
SERİ

B

CİLT

37

SAYI

2

1987

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



KAĞIT ÜRETİMİNDE MİKROBİYOLOJİK PROBLEMLER

Dr. S. Can AKKAYAN¹

Kı s a Ö z e t

Kağıt endüstrisi selüloz üretiminin devamıdır. Bu nedenle mikrobiyoloji yönünden selüloz endüstrisinden gelecek zararlar ve mikroorganizmalardan etkilendiği gibi yalnızca kağıt üretimi sırasında şartlar nedeniyle meydana gelen zararlar da söz konusudur. Mikroorganizmaların özelliklerini iyi tanımak ve erken teşhis ile mücadelede başarılı sonuç elde edilebilmektedir. Bu nedenle kağıt endüstrisindeki mikrobiyolojik zararlılar, özellikleri ve bunlardan korunma çareleri konusunda bu çalışma hazırlanmıştır.

1. GİRİŞ

Selüloz ve kağıt birbirleriyle büyük bir bağımlılık göstermektedir. Ülkemizde de olduğu gibi genellikle selüloz üreten fabrikalar, kağıt fabrikaları ile birlikte bulunmaktadır. Bu durumun mikrobiyoloji konusunda bazı yararları olduğu gibi bazı problemlerin selüloz fabrikalarından, kağıt fabrikalarına geçmesi gibi sakıncaları da bulunmaktadır. Zira selüloz önemli bir enfeksiyon kaynağıdır. Taşındığı mikroorganizmaların çoğu kağıt ve karton fabrikalarındaki şartlara da çok iyi uyabilmektedir. Diğer bir deyişle kağıt üretimindeki şartlar da mikroorganizmalar için uygundur. Buna ilave olarak mikroorganizmaların çok dayanıklı bir yapıya sahip olmaları da bu endüstri koşullarında gelişebilmelerinin temel sebeplerindedir. Daha önce yaptığımız çalışmamızda selülozun üretilişinden depo edilmesine kadar olan dönemlerdeki mikrobiyolojik problemler incelenmiştir.² Burada ise kağıt üretimi sırasında rastlanılan mikrobiyolojik problemler konuyu teşkil etmektedir. Aşlında başta da belirtildiği gibi her iki konu birbirinin devamı olmakta ve birbirini tamamlar mahiyettedir. Bu nedenle iki çalışma *Selüloz ve Kağıt Endüstrisinde Mikrobiyolojik Problemler* şeklinde bir bütünü oluşturmaktadır.

Evvelce belirttiğimiz konunun önemi, mikrobiyoloji konusundaki genel bilgiler bu kısım için de geçerlidir. Yer darlığı nedeniyle burada bir kez daha tekrar edilmeden yalnızca kağıt üretimi sırasında rastlanılan mikrobiyolojik problemler üzerinde durulacaktır.

¹ | Ü. Orman Fakültesi, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı Öğretim Görevlisi:

² Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt ..., Sayı ..., Yıl

Kağıt ve selüloz üretimi sırasında kullanılan birçok madde mikroorganizmalar için besin maddesi olmaktadır. Bir kağıt fabrikasının yalnızca kullanım suyunda bulunabilen maddeleri tesbit edip, bunlara arız olabilecek mikroorganizmaların çeşitlerini incelediğimizde dahi durumun ne kadar ciddi, aynı zamanda da karışık olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum aşağıda liste halinde de verilmiştir.

Suda bulunan maddeler	Arız olabilecek mikroorganizmalar
Jelatin	Proteolitik bakteriler
Nişasta	Mantarlar (özellikle maya mantarları)
Selüloz	Selülozik bakteri ve mantarlar
Şekerler	Mantar ve bakteriler
Fosfatlar	Algler
Kazein	Proteolitik bakteriler
Odun ekstraktifleri	Birçok bakteri ve maya mantarları
Demir ve mangan	Chlamydo bacteriales
Oksijen	Bütün mikroorganizmalar

Kağıt ve karton fabrikalarında sıcak sistem uygulanan bazı karton fabrikalarının dışında genellikle sıcaklığı seven bakteriler önemli sorun yaratmamaktadır. Kağıt makinelerinde yapılan inceleme ve deneylerde enfeksiyonun genellikle bir veya birkaç ana noktada oluştuktan sonra diğer kısımlara yayıldığı gözlenmiştir. Şüphesiz bu enfeksiyon odakları mikroorganizmaların gelişmesi için en uygun yer olmaktadır. Mikroorganizmaların kümeler halinde belli noktalarda büyümelerinin nedenlerini ise 1 - Makinenin dizaynı, 2 - mikroorganizmaların özellikleri, 3 - kimyasal çevre, 4 - suyun akış hızı, 5 - hammadde miktarı, 6 - lif geçidi, 7 - mikroorganizmalarla mücadele programı olarak gruplayabiliriz. Daha önce belirtildiği gibi selüloz üretimi sırasında pişirme ve ağartma kademelerinde kullanılan kimyasal maddeler ve şartlar nedeniyle mikroorganizmalar yok edilmekte, selüloz steril bir durum almaktadır. Bu nedenle kağıt fabrikalarındaki mikrobiyolojik kirlenme ve bozunmalar bu işlemlerden sonra selülozun depo edilişi ve nakliyesi ile kağıt fabrika sisteminde meydana gelmektedir. Fabrika sisteminde de kurutucuların son kısmındaki sıcaklık nedeniyle mikrobiyolojik zararlar önlenmekte ise de elekler, büteler, hamur kasaları gibi kısımlarda etkili enfeksiyonlar olmaktadır.

2. KAĞIT FABRİKALARINDA RASTLANAN MİKROORGANİZMALAR

Kağıt fabrikalarında teorik olarak su devresinin bulunduğu her yerde mikroorganizmalar gelişebilmektedir. Bunlar arasında başta bakteriler olmak üzere algler, maya tipi mantarlar ve küf tipi mantarlara rastlanmaktadır. Mikroorganizmalar çok nadir olarak saf bir tür halinde bulunurlar. Daha çok karışık kültürler halindedirler. Bu karışımlar farklı bakteri türleri arasında olduğu gibi alg, bakteri ve mantarlar arasında da olmaktadır.

2.1. Algler

Kağıt fabrikalarındaki şartlar alglerin gelişmesine uygun olmadığından sistem içinde üreyememektedirler. Bu nedenle sistemde diğer mikroorganizmalar kadar zararları yoktur. Ancak fabrikanın su sisteminde gelişmeleri ile aksaklıklara neden olurlar. Algler arasında kağıt fabrikalarında en çok rastlananlar; mavi-yeşil alglerden *oscillatoria*, yeşil alglerden *spirogyra* ve *vlothrix* cinsleridir.

2.2. Bakteriler

Kağıt fabrikalarındaki en önemli sorunları bakteriler yaratmaktadır. Bazı türleri mikrobiyolojik çamur oluştururken diğerleri selülozun ayrışmasına ve nihai ürün kağıtta lekeler meydana gelmesine neden olurlar. En çok rastlanan türler yaklaşık 0,5 - 0,8 mikron çapında 1,0 - 2,0 mikron uzunluğunda olan çubuk biçimindeki bakterilerdir.

Kağıt fabrikalarının en önemli problemlerinden olan mikrobiyolojik çamurlara sporlu, sporsuz ve kapsüllü bakteri türleri neden olmaktadır. Ancak gerek her kağıt fabrikasında rastlanması, gerekse sayıca çok olmaları bakımından kapsüllü bakteriler daha fazla önem taşımaktadır. Bakteri kapsülleri *basillus* türlerinin dayanıklı mum kabuklarından *sphaerotilis* türlerinin yumuşak jelatinimsi cinsteki olanlarına kadar farklılık göstermektedir. Kapsüller bakteriler için koruyucu bir kısım olduğundan kapsüllü bakterilerin kontrolü de güç olmaktadır.

Çamur teşekkülünde rolü olan sporlu bakteriler, sporsuzlar kadar hızlı çoğalmamaktadır. Isıya ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı, sert ve lastik gibi bir çamur oluşturmaktadırlar. Özellikle karton fabrikalarında bu tür çamurlara sık rastlanmaktadır. Kapsüllü bakteriler gibi sporlu bakterilerin de kontrolü zordur. Kağıt fabrikalarında sporlu bakterilerden *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megatherium* en çok rastlanılan türlerdir. Sporsuz bakterilerden ise *Aerobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Alealigenes bookeri*, *Achromabacter* ve *Pseudomonas* türleri sayılabilir.

Kağıt fabrikalarının en büyük sorunu olan biyolojik çamur oluşumuna daha çok *Aerobacter*, *Cellulomonas*, *Chromobacter*, *Achromobacter*, *Pseudomonas* ve *Crenothrix* gibi bakteri türleri sebep olmaktadır. Bakterilerin bu çamuru neden oluşturduğu kesin olarak bilinmemektedir. Ancak çevrelerindeki faktörlerden gelebilecek zararlara karşı kendilerini koruma amacı güttükleri sanılmaktadır.

2.3. Mantarlar

Kağıt makinelerindeki en büyük problem mikrobiyolojik çamur oluşumunun asıl sebebi bakteriler ise de, küf ve maya tipi mantarlar da çamur oluşturmakta ve gelişmesine ortaklık etmektedirler. Mantarlar kağıt üretim sisteminde suyun aktığı yerlerin üstündeki tahta kasalarda su veya selüloz sıçramış noktalarda gelişmektedirler. Küf tipi mantarlar daha çok sistemdeki boruların iç yüzeylerine yapışarak gelişmekte ancak temizlenmeleri kolay olmaktadır. Maya tipi mantarların üremesinin önlenmesi ise daha zordur.

Mantar çamurları arasında en çok pembe çamurlar problem olmaktadır. Kağıtta pembe lekelerle sebep olan *Micrococcus agilis*, *Penicillium pinophilum*, *Asco-*

hyta, *Fusarium*, *Rhodotorula* ve *Monilia* gibi türler en önemli olanlardır. Ancak bu oluşumda *Serratia mercrescens*, *Bacillus subtilis* gibi bakteri türlerinin de etkisi vardır.

Kağıt fabrikalarında tesbit edilmiş yaklaşık 100 kadar mantar türü vardır. Fakat bunlar arasında en çok rastlanan ve zararlı etkileri olan 10-20 tanedir. Kağıt fabrikalarının çamurlarında izole edilmiş en çok rastlanan, dolayısı ile en önemli olarak kabul edebileceğimiz türler ise *Mucor mucedo*, *M. racemosus*, *M. spinosus*, *Penicillium spinulosum*, *P. frequentans*, *P. puberulum*, *P. elongatum*, *Pyrenochaeta* türleri, *Fusarium moniliforme* dir. Ayrıca mantarlar depolanmış selülozda olduğu gibi üretilen kağıt ve kartonların depolanması sırasında da meydana gelen istenmeyen renkli lekeler gibi zararların da sorumlusudur. Bu istenmeyen lekeleri kağıtta da selülozdaki gibi *Penicillium* ve *Basidiomycete* kolonileri yapmaktadır. Bu nedenle mücadele sırasında bu zararları da önleyip, başarılı sonuç elde edebilmek için uygulanan çamur önleme programında daima mantar öldürücüler de kullanılmalıdır.

Mantar çamurları sert ve yoğun görünüme sahip bakteri çamurlarının aksine siyah veya çok renkli, gevşek ve tel tel bir şekildedir.

3. KAĞIT FABRİKALARINDAKİ MİKROBİYOLOJİK FAALİYETLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

3.1. Ortamdaki Besin Maddesi

Mikroorganizmaların mevcudiyeti buldukları ortamın besin maddesine bağlıdır. Genellikle kağıt fabrikaları da mikroorganizmaların ihtiyaçlarına uygun besin maddeleri içermektedir. Çünkü hangi metodla üretilmiş olursa olsun, bütün selüloz türleri daima mikroorganizmalara yetecek kadar besin maddesine sahiptir. Mekanik odun hamuru, saman selülozu, yarıkimyasal selüloz ve eski kağıt hamuru mikroorganizmalara uygun besin maddeleri bakımından zengindir. Kimyasal selülozlar ise üretim metodlarının şartları nedeniyle nisbeten daha az besin maddesi ihtiva etmektedir. Diğer yandan fabrika sisteminde kullanılan suda protein, nişasta gibi çeşitli organik maddeler bulunur. Ayrıca kaplama ve katkı maddeleri de birer besin kaynağıdır. Bu genel tanımlama esas alınarak mikrobiyolojik faaliyetler bakımından kağıt fabrikaları üç gruba ayrılmaktadır.

1 — Mekanik odun hamuru kullanan kağıt fabrikaları : Mekanik odun hamuru çoğunluğu aerobacter olan Coliform bakterileri, maya tipi mantarlar ve küf tipi mantarlar olmak üzere zengin bir fermantasyon florasına sahiptir. Mekanik odun hamurunda mikroorganizmalar için uygun besin maddelerinin bol olması, mikroorganizmaların çeşitçe çok olmalarının yanısıra sayıca da çok olmasının nedeni- dir. Aynı zamanda kağıt fabrikalarında hammadde olarak kullanılan mekanik odun hamurunun miktarı yükseldikçe bakteri ve diğer mikroorganizmaların sayısı da artmaktadır.

2 — Kimyasal selüloz kullanan kağıt fabrikaları : Kimyasal selüloz kullanan işletmelerde yalnızca ısıya ve kimyasal maddelere direnci olan flora bulunmaktadır. Bu florayı da sporlu bakteriler, *Micrococci* ve filamentli mantarlar oluşturmaktadır. Bu tür mikroorganizmalar toplam sayı olarak az olmalarına rağmen çok dayanıklı olmalarından yok edilmeleri güçtür.

3 — Karton fabrikaları : Bu işletmelerde kimyasal selüloz, mekanik odun hamuru ve atık kağıtlardan oluşan kağıt hamuru münferit veya karışım halinde hammadde olarak kullanıldığı için her türlü mikroorganizma bulunmaktadır. Toplam sayıca da yüksek olan bu organizmalar arasında daha çok bazı küf tipi mantarlar, sporlu bakteriler ve Coliform grubunun sporsuz bakterilerine rastlanılmaktadır. Üretim sırasında sıcaklığın 55 - 60°C arasında olması sıcaklığı seven organizmaların bulunmasının da nedenidir.

Karton fabrikalarının çokça kullanılan bir hammaddesi olan atık kağıtlar daima kirli olduklarından mikroorganizma faaliyetlerini gerek sayıca gerekse çeşit olarak arttırmaktadır. Çoğunlukla kağıt fabrikalarının kendi ıskartaları da fabrika için bir hammaddedir. Ancak bunların yeniden kullanımı enfeksiyon kaynağı gibi kirlenmeyi kolayca fabrikanın bir yerinden başka tarafına taşımaktadır. Kağıt makinesinin kurutucu kısımlarından sonra meydana gelen döküntüler ısı ile kısmen de olsa sterilize olmuştur. Buna karşın yaş kısımlara ait döküntüler ise enfeksiyonun şiddetini arttırmak bakımından daha zararlıdır. Mücadele sırasında da bu durumun dikkate alınması gerekir. Atık kağıt kullanımında genellikle toksik maddelerin dövcülerde ilave edilmesi daha etkili ve erken bir müdahale olması bakımından tavsiye edilmektedir.

3.2. Üretimde Kullanılan Dolgu Maddeleri

Tutkal, kazein, nişasta gibi kağıt üretiminde genellikle kullanılan dolgu ve yardımcı maddelerde mikrobiyolojik faaliyetleri arttırmaktadır. Tutkal ve kazeinin mikrobiyolojik bozunmalara neden olması önemli derecededir. Nişastada daha az olsa da bazı bozunmalar söz konusudur fakat reçinede yoktur. Şapın ise bozunmaları önleyici etkisi olmaktadır.

3.3. Sisteme Ait Yüzey Tipi

Özellikle çamur üreten mikroorganizmalar pürüzlü ve gözenekli yüzeylere yapışma eğilimindedirler. Bu nedenle kağıt fabrika sisteminde pürüzlü yüzeylerden kaçınılmalıdır. Fayans sistem için en uygun kaplama maddesidir. Bazı tankların ahşaptan yapılması durumunda, ahşabın sahip olduğu gözenekli yapı temizlenmesinde güçlükler yaratmaktadır. Bu nedenle bu tür tankların da gözeneksiz bir madde ile kaplanması önerilmektedir. Aksi durumlarda tutkal, nişasta gibi çözeltiler fermante olarak çabuk bozunmaktadır.

3.4. Boru Donanımı

Kağıt fabrika sisteminde kullanılan borular çeşitli malzemeden yapılmış olabilirler. Ancak bunların da iç yüzeylerinin pürüzsüz ve gözeneksiz olmasına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda aşırı kirlenme halinde kolay sökülüp temizlenebilecek bir şekilde planlanmış da olmalıdır. Camdan yapılmış borular pürüzsüz ve gözeneksiz yüzeyleri ile idealdirler. Ancak, kırılma problemleri vardır. Amyant - Çimento borular ise aşınmaya karşı dayanıklılık bakımından kullanışlı olmalarına karşın asitlere dayanıklı değildirler. Bugün için demir veya bakır borular bu sistemde yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.5. Kağıt Makinesinin Dizaynı

Kağıt makinesinin kurutma kısmından sonra sıcaklık nedeniyle mikrobiyolojik gelişme dikkat edilecek derecede azalmaktadır. Ancak daha önceki kısımlarda üreme için çok elverişli şartların olduğu pek çok bölüm bulunmaktadır. Teksif elekleri, büteler ve hamur kasalarında mikroorganizmalar daima problem olacak şekilde gelişebilmektedir. Sistemdeki akış içinde akışın yavaşladığı, hatta durduğu ölü noktalar da aynı sonuçları doğurmaktadır. Bu nedenle bu noktalar koruma tedbirlerinin alınışında en önce etkili müdahalelerin yapılması gereken yerlerdir.

3.6. Sistemde Kullanılan Su

Kağıt fabrikalarının kullanım suyu daima daha sonra üreme özelliğine sahip sporları taşıyabilir. Diğer taraftan elek altı suyu da uzun süre fabrika koşullarında kaldığı için kontrol altına alınmaları güçleşmiş, dayanıklı mikroorganizmalar içermektedirler. Bu nedenle su sistem için daima bir enfeksiyon kaynağıdır.

4. KAĞIT FABRİKALARINDAKİ MİKROORGANİZMALARIN ZARARLARI

4.1. Mikrobiyolojik Çamur Oluşumu

Kağıt fabrikalarında rastlanan çamurlar meydana gelişlerine göre iki gruba ayrılıp *Kimyasal ve Biyolojik (=Mikrobiyolojik) çamurlar* olarak isimlendirilir.

Kimyasal çamurlar nişasta, alüminyum hidroksit ve diğer mikrobiyolojik olmayan maddeleri içermektedir. Problem yaratacak duruma gelmeleri halinde kimyasal çamurlardaki alüminyumun tümü veya bir kısmı sülfürik asitle muamele edilerek giderilmektedir.

Kağıt fabrikalarının asıl problemi ise mikroorganizmaların ve özellikle bakterilerin neden olduğu *biyolojik çamurlardır*. Genellikle çamur oluşumu dikkatli bakıldığında gözle dahi fark edilebilmesine rağmen sinsi karakterde olan enfeksiyonlar da vardır. Mikroorganizmalar şartların kendileri için uygun olduğu zaman süratli bir şekilde ürerler ve kimyasal şartların uygunluğunda genellikle yapışkan, ince, jelatinimsi, siyah renkli sulu bir çamur oluştururlar. Çamur oluşumu işletme için finansal bir destek gerektirmektedir. Ancak kontrol edildiğinde üreticiye çok yönlü bir kâr da sağlamaktadır.

Mikrobiyolojik çamur oluşumunda organizmaların yapısı makine içinde biriktikleri yerleri belirlemektedir. Suyun oksijen basıncının sıfır olduğu yerlerde anaerobik organizmalar oluşmakta, diğer yerlerde ise aerobik organizmalar bulunmaktadır. Diğer yandan kağıt makinesinin dizaynı da etkili rol oynamaktadır. Zira çamur su akışının düşük olduğu kısımlarda oluşmaktadır. Sistemdeki boruların kıvrımları, (T) ve (Y) şeklindeki birleşim yerleri, vidalar, kanallar gibi kısımlar en uygun noktalardır. Ölü noktalar olarak isimlendirilen bu kısımların uygun makine dizaynı ile azaltılması çamur oluşumlarının azalmasına da yardımcı olacaktır. Zira kağıt makinelerinin tüm bölümlerinde sürekli ve kesintisiz bir akım mikrobiyolojik problemleri önlemektedir. Ancak gene de büteler, elekler, hamur kasaları ve borularda mikrobiyolojik çamurdan daima şikayet edilmektedir. Bu kısımlarda hissedilen ha-

lif kayganlık çamur oluşumunun başlangıcıdır. Çamur oluşumunda asıl rolü olan kapsüllü çubuk şeklindeki bakteriler ilkönce ince bir film tabakası oluşturduktan sonra şartların uygunluğu ile bu oluşumu gerek alan gerekse hacim olarak geliştirirler. Büyüme sebebi ile zamanla çamur parçaları tutunduğu yüzeylerden kopmakta, kağıtta kirlenmeler, makine hızının azalması, keçe ve eleklerin tıkanması gibi zararlara neden olmaktadır. Diğer yandan selüloz lif konsantrasyonu % 1-3 kadar olduğunda bakterilerin oluşturduğu film halindeki çamur tabakaları sisteme ait yüzeylerden sıyrılıp, lifler üzerine yapışır. Böylelikle önce benekler, daha sonra büyük lekeler meydana gelmektedir.

Mikrobiyolojik çamurun yayılması sırasında sistemdeki akışın ağırlaşmasına bağlı olarak enfeksiyon miktarında artım meydana gelmektedir. Enfeksiyonun artması da akışın daha ağırlaşmasına sebep olmaktadır. Dolayısı ile çamur oluşumunun başlamasından sonraki kademeler birbirine bağlı olarak zincirleme bir şekilde etkinliğini gösterir ve zarar miktarı katlamalı olarak artar.

Fabrika tipine, üretilen kağıt türüne, kullanılan dolgu maddelerinin karakterine, mevsimlik değişmelere ve kullanım suyuna bağlı olarak özellikleri ve miktarı değişen mikrobiyolojik çamurlar, mikroorganizmalar ile birlikte liflerin, dolgu maddelerinin ve döküntülerin birbirine girmiş halde bir karışımından oluşmuş heterojen bir küttedir. Yapı bakımından ise yumuşak, jelatinimsi özelliklerden sert ve dikenli şekillere kadar değişiklikler göstermektedirler. Mikroorganizmalardan her tür kendine has bir çamur oluşturmaktadır. Diğer taraftan şartlar değiştiği için çamur her fabrikada ayrıcalık gösterdiği gibi aynı fabrikanın bir makinesinden diğerine ve hatta aynı makinenin parçalarında dahi farklı olabilmektedir.

Mikrobiyolojik çamurlar suda şişmekte fakat çözünmemekte, aynı şekilde alkali ve asit çözeltilerinde de çözünmemektedir. Kimyasal yapılarında Levulan, galaktan arabin ve selulan gibi hemiselülozlar bulunmaktadır. Bu çamurlarda bulunan mikroorganizmalar ise Aerobacter, Bacillus, Pseudomonas, Flavobacterium, Alcaligenus, Cellulomonas ve Achromobacter türleridir.

Mikrobiyolojik çamurlar kağıt fabrikalarında çok yönlü problemlere neden olmaktadır. Şöyleki;

1 — Üretim sırasında ısı, kimyasal madde, dolgu maddeleri, lif, su ve zaman kaybı ile ekonomik zararlara yol açar.

2 — Sisteme ait boruların faydalanılabilen çaplarının daralması, elek ve keçelerde tıkanmalar, teçhizatın verimini azaltır ve ömrünü kısaltır.

3 — Kağıt tabakasının oluşumunu engeller, üretilen kağıdın mukavemeti düşer, sık sık kopmalar olur, dolayısıyla verim azalır ve kağıtta benekler, lekeler, delikler meydana gelip, kalite ve randıman olarak değeri düşer.

4 — Üretim sırasında sistemden kötü kokuların çıkmasına yol açar.

5 — Aşınma nedeni olan oksijene ihtiyaç göstermeyen anaerobik bakterileri korur ve üremelerini sağlar.

Bu etkili zararları önlemek için kompleks bir işlem olan çamur kontrol programı uygulanmaktadır. Çamur kontrolunda etkili ve tam bir başarı sağlanmak isteniyorsa, çamurun varlığının mümkün olduğu kadar önceden tesbit edilmesi önemlidir. Çamur teşhisine yardımcı olan metodları ise şöyle gruplayabiliriz;

1 — Çamur levhaları

Plastik, tahta, kauçuk gibi maddelerden yapılmış olan adeta cetvele benzeyen bu levhalar kağıt makinesine yerleştirilerek çamur oluşumunu hızlandırır ve artırır. Belirli bir sürede bu levhalarda biriken çamurun ağırlığı ölçülüp, çamur mümkün olduğu kadar erken farkedilir. Sorun olmadan önlem alınması bakımından yararlıdır.

2 — Çamur noktalarının kimyasal metodlarla tanınması

Kağıtta çamurdan oluşan nokta ve lekelerin biyolojik olanlar ve olmayanlar halinde ayrılması gerekir. Bu nedenle iki kimyasal metod geliştirilmiştir.

A — Ninhidrin Testi : Proteinin bozunmasına duyarlı Ninhidrin maddesi üzerine kurulmuş, kolorimetrik bir testtir. 1951'de Buckmann ve Hennington tarafından ileri sürülmüştür. Çok hassas olmasına rağmen yalnızca bakteri proteinleri için özel bir test değildir. Bu nedenle tutkal ve kazein içeren kağıtlarda çamur lekesi olmadığı halde pozitif reaksiyon görülmektedir. Ninhidrin protein ve aminoasitlerle kırmızı - mavi bir renk vermektedir.

B — Tetrazolium Testi : Bu test canlı maddelere özgü olduğu için gelecekte birçok imkan vaatmektedir. Yakın zamanda gelişmiş ve kağıt fabrikalarında kullanımı G.J. Lincoln tarafından yapılmıştır. Uygulanışı sırasında 2, 3, 5 Tetrazolyum klorid kullanılmaktadır. Bu madde canlı hücrelerde Trifenilformazana indirgenir ve kırmızı renk verir. Bu renk kalıcı olup, daha sonra oksidasyon ile kaybolmamaktadır. Reaksiyon bakteri hücrelerinin enzim aktivitesi ile meydana gelmekte jelatin, kazein gibi diğer proteinlerin reaksiyonundan etkilenmemektedir.

3. MİKROSKOPIK VE KÜLTÜREL METODLAR

Bunlar mikrobiyolojik tesbitlerde kullanılan klasik metodlardır. Zor olmaması ve yeterli aletlerin temini şartı ile her fabrikada uygulanma olanağı bulunmaktadır. Ancak örneğin alınışı, muhafaza sırasındaki süre ve şartlar çok önem taşımaktadır, Zira bu sürede mikroorganizmaların gelişmesi söz konusu olmakta, buna bağlı olarak da koruma sırasında yanlış kararlar alınmaktadır. Özellikle kağıt makinelerindeki enfeksiyon odaklarının tayini için mikroorganizmaların sayısal tesbiti önemli olmaktadır.

Çamurun mikroskopik incelenmesinde demir bakterilerinin çamuru kırmızı veya kahverengi, alglerin mavi veya mavimsi yeşil, pembe çamurların pembe ve sülfür bakterilerinin çamuru hidrojen sülfür kokusu ile tanınmaktadır.

Çamur kontrolünde kimyasal çevrede bakteri ve mantarların gelişmesi ve üremesi için ters olan şartların tedbirli şekilde uygulanması ekstrem derecede etkili olmaktadır. Örneğin, bakterilerin gelişmesine uygun olmayan bir pH ortamı yani pH 6-8'den farklı bir durum çamur kontrolünde yardımcı olacaktır. Zira çok az bakteri pH 4'ün altında ve pH 8'in üstünde gelişebilmektedir. Nitekim bazı karton fabrikalarında 140°F ve pH 8'den daha yüksekte herhangi bir kimyasal toksik kul-

lanılmadan çamur kontrolünün sağlandığı görülmüştür. Fakat düşük pH ile mantar gelişmeleri önlenememektedir. Zira mantarlar asit ortamda üremektedir.

Çamur kontrolünde en etkili mücadele kimyasal toksik maddeler kullanılarak yapılmaktadır. Bu uygulamada çamur önleyici maddenin seçimi, uygulamanın düzenlenmesi, fabrika hakkında bilgi ve çamurun yapısı yani ihtiva ettiği mikroorganizma cinslerinin bilinmesi mücadelenin etkinliği bakımından çok önemlidir. Çamur önleyen maddelerin sahip oldukları karakteristik kimyasal ve biyolojik özelliklere göre değişik uygulanış sıklığı, dozaj miktarı ve uygulama alanının büyüklüğü ayarlanmaktadır. Mikrobiyolojik çamurlarda çeşitli mikroorganizmalar bulunduğundan çamur önleyici program her organizmayı ayrı ayrı kontrol altına alabilecek özelliklere sahip olmalıdır.

Kağıt endüstrisinde biyolojik çamur oluşumunu önlemek için kullanılan kimyasal maddeleri 4 grup altında toplayabiliriz.

1 — Klor : Çeşitli fabrika sistemlerinde klorun yalnız veya amonyakla veya hut hipoklorit olarak kullanımına çok rastlanılmaktadır. Klor kullanımı daha çok sistemin kullanım suyunda olmaktadır. Ancak bazı şartarda kağıt hamuruna da verilebilmektedir. Bugün klorun amonyak ile birlikte kullanımı eskiye nazaran azalmıştır. Bakteriler için çok etkili bir öldürücü olan klorun tesiri; konsantrasyonuna, reaksiyon süresine, ortamın sıcaklığına ve pH'a bağlıdır. Diğer taraftan iki önemli avantaja da sahiptir. Şöyleki; ucuz bir toksikant olmasıyla birlikte, gerek kağıt üzerinde gerekse sistemde istenilmeyen renk, koku gibi artıklar bırakmamaktadır. Yalnızca bazı klorlu fenol bileşikleri kağıtta istenmeyen koku ve tad meydana getiren fenollü maddeler oluşturmaktadır. Klorun en önemli sakıncası zamanla fabrika sisteminin metal kısımlarında paslanma ve aşınma meydana getirmesidir. Özellikle pH 6 civarında tutulmadığında bu tür zararlar fazla olmaktadır.

2 — Civa Bileşikleri : Kağıt Endüstrisinde gerek mantar, gerekse bakterilerin kontrolünde çok etkili kimyasal maddelerin başında civa bileşikleri gelmektedir. Çok aktif bir çamur önleyici olan civa bileşikleri uygun şekilde kullanıldığı takdirde memnun edici temelleri hazırlarlar. Ancak civa iyonlarının kimyasal aktifliği ve zehirli yapıları da dikkate alınmalıdır. Civa bileşikleri arasında en çok civa (2) fenil tuzları, az miktarda da civa (2) etil ve civa (2) pridin tuzları kullanılmaktadır. Civa bileşiklerinin kullanılmasında çok zehirli olmalarından gerek ekipmana gerekse üretilen kağıda ve işçilere zarar verebileceklerinden yüksek konsantrasyonlardan kaçınılmalıdır. Genellikle nötr maddelere seyreltilerek kullanılmaları önerilmektedir. Ancak dozaj miktarına da dikkat edilmelidir. Zira az miktarlarda kullanıldığı takdirde etkili olmadığı gibi bazı mikroorganizmaların gelişmesine yardımcı da olabilmektedir. Civa bileşikleri içinden selüloz ve kağıt endüstrisinde mikrobiyolojik çamur kontrolünde kullanılabilen en önemli bileşikler şunlardır; etil civa (2) fosfat, fenil civa (2) asetat, fenil civa (2) laktat, civa (2) klorofenat, fenil civa (2) monoetanol amonyum asetat, pridin civa (2) asetat.

3 — Halojenli Fenoller ve Tuzları : Fenolik bileşikler bakterilerde olduğu kadar mantarlar üzerinde de etkileri fazladır. Ayrıca fenollü bileşiklerden özellikle poliklor fenoller sistemde klordan daha uzun kalabildiklerinden etkinlikleri daha fazla olmaktadır. Kağıt endüstrisinde kloröz fenollerden ortofenilfenol, klorlu fenoller ve tuzlarından da 2, 4, 5 ve 2, 4, 6 triklorfenol, 2, 3, 4, 6 tetraklorfenol, pentaklor-

fenol ve dihidroksi dikloro difenil metan en çok kullanılan fenollü bileşikler olarak sayılabilir. Fenollü bileşikler fabrika sistemi için paslandırıcı ve aşındırıcı da değıldirler. Ancak birbirinden farklı bazı karakteristik kötü kokular meydana getirmektedirler.

4 — Karışım toksikleri : Kağıt fabrikasının bütün şartlarına ve her cins mikroorganizmaya karşı aynı derecede etkili olabilecek kimyasal bileşikler yoktur. Bu nedenle kağıt endüstrisinde en aktif terkiplerin ve toksiklerin kullanılması daha etkili olduğu için çoğunlukla tercih edilmektedir. Karışımın uygulanması gerek birkaç toksik maddenin ayrı ayrı gerekse herbirinin eşit miktarlarda karıştırılarak meydana getirilen bir bileşim halinde ilave edilmesi ile yapılabilmektedir. Kağıt fabrikalarında en çok kullanılan karışımlar arasında poliklorfenollerin sodyum tuzları organo sülfür bileşiklerinin karışımları ve civa karışımları en önemlileridir. Uygulama sırasında kullanılan dozaj; maddenin kimyasal özelliği aktif etkenliği ve fabrika sisteminin şartlarına göre değişmektedir. Örneğin, fenil civa (3) asetat *Aerobacter aerogenes* ve *Bacillus mycoides*'e pH 7'de etki etmesine karşın küf tipi mantarlara pH 8,5'de yüksek etkinliğini göstermektedir.

Bazı önemli karışım halindeki toksik maddeler şunlardır; Fenil civa (2) asetat % 10 + 2, 4, 6 triklorfenat'ın potasyum tuzu % 50, fenil civa (2) asetat % 71,4 + sodyum dimetil ditio karbomatsodyum - 2 - Merkapto benzotiazol % 23,6, Sodyum dimetil ditio karbomat + sodyum - 2 - merkapto benzotiazol % 90, Sodyum pentaklor fenat % 9 + Sodyum tetraklor fenat % 9 + Sodyum 2, 4, 5 triklor fenat % 9, Sodyum pentaklor fenat % 25 + sodyum 2, 4, 5 triklor fenat % 25, sodyum pentaklor fenat % 45 + sodyum 2, 4, 5 triklor fenat % 5.

Bazı laboratuvar araştırmalarının sonuçlarına göre selüloz ve kağıt endüstrisinde mikrobiyolojik koruma için kimyasal özelliklerine göre 93 toksik madde bulunduğu belirlenmiştir. Ancak bugün bunların bazıları hiç kullanılmamakta, bazıları ise değişik ticari isimler altında piyasada bulunmaktadır. Bu toksik maddelerin kullanımını sırasında düşük konsantrasyonlarla sistemi devamlı beslemek daha etkili olmaktadır. Toksik maddelerin sisteme katılması ya doğrudan dövücülere ilave edilerek ya da kağıt makinelerinin uygun bölgelerine katılmasıyla olur. Dövücülerde pH 4—5 kadardır. Bu nedenle buralarda bakteri üremesi olmamaktadır. Ancak dövücüye ilave edilen toksikant ileri kademelerdeki yüksek mikrobiyoloji sayısının görüldüğü noktalarda etkinliğini gösterebilmekte ayrıca sistemde de daha muntazam bir şekilde yayılmaktadır. Toksik maddelerin kullanımından sonra üretilen kağıtta sistemden kopan çamur parçaları nedeniyle çamur lekelerinin geçici olarak arttığı görülmektedir. Bunu önleyebilmek için makineler kimyasal işlemlerden sonra bol su ile yıkanmalıdır.

4.2. Keçelerin Bozulması

Kağıt fabrikalarında keçelerin bozulması keçenin emme direncinin azalması ve nihayet tıkanması, yırtılması ve kopma dayanımının azalıp kopması şeklinde olmaktadır. Keçelerin bozulması biyolojik, mekanik ve kimyasal olabilmektedir. Mekanik bozulmaya kimyasal ve biyolojik bozulmalar da yardım etmektedir. Keçelerin mikroskopik incelenmesi bozulmanın cinsini tespiti yardım etmektedir. Safranın ile boyanan keçede mekanik bir zarar varsa lif yüzeylerinin özellikleri değişmemiş

olup, lifler kırılıp birbirlerinden ayrılmıştır. Kimyasal bozulmalarda liflerde mun-tazam harabiyet görülmektedir. Mikrobiyolojik zararlılarda ise dağınık bir şekilde keçe-ye ait yün protein hücrelerinde tahripler olmaktadır.

Kağıt fabrikalarında kullanılan yün keçelerin liflerinde keratin denilen kompleks bir protein bulunmaktadır. Bu protein amfoter özelliğe sahip, kristalen yapıda, bi-linen çözümlerde çözünmeyen, uzun amino asit zincirlerinden meydana gelmiştir. Mikroorganizmalar içinde iyi bir besin kaynağıdır. Yün keçelere önce bakteriler arız olmaktadır. Daha sonra özellikle düşük rutubetlerde filamentli mantarların da şiddetli tahripleri görülmektedir. Ancak kağıt fabrikalarının keçelerinde bulu-nan mikroorganizmaların hepsi yün keratinini bozmamaktadır. Biyolojik bozulma-ları yapan mikroorganizmalar protein çürütücü proteolytic bakterilerdir. Asit or-tama nazaran alkali ortamda daha etkili olan bu bakteriler için pH sınırı yakla-şık 5,5-9, optimum sınır ise 6,5-8 dir. Bakterilerin keçelerdeki gelişmesi yavaş olmaktadır. Bacillus mesentericus bozulmuş keçelerde en çok rastlanan bakteriler-dir. Bundan başka Alcaligenus bookeri, Bacillus subtilis, Serratia mercenscens, Sar-cina lutea, Bacillus mesentericus, Escherichia coli ve Bacillus aerogenes de bulu-nmaktadır. Ayrıca az miktarlarda olsa da çeşitli achinomyces ve bazı filamentli mantarlara da rastlanır.

Keçelerde mikrobiyolojik bozulmaları önlemede pH'ı 5-5,5'da tutabilmek en ba-sit koruma metodudur. pH 6'dan büyürse, bakteriler aktivitelerini artırmaktadır. Etkili bir diğer yöntem de periyodik olarak koruyucu kimyasal maddeler ile yı-kamaktır. En etkili olan sodyum hidroksit ağırlıklı temizleyicilerin kullanılmasıdır. Ayrıca % 10 formalin veya seyreltik fenil civa (2) asetat da önerilmekte olup, bu yıkama işlemi sırasında kullanılan suyun pH değerinin düşük (5,5>) olması ve suda fazla klor bulunmaması etki bakımından yararlı olacağından dikkat edil-melidir. Sistemde kullanılan suyun klorlanması da keçelerin ömrünü uzatmaktadır.

Keçelerin korunmasında kullanılan kimyasal maddeler keçe liflerinin yumuşak-lığını, keçelerin emme ve süzülme özelliklerini etkilememeli, keçelerden çabuk sü-zülmeli, sıcaklığının sabit olması, buharlaşmaması, üretilen kağıda geçmemesi, fi-yatça uygun olup, kağıt makinelerinde zararlı etkileri olmaması gibi özellikleri ta-şınması gerekmektedir.

Bazı tanenleme işlemleri de belirli bir noktaya kadar keçelerin bozulması so-rununu önleyebilirse de hiç bir zaman tamamen önüne geçemez zira bu maddeler mikroorganizmalar için toksik olmayıp ancak keçe liflerine mukavemet kazandır-maktadır.

Son yıllarda kağıt fabrikaları keçelerinin üretiminde terilen, naylon gibi bazı sentetik liflerin karışık ve münferit kullanılması mikrobiyolojik enfeksiyonları bir dereceye kadar önlemiştir. Ancak bu tür keçelerde de çabuk tıkanma problemi or-taya çıkmaktadır.

4.3. Fabrikanın Metal Kısımlarında Korozyon

Kağıt fabrikalarının metal kısımlarında görülen paslanma, aşınma, çürümede de bakteri ve mantarların etkileri vardır. Bu arada çeşitli amaçlar için kullanılan klor gibi kimyasal maddelerin olumsuz yan etkisi olarak meydana gelen paslanma

ve aşınmayı da unutmamak gerekmektedir. Mikrobiyolojik korozyonun sebebi ise iki tür bakteri grubudur;

1 — *Kükürt bakterileri* : Hem çamurun ve hem de kötü kokuların meydana gelmesine neden olurlar. Özellikle *Thiobacillus thiooxidans* bu grubun en çok rastlanan türüdür. Kükürlü bileşikler sülfatlar ve sülfat asitlerine yükseltmekte ve bu sırada korozyona da neden olmaktadır. Oksijen ihtiyaçları olmadığı için kalın çamurların altında dahi kolaylıkla ve çokça üreyebilirler.

2 — *Sülfat indirgeyen bakteriler* : Bu grup bakteriler sülfür bileşiklerini hidrojen sülfüre indirgeme özelliğine sahiptirler. Bu arada aşındırmayı da arttırmaktadırlar. Grubun en önemli türü sporlu bir bakteri olan *Mikrospora desulfuricans*'dir. Oksijen ihtiyacı olmadığı için sülfürce zengin fabrika sularında, makinelerde oluşan çamur tabakaları altında ve atık su depoların sulu çamurlar altında iyi gelişim gösterirler. Bunların meydana getirdiği sülfür, sistemde çözünen demir ile reaksiyona girerek siyah renkli çözünmez bir demirsülfür meydana getirir. Bu işlem demir boruların aşınmasına yol açmaktadır. Ayrıca bu bakterilerin meydana getirdiği hidrojen sülfür civa bileşiklerine ait civa iyonlarını nötrleştirip etkilerini azaltmaktadır.

Sülfürlerden çevirdikleri hidrojen sülfürü ihtiva eden bazı *Beggiata* türleri de kirli suların yüzeylerinde gelişmektedir. Fabrika sistemine girdiklerinde bunlarda sülfat indirgeyen bakteriler gibi etkili olmaktadır.

4.4. Dolgu ve Katkı Maddelerinin Bozunması

Kağıt ve karton üretiminde kullanılan çeşitli boyalar, nişasta ve yapışkanların esası karbonhidrat, protein ve bazı sentetik maddelerdir. Bunlar kağıt üretimi sırasında sık ve çok kullanıldığı gibi değişik süre depo edilip saklanmaktadır. Bu nedenle gerek kullanışları gerekse depo edilişlerinde mikroorganizmalar için besin maddesi olmakta ve genellikle sıcaklık, ortamın pH'sı, rutubet şartlarının uygun olması ile büyük problemler meydana getirmektedir. Bu problemler iki yönlü olup, hem sözü edilen katkı ve dolgu maddelerinin bozunup fiziksel özelliklerini kaybetmeleri ve hem de kağıt üretiminde zararlara neden olması şeklindedir. Bu bozunmalarda bakterilerinde mantarların da rolü olmaktadır. *Bacillus*, *Pseudomonas Protens* türleri en etkili olan ve çok rastlanan mikroorganizma türleridir.

4.5. Üretilen Kağıdın Lekelenmesi

Depolanmış selülozda olduğu gibi üretilmiş kağıt ve karton üzerinde de depolanması sırasında leke ve delik gibi istenmeyen zararlar, depolanma şartları nedeniyle meydana gelmektedir. Bunların sorumlusu selülozda olduğu gibi kağıtta da *Penicillium* ve *Basidiomycety* kolonileridir. Ancak kağıtta meydana gelen benek ve lekeler daha çok sistemde oluşan çamurlardan da kaynaklanmaktadır. Bazı maya tipi mantarların meydana getirdiği ve kağıt makinelerinde büyük problemler olan pembe çamurlarda kağıtta pembe lekeler yol açmaktadır. Bu oluşumda mantarların yanı sıra *Serratia mercenscens*, *Alcaligenes viscosus*, *Flavobacterium marinum*, *Monilia staphila* ve *Bacillus subtilis* türü bakterilerin de etkisi vardır. Diğer taraftan çamur oluşturan en büyük bakteri gruplarından *Chlomydo bacterial* grubu-

nun Sphaerotilus, Crenothrix, Leptothrix ve Gallionella gibi türleri ortamdaki demiri alıp bünyelerinde demir (3) hidroksit halinde çökelterek de kağıtta lekelenmelere neden olan renkli çamurların üremesini sağlarlar. Bazı türler ise aynı şekilde mangan'ı da çökeltmektedir. Bu organizmaların üremelerinin sinsi olması gerek mücadele gerekse çok hacimli çamur meydana getirmeleri bakımından büyük problemler yaratmaktadır. Demir bakterilerinin kontrolü için sistemdeki kullanım suyunun klorlanması en iyi yoldur.

4.6. Kötü Kokular

Kağıt ve karton üretimi sırasında kötü kokulara sık rastlanılmaktadır. En çok dövücülerde ve kaplama kasalarında görülen mantarların oluşturduğu küf kokusu ve büte, ki serbest oksijenin olmadığı ortamda sülfür indirgeyen bakterilerin oluşturduğu hidrojen sülfür kokularıdır. Perdahlamada kullanılan karışımlarda mikroorganizmalar için çok uygun besleyici ortam sağlarlar. Bu kısımdaki enfeksiyonlar genellikle karakteristik kokuları ile erken teşhis edilebilmektedir. Karışımlar eğer protein ihtiva ediyorsa kötü bir amonyak kokusu, nişasta ise alkol kokusu vermektedir. Bazı durumlarda kötü kokular kağıdın üretimi sırasında hissedilmeyip, üreticinin eline geçince anlaşılmaktadır. Bu durumda problemin çözümü imkansızlaşır.

Kötü kokuların önlenmesi için karıştırıcı kapların temizliğine dikkat edilmeli, kullanılan maddeler uzun süre bekletilmemeli ve bir evvelki kağıt üretimi sırasından kalan artık haldeki maddelerin saklanıp kullanılmaması gerekmektedir.

4.7. Kağıtta Küflenme

Üretilmiş kağıt yüzeyinde hava, nem ve besin maddelerinin genellikle mikroorganizmalar için uygun olmasından üretilen kağıdın depolanması sırasında meydana gelen küf oluşumu üreticilerin oldukça sık rastladığı bir şikayettir. Çok yönlü zararları olan küf; kağıdın direnç özelliklerini zayıflatması, çirkin görünüm yaratması, fena kokuların çıkması ve bu tür kağıtların kullanımı halinde diğer maddelerin kirlenmesine de sebep olmaktadır. Küflenme selüloz üretimi sırasında da olmaktadır. Bu durumda problem kağıt fabrikasına doğrudan geçebilmektedir. Ancak küflenme en çok depolanmış kağıtta görülmektedir. Depolanma şartları içinde en çok ortamın rutubeti küflenmeye neden olmaktadır. Bu nedenle imkanlar dahilinde depolarda hava sirkülasyonu ve kuru hava sağlanmalıdır. Kağıtların istif edilmesinde de hava sirkülasyonunu kolaylaştıracak şekilde yapılmasına dikkat edilmesi yararlıdır. Küf oluşumu filamentli mantarlar tarafından meydana getirilir. Penicillium, Aspergillus, Mucor ve Ruizopus gibi türler en çok rastlananlardır.

Küflenmenin önlenmesi için kağıt üretimi sırasında toksik maddelerin ilavesi uygundur. Bunların öğütücülerde eklemek, üretilmiş kağıda püskürtmek, emprenye etmek ve hatta kaplama yoluyla etkinlikleri sağlanabilir.

Kuşelenmiş kağıtlar, lake kağıt ve pigment kaplı izolasyon kartonlarının üretiminde kağıt ve karton kullanılan reçine ve plastik yapıştırıcı maddelerin etkisi ile mikroorganizmaların zararlarına karşı dayanıklı özellikler kazanmaktadır. Fenollü reçineler, poli etilen, metil akrilat, polivinil klorür-asetat ve polistiren kağıtta küfe karşı dayanıklılık sağlayan reçinelerden bazılarıdır. Difenoller, fosfatlar ve ftalik asit türevleri de küfe karşı direnç sağlayan plastik yapıştırıcı maddelerdir.

5. KAĞIT FABRİKALARINDAKİ MİKROBİYOLOJİK PROBLEMLERİN KONTROLU

Kağıt fabrikalarındaki mikroorganizmaların kontrolü iki temel grupta yapılmaktadır.

5.1. Temizlik

Kağıdın üretim kademeleri sırasında dikkat edilecek hususları kapsamaktadır. Selüloz ve kağıt endüstrisi diğer endüstri merkezlerinden bariz farklar göstermektedir. Kağıt yapımının mikrobiyolojik enfeksiyonlara yatkınlığı nedeniyle diğer endüstri kollarındaki temizlik şartları burada yeterli olmamaktadır. Bu bir klinikteki gibi sterilizasyonun yapılması gerekir demek değildir. Fakat özellikle makinelerde yüksek oranda mikrobiyolojik floranın olduğu bölgelerde devamlı temizlik yapılmalıdır. Aksi halde temiz olmayan sistemde zararların önlenmesi için toksik maddelerin kullanılması pahalı kimyasal maddelerin israfından başka bir şey değildir.

Kağıt fabrikalarının temizliği; kullanım suyu, hammadde kaynağı, kağıt makinesi, büteler, elek altı su sistemi ve atık sularda oluşacak mikrobiyolojik üremelere karşı yapılmaktadır. Başarılı bir uygulama için dikkatli bir plan hazırlanıp, mikrofloranın büyüme oranının fazla olduğu bölgelere özellikle önem verilmelidir. Bu önemli noktaların tesbiti için önce ciddi bir fabrika etüdü hazırlanmalıdır. Fabrika etüdünde; 1 - kirlenme kaynakları, 2 - üremenin fazla olduğu noktalar, bu noktalardaki mikroorganizma sayısı, tipleri ve özellikleri, 3 - kontrol için tavsiyeler. Detaylı olarak saptanmalıdır. Fabrika etüdlerinin yılda en az iki kez yapılması ile mikroorganizmaların az sayıda iken üremelerine mani olmak çok daha kolay ve başarılı olacaktır. Temizlik sırasında çöktüler, sulu çamurlar kanallardan, kasalardan, atık su depolarından tamamen uzaklaştırılmalıdır. Makinenin yağ kısmı yıkanmalı, meydana gelmiş çamurun cinsine göre boru ve yüzeyler silinerek, fırçalanarak ve kazınarak temizlenmelidir. Özellikle pembe çamurlarda kazımadan sonra sistemin civa bileşikleri ile muamelesi de gerekmektedir.

Temizlemede sıcak su ve buharın kullanılması etkiyi artırmaktadır. Ancak bir ön temizlikten sonra çeşitli kimyasal maddelerin kullanımı daha etkili olup, toksik maddeler gelecek üremeyi de önlemektedir. Ancak her madde bütün sorunlara çare olamamaktadır. Bu nedenle fabrika şartlarına en uygun olan maddelerin seçilmesi gereklidir. Kimyasal madde kullanımında toksikant sistemde devamlı dolaşmalı ve belirli bir süre kaldıktan sonra boşaltılıp sistem bol su ile yıkanmalıdır. Zira tamamen temizlenmeyen yüzeylerden kopmuş çamurlar daha sonra kağıt üretiminde lekeler yapabilmektedir.

5.2. İyi Koruma

Mikrobiyoloji yönünden selüloz, kağıt üretiminde kullanılan tali maddeler ve üretilmiş kağıdın depolanması kağıt endüstrisi için çok önemlidir. Genellikle bunlar mikrobiyolojik enfeksiyonların çok olduğu hatta desteklendiği yerlerde saklanmaktadır. Eğer depolama şartları yeterli olursa kağıt üretiminde mikrobiyolojik zararların azaltılması ve önlenmesi bakımından iyi sonuçlar alınabilir. Bu nedenle mikroorganizmaların büyümesini önlemek ve azaltabilmek için en iyi ve ucuz yol iyi

korumadır. Ancak mikroorganizmalar fabrikanın çeşitli yerlerinde geliştikleri için iyi koruma yalnız başına bütün mikroorganizmaları kontrol altına almada kafi değildir. Mikroorganizmaların gelişmesini sağlayan şartları ortadan kaldıran ve onları yok eden maddelerin kullanılması da gereklidir.

6. SONUÇLAR

Kağıt üretimi de selüloz endüstrisi gibi mikrobiyolojik zararlara çok yatkındır. Bu endüstride mikrobiyolojik zararlar gerek selüloz üretimi sırasında meydana gelen kirlerin bulaşması, gerekse ilk defa kağıt üretimi sırasında meydana gelmiş olsun ciddi problemlere yol açmaktadır. Kağıt fabrikalarının mikrobiyolojik kontrolü ile

- 1 — üretilen kağıdın verim ve kalite olarak iyileşmesi,
- 2 — üretim artıklarının azalması,
- 3 — üretimde kullanılan hammadde kaybının azalması,
- 4 — üretim sırasındaki zaman kaybının önlenmesi,
- 5 — sistemdeki makine ve keçelerin randımanının artması, ömürlerinin uzaması gibi çok yönlü yararlar sağlamaktadır. Bunlarda sistem için büyük bir kârlılıktır.

Kağıt fabrika sisteminde bulunan mikroorganizmalar değişik şartlar altında geliştikleri için miktar, tür, karakter bakımından birbirinden farklılık göstermektedirler. Bu nedenle koruma metodları da farklıdır. İlk planda erken teşhis ve çabuk önlem almak başarılı sonuç sağlamaktır. Örneğin mikroorganizmaları sistemde kullanılan su kaynağında yok etmek kağıt fabrikasının sistemi içinde imha etmekten daha ucuz ve kolay olmaktadır. Aynı şekilde kağıt üretimi için kullanılan selüloz ve katkı maddeleri de çamur teşekkül etmeden kontrol edilmelidir. Mikroorganizmaların etkili bir şekilde kontrolü giderici tedbirlerle birlikte önleyici manada da olmalıdır. Mikrobiyolojik kontrolün uygulanışı 1 - temizlik ve 2 - iyi koruma olmak üzere iki önemli kısımdan ibarettir. Hangi yöntemde olursa olsun, bu hususların yerine getirilmesiyle tatmin edici sonuçlar sağlanmaktadır. Ancak mikrobiyolojik mücadelede de dikkatli olunmalıdır. Bir grup organizmanın yok edilmesi veya üremeden men edilmesi başka bir grubun hızla üremesine yol açabilir. Bu nedenle fabrikalarda periyodik etüdler yapılmalıdır. Bu etüdler mikrobiyolojik sorunların ciddileşmeden önlenmesine yardımcı olacaktır. Zira biyolojik çamur, korozyon, fena kokular, zarar meydana gelip ilerledikten sonra ortaya çıkmakta ve bu aşamada önlenmeleri güç olmaktadır. Diğer taraftan kağıt üretimi sırasında sistemde zararlı olarak daima yalnızca bir tür bulunmamaktadır. Baskın zararlı etkiyi bakteriler yaparken, mantarlar da tali olarak yardımcı olabilmektedir, yahut aksi durum da söz konusudur. Bu nedenle özellikle kullanılan kimyasal maddelerin hem bakteri ve hem de mantar öldürücü yahut mevcut olan diğer zararlı organizmaları etkileyecek türde olmalıdır.

Kağıt fabrikalarında özellikle biyolojik çamurlara gömülü organizmalar, kapsüllü bakteriler ve sporlu bakteriler zehirli kimyasal maddelere ve yüksek sıcaklığa dayanıklı olduklarından kontrolleri çok güçtür.

Bugün kağıt fabrikalarında sık sık yıkama yapılarak ve kimyasal maddeler kullanarak mikrobiyolojik zararlılar kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Ancak genellikle fabrika sistemini durdurup periyodik temizlik yapılması masraflı olduğundan sistemde kimyasal maddelerin kullanılmasına daha fazla ağırlık verilmektedir.

Ülkemizde kağıt endüstrisinde depolama çok olmamaktadır. Özellikle özel sektör sipariş üzerine çalışmaktadır. Ürünün depolanması hiç yok denilecek kadar az ve kısa süreli olmaktadır. Bu nedenle depolamadan gelen zararlar da azdır. Ancak üretim sırasında mikrobiyolojik etkiler söz konusudur. Mücadele için daha çok kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Atık kağıt kullanan fabrikalarda ise hammadde nin kirliliğinden ve karışıklığından kaynaklanan bazı ciddi sorunlar bulunmaktadır.

K A Y N A K L A R

- AKKAYAN, S.C., 1989. *Selüloz üretiminde mikrobiyolojik problemler*, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı , Cilt .
- CASEY, P.J., 1960. *Pulp and Paper Volume: II*, Interscience publishers, N.Y.
- LIBBY, C.E., 1962. *Pulp and Paper Science and technology Volume: II*, McGraw-Hill book company.
- PURKISS, B.E., 1970. *Bacterial and Fungal Problems in the paper Industry*. Paperi ja puu.
- TAPPI, 1955. *Microbiology of pulp and paper*. Tappi Monograph Series No. 15, New York.
- TAPPI, 1984. *Bacteriological Examination of paper and paper board*. T 449 om-84.