

---

SERİ **B**

CİLT **34**

SAYI **2**

**1984**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

**ORMAN FAKÜLTESİ**  
**DERGİSİ**



# KAĞIT ENDÜSTRİSİNDE KULLANILABİLEN SENTETİK LİFLERİN ÖZELLİKLERİ

Dr. S. Can AKKAYAN<sup>1</sup>

## K İ s a Ö z e t

Kağıdın kullanım yerleri bugün çok çeşitlenmiştir. Özellikle endüstriyel kağıtlar grubunda yüksek dirence sahip kağıtlar kullanışlı olmaktadır. Oysa ki doğal lifler ile kağıt yapımında ulaşılan fiziksel özelliklerdeki gelişmeler sınırlıdır. Bu nedenle kimyasal yöntemlerle elde edilen organik, inorganik ve metal kökenli sentetik lifler kağıt üretiminde kullanılmaktadır. Gelecekte de aynı amaçta daha başarılı sonuçlar elde edileceği muhakkaktır.

## I. GİRİŞ

İlk kağıt örneğinin M.S. 105 yılında Çin'de yapımından bugüne dek kağıt endüstrisinde çok büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Diğer taraftan aynı süre içinde lif teknolojisinde de bazı olumlu gelişmeler olmuştur. Birbiriyle çok yakın ilişkisi bulunan bu gelişmeler ve insanların çeşitli özelliklerdeki kağıtlara olan ihtiyaçlarının da devamlı artması gibi nedenlerle, bugün artık modern kağıt yapımında kullanılan lifler yalnızca doğal bitki liflerinden elde edilmemektedir. Organik sentetik lifler, mineral lifleri, cam, kuvars, amyant, metal lifleri ve diğer bir çok yapma lif değişik oranlarda kağıt hamuruna karıştırılarak kullanılabilirlerdir.

Anorganik lifler dışında kağıt endüstrisinde kullanılan doğal ve sentetik liflerin tümü polimer karbon birleşikleridir. Polimer birleşikler monomer moleküllerin çok fazla sayıda birleşmesi ile oluşmuş büyük moleküllerdir. Ancak, polimer moleküllerin özellikleri temel molekül olan monomerden tamamen farklıdır.

Sentetik lifler, özellikle organik kökenli sentetik lifler son 20-30 yıldır lifsel materyal kullanan kağıttan başka bir diğer endüstri kolu olan tekstil endüstrisinde kendilerini kabul ettirmişlerdir. Fakat düşük maliyet ile üretilebilmeleri konusunda halâ yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Kağıt endüstrisinde de büyük bir ticari kazanç henüz sağlanamamıştır. Ancak bugün çeşitli amaçlar için kullanılan pek çok kağıt yapılarında mevcut olan karakteristiklere göre sınıflandırıldığı zaman, hemen hemen hepsinde sentetik liflerin kullanılabilirlik olanağının bulunduğu ve çok dayanıklı, yüksek fiziksel direnç özelliklerinde kağıtlar elde edildiği görülmektedir. Özellikle endüstriyel kağıtlar grubunda sentetik lifler çok daha yaygın ve yüksek oranlarda kullanılabilirlerdir. Çünkü bu kağıtlar için gerekli olan dayanıklılık ve yüksek direnç özellikleri doğal lif hamuruna sentetik liflerin karışımı ile kolaylıkla sağlanabilmektedir. Oysa ki yalnızca doğal liflerden kağıt üretiminde ulaşılan

<sup>1</sup> I. Ü. Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı.



fiziksel özelliklerde yapılabilecek gelişmeler sınırlı olmaktadır. Diğer yandan kağıt yapımı için uygun özellikde olmayan veya az uygun olan materyalin sentetik liflerle ortak kullanımı sonucunda nitelikleri üstün kağıtların yapımı da söz konusu olmaktadır. Kısaca kağıt endüstrisinde de sentetik liflerin kullanılmasıyla birçok olumlu sonuçlar elde edilmektedir.

Sentetik lifler üretim şekillerine göre 3 gruba ayrılmaktadırlar :

- 1 — Homopolimer Lifler — Bir çeşit monomerin,
- 2 — Kopolimer Lifler — İki ayrı monomerin,
- 3 — Heteropolimer Lifler — Üç ayrı monomerin polimerleşme reaksiyonu ile meydana gelmektedirler.

Sentetik liflerle birlikte bütün doğal liflerde bu 3 tip polimer grubundan birisine dahildirler. Doğal lifler çoğunlukla homopolimer veya kopolimerdir.

Selüloz liflerinde olduğu gibi sentetik liflerde de polimer zincirlerinin birbirlerine paralel ve düzenli olduğu «kristalin alan», düzensiz ve karışık olduğu «amorfl alan» denilen iki bölge bulunmaktadır.

Sentetik liflerin kimyasal yapısı, boyu, çapı, parlaklığı, ısı iletkenliği, nem çekme, su ile kısılma, boyanma ve liflere uygulanan yüzey işlemi üretilen kağıdın fiziksel ve direnç özelliklerini tayin etmektedir. Sentetik liflerin teğhisi ve tanımında da özellikle birbirinden farklı enine kesitlerin önemli rolü olmaktadır. Yuvarlak, destere dişli, loplu, az veya çok köşeli şekillerde enine kesitlere rastlanılmaktadır. Örneğin, viskoz reyonu dişli, nitrat reyonu derin loplu, bakır reyonu köşeli, naylon yuvarlak, terilen yuvarlak, cam lifi yuvarlak enine kesitlere sahiptirler.

Sentetik liflerin doğal liflerden bir ayrıcalığı döğme ile liflenmemeleridir. Doğal liflerdeki bu liflenmenin oluşturduğu lifler arasındaki bağlantı, sentetik liflerde bazı inorganik veya organik bağlayıcılar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu bağlayıcıların seçimi oldukça güçtür. Elde edilecek kağıdın özelliklerine de etkisi olması bakımından bağlayıcının gerek sentetik gerekse doğal lif için uygun olanının seçimi gerekmektedir.

Sentetik liflerin yapısal üstünlükleri, kağıt yapımında doğal liflerle birlikte veya saf olarak kullanılmaları halinde kağıda kazandırdıkları önem gibi nedenlerle burada, kağıt yapımında kullanılabilen sentetik liflerin çeşitleri, özellikleri, kullanım şekilleri ve üretilen kağıttaki etkileri gibi konulara değinilecektir.

## II. SENTETİK LİFLERİN SINIFLANDIRILMASI

Lif teknolojisinde, lifler çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılmakla beraber kökenleri bakımından yapılan tasnif birçok yönüyle daha uygun olmaktadır. Kökenlerine göre lifler :

A) Doğal Lifler

B) Yapma Lifler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Sentetik liflerde yapma lifler grubunda bulunmaktadır.

Değişik yazarlar yapma lifleri; yapay lifler, suni lifler, insan yapısı lifler gibi adlar altında ifade etmektedirler. Ancak burada bir noktaya dikkat etmek gerekmektedir. Suni lifler esas itibariyle doğal olarak mevcut olan maddelerden bazı kimyasal ve fiziksel yöntemlerle şekil değiştirilmesi sonucu üretilen liflerdir. Örneğin; türetilmiş (regener) bir lif olarak gruplandırılan «Reyon» bu gruptandır. Selülozun kimyasal yollarla elde edilmiş ve ıslah edilmiş bir şeklidir. Asıl konumuz olan sentetik lifler ise doğrudan doğruya kimyasal reaksiyonlarla elde edilen maddelerin sentezi sonucunda oluşan polimerlerdir. Naylon, terilen v.b. gibi.

Yapma lifler aşağıda görüleceği gibi önce 3 temel gruba, sonra da bazı alt gruplara ayrılmaktadır. Şöyle ki;

1 — Organik Sentetik Lifler

- 1.1. Reyon Lifleri
- 1.2. Akrilik Lifler
- 1.3. Poliamid Lifler
- 1.4. Poliester Lifleri

2 — İnorganik Sentetik Lifler

- 2.1. Cam Lifleri
- 2.2. Seramik Lifleri

3 — Metal Lifleri

### III. SENTETİK LİFLİ KAĞITLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

% 100 Sentetik liflerden veya doğal liflere değişik oranlarda sentetik liflerin karıştırılması ile elde edilen kağıtlar genel olarak klasik yöntemlerle elde edilen kağıtlardan farklı şu özelliklere sahip olmaktadır.

1 — Gerek yaş gerekse kuru halde yüksek fiziksel direnç özellikleri elde edilmektedir.

2 — Anorganik asit, organik çözücüler ve tuz çözeltileri gibi kimyasal maddelerin etkilerine karşı dayanıklıdır.

3 — Rutubet, güneş ışığı, sıcaklıktan az etkilenmekte hatta bazı hallerde hiç etkilenmemektedirler.

4 — Biyolojik etkenlerin tahriplerine karşı dayanıklıdır.

5 — Baskı için uygun özelliktedir.

6 — Özellikle cam, silikat ve seramik liflerinden yapılan kağıtlarda olduğu gibi yüksek derecelerde ısınmaya ve yanmaya karşı çok fazla mukavimdirler.

7 — Kağıdın metal lifleri ile sıvandığı ve metal liflerinin kağıt hamuruna karıştırıldığı zamanlarda olduğu gibi elektriği iletme özelliğini kazanmaktadır.

Görüldüğü gibi sentetik liflerin kağıt endüstrisinde kullanımları üretilen kağıda çok yönlü yararlar sağlamaktadır. Ayrıca kağıdın kullanım alanlarında bir çeşitlenme ve genişlemede söz konusu olmaktadır.



#### IV. KAĞIT ENDÜSTRİSİNDE KULLANILABİLEN SENTETİK LİFLERİN ÖZELLİKLERİ

##### 1. Organik Sentetik Lifler

###### 1.1. Reyon Lifleri

Reyon lifleri türetilmiş bir lif olmaları ile yapma lifler grubuna girmekte ve kökenlerinin selüloz olması nedeniyle de organik sentetik lifler grubuna dahil edilmektedirler. Ancak, gerçek anlamda bir sentetik lif olarak elde edilmemektedirler. Selülozun uygun çözücülerde çözündürülmesinden sonra lif halinde çöktürülmesiyle üretilmektedirler. Kullanılan çözücüye göre reyonlar farklı özelliklere sahiptirler ve değişik isimler alırlar. Viskoz reyonu, bakır reyonu gibi.

Kağıt yapımında kullanılabilirliği bakımından çok ümit vericidirler. Ancak burada yalnızca sentetik liflerin konu edilmesi nedeniyle reyonlar hakkında daha fazla bilgi verilmemektedir.

###### 1.2. Akrilik Lifler

Bu lifler akrilonitril ( $\text{CO}_2 = \text{CH} - \text{CN}$ )'in polimeri veya kopolimeridirler. Etilen oksidin HCN ile reaksiyonu sonucunda üretilmektedirler. Kimyasal maddelere, ışık ve sıcaklığa karşı dayanıklılık özelliğine sahip olmaları ile tanınmaktadır. Örneğin; % 100 akrilik liflerinden yapılan bir kağıt aylarca toprak altında gömülü kalsa dahi direnç özelliklerinden hiçbirşey kaybetmemektedir.

Birçok ülkede değişik ticari adlar altında akrilik lifleri üretilmekte ve özellikle tekstil endüstrisinde çok miktarda kullanım yeri bulmaktadır. Örneğin; ülkemizde de çok bilinen bir isim olarak *Orlon* ayrıca *Akrilan*, *Dralon* ve *Acribel*'i sayabiliriz.

##### Akrilik Liflerinin Özellikleri

Akrilik lifleri anorganik asitlerin ve organik çözücülerin etkilerine dayanıklıdır. Ancak birkaç özel organik çözücüde çözünmektedirler. Malonik asid dinitrili, glikolik asid nitrili, dimetil sulfoksit, etilen karbonat, oksipiralidan bu organik çözücülerdendir. Ayrıca lityum bromür, alüminyum klorat, sodyum, kalsiyum ve amonyum rodanür ile çinko klorür tuzlarının çözeltilerinde de çözünür. Kuvvetli alkalilerde bozunur, seyreltik alkalilerde ise polimerleşme derecesi düşer ve renkleri sararır. Çözücülere karşı dayanıklılık yapısındaki moleküller arası çekim kuvvetinin fazla oluştundan meydana gelmektedir. Aynı nedenle bu lifler boyar maddelerden de etkilenmemektedirler. Bunu önlemek için polimer moleküle polar gruplar veren bir monomer az miktarda katılarak kopolimer lif yapılır. Böylece çözücülerin ve boyar maddelerin yapaya girmeleri sağlanmaktadır.

Akrilik lifleri çabuk kurur, ağartıcı maddelere karşı da dayanıklıdır, etkilenmez fakat fiziksel direncinden kaybederler. Hafif ve yumuşaktırlar.

50°C da bir hafta süre ile değişik kimyasal maddelerin etkisi altında kalması halinde akrilik liflerinin gerilme direncinde meydana gelen değişimler aşağıda görülmektedir.

Tablo 1. Bazı kimyasal maddelerin akrilik liflerine ilişkin etki oranları.

| Kimyasal Madde                      | Korunabilen<br>Kopma Direnci |
|-------------------------------------|------------------------------|
| H <sub>2</sub> O                    | 90                           |
| % 10 NaOH                           | 87                           |
| % 10 NaCl                           | 89                           |
| % 30 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 87                           |
| % 10 HCL                            | 95                           |
| % 10 HNO <sub>3</sub>               | 83                           |
| % 3 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>   | 73                           |

Akrilik liflerinin rutubetden az etkilenmesi ıslak halde yüksek bir gerilme direnci ve değişik rutubet şartlarında ebatsal kararlılık özelliğini kazanmalarını sağlamaktadır. Bütün özelliklerde olduğu gibi bu özellikte akrilik lifleri ile selüloz karışımlarından üretilen kağıtlarda da saptanabilmektedir. Örneğin % 5 kadar akrilik lifinin selüloz lif hamuruna katılmasıyla üretilen kağıtlarda ebatsal kararlılık % 20 - 25 e ulaşmaktadır.

Birçok sentetik liflerin aksine, usulüne uygun şekilde üretilmiş akrilik lifleri suda dövme ile mekanik bir birleşme yapabilmektedirler. Sıcak silindirme, bazı reçinelerin ilavesi ile de bağlantının sağlanması bu tür liflerin ilavesi ile yapılan kağıt üretiminde kullanılmaktadır. Değişik bağlantı sistemlerinde ulaşılan fiziksel özellikler ve direnç değerleri aşağıdaki tabloda karşılaştırılmaktadır.

Tablo 2. Değişik bağlantı sistemlerinin akrilik lifler üzerindeki etkisi.

| Özellikler               | Bağlan-<br>madan | Meka-<br>nik<br>Bağ-<br>lanma | Sıcak Silindirme   |                     |                      | Bağlayıcı<br>İlavesi |       |
|--------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------|
|                          |                  |                               | 72 °F<br>(22,2 °C) | 200 °F<br>(93,3 °C) | 240 °F<br>(115,5 °C) | %2                   | %6    |
| Gramaj gr/m <sup>2</sup> | 134              | 137                           | 135                | 135                 | 135                  | 130                  | 139   |
| Kalınlık mm              | 0,89             | 0,36                          | 0,19               | 0,16                | 0,15                 | 0,38                 | 0,40  |
| Kopma direnci<br>kg/cm   | —                | 4,13                          | 3,07               | 4,05                | 7,40                 | 5,31                 | 6,29  |
| Patlama direnci<br>kg    | —                | 12,70                         | 9,52               | 18,14               | 26,76                | 13,60                | 18,14 |

#### Akrilik Lifli Kağıtların Kullanım Yerleri

Akrilik Liflerinin sahip olduğu kimyasal ve fiziksel özellikler bu lifleri ihtiva eden kağıtların kullanım alanlarının belirlenmesinde ilk etmen olmaktadır. Nylon

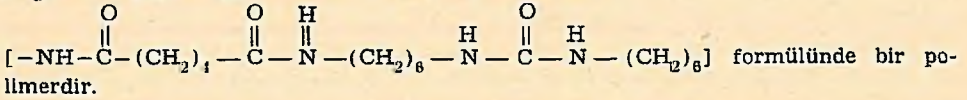


yani poliamid ve poliester liflerine göre daha ucuz oluşları da kullanım miktarlarını arttırmaktadır. Akrilik lifli kağıtların belli başlı kullanım yerleri arasında şunları sayabiliriz :

1. Aşındırıcı özellikte olan sıvı ve gazların süzülmesi için kullanılan özel filitlerler,
2. Yüksek sıcaklığa dayanıklı levhaların yapımında,
3. Yüksek sıcaklık da elektrik izolasyonu amacıyla kullanılmaktadır.

### 1.3. Poliamid Lifler

Poliamid lifler grubunda bugün en çok bilinen *Naylon*dur. Naylon bir diasid olan adıbik asit  $[\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}]$  ve diamin, heksametilen diaminden  $[\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2]$  kondensasyon yoluyla üretilen



1930 yılında bulunan naylon liflerinin üretimi ve özellikleri daha sonraki yıllarda bilhassa Almanya'da yapılan çalışmalarla çok geliştirilmiştir. Bugün birçok ülkede *Perlon*, *Prenaylon* gibi değişik ticari adlar ile üretilmektedir.

Poliamid lifler üretilen polimerin çeşidine ve üretim metoduna bağlı olarak değişik fiziksel özelliklere sahip olmaktadır. Yoğunluğunun düşük olması nedeniyle gerilme direnci ve dayanıklılığı yüksektir. Suda çekmez, yanmaz, çabuk ve iyi boyanabilme özelliğindedir. Kimyasal özellikler yönündense oda sıcaklığında kimyasal reaktiflerin ve organik çözücülerin hemen hepsine karşı dayanıklıdır. Yalnızca değişik anorganik asitlerde bozunur ve hipoklorit gibi ağartıcılardan etkilenir. Poliamidler, polimerin kimyasal yapısındaki karakteristik gruplara göre de farklı reaksiyonlar göstermektedirler. Örneğin, naylon kimyasal yapısında yukarıda görüldüğü gibi amin ve karboksil asit gruplarına sahiptir. Bu gruplar farklı karakteristik reaksiyonlar vermektedirler. Amin grubu asit, karboksil grubu ise bazik özellikleri olan boyar maddeler ile reaksiyona girmektedir.

### Poliamid Liflerin Kağıt Endüstrisinde Kullanım Özellikleri :

1) Tüm sentetik liflerin kağıt üretiminde kullanımı sırasında müşterek bir özellikleri lif boylarının çok uzun olmasıdır. Poliamid lifleri içinde bu söz konusudur. Bu nedenle naylonun kağıt endüstrisinde kullanımı sırasında iyi bir tabaka formasyonuna oluşabilmesi için lif boyları kesilerek kısaltılmaktadır. Kağıt endüstrisinde poliamid lifleri kullanılırken en uygun lif boyu, lifin kalınlığına bağlı olarak 3 - 25 mm arasında değişmektedir.

2) Poliamid lifleri ve özellikle naylon lifleri kağıt endüstrisinde kullanılmak için her hangi bir işleme gerek olmayacak şekilde hazır olarak satılmaktadırlar. Oda sıcaklığında, su içinde az bir karıştırma ile lifler tamamen dağılır ve kullanım için uygun olur. Kağıt yapımı sırasında da bu lif karışımının Jordan, diskli rifayner veya bunlara benzer bir rafinörden geçirilmesi gereği yoktur. Bu şartlar altında Poliamid lifleri ile bilinen kağıt makinelerinde üretim yapılabilir. Ancak naylon lifleri-

nin doğal selüloz liflerine hollenderde gerektiği kadar dövülmesinden sonra karıştırılması uygun olmaktadır.

3) Poliamid liflerinde dövme ile liflenmenin olmaması nedeniyle kağıt tabakasının oluşumunu gerçekleştirmek için bazı bağlayıcılar kullanılmaktadır. Bunlar arasında en eski bir bağlayıcı olarak bilinen kalsiyum tiyo siyanat  $\text{Ca}(\text{SCN})_2$ , polvinil

alkol  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C}=\text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$  en fazla kullanılanlarıdır. Sıcak presleme ile ısı uygulamasının da lifler arası bağlantıda etkin rolü olmaktadır.

4) %100 poliamid liflerinden yapılmış kağıtların yanı sıra özellikle Amerikada odun selülozu ile değişik oranda naylon lifi karışımlarından bazı kağıtlar üretilmektedir. Bu tür kağıtlar %100 naylon kağıtlara nazaran daha ucuz olduğu için ticari piyasada daha fazla kullanılmaktadır.

5) Poliamid liflerinin doğal liflerle birlikte kullanımları sırasında %0.5 - 1 gibi çok seyrek suspansiyonlar halinde çalışmanın uygun olduğu araştırmacılarca saptanmıştır.

#### Poliamid Lifli Kağıtların Direnç Özellikleri

Değişik oranlarda poliamid lifi karıştırılarak üretilmiş kağıtlarda fiziksel direnç ve kimyasal özellikler bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerin başlıcaları şunlardır :

- 1 — Poliamid lifin ve doğal selüloz liflerinin özellikleri ve karışım oranları,
- 2 — Liflerin bağlanma tipi ve derecesi,
- 3 — Bağlantı için kullanılan maddenin miktarı.

Poliamid lifler gerek %100 saf olarak gerekse değişik oranlarda doğal liflere karıştırılarak kullanılması halinde üretilen kağıtlar yüksek direnç özelliğindeki sentetik liflerin etkileri ile ağırlıkça hafif, buna karşın çok yüksek fiziksel direnç değerlerine sahip olmaktadır. %100 naylon liflerinden yapılmış kağıtların fiziksel direnç değerleri, yüksek randımanlı kraft selülozundan yapılmış kağıtlardan 4 defa daha yüksek değerlere sahiptir. Aşağıdaki tabloda %100 naylon lifli kağıtların bazı fiziksel direnç özelliklerine ait değerler verilmektedir. Bu tabloda aynı zamanda değişik orandaki bağlayıcı maddelerin etkinliği de görülmektedir.

Tablo 3. % 100 naylon lifli kağıtlarda fiziksel direnç özellikleri.

| Yapıştırıcı miktarı | Gramaj            | Kopma Direnci | Gerilme | Yırtılma Faktörü | Patlama Direnci    |
|---------------------|-------------------|---------------|---------|------------------|--------------------|
| %                   | gr/m <sup>2</sup> | kg/cm         | %       | gr               | kg/cm <sup>2</sup> |
| 5                   | 85                | 5,893         | 33      | 1228             | 6,16               |
| 10                  | 85                | 5,716         | 15      | 1056             | 4,69               |
| 15                  | 67                | 3,572         | 33      | 1021             | 7,70               |
| 30                  | 67                | 6,073         | 44      | 1226             | 10,08              |
| KRAFT               | 85                | 2,144         | 3       | 280              | 2,45               |




**Poliamid Lifli Kağıtların Kullanım Yerleri :**

Bu tür kağıtlar çoğunlukla harita ve para kağıdı olarak kullanılmaktadırlar.

**1.4. Poliester Lifleri**

Ticari amaçlı ilk poliester lifi, etilen glkol.  $\begin{pmatrix} \text{CH}_2-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{pmatrix}$  ile teraftalik asit den

(HOOC —  — COOH) elde edilmiştir. Daha sonra *Terilen*, *Tergal*, *Dacron*, *Dio-len*, *Terital*, *Vicron* gibi değişik ticari adlar altında birçok ülkede üretilmiş ve tekstil endüstrisinde de kullanılmışlardır. Poliester kelimesi genel olarak bir dialkol ile dikarboksil asidin kondensasyon ürünü olan uzun zincirli polimerlere verilen isimdir. Bu genel tarifin yanı sıra poliester lifleri kimyasal yapıları bakımından değişiklik göstermekteyseler de hepsinin temelini aromatik veya sisiloolifatik dibasik asid ile alifatik glikoz oluşturmaktadır.

Poliester lifleri çok az rutubet ihtiva etmektedirler. Nem çekme özellikleri de azdır. Bu özelliklerinden kağıt da yaş ve kuru haldeki dirençler farklılık göstermekte ve boyutsal bir kararlılık da söz konusu olmaktadır.

Oda sıcaklığında, nisbi rutubetin 0 dan % 100 e çıkarılması ile değişik sentetik liflerin boyutlarındaki değişmelerin poliester lifleri ile mukayesi aşağıda verilen tabloda yapılabilmektedir.

Tablo 4. Sentetik liflerde nisbi rutubetin lif boyuna etkisi.

| Lif                    | Lif Boyundaki Artış<br>% |
|------------------------|--------------------------|
| Rayon                  | 3.4                      |
| Naylon (Poliamid lif)  | 2.4                      |
| Asetat                 | 2.1                      |
| Orlon (Akrilik lif)    | 0.3                      |
| Pamuk (Doğal lif)      | 0.2                      |
| Dakron (Poliester lif) | 0.1                      |
| Cam lifi               | —                        |

Görüldüğü gibi bir poliester lifi olan Dakron nispi rutubet değişiminden ancak % 0.1 oranında etkilenmektedir. Böylece yapısal özellikleri nedeniyle bu koşullardan hiç bir şekilde etkilenmeyen cam liflerine en yakın durumda bulunmaktadır. Bu özellik poliester lifleri için diğer bazı kullanım yerlerinde olduğu gibi kağıt endüstrisinde kullanımları sırasında da çok büyük önem kazandırmaktadır.

Poliester liflerinin diğer bir üstün özellikleri de kimyasal yapılarından doğmaktadır. Şöyleki; aromatik veya alifatik dibasik asidlerin poliesterleri dayanıklılıkları fazla, erime noktası yüksek ve oksidatif bozulmalardan etkilenmeyen özellikler gös-

termektedir. Kimyasal yapılarında reaktif grupların olmamasından boyanmaları güç olmaktadır. Hernekadar reaktif gruplardan olan karboksil ve hidroksil grupları bulunmaktaysa da, konsantrasyonları düşük olduğundan etkin olamamaktadırlar.

#### **Poliester Liflerinin Kağıt Endüstrisinde Kullanım Özelliği :**

Poliester lifleri tekstil endüstrisinde bir kıvrırma kademesinden geçirilerek kullanılmaktadırlar. Kağıt yapımında ise liflerin düzgün olması gerektiği için böyle bir işleme gerek yoktur.

Kağıt üretimi için en uygun poliester lif boyu 3 - 18 mm. olup, lifler arasında bağlantının sağlanması için çeşitli bağlayıcı maddeler kullanılmakta ve üretim sırasında seyreltik süspansiyonlar halinde çalışmak lazım gelmektedir.

Poliester lifleri, kağıt üretiminde poliamid liflerinin özellikle naylonun gösterdiği özelliklere sahiptir. Herhangi bir ön işleme gerek olmadan kağıt endüstrisinde kullanılabilir şekilde satılmaktadırlar.

#### **Poliester Lifli Kağıtların Direnç Özellikleri :**

Poliester lifleri ihtiva eden kağıtlar, bu liflerin kimyasal yapılarından gelen dayanıklılık özelliklerinin etkinliği nedeniyle hemen hemen naylon kadar yüksek fiziksel direnç özelliklerine sahiptirler. Sıcak ve soğuk haldeki zayıf asit çözeltilerinden etkilenmemelerine rağmen, sıcak kuvvetli asitlere ve ester yapıları üzerine tesir edip, hidrolize neden olan kuvvetli alkali çözeltilerine karşı dayanıklı değildirler. Güneş ışığından zarar görmemekteyse de uzun süre ultraviyole ışıkları bozucu etkiler yapmaktadır.

Kağıt üretimi sırasında bağlayıcıların kullanım oranının fiziksel direnç değerleri üzerine tesiri olmaktadır. Bu durum aşağıdaki tabloda da açıkça görülmektedir.

Tablo 5. % 100 poliester lifli kağıtların direnç özellikleri.

| Bağlayıcı Madde Mik. | Gramaj            | Kopma Direnci | Gerilme | Yırtılma Direnci | Patlama Direnci    |
|----------------------|-------------------|---------------|---------|------------------|--------------------|
| %                    | gr/m <sup>2</sup> | kg/cm         | %       | gr               | kg/cm <sup>2</sup> |
| 10                   | 83                | 3,931         | 8       | 384              | 9,24               |
| 25                   | 100               | 8,221         | 33      | 680              | 10,92              |
| KRAFT                | 67                | 2,144         | 3       | 280              | 2,45               |

Bu tabloda aynı zamanda doğal liflerden elde edilen Kraft kağıtlarına oranla %100 poliester liflerinden oluşmuş kağıtların fiziksel direnç üstünlükleride görülmektedir.

Diğer yandan daha önce de sözünü ettiğimiz gibi bu lif grubunun düşük rutubet miktarına sahip olmaları üretilen kağıdın katlama ve yırtılma dirençlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu durumun mukayesesi aşağıda verilen tabloda belirgin olarak görülmektedir.



Tablo 6. Bazı sentetik liflerin yaş ve kuru haldeki mukavemetleri.

| Kağıt Türü                                    | Bağlayıcı Miktarı | Gramaj<br>9/m <sup>2</sup> | Kopma Direnci |              | Oran<br>Yaş/Kuru |
|---|-------------------|----------------------------|---------------|--------------|------------------|
|   | %                 |                            | Kuru          | Yaş<br>kg/cm |                  |
| Kraft   | —                 | 100                        | 4,464         | 0,357        | 0.08             |
| Harita Kağıdı<br>(Yüksek Islak Diren-<br>cde) | —                 | 89                         | 6,250         | 2,321        | 0.37             |
| Naylon (Poliamid)                             | 30                | 100                        | 9,108         | 5,000        | 0.55             |
| Dakron (Poliester)                            | 25                | 100                        | 8,215         | 7,501        | 0.91             |

%100 Dakron yani poliester liflerinden yapılmış kağıtların oda sıcaklığındaki yaş ve kuru halde direnç değerlerinin büyüklüğü belirgin olarak görülmektedir. Şüphesiz bu yüksek mukavemetde sentetik polimer liflerinin bağlayıcılarla iyi bir şekilde irtibat kurmasının etkin rolünün olduğu unutulmamalıdır.

Poliester liflerden %100 saf olarak veya doğal liflerle karıştırılarak Fourdiriner ve Rotoformer tipi kağıt makinelerinde iyi formasyonda kağıt elde edilmektedir. Doğal liflerle karışık olarak poliester liflerinin kullanımı sırasında; poliester liflerinin, hamura doğal liflerin dövülmesinden sonra ilave edilmesi gerekmektedir.

#### Poliester Lifli Kağıtların Kullanım Yerleri

Poliester lifleri kağıda elektrik yalıtkanlığı özelliğini kazandırmaktadır. Bu nedenle elektrik izolasyonu amacıyla kullanılmaktadırlar. Ayrıca liflerin boyutsal kararlılığa sahip olmaları ve son ürün kağıtda da aynı özelliklerin bulunması ile elektronik cihazların iç kaplamalarında, kompüter şeritlerinde, harita ve kopya kağıdı yapımında kullanım yeri bulmaktadırlar.

## 2. İnorganik Sentetik Lifler

### 2.1. Cam Lifleri

Cam lifleri havanın tesirlerine karşı dayanıklı, çürüme, yanma ve rutubetten etkilenmeme gibi üstün özelliklere sahiptir. Bu özelliklerini doğal lif hamuru ile karıştırılarak kağıt üretiminde kullandıkları zamanda korumaktadırlar. Cam liflerinin kağıt endüstrisine girişi filtre materyali olarak daha dayanıklı ve kullanışlı yeni bir maddeye duyulan çok şiddetli isteklerin sonucuyla olmuştur. Bugün filtre amacı ile bu liflerden karıştırılarak üretilen kağıtların yanı sıra özel maksatlarla bazı diğer kağıtlarda da cam lifleri kullanılmaktadır.

#### Cam Liflerinin Kağıt Endüstrisinde Kullanılma Özelliği

Kağıt endüstrisinde lif hamuruna karıştırılan cam lifleri yapısal bakımdan bir ayırım yapılmadan yumuşak potasyum camından, sert borsilikat camına kadar de-

ğişik şekillerde üretilmiş olarak kullanılabilir. Ancak borsilikatlı camlar daha dayanıklı olmaları nedeniyle zaman zaman fazla tercih edilmektedirler.

100'lerce metre uzunluğunda üretilen cam liflerinin kağıt endüstrisinde kullanılmaları sırasında 6 mm. boyunda kesilmeleri gereklidir. Çap bakımından kullanılmaları için en uygun kalınlık  $6\mu$ 'dur.

Cam lifleri kağıt endüstrisinde çok dövülmüş sülfite selülozu, gazete kağıdı üretiminde kullanılan mekanik odun hamuru, kamyş selülozu ve pacavra selülozu ile karışımlar yaparak kullanılabilir. Karışım doğal lif hamuru için gerekli bütün rafinasyon işlemlerinden sonra olmaktadır. Zira rafinörlerde cam lifleri kırılarak boyca kısılmaktadır, şüphesiz buda bir kayıp olacaktır. Cam lifli kağıtların üretimi Fourdiriner ve Rotaformer kağıt makinelerinde yapılabilir. Sentetik liflerin çoğunda olduğu gibi, cam liflerinin kağıt üretiminde kullanılmaları sırasında bir yüzey işleminin yapılması gereklidir. Lifler arasında bağlantı için cam lifleri yüzeyleri aminyum hidroksit, demir hidroksit, bakır hidroksit, sucamı veya sodyum hidroksit ile muamele görmektedir. Eğer bu inorganik bağlayıcılar özel bir neden ile kullanılmıyorlarsa vanilin asetat, fenolik reçineler, polistearin, etil selüloz, polyesterler, melamin reçineleri ve silikonlarda etkili organik bağlayıcılar olarak kullanılabilir.

#### Cam Lifli Kağıtların Direnç Özellikleri

Cam lifli kağıtlar elektrik bakımından iyi bir yalıtkan, kimyasal maddelere, sıcaklığa ve hava etkilerine karşı dayanıklıdır. Doğal lif hamuruna ilave edilen cam liflerinin kimyasal yapıları, lif boyları, çapları ve üretim sırasında uygulanan yüzey işlemleri son ürün kağıdın fiziksel özellikleri üzerinde etkin olmaktadır.

Cam lifleri karıştırılması ile üretilen kağıtların sahip oldukları özellikleri şöylece özetleyebiliriz:

- 1 — Kağıdın serbestlik derecesi artmaktadır.
- 2 — Cam liflerinin su tutma kapasitesinin çok az olması ve nemden etkilenmemeleri gibi nedenlerle kağıt üretimi sırasında kuruma hızı artmakta dolayısıyla da kurutmada kullanılan buhar miktarı azalmaktadır.
- 3 — Cam liflerinin katılım oranına bağlı olarak son ürün kağıt az poroz olmakta fakat ıslak direnci artmaktadır.
- 4 — Cam liflerinin boyutsal kararlılığa sahip olması kağıt üretimi sırasında kuruma kaçemesinde gerek akış yönünde gerekse enine yönde kağıt da oluşan büzülme belirgin derecede azaltmaktadır.
- 5 — Kağıdın çürümeye ve bozulmaya karşı dayanıklılığı artmaktadır.
- 6 — Kağıdın asitlere ve diğer kimyasal çözeltilere karşı mukavemeti artmaktadır. Ancak hidroflorik, hidroklorik ve sıcak fosforik asit cam liflerine etki yaptığı için bu tür kağıtlar üzerinde de etkileri olmaktadır.
- 7 — Cam lifleri kısa lifli hamura veya mekanik odun hamuruna katılarak kağıt üretimi yapıldığında dahi yırtılma direnci artmaktadır.
- 8 — Sıcaklığın cam lifleri üzerinde etkisinin olmaması, kağıdın sıcaklığa karşı da boyutsal bir kararlılık kazanmasına neden olur.
- 9 — Ancak cam lifleri kağıt da katlama direncini düşürmektedir.



Değişik oranlarda cam lifi ilave edilmiş harita kağıdında ulaşılan fiziksel özellikler aşağıdaki tabloda görülebilmektedir.

Tablo 7. Cam lifli harita kağıdında fiziksel özellikler.

| Cam Lifi Karışım Oranı | Serbestlik | Gramaj            | Yoğunluk           | Patlama Faktörü | Yırtılma Direnci | Kopma Direnci | Çift Katlama | Porozite               | Opaklık |
|------------------------|------------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|---------------|--------------|------------------------|---------|
| %                      |            | gr/m <sup>2</sup> | gr/cm <sup>3</sup> | pts/lb/rm       | gr/lb/rm         | kg/cm         |              | Sn/100 cm <sup>3</sup> | %       |
| 5                      | 325        | 115               | 0.70               | 0.53            | 1.75             | 5,768         | 111          | 49                     | 84.7    |
| 10                     | 370        | 113               | 0.66               | 0.48            | 2.14             | 5,411         | 55           | 26                     | 82.0    |

#### Cam Lifli Kağıtların Kullanım Yerleri

1 — Bu tür kağıtların kullanım yerlerinin başında kimyasal maddelerden etkilenmemeleri özelliklerinden yararlanarak gaz ve sıvılarda iyi bir filtre amacıyla kullanılabilmesi gerekmektedir.

2 — Biyolojik zararlılara, sıcaklığa, rutubete ve yanmaya karşı dayanıklı olmaları uzun süre bozulmadan saklanması gereken dökümantasyon mataryellerinin korunması olanağını vermektedir.

3 — Cam liflerinin yapısal özellikleri bu tür kağıtların elektrik yalıtımında kullanılabilme imkanını vermekte ve çeşitli elektronik aletlerde bu amaçla kullanılmaktadır.

4 — Isı bakımından boyutsal kararlılığa sahip olmaları, sterilizasyon alanında bu tür kağıtların tercih edilmelerini sağlamaktadır.

#### 2.2. Seramik Lifleri

Seramik lifleri bazı bakımlardan cam liflerine benzerse de kimyasal yapılarında Sodyum, lityum ve potasyum'un (potasyum titanat hariç) %2'den az olması ile ayrılır. Ancak cam gibi şeffaf veya yarı şeffaf üretilmektedir. Genellikle seramik lifleri alüminyum, zirkon, toryum, magnezyum, berilyum, titan dioksit, potasyum titannattan ve bunların Si O<sub>2</sub> veya Si O<sub>3</sub> sız karışımlarından elde edilmektedir.

#### Seramik Liflerinin Kağıt Endüstrisinde Kullanılma Özelliği

1951'den beri araştırmacılar tarafından 50'den fazla inorganik seramik lifi üzerinde araştırmalar yapılmışsa da bugün nihai sonuçlara tam ulaşılabilmiş sayılamaz. Bazı türlerde ise henüz laboratuvar çalışmaları kademesindedir.

Kağıt yapımında kullanılacak seramik liflerinin önce lif boylarının ayarlanması ve seramik lifinin üretim metoduna göre temizlenmesi gerekli olanların bu yönde işleme tabi tutulması lazımdır. Seramik lifli kağıtlarda; seramik lifleri için uygun lif boyu, çapa oranlanarak bulunur. En uygun oransa; lif boyu/lif çapı = 10/1 olarak saptanmıştır.

Kağıt üretimi sırasında seramik liflere, inorganik veya organik bağlayıcılar kullanılarak veyahutta herhangi bir bağlayıcı kullanılmadan olmak üzere 3 temel sistem uygulanmaktadır. Az miktarda bir bağlayıcı ilâvesi ile veya hiç bir bağlayıcı kullanılmadan üretim yapıldığında direnç değerleri düşüktür, ancak gene de bir çok ihtiyaca kafi gelen bir sınır değere ulaşabilmektedir. Bağlayıcıların ilâvesi seramik liflerinin tüm ön işlemleri görmesinden sonra kağıt makinesine gelmeden önce olur. Bağlayıcı olarak sentetik kauçuk; vinil klorid, teflon, karbon florür, silikon gibi organik maddeler kullanılmaktadır.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ihtiva eden kolloidal silisinden bu lifler için uygun olduğu saptanmıştır.

Seramik lifleri Fourdriner, rotoformer, inverformer ve silindirik kağıt makine-lerinde doğal lif hamuru ile karıştırılarak kağıt üretiminde kullanılmaktadır.

#### Seramik Lifli Kâğıtların Direnç Özellikleri

Bugün bilinen ve çeşitli amaçlarla kullanılmakta olan cam, aspes gibi inorganik liflerin birçoğu belirli bir sıcaklığa kadar iyi birer izolasyon maddesidir. Ancak çok yüksek sıcaklıklarda bu materyaller de bozulmaktadır. Oysaki seramik lifleri 1100 - 2200°C gibi çok yüksek sıcaklıklarda dahi başarı ile kullanılmaktadır.

Seramik liflerinin sahip olduğu özellikleri şöyle özetleyebiliriz :

- 1 — Yüksek sıcaklığa ve ani sıcaklık değişmelerinin oluşturduğu şoklara karşı direnç,
- 2 — Kuvvetli asitler dahil tüm kimyasal maddelere karşı dayanıklılık,
- 3 — Yüksek sıcaklıkta dahi koruyabildikleri elektrik yalıtkanlığı,
- 4 — Çok yüksek sıcaklıkta dahi kaybolmayan akustik,
- 5 — Isı difizyonu, yansıma ve kırmızı ötesi ışınların radyasyonunda üstün özelliklere sahiptirler.

#### Seramik Lifli Kâğıtların Kullanım Yerleri

Seramik lifli kâğıtların kullanım yerleri genelde liflerin fiziksel, kimyasal özellikleri ile tayin edilir. Ancak kağıt üretimi sırasında kullanılan bağlayıcı ve bağlantı sistemi ile üretime ait maliyet değerleri de dikkate alınmalıdır.

Seramik lifli kâğıtların belli başlı kullanım alanları şunlardır :

- 1 — Liflerin yüksek sıcaklığa dayanıklılık özelliği ile sıcaklığın izolasyonu için kullanılırlar.
- 2 — Seramik liflerinin alkaliler, asitler, tuz çözeltileri ve organik çözeltiler gibi kimyasal maddelere, aynı zamanda sıcaklığa dayanıklı olmalarından bu grup kâğıtlar gazlar ve sıvılar için filtre olarak cam lifli kâğıtlardan daha kullanışlıdır. Yüksek sıcaklıkta yakarak veya fırınlanarak bozulmadan temizlenebilmeleri de kullanım üstünlüğünü kazanmalarına nedendir.

Erimiş metallerin, sıcak yağların, katran, çok ısıtılmış hava ve gazların filtre edilmesinde seramik lifli kâğıtlardan yapılmış filitreler kullanılabilir.

3 — Elektrik alanında ise termo elektrik jeneratörleri, yüksek sıcaklığa dayanıklı tel ve kablolarda, elektrik izalatörlerinde kullanılmaya olanağı vardır.

4 — Plastik levha üretiminde takviye edici amaçlarla kullanılabilirliği mümkündür.



5 — Yüksek vakum altında metallerde oluşan kızmayı önlemek için kütük halinde bir çeşit izolatör olarak kullanımları da söz konusudur.

### 3. Metal Lifleri

Kağıt yapımı, tekstil ve meturoloji alanlarındaki gelişmeler sonucunda gerek metal liflerinin üretiminde gerekse % 100 metal liflerinden veya klasik kağıt yapılan liflerle birlikte metal liflerinin kullanılarak kağıt üretimi konusunda büyük gelişmeler olmuştur. Fakat bu konuda halâ bazı teknik ve ekonomik problemler bulunmaktadır.

#### Metal Liflerinin Kağıt Endüstrisinde Kullanım Özelliği

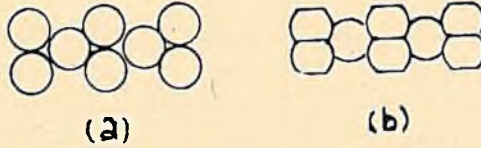
Metal lifleri aşağıda sıralayacağımız bazı özelliklere sahip olması nedeniyle kağıt yapımında kullanılmış ve aynı özellikler üretilen kağıda da bir takım üstünlükler kazandırmıştır.

Metal liflerinin sahip olduğu özelliklerin en önemlileri şunlardır.

- 1 — Çok yüksek ısı iletkenliği,
- 2 — Çok iyi elektrik iletkenliği,
- 3 — Kimyasal reaktivite bakımından kullanım uygunluğu,
- 4 — Manyetik özellikler,
- 5 — Işığı yansıtma, absorpsiyon ve elektro manyetik radyasyon gibi özelliklere sahip olmalarıdır.

Kağıt endüstrisinde metal liflerinin kullanılmasında lifler arası bağlantı için bazı metodlar vardır. Herhangi bir bağlayıcı kullanmaksızın mekanik bir bağlantının sağlanması da mümkündür. Bağlantı yöntemlerinin elde edilecek metal lifli kağıt üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır. Bu bağlantı yöntemlerini şöyle gruplayabiliriz.

1 — Mekanik bağlanma : Bu yöntemde herhangi bir bağlayıcı kullanılmaz, lifler silindirlenerek mekanik bir bağlanma sağlanmaktadır. Aşağıdaki şemada liflerin silindirme işleminden önceki ve sonraki durumları gösterilmektedir.



Şekil 1. Metal liflerinde mekanik bağlanma.

- a) Preslenmeden önce,
- b) Preslendikten sonra.

Bu bağlantı ile kağıtta fiziksel direnç yönünden bir artım olmamakta ancak elektrik iletgenliği artmaktadır. Yumuşak, genleşebilen alaşımlardan elde edilmiş metal liflerinde bu bağlantı daha iyi sonuç vermektedir.

2 — Metal ilâvesi ile bağlantı: Metal lifleri arasındaki bağlantıyı geliştirmek

işin ilâve metaller kullanılabilir. Örneğin; bakır, bronz ve demir lifleri ile kullanılır.

3 — Kimyasal bağlanma : Metal liflerinde de diğer sentetik liflerde olduğu gibi bazı uygun kimyasal bağlayıcılardan yararlanılmaktadır. Kimyasal bağlayıcılar grubunda Latex, akrilik reçineleri örnek olarak verilebilir. Ayrıca selüloz, fibrile edilmiş akrilik lifleri, naylon, dakron lifleri de metal lifleri arasında bağlantıyı sağlamak amacıyla kullanılabilir. Az miktarda kullanılmak koşuluyla termo pistik lifler ve reçine tozları metal liflerinde kimyasal bağlantıyı geliştiren unsurlardır.

4 — Kombine bağlanma yöntemi : Bu sistemde mekanik bağlanma ile diğer yöntemlerden biranesi birlikte uygulanmaktadır. Şöyleki; bağlayıcı olarak kullanılan kimyasal maddeleri veya bağlayıcı lifleri ihtiva eden kağıt, preslenerek metal lifleri arasında bir bağlantı oluşturulmaktadır. Bağlantının sağlanmasından sonra ikinci bir işlem ile bağlayıcı kimyasal maddeler veya yüksek sıcaklıkta organik maddeler, inorganik bağlayıcılar kâğıttan uzaklaştırılmaktadır. Alüminyum lifleri ile kağıt üretiminde bu bağlantı yöntemi uygulanmaktadır.

Bütün bu bağlanma sistemlerinde bugün için bazı ekonomik ve pratik sorunlar vardır. Ancak bu alandaki gelişmelerin bu sorunların çözüm yollarını bulacağı muhakkaktır.

#### Metal Lifli Kâğıtların Direnç Özellikleri

Metal liflerinin sahip olduğu dayanıklılık özellikleri üretilen kâğıtta da etkinliğini göstermektedir. Ancak fiziksel direnç bakımından çeşitli bağlantı yöntemlerinin de etkin rolü olmaktadır. Bu yöntemler arasında en ekonomik olanının kullanılması üretim için uygun olacaktır.

Metal lifli kâğıtlarda değişik bağlantı yöntemleri ile ulaşılan bazı fiziksel değerler mukayese edilmek için aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 8. Alüminyum lifli kâğıtlarda fiziksel özellikler.

| Kâğıt Türü                                 | Gramaj<br>gr/m <sup>2</sup> | Kalınlık<br>mm | Patlama<br>Direnci<br>Kg | Kopma<br>Direnci<br>Kg/cm |
|--|-----------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| % 100 Alüminyum Kâğıt                      | 407                         | 0,25           | 2,7                      | 0,866                     |
| % 100 Alüminyum Kâğıt                      | 342                         | 0,24           | 1,8                      | 0,472                     |
| % 84 Alüminyum + % 16 Organik Sentetik Lif | 319                         | 0,30           | 1,8                      | 1,377                     |
| % 94 Alüminyum + % 6 Cam Lifi              | 469                         | 0,35           | 2,8                      | 0,571                     |
| % 92 Alüminyum + % 8 Selüloz Lifli         | 442                         | 0,28           | 0,3*                     | 0,748                     |
| % 85 Alüminyum + % 15 Selüloz Lifli        | 257                         | 0,25           | 0,8*                     | 2,322                     |

\* Patlama direnci kg/cm<sup>2</sup> dir.



%92 çelik ve %8 selüloz liflerinin karıştırılması ve değişik basınçlarda silindirlenmesi ile oluşan mekanik bağlantıya sahip metal lifli kağıt örneklerinin fiziksel özellikleri ise aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 9. Değişik basınçta silindirme ile oluşan mekanik bağlantılı metal lifli kağıtlarda fiziksel özellikler.

| Fiziksel Özellikler           | Basınç kg/cm |       |       |       |
|-------------------------------|--------------|-------|-------|-------|
|                               | 0            | 140   | 210   | 280   |
| Gramaj — gr/m <sup>2</sup>    | 506          | 488   | 490   | 530   |
| Kalınlık — mm                 | 0,76         | 0,34  | 0,28  | 0,23  |
| Yoğunluk — gr/cm <sup>3</sup> | 0,66         | 1,89  | 1,70  | 2,22  |
| Kapma Direnci — kg/cm         | 0,736        | 0,767 | 0,732 | 0,885 |

#### Metal Lifli Kağıtların Kullanım Yerleri

Metal lifli kağıtlar bugün endüstriyel kağıtlar içinde çok sayıda ve değişik kullanım yeri bulmaktadır. Gerek kağıdın fiziksel özellikleri gerekse direnç özellikleri yönünden üstünlük kazanması ile gelecekte daha geniş kullanım alanlarının ortaya çıkacağı ve kullanım miktarlarının artacağı muhakkaktır. Metal lifli kağıtların bugünkü kullanım yerleri arasında şunları sıralayabiliriz;

- 1 — Reaktiflik özelliklerinden yararlanarak pillerde,
- 2 — Yakıt hücrelerinde elektrod olarak,
- 3 — Katalizör olarak,
- 4 — Isı değiştiricilerde,
- 5 — Yüksek sıcaklığın etkisi altında olan frenlerde astar olarak,
- 6 — Sıvı yataklarında,
- 7 — Filtrelerde,
- 8 — Radyo frekans siperlerinde,
- 9 — Solar emicilerde,
- 10 — Ses absorpsiyonunun gerektiği yerlerde,
- 11 — Sürtünme yüzeylerinde kullanılmaktadırlar.

#### V. SONUÇ

Genel kavramlar içinde deyindiğimiz sentetik lifler ve bunların doğal liflerle birlikte kağıt endüstrisinde kullanımlarının imkân dahilinde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Fakat bu konuda yeni gelişmelere doğru çabalar devam etmektedir. Yakın bir gelecekte bu tür kağıtlar kullanımları ile daha çok yarar sağlayacağı ve kullanım yerlerinin sayılarının artacağı aşikârdır.

Sentetik liflerinin çoğu genellikle herhangi bir işleme gerek olmaksızın kullanılabilir şekilde piyasada satılmaktadır. Bu da bu liflerin kağıt endüstrisinde kullanımını kolaylaştırmaktadır.

Sentetik liflerin ortaklığı ile üretilen kağıt hem kullanım anında ve hem de uzun

zaman muhafaza edilmek için bozulmadan dayanıklı olarak kullanılabilirlik özelliğini kazanmış olmaktadır. Ancak bu tür kağıtların artık kağıt olarak yeniden değerlendirilmelerinde, ilk üretim sırasında kullanılan değişik bağlayıcılar ve sentetik liflerin kimyasal yapıları nedeniyle zorluklar, hatta hiç değerlendirilememe imkânsızlığı söz konusudur.

Üretim sırasındaki yüksek maliyet giderleri de çözülmesi gerekli problemler arasındadır.

#### KAYNAKLAR

- BATTISTA, O. A. : 1964. *Synthetic fiber in papermaking. Interscience publishers.*
- BAŞER, İ. : 1983. *Tekstil Kimyası ve Teknolojisi. İ.Ü. Kimya Fakültesi yayını.*
- CHAWLA, J.S. : *Synthetic fibres in paper Indian pulp and paper.*
- CROUSE, B.W. - Sheldon, D.G. : 1977. *Unique properties of Synthetic fiber/wood pulp composite papers. Tappi vol. 60 No-9.*
- HARMANCIOĞLU, M. - YAZICIOĞLU, T. - YAZICIOĞLU, G. : 1973, *Lif Teknolojisi Uygulama Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını N. 213.*
- TANK, T. : 1980. *Lif ve Selüloz Teknolojisi I. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayını No. 272.*