

# A Review of Factors Influencing the Diffusion of Textile Process Innovations

Michael A. HANN

Dept. of Textile Ind. The Univ. of Leeds ENGLAND

*This paper reviews the vast literature on the researches carried out to examine factors influencing the diffusion of textile innovations. Particular emphasis is placed upon factors determining the rate of diffusion such as technical applicability and complementarity, profitability, the size of firm etc.*

## 1. INTRODUCTION

The process whereby older techniques are replaced by newer techniques is now universally known as the diffusion process. Over the course of the past few decades a vast literature concerned with the diffusion of innovations has been generated. In general this literature can be separated into one of two categories; studies of diffusion of product innovations among consumers and studies concerned with the diffusion of process innovations within a population of firms. The latter concern, viewed particularly in the context of textile manufacturing, is the focus of attention in this review paper.

## 2. EXAMPLE OF EMPIRICAL STUDIES

Early empirical work was conducted by Griliches (1957), who made an examination of the diffusion of hybrid corn, and Mansfield (1961), who examined rates of diffusion for twelve innovations in four diverse industries (coal, iron and steel, brewing and railways). These early works are particularly notable, for they illustrated that the process of diffusion could be explained as a response to economic forces, especially profit expectations.

In 1959, Sutherland examined the diffusion of shortened-processing arrangements among a sample of cotton spinning firms in Lancashire and found that adoption was higher among vertically intergrated

firms than among horizontally integrated or single process firms. Some years later an examination was made of the diffusion of three sizing innovations (the electrical hygrometer, the accelerated drying hood and the automatic size box) among Lancashire weaving firms [Metcalf, 1970]. It was found that levels of diffusion tended to increase as firm size increased and in addition that single process firms had adopted the innovations to a proportionately smaller degree than multi-process (or vertically integrated firms). Metcalf also examined mortality rates among adopting and non-adopting firms and concluded that adopters of the three innovations survived the industry's decline better than non-adopting firms.

It seems that the first most geographically comprehensive study of the diffusion of process innovations was undertaken by the National Institute of Economic and Social Research [Nabseth and Ray, 1974]. Attention was focused on the diffusion of eight major process innovations in six countries (Austria, Italy, Sweden, the United Kingdom, the United States and West Germany). Within this series of studies, that conducted by Smith was concerned with the diffusion of shuttleless looms. The conclusions arrived at were as follows:

- A reluctance to install shuttleless looms was exhibited during the first ten years of their availability.

- The rate of diffusion of shuttleless looms seemed to have been faster than average in the United States and West Germany and slower than average in the United Kingdom and Italy. By way of explanation, Smith commented that,

"The 'laggard' tendency in the United Kingdom and Italy is associated with a more heterogeneous weaving industry with a large proportion of small firms, as compared with the highly concentrated American and German industries containing many vertically integrated firms."

On examining the degree of integration of adopters and non-adopters, Smith, reaching a similar conclusion to that forwarded previously by Sutherland, found that where vertical intergration existed, firms were more prone to adopt shuttleless looms than were non-integrated firms.

A decade later, a follow-up study for the National Institute of Economic and Social Research was presented [Ray, 1984]. The object of this later study was to measure the extent to which six of the original eight process innovations had been adopted further during the intervening years. Remarking on the general acceptance of shuttleless looms, Ray stressed that the share of shuttleless looms in total

# Tekstil İşlem Yeniliklerinin Yayılımını Etkileyen Faktörlerin Genel Bir İncelenmesi

Güngör BAŞER

Doç. Dr.

Ege Üniv. Müh. Fak. Tekstil Müh. Böl. - İZMİR

*Bu yazı tekstil işlem yeniliklerinin yayılımını etkileyen faktörleri incelemek için yürütülen araştırmalara ilişkin geniş bir literatürü gözden geçirmektedir. Teknik uygulanabilirlik ve tamamlayıcılık, karlılık, firma büyüklüğü v.s. gibi yayılım hızını belirleyen faktörler üzerinde özellikle durulmaktadır.*

## 1. GİRİŞ

Eski tekniklerin yerine daha yenilerinin geçmesi süreci bugün üniversal yayılma olgusu olarak bilinmektedir. Son birkaç on yıllık dönem süresince yeniliklerin yayılımına ilişkin geniş bir literatür oluşmuştur. Genelde bu literatür iki kategoriden birine girecek biçimde ayrılabilir: Tüketiciler arasında ürün yeniliklerinin yayılımına ilişkin incelemeler ve bir firmalar topluluğu içinde işlem yeniliklerinin yayılımına ilişkin incelemeler. Bu ikincisi, özellikle tekstil üretimi çerçevesi içinden bakıldığında bu inceleme bildirisinin odak noktasıdır.

## 2. AMPİRİK İNCELEME ÖRNEKLERİ

İlk ampirik çalışma hibrid mısırın yayılımının bir incelemesini yapan Griliches (1957) ve dört farklı endüstri (kömür, demir ve çelik, biraçılık ve demiryolları) içinde on iki yeniliğin yayılma hızlarını inceleyen Mansfield (1961) tarafından yürütülmüştür. Bu ilk çalışmalar, yayılma sürecinin ekonomik güçlere özellikle kazanç beklentilerine bir tepki olarak açıklanabileceğini göstermeleri açısından özellikle dikkat çekicidirler.

1959'da Sutherland Lancashire'deki örnek bazı iplik firmaları arasında kısaltılmış işlem

düzenlemelerinin yayılımını inceledi ve kabulün yatay bütünleşmiş ya da tek işlem yapan firmalara oranla dikey bütünleşmiş firmalar arasında daha yüksek olduğunu buldu. Birkaç yıl sonra Lancashire dokuma firmaları arasında haşılamadaki üç yeniliğin (elektrikli higrometre, hızlandırılmış kurutma başlığı ve otomatik haşıl haznesi) yayılımının bir incelemesi yapıldı [Metcalf, 1970]. Yayılım düzeylerinin firma büyüklüğü ile arttığı ve buna ek olarak tek işlem yapan firmaların çok işlem firmalarına (ya da dikey bütünleşmiş firmalara) göre yenilikleri oransal olarak daha düşük derecede kabul ettikleri görüldü. Metcalf ayrıca kabul eden ve kabul etmeyen firmalar arasındaki kapanma oranlarını da inceledi ve bu üç yeniliği uygulayanların, uygulamayan firmalara oranla endüstrideki düşüşe daha iyi dayandıkları sonucuna vardı.

Görülüyor ki işlem yeniliklerinin yayılımı üzerindeki ilk coğrafi açıdan geniş incelemeye Ulusal Ekonomik ve Sosyal Araştırma Enstitüsü tarafından girilmiştir [Nabseth ve Ray, 1974]. Dikkatler altı ülkede (Avusturya, İtalya, İsviçre, Birleşik Krallık, Birleşik Devletler ve Batı Almanya) sekiz bellibaşlı yeniliğin yayılımı üzerinde odaklanmıştı. Bu inceleme serisi içinde Smith tarafından yürütüleni mekiksiz tezgahların yayılımı ile ilgiliydi. Varılan sonuçlar aşağıdaki gibidir:

— Ortaya çıkışlarının ilk on yılı içinde mekiksiz tezgahların kurulması karşı isteksizlik gösterilmiştir.

— Mekiksiz tezgahların yayılım hızının Birleşik Devletler ve Batı Almanya'da ortalama-dan daha hızlı ve Birleşik Krallık ve İtalya'da ortalama-dan daha yavaş olduğu görülmüştür. Açıklayıcı nitelikte olmak üzere Smith,

"Birleşik Krallık ve İtalya'daki 'yavaşlık' eğilimi, daha çok dikey bütünleşmiş firmalar içeren büyük ölçüde yoğun Amerikan ve Alman endüstrileriyle karşılaştırıldığında, yüksek oranda küçük firmalar içeren daha heterojen bir yapıdaki dokuma endüstrisi ile ilintilidir."

sonucuna varmıştır.

Kabul eden ve etmeyenlerin bütünleşme düzeylerini incelerken Smith, daha önce Sutherland tarafından ileri sürülen benzer bir sonuca vararak, dikey bütünleşmenin olduğu yerde firmaların bütünleşememiş firmalara oranla mekiksiz tezgahları benimsemeye daha yatkın olduklarını ortaya koymuştur.

On yıl sonra Ulusal Ekonomik ve Sosyal Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan bir tamamlayıcı inceleme açıklandı [Ray, 1984]. Daha sonra yapılan bu incelemenin amacı, araya giren



shipments to developed economies was in many cases over 90 per cent and in some cases nearly 100 per cent. However in terms of proportion of total number of looms installed, he stated that shuttleless looms still had wide scope for further application since,

"... given the very long life of looms of the earlier types, the share of the new machines in the total loom stock of most countries' cotton weaving industry is relatively small."

By way of conclusion, Ray remarked that the rate of future replacement of existing looms by shuttleless looms will depend to a large extent on any future geographical shifts in textile processing away from developed economies. He went further to suggest that the labour saving characteristics of shuttleless looms are of little or no significance, at least for the time being, in countries such as India where three quarters of the operational looms are non-automatic.

### 3. FACTORS DETERMINING THE RATE OF DIFFUSION

A number of factors influencing the adoption of process innovations have been identified by researchers. Some of the more important are discussed briefly below.

#### 3.1 Technical Applicability and Complementarity

The primary reason why firms may hesitate in the adoption of an innovation, at least during the early stages of availability, would seem to relate to both technical and economic uncertainty (or lack of information) about the new technology. Many potentially early adopters may often know of the innovation shortly after its launch, but an awareness of the innovation's performance potential within their own technico-economic environment will be lacking. Operating information is however progressively increased as certain 'innovative' adopters conduct small-scale adoption, probably under the close guidance of machinery manufacturers. Such early trials serve not only in defining the technical and economic parameters of operation, but also induce further machinery refinements which may help to extend the product range of the new machinery. It is in fact a misconception to maintain that an innovation is immediately applicable to the manufacture of the full range of an industry's output. The machinery adopted during the early stages of availability will most likely be inferior, in terms of its operating performance and range of applicability, to machinery adopted by later adopters. As diffusion of an innovation progresses and information feedback from innovative adopters to machinery manufacturers

increases, re-development of the innovation occurs. As a result, the technical performance of the machine improves and the product range to which the innovation is applicable extends further. This eventuality was recognised by Soete (1985) who stated that,

"As diffusion proceeds, and the specific user demands become more stringent, it can be expected that the effective use of scientific knowledge in improving the performance, quality and reliability of the innovation will increase substantially."

In the National Institute's follow up study of shuttleless looms, Ray noted that significant developments had occurred since the preliminary study, mainly in terms of

"... higher speed, improved performance, better servicing and further noise reduction."

He remarked further that the product range for which shuttleless looms were applicable had extended significantly.

In addition to technical applicability, the technical complementarity of an innovation may also influence adoption decisions. This occurs when adoption of an innovation at one stage of processing necessitates the adoption of a complementary innovation at a subsequent or previous stage in the processing sequence. Under these circumstances vertically organised concerns would be in a more favourable position to make adoption decisions which relate to processing from early raw material to final finished product. It seems reasonable to suggest that the necessity for further complementary adoption may be a factor in explaining the apparent readiness in the past of vertically organised textile firms to adopt innovation in the early stages of availability.

#### 3.2. Profitability

Not surprisingly, Nabseth and Ray (1974) as a general conclusion to their research pinpointed profitability as an important factor in explaining the willingness of firms to adopt an innovation. Recognising the possibility of variations in profitability from firm to firm, Nabseth and Ray point out that,

"Since the capital market is imperfect, firms' opportunity costs differ. A high internal rate of return for one firm may very well be considered a rather low rate for another, at least in the short term, so that firms are likely to differ in their speed of application of a new process."

yıllarda, baştaki sekiz işlem yeniliğinden altısının kabul edilme derecesini yeniden ölçmek idi. Mekiksiz tezgahların gördüğü genel kabul üzerinde durarak, Ray, gelişmiş ekonomilere yapılan toplam sevkiyat içinde mekiksiz tezgahların payının çok kez yüzde 90'ın üzerinde, bazı kereler hemen hemen yüzde 100 olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, kurulan toplam tezgah sayısı içindeki pay açısından mekiksiz tezgahların ileri uygulamaları için hâlâ geniş bir alan olduğunu, zira,

"... daha önceki tezgah tiplerinin çok uzun ömürleri dikkate alındığında, birçok ülkenin pamuklu dokuma endüstrisindeki toplam tezgah stoğu içinde yeni makinaların payının görece olarak küçük"

olduğunu belirtmiştir.

Sonuç olarak Ray, gelecekte mevcut tezgahların mekiksiz tezgahlarla değiştirilme hızının büyük ölçüde tekstil işleminin gelecekte gelişmiş ekonomilerden başka yerlere doğru coğrafi yer değiştirmelerine bağlı olacağına işaret etmiştir. Ayrıca mekiksiz tezgahların işçilik tasarrufu sağlama özelliklerinin, en azından şimdilik çalışır haldeki tezgahların dörtte üçünün otomatik olmayan tezgahlar olduğu Hindistan gibi ülkelerde az ya da hiçbir öneminin olmadığını da ileri sürmüştür.

### 3. YAYILIM HIZINI BELİRLEYEN FAKTÖRLER

Araştırmacılar tarafından işlem yenileştirmelerinin kabulünü etkileyen bir dizi faktör tanımlanmış bulunmaktadır. Bunların daha önemli olanları aşağıda kısaca tartışılmıştır.

#### 3.1. Teknik Uygulanabilirlik ve Tamamlayıcılık

Bir yeniliği uygulamada firmaların en azından satın alınabilir oluşlarının ilk evrelerinde tereddüt göstermelerinin ana nedeni, yeni teknoloji ile ilgili olarak hem teknik hem de ekonomik belirsizlik (ya da bilgi eksikliği) olarak görünmektedir.

İlk potansiyel uygulayıcıların çoğu yeniliği piyasaya sürülmelerinden kısa bir zaman sonra öğrenmiş olabilirler, fakat bu yeniliğin kendi teknik ekonomik çevreleri içindeki performans potansiyeline ilişkin bilgileri eksik olacaktır. Bununla birlikte bazı yenilikçi uygulayıcılar küçük çaplı bir uygulama yürüttüklerinden, işletim bilgileri belki de makina yapımcılarının yakın kılavuzluğu altında zamanla artırılmaktadır. Bu tür ilk denemeler yalnızca işlemin teknik ve ekonomik parametrelerini belirlemeye yaramakla kalmayıp, yeni makinanın ürün tiplerinin belki de genişletilmesine yardımcı olabilecek ileri makina gelişmelerine de yol açabilirler. Gerçekte bir

yeniliğin bir endüstrinin tüm ürün çeşitlerinin üretimine hemen uygulanabileceğini ileri sürmek yanlış bir kavrayıştır. İşletim performansı ve uygulama alanının genişliği bakımından pazara sürülmesinin ilk evrelerinde kabul edilen bir makina, daha sonraki uygulayıcılar tarafından kabul edilen makinalardan büyük bir olasılıkla daha düşük özellikli olacaktır. Bir yeniliğin yayılması ilerledikçe ve yenilikçi uygulayıcılar tarafından makina yapımcılarına seri beslenen bilgi arttıkça, yeniliğin yeniden geliştirilmesi olgusu ortaya çıkar. Sonuçta makinanın teknik performansı gelişir ve yeniliğin uygulandığı ürün kategorisi daha da genişler. Bu olası sonuç,

"yayıma ilerledikçe ve özel kullanıcı istekleri daha zorlayıcı hale gelirken yeniliğin performansını, kalite ve güvenilirliğini geliştirmede bilimsel bilginin etkin kullanımının belirgin ölçüde artmasının beklenebileceğini"

söyleyen Soete (1985) tarafından belirtilmiştir.

Ulusal Enstitü'nün yaptığı tamamlayıcı mekiksiz tezgah etüdünde Ray ilk incelemeden bu yana daha çok

"... daha yüksek hız, geliştirilmiş performans, daha iyi hizmet ve daha ileri gürlütle düşürme" açısından dikkat çekici gelişmeler olduğunu not etmiştir. Ayrıca mekiksiz tezgahların uygulanabilirdiği ürün sınıfının önemli ölçüde genişlediğini de belirtmiştir.

Teknik uygulanabilirliğe ek olarak bir yeniliğin teknik açıdan tamamlayıcı oluşu da kabul kararlarını etkileyebilir. Bu bir işlem aşamasındaki bir yeniliğin kabulü, işlem dizisinde bir sonraki ya da bir önceki aşamada tamamlayıcı bir başka yeniliğin kabulünü gerektirdiği zaman ortaya çıkar. Bu koşullarda, dikey örgütlenmiş işyerleri ilk hammadeden başlayarak bitmiş ürüne kadar yapılan işlemle ilgili kabul kararları almada daha avantajlı bir konumda olacaktır. Daha iler düzeyde tamamlayıcı bir uygulama gereksiniminin geçmişte dikey örgütlenmiş tekstil firmalarını yeniliği ilk ortaya çıktığı evrelerdeki kabul edişlerindeki bariz kolaylığı açıklayan bir faktör olduğunu ileri sürmek oldukça mantıklı olabilir.

#### 3.2. Kârlılık

Nabseth ve Ray (1974), araştırmalarının genel bir sonucu olarak kârlılığı firmaların bir yeniliği kabul etmede gösterdikleri istekliliği açıklamada önemli bir faktör olarak saptamışlardır ve bu şartıcı değildir. Kârlılığın firmadan firmaya değişkenlik gösterme olasılığı kabul ederek Nabseth ve Ray;



The relative price that one firm may have to pay for the factors of production in comparison with another firm is a major factor in the calculation of profitability. Referring to differences between firms and differences between countries, Nabseth and Ray (1974) commented that,

"Numerically controlled machines and shuttleless looms which are, apart from their other advantages, very labour saving, seem to have been adopted more rapidly in firms and countries with a relatively high wage level such as the United States and Sweden."

Mansfield (1969) also came to the conclusion that the profitability of an investment opportunity acted as a stimulus for adoption,

"... the intensity of which seems to govern quite closely a firm's speed of response."

Directing attention to the profitability of innovation, Metcalfe (1982) made the interesting observation that much of the emphasis in diffusion research is placed on the profit accruing from using the innovation, but less emphasis is placed on the profit accruing to the producers of the innovation. He recognised further that much research into innovation diffusion ignores the supply side and with it the question of how the profitability of adopting and producing the innovation is determined at different stages during the innovation's availability. Metcalfe (1982) clarified his views when he stated that,

"Profitability influences the pace of diffusion but equally the pace of diffusion will influence profitability."

According to Metcalfe's model, the price of the innovation is not constant but instead is determined by the pattern of diffusion which in turn is limited, on the supply side, by the productive capacity of machinery manufacturers, the increase in which depends on the profit resultant from producing the innovation. He comments:

"The pace of diffusion depends on supply constraints just as much as it does on the traditional demand constraints of adoption. Even if uncertainty considerations did not delay adoption, diffusion would still not be instantaneous -as the standard model would predict- but would depend upon the pace at which productive capacity could be built up."

### 3.3 The Size of Firm

As pointed out by Soete (1985) it is generally assumed that size of firm is an important determining factor of inter-firm differences in time of adoption. Larger firms might be expected to adopt an innovation

during the early stages of its availability since they are not only more likely to have ready access to adequate funds to purchase new machinery, but are also more likely to have the necessary in-house skills to acquire and understand the technical information needed to assess the innovation's potential performance. Smaller firms are, it seems, in a less favourable position to take the risk involved in being one of the first to adopt. However it should be noted that Mansfield (1969) made the interesting discovery that small firms, having initially adopted the innovation,

"... were quicker than large rivals to substitute the newer technique for the old."

Likewise, whilst not denying that large firms have certain advantages especially in terms of access to investment capital, Ray (1984) observed that,

"... after the initial phases of the innovation, once the new technology has matured and is receiving growing acceptance, company size appears gradually to lose its significance."

### 3.4 Other Factors

Such factors as labour market conditions, particularly the availability of certain skills; management attitudes; access to information; resistance of workers to change; and in-house research and development activity are but a few of the possible additional factors affecting the rate of diffusion.

## 4. IN CONCLUSION

Gold (1981), on making an examination of some of the diffusion studies published during the 1960's and 1970's, noted that,

"... The most valuable contributions made so far have been to reveal the need for more penetrating concepts, better measures, more comprehensive analytical frameworks, and wider samplings of the variegated phenomena to be encompassed."

Although significant contributions to the vast range of diffusion literature have been made recently [Davies, 1979; Brown, 1981; Metcalfe, 1982; Stoneman, 1980, 1981; Soete and Turner, 1984 and Soete 1985], the validity of Gold's comment seems in general to have remained unchallenged. This seems to be particularly true in the context of the world's textile industries. It seems evident that there is immense scope and a definite need for further research if understanding is to be enhanced.

"Sermaye pazarı mükemmel olmadığından firmaların fırsatları değerlendirme maliyetleri farklılık gösterirler. Bir firma için yüksek bir paranın geri dönüş iç hızı, bir başka firma için en azından kısa dönemde pekala oldukça düşük bir hız sayılabilir; dolayısıyla firmaların yeni bir prozezi uygulamadaki hızları büyük olasılıkla farklılık gösterecektir."

demektedirler.

Bu firmanın üretim faktörleri için ödemesi gerekebilecek görece bedel, bir başka firma ile karşılaştırıldığında, kârlılığın hesaplanmasında asıl bir faktördür. Firmalar arasındaki farklar ve ülkeler arasındaki farklılıklara değinerek Nabseth ve Ray (1974),

"Diğer avantajlarından başka işçilikten büyük tasarruf sağlayan nümerik kontrollü makinelerin ve mekiksiz tezgahların Amerika Birleşik Devletleri ve İsveç gibi görece olarak yüksek ücret düzeylerine sahip ülke ve firmalarda daha hızlı bir biçimde kabul sağladıkları görülmektedir."

demektedirler. Mansfield (1969)'de, bir yatırım fırsatının kârlılığının kabul için,

"... şiddeti, bir firmanın reaksiyon hızını yakın ölçüde belirler görünen"

bir uyarıcı gibi etki yaptığı sonucuna varmıştır.

Bir yeniliğin kârlılığına dikkati çeken Metcalfe (1982), yayılma üzerindeki araştırmalarda yeniliği kullanarak elde edilen kâra daha çok, fakat yeniliği üretenlerce elde edilen kâra daha az önem verildiğine ilişkin ilginç bir gözlem yapmıştır. Ayrıca yeniliklerin yayılımı üzerinde yapılan birçok araştırmanın işin ikmal yönünü ve onunla birlikte, yeniliğin kabul ve üretilmesinden doğan kârlılığın, yeniliğin sağlanabilir olduğu sürenin farklı aşamalarında nasıl belirleneceği problemini dikkate almadığını da farketmiştir. Metcalfe (1982),

"Kârlılık yayılım hızını etkiler, fakat aynı ölçüde yayılım hızı da kârlılığı etkiler."

dediğinde görüşlerini açıklığa kavuşturmuş olmaktadır. Metcalfe'in modeline göre, yeniliğin bedeli sabit olmayıp, bunu işin ikmal yönünde, yeniliğin yaratılmasından doğan kâra dayalı olarak artan makina yapımcılarının üretim kapasitesi tarafından sınırlanan yayılma biçimi belirler. Şöyle fikir yürütmektedir:

"Yayılma hızı, kabulün geleneksel talep kısıtlarına olduğu kadar ikmal kısıtlarına da bağlıdır. Belirsizlik kısıtları kabulü geciktirmemiş olsa bile, yayılma standart modelden tahminlenebileceği gibi, yine de anında olma-

yacak, fakat üretim kapasitesinin yaratılabileceği hıza bağlı olacaktır."

### 3.3. Firma Büyüklüğü

Soete (1985) tarafından değinildiği gibi, firma büyüklüğünün genel olarak kabul süresi içinde firmalar arası farklar üzerinde önemli bir belirleyici faktör olduğu varsayılmaktadır. Daha büyük firmaların bir yeniliği ortaya çıkışının ilk evrelerinde benimsemesi beklenebilir; zira bunların yalnızca yeni makina almak için yeterli mali kaynaklara kolayca erişebilme olanağına sahip olmaları olasılığı daha yüksek olmakla kalmayıp, yeniliğin saklı performans yeteneklerini değerlendirmek için gerekli teknik bilgiyi elde etmek ve anlamak açısından gereken firma yeteneklerine sahip olmaları olasılığı da daha yüksektir. Görülüyor ki daha küçük firmalar yeniliği ilk kabul eden olmanın içerdiği riski alma açısından daha dezavantajlı bir durumdadırlar. Bununla beraber Mansfield (1969)'in, yeniliği ilk benimseyen küçük firmaların,

"... yeni tekniği eskisinin yerine koymada daha büyük rakiplerine oranla daha çabuk"

olduklarına ilişkin ilginç bir keşifte bulunmuş olması da dikkate değerdir.

Aynı şekilde; büyük firmaların özellikle yatırım sermayesine ulaşmada bazı avantajlara sahip olduklarını inkar etmemekle birlikte, Ray (1984)

"... yeniliğin ilk evrelerinden sonra ve bir kere yeni teknoloji olgunlaşıp gittikçe artan bir kabul görmeye başlayınca, firma büyüklüğü yavaş yavaş önemini yitirir"

biçiminde bir gözlem yapmaktadır.

### 3.4. Diğer Faktörler

İşgücü pazarının koşulları ve özellikle bazı becerilerin sağlanabilirliği, yönetsel yaklaşımlar, bilgi erişimi, işçilerin değişikliğe karşı dirençleri ve firma içi araştırma ve geliştirme etkinliği gibi faktörler yayılma hızının etkileyen muhtemel ek faktörlerin sayıca az bazılarıdır.

## 4. SONUÇ

Gold (1981), 1960'lı ve 1970'li yıllar arasında yapılan yayılma etüdlerinin bazılarının bir incelemesini yaparken,

"... Şimdiye kadar yapılan en değerli katkı daha derine işleyici kavramlara daha iyi

## REFERENCES

- BROWN, L.A., 1981, 'Innovation diffusion: A new perspective', Methuen, New York.
- DAVIES, S., 1979, 'The diffusion of process innovations', Cambridge University Press, Cambridge, England.
- GOLD, B., 1981, 'Technological diffusion, in industry: research needs and shortcomings', Journal of Industrial Economics, vol. 29, No. 3, p. 247.
- GRILICHES, Z., 1957, 'Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technical Change', Econometrica, vol. 25, p. 502.
- MANSFIELD, E., 1961, 'Technical change and the rate of imitation', Econometrica, vol. 29, No. 4, p. 747.
- METCALFE, J.S., 1970, 'Diffusion of innovation in the Lancashire Textile Industry', The Manchester School of Economic and Social Studies, vol. 38, p. 145.
- METCALFE, S., 1982, 'On the diffusion of innovation and the evolution of technology' paper presented at the TCC-Conference, Technical Change Centre, London.
- NABSETH, L. and RAY, G.F., 1974, 'The diffusion of new industrial processes - an international study', Cambridge University Press, Cambridge, England.
- RAY, G.F., 1984, 'The diffusion of mature technologies', Cambridge University Press, Cambridge, England.
- SMITH, R.J., 1974, in 'The diffusion of new industrial processes - an international study', edited by L. Nabseth and G.F. Ray, Cambridge University Press, Cambridge, England.
- SOETE, L. and TURNER, R., 1984, 'Technology diffusion and the rate of technical change', The Economic Journal, vol. 94, p. 612.
- SOETE, L., 1985, 'International diffusion of technology, industrial development and technological leapfrogging', World Development, vol. 13, p. 409.
- SUTHERLAND, A., 1959, 'The diffusion of innovation in cotton spinning', Journal of Industrial Economics, vol. 7, p. 118.
- STONEMAN, P., 1980, 'The rate of imitation, learning and profitability', Economic Letters, vol. 6, p. 179.
- STONEMAN, P., 1981, 'Interfirm diffusion, Bayesian learning and profitability', Economic Journal, vol. 91, p. 375.

ölçülere, daha kapsamlı analitik çerçevelere ve kapsanacak değişken özellikli olayların daha geniş örneklemlerine olan gereksinimin ortaya çıkmış olmasıdır."

demektedir. Her ne kadar son zamanlarda, yayılım literatürünün geniş olanına önemli katkılar yapılmışsa da [Davies 1979; Brown 1981; Metcalfe 1982; Stoneman 1980; 1981 Soete and Turner ve Soete 1985], Gold'un sözlerinin geçerliliği genelde tartışılmaz görünmektedir. Bu özellikle dünya tekstil endüstrileri bağlamında doğru gözükmektedir. Açıkça görülüyor ki eğer bu konudaki kavrayışın zenginleştirilmesi isteniyorsa ileri araştırmalar için sınırsız olanak ve belirgin bir gereksinim vardır.

# Tekstil Liflerinde Oriyantasyon Parametrelerinin Tayini Yöntemleri

Hanife ÜNAL

Doç. Dr.

Ege Üni. Müh. Fak. Tekstil Müh. Bölümü - İZMİR

Bir tekstil lifinde, yapı elemanlarının lif eksenine etrafındaki oriyantasyonlarının bilinmesi ve değişimlerinin tayin edilmesi çok önemlidir. Çünkü bu parametreler, her türlü termik işleme karşı çok duyarlıdır ve lifin fiziksel ve mekanik özelliklerini büyük ölçüde etkilerler.

Bu yazıda,  $f$  genel oriyantasyon faktörünü belirlemede, en yaygın olarak kullanılan, birkaç fiziksel yöntem üzerinde durulacaktır. Makromolekül zincirlerinin, lif eksenine etrafındaki genel oriyantasyonunu tayin etmede kullanılan yöntemlerin başında IR dikroizm, çift kırıcılık, ses hızı ve Young modülünü ölçme yöntemleri gelmektedir.

Buna karşılık, amorf faza ait oriyantasyon  $f_a$  parametresini doğrudan tayin etmek mümkün değildir. Uygun bir X ışını difraksiyonu yöntemi ile elde edilen kristalin faza ait oriyantasyon parametresi  $f_c$  ve  $f$  yardımı ile hesaplanabilmektedir.

Bu nedenle, oriyantasyon parametrelerinin tayininde büyük ağırlığı olan ve rutin ölçmelerin kontrolünde kullanılan basit X ışını difraksiyonu yöntemleri ile, her türlü kristalin yapıya uygulanabilen M.WILCHINSKY yönteminin açıklanması ve hesaplama yolları bir başka yazıda verilecektir.

## MEASUREMENT METHODS OF ORIENTATION PARAMETER IN TEXTILES FIBERS

The knowledge of the degree of orientation of the various morphological units of a textile fiber is of great value. This is because these parameters are very sensitive to every kind of thermomechanical treatments and they strongly influence the physical and mechanical characteristics of fiber material.

In this article, a few of very commonly used physical measurement techniques of general orientation factor  $f$  are discussed.

The general orientation function of macromolecular chains, relative to the fiber axis, may be calculated from IR dichroism, from birefringence, from measurement of sound velocity and Young modulus. However, the orientation parameter of the amorphous state cannot be measured directly. If the orientation parameter of the crystalline state  $f_c$  is determined with a suitable X-Ray diffraction technique,  $f_a$  can be calculated by an equation containing  $f_c$ ,  $f_a$  and  $f$  as parameter.

For this reason, X-ray diffraction techniques which has a vital function in the determination of orientation parameters and in the controlling of the routine tests and M.WILCHINSKY method, which is a most general technique and which can be applied to the more general crystalline systems will be treated in a further study.

## I. GİRİŞ

Tekstil liflerini diğer maddelerden ayıran en önemli fark, çok fazla anizotrop olmalarıdır. Bununla beraber, moleküler veya daha üst düzeydeki yapı elemanlarının, lif eksenine etrafında, iyi veya kötü oriyantasyonu fiziksel özellikler için iyi bir ölçü oluşturmaktadır. Her ikisi de selülozik ve benzer kristalin yapıya sahip, pamuk ve rami lifleri bu açıdan karşılaştırıldığında, fiziksel ve mekanik özelliklerindeki fark hemen göze çarpmaktadır.

Pamuk liflerinde, fibriller yapının helis şeklinde oluşu ve kristalitlerin lif eksenine boyunca zayıf oriyantasyonu, deforme olma yeteneğinin kopma uzamasının ve burulma mukavemetinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Buna karşılık rami liflerinde selülozik zincirlerin ve kristalitlerin lif eksenine boyunca oriyantasyonları oldukça iyidir. Bu nedenle, rami lifleri, daha yüksek bir rijidlik modülü ve daha yüksek bir kopma mukavemetine sahiptirler. Bunun sonucu olarak, iplik oluşumu ve dokuma basamaklarında oldukça farklı davranarak, sorun yaratırlar. Üstelik elde edilen tekstil ürünleri daha az kullanışlı ve sürtünmeye karşı daha az dayanıklı olmaktadır.

Gelişen teknoloji ile, farklı amaçlara yönelik, çok sayıda yapay lif üretilmiş ve üretilmektedir. Bunun tabii sonucu olarak da, bunların fiziksel özelliklerini belirlemede kullanılan fiziksel yöntemler çok fazla gelişmiş ve sayıları da artmıştır.

Yapay liflerin temel yapısı oriyantasyonu, klasik sistemlerde, filamentlerin elde edilmesini müteakip, uygulanan çekme işlemleri ile sağlanıyordu. Yeni entegre sistemlerde, filamentlerin oluşması esnasında oriyantasyon da gerçekleştirilmektedir. Polyester ve poliamid lifleri bu şekilde lif oluşumu basamağında oriyante edilebilen