; açma silindiri, rotor ve düze olarak sayılabilir. Bunların dışında, eğirme elemanları olmasalar da onlar kadar iplik kalitesi ve eğirme prosesi için hayati öneme sahip, torque stop (büküm durdurucu) ve adaptör bulunmaktadır (Yapıcılar, 2005).

#### **2.3.1. Open-End Rotor İplikçiliğinde Açma Silindirinin İplik Özelliklerine Etkisi**

Açma silindirinin fonksiyonu, şerit formundaki elyaf kitlesini tek lif formuna açmak ve besleme kanalına ileterek rotora ulaşmasını sağlamaktır. Besleme silindiri vasıtasıyla açma silindirine iletilen şerit formundaki elyaf kitlesi, besleme silindirine göre daha yüksek hızda dönen açma silindirinin garnitür telleri tarafından besleme silindirinden alınır. Açılma işlemi, elyaf kitlesinin bu yer değişimi sırasında silindirler arasındaki hız farkından dolayı gerçekleşir. Lifler arası mesafe oldukça açıldığından elyaf kitlesi içerisindeki toz, çer-çöp vb yabancı maddeler bu aşamada dökülerek açma işleminin yanında eğirme performansını direkt olarak etkileyen temizleme işlemi de gerçekleşmiş olur. Yabancı maddelerin uzaklaştırılması, iplik kalitesi ve makine randımanı için çok önemlidir (Yapıcılar, 2005). Şekil 2'de açma bölgesi ve açma silindirine ait geometrik büyüklükler gösterilmektedir.



**Şekil 2:**

*Açma bölgesi ve açma silindirine ait geometrik büyüklükler (Trommer, 1995)*

Açma silindiri, iyi bir açma ve temizleme işlemini gerçekleştirmesi bakımından üretilen iplik kalitesini etkileyen en önemli eğirme elemanlarından biridir. Bu işlem sırasında yüksek bir çekim etkisi gerçekleştirildiğinden yanlış ayarlarda ve çalışılan lif ve karışım tipine uygun olarak seçilmemiş yanlış açıcı tipi liflerin hasar görmesine neden olabilmektedir. Bugün kullanılan makinalarda açma silindiri hızı 5000-10000 d/dk arasında olabilmektedir. Ancak optimum çalışma şartları için uygulamada tavsiye edilen hızlar 6500-8500 d/dk arasındadır (Erbil, 2005). Açma silindiri hızının yüksek olması; yüksek derecede tozlanmaya (Avivaj uygun olmayan PES liflerinde), yüksek derecede iyi lifin telefe gitmesine, yüksek oranda lif hasarına, iplik mukavemet derecesinin düşmesine ve iplik kopma uzamasının azalmasına neden olmaktadır (Yapıcılar, 2005; Erbil, 2005). Ancak bu olumsuzlukların yanı sıra açma silindiri hızının artışı; daha iyi yabancı madde ve toz ayırma, şeridin daha iyi açılmasına, lif sarılma eğiliminin azalmasına ve silindir etrafında gezen lif sayısının azalmasına, %CV değerlerinin iyileşmesine ve ince yer, kalın yer ve neps hatalarının azalmasına yardımcı olmaktadır. Bu etkiler göz önüne alınarak açma silindiri hızı yapılacak üretime göre en uygun değerde seçilmelidir (Erbil, 2005).

Açma silindirlerinin çalışılacak olan elyafın uzun ya da kısa stapel oluşuna, doğal, yapay ya da karışım olmasına bağlı olarak değişik tipleri mevcuttur. Değişen açıcı tiplerinde değişkenlik, açma silindirleri üzerinde bulunan garnitürlerin iki garnitür teli arasındaki mesafesi, garnitür telinin yüksekliği ve eğim açısı gibi geometrik boyut ve konumlanmaları üzerinde olmaktadır (Erbil, 2005).

Simpson ve Murray (1979) çalışmalarında, keskin ve sivri olan garnitür dış tiplerinin kullanılması durumunda, ayrılan yabancı madde miktarının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonunda, 0° ve 30° açma silindiri tel açılarının, maksimum rotor kirlenmesine neden olduğu; 8°, 15° ve 23°'lik açma silindiri tel açılarının ise, minimum rotor kirlenmesini sağladığı belirtilmiştir. Açma silindiri dış tipinin, iplik düzgünlüğü üzerinde herhangi bir etkisi gözlenmemiştir.

Salhotra ve Chattopadhyay (1984) tarafından yapılan çalışmada, lif açılması esnasındaki mukavemet kaybı, açma silindirinin diş veya çivilerinin lifleri koparmasına veya lif boyunca mukavemetçe zayıf bölgeler oluşturmasına bağlanmıştır.

Ömeroğlu (1996) açma silindirinin %100 pamuk ve %65 pamuk-%35 poliester iplik özelliklerine etkisini incelediği çalışmasının sonucunda, %100 pamuklu ipliklerde büyük diş ön açılı ve yüksek yoğunluklu açıcıların, %65 pamuk-%35 poliester karışımı ipliklerde ise nispeten daha küçük diş ön açılı ve düşük örtü yoğunluklu açıcıların daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Ishtiaque ve Bhortakke (1999) çalışmalarında, üçgen kesitli PES lifi ve garnitür dişiyle kaplı açma silindirlerinin, yuvarlak kesitli PES lifi ve çivili açma silindirlerine göre daha fazla lif kırılmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Babaarslan ve Duru (2002) tarafından yapılan çalışmada, laboratuvar tipi open-end rotor iplik eğirme makinesinde (Quickspin), yedi farklı açma silindiri hızında, yedi farklı poliester-telef open-end rotor ipliği üretilmiştir. Üretilen ipliklerin kalite özellikleri test edilerek, açma silindiri hızının, bu hammaddeden eğrilen ipliğin kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada hammadde olarak, %60 poliester-%40 telef şeridi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, özellikle telefli karışımların çalışılması durumunda, tavsiye edilen yüksek açıcı devrinin beklenildiği gibi bir sonuç vermediği görülmüştür. Çalışmada sonucunda ayrıca, açma silindiri hız artışının, iplik mukavemet değerlerini olumsuz; düzgünlük ve tüylülük değerlerini ise olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Baykal ve Babaarslan (2003) çalışmalarında, open-end rotor iplik eğirme sisteminin üç önemli eğirme elemanlarından birisi olan açma silindirinin hızının iplik kalitesi ve eğirme performansı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Hammadde olarak yedi farklı poliester-telef karışımı (tarak altı telefi, geri kazanılmış elyaf, şapka telefi) ile yedi farklı açma silindiri hızında, laboratuvar tipi open-end rotor iplik eğirme makinesinde (Quickspin) üretim gerçekleştirilmiştir. Üretim esnasında, açma silindiri hızı 5000-10000 d/dak arasında değiştirilmiştir. Üretim sırasında kullanılan şeridin numarası Ne 0,120; eğrilen ipliğin numarası ise Ne 20/1'dir. Çalışmanın sonucunda, açma silindirinin hızının artmasının daha fazla toz oluşmasına, elyafın zarar görmesine, iplik mukavemeti ve uzama değerlerinin düşmesine sebep olduğu, bununla birlikte şeridin daha iyi açılmasını, %CVm değerlerinin iyileşmesini ve tüylülüğün azalmasını sağladığı görülmüştür. Açma silindiri hızının 7000 d/dak hızlarında en iyi iplik kalite değerlerini verdiği tespit edilmiştir.

### 2.3.2. Open-End Rotor İplikçiliğinde Rotorun İplik Özelliklerine Etkisi

Açma silindirinde açılarak tek lif formuna gelen lifler, rotorun dönüşüyle oluşan merkezkaç kuvveti ve lif iletim kanalındaki hava emişi etkisiyle besleme kanalından geçerek rotora ulaşırlar. Yüksek bir devirle dönen rotor içine gelen lifler, merkezkaç kuvveti etkisiyle rotor duvarına itilirler ve rotor duvarında dönmekte olan açık iplik ucuna dahil olurlar ve büküm olarak iplik yapısına katılırlar (Erbil, 2005).

Open-end rotor iplik eğirme sisteminde rotor temel eğirme elemanı olup, ipliğin eğrilerek oluştuğu kısımdır. İplik kalitesi, iplik karakteri, çalışma performansı, verimlilik, maliyet ve benzeri tüm parametreler tamamen rotora bağlıdır (Erbil, 2005). Rotorla ilgili önemli parametreler şu şekilde sıralanabilir: Rotor formu, rotor yivinin geometrisi, rotor çapı, rotorun dönme hızı, rotorun yataklanması, rotor yivinin ve rotor duvarının pürüzlülüğü, rotor duvarının eğimi ve yüzey kalitesi, rotora lif besleme koşulları, rotor içerisindeki hava akımı koşulları ve kirlenmeye olan eğilimi (Babaarslan, 2006).

Elyaf kanalından gelen liflerin rotor duvarına çarpıp, kontrollü bir şekilde yive kısa zamanda ve sorunsuz ulaşmaları gereklidir. Bunun için, rotorlar bor (B) veya bor-elmas (BD) kaplamalı olarak üretilmektedirler. Bu şekilde liflerin sorunsuz olarak yive ulaşmasıyla daha iyi iplik kalitesi sağlanır. Bor-elmas kaplamalı rotorlar ile bor kaplamalı rotorlar arasında kullanım

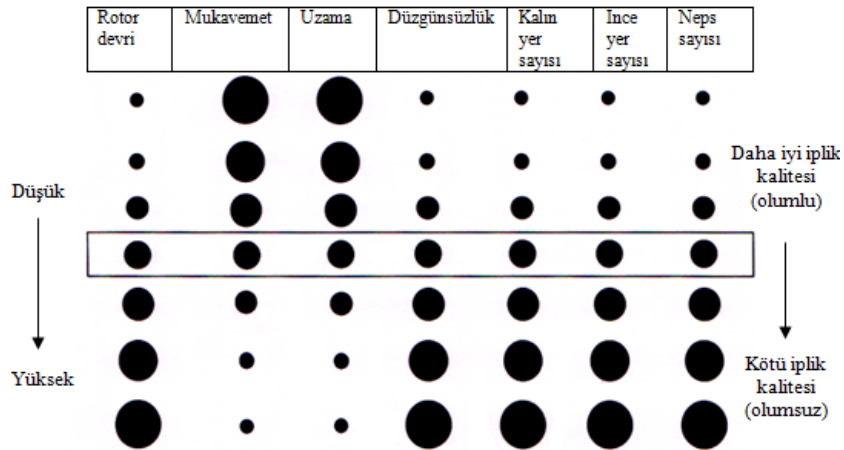


ömürleri bakımından çok az fark vardır. Fakat bor-elmas kaplamalı rotorlarla eğrilen ipliklerin kalite değerleri, bor kaplamalı rotorlarla eğrilen ipliklere göre daha iyidir. Bor kaplamalı rotorun avantajı ise, eğirme sürecinde kendi kendini temizleme özelliğidir (Yapıcılar, 2005).

Rotoru daha fazla kirletme eğilimi olan dar rotor yivleri, temiz pamuk lifleri için daha uygundur. Maksimum mukavemetin gerekli olduğu hallerde eğirme için dar yivli rotorlar kullanılır. Bu tür rotorlarla ring ipliğine yakın, çok az tüylü kompakt bir iplik elde edilir. Geniş yivli rotorlar ise daha çok fazla kirli hammaddeler için kullanılır. Bunlarla üretilen iplik hacimli ve tüylüdür. Ayrıca geniş yivli rotorlarda mukavemet değerleri %7-10 düşer (Arıkan, 1999).

Rotorun çapı işlenecek hammaddeye ve istenen iplik numarasına bağlıdır. Ayrıca, rotorun seçilen diğer boyutlarıyla da ipliğin önemli parametrelerine etki etmek mümkündür. Rotorun çapı ilk etapta, işlenecek elyafın uzunluğuna bağlıdır. Elyaf uzunluğunun rotor çapının 1,25 katından daha uzun olmaması gerekmektedir. Rotor çapının iplik numarasıyla uyumlu olması gerekir. Kalın numaralı iplikler, daha büyük elyaf kütleleri ve daha küçük orandaki mutlak iplik bükümü nedeniyle daima daha büyük rotorlarla üretilmelidir. Daha küçük rotorlarda yabancı liflerin ve telef partiküllerinin rahatsız edici etkileri büyük rotordan daha belirgin şekilde fark edilmektedir. Bu da, iplik kopmalarının artması ve eğirme kalitesinin azalması anlamına gelmektedir (Gemci ve Kapuçam, 2004). Küçük çaplı rotorların avantajları; yüksek rotor devri, yüksek iplik mukavemeti, yüksek iplik uzaması, daha iyi iplik düzgünlüğü, daha az ince ve kalın yer, daha az neps ve aynı devirler için daha az enerji ihtiyacı, büyük çaplı rotorların avantajları ise; daha az büküm verebilme, daha hacimli iplik ve daha az kuşak oluşumu olarak sayılabilir (Arıkan, 1999).

Rotor çapını sabit alırsak, hız arttıkça rotor içerisindeki merkezkaç kuvveti artacağından lifler yive daha çok preslenecek ve aynı anda eğirme tansiyonu da yükseleceği için, rotor içinde eğrilen ipliğe büküm vermek kolaylaşacaktır. Ancak bu iplik mukavemeti ve kopma uzamasının düşmesine, iplikteki kalın yer, ince yer ve neps değerlerinin artmasına ve belirli bir hızdan sonra eğirme stabilitesinin kötüleşmesine ve kopuşların çoğalmasına neden olabilir. Şekil 3'de sabit rotor çapında rotor devrinin iplik kalite değerlerine etkisi görülmektedir. Kimyasal liflerde ise yüksek rotor hızlarındaki aşırı ısınmalardan dolayı lifler zarar gördükleri için, pamuk lifine kıyasla düşük rotor hızlarında çalışılması daha uygundur (Yapıcılar, 2005).



Şekil 3:

Sabit rotor çapında rotor devrinin iplik kalite değerlerine etkisi (Anonim, 2006)

Kadoğlu (1995) rotor çapı ve rotor kaplamasının open-end rotor iplik özelliklerine olan etkilerini incelediği çalışmada, rotor çapının arttırılmasıyla iplik düzgünlük, ince yer hatası, ince ipliklerde kalın yer hatası, neps, mukavemet ve kopma uzaması değerlerinde olumlu

değişimler gözlediğini belirtmiştir. Rotor yüzeyinin elmasla kaplanması durumunda ise ipliğin düzgünlüğü, ince-kalın yer hataları, tüylülüğü, mukavemeti, kopma uzaması ve %280 oranındaki neps değerlerinde istatistiksel olarak önemli sayılacak bir değişim gözlemezken, %200 oranındaki neps sayısında anlamlı bir azalma gözlediğini belirtmiştir.

Ömeroğlu (1996) rotorun %100 pamuk ve %65 pamuk-%35 poliester iplik özelliklerine etkisini incelediği çalışmasının sonucunda, elmas kaplı rotorlarda boronize kaplı rotora oranla daha az lif-rotor sürtünmesi olduğundan, elmas kaplı rotorlarda iplik kalitesinin daha iyi olduğunu belirtmiştir.

Babaarslan ve Duru (1997), Schlafhorst firmasının Autocoro open-end rotor iplik makinesinde dört farklı rotor kullanarak, %100 Amerikan pamuğu iplikler üretmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, open-end rotor iplikçiliğinde düze değişiminden çok, rotor değişiminin iplik kalite parametreleri üzerinde önemli rol oynadığı çalışmanın sonucunda belirtilmiştir.

Arıkan (1999), rotor sürtünme katsayısının değişmesiyle iplik özelliklerinin nasıl değiştiği üzerine çalışmıştır. Kullanılan rotorların iç yüzeylerine, farklı özelliklerde ve çeşitli katlarda boyalar elektrostatik olarak kaplanarak, yüzeyde meydana gelen sürtünme özelliklerinin elde edilen iplik özelliklerinde meydana getirdiği farklıklar incelenmiştir. Çalışma sonucunda rotora uygulanan özel boyamaların, iplik özelliklerine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir.

Nawaz ve diğ. (2002), open end rotor iplik eğirme makinesinde rotor çapının iplik düzgünlüğüne ve iplik tüylülüğüne etkisini görmek için yapmış oldukları çalışmada, 33 ve 40 mm olmak üzere iki rotor çapında Ne 10, Ne 16, Ne 20 olmak üzere üç farklı iplik numarasında iplikler üretmişlerdir. İplik düzgünlüğü açısından, rotor çapının ve iplik numarasının etkisi yüksek derecede anlamlı bulunmuştur.

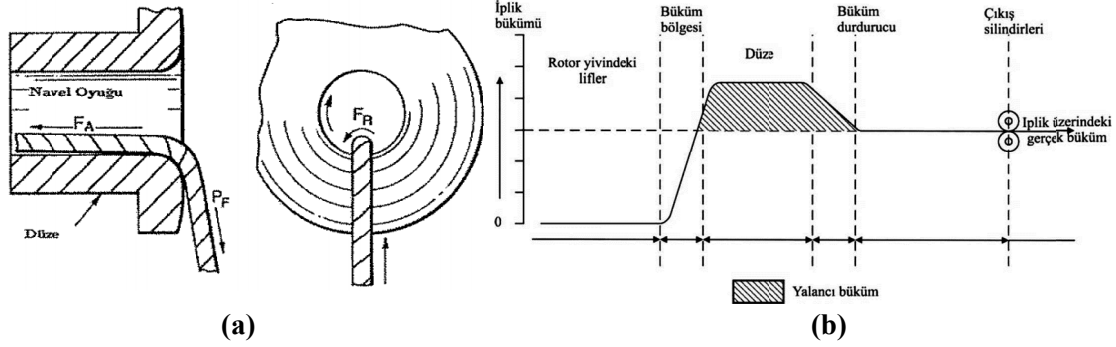
Gemci ve Kapuçam (2004), farklı çapta rotor kullanımının iplik kalitesine olan etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, aynı iplik numaraları için farklı rotorlar kullanmış ve farklı rotorların iplik kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. Uygulamada, 31 mm ve 36 mm olmak üzere iki farklı rotor çapı kullanılarak Ne 20 ve Ne 30 olmak üzere iki farklı numarada iplik üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Ne 30 numara iplikte rotor çapı azaldıkça iplikteki ince yerler azalmıştır, kalın yerler ise artmıştır; düzgünlük ise önemli derecede etkilenmemiştir. Ne 20 numara iplikte ise, Ne 30 numara ipliğe göre her iki rotor çapında da ince ve kalın yer sayılarında önemli derecede azalma görülmüştür.

Ayan (2010) tarafından yapılan çalışmada, rotor çapının pamuk iplik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, iplik tüylülüğünde 31 mm rotor çapı ile penye üretim hattında üretilen ipliklerin tüylülükleri az iken, 33 mm rotor çapı ile penye üretim hattında üretilen ipliklerin tüylülükleri karde üretim hattına göre daha yüksek çıkmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, rotor çapı arttıkça iplik düzgünlüğü azalmaktadır fakat spiral olmayan ve çentik sayısı fazla olan düzelerin kullanılmasıyla iplik düzgünlüğü rotor çapı artışına rağmen olumsuz etkilenmiştir. Karde üretim hattında rotor çapının artışıyla düzgünlük azalırken, penye de ise tam tersi bir durum söz konusudur. İplik hataları bakımından; karde ipliklerde rotor çapı arttıkça hata sayısı azalmış, penye ipliklerde ise hata sayısı artmış, iplik tüylülüğü bakımından ise; rotor çapı arttıkça tüylülük artmıştır ve iplik mukavemeti bakımından, karde ipliklerde rotor çapı arttıkça mukavemet artarken, penye ipliklerde ise azalmıştır.

### 2.3.3. Open-End Rotor İplikçiliğinde İplik Çıkış Düzesinin İplik Özelliklerine Etkisi

Rotor yivinde dönmekte olan açık iplik ucuna dahil olan lifler büküm olarak iplik haline geldikten sonra yaklaşık 90°'lik bir açı ile düzeye sürtünerek çıkış kanalını takip eder ve bobin halinde sarılır (Erbil, 2005). İplik çıkış düzesinin iplik özelliklerine etkisi; ipliğin düzeden geçişi esnasında oluşan "yalancı büküm" neticesinde olmaktadır (Ömeroğlu, 1996). İpliğin ucu rotor tarafından sürekli döndürüldüğü için oluşan iplik bu düzenin üzerinde sürekli yuvarlanma-

kayma hareketi yapmaktadır. İpliğin yuvarlanması; liflerin açık iplik ucuna birleştiği noktaya düze arasında bir yalancı büküm oluşmasına sebep olur. Şekil 4’de yalancı bükümün oluşumu ve open-end rotor iplik makinesinde oluşan gerçek ve yalancı büküm gösterilmektedir.



**Şekil 4:**

*Yalancı bükümün oluşumu (a) ve open-end rotor iplik makinesinde oluşan gerçek ve yalancı büküm (b) (Deussen, 1993 ve Babaarslan, 2004)*

Yalancı büküm, ipliğin bu kısmındaki gerçek büküme ilave olduğundan sıyrılma noktası ile düze arasındaki iplik parçası normal ipliktekenden daha fazla bir büküme sahip olur. Ayrıca iplikteki gerilim farklarından dolayı, bu kısımdaki büküm sıyrılma noktasına doğru artmaktadır. Bu durum, iplik sıyrılma noktasındaki bükümün düzedekine göre %20-%40 arasında daha fazla olmasını sağlamaktadır (Trommer ve Brunk, 1982). Sıyrılma noktasındaki bu büküm artışı ipliğin eğirme kararlılığını yükseltmekte ve düşük büküm katsayılarıyla çalışmaya imkan vermektedir. Bu ise; iplik çıkış hızının artması ve daha yumuşak, tüylü iplikler elde edilebilmesi manalarını taşımaktadır (Ömeroğlu, 1996).

Düze üreticileri çalışılacak elyaf tipine, karışım durumuna, elde edilmek istenen ipliğin kullanım alanına ve iplikten beklenen özelliklere göre farklı formlarda düzeler üretmektedirler (Erbil, 2005). Düzeleri temel olarak iki türlü sınıflandırmak mümkündür; yapılarına göre, yani düz, çentikli ve spiral ve hammaddelerine göre, yani seramik ve metal. Ancak spiral düzeler sadece seramikten imal edilirler (Bozkurt, 1997). Seramik düzeler dayanıklı olmaları bakımından daha çok tercih edilmektedir. Seramik düzelerin çalışma ömürleri 3-4 yıla kadar çıkmaktadır. Düze imalatının %90'dan fazlasını seramik düzeler kapsamaktadır. Çelik düzeler ise daha kısa ömürlü olmalarına karşılık (6 ay-1 yıl) ısıyı daha iyi bir şekilde yaymaları nedeniyle daha ziyade sıcaklığa hassas olan liflerin (örneğin PES) eğrilmesinde tercih edilmektedir. Düzelerin sahip olduğu form özellikle ipliğin hacimlilik ve tüylülük özellikleri başta olmak üzere birtakım etkilere sahiptir. Bu nedenle diğer koşullar aynı olsa bile farklı düzeler kullanılarak üretilen ipliklerin aynı kumaşta kullanılmaması gerekir. Aksi takdirde kumaşta çizgi veya band şeklinde hatalar meydana gelmektedir (Erbil, 2005).

Çeşitli yüzey şekillerine sahip düzelerin iplik özelliklerine etkisi şu şekildedir (İlbağ, 2001): Düz yüzeye sahip düzeler, yüksek mukavemetli, düzgün ve az tüylü ipliklerin imali için uygundur. Bu tip düzeler özellikle sentetik liflerin eğrilmesinde ve dokuma ipliği imalinde kullanılırlar. Düz düzelerin kullanımında rotor kirlenmesi çentiklilere kıyasla daha az olur. Çentikli düzeler ile hacimli, yumuşak ve daha tüylü iplikler elde edilmektedir. Düze yüzeyindeki çentik sayısı arttıkça bu etkiler güçlenmektedir. Çentiğin; düzede adedi, genişliği ve konumu ipliğin hacimli/hacimsiz, tüylü/az tüylü, sert/yumuşak elde edilmesini sağlar. Çentikli düzelerde iplik; düze yüzeyinde yuvarlandıkça, yüzeyden sürekli olarak yükselerek titreşim hareketi yapar. Bu hareket, rotor yivindeki liflerin yukarıya kalkmasını sağlayarak bükümün lif bileziğinde daha fazla ilerlemesini sağladığından gerekli minimum büküm

katsayısı da ( $\alpha_{min}$ ) düşmüş olur. Bu iplik titreşimleri aynı zamanda büküm dağılımını da daha homojen hale getirmektedir (Erbil, 2005).

Spiral yüzeyli düzeler; düşük büküm seviyeli, nispeten hacimli ipliklerin üretiminde uygundur. Elde edilen iplik özellikleri dört çentikli seramik düzelerden elde edilenlere benzemektedir. Ancak spiral düzelerle daha yüksek mukavemetli, daha yumuşak iplikler imal edilmektedir. Spiral düzeler ile iplik kalite değerleri nispeten daha yükselmiştir.  $\alpha_{min}$  değerleri, çelik düzelerden daha iyidir. Düz çelik düzelerle kıyasla rotor yivi kirlenmesi daha yoğundur (Erbil, 2005).

Düze formunun çentikli olması ve çentik sayısının artması iplikte tüylülüğü arttırmakta ve daha hacimli iplik eldesine neden olmaktadır. Tüylülüğün artması düzgünsüzlük ve neps miktarlarında artışa yol açmakta ise de örme kumaşlar gibi iplikte tüylülük ve hacmin istendiği durumlarda çentikli düzelerin tercih edilmesi kaçınılmaz olmaktadır (Anonim, 2004).

Manich ve Castellar (1986) akrilik elyafı kullanarak yaptıkları çalışmada, ipliğe uygulanan teorik bükümle, elde edilen pratik büküm değerleri arasındaki farkın, düze delik çapı arttıkça veya sabit delik çapında düzede çentik sayısı arttıkça arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu değer, iplik kalınlığı ve büküm katsayısı değerleriyle de doğru orantılıdır.

Bozkurt (1993) tarafından yapılan çalışmada, open-end rotor iplik makinesinde çelik-düz düze, çelik-üç çentikli düze, seramik-düz düze ve seramik-dört çentikli düze olmak üzere dört tip düze kullanılarak, Nm 35/1 incelikte, %100 pamuk ipliği elde edilmiştir ve ipliğin çeşitli özelliklerinin standart laboratuvar şartlarında analizi yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, bu düzelerle yapılan eğirmede çarpıcı bir farklılık görülmemiştir.

Karınca (1995) tarafından yapılan çalışmada, Ne 30 ve Ne 20 numaralarında %100 pamuk dokuma ve örme ipliği üretilmiştir. Bu ipliklerin üretimi esnasında çeşitli düzeler denenerek, eğrilen ipliklerin özellikleri karşılaştırılmıştır. Düze olarak, seramik-sekiz çentikli-kısa düze, seramik-düze boyunca devam eden destek elemanlı-spiral formlu düze, seramik-dört çentikli-spiral formlu düze, seramik-spiral formlu düze ve seramik-dört çentikli-kısa düze kullanılmıştır. Sonuçlarda Ne 30 örme ipliğinde, seramik-spiral formlu çıkış düzesi ile üretilen iplik, %CV açısından en iyi görülürken, düşük tüylülük değerine sahiptir. Tüylülük de göz önüne alınırsa, seramik-düze boyunca devam eden destek elemanlı-spiral formlu düze kullanılarak elde edilen çalışmanın iyi olduğu görülmüştür. Ne 20 örme ipliğinde, seramik-spiral formlu çıkış düzesi kullanılarak üretilen iplik iyi özelliklere sahip görülürken, çok sert tutuma neden olan düşük tüylülük değerine sahiptir. Burada da, seramik-düze boyunca devam eden destek elemanlı-spiral formlu düzenin daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ne 30 dokuma ipliğinde, seramik-spiral formlu düze kullanılarak elde edilen ipliklerin Rkm ve %CV açısından en iyi olduğu görülmektedir. Tüylülük de en düşüktür ve bu durum dokuma ipliği için ideal ve aranan bir özelliktir. Seramik-spiral formlu düze, firmanın da tavsiyeleri arasındadır.

Ömeroğlu (1996) çıkış düzesinin %100 pamuk ve %65 pamuk-%35 poliester iplik özelliklerine etkisini incelediği çalışmasının sonucunda, düze tipi için, her iki hammadde için de çentik sayısının artmasıyla iplik kalitesinin düştüğü görülmüştür.

Babaarslan ve Duru (1997), dört farklı düze kullanarak, %100 Amerikan pamuğu iplikler üretmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, düz yüzeyli düzeler ile tüylülük miktarı düşük ve mukavemetli iplikler elde edildiği görülmüştür. Düzelerdeki çentik sayısının artışı, iplik tüylülüğünü artırmıştır. Tüylülüğün artmasının ise, düzgünsüzlük ve neps miktarında artışa yol açtığı gözlemlenmiştir.

Copeland ve diğ. (1999) yaptıkları çalışmaya göre, düzede spiral profiller ve destek elemanları, tüylülük ve elyaf uçuntusu değerlerini artırır. Çentik sayısı arttıkça ve spiral profiller destek elemanlarıyla birleştiğinde ise, bu olumsuzluklara ek olarak iplik düzgünsüzlük ve hata değerleri de artmaktadır.

Hergeth ve diğ. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, düze boynunun altına 1,5 mm kalınlığında bir rondelanın koyulmasıyla, tüylülük değerleri ve neps sayılarında (özellikle çok

çentikli düze kullanıldığında) azalma gözlenirken, pürüzlülük değerlerinde ise artış görülmüştür. Düzgünsüzlük değerleri ise, rondeladan etkilenmemiştir.

Nawaz ve diğ. (2002), open-end rotor iplik eğirme makinesinde iplik çekim düzesinin iplik düzgünsüzlüğüne ve iplik tüylülüğüne etkisini görmek için yapmış oldukları çalışmada, KN4R4, KN4 ve spiral olmak üzere üç farklı çekim düzesinde Ne 10, Ne 16, Ne 20 olmak üzere üç farklı iplik numarasında iplikler üretmişlerdir. İplik tüylülüğü açısından düze, iplik numarası, rotor çapı-düze etkileşimi, düze-iplik numarası etkileşimi yüksek derecede anlamlı bulunmuştur.

Tülüce ve Vuruşkan (2004); KN, KN4, KN8 ve KS olmak üzere dört çeşit düze formunun iplik kalitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Hammadde olarak %100 Amerikan pamuğu kullanılarak, Ne 30/1 iplikler üretilmiştir. Çalışmanın sonucunda, dört çentikli KN4 ve sekiz çentikli KN8 düzelerinin ipliğin düzgünsüzlüğünü arttırdığı ve mukavemetini düşürdüğü görülmüştür. Buna karşın spiral formdaki KS düzesinin en iyi düzgünsüzlük, en iyi mukavemet ve en düşük ikinci tüylülük değerini sağladığı belirtilmiştir.

Babaarslan ve Erbil (2005), open-end rotor iplikçiliğinde düzenin iplik tüylülüğü üzerindeki etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada, poliester-pamuk ve poliester-viskon karışımı dört farklı cer şeridiyle, aynı makine ve çalışma şartlarında seramik- dört çentikli-kısa düze, seramik-sekiz çentikli-kısa düze, seramik-dört çentikli-spiral formlu düze ve seramik-altı çentikli-düz formlu düze olmak üzere dört farklı düze kullanarak aynı numarada iplikler üretmişler ve elde edilen ipliklerin tüylülüğünü test etmişlerdir. Test sonuçlarına göre, düze tipinin iplik tüylülüğüne etkisi olduğu ve bu etkinin farklı hammadde karışımlarına göre de değiştiği gözlemlenmiştir, tüm hammadde karışımlarında seramik-dört çentikli-spiral formlu düze en kötü tüylülük değerlerini vermiştir ve bu düzenin ayrıca iplik düzgünsüzlüğü ve hatalarını da arttırdığı görülmüştür. PES/CO 50/50 karışımı için en iyi sonucu seramik-dört çentikli-kısa düze, en kötü sonucu seramik-dört çentikli-spiral formlu düze vermiştir. PES/CO 25/75 karışımı için en iyi sonucu seramik-dört çentikli-kısa düze, en kötü sonucu seramik-dört çentikli-spiral formlu düze vermiştir. PES/CV 50/50 karışımı için en iyi sonucu seramik-altı çentikli-düz formlu düze, en kötü sonucu seramik-dört çentikli-spiral formlu düze vermiştir. PES/CV 70/30 karışımı için ise en iyi sonucu seramik-altı çentikli-düz formlu düze, en kötü sonucu seramik-dört çentikli-spiral formlu düze vermiştir.

Kaplan ve diğ. (2006), on farklı özelliğe sahip düze tipi kullanarak, telef elyaftan Ne 12/1 numarada open-end rotor iplikleri üretmişlerdir. Düzenin iplik özelliklerine ve eğirme stabilitesine olan etkisi incelenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda, iplik özelliklerinden %CVm, ince yer, kalın yer ve neps değerleri için en iyi sonucu çelik- kaygan düze tipinin; uzama, mukavemet ve tüylülük değerleri için ise en iyi sonucu seramik-spiral düze tipinin verdiği belirlenmiştir. Bunların dışında seramik-dört çentikli-çentiklerin düze boyunca devam ettiği-uzun düzenin ve seramik-dört çentikli-destek elemanlı-çentikler ve destek elemanları düze boyunca devam eden düzenin ise, iplik kalite değerleri bakımından en kötü değerleri verdiği tespit edilmiştir.

Erbil ve diğ. (2008), çalışmalarında düze tipinin karışım open-end rotor ipliklerinin tüylülükleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, PES/pamuk 50/50, PES/pamuk 25/75, PES/viskoz 50/50, PES/viskoz 70/30 olmak üzere dört farklı karışım ve dört farklı düze tipi kullanılarak, aynı numarada open-end rotor iplikleri üretilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, düze tipinin iplik tüylülüğü üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, düzelerin tüylülük açısından önemli olan özellikleri de düze üzerindeki çentik sayısı, çentiklerin fiziksel yapısı (konveks-konkav), düze yüzeyinin yapısı (sürtünme ve termal özellikleri vb) ve düzenin yüzey geometrisi (düz, spiral vb) olarak sıralanmıştır.

Ayan (2010) tarafından yapılan çalışmada, hammadde olarak Diyarbakır bölgesinde üretilmiş olan pamuk elyafı kullanılarak, open-end rotor iplik eğirme sistemlerinde, karde ve penye iplikler üretilmiştir. Elde edilen test sonuçları, istatistiksel olarak analiz edilmiş olup, düzenin iplik özelliklerine ne gibi etkileri olduğu araştırılmış ve dünya genelindeki istatistiklerle karşılaştırması yapılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre; iplik düzgünsüzlüğü, iplik hata sayısı ve

iplik tüylülüğü değerlerinde, seramik- spiral-düze boyunca devam eden destek elemanlı düze en düşük, seramik-düz-dört çentikli düze ise en yüksek değerleri vermiştir. Seramik-spiral-dört çentikli düze ise, seramik-düz-dört çentikli düzeye göre daha iyi sonuçlar vermiş olup, seramik-spiral-altı çentikli düze ise seramik-spiral-dört çentikli düzeden daha kötü sonuçlar vermiştir. İplik kalite özellikleri göz önüne alınarak en iyiden en kötüye bir sıralama yapılmak istenirse seramik-spiral-çentiksiz düze, seramik-spiral-dört çentikli düze, seramik-spiral-altı çentikli düze, seramik-düz-dört çentikli düze sıralaması doğru olacaktır. Düzedeki form ve çentik sayısı değişimlerinin iplik düzgünsüzlüğüne, iplik hata sayısına ve iplik tüylülüğüne etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. İplik mukavemetine göre ise, düzedeki form ve çentik sayısı değişimlerinin etkisi anlamlı değildir.

### 3. SONUÇ

Open-end rotor iplik eğirme yöntemi, ring iplik eğirme yöntemine alternatif olarak ortaya çıkan ve yeni iplik eğirme yöntemleri arasında en fazla ticari başarıyı kazanmış olan eğirme yöntemidir. Bu çalışmada, open-end rotor iplik özelliklerine etki eden faktörler hakkında yapılan çalışmalar toplanmıştır. Yapılan çalışmalar, incelenen gerek hammaddenin, gerek hazırlık işlemlerinin, gerekse de eğirme elemanlarının üretilen ipliklerin özellikleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu, bu nedenle de, rotor iplik üretiminde bu parametrelere ilişkin seçim yapılırken büyük bir dikkat gösterilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

### KAYNAKLAR

1. Anonim. (1989). Criteria for the selection of spinning components and disturbing factors in rotor spinning, *Schlaflhorst&CO.*, Mönchengladbach, 92.
2. Anonim. (1991). Rotor eğirmede besleme-iplik kalitesi ve işleme arasındaki korelasyon, *Sagem Bülteni*.
3. Anonim. (2004). *Uster Elyafıtan Kumaşa Test Cihazları Kataloğu*.
4. Anonim (2006). *Schlaflhorst Autocoro 360 Yedek Parçaları ve Belcoro Eğirme Elemanları Kataloğu*.
5. Arıkan, C.O. (1999). Pamuk open-end ipliği için rotorda yapılan fiziksel değişimlerin eğrilen iplik üzerindeki etkisinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
6. Ayan, H.E. (2010). Güneydoğu Anadolu bölgesinden elde edilen pamuklardan üretilen ipliğin kalite özelliklerine eğirme makinesi parametrelerinin etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
7. Babaarslan, O., Duru, P. (1997). Open-end rotor sisteminde farklı rotor ve düze çeşitlerinin iplik yapı ve özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması, *Tekstil Teknik Dergisi*, 66.
8. Babaarslan, O., Duru, P. (2002). Poliester/telef open-end rotor ipliği üretiminde iplik özelliklerine göre optimum açıcı hızının belirlenmesi, *Tekstil Maraton*.
9. Babaarslan, O. (2004). *Open-End Rotor İplikçiliği Notları*, Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana.

10. Babarslan, O., Erbil, Y. (2005). Open-end rotor iplikçiliğinde düzenin iplik tüylülüğü üzerindeki etkisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası–TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, *Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi*, Gaziantep.
11. Babaarslan, O. (2006). *İplik Üretim Yöntem ve Makineleri*, Ring İplik Eğirme Teknolojisi Ders Notları, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana.
12. Barella, A., Tura, J.M., Vigo, J.P. (1976). An application of mini-computers to the optimization of the open-end spinning process part III: The effect of the rotor diameter on the properties of open-end spun yarns, *J.T.I.*, 67(12), 421-425.
13. Bange, M.P., Constable, G.A., Gordon, S.G., Long, R.L., Naylor, G.R.S., van der Sluijs, M.H.J. (2009). FIBREpak from seeds to good shirts, *The Cotton Catchment Communities CRC*, Australia.
14. Baykal, P.D., Babaarslan, O. (2003). Determining an optimum opening roller speed for spinning poliester/waste blend rotor yarns, *Textile Research Journal*, 73(10), 907-911.
15. Baykal, P., Babaarslan, O., Erol, R. (2005). Seçilmiş pamuk/poliester karışımı open-end rotor ipliklerinde düzgünsüzlüğün tahminlenmesi, *Tekstil&Teknik Dergisi*, 94-202.
16. Baykal, P., Babaarslan, O., Erol, R. (2005). Seçilmiş pamuk/poliester karışımı open-end rotor iplik hatalarının tahmin edilmesi, *Tekstil&Teknik Dergisi*, 262-268.
17. Baykal, P.D., Babaarslan, O., Rızvan, E. (2006). Prediction of strength and elongation properties of cotton/poliester-blended open-end rotor yarns, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, vol. 14, 1(55), 18-21.
18. Baykal, P.D., Babaarslan, O., Rızvan, E. (2007). A statistical model for the hairiness of cotton/poliester blended open-end rotor yarns, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, vol.15, 4(63), 46-49.
19. Bozkurt, Y. (1993). Open-end rotor iplik üretiminde farklı çekim düzelerinin iplik fiziksel parametrelerine etkisinin araştırılması, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 6, 425-433.
20. Bozkurt, Y. (1997). Open-end rotor iplik teknolojisinde üretim parametreleri, *Pamuk İplikçiliğindeki Gelişmeler ve Sektörel Sorunlar Semineri*, İTÜ Makine Fakültesi, Gümüşsuyu/İstanbul.
21. Copeland, A.D., Hergeth, H.H.A., Smith, G. (1999). Çekme düzesi formunun open-end ipliği kalitesi üzerindeki etkileri, *Tekstil Maraton Dergisi*, 6, 38-42.
22. Cyniak, D., Czekalski, J., Jackowski, T., Popin, L. (2006). Quality analysis of cotton/poliester yarn blends with the use of a rotor spinning frame, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 33-37.
23. Deussen, H. (1993). Rotor spinning technology, *Schlaflhorst Publications*, 128, North Carolina.
24. Erbil, Y. (2005). Karışım open-end rotor ipliği üretiminde eğirme elemanlarından düzenin iplik kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
25. Erbil, Y., Babaarslan, O., Baykal, P.D. (2008). Influence of navel type on the hairiness properties of rotor-spun blend yarns. *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, vol.16, 2(67), 31-34.

26. Ercan, M.N. (1983). *Open-End (Açık Uç) Rotor İplikçiliği*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayınları: 2, 113, İzmir.
27. Ernst, H. (1999). Başarılı Kombinasyon: RSB-D 30 cer bandı ve R 20 rotor ipliği, *Melliand Türkiye Sayısı*, Rieter Spinnereimachinenbau AG, 2, 76-82.
28. Gemci, R., Kapuçam, A. (2004). Open-end iplikçiliğinde farklı çapta rotor kullanımının iplik kalitesine etkilerinin incelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:9, Sayı:1.
29. Grosberg, P., Mansour, S.A. (1975). High-speed open-end rotor-spinning, *J.T.I.*, 11, 389-396.
30. Hergeth, PL, Copeland, A., Smith, G. (1999). Open-end eğirmede rotor ile çekme düzesi arasındaki uzaklığın iplik kalitesi üzerindeki etkileri, *Tekstil Maraton Dergisi*, 1, 34-35.
31. Ishtiaque, S.M., Bhortakke, M.K. (1999). An investigation by fractography into the mechanism of fibre breakage in rotor spinning, *J.T.I.*, 1, 47-58.
32. İlbay, İ.İ. (2001). Poliester liflerinin open-end rotor iplik makinesinde eğrilmesi, *Yüksek lisans ödevi*, Adana.
33. Jackowski, T., Chylewska, B., Cyniak, D. (2002). Influence of the spinning process parameters on strength characteristics of cotton yarns, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 27-31.
34. Kadoğlu, H. (1993). Open-end rotor iplikçiliği ve bazı kalite faktörleri, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 1, 31-40.
35. Kadoğlu, H. (1993). Open-end rotor iplikçiliğinde iplik özellikleri ile lif özellikleri arasındaki fonksiyonel ilişkilerin tahminlenmesi, *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova/İzmir.
36. Kadoğlu, H. (1995). Elmas kaplı rotorların iplik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 3, 220-228.
37. Kaplan, S. (2003). Open-end rotor iplik kalitesine etki eden makine ve proses parametrelerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
38. Kaplan, S., Araz C., Göktepe Ö. (2006). A multicriteria decision approach on navel selection problem for rotor spinning, *Textile Research Journal*, 76(12), 896-904.
39. Karınca, N.E. (1995). Rotor iplik makinesinde eğirme elemanlarından düze ve rotor kapağının değişiminin pamuk ipliğine etkisi üzerine bir çalışma, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 5, 324-329.
40. Kong, L.X., Platfoot, R.A. (1996). Effects of fiber opening on the uniformity of rotor spun yarns, *T.R.J.*, 66(1), 30-36.
41. Landwehrkamp, H. (1994). Open-end (rotor) ipliklerinde mukavemet, *Tekstil Maraton Dergisi*, 1, 39-46.
42. Manich, A., De Castellar, D. (1986). Influence of a yarn extractive nozzle on the apparent loss of twist in rotor open-end acrylic staple spun yarns, *T.R.J.*, 207-211.
43. Manohar, S.J., Rakshit K.A., Balasubramanian, N. (1983). Influence of rotor speed, rotor diameter, and carding conditions on yarn quality in open-end spinning, *Textile Research Journal*, 407-503.



44. Nawaz, M., Jamil, N.A., Iftikhar, M., Farooqi, B. (2002). Effect of multiple open end processing variables upon yarn quality, *International Journal of Agriculture&Biology*, 1560 8530, 256-258.
45. Ömeroğlu, S. (1996). Open-end rotor iplik makinasında bazı üretim parametrelerinin iplik özelliklerine etkilerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
46. Plastina, A. (2009). Open-end versus ring spun cotton yarns, *ICAC Report*, 1-2.
47. Salhotra, K.R., Chattopadhyay, R. (1984). Loss in fiber tenacity during separation in rotor spinning, *T.R.J.*, 194-197.
48. Simpson, J., Murray, M.F. (1979). Effects of combing-roll wire design and rotor speed on open-end spinning and cotton yarn properties, *T.R.J.*, 506-512.
49. Simpson, J., Patureau, A.M. (1979). Effect of rotor speed on open-end spinning and yarn properties, *T.R.J.*, 468-473.
50. Topalbekiroğlu, M., İnce, M.E., Hosrafoğlu Çoruh, E., Kaynak, H.K. (2007). Pamuk/poliester ve pamuk/akrilik karışımli open-end rotor ipliklerinde karışım oranının iplik kalite değerlerine etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2.
51. Trommer, G., Brunk, N. (1982). Rotorspinn Verfahren, *VEB Fachbuchverlag*, 16-22, Leipzig.
52. Trommer, G. (1995). Rotor spinning, *Deutscher Fachverlag*, Main, 177.
53. Tülüce, H.T., Vuruşkan, D. (2004). Rotor iplikçiliğinde çekim düzesi formunun ve rotor kaplamasının iplik kalite değerlerine etkisi, *Tekstil Teknik Dergisi*.
54. Ülkü, Ş. (1996). Hazırlık işlemlerinin open-end rotor iplik özelliklerine etkisinin araştırılması, *Tekstil Teknik Dergisi*, 143, 30-36.
55. Ülkü, Ş. (2002). *Yeni iplikçilik sistemleri*, Uludağ Üniversitesi Yayını, 1-92, Bursa.
56. Yapıcılar, C. (2005). *Open-end iplik teknolojisi*, İstanbul.

Makale 22.10.2012 tarihinde alınmış, 11.03.2013 tarihinde düzeltilmiş, 13.03.2013 tarihinde kabul edilmiştir.

