



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 1A0093

ENGINEERING SCIENCES

Received: May 2009

Accepted: March 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Ahmet Tutuş¹

Mehmet Sabri Çelik²

Kahramanmaraş Sutcu Imam University¹

Istanbul Technical University²

atutus@ksu.edu.tr

Kahramanmaraş-Turkey

**KAĞIT ENDÜSTRİSİNDE BENTONİT İLE BİRLİKTE KULLANILAN POLİMERLERİN
TUTUNMA VE KAĞIT ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

ÖZET

Bu çalışmada, ağartılmış sülfat kağıt hamurları kullanılmış ve bentonit ile birlikte kullanılan polimerlerin tutunma ve kağıt özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Tutunma, kağıdın yüzey düzgünlüğü, fiziksel ve optik özelliklerini, kağıt maliyetini ve atık su arıtma tesislerinin yükünü etkilemektedir. Kırıntı lif kaybını minimuma indirmek için bentonit ile birlikte anyonik ve katyonik polimerleri (percol 156, percol 3030, basf luredur, poli-dadmac ve kartaretin) kullanılmıştır. %0.2 oranında bentonit ve %0.2 polimer kullanımında maksimum tutunma olduğu bu oranın yükseltilmesi durumunda tutunma oranının azaldığı tespit edilmiştir. Bentonit ile birlikte kullanılan polimerler genel olarak kağıdın fiziksel direnç özelliklerini artırmış, optik özelliklerini ise azaltmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tutunma, Bentonit, Polimer, Kağıt,
Fiziksel, Optik Özellikler

**THE EFFECT OF POLYMERS USED WITH BENTONITE IN PAPER INDUSTRY ON
RETENTION AND PAPER PROPERTIES**

ABSTRACT

In this study, bleached sulfate pulps was the raw material utilized and the effects of polymers with bentonite on retention was examined. In addition, the produced paper properties were investigated. Retention affects smoothness, physical and optical properties of paper, production cost and the mill effluent treatment. Minimizing fine loss by anionic and cationic polymers (percol 156, percol 3030, basf luredur, poly-dadmac and cartaretin) with bentonite was examined. The results showed that maximum retention was observed when 0.2% bentonite and 0.2% polymer were utilized. When higher amount of bentonite and polymer added to the furnish, retention was diminished. In general, polymers used with bentonite increased the strength but decreased the optical properties of paper.

Keywords: Retention, Bentonite, Polymer, Paper,
Physical, Optical Properties

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kağıt; biyolojik, organik, sentetik ve inorganik maddelerin kombinasyonundan meydana gelen karmaşık bir malzemedir. Kağıdı oluşturan bileşenler; odun ve yıllık bitki hamuru veya diğer lifler ve kırıntı materyal, inorganik ve organik dolgu maddeleri, doğal ve sentetik polimerler (yapıştırma, tutundurma ve dayanım için) ve özel ürün ve diğer ilave maddelerden oluşur [1].

Kağıt üretimi sırasında tutunum karışık bir fizikokimyasal prosestir. Kağıt üretim prosesinde iki tutunma mekanizması söz konusudur. Bunlar; mekanik ve kimyasal tutunumdur. Mekanik tutunma; elek deliklerinden geçemeyen uzun liflerin oluşturduğu lif keçesinde bulunan gözenekler yardımıyla ince materyalin tutunması ile meydana gelmektedir. Kağıt safihasının elek üzerinde oluşumu ilk olarak mekanik tutunma mekanizması ile meydana gelir. Yapılan araştırmalarda mekanik tutunmanın çok uzun liflerin tutunumunda etkili olduğu, fakat ince materyalin tutunumu üzerinde çok az bir etkiye sahip olduğu yönündedir. Kimyasal tutunma ise fonksiyonel ilave tutundurucu maddeler ile elde edilmektedir [2 ve 3].

Bu maddeler; elektrolitler, polielektrolitler, yüklü nişastalar ve kolloidal mikropartikülleri içermektedir. Kimyasal tutunma; kullanılan tutundurucu maddenin özelliklerine göre flokülasyon ve kaogalüsyon mekanizmalarının en az biri ile meydana gelmektedir [3].

1.1. Tutundurucu Maddeler ve Etki Şekilleri (Retention Agents and Impact Methods)

Kağıt endüstrisinde kullanılan tutundurucu maddeler,

- İnorganik tutundurucu maddeleri,
- Doğal organik esaslı tutunma maddeleri,
- Sentetik, suda çözülebilir organik polimerler olarak gruplandırılabilir [4].

1.2. İnorganik Tutundurucu Maddeler (Inorganic Retention Agents)

1.2.1. Bentonit (Bentonite)

Yüksek molekül ağırlıklı flokkülantlar ile birlikte kullanıldığında çok iyi tutunma performansı vermektedir. Bentonitin yüzeyi anyonik, kenarları katyonik yük yoğunluğuna sahiptir. Kırıntı veya toz elyafların tutunumunda anyonik kenarlı bentonitler kullanılmaktadır.

Kağıt üretimi endüstrisinde bentonit' in kullanımı [5];

- Üretim miktarını artırır.
- Tutunmayı artırır ve süzülmeyi kolaylaştırır.
- Islak sağlamlık stabilitesin artırır.
- Dolgu maddelerinin etkinliğini artırır.
- Kağıt makinesinin temizliğine katkı sağlar.

Kimyasal, mekanik ve atık kağıt hamurlarında hem çözülebilir hem de çözülmeyen anyonik kirleticilerin yüksek miktarı, koagülantlarla kağıt üretim ıslak sonunu nötralize etmede güçlükler meydana getirmektedir. Bu durumlarda etkili şekilde çalışmak için yük nötralizasyonu gerektirmeyen tutunma sistemleri uygundur. Bu flokülasyon mekanizmaları, ilk bileşenin ikinci bileşen ile direkt reaksiyonunu içermektedir. İnce kırıntı ve toz elyaf partiküllerinin ve dolgu maddelerinin tutunması moleküler bir ağ içindeki tutma ile meydana gelmektedir. Bu teoriyi kullanan en yaygın sistemlerden biriside bentonit ile birlikte çok az iyonik poliakrilamit (PAM)' in birlikte kullanımınıdır.

Bentonit yüksek molekül ağırlıklı flokkülantlar ile birlikte kullanıldığında çok iyi performans vermektedir. Bentonit ile birlikte kullanılan PAM, genellikle yüksek molekül ağırlığına ve az miktarda

anyonik yüke sahiptir. Bentonit ile PAM arasındaki reaksiyon örgü ağı şeklinde flokülasyon (kırıntı, toz elyaf ve dolgu maddeleri ile makro partikül veya küme oluşturma) partiküllerinin ve dolgu maddelerinin mekanizmasını meydana getirir. Bentonit mikroskobik bir sünger gibi hareket ederek anyonik yüklü maddeleri absorbe eder [6].

1.2.2. Şap (Alum)

En önemli inorganik tutunma maddesi şaptır. Temel kullanım alanı; kolofan iç yapıştırmasında çökelmeyi kontrol ederek performansı artırmaktır. Bununla birlikte, tutunma ve drenajı iyileştirir ve zift oluşumunu azaltma üzerine de etkisi vardır. Şapın kimyasal formülü $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ olup her pH' ta farklı bir kompleks oluşturur. Hamur ve kağıt içinde şap kullanımı için etkili pH Aralığı 4,3-6,5 arasındadır. pH 4,3'ün altında alüminyum iyonu çözelti içinde kalır, pH 6,5'in üstünde iken Al^{+3} tamamen suyun OH^- iyonu ile reaksiyona girer. Bu nedenle asidik ortamdaki kağıt üretiminde kullanılır [6].

Şap %0,5-3 konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Şapın koagülasyon mekanizması, stok bileşenlerinin negatif yüklerinin Al^{+3} iyonları ile nötralizasyonu sonucu meydana gelir. Alüminyum kullanımının en önemli dezavantajı; parlaklık kaybı ve sülfat anyonlarından dolayı paslandırıcı olmasıdır. Ayrıca, sülfürik asit kullanımı ile polisakkaritlerin degradasyonuna neden olmaktadır [4].

1.2.3. Poli-Alüminyum Klorür (Polyaluminium Chloride-PAC)

Poli-alüminyum klorür; alüminyum klorür ve sodyum karbonattan üretilen inorganik polimerlerdir. PAC şaptan daha fazla nötral olduğundan, daha yüksek pH' da kullanılabilir bir kompleks oluşturur. Bu yüzden etkin bir kullanım için maksimum pH, şap'ta 6.5 iken PAC' da 7.5' a kadar çıkabilir. PAC' ler yapılarından ve alkaliliklerinden dolayı şaptan daha fazla yük yoğunluğuna sahiptirler [1].

1.3. Doğal Organik Esaslı Tutunma Maddeleri (Natural Organic Based Retention Agents)

Bu gruba giren tutunma maddelerinden en önemlisi katyonik nişastadır. Mısır ve patates esaslı katyonik nişastalar asit ve alkali kağıt üretiminde kağıdın sağlamlık özelliklerini artırmak ve alkali kağıt üretiminde yapıştırma için katyonik bir kaynak olarak 20-30 yıldan beri kullanılmaktadır [1].

Bu maddeler uygulamaya bağlı olarak 3-15 kg/ton dozajda kullanıldıklarında tutunmaya etkileri mümkündür. Katyonik nişasta ıslak sondaki stokun katyonik isteğine etki eder ve koagülant olarak hareket ederek lifin karboksil gruplarını ($-COO$) nötralize eder. Son yıllarda kullanılan en yaygın katyonik nişastalardan bir tanesi amonyum 2,3-epoksi propil trimetil klorür ile reaksiyona sokulmuş bir nişastadır [1].

1.3.1. Sentetik, Suda Çözülebilir Organik Polimerler (Synthetic, Organic Polymers Soluble in Water)

Kağıt endüstrisinde tutundurucu madde olarak sözü edilen maddeler sentetik, suda çözülebilir organik polimerlerdir. Üretim prosesinin dizaynında ana düşünce; optimum tutunma ve drenaj elde etmektir. Polimerler; anyonik, katyonik veya non iyonik olabilirler. Bu maddelerin molekül ağırlıkları performansları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir [4].

- **Percol 156 (Percol 156):** Akrylamide ve sodyum akrilatı' ın kopolimeri olarak ifade edilen percol 156 iyi bir anyonik tutunma ve drenaj kimyasalıdır. Orta seviyede yükü olan ve molekül ağırlığı 8-10 milyon olan anyonik bir polimerdir. Yüksek

kaliteli kağıt, gazete kağıdı ve oluklu mukavva kağıtlarının üretiminde tutunuma yardım etmektedir [5].

- **Percol 3030 (Percol 3030):** Yüksek molekül ağırlıklı katyonik bir polimer olan percol 3030, kağıt endüstrisinde drenaj ve tutunumu artırmak için kullanılmaktadır. Percol 3030 mikropartikül flokları oluşturarak yüksek tutunma, daha iyi süzüntü ve safiha formasyonu, pres ve kurutmada enerji tasarrufu sağlar. Ayrıca kağıdın fiziksel özelliklerini ve kağıt formasyonunu ve ıslak sağlamlılığını da artırmaktadır. Belirli oranlarda lif içerikli sulu süspansiyona ilave edilen percol 3030, kırıntı ve toz lifler tutarak tane kümeleri oluşturur ve bu kümelere uygulanan vakum sayesinde hızla tabakalaşma sağlanır [5].
- **Basf Luredur (Basf-Luredur):** Basf-Luredur isimli ticari ürün, kağıt endüstrisinde kullanılan sentetik ve suda çözülebilir katyonik bir polimerdir. Özellikle atık kağıtlardan oluklu mukavva kağıt ve kartonu üretiminde fiziksel direnç özelliklerini, tutunma ve drenajı artırmak için kullanılmaktadır.
- **Poli-Dadmac (Ply-DADMAC):** Poli-Dadmac aşağıdaki formüle sahip sentetik bir organik polimerdir [1].
[-CH₂-[CH-CH₂-N(CH₃)₂-CH₂-CH]-CH₂-]n[Cl]n
n=1.000-16.000
- Molekül ağırlığı 125.000-2.000.000 arasında değişir. Poli-Dadmac yapısal olarak doğrusaldır ve molekül ağırlığı 500.000 üzerine çıkarsa zayıf olarak çapraz bağlanmaya meyyleder. Düşük molekül ağırlıklı Dadmac'lar etkili yük nötrleyicilerdir. Aynı zamanda, poliakrilamid flokülantlı çift bileşenli tutundurucu sisteminde sisteminde ilk bileşen olarak etkili şekilde kullanılırlar. Daha yüksek molekül ağırlıklı poli-Dadmac'lar ince stoka ilave edildiğinde tek başına etkili tutunma maddesi olarak kullanılabilirler. Tutunma artışı, doğru kağıt üretim şartları ile birlikte dengelendiğinde 0,5 kg/ton'dan daha az miktarda ilave edildiklerinde %10 kadar yüksek olabilmektedir [1].
Molekül ağırlığı ve molekül boyutuna bakılmaksızın, tüm Dadmac'lar kesinlikle aynı yük nötralizasyon enerjisine sahiptirler. Çünkü bir birimdeki yük yoğunlukları değişmemektedir.
- **Kartaretin (Cartaretin):** Kartaretin 10CE ticari isimli katyonik polimer, tutunma ve drenajı artırmak için genellikle hamur kasasında hamur süspansiyonuna belirli oranlarda karıştırılarak kullanılır. Yüksek fiziksel ve optik özelliklerden baskı opaklığı istendiğinde de kartaretin kullanılmaktadır [7].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu araştırmada; bentonitin sentetik, suda çözünebilir organik tutunma polimerlerinden katyonik ve anyonik percol 156, percol 3030, luredur, poli-dadmac, kartaretin ve inorganik tutundurucu maddelerden şap ile birlikte kullanımı sırasında ince kırıntı liflerin tutunmasına ve elde edilen kağıdın fiziksel ve optik özellikleri üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Kağıt hamuru lifler, lif özelliğindeki diğer hücreler ve kırıntı materyalin tutunumu kağıdın özellikleri ve kalitesi bakımından oldukça önem taşımaktadır. Bununla birlikte, kağıdın maliyetini oluşturan faktörler arasında kağıdı oluşturan maddelerin maliyeti önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle, sözkonusu maddelerin kağıt safihası içerisinde tutulması, maliyeti minimize etmesi noktasından son derece önemlidir. Bu çalışma ile tutunma performansı artmış ve özellikle elek

altına süzülen beyaz suyun tekrar kullanılmasını mümkün kıldığı için fabrikanın kirlilik yükü ve su gereksinimi azalmıştır.

3. DENEYSSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL MATERIAL)

Bu çalışmada kullanılan kısa ve uzun elyafli kağıt hamurları sülfat yöntemiyle elde edilmiş ve hipoklorit ile ağartılmıştır.

Ayrıca, tutunma oranını artırmak ve kağıdın fiziksel ve optik özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla bentonit ve aşağıdaki Tablo 1'de gösterilmiş polimerler ve inorganik tutundurucular kullanılmıştır. Tüm deneylerde bentonit ve polimer miktarları tam kuru hamura oranla alınmıştır.

Öncelikle tam kuru 150 gram kısa lifli ve 100 gram uzun lifli sülfat hamurları 50 ± 5 SR° kadar PFI dövücüsünde dövme işlemine uğratılmış ve Dinamik drenaj kabında kırıntı fraksiyonu (toz elyaf oranı) aşağıdaki Tablo 2'de Tappi T 261 cm-00 standardına göre belirlenmiştir [8].

300ml su ve 50 ± 5 SR° kadar dövülen kağıt hamuru lifleri [kısa liflerden %85 (tam kuru 1.87 gr), uzun liflerden %15 (tam kuru 0.33 gr)] karışımı 20 sn blender da karıştırıldıktan sonra üzerine aşağıda Tablo 1'de verilen oranlarda her bir polimerden ilave edilerek 5sn karıştırılmıştır. %0.2-0.4 oranlarında bentonit ilave edildikten sonra 5 sn daha karıştırılıp işlem sonlandırılmış ve süspansiyon behere alınarak Rapid Köthen kağıt makinesinde 70 gr/m^2 ağırlığında kağıtlar yapılmıştır. Her bir deney üç kez tekrarlanmış ve aşağıdaki Tablo 1'de her deney için bu üç tekrarın ortalaması verilmiştir.

Bu çalışmada safihada kalan toplam materyalin kullanılan tüm materyal miktarına oranı olarak ifade edilen genel tutunma oranı % olarak belirlenmiştir.

Daha sonra elde edilen kağıtların fiziksel ve optik özellikleri aşağıda Tappi [9] ve ISO test standartlarına bağlı kalınarak belirlenmiştir [10, 11 ve 12].

- TAPPI T 410 om-88 standardına göre gramajı,
- TAPPI T 412 om-90 standardına göre rutubeti,
- TAPPI T 220 om-88 standardına göre deneme kağıtlarının kesimi,
- TAPPI T 494 om-88 standardına göre Frank aletinde. 100 mm uzunluğunda ve 15 mm genişliğinde hazırlanan kağıt şeritler üzerinde kg cinsinden kopma direnci belirlenerek,
- Kopma Uzunluğu = $1000 \times \text{Kopma Direnci} / (\text{Gramaj} \times 15)$ formülünden km cinsinden hesaplanacaktır.
- TAPPI T 414 om-88 standardına göre Elmendorf aletinde 7 kat kağıt üzerinden gram cinsinden yırtılma direnci bulunarak,
- Yırtılma İndisi = $\text{Yırtılma Direnci} \times (16/7) \times 9.81/\text{gramaj}$
- formülünden $\text{mN.m}^2/\text{g}$ olarak hesaplanacaktır.
- TAPPI T 403 om-91 standardına göre kg/cm^2 cinsinden patlama direnci belirlenerek, Patlama İndisi = $1000 \times \text{Patlama Direnci} \times 0.0981/\text{gramaj}$ formülünden $\text{kPa.m}^2/\text{g}$ olarak hesaplanacaktır.
- Optik özelliklerden; ISO parlaklık (%) [10], ISO sarılık (%) [11] ve ISO opaklığı (%) [12] değerleri; ISO test metotları esas alınarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Bentonit ve polimerlerin tutunma oranı üzerine etkileri ve elde edilen kağıtların fiziksel ve optik özelliklerine ait bulguların ortalamaları

(Table 1. The effect of bentonite and polymer on retention ratio and the average of the results produced pulps physical and optical properties)

Deney No	Bentonit (%)	Percol 156 (%)	Percol 3030 (%)	Basf Luredur (%)	Poli-Dadmac (%)	Kartaretin (%)	Şap (%)	Tutunma Oranı (%)	Fiziksel ve Optik özellikler					
									Kopma Uzunluğu (km)	Patlama İndisi (kPa.m ² /g)	Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	ISO Parlaklık (%)	ISO Sarılık (%)	ISO Opaklığı (%)
K	-	-	-	-	-	-	-	64.55	5.74	3.24	6.10	86.18	3.21	83.01
K1	0.2	-	-	-	-	-	-	68.21	5.12	3.11	5.98	86.00	3.40	81.96
K2	0.4	-	-	-	-	-	-	67.54	4.95	3.03	5.82	85.85	3.45	81.77
1	0.2	0.2	-	-	-	-	-	86.11	5.81	3.31	6.08	86.06	3.86	81.96
2	0.4	0.2						84.81	6.16	3.14	6.03	85.38	3.53	80.15
3	0.2	0.2						88.13	6.90	3.41	6.26	86.09	3.82	81.99
4	0.4	0.2						87.04	5.80	3.28	6.20	85.41	3.50	80.17
5	0.2	0.2						90.41	6.08	3.58	6.56	84.59	3.66	80.23
6	0.4	0.2						90.19	6.01	3.51	6.41	84.08	3.74	80.67
7	0.2	0.2						92.23	6.28	3.79	6.83	85.26	3.54	80.15
8	0.4	0.2						91.87	6.17	3.69	6.74	84.41	3.56	80.03
9	0.2	0.2						90.01	6.05	3.56	6.46	84.21	3.71	79.83
10	0.4	0.2						89.55	5.85	3.46	6.39	84.17	3.68	79.88
11	0.2	0.2						86.98	5.07	3.08	5.83	84.40	3.51	81.75
12	0.4	0.2						86.57	4.97	2.95	5.74	85.22	3.55	81.64

Not: Her deneyde %85 kısa lifli ve %15 uzun lifli kağıt hamurları alınmış ve 50±5 SR° kadar dövülerek 70 gr/m² gramajında kağıtlar yapılmıştır.

K :Kontrol

K1 (Kontrol 1): Bentonit: %0.2.

K2 (Kontrol 2): Bentonit: %0.4 olarak sabit alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Herhangi bir tutundurucu ve dolgu maddesi kullanılmadan sadece dövme sonucunda kısa ve uzun elyafli hamurlarda Dinamik drenaj kabında kırıntı fraksiyonu (toz ve kırıntı elyaf oranı) belirlenmiş ve aşağıda Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Kısa ve uzun elyafli 50±5 SR°' ye kadar dövülmüş hamurlarda kırıntı fraksiyonu

(Table 2. Fine fraction in pulps with long and short fibers at 50±5 SR°)

Kırıntı Fraksiyonu (%)	Hamur karışım oranları	
		%85 kısa lifli hamur + %15 Uzun lifli hamur

Bentonit ve polimerlerin tutunma oranı üzerine etkileri ve elde edilen kağıtların fiziksel ve optik özelliklerine ait bulgular yukarıda Tablo 1' de gösterilmiştir.

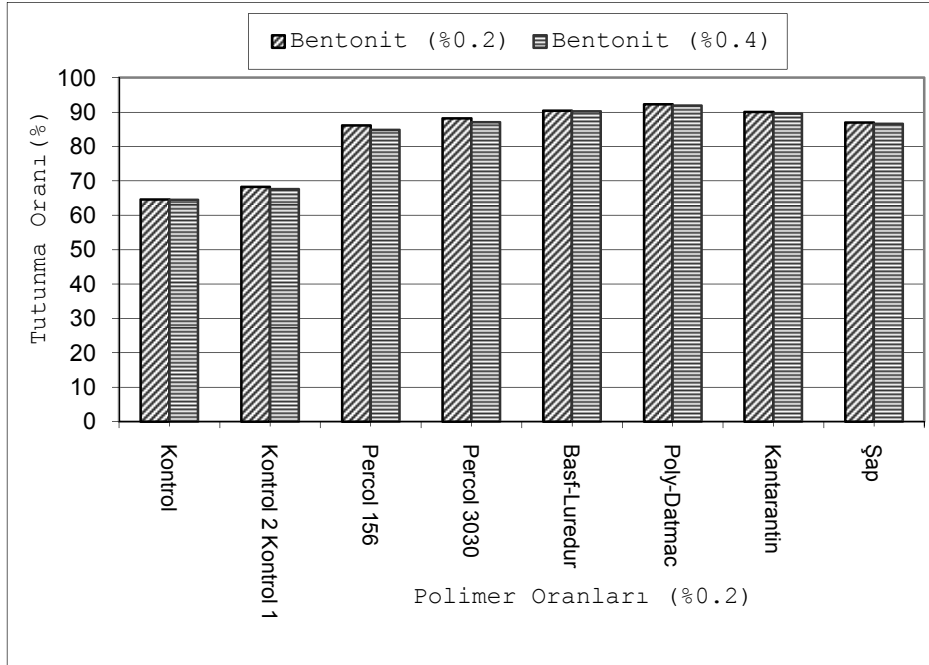
4.1. Bentonit'in Tutunma Oranı Üzerine Etkisi (The Effect of Bentonite on Retention Ratio)

Tablo 1'de bentonitin hiç kullanılmadığı kontrol deneyinde tutunma oranı %64.55 olarak, %0.2 ve %0.4 oranında bentonit kullanıldığında

tutunma oranları sırasıyla %68.21 ve %67.54 olarak bulunmuştur. %0.2 bentonit kullanımı tutunma oranını yaklaşık %5.7 artırmıştır.

4.2. Bentonit ve Polimerlerin Tutunma Oranı Üzerine Etkisi (The Effect of Bentonite and Polymer on Retention Ratio)

Aşağıdaki Şekil 1'de kontrol deneyinde bentonit ve polimer hiç kullanılmamıştır. Kontrol 1, percol 156, percol 3030, basf-luredur, poli-dadmac, kartaretin %0.2, bentonit %0.2 ve inorganik tutunma maddelerinden şap ise %3 olarak sabit alınmış ve tutunma oranları belirlenmiştir. En yüksek tutunma oranı poly-dadmac polimerinde %90.23 olarak en düşük tutunma oranı ise percol 156 polimerinde %86.11 olarak belirlenmiştir. Yine aşağıdaki Şekil 1'de Kontrol 2 deneyinde sadece %0.4 bentonit kullanılmıştır. Tablo 1'de 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 nolu deneylerde bentonit %0.4, polimerler (kontrol 2, percol 156, percol 3030, basf-luredur, poli-dadmac, kartaretin) %0.2 ve şap ise %3 olarak sabit alınmış ve tutunma oranları belirlenmiştir. Genel olarak bentonit miktarı %0.2'den %0.4'e artırıldığında tutunma oranlarında bir azalma meydana gelmiş fakat bu azalma çok belirgin değildir.



Şekil 1. Bentonit ve polimerlerin tutunma oranı üzerine etkisi
(Figure 1. The effect of bentonite and polymer on retention ratio)

4.3. Bentonit ve Polimerlerin Kağıdın Fiziksel ve Optik Özellikleri Üzerine Etkisi (The Effect of Bentonite and Polymer on Optical and Strength Properties of Paper)

4.3.1. Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi (The Effect on Breaking length)

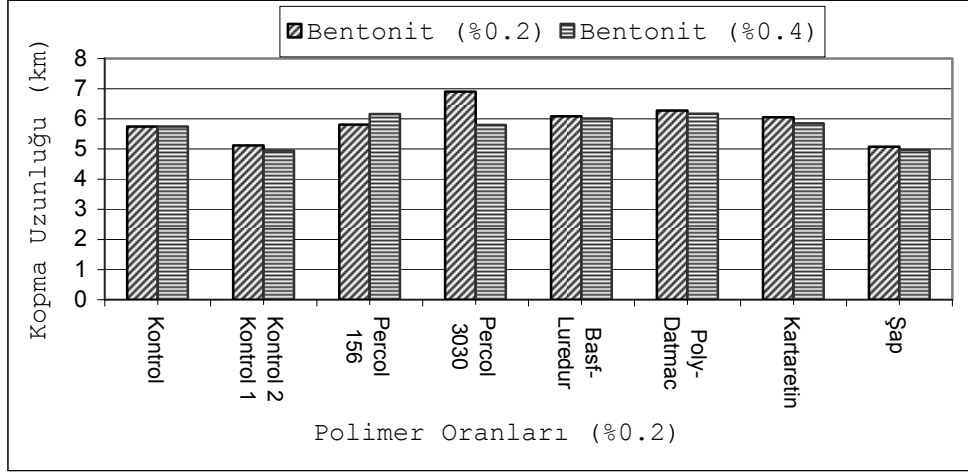
Kağıdın kopma dayanımı; lifler arası bağların sayısı ve miktarı ile doğru orantılıdır. Dövme süresi arttıkça kağıdın kopma uzunluğu da artar [13].

Bu çalışmada, 50±5 SR° kadar dövülen kağıt hamuru lifleri [kısa liflerden %85 (tam kuru.1.87 gr), uzun liflerden %15 (tam kuru 0.33 gr)] karışımına ilave edilen bentonit ve polimerlerden elde edilen kağıtların fiziksel özelliklerinden kopma uzunluğu üzerine etkisi araştırılmıştır.

Şekil 2'de görüldüğü gibi sadece %0.2 ve %0.4 bentonit ilavesinde kopma uzunluğunda azalmalar tespit edilmiştir. Bentonit

ilavesiz kağıtta kopma uzunluğu 5.74 km iken %0.4 bentonit ilavesi ile kopma uzunluğu 4.95 km' ye kadar yaklaşık %3 oranında düşmüştür.

En yüksek kopma uzunluğu %0.2 bentonit ve %0.2 percol 3030 polimer ilavesinde 6.90 km olarak belirlenmiştir ve kopma uzunluğunda bu şartlarda yaklaşık %20 artış tespit edilmiştir. Bu sonuçtan hareketle ince materyalin bentonit ve polimerler yardımıyla ortamda tutulduğu ve lifler arasında bağlanma sayısını ve miktarını artırdığı söylenebilir.



Şekil 2. Bentonit ve polimerlerin kopma uzunluğu üzerine etkisi
(Figure 2. The effect of bentonite and polymer on breaking length)

4.3.2. Patlama İndisi Üzerine Etkisi (The Effect on Burst Index)

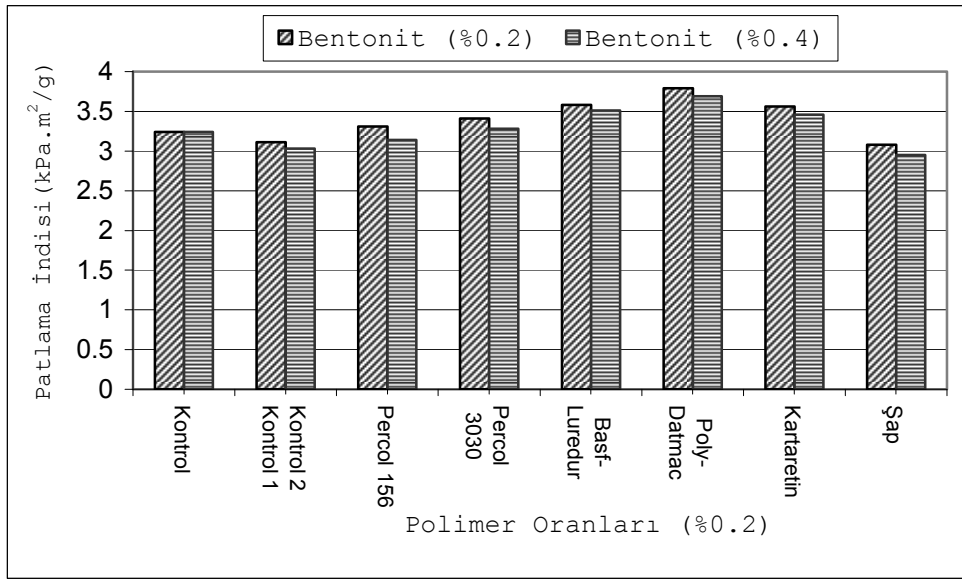
Patlama direnci iç bağlananın yanı sıra lif boyutuna ve lifler arası bağ miktarına, bireysel lif sağlamlığına bağlıdır. Dövme miktarına bağlı olarak patlama direnci ve dolayısıyla patlama indisi de artar [13].

Bentonit ve polimer ilavesiyle kağıt içerisindeki kırıntı materyal tutunumu artmış ve ortalama lif boyutu kısmen düşmüştür. Kırıntı ve normal lif oranı sağlandığından patlama indisinde artışlar olduğu aşağıdaki Şekil 3' de tespit edilmiştir.

En yüksek patlama indisi 3.79 kPa.m²/g ile %0.2 bentonit ve %0.2 poly-datmac polimerinin ilavesinde belirlenmiştir. Söz konusu şartlarda elde edilen kağıdın patlama indisi yaklaşık %17 artmıştır.

Patlama kağıdın en zayıf olduğu yerde meydana gelmektedir. Bu nedenle düzgün kağıt formasyonlarında yani kırıntı ve normal lif karışımı kağıtlarda patlama mukavemeti de yüksek olmaktadır.

Patlama indisi poly-dadmac' da en yüksek daha sonra sırasıyla basf-luredur, kartaretin, percol 3030, percol 156 ve şap' da belirlenmiştir.

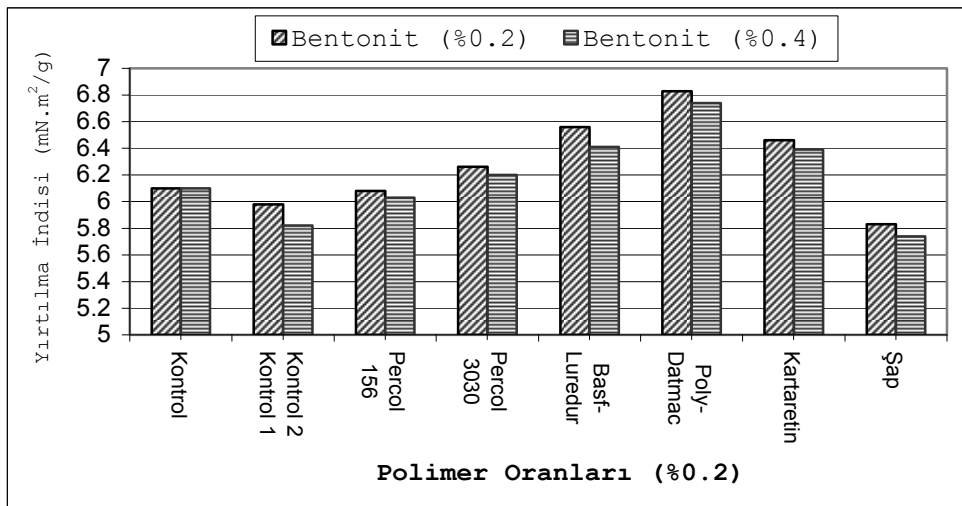


Şekil 3. Bentonit ve polimerlerin patlama indisi üzerine etkisi
(Figure 3. The effect of bentonite and polymer on burst Index)

4.3.3. Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi (The effect on Tear Index)

Yırtılma testi dinamik bir sağlamlık ölçmesidir. Lif uzunluğu ve lifler arası bağlar yırtılma direnci için önemli etkenlerdir. Lif uzunluğu yüksek dövme derecelerinde azaldığından nişasta, protein ve polimerler yardımı ile bağlanma oranı ve dolayısıyla kopma uzunluğu artırılır [13].

Aşağıda Şekil 4 ve Tablo 1'de %0.2 ve %0.4 bentonit ile %0.2 polimer ilavelerinde genel olarak yırtılma indisi değerleri artmıştır. Ancak bu artışlar çok belirgin değildir. En yüksek yırtılma indisi poli-dadmac'da daha sonra sırasıyla basf-luredur, kartaretin, percol 3030, percol 156 ve şap' da belirlenmiştir.



Şekil 4. Bentonit ve polimerlerin yırtılma indisi üzerine etkisi
(Figure 4. The effect of bentonite and polymer on Tear Index)

4.3.4. ISO Parlaklığı Üzerine Etkisi (The Effect on ISO Brightness)

Kağıdın optik özellikleri parlaklık, beyazlık, sarılık ve opaklık olarak ifade edilebilir. Bu özellikler, kağıdın ışığı emme ve

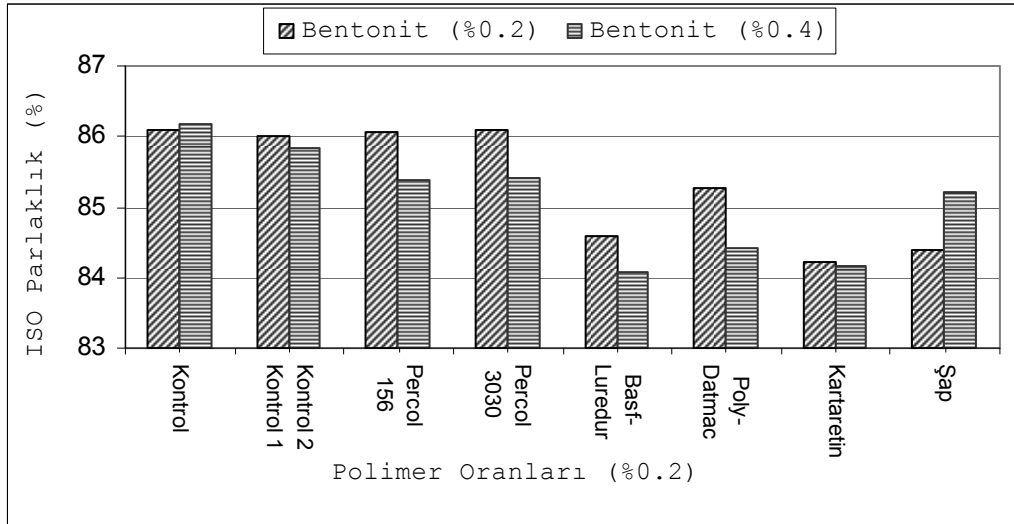
yansıtma yeteneğine bağlı özelliklerdir. Parlaklık ışığı yansıtma yeteneği ile ilgili bir özelliktir [13].

Bu çalışmada kullanılan bentonitin rengi kağıt hamuru ile karşılaştırdığında koyu renkli olduğu için kontrol örneğinde en yüksek çıkan parlaklık değeri, diğer tüm deneylerde bentonit miktarına bağlı olarak azalmıştır. En yüksek parlaklık %86.18 ile kontrol deneyinde en düşük parlaklık ise %84.08 ile %0.4 bentonit ve %0.2 basf-luredur ilavesinde tespit edilmiştir.

4.3.5. ISO Sarılığı Üzerine Etkisi (The Effect on ISO Yellowness)

Ağartılmış kağıt, karton, gazete ve temizlik kağıdı üretiminde sarılık değeri önemli bir parametre olup baskı kalitesini etkilemektedir. Düşük sarılık değerine sahip kağıtlar daha çok tercih edilirler.

Bu çalışmada, Şekil 6 ve Tablo 1'de en düşük sarılık değeri kontrol deneyinde %3.21 olarak, en yüksek sarılık değeri ise 1 nolu deneyde %0.2 bentonit ve %0.2 percol 156 ilavesinde %3.86 olarak belirlenmiştir.

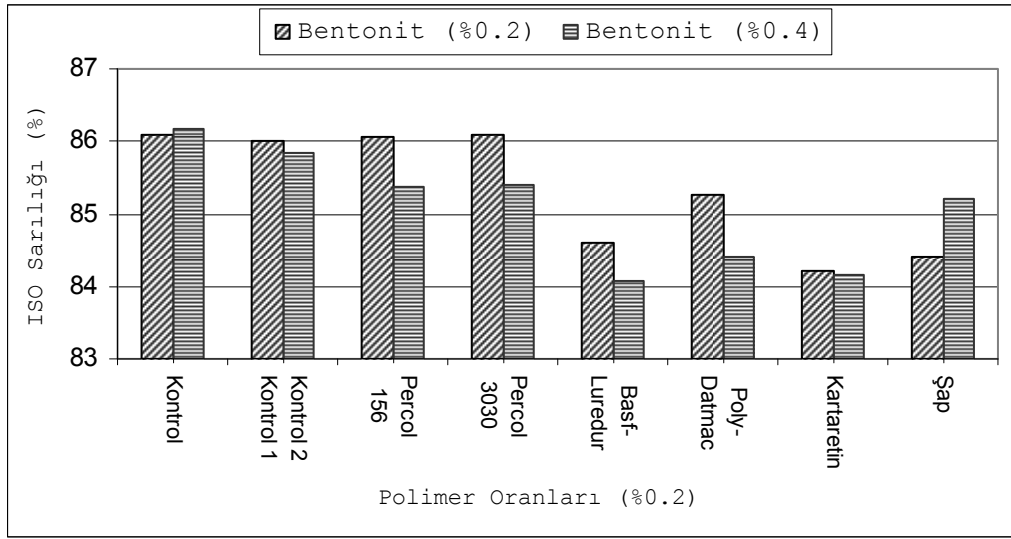


Şekil 5. Bentonit ve polimerlerin ISO parlaklığı üzerine etkisi
(Figure 5. The effect of bentonite and polymer on ISO brightness)

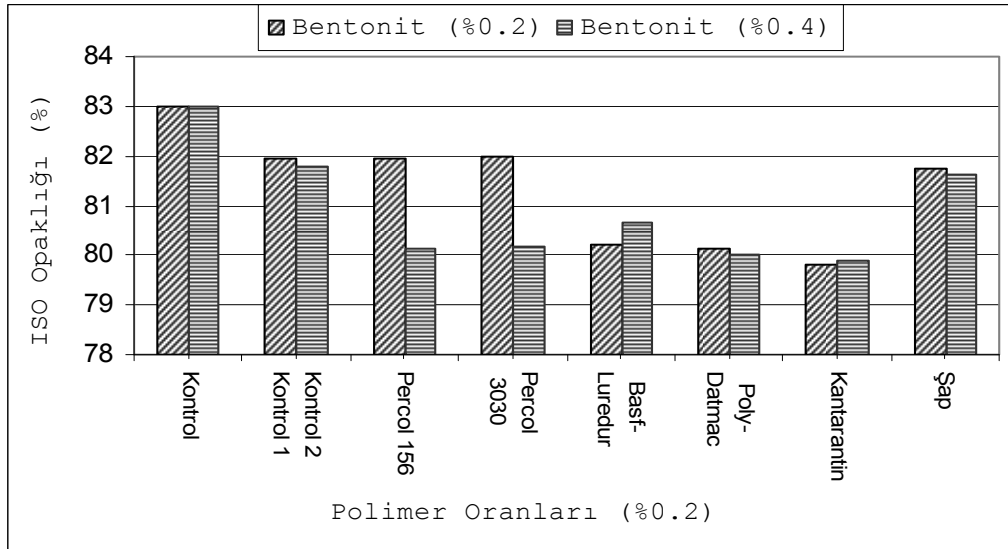
4.3.6. ISO Opaklığı Üzerine Etkisi (The Effect on ISO opacity)

Opaklık; ışık geçişini engelleme veya yansıtma olup baskı kağıtları ve zarf kağıtları için önemli bir özelliktir. Işığının kağıt tarafından geçirilme derecesi iki taraflı baskı yapabilme ve zarflarda içindikilerin dışardan görünmemesi yönünden önemlidir [13].

Bentonit ve polimerlerin birlikte bu kullanıldığı bu çalışmada genel olarak azalmıştır ancak bu azalmalar çok belirgin değildir. En yüksek opaklık değeri %83.01 ile kontrol örneğinde en düşük opaklık değeri ise aşağıda Şekil 7'de %0.2 kartaretin polimeri ilavesinde %79.83 olarak belirlenmiştir.



Şekil 6. Bentonit ve polimerlerin ISO sarıllığı üzerine etkisi
(Figure 6. The effect of bentonite and polymer on ISO yellowness)



Şekil 7. Bentonit ve polimerlerin ISO opaklığı üzerine etkisi
(Figure 7. The effect of bentonite and polymer on ISO opacity)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Kağıt üretiminde kağıdı oluşturan maddelerin tutunumu, elde edilecek kağıdın fiziksel ve optik özellikleri bakımından önemli olduğu kadar üretim maliyeti içinde önemlidir.

Bu çalışmada elde edilen tutunum yüzdeleri incelendiğinde kırıntı lif kaybını minimuma indirmek için kullanılan bentonit, sentetik, suda çözünebilir organik tutunma polimerlerinden katyonik ve anyonik percol 156, percol 3030, luredur, poli-dadmec ve kartaretin %0.2 oranında kullanıldığında maksimum tutunma sağladığı bu oranın yükseltilmesi durumunda tutunma oranının azaldığı tespit edilmiştir. İnorganik tutundurucu maddelerden şap uygulamada olduğu gibi bu çalışmada da %3 olarak kullanılmış ve tutunma oranını önemli oranda artırdığı belirlenmiştir.

Bentonit yüzeylerinin ve percol 156' nın anyonik yapısından dolayı flokülasyon mekanizması yardımı ile kırıntı materyalin tutunumunu sağlamaktadır. Sulu süspansiyon içerisine ilave edilen

percol 3030, luredur, poli-dadmac, kartaretin ve şap gibi katyonik tutunma kimyasalları koagülant olarak kırıntı lifler üzerinde pozitif noktalar meydana getirerek diğer uzun liflerin bu noktalardan bağlanmalarını ve tutunumlarını sağlar.

Sulu süspansiyon içerisinde tutulan kırıntı ve toz materyalin oranını artırmak için optimum polimer dozunu belirlemede bu dozun kağıdın fiziksel ve optik özellikler üzerindeki etkisi de göz önüne alınmalıdır.

Bentonit miktarının artırılması ile hem tutunma oranı hem de kağıdın fiziksel ve optik özellikleri genel olarak azaltmıştır. Bentonit oranı iki kademe (%0.2 ve %0.4) olarak değiştirilmiş ve diğer polimer oranları (percol 156, percol 3030, luredur, poli-dadmac ve kartaretin) %0.2 ve şap oranı %3 olarak sabit alınarak yapılan deneylerde daha yüksek oranlarda bentonit, şap ve polimer kullanımı durumunda safiha içerisinde kırıntı lif oranı artacak ve kağıt içerisinde ortalama lif boyutu düşecektir.

Tutunma kimyasalı oranlarının artırılması daha büyük kümelere neden olacağından kağıt formasyonunu bozacak ve dolayısı ile kağıdın fiziksel ve optik özelliklerini olumsuz etkileyecektir. Bu olumsuzlukların kabul edilebilir bir oranda kalması uygun olacağından, çalışmamızda hamura ilave edilmesi gereken polimer oranının %0.2 olarak seçilmesi uygun görülmektedir.

Daha yüksek oranlarda kullanılacak tutunma kimyasalları drenajı azaltacak ve süzme elemanlarının kapasite artımı söz konusu olacaktır. Vakumlu süzme ile drenaj elemanlarına daha fazla emme gücü uygulanacağından sonsuz elekte yapacağı aşınma önemli bir problem olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Gress, J.M., (1998). Retention of Fines and Fillers During Papermaking, Tappi Pres, Atlanta.
2. Ondaral, S., (2001). Gazete Kağıdı Üretiminde Anyonik Poliakrilamidin Kırıntı Materyal Tutunumu Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.
3. Casey, P.J., (1981). Pulp and Paper Chemistry and Technology. Vol:3, Third Edition, A Willey-Interscience Publication, Toronto.
4. Roberts, J.C., (1996). Paper Chemistry. Third Edition, Blackie Academic and Professional, Glaskow.
5. Anonim, (2008). www.cibachemical.com/.
6. Doiron, E.B., (1998). Retention Aid Systems in Retention of Fines and Fillers Durin Papermaking. Edited bj J. M. Gres, p. 157-176, Tappi Pres, Atlanta.
7. Anonim, (2009). www.clariant.com/.
8. Anonim, (1993). Tappi Test Methods, T 261 cm-00 Fines fraction by weight of paper stock by wet screening. Atlanta, Georgia, USA.
9. Anonim, (1992). TAPPI Test Methods 1992-1993. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.
10. Anonim-a., (1997). ISO/DIS, 2470; Paper, board and pulp- measurement of blue reflection factor (ISO brightness) Beuth-Verlag. 10772, Berlin.
11. Anonim-b., (1997). ISO/CD, 5631; Paper and board determination of colour (C/2°) diffuse reflectance Method.
12. Anonim-c., (1997). ISO/DIS, 2471; Paper and board determination of opacity (paper backing)-diffuse reflectance Method.
13. Eroğlu, H. ve Usta, M., (2004). Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi Ders kitabı. Esen Ofset Matbaacılık, II.Cilt, İstanbul.