

---

SERİ

**B**

CİLT

**37**

SAYI

**1**

**1987**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

**ORMAN FAKÜLTESİ**  
**DERGİSİ**



# SELÜLOZ ÜRETİMİNDE MİKROBİYOLOJİK PROBLEMLER

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

## Kı s a Ö z e t

Selüloz ve kağıt endüstrisi, şartları nedeniyle mikrobiyolojik gelişmelere açıktır. Hemen hemen bu endüstrinin her evresinde değişik türde bir veya birden fazla mikroorganizmanın zararı görülmektedir. Büyük problemler oluşturan mikroorganizmaları tanımak, zararlarını önlemede de yararlı olmaktadır. Bu amaçla selüloz ve kağıt endüstrisinde rastlanan mikroorganizmalar, zararları ve korunma çareleri konusunda bilgi vermek bakımından bu çalışma hazırlanmıştır.

## 1. GİRİŞ

Selüloz ve kağıt endüstrisinde mikrobiyolojik problemler; hammadde selülozluk odunun ormanda dikili halinden, en son kademe olan üretilmiş kağıdın depolanmasına kadar çok geniş bir alanda ve uzun bir sürede etkili olmaktadır.

Kağıdın kullanım yerlerinin artması ve özellikle besin maddelerinin ambalajında ve kağıt kaplar olarak kullanılması selüloz-kağıt endüstrisinde mikrobiyolojik kontrollerin gereğine dikkati çekmiştir. Bu nedenle bir yandan kağıt üretiminin sağlık şartlarına uygunluğunu kontrol edebilmek amacıyla standard test metodları geliştirilmeye çalışılırken, diğer yandan da mikroorganizmalarla mücadele metodları üzerinde durulmuştur. Böylece selüloz ve kağıt endüstrisinde mikrobiyoloji konuları büyük bir hızla gelişmiştir.

Selüloz ve kağıt endüstrisinde, selüloz ve kağıdın bizzat kendisi mikroorganizmaların enfeksiyonu (=bulaşması) ve gelişmesi için uygun şartlara sahiptir. Diğer yandan mikroorganizmaların çok dayanıklı olmaları, uygun olmayan şartları istihale halinde geçirip, şartların normale dönmesi ile yeniden aktif hale geçebilmeleri ve metabolizmalarının ortama uyma kabiliyetlerinin fazla olması nedeniyle çok miktarda gelişip, yayılmakta ve üretimde ekonomik, üründe görünüş bakımından birçok problemlere neden olmaktadır.

Ülkemizdeki selüloz ve kağıt fabrikalarında da sorunlara neden olan mikrobiyolojik konuları tanımak, meydana gelen tahribatları incelemek ve önlem tedbirleri ile kontrol metodları hakkında bilgi vermek amacıyla bu çalışma hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi Öğretim Görevlisi.

Çalışmamız iki bölüm halinde hazırlanmış olup, bu kısımda yalnızca selüloz üretiminde, diğerinde ise kağıt endüstrisinde mikrobiyolojik problemler incelenmektedir. Ancak iki konu birlikte bir bütün oluşturmaktadır.

## 2. MİKROBİYOLOJİ

Mikrobiyoloji, en kısa olarak «Mikroskopik büyüklükteki canlı objeleri inceleyen bilimdir» şeklinde tarif edilebilir. Çok geniş bir ilgi alanı bulunan mikrobiyolojide; *bakterileri - Bakteriyoloji, küfleri - Mikoloji, mayaları - Zimoloji, enzimleri - Enzimoloji* Bilimleri incelenmektedir. Diğer taraftan mikrobiyolojinin konusu olan mikroorganizmaları da bitki ve hayvan türlerini ihtiva eden 5 ayrı grup altında toplayabiliriz. Şöyleki; 1 - *Algler (=yosunlar)*, 2 - *Likenler*, 3 - *Mantarlar (mayalar, küfler, bakteriler ve çamur küflerini de ihtiva etmektedir.)*, 4 - *Protozoalar*, 5 - *Virüsler*. Bu grupta ilk üç grup bitki, diğer ikisi ise hayvan türlerine aittir. Protozoaların ve virüslerin selüloz ve kağıt endüstrisindeki etkileri önemli değildir. Bu nedenle bu endüstride bitkisel mikroorganizmalar ile daha çok ilgilenilmektedir.

Bitkisel mikroorganizmaların çoğu vegetatif hücrelerden meydana gelmektedirler. Fakat sporelerden meydana gelen türler de bulunmaktadır. Özellikle mantarların gelişmeleri sırasında bol miktarda spor oluşmaktadır. Sporların uygun olmayan gelişme şartlarına dayanıklı oluşu ve bu dönemleri adeta uykuda geçirip, şartların elverişli olduğu zaman üremeye başlamaları yapılacak mücadelelerde zorluklara ve yamılgulara neden olmaktadır.

### 2.1 Mikro Organizmaların Gelişmesi İçin Gerekli Olan Faktörler

Mikrobiyolojik gelişmeler çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunların bilinmesi mikroorganizmaların büyüme ve alışkanlıkları hakkında bilgi verebileceği gibi gelişmelerinin kontrolleri de sağlanabilmektedir. Bu faktörlerin en önemlileri; zaman, kimyasal ortam, ışık, hava basıncı, nem ve sıcaklıktır.

#### 2.1.1 Zaman

Zaman mikroorganizmaların çoğalması için ihtiyaçları olan süreyi ifade etmekle olup, gelişme dönemlerinde daima baskın bir faktördür. Az sayıdaki mikroorganizmanın zararları sistem için etkili değildir. Ancak diğer faktörler ile ilişki halinde çoğalmaları için gerekli zamana sahip olunca büyük problemler yaratmaktadır.

Gelişme süreci içinde birçok mikroorganizma basit ikiye bölünme ile çoğalmaktadır. Çevre şartlarının optimum olması halinde büyüme çok hızlı olmaktadır. Genellikle mikroorganizmaların büyüme oranları bir geometrik dizi takip etmektedir.

#### 2.1.2 Kimyasal Ortam

Mikroorganizmaların selüloz ve kağıt üretim sisteminde birçok yerde bulunmaları, metabolizmalarının uyum kabiliyeti ve çeşitliliği özelliğine sahip olmalarından dolayıdır. Ancak gelişmeler için bazı elementler de gerekmektedir ve bu elementlerin geliştikleri ortamda bulunması lazımdır. Bu arada bazı elementlerin zararlı etkiler

yapması da söz konusudur. Şüphesiz bunlar da gelişme çevresinde bulunmamalıdır. Mineral tuzları, şekerler, nişasta, diğer kolloid maddeler ve selülozdan mikroorganizmalar gelişmeleri sırasında besin maddesi olarak yararlanmaktadırlar. Hatta aminoasitler ve bazı vitaminlerin gerekli olduğu bile sanılmaktadır. Ortamda demir tuzlarının bulunması filamentli demir bakterilerinin çoğalmasını hızlandırmaktadır. Bu nedenle kimyasal çevre ve buna bağlı olarak besin maddeleri mikroorganizmaların çoğalmasını ve gelişmesini kontrol eden önemli bir faktördür. Fakat daha önce de söz edildiği gibi mikroorganizmaların çevre şartlarına kolayca uyabilme yeteneğine sahip olmaları sebebiyle bazen toksik şartlara dahi kendilerini adapte edebilmektedirler. Ancak selüloz ve kağıt fabrikalarındaki bazı işlemler sırasında kullanılan toksik maddeler bunların gelişmesini çoğu kez önlemektedir.

Mikroorganizmaların gelişmesinde buldukları kimyasal çevrede etkili bir diğer önemli faktör, ortamın pH değeridir. Her mikroorganizma gelişmesini sürdürmek için optimum bir pH sınırına sahiptir. Bu sınırdan çok fazla tolerans gösteremezler. *Bakteriler nötr veya hafif alkali bir ortamda gelişebilirler.* pH'nın 6-8 olduğu zaman şartlar bu yönüyle optimumdur. pH'nın 5'in altına düşmesi halinde birçok bakteri gelişmemektedir. Bu durum kontrol metodlarında da dikkate alınmaktadır. Kağıt üretiminin döğme kademesinde pH çoğu zaman 4-5'den düşüktür. Bu nedenle burada bakterilerin üremesi engellenmektedir.

*Mantarlar ise asit ortamda iyi gelişmektedirler.* Ortamın pH'sı 3-6 arasında olduğu zamanlar hızlı bir büyüme göstermektedirler.

Selüloz ve kağıt fabrikalarında kullanılan suyun redoks potansiyeli de sistemin mikrobiyolojik görünüşü hakkında karar vermek için önemlidir. Oksidasyon şartları bakteriler, redüksiyon şartları ise anaerob organizmalar için uygun olmaktadır.

### 2.1.3 Işık

Mikroorganizmalar içinde yalnızca alglerin (=yosun) gelişmek için ışığa ihtiyacı vardır. Bu nedenle de selüloz ve kağıt fabrikalarındaki su rezervuarlarının üst yüzeyleri gibi bol ışık alan yerlerde gelişebilmektedirler. Bakteri ve mantarlar ise ışığa ihtiyaç duymazlar, hatta ışık onların gelişmelerini engellemektedir.

### 2.1.4 Oksijen ve Hava Basıncı

Bütün mikroorganizmaların oksijene ihtiyacı vardır. Mikroorganizmalar oksijeni kullanım şekillerine göre aerob ve anaerob türler olmak üzere sınıflandırılmaktadırlar. Özellikle aerob mikroorganizmaların serbest oksijene ihtiyaçları vardır. Anaerob olanlar ise atmosferin oksijeni ile zehirlenirler. Bunlar oksijen ihtiyaçlarını indirekt olarak şekerler, sülfatlar gibi bazı organik ve anorganik bileşiklerden elde ederler. Fakültatif veya mikroaerophil olarak isimlendirilen bir üçüncü grup ise organik maddelerin çürümesi ile oluşan oksijenden yararlanırlar.

Mikroorganizmalar için hava basıncı da önemli olmaktadır. Ancak birçok organizmanın uygun olmayan hava basınçlarında da gelişebildikleri tesbit edilmiştir. Bu nedenle diğer şartlara göre tali derecededir.

### 2.1.5 Su ve Nem

Mikroorganizmaların hepsinin suya ihtiyacı vardır. Algler, bakteriler ve maya mantarları sudan sıvı şekilde yararlanmaktadır. Diğer mantarlar ise su buharını kullanabilmektedirler. Suyun yokluğu ile mikroorganizmalar dinlenme dönemine girmekte ve suyu tekrar bulunca aktif hallerine dönmektedirler.

Suya bağlı olarak ortamın rutubeti de mikroorganizmaların gelişmesini en çok etkileyen faktörlerdendir. Bakteriler fazla rutubette iyi gelişim göstermektedirler. Bu nedenle bakteriler tarafından oluşan mikrobiyolojik çamurlar genellikle su yüzeyinin altında bulunmaktadır. Mantarlar ise az nemli yerlerde iyi bir gelişme göstermektedirler. Mantarlar tarafından meydana getirilen çamurlar da su yüzeyinin üstünde görülmektedir. Nem şartlarının mantarların gelişmesinde daha uygun olmasından; selülozun çürümesi ve lekelenmesi, daha ileriki kademelerde kağıdın küflenmesinden mantarlar sorumlu olmaktadır.

### 2.1.6 Sıcaklık

Mikroorganizmaların büyümesi için en uygun sıcaklık  $20^{\circ}$  -  $40^{\circ}$ C dir. Yüksek sıcaklık dereceleri mikroorganizmalar için öldürücü olmaktadır. Düşük sıcaklığın da zararlı etkisi olmakta, ancak mikroorganizmalar ölmemekte, aktif halleri engellenmektedir. Fakat  $-60^{\circ}$ C da birçok organizmanın suyu donduğu için ölmeleri sözkonusudur.

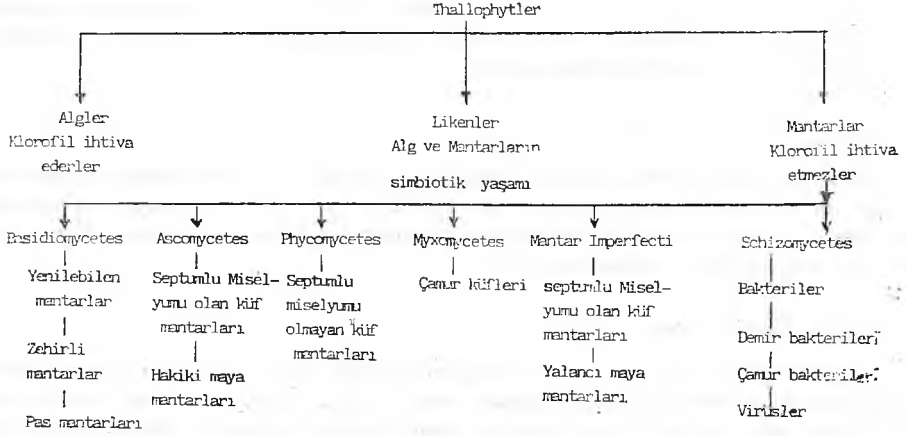
Mikroorganizmalar gelişmeleri için gerekli olan sıcaklık derecelerine göre üç gruba ayrılmaktadırlar.

	Minlimum sıcaklık	Optimum sıcaklık	Maksimum sıcaklık
Soğuk seven (Psychrophilic) organizmalar	0	10-20	30
Ilık seven (Mezophilic) »	5-25	25-40	40-45
Sıcak seven (Termophilic) »	40-45	50-55	60-80

Sıcaklığa bağlı olarak mikroorganizmaların özellikle kuzey memleketlerinde aktivitelerinde yaz aylarında artış görülmektedir. Bu suların ısı derecelerinde meydana gelen artımlar sonucuyladır.

## 2.2 Selüloz ve Kağıt Fabrikalarındaki Mikroorganizma Çeşitleri

Selüloz ve kağıt fabrikalarında rastlanan bitkisel mikroorganizmalar kökü, gövdesi ve yaprakları olmayan Thallophyt'ler grubundadırlar. Bu grubu oluşturan ve selüloz kağıt fabrikası sisteminde rastlanan türler ve aralarındaki ilişkiler aşağıdaki şemada görülmektedir.



Şema 1.

Şemada da görüldüğü gibi selüloz ve kağıt fabrikalarındaki mikrobiyolojik flora çok çeşitlidir. Fabrikaların değişik bölümlerinde ve farklı zamanlarda birçok, mikroorganizma grubu sistemde bulunabilmektedir. Ancak en çok *yosunlar*, *bakteriler* ve *mantarlara* rastlanmakta ve en büyük zararı da bu gruplar yapmaktadır. Maya mantarları ve protozoalar ise hem daha az zararlıdır hem de nadiren bulunmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi bu mikroorganizmaları özellikleri ile tanımak, mücadele tedbirleri bakımından gereklidir. Bu maksatla gruplar hakkında burada kısa bilgi verilmektedir.

### 2.2.1 Algler (Yosunlar)

Alg Latince deniz otu kelimesinin çoğuludur. Genellikle de Alglerin büyük bir kısmı tuzlu sularda yaşar ve yeşil bitkilerin en basitidir. Tek bir hücre veya birbirine yapışık hücre topluluğu halinde olabilirler. Hücrelerinde çekirdek yoktur. İkiye bölünme ile çoğalırlar. Thallophyt grubundan olmalarına rağmen klorofil taşımaları ile karakterize edilirler. Gelişmeleri için hava, su ve ultraviyole ışınlarına bağımlı olduklarından suların yüzeylerinde bulunurlar. Bu nedenle selüloz ve kağıt fabrikalarının üstü açık su rezervuarlarında çok miktarda rastlanmaktadır. Yosunların genellikle ılıman iklim bölgelerinde baskın zararlı etkileri görülmektedir. Klorofil ihtiva etmeleri nedeniyle CO<sub>2</sub> alıp fabrikada kullanılacak olan suya oksijen vermeleri, yaptıkları en büyük zarardır. Zira oksijen miktarı fazla olan su, fabrika sisteminde soğutma ve diğer amaçlarla kullanılırken aşınmalara neden olmaktadır. Bir diğer zararları da su tasfiye sisteminde kullanılan şapın topaklanmasına, daha sonra da filtrasyonda bu topakların tıkanmalara yol açmasıdır.

Klorofil ve diğer bazı boya pigmentlerini ihtiva ettikleri için depolardaki suları renklendirirler. Bu su ile selülozun yıkanmasında kağıt hamurunda istenmeyen koyu renkler oluşmaktadır. Ayrıca rezervuarlardaki sularda kötü tat ve kokular da meydana gelmektedir. Gelişimlerinde ilkbahar ve sonbaharda sularda meydana gelen mevsimsel değişimlerden fazlaca etkilenmektedirler.

Suların klorlanması, bakır sülfat veya bazı bakırlı organik bileşiklerle muamelesiyle başarılı bir şekilde kontrol altına alınmaktadırlar. Algler ihtiva ettikleri renge göre 5 ana gruba ayrılmaktadır.

#### 2.2.1.1 Mavi - Yeşil Algler

Hücre çekirdeği ihtiva etmeyen basit bir hücreli yeşil bitkilerdir. Klorofil ile birlikte mavi renk veren pigmentler de ihtiva ettikleri için mavi - yeşil renktedirler. Zaman zaman az miktarda kırmızı pigment de ihtiva edebilirler. Hem tuzlu hem de tatlı sularda gelişmektedirler.

#### 2.2.1.2 Yeşil Algler

Algler içinde en büyük grubu oluşturmaktadır. Genellikle tatlı sularda bulunurlar, fakat çok az bir kısmına nemli kaya ve ağaç gövdelerinde de rastlanmaktadır. Mavi - yeşil alglere göre yeşil alglerin hücreleri yapısal bakımdan daha gelişmiştir. Hücre çekirdeğine ve klorofil ihtiva eden kloroplastlara sahiptirler. Renkleri yeşilden sarımsı yeşile kadar değişmektedir.

#### 2.2.1.3 Diatomeler

Hem tath ve hem de tuzlu sularda gelişebilen ufak bir alg grubudurlar. Renkleri bazen yeşil olmakla beraber genellikle altın sarısı - kahverengidir. Dikdörtgenimsi, üçgenimsi, dairesel ve oval şekillerde olabilirler. Önelere ait kalıntılı suların dibinde birikintiler oluşturmaktadır.

#### 2.2.1.4 Kırmızı Algler

Tuzlu sularda bulunurlar. Suyun içinde belli bir derinlikte geliştikleri için diğerleri kadar fazla tanınmamaktadırlar. Kırmızı renkleri ve dallanmış şekilleri ile kolayca ayırt edilebilirler.

#### 2.2.1.5 Kahverengi Algler

Bu algler büyük bir grup oluşturmaktadırlar. Sığ sularda ve metcezir olan yerlerde dibe tutundukları gibi büyük gruplar halinde serbest halde de görülmektedirler.

#### 2.2.2 Bakteriler

Bakteriler genellikle küre, çubuk ve spiral şeklinde daima klorofilsiz, hücre çekirdeği ihtiva etmeyen bir hücreli mikroskobik büyüklükte ilkel bitkilerdir. Çoğu heterotrof olarak saprofitik ve parazit olarak yaşar. Hastalık yapan ve yapmayan türler olmak üzere ikiye ayrılırlarsa da, kağıt ve selüloz fabrikalarında hastalık yapmayan türler gelişmektedir. Uygun koşullar altında çok çabuk çoğalırlar. Çoğalmaları vejetatif yoldan, hücrelerin ikiye bölünmesi ile gerçekleşir. Bu nedenle bakterilere bölünen mantarlar da denir. Elverişsiz şartlarda sporlar meydana getiren türleri de bulunmaktadır. Bu nedenle 1 - spor meydana getiren bakteriler, 2 - spor meydana getirmeyenler, 3 - filamentli veya küf benzeri bakteriler diye bir gruplandırma yapılmaktadır.

Bakteriler yaşam şekillerine göre de üç gruba ayrılırlar. Bazıları aerob'dur. Serbest oksijene ihtiyaçları vardır. Diğer grup ise anaerob olarak adlandırılır, serbest oksijenin bulunmadığı veya az olduğu şartlarda gelişirler. Fakültatif diye isimlendirilen üçüncü grup ise hem serbest oksijenin bulunduğu ve hem de bulunmadığı ortamlarda üremektedirler.

Teğhisleri ve sınıflandırılmaları sırasında boyama metodları kullanılmaktadır. Diğer taraftan bir bakteri türünün teşhisinde, sporlu veya sporsuz oluşunun tesbiti de gene boyama metodları ile yapılabilmektedir. Örneğin; malahit yeşili ile muamele gören bakteri hücresinde sporlar yeşile boyanırken hücrenin geri kalan kısımları renksiz kalır. Daha sonra bu renksiz bölgeler de safranin ile kırmızıya boyanmaktadır.

Bakteriyolojide dikkat edilmesi gereken önemli bir husus da bakterilerin kapsüllü veya kapsülsüz oluşlarının tesbitidir. Kapsüllerin kalınlığı genellikle 0,5 - 2,0 mikron kadardır. Fakat bazen 6,0 mikron kalınlığında da olabilmektedir. Kapsüller de boyanarak tesbit edilmektedir. Bu amaçla uygulanması zor olmakla beraber Gin metodu en kullanışlıdır. Çini mürekkebi ve kırmızı renkli karbofuksin kullanılmaktadır.

Bakteriler çoğunlukla nötr veya zayıf alkali ortamları tercih ederler, bu nedenle ortamın pH değeri 6-8 olduğu zaman süratle gelişmektedirler. Ortamın pH sı 5'in altında tutmakla gelişmeleri önlenmektedir. Diğer taraftan kuvvetli sallantı ve karıştırma ile de bakterilerin gelişmeleri durdurulabilir.

### 2.2.3 Mantarlar

Uzun lifler veya filamentler halinde bir veya çok hücreli, klorofilsiz ilkel bitkilerdir. Saprofit veya parazit olarak yaşamaktadırlar. Mantarların çoğu aerob yani oksijene ihtiyaç duyan mikroorganizmalar olup oksijenin bol olduğu yerlerde en iyi şekilde gelişmektedirler. Bakteriler ve algelere göre ısı ve kimyasal maddelere karşı daha dayanıklı bir mikroorganizma grubudur. Bu nedenle de mücadeleleri zor olmaktadır. Mantarlar asitli ortama tercih ederler. Çoğalmaları eşeyli ve eşeysiz yoldan husule gelen sporlarla olmaktadır. Teğhisleri genellikle spor türlerine göre olmakta ise de, büyüme şekillerine göre de yapılabilmektedir.

Mantarların selüloz ve kağıt fabrikalarında selüloz odunu, depolanmış selüloz ve daha sonra üretilmiş kağıt ve kartonlarda yaptıkları zararlar önemlidir. Çok sayıda ve türde bulunan mantarlardan selüloz ve kağıtta zarar yapanlar iki temel grupta toplanırlar.

#### 2.2.3.1 Küf Tipi Mantarlar

Filamentlidirler, sporları ihtiva eden bir başı taşıyan ince iplikçikler şeklindedirler. Sporlar genellikle sapsın ucunda bir grup halinde gelişirler. Bu gruba ait en önemli türler şunlardır: *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Spicaria*, *Botrytis*, *Citromyces* ve *Aspergillus*'dur. Bu gruplar içinde *Aspergillus*'un gelişmesi taneciklidir. Kolayca farkedilebilen bu özelliği ile hemen teşhis edilebilmektedir. Ayrıca oluşturdukları küf rengi de teşhiste yardımcı olmaktadır. *Aspergillus niger* siyah, *A. fumigatus* mavi - yeşil, *A. candidus* beyaz *A. wentii* kahverengi, *A. glaucus* yeşil renkte küf meydana getirmektedirler.



Penicillium türü ise dalı bir yapıya sahiptir ve genellikle kağıt yapımcıları tarafından iyi bilinen bu tür, selülozda yeşil, sarı ve kahverengi lekeler meydana getirmektedir.

### 2.2.3.2 Maya Tipi Mantarlar

Bu tip mantarlarda sporlar filamentlerin yan kısımlarında teşekkül eden dallar üzerinde meydana gelirler. Bu gruptaki mantarların zararları diğer mantar türlerine ve mikroorganizmalara göre daha azdır. En önemli türleri Oidium ve Monilia'dır.

## 2.3 Mikroorganizmaların Enfeksiyonu (=Bulaşması)

Mikroorganizmaların selüloz ve kağıt sistemindeki enfeksiyonları 4 kaynak ile meydana gelmektedir. Bunlar : 1 - su, 2 - hava, 3 - selüloz, 4 - dolgu maddeleri ve lifi olmayan diğer maddelerdir.

### 2.3.1 Suyla Taşınan Mikroorganizmaların Enfeksiyonları

Selüloz ve kağıt fabrikalarında su çok kullanılmaktadır. Üretim için kullanılan su sistemdeki teknolojik görevleri yanında mikroorganizmaların yayılması için de bir vasıttır. Ayrıca su, yalnızca su ile yayılan organizmaları değil, selülozu tahrip eden hava ile taşınan ve toprakta bulunan mikroorganizmaların da yayılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle fabrika sisteminde kullanılan suyun kalitesine yeterli dikkat göstermek gereklidir. Oysa ki, bu fabrikalarda çevre kirliliği sorunlarının etkinliği nedeniyle daha çok atık sularla ilgilenilmektedir. Fabrika sisteminde kullanılan sularda genellikle algler, bazı mantarlar, kapsüllü veya kapsülsüz bazı bakteri türleri bulunmaktadır. Bunlar ayrı ayrı zararlılara neden oldukları gibi hep birlikte de etkili olabilmektedirler.

Fabrika sularında en çok problem olan mikroorganizmalardan alglerin; yeşil, mavi - yeşil ve diatome gruplarına rastlanılmaktadır. Bol güneş ışığına ihtiyaçları olan bu organizmalar şartların çok uygun olduğu su kaynaklarında, açık rezervuar ve havuzlarda, filtrelerde fazla miktarda gelişmektedirler. Mevsimlik değişimlerden etkilenmekte, sonbaharda sayıları azalmaktadır. Bakteriler için de bu sözkonusudur.

Alglerin fazla gelişmesi kil filtreleri, elekler, nozul (meme) ve ince borularda problem yaratmakta ancak gene de zararları fabrika sisteminde çamur oluşmasında bakteri ve mantarların aktivitesi ile mukayese edildiğinde daha az olmaktadır. Alglerin neden olduğu yeşil veya mavi - yeşil benekler, lekeler son ürün kağıtta çokça rastlanmaktadır.

Algler ile mücadele klorlama veya bakır sülfat kullanılarak yapılmaktadır. Bazen her iki madde birlikte de kullanılabilir. Son yıllarda bazı bakırlı organik bileşiklerin de etkili olduğu saptanmıştır. Özellikle sığ sularda derin, sulara göre alg mücadelesine daha fazla önem verilmelidir. Kullanılacak kimyasal maddenin seçimi ve uygulanması; su havzasının (deposunun) yapısı, büyüklüğü, suyun dolaşımına uygunluğu ve güneş ışığına açıklığına bağlı olarak tayin edilmektedir. Mantarların su ile taşınarak enfeksiyonu alglerden daha azdır. Klorofil ihtiva etmeyen mantarlar güneş ışığı bulunmayan su borularında, tanklarda ve kasalarda büyüyeabilmektedirler. Bu mantarlar genellikle sporlu olanlardır.

Bakteriler ise su sisteminde çok ciddi problemler meydana getirmektedirler. Filamentli demir bakterileri sülfat indirgeyen bakteriler gibi birçok kapsüllü ve sporlu türlere sularda sık sık rastlanmaktadır. Crenothrix ve Gallionella en çok bilinen demir bakterileridir. Oluşturdukları çamur yığınları ile mantarların gelişmesi içinde ortam hazırladıkları gibi, son ürün kağıt üzerinde istenmeyen lekelerle de sebep olmaktadırlar. Kapsüllü bakterilerin çoğu jelatinimsi çamurlar yaparlar. Su kaynaklarında bu çamurlar oluştuktan sonra borularla sisteme dağılmaktadır. Sistem içinde kağıt materyali bu bakteriler için doğal bir besin kaynağıdır, pH ve sıcaklık şartları da ideal olduğundan selüloz ve kağıt sisteminde çok çabuk gelişirler. Ancak diğer türlere göre çeperlere daha az yapışırlar. Zararları kağıt üzerinde renkli noktacıklar meydana getirmek olup, bunların fabrikada temizlenmesi güç ve pahalıdır.

Kapsülsüz bakterilerin daha az zararlı olduğu tespit edilmişse de, onlar da kağıdı bozar, lekelenmelere sebep olur ve ayrıca sistemde kötü kokular meydana getirirler.

Fabrika sisteminde su girişlerine filitre takılması, su ile taşınan mikroorganizmaların bazı zararlarını önlemekte ise de çoğalmaları için bir ortam da oluşturmaktadır. Bu nedenle filtrelerin devamlı temiz tutulmasına azami dikkat gösterilmelidir. Ayrıca özellikle sıcak ve ılıman iklim bölgelerinde suların dezenfeksiyonu ile kontrolü da önemlidir.

### 2.3.2 Hava İle Taşınan Mikroorganizmaların Enfeksiyonları

Bakteri, küf mantarı ve diğer birçok mantarın enfeksiyonları sporlar halinde hava akımları ile olabilmektedir. Sporların uygun olmayan şartlara karşı dayanıklı olmaları ve şartların uygun olduğu zaman gelişme göstermeleri ve üremeye başlama özelliğine sahip olmaları hava ile mikroorganizmaların buluşmasının önemini arttırmaktadır. Diğer taraftan bu tür enfeksiyonların mevcudiyetinin devamlı olmasının bilinmesine rağmen korunma hemen hemen imkansızdır. Hastanelerde dahi özel eğitim görmüş kişilerin tüm çabalarına rağmen oldukça önemli bir problem olmaya devam etmektedir. Selüloz ve kağıt fabrikalarındaki bu mikrobiyolojik problemin çözümü iyi korunma ve temizlik sayesinde azaltılmaktadır.

### 2.3.3 Selüloz İle Taşınan Mikroorganizmaların Enfeksiyonları

Selüloz üretildiği zaman ve ağartma kademesinde adeta steril haldedir. Ancak daha sonra bulunduğu şartlar nedeniyle önemli bir enfeksiyon kaynağı olmaktadır. Taşındığı her çeşit mikroorganizma; selüloz, kağıt ve karton fabrikalarındaki şartların gelişmeleri için uygun olmasından süratle çoğalmaktadırlar. Selülozun hammaddesi olan odun, mikroorganizmalar için iyi bir besin ve enfeksiyon kaynağıdır. Selüloz odunu depolarından alınan hammaddenin özellikle istifin altından alınması daima aerobakter enfeksiyonlara sahiptir ve bunu sisteme de taşımaktadır. Üretim sırasında selülozdan oldukça çok miktarda lif, sistemdeki suya kolaylıkla karışabilmektedir. Böylece selüloz üretimi kolaylıkla bir enfeksiyon kaynağına dönüşebilmektedir. Ancak diğer bulaşma şekillerine göre selüloz yoluyla enfeksiyon daha iyi önlenabilmektedir.

### 2.3.4 Dolgu Maddeleri ve Lifi Olmayan Maddelerle Taşınan Mikroorganizmaların Enfeksiyonları

Bu enfeksiyon türüne daha çok kağıt üretimi sırasında rastlanmaktadır. Kağıt hamuruna ilave edilen nişasta, tutkal, jelatin, bazı plastikler, mum emülsiyonları ve zambak gibi maddeler bozunmalara yol açmaktadır. Bu maddelerin bozunması bir yandan ekonomik kayıp oluştururken diğer yandan da kağıt üretiminde bazı problemlere neden olmaktadır. Viskozite kaybı, yapıştırıcıların sahip oldukları yapıştırma gücünün azalması, köpük ve kötü kokuların meydana gelmesi, ortamın pH sınırının değişmesi bu problemlerin en önemlileridir. Lifi olmayan maddeler arasında mikroorganizmaların üremesine en çok uygun olan nişastadır. Kuru haldeyken mikroorganizma içerse dahi bozunmamaktadır. Ancak depo edildiği yerlerin nemli olması halinde küflenmektedir. Bozunmuş nişastanın kullanımı fena kokuların oluşmasına, yüzey tutkallamasında yapışma özelliğinin % 25 kadar azalmasına neden olmaktadır. Ancak nişastanın pişirilerek kullanılması enfeksiyonları önlemektedir. 90°C'e kadar yapılan pişirme ile sıcaklığı seven bakteriler dışında tüm mikrobiyolojik canlılar ölmektedir. Kaolen ve reçine'de az da olsa birer enfeksiyon kaynağı olabilmektedirler.

Lifi olmayan maddelerin taşıdıkları mikroorganizmaların önüne geçmek için en önemli tedbir temizliktir. Malzeme tankları her sefer sıcak su ve deterjan ile iyice yıkanmalıdır. Etkili kimyasal maddelerle muamele edilmelidir. Özellikle tutkalmı bekletildikten sonra kullanımı söz konusu ise; çinko tuzları, bakır tuzları, klor florür, boraks, organik cıva bileşikler, formaldehit, paraformaldehit gibi koruyucu maddeler ilave edilmelidir.

## 3. DEPOLANMIŞ SELÜLOZİK ODUNDA MİKROBİYOLOJİK PROBLEMLER

Selüloz odunu gerek dikili ağaç halinde iken gerekse de kesilip ormanda veya fabrikada depo edildikten sonra değişik oranda mikrobiyolojik etkilere açıktır. Ayrıca selüloz üretimi için kullanılan ağaç türleri de mikroorganizmaların zararlarına karşı dayanıklı değildirler. Bu nedenle depolama sırasında birçok problem ortaya çıkmaktadır. Selüloz odununda bakterilerin zararları azdır. Asıl mantarların zararları önemlidir. Ancak bazı bakteriler; kayın, karaağaç ve huş'da dikili halde iken mantarlarla birlikte renk değişmesine neden olmaktadır. Fakat gene de yaptıkları bu zararlar mantarlardan daha sonra gelmektedir.

### 3.1 Selülozluk Odunun Depolanması

Selülozluk odun kesildikten sonra ya ormanda ya da fabrikada depo edilmektedir. İki durumun kombinasyonu da sık sık söz konusu olabilmektedir. Her üç halde de doğal şartlar mantarların gelişmesi için oldukça uygundur. Ayrıca depo edilmiş olan odunda depolanmadan daha evvel başlamış az veya yüksek oranda gelişmiş mikrobiyolojik bozunmalar, istiflerde mikroorganizmaların faaliyetlerinin süratlenmesine ve zararların artmasına sebep olmakta, adeta bir enfeksiyon kaynağı yerine geçmektedir. Zira çürüklüğün başlamış olduğu odunlar mikroorganizma sporlarının gelişmesinde uygun bir ortam olmaktadır. Mantarların selüloz odununda gelişmesi ve odundaki çürümede depolanmanın şartları, depolanan odunun türü ve

zamanın büyük etkisi olmaktadır. Selülozluk odunun ormanda veya fabrikada depo ediliş metodunun aynı olmasına rağmen çevre şartları değişmektedir. Dolayısı ile mikroorganizmaların etkisi de farklı olmaktadır.

Selülozluk odunun istif halinde depolanmasında odun çeşidi, deponun fabrikaya uzaklığı, depolama alanı gibi faktörler gözönüne alınmalıdır. Depolama doğrudan doğruya toprak üzerine değil de çakıl veya beton bir alan üzerinde yapılmalıdır. Her yeni depolama sırasında evvelki istiflere ait artıkların, enfeksiyonlara neden olabileceği için bu alanlarda bakım ve temizlik işlemleri yapılmalıdır. Hatta istif alanı tannik asit veya bakır sülfat gibi bir kimyasal madde ile muamele edilmelidir. Ancak bu işlemler sırasında 1 - toprak tipi, 2 - toprağın pH sı, 3 - drenajı, 4 - kimyasal maddelerin uygulanış metodu, 5 - etki derecesi gözönünde tutulmalıdır. Özetle selüloz odunu depolamada alanın temiz tutulması, istiftteki çürük odunların ayrılması, mantarların gelişmesi için uygun şartların önlenmesi, kesimden sonra kimyasal maddelerin sürülerek veya püskürtülerek kullanılması mantar gelişmelerinin önlenmesi için etkili koruma tedbirleri olup, selüloz odununun depoda kalma süresini uzatmaktadır.

Selülozluk odunun kesim zamanı da depoda kalma süresi üzerinde etkilidir. Mantar enfeksiyonlarının aktif olmadığı, çevre şartlarının da sporların gelişmesine uygun bulunmadığı kış döneminde kesimlerin yapılması bir koruma çaresi olarak tavsiye edilmektedir.

### 3.2 Depolanmış Selülozluk Odunda Mantar Zararları

Selülozluk odunda mantarların zararlı etkileri iki farklı gruba ayrılmaktadır.

#### 3.2.1 Renk Değişikliği

Selülozluk odun üzerinde özellikle hava ile bulaşan bazı mantarlar odunda madde kaybı olarak belirgin zararlı etki yapmazlar. Bunlar odun üzerinde bir ortak yaşam sürdürürler ve odunda renk değişikliği meydana getirirler. Mantarların selülozluk odunda oluşturduğu en önemli renk değişikliği mavi renk teşekkülüdür. Bu yapraklı türlerde çok nadir rastlanmakta, daha çok iğne yapraklı ağaç odunlarında görülmektedir. Diri oduna arız olan mantarlar tarafından odunun mavimsi bir renk alması şeklinde oluşmaktadır. Ascomycetes ve Mantar imperfecti grupları, özellikle Ceratocystis, Graphium türü mantarlar mavi renk teşekkülüne neden olan en önemli türlerdir. Renk değişikliği yapan mantarlar hücre çeperinden çok hücre bileşikleri ile yaşadıkları için öz ışınlarına ve boyuna paranzim hücrelerine arız olmaktadırlar. Mavi renk teşekkülünden başka gene mantarların oluşturduğu başka renklenmeler de vardır. Bunlar odunda derine gitmezler. Mavi renk teşekkül etmiş olan selüloz odununda direnç değerlerinde önemli bir değişme olmamakta fakat koyu renkli selüloz elde edilmektedir. Ancak ağartma ile bu koyu renk giderilebilmektedir. Tabii bu da işgücü ve ekonomik yönden sakıncadır.

#### 3.2.2 Selülozluk Odunun Çürümesi

Selüloz odunundaki yapısal bozulma ve yıkım olan çürüme de mantarlar tarafından meydana getirilmekte, bakterilerin önemli bir rolü olmamaktadır. Selülozluk

odunda çürüme yapan mantarlar 4 temel gruba ayrılmaktadırlar. Phycomyetes, Ascomycetes, Basidiomycetes ve mantar Imperfecti'dir. Ancak bu gruplar içinde selülozluk odunu tahrip eden asıl mantarlar Basidiomycetes grubuna ait türlerdir.

Selüloz odununda çürüklük yapan mantarlar autotroph'durlar. Besinlerini kendileri meydana getirmeyip canlı dokulardan veya çürükler gibi cansız dokulardan elde ederler. Odunu tahrip eden mantarların besin ihtiyacı nisbeten az ve basittir. Ancak gene de büyüme ve gelişmeleri beslenmelerine bağlıdır. Bu nedenle besin seçimine bağlı olarak bazıları iğne yapraklılara ve bazıları yapraklı ağaçlara hatta ağacın belirli kısımlarına arız olurlar. Depolanmış selüloz odununda ve çevredeki rutubet, sıcaklık, oksijen mantarların gelişmesi için gerekli faktörlerdir. Mantarlar kurutulmuş odunda gelişmemektedirler. Çürüklük yapan mantarların gelişmesi için odunda en az % 20 rutubete ihtiyaç vardır. Ancak değişik mantar türlerinin rutubet istekleri de farklıdır. Rutubet, mantarların üzerinde yaşadıkları ortamın rutubeti ve havanın rutubeti olmak üzere iki şekilde etki göstermektedir. Eğer odunda rutubet miktarı çok olursa mantarlar arız olmamaktadır. Çünkü Odun kütlesinde boşlukların tamamen su ile dolu olmaması, havanın da bulunması gerekmektedir. Odunda çürüklük yapan mantarların aerob olması nedeniyle havanın serbest oksijenine ihtiyaçları vardır. Mantarların odunu çürütmesinde nisbi hava rutubeti de etkili olmaktadır. Genellikle odun yüzeyinde ince film şeklinde bir su tabakası bulunduğu zaman mantar sporları en iyi gelişmeyi göstermektedir. Bunun aksine çok yüksek rutubetlerde ise mantarlar hayatsal faaliyetlerini devam ettirmek için gerekli olan oksijeni alamamaktadır. Bu durumdan yararlanılarak mantar tahriplerinden selüloz odununu korumak için su içinde depolama metodu geliştirilmiştir. Ayrıca yağmurlama yapmakla selülozluk odunu devamlı ıslak tutmak da bu temele dayalı koruyucu diğer bir methodur.

Mantarların odunda gelişmesinde sıcaklık da önemlidir. Ancak geniş sınırlar içinde (2 - 40°C) değişim göstermektedir. Optimum sıcaklık ise 15 - 33°C olarak kabul edilmektedir. Fakat daha yüksek sıcaklıklarda da odunu tahrip edebilen mantar türleri vardır. Genellikle 65°C de mantarlar ölmektedir. Fakat donma derecesinin altında uzun süre aktif faaliyetlerini durdurarak yaşayabilmektedirler. Görüldüğü gibi selülozluk odunun depo edildiği yerlerde şartlar genellikle mantarların gelişmesine uygundur. Bu nedenle ormanda ve fabrikada depo edilmiş odun, kısa bir süre içinde dahi tahrip olmaktadır. Mantarların gelişmesi için elverişli şartları yok etmek, selüloz odununun korunması metodlarının temelini teşkil etmektedir.

Selüloz odununda çürüme iki gruba ayrılır.

### 3.2.2.1 Beyaz Çürüklük

Korozyon çürüklüğü de denilir ve daha çok yapraklılarda görülür. Sağlam odun kısımlarından kolayca ayrılan, beyaz renkli, süngerimsi hücreler, cepler ve çizgiler meydana gelmektedir. Bu çürüklükte odunun yapısındaki selülozdan çok lignin tahrip edilmektedir. Selüloz odununda çürüklük yapan mantarların yaklaşık 1/2 si beyaz çürüklük yapmaktadır. Beyaz çürüklük yapan en önemli mantar türleri şunlardır; *Formes pini*, *Polyporus anceps*, *P. circinatus*, *P. abietinus*, *P. paragamenus*, *Stereum frustulosum*, *S. subpileatum*.

### 3.2.2.2 Esmer Çürüklük

İğne yapraklı selüloz odunlarında mantarlar tarafından meydana gelen bu çürüklüğe destrüksiyon çürüklüğü de denilmektedir. Odunda madde kaybına neden olmaktadır. Parmakla ezildiği zaman kolayca kırılıp, dağılan kahverengi lekeli kütleler meydana gelmektedir. Beyaz çürüklüğün aksine bu çürüklükte odunun yapısındaki selüloz kaybı lignine göre daha çoktur. Çünkü bu çürüklüğü yapan mantarlar karbonhidratları tahrip ederler. Bozunmadan kalan ligninin ise kimyasal özellikleri değişmektedir. Esmer çürüklük ihtiva eden odunların da selüloz üretiminde kullanılması tavsiye edilmemektedir. Çünkü elde edilen selüloz koyu renkli olmakta, ancak ağartma yapılacaksa kullanılabilir. Esmer çürüklü yapan mantarlar şunlardır; *Lenzites trabea*, *L. saepiaria*, *Echinodontium tinctorium*, *Polyporus schweinitzii*, *P. balsameus*.

Bu iki çürüklük şekinden başka yumuşak çürüklük adıyla bilinen üçüncü bir çürüklük daha vardır. Ancak bunun önemi azdır. Bunu yapan mantarlar ise *Ascomycetes* ve mantar *imperfecti* grubuna dahildirler. *Cheatomium globosum*, *Ch. elatum*, *Ch. funiculum* ve *Stachybotris arto* gibi.

### 3.3 Selüloz Odunundaki Çürümenin Selüloz Elde Etme Metodları Üzerindeki Etkisi

Selüloz odunundaki çürümelerin 1) Selüloz elde etme metodlarında, 2) üretilen selülozun kalite ve hasılatında, 3) üretilen kağıdın kalitesi ve miktarı üzerinde etkisi bariz olarak görülmektedir. Çürüklük ihtiva eden selülozluk odunun üretimde kullanılması sırasında selüloz elde etme metodları üzerindeki etkileri de farklı olmaktadır.

#### 3.3.1 Mekanik Odun Hamurunda

Selülozluk odun çürüme ile ağırlığından % 12 kadar kaybettiği ileri sürülmektedir. Çürüklük ihtiva eden selülozluk odunda mekanik odun hamuru elde edilmişinde sağlam oduna oranla öğütme için daha az zaman ve güce ihtiyaç varsa da elde edilen selüloz randımanca düşük olduğu gibi çürüklük miktarı ile orantılı olarak kirli, lekeli ve kahverenkli olmakta, parlaklık da düşmektedir. Ayrıca özellikle çürüklük ihtiva eden kısa lifli selüloz odunlarından elde edilen selülozların gerilme mukavemeti, yırtılma ve patlama faktörleri de azalmaktadır. Şüphesiz çürüklük ihtiva eden selülozluk odundan yapılan mekanik odun hamuru kağıt üretimi sırasında da istenmeyen sonuçlar vermektedir. Genellikle üretilen kağıt koyu renkli olmaktadır.

#### 3.3.2 Kimyasal Selülozda

Kimyasal selüloz elde edilirken çürük selülozluk odun yongalama safhasında hammadde kaybına neden olmaktadır. İleri derecede çürümüş odundan ağırlıkça % 17 kadar kayıp olabilmektedir. Bu nedenlerden SEKA Selülozluk Odun Şartnamesinde selülozluk odun türlerinin ihtiva edebileceği en fazla çürüklük oranlarını belirtmiştir.

Mekanik odun hamuru elde edilışı sırasındaki çürüklük ihtiva eden selülozluk odunun neden olduğu problemlerin bir çoğuna kimyasal metodlarla selüloz üretiminde de rastlanmaktadır.

### 3.3.2.1 Sülfite Selülozunda

Çürük selüloz odunundan elde edilen sülfite selülozu en başta normal selülozdan bariz olarak daha koyu renklidir. Sülfite pişirmelerinde çürüklük ihtiva eden odunun sağlam oduna oranla daha kısa sürede piştiği saptanmıştır. Ancak pişirme zamanındaki değişmeler konusunda kat'i fikir verebilmek için pişirme kazanının çürük odunla doldurulup, pişirilmesinden sonra kıyaslama yapılması gerektiği de ileri sürülmektedir. Birçok araştırmada pişirme veriminin düştüğü saptanmıştır. Verimdeki azalma çürüklük ihtiva eden selülozluk odunun türüne ve depoda bekleyiş süresine bağlı olmaktadır. *Stereum sanguinolentum* arız olmuş selülozluk odunlarda bir yıl depo edildikten sonra verimde % 1-3, iki yıl sonra % 10, üç yıldan sonra % 15-20 gibi azalma saptanmıştır.

Sülfite selülozu normalde açık renktedir. Ancak çürük odundan üretildiğinde renk koyu olmakta, bunun giderilmesi ise ağartma ile mümkün olmaktadır. Fakat ağartma sırasında da daha çok kimyasal maddeye ihtiyaç göstermektedir. Odundaki çürüme lifleri de parçalamakta, kısaltmakta ve dirençlerini azaltmaktadır.

### 3.3.2.2 Sülfate Selülozunda

Ağartılmamış sülfate selülozu koyu kahverenkli olduğu için üretiminde çürüklük ihtiva eden selülozluk odunun kullanılması rengini etkilememektedir. Ancak çürüklük ihtiva eden odunların pişirilmesi sırasında kullanılan kimyasal maddelerin miktarı artmaktadır. Elde edilen selüloz ise belirgin olarak serttir. Verimde de sülfite metodunda olduğu gibi gene kayıplar söz konusudur.

Soda metodunda da çürüklük ihtiva eden odun kullanımında kraft metodunda olduğu gibi uygulama sırasında daha fazla kimyasal madde ihtiyacı, düşük verim ve liflerin dirençlerinde azalma şeklinde menfi etkileri görülmüştür.

## 3.4 Selülozluk Odunda Mikroorganizmaların Zararlarının Tesbiti

Mikroorganizmaların ve dolayısıyla mantarların selülozluk odunda yaptıkları fiziksel ve kimyasal değişiklikler belirtildiği gibi en kısa ifadesiyle elde edilecek selüloz ve bunun sonucuna bağlı olarak da kağıdın kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle selülozluk odundaki zararların önceden tesbiti yarar sağlamaktadır. Selülozluk odunda bozunma derecesinin tayininde en çok bilinen ve kullanılan metod *alkalide çözümlülük*tür. Ayrıca bunun bir kombinasyonu olarak  $\alpha$  selüloz miktarının belirlenmesi de çürüklüğün büyüklüğü hakkında fikir vermektedir.

## 4. SELÜLOZUN ÜRETİMİ SIRASINDA MİKROBİYOLOJİK BOZUNMALAR

Selülozun üretimi sırasında meydana gelen mikrobiyolojik bozunmalarda en etkili faktör, üretimde kullanılan sudur. Mikroorganizma ihtiva eden su, selülozun lekelenmesine neden olmaktadır. Su tarafından kirletilen selülozun problemleri fab-

rika sistemindeki çamur kontrolüne eşittir. Selülozda suyun oluşturduğu lekelenmelerin sebebi mantarlardır. Bu mantarların çoğu hava tarafından taşınarak suya bulaşmışlardır.

Selüloz üretimi sırasında daha önce mikroorganizmalarca tahrip edilmiş odunun kullanılması da selülozun kalitesini ve depolarda korunmasını etkilemektedir. Şöyleki; kısmen çürümüş selülozluk odundan elde edilen selüloz, elde edilşi sırasında daha çabuk bozulmakta ve enfeksiyon kaynağı olmaktadır. Ancak selüloz üretimi sırasında gerek uygulanan üretim metoduna göre kullanılan kimyasal maddeler, gerekse pişirme sıcaklığı nedeniyle hemen hemen tüm mikroorganizmalardan arınmış, adeta sterilize olmuş bir duruma dönüşmektedir.

##### 5. SELÜLOZUN DEPOLANMASI SIRASINDA MİKROBİYOLİK PROBLEMLER

Selüloz üretiminden sonra 6-12 ay hatta daha uzun bir süre depo edilmektedir. Depolama süresi mihaniki odun hamurunda uzun olmasına rağmen, kimyasal selülozda ancak hemen kağıt üretiminde kullanılmıyorsa kısa periyotlar için depo edilebilmektedir. Bu nedenle gerek pişirme sırasındaki koşullar, gerekse kısa depo edilmesinden dolayı kimyasal selüloz mekanik odun hamuruna göre daha az bozunmaktadır. Ama gene de uygun olmayan depolama şartlarında her tür selülozda oldukça fazla lekelenmeler ve çürümeler olmaktadır. İki tür selülozun depolanmasında bir diğer fark ise kimyasal selülozun genellikle kapalı, mihaniki odun hamurunun açık şartlarda depo edilmeleridir.

Depolanmış selülozda bozunma; çürüme ve lekelenme şeklinde olmaktadır. Bunun nedeni de daha çok mantarlardır. Depo edilmiş selülozu bozan küf tipi mantarlar nişasta, şeker ve diğer organik bileşiklerle beslenirler. Selülozu bozma bakımından aktiviteleri limittedir. Onların asıl etkileri lekeler meydana getirip, selülozun rengini bozmaktan ibarettir. Bu selülozdan yapılan kağıtlar koyu renkli olur. Ancak çok nadir olsa da bazan bu tür mantarların filamentleri tarafından selüloz lifleri yumaklar halinde birbirine bağlanır ve bu kısımlar kağıt üretimi sırasında iyice dövülüp ayrılamazlar. Böylece kağıtta benekler halinde lekeler meydana gelir.

Selülozu yapıcı bozan mantarlar ise liflerin yapısını bozmaktadır. Bunlar esas olarak Basidiomycet grubundadırlar. Bu mantarların arız olduğu selüloz lifleri dövme sırasında kırılmakta, dolayısıyla mukavemetleri azalmaktadır. Depo edilmiş selülozun sıcaklık ve rutubeti daima mantarların süratli bir şekilde gelişmesi için uygundur. Ancak mantarların oksijene de ihtiyaçları vardır. Bu nedenle lifler arasındaki boşluklarda bir miktar oksijenin bulunması lazımdır. Fakat % 25 - 55 gibi yüksek rutubete sahip selüloza arız olan mantar türleri de vardır. Bunlar daha çok selülozu çürüten türlerdir. Düşük rutubet miktarlarında ise küf mantarlarının etkileri söz konusudur. Bu nedenlerle mantarların selülozdaki gelişimlerini durdurmak için selülozu depoya koymadan evvel kurutmak lazımdır.

Depo edilmiş selülozun kendisinden başka çevresine de zararlı etkileri olmaktadır. Bozunmuş selülozlar buldukları alanda diğer selülozlar için bir enfeksiyon kaynağıdır. Ayrıca sağlam selülozla karıştırılıp kağıt üretiminde kullanıldığında da



önemsenerek derecede lekeler, benekler gibi istenmeyen etkiler yapacaktır. Bütün bu nedenlerden selülozu mantarların gelişmesine uygun olan depolama şartlarında uzun süre tutmamak en iyi çaredir.

Selülozun depolanması sırasında özellikle dikkat edilecek bir başka husus da yeni üretilen selüloza ait balyaların eski balyaların üstüne konulmamasıdır. Mecbur kalındığı takdirde eski balyaların üst yüzü iyice temizlenmeli ve ilaçlanmalıdır. Böylelikle gizli bir enfeksiyonu önlemek imkanı vardır. Diğer yandan selüloz depo edilirken beton veya çakıl bir temel üstüne konulan tahtalar üstüne yığıldığı da vakidir. Bu tahta taşıyıcılar da zamanla bir enfeksiyon kaynağı olabilmektedir. Onun için yukarıda sözü edilen dikkatli temizlik burada da uygulanmalıdır.

Görüldüğü gibi selüloz üretiminden çok üretildikten sonra mikrobiyolojik problemlerin etkisi altında kalmaktadır. Bu nedenle depolanma sırasında çok dikkatli bir korumanın yapılması gerekmektedir.

## 5.1 Depolanmış Selüloza Arız Olan Mikroorganizmalar

### 5.1.1 Mantarlar

Mikroorganizmaların gelişmesi için uygun şartlar altında depo edilmiş selülozlara bütün mikroorganizmalar arız olabilmektedir. Selüloz ve selüloz bileşiklerinden karbon kaynağı olarak yararlanan bu organizmalar istenmeyen lekeler meydana getirmektedir. Meydana gelen lekeler her organizmayı karakterize edecek şekilde birbirinden farklıdır.

Selülozun mantarlar tarafından bozunması konusu üzerinde ilk kez 1850'de Mitscherlich çalışmış fakat bu olayı mikroorganizmaların fermentasyonuna atfetmiştir. Daha sonra bu alanda Pasteur, Koch ve diğer bazı mikrobiyologlar çalışmalar yapmışlarsa da, bunlarda mantarlardan çok bakterilerin faaliyetleri ile ilgilenmişlerdir.

Genellikle selülozu tahrip eden mantarlar basidiomycetes grubundadırlar. Mantar zararlarına uğramış selülozdan elde edilen kağıt gevrek ve direnç değerleri düşük olmaktadır. Bugüne dek yapılmış olan birçok çalışma ile selüloza zarar veren mantarların tahriplerine ait özellikler tesbit edilmiştir. Şöyleki: Barnes; mekanik odun hamurunda Cladosorium türlerinin siyahımsı lekeler yaptığını saptamıştır. Kress ve arkadaşları ise mekanik odun hamurunda 18, soda selülozunda 1, sülfite selülozunda ise 5 değişik mantar türünün zarar verdiğini tesbit etmiştir. Bunlar küf tipi mantarlardan olup, koyu kahverenkli misellerini selüloz lifleri arasına daldırmakta, böylece gri veya yeşilimsi gri benekler meydana getirmektedirler. Ancak başka bazı mantarlar da aynı lekeleri ve benekleri yapabilmektedirler. Bu nedenle selüloza zarar veren mantarları kültürel metodlar hariç tefrih etmek imkansızdır. Bu metodlarla Penicillium ve Fusarium türlerinin pembeden mora kadar, Trichoderm türlerinin ise büyük sarı lekeler oluşturduğu bulunmuştur. Selülozda bulunan küf tipi mantarların bazıları renksiz misel ve sporlara sahiptir. Bunlar üremeye başlayana kadar selülozda renklenme meydana getirmemektedirler. Daha çok selüloz balyalarının yüzeylerinde rastlanan bu küf tipi mantarlar Gliocladium, Penicillium, Trichoderma, Aspergillus ve Mucor türlerindedir.

### 5.1.2 Bakteriler

Bakterilerin bir çok türü selülozu ayrıştırma, bozundurma kabiliyetindedir. Bakterilerin selülozu bozundurma konusunda bilgilerin açığa çıkması, saf bakteri kültürlerinin zor elde edilmesi ve tabii faktörlerden kolayca etkilenmelerinden ötürü biraz gecikmiştir.

Selülozun bozunması çeşitli mikroorganizmaların ortak yaşamları ile daha etkili olmaktadır. Bu bakımdan çamur bakterilerinden Myxobacterales dikkate değer önemdedir. Bu familyadan Cytophagaceae'lara toprakta da çok rastlanmaktadır. Asıl fonksiyonları bitki artıklarının bozundurmasıdır. Bu organizmaların selülozu bozundurma yönünden aktif olmalarından başka selülozda sarı, portakal renkli, pembe, kırmızı ve yeşil - gri renklenmeler de oluşturmaktadırlar.

Bir diğer grup ise Cellulomonas cinsidir. Bunların da selülozun bozunmasında önemli etkileri olmaktadır.

Selülozda lekeler meydana getiren bazı bakteriler üretimde kullanılan çeşitli aletler ve sistemin içinde ve üzerinde birikmektedir. Mikrosporlu bir desulphuricans türü olan Desulfovibrio desulfuricans bunlar arasında en önemlilerden birisidir. Anerob bir organizma olup, sülfürlü bileşiklerden hidrojen sülfür üreterek bileşiğin sülfür miktarını azaltmaktadır. Aynı şekilde demir bakterileri de demiri, demirsülfüre çevirmektedirler. Bu değişimler için gerekli olan sülfür ve demir mekanik odun hamurunda bulunmaktadır. Bu nedenle bu tür selülozda zararları çok olmaktadır. Ayrıca sistemdeki üretim boruları, su ve diğer bazı kaynaklardaki demirde de aynı reaksiyonlar söz konusudur. Bu organizmaları gelişmeleri için gerekli olan anaerob şartların favori olduğu, siyah renkli mikrobiyolojik çamur tabakaları altında bulmak daima mümkündür.

## 5.2 Depolanmış Selülozun Mikroorganizmalardan Korunması

### 5.2.1 Kimyasal Yollar

Selülozda çeşitli faktörlerin etkisi ile meydana gelen çürüme, küflenme ve renklenme dikkatli muamelelerle minimum düzeye inebilmektedir. En güvenilir koruma metodu bozulan selüloz tabakalarında zararlıların faaliyetini durdurmaktadır. Selülozda küflenmenin kontrolü, çürümeden daha güçtür. Eğer selüloz üretiminden sonra mantarların gelişmeyeceği rutubet limitlerine kadar kurutulursa (% 10 - 15) veya tamamen su içinde muhafaza edilirse ortamda mantarların büyümesi için yeterli oksijen bulunmayacağından problem çözülmüş olacaktır.

Yüzyıla yakın bir süredir, selülozun kimyasal maddelerle muamele edilerek korunması konusunda çalışılmaktadır. İlk defa 1896 da Wolesky selülozun kimyasal maddelerle korunması üzerinde çalışmış olup, % 0,25 sodyum klorit, magnezyum sülfat veya alüminyum çözeltilisi ile mekanik odun hamurunun mikroorganizma zararlarından korunmasına çalışmıştır. Daha sonra birçok araştırmacı, çeşitli kimyasal maddelerin mikroorganizmalardan korunmak için uygulanacağını tavsiye etmiştir. Boraks, borik asit, sodyum florid, sodyum dinitrofenolat, sodyum bikromat, alüminyum sülfat, paranitrofenol ve kükürt dioksit etkili bulunmuştur. Ancak bunlardan bazılarının yan etkileri bulunmaktadır. Örneğin kükürt dioksidin makine-

lerde paslanmalara neden olması gibi. Fakat organik civa ve klorlu fenol bileşiklerinin uygulanması selülozun korunmasında diğerlerine göre çok etkili sonuçlar vermiştir.

Rennerfelt; Pullularia pullulans'ın selülozda yaptığı mavi lekeleri önlemek için sodyum pentaklorfenoat, sodyum fenifenolat, sodyum salisilanilit ve etilmerkürüklorür kullanımını tavsiye etmektedir. Badede, etil merkürü ve fenil merkürü'nün sodyum pentaklorafenat kadar etkili olduğunu saptamıştır. Islak mekanik odun hamuru bu organik civa bileşikleri ile muamele edildiğinde, selüloz tarafından tamamen emilmekte ve etki derecesi artmaktadır. Fakat bazan kötü kokular veya çok fazla toksik ortam da oluşturmaktadırlar. Bazı mantar türleri ise civa bileşiklerine karşı çok dayanıklıdır. (Penicillium roqueforti gibi.) Bunlardan selülozun korunmasında daha yüksek konsantrasyonlara gerek vardır. Ancak bu yüksek konsantrasyonların civaya dayanıklı penicillium türleri veya Phoma lignicola gibi mantarların gelişmesini teşvik ettiği de görülmüştür.

### 5.2.2 Biyolojik Yollar

Bu tür mücadele zararsız bir mikroorganizmanın zararlı türlerin gelişmesini önlemek için üretilmesi prensibine dayanmaktadır. Ancak uygulanması çoğunlukla pratik değildir. Karışık türler ihtiva eden mikroorganizma kültüründe zararlı veya yararlı bir tür organizmanın gelişmesi en basit olarak diğer türün asit veya alkali üretmesi nedeniyle. Diğer taraftan ortamdaki oksijen basıncının azalması anaerob bakterilerin gelişmesini engelleyip, aerob bakterilerin büyümesini sağlamaktadır. Ancak bu tedbirler genellikle ekstrem olarak uygulanabilmektedir.

## 6. SONUÇ

Selüloz üretiminde odun halinden selüloz elde edilışne kadar her dönemde mikroorganizmaların etkisi olmaktadır. Selülozluk odunda daha çok mantarların zararlı etkileri söz konusudur. Bu safhada bakterilerin dikkate alınacak tesiri yoksa da mantarlar tarafından meydana getirilen çürüme, özellikle çürüklük bakterileri tarafından artırılabilir. Selüloz odunundaki mikroorganizmaların zararları odun türüne göre farklıdır. Ancak hemen hemen birçok selülozluk odun türü mikroorganizmaların zararlarına karşı az dayanıklıdır. Odun istiflerinin bulunduğu ortamın doğal şartlarının da gelişmeyi etkileyecek yönde olması, mikroorganizmaların selüloz odununda çoğalmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca selüloz üretiminde kullanılan su da tam anlamıyla bir enfeksiyon kaynağıdır. Bu nedenle selüloz üretiminde önemli mikrobiyolojik zararları olmaktadır. Meydana gelen zararların her biri daha sonraki kademeleri de etkilemekte, istenmeyen başka bir çok durumların oluşmasına ortam hazırlamaktadır. Ancak selüloz üretimi sırasında pişirme kademesinde kullanılan kimyasal maddeler ve uygulanan yüksek sıcaklık ile bir dönem için selüloz adeta sterilize olmaktadır. Benzer nedenlerle aynı durum ağartma sırasında da gerçekleşmektedir. Fakat daha sonraki depolama ve taşıma kademesinde mikroorganizmaların gelişmeleri dolayısıyla zararları gene başlamaktadır. Bu nedenle başka fabrikalardan selüloz temin eden kağıt fabrikalarında mikrobiyolojik korunma, selülozunu kendi üreten fabrikalardan çok daha zordur.

Selüloz üretiminin çeşitli kademelerinde suyla taşınan alg ve bakteriler, hava yoluyla bulaşan mantarların kısaca tüm mikroorganizmaların zararlı etkileri görülmektedir.

Mikroorganizmalar selüloz üretimi sırasında bir yandan selüloz odununda odun kaybına, pişirmeler sırasında fazla kimyasal madde kullanımına, aynı şekilde ağartmalarda da kimyasal maddelerin kullanımının artmasına; diğer taraftan selülozun kağıt endüstrisinin hammaddesi olması nedeniyle mikrobiyolojik problemlerin kağıt fabrikalarına da selüloz yoluyla bulaşmasına ve daha sonraki safhalarda çeşitli önemli zararlar meydana gelmesine sebep olmaktadır. Nihai ürün kağıtta selüloz üretimi sırasında mikroorganizmalarca birçok istenmeyen özelliklerin meydana gelmesi sonucu ile büyük ekonomik ve işgücü kayıpları sözkonusu olmaktadır. Oysaki mikroorganizmaların kontrol altına alınmasıyla ürünün kalitesini iyileştirmek, artık madde miktarının, hammadde kayıplarının ve zaman kayıplarının azalması, makine aksamının korunması gibi yararlar sağlanmaktadır.

Mikrobiyolojik kontrolde türlerin yeterince tanımlanabilmesi ve erken teşhis başarılı olmada çok önemlidir. Ancak her müdahale geniş anlamda bir çeşit temizlik mahiyetinde olacağı için üretimin her evresinde sistemi dikkatle gözlemek ve daima temiz tutmak lazımdır.

#### K A Y N A K L A R

- BOZKURT, Y., 1982. *Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 296.*
- CASEY, J.P., 1960. *Pulp and Paper Interscience publishers.*
- HOPNER, T., 1952. *Fungus damage on pulp wood, Das papier 6, No: 3-4.*
- PURKISS, B.E., 1970. *Bacterial and fungal problems in the paper industry, paperi ja puu.*
- SELİK, M., 1986. *Ormancılık Fitopatolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 377.*
- TAPPI, 1955. *Microbiology of pulp and paper, Tappi monograph series No: 15.*
- TAPPI, 1979. *Microbiological examination of pulp, T 228 om - 79.*