

## Kağıt üretiminde CaCO<sub>3</sub> dolgu maddesinin kimyasal tutunması üzerine bir araştırma

Arif Karademir<sup>a</sup>, Hülya Varlıbaş<sup>b,\*</sup>, Mustafa Çiçekler<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa

<sup>b</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

\* İletişim yazarı/Corresponding author: hvarlibas@ksu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 08.03.2012, Kabul tarihi/Accepted: 09.01.2013

**Özet:** Hammadde sıklığının ileri boyutlarda yaşandığı kağıt/karton endüstrisinde, çok çeşitli dolgu maddeleri farklı oranlarda kağıt ve karton üretiminde, selüloz lif kullanımını azaltma yanında çok çeşitli fonksiyonlar için tercih edilmektedir. Hamur süspansiyonuna ıslak partide katılan bir dolgu maddesinin, elek üzerinde yüksek oranda kalması, kağıt/karton içerisinde homojen dağılması ve liflere iyi tutunması arzu edilir. Bu araştırmanın birinci aşamasında, uzun polimer ve inorganik bir polielektrolitin, eski kağıt işleyen bir kağıt fabrikasının atık suyunu arıtma seviyeleri incelenmiştir. İkinci aşamada ise bu kimyasalların dolgu tutunmasına katkısı tek tek ve beraber araştırılmıştır. %60/40 oranında harman yapılmış ağartılmış uzun ve kısa elyaf kağıt hamurları kademeli olarak 45 shopper (°SR) değerine gelene kadar işlenmiştir. Diğer taraftan dolgu olarak kalsiyum karbonat seyreltik olarak saf su içerisinde homojen bir şekilde dağıtılmış ve farklı oranlarında katılım gerçekleştirilerek çok sayıda el kağıtları üretilmiştir. Üretilen kağıtlara ilk aşamada hiçbir kimyasal katılmadan, özellikle dolgu tutunmaları ve kağıtların bazı özellikleri takip edilmiştir. Tutunma seviyesi hassas olan %30 dolgu içeren el kağıtları, devam eden aşamalarında, sırasıyla katyonik uzun polimer ve yeni geliştirilmiş olan kısa bir inorganik polielektrolitin farklı oranlarda ayrı ayrı ve beraber katılmaları ile üretilmiştir. Polimerlerin tek katıldığı gruplarda tutunmanın azaldığı birlikte kullanıldığı grupta tutunmanın en iyi sonucu verdiği gözlenmiştir. Sonuçlar, kağıt kalitesi ve çevre açısından tartışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Beyaz elyaf, Kalsiyum karbonat, Tutunma, Polielektrolit, Su kirlenmesi

## A study on the chemical retention of CaCO<sub>3</sub> on paper production

**Abstract:** Various filler materials at different proportions are used in pulp and paper industry for numerous reasons in addition to reduce the expensive cellulose fibre consumption. Fillers added at the wet-end of papermachine is desired to be retained over forming web, distributed evenly and develop some attachments/bonds with fibres. In the first part of this work, a long chain polymer and an inorganic polyelectrolyte were investigated to find out their efficiency on the treatment of waste water from a recycling papermill. In the second part, the effects of these chemicals on the filler retention when used separately and together were studied. In this work, a blend of long and short virgin bleached pulp at 60/40% proportion were beaten at freeness of 45 Shopper Riegler degree (°SR). Meanwhile, calcium carbonate were finely dispersed in deionised water and numerous handsheets were made by adding the fillers at different rate. At the initial trials, especially filler retention and some properties of handsheets were monitored without using no chemicals. In further stages, handsheets were produced by separate addition of cationic long polymer and recently developed a new inorganic polyelectrolyte and in combination. Participated in groups to hold onto a single group of polymers are used to hold onto the best results with the observed decrease. Results were discussed in respect to paper quality and environment.

**Keyword:** White fibre, Calcium carbonate, Retention, Polyelectrolite, Water pollution

### 1. Giriş

Ülkemiz kağıt/karton sanayi lifsel hammadde tedariki konusunda ciddi sıkıntılar yaşamaktadır. Maalesef ülkemizde kağıt hamuru üretimi ve alternatif hammadde kaynakları konusunda çok detaylı bilimsel araştırmalar yapılmış olmasına rağmen, bir dizi başka sebeplerden dolayı, günümüz itibarıyla kağıt hamuru üretimi yok denecek seviyededir. Ülkemizde, kağıt karton üretiminde, %42 birincil elyaf, %58 ise sekonder lif kullanıldığı bildirilmiştir. 2010 itibarı ile kağıt karton üretiminde kullanılan atık kağıt oranı %42 olarak gerçekleşmiş ve

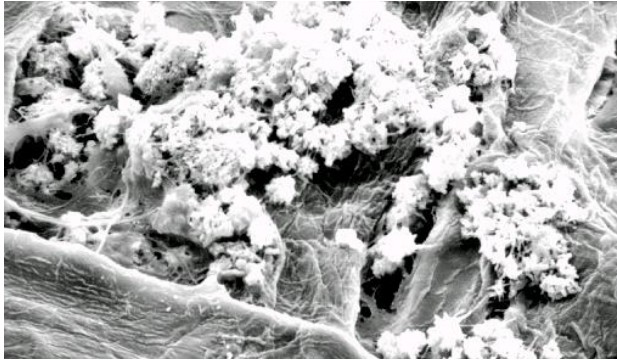
önceki çalışmalarda yapılan tahmin değerini aşmıştır (İmamoğlu vd., 2010). Selüloz ve Kâğıt Vakfı'na göre (SKV), ülkemizde kâğıt endüstrisine ait geçen üç yıla ait bazı veriler Çizelge 1'de verilmiştir (Karahan, 2012). Görüldüğü gibi ülke içerisinde toplam tüketilen kâğıt ve kartonun yarısından fazlası yurtdışından satın alınmaktadır. Yurtiçinde üretilen kâğıt ve karton için kullanılan hamur hammaddesinin de (özellikle beyaz elyaf) dışarıdan alındığı hesaba katılırsa, kâğıt sanayinin hammadde ve mamul madde açısından ne yazık ki ciddi derecede dışa bağımlı bir sektör haline geldiği açıkça görülmektedir.

Çizelge 1. Ülkemizde kâğıt sektörüne ait bazı veriler.

İşlemler	Yıllar	Kâğıt türleri								Toplam (ton)
		Gazete	Yazı-Tabı	Sargılık	Oluklu Mukavva	Kraft Torba	Karton	Temizlik	Sigara vb.	
Üretim	2007	5.000	337.348	18.600	1.026.475	69.349	451.777	270.668	5.000	2.184.217
	2008	0	323.621	22.500	1.170.806	55.030	432.454	322.500	5.000	2.331.911
	2009	0	309.163	22.500	1.125.833	52.574	410.973	369.265	5.000	2.295.308
İthalat	2007	551.918	689.4	129.754	627.473	160.180	389.004	12.392	9.317	2.569.497
	2008	536.397	651.763	142.107	545.857	55.389	334.835	7.550	11.070	2.284.977
	2009	468.998	641.308	134.150	563.056	54.941	354.261	8.914	12.247	2.237.877
İhracat	2007	378	34.365	31.388	37.230	13.340	59.434	47.659	102	223.900
	2008	1.036	30.029	39.453	95.448	12.042	58.930	66.320	115	303.373
	2009	999	21.521	35.040	71.513	7.635	42.829	60.050	1.012	241.205
Yurtiçi Satış	2007	556.540	996.565	117.339	1.603.007	212.578	772.930	235.399	14.215	4.508.578
	2008	535.361	942.551	125.154	1.578.874	100.055	698.763	263.348	15.955	4.260.061
	2009	467.999	931.803	121.012	1.959.736	101.052	727.049	319.100	16.235	4.324.994

Lifsel hammadde kullanımını azaltmak için kağıt/karton üretiminde çeşitli dolgu maddeleri kullanılmaktadır. Dolgu maddeleri genelde kağıdın beyazlığını, baskı kalitesini, dolgu düzgünlüğünü iyileştirmektedir. Özellikle alkali yöntemlerden kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>), selüloz liflerinde asit hidrolize bağlı oluşacak bozunmaları ciddi derecede engellemekte ve kağıtların eskimelerini azaltmaktadır. Ancak, dolgu kullanımında düşük tutunma ve mukavemetlerde zayıflamaya bağlı problemlerle karşılaşmaktadır (Karademir vd., 2003b). Zira tanecik yapısı olarak lif ve kırıntılara göre son derece küçük olan dolgu maddelerini (Şekil 1) mekanik/fiziksel tutunma ile kağıt içerisine kazandırmak son derece zordur. Ortalama bir kalsiyum karbonat taneciğinin, kısa elyaf bir lif boyutundan ortalama bin kat daha küçük olduğu söylenebilir. Küçük tanecik yapısı nedeniyle dolgu maddeleri, selüloz liflerine göre aşırı derecede fazla yüzey alanına sahiptirler ve bundan dolayı da kağıt üretiminde katkı kimyasallarının kullanım oranını ciddi olarak artırır (Gill, 1995; Eroğlu ve Usta, 2004; Karademir vd., 2005).

Zayıf tutunma olayı diğer taraftan elek altı suyunun kirlenmesine, arıtma işlemlerinin yükselmesine ve daha fazla su sarfiyatına neden olmaktadır. Aşırı su tüketen endüstrilerden birisi olan kağıt/karton fabrikasında, formasyon sırasında kapalı devre çalışmak ve su tüketimini azaltmak için, üretimde çok iyi tutunma gerçekleşmesi ve elek altı suyunun temiz olması gerekmektedir. Bu açıdan formasyon eleğine verilen kütle içerisindeki özellikle küçük tanecikli bileşenler ve kolloidal yapıların bazı yardımcı kimyasallar ile elek üzerinde tutundurulması ve oluşacak kağıt içerisinde homojen dağılmış olarak kazandırılması son derece önemlidir (Holmberg, 1999; Pokhrel ve Viraraghavan, 2004).



Şekil 1: Kağıt içerisinde selüloz lifleri arasında tutunan kalsiyum karbonat tanecik grupları (Karademir, 2001)

Kağıt makinesi formasyon eleği üzerine gelen kütle, üretilen kağıt/kartonun ve makine özelliklerine göre yaklaşık %0,1 ile 1 kesafet sınırlarındadır. Çok fazla miktarda su içeren bu kütlelerin bileşenleri genel olarak negatif yüklüdür. Selüloz lifleri ve kırıntılar üzerlerinde bulunan hidroksil grupları nedeniyle eksi yüklüdürler (Karademir vd., 2003a; Karademir ve İmamoğlu, 2007). Dolgu maddeleri de genelde negatif yüklüdürler. Bu nedenle bu parçacıklar zıt yüklü, yani katyonik karakterde inorganik kompleksler veya polimerler ile bir araya toplanabilirler. Genelde küçük gruplar oluşturulması koagülasyon, büyük lif veya kırıntı grupları oluşumu ise flokülasyon olarak ifade edilmektedir (Hakkarainen, 2007). Ancak kullanılacak tutundurucu kimyasalların özelliklerine ve dozajlarına bağlı olarak, drenaj ve formasyon kalitesi etkilenmektedir. Bu açıdan katkı kimyasallarında optimum dozaj miktarının takip edilmesi gerekmektedir (Miyanishi, 1998). Bu çalışmada alüminyum bazlı yeni geliştirilen bir tutundurucu inorganik koagülantın, dolgu tutunmasında etkinliği tek başına ve uzun polimerli bir katyonik tutundurucu ile beraber araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Bu çalışma iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde uzun (UP) ve inorganik bir polielektrolit (İP) kullanılarak, kirlilik değeri elek altı suyuna göre son derece yüksek olan Kahramanmaraş Kağıt Fabrikası (KMK) atık suyunun kimyasal temizlenmesi üzerine çalışılmıştır. Bu amaçla önce KMK'dan temin edilen granül haldeki UP'den 4 g alınmış, sürekli karıştırma altında 1 L saf su içerisinde açılarak kullanılmıştır. İP ise, Caran Kimya'dan ticari olarak temin edilmiştir. 4'lü jar test düzeneğine yerleştirilen 4 adet 500 mL'lik arıtma suyuna formüle edilen dozlarda UP süspansiyonu sırasıyla eklenmiştir. Arıtma suları 1 dakika 200 rpm hızda karıştırıldıktan sonra kimyasal eklenmiş ve karıştırmaya aynı hızda 2 dakika daha devam edilmiştir. Bunu takiben karıştırmaya 50 rpm'de 1 dakika daha devam edilmiş ve işlem sonlandırılmıştır. Aynı işlem İP denemesinde tekrar edilmiştir. Arıtma sularının bulanıklık ve askıda katı madde (AKM) miktarları, 30 dakika dinlendirme sonunda spektrofotometre cihazı (DR 890 Hach Lange) ile ölçülmüştür.

Araştırmanın ikinci bölümünde ise beyaz elyafı dolgu tutunması çalışması yapılmıştır. Bu amaçla, yapraklı ve ibreli ağaçlardan kimyasal metotlarla elde edilmiş ve ağartılmış birincil kağıt hamurları kullanılmıştır. Kağıt hamurları, %60/40 oranında yapraklı ve ibreli olarak

harmanlanmış ve karışık olarak Hollander dövücüde, serbestlik değeri 45 °SR olana kadar dövülmüşlerdir. Dolgu maddesi olarak çökeltilmiş kalsiyum karbonat (PCC-Snowflake) kullanılmıştır. Dolgu maddesi %10'luk seyreltik bir süspansiyon olarak hazırlanmış ve hamurlara uygun oranlarda karıştırma altında eklenmiştir.

El kağıtları 100 g/m<sup>2</sup> gramajda, British handsheet former düzeneğinde ıslak safiha haline getirilmiş, Rapit Köthen cihazı kurutma ünitesinde her yüzü 5 dakika olmak üzere toplam 10 dakika 105 °C'de kurutulmuştur. Kağıt üretiminde 100 meshlik geniş delikleri olan elek kullanılmıştır. İlk aşamada, % 0, 5, 10, 20 ve 30 oranlarında dolgu maddesi katılımları yapılarak el kağıtları üretilmiş, bu kağıtların tam kuru ağırlıkları tartılarak, tutunma seviyeleri takip edilmiştir. İkinci aşamada ise, dolgu madde oranı %30 olan hamur süspansiyonu hazırlanmış ve üç set halinde değişen oranlarda sırasıyla uzun polimer (UP), inorganik polielektrolit (İP) ve ikisinin kombinasyonunun katılımları ile çok sayıda el kağıtları üretilmiştir. Kimyasal katılım değerleri, tam kuru kağıt ağırlığına oranlanarak belirlenmiştir. Kağıtların özellikle tutunma, dolgu seviyesi, kopma indisi (TAPPI T 494 om-88) ve patlama indisi (TAPPI T 403 om-91) özellikleri tespit edilerek tartışılmıştır.

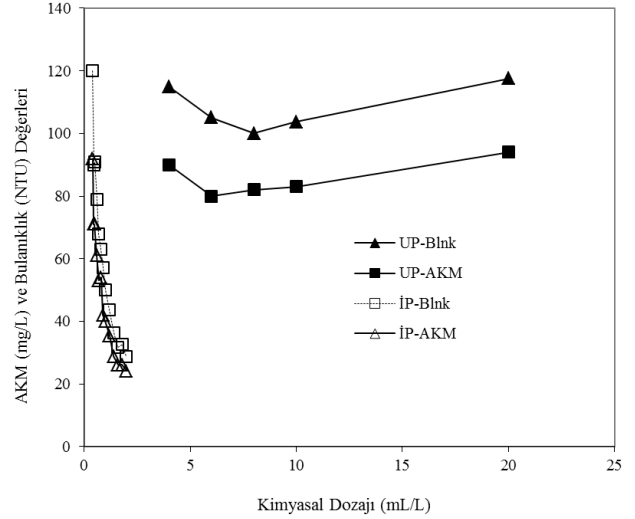
### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. UP ve İP'in arıtma suyunda etkisi

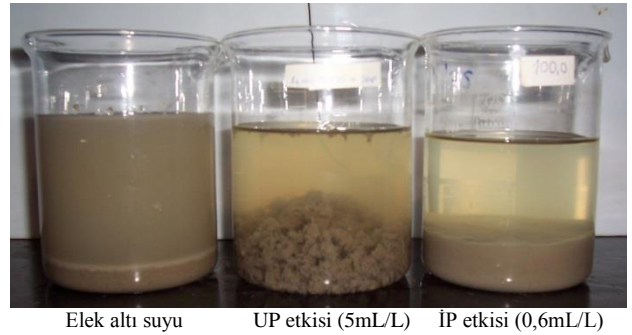
Eski kağıtların işlendiği kağıt/karton fabrikalarındaki proses suyu ve arıtmaya giden işlenmiş su (arıtma suyu) içerisinde oldukça yüksek seviyelerde organik ve inorganik bileşenler (kirlilikler) bulunur. Çok çeşitli bileşenleri bulunan, çeşitli türde kullanılan kağıtların hamurlaştırılması sonucu, doğal olarak çok değişik tür, özellik ve miktarda inorganik ve organik katkı maddeleri suya geçer ve kirlilik oluşturur. Bahsedilen kirliliklerin temizlenmesi için kısa ve uzun zincir yapıları bulunan polimerik veya inorganik yapıda katkı kimyasallarından faydalanılır. Bu kimyasallar, su içerisindeki kırıntı ve kolloidal parçaları toplamak, anyonik kirliliği azaltmak ve stok yüklerini (+, -) nötralize etmek için değişik oranlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan KMK arıtma suyuna ait AKM ve bulanıklık (Blk) (turbidity) değerleri sırasıyla 1890 mg/L ve 2080 NTU olarak tespit edilmiştir. Ancak, kullanılan UP ve İP karşılaştırılabilir dozaj aralıkları aşağıda Şekil 3'de sunulmuştur. Kullanılan UP'in, üzerinde çalışılan arıtma suyunun AKM ve bulanıklık değerlerini indirmeye başladığı ve fazla dozlandığında ters bulanıklık oluşturduğu katılım aralığının 4 ile 20 mL/L değerlerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Buna karşılık İP'in UP'e kıyasla son derece etkili olduğu da görülmüştür. Ayrıca oluşan flokların yapıları ve ebatlarında da ciddi farklar görülmüştür. UP katılımları iri floklar meydana getirirken, İP kullanıldığında oldukça küçük ve ince mikro-floklar meydana gelmiştir (Şekil 3).

#### 3.2. Dolgu katılımları

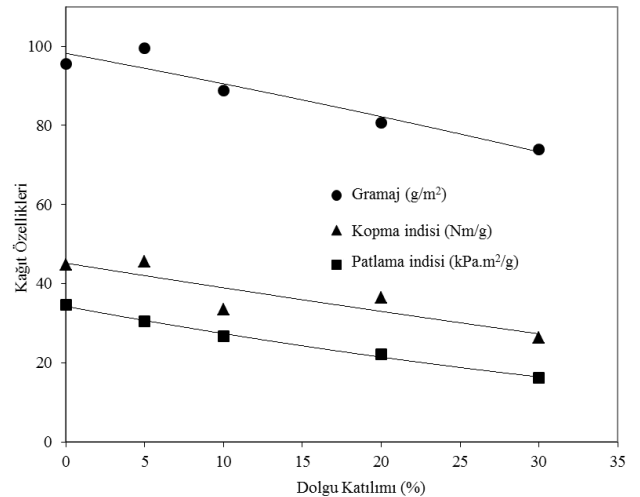
Hiçbir kimyasal kullanmadan sadece kağıt hamuru ve farklı oranlarda dolgu maddesi eklenmesi ile üretilen el kağıtlarına ait bazı veriler aşağıda Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 2: UP ve İP katılımlarının arıtma suyu değerlerine etkisi



Şekil 3: Polimer zincir uzunluğuna bağlı farklı flokların oluşumları (Karademir vd., 2010)



Şekil 4: Tutundurucu kullanmadan dolgu maddesinin kağıt özelliklerine bazı etkileri

Çok açık görüldüğü gibi dolgu maddesi oranı arttıkça üretilen kâğıdın gramajı düşmüş, diğer bir ifade ile tutunma ciddi olarak zarar görmüştür. Aynı şekilde dolgu katılımları paralel olarak, kağıtların hem kopma, hem de patlama indislerinde ciddi düşüşler yaşanmıştır. Anlaşıldığı kadarıyla, çok ince tanecikleri olan dolgu maddelerinin çok büyük kısmı oluşan kağıt safihası içerisinde kalamamış, aksine elek altı suyuna kaçmıştır. Kısa ve uzun elyaf

karişımı dövülmüş kağıt hamuru, taslak oluşum sırasında elek üzerinde dolgu tutunmasına kısmen katkı yapmış, tutunan dolgular kağıdın daha çok üst yüzeyine doğru artış göstermiştir. Kağıt içerisinde fiziksel olarak kalan dolgu tanecikleri ise oluşacak lif-lif bağlarını olumsuz etkilemiştir. Tutunan dolgu miktarı çok az olmasına rağmen, kağıt mukavemetini olumsuz yönde ciddi derecede etkilemiştir.

Kağıt üretimlerinde kullanılan dolgu maddelerinin diğer aranan özellikler yanında oldukça küçük tanelerden oluşması istenir. Kaba bir oranla bir kalsiyum karbonat taneciği, kağıt hamurundaki bir liften yaklaşık en az 1000 kat daha küçük ebatlıdır. Bu kısmen Şekil 1'de de görülmektedir. Bu kadar ufak taneciklerden oluşan bir kağıt hamuru bileşeninin, normal şartlarda ve hiçbir yardımcı kimyasal kullanılmadan kağıt üretiminde özellikle formasyon sırasında kaybedilmemesi beklenemez. Diğer bir ifade ile fiziksel tutunma ile dolgu maddeleri çok az tutulabilir ve kağıt içerisinde kalabilir. Şekil 4'de görülen gramajdaki düşüş bu gerçeği ifade etmektedir. Kısaca dolgu maddesi katılsa bile, eğer hamur içerisinde tutunduruca bileşenler yok ise, dolgunun çoğu elek altı suyuna filtrasyon ile kaçacaktır.

### 3.3. Kimyasal tutunma

Çalışmanın ilk aşamasında, kullanılan UP ve İP kimyasallarının çok kirli arıtma suyunun temizlenmesinde ne kadar etkili olduğu görülmüştür (Şekil 2 ve Şekil 3). Atık suların arıtılmasında olduğu gibi, aynı şekilde kağıt üretiminde tutunmanın artırılması amacıyla iki aşamalı kimyasal kullanımı genelde uygulanan bir yöntemdir. Çift bileşenli tutundurma (dual retention system) denilen mekanizmaya göre önce kısa polimer ve ya inorganik yapıdaki bir polielektrolit kullanılmakta ve mikro flokların oluşması sağlanmaktadır. Peşinden ikinci aşama olarak uzun bir zincir yapısı bulunan yüklü polimerler kullanılarak bütün katı maddelerin toplanması sağlanmaktadır. Bahsedilen tek ve iki aşamalı veya bileşenli tutundurma işlemi sonucu dolgu tutunmasındaki değişim Şekil 5'de görülmektedir. Bütün kağıtlarda dolgu katılımı %30 olarak gerçekleşmiştir. Doğal üretim özellikleri nedeniyle her iki kimyasal da etrafı pozitif yüklü parçacıklardır. Ancak molekül büyüklük ve zincir yapılarında büyük fark bulunmaktadır. Bu açıdan her iki kimyasalda hamur süspansiyonunda negatif yüklü taneciklerle etkileşime girmiş olmalarına rağmen, tutunma açısından önemli olan nokta oluşturdukları kümelenmelerin (flok) ne kadar büyük ve aynı zamanda ne kadar kuvvetli olduğudur. Bu açıdan, UP oldukça iri parçacıklar meydana getirdiği, kısa İP ise nispeten küçük ve minik gruplanmalar oluşturduğu açıktır (Şekil 3) (Karademir vd., 2010).

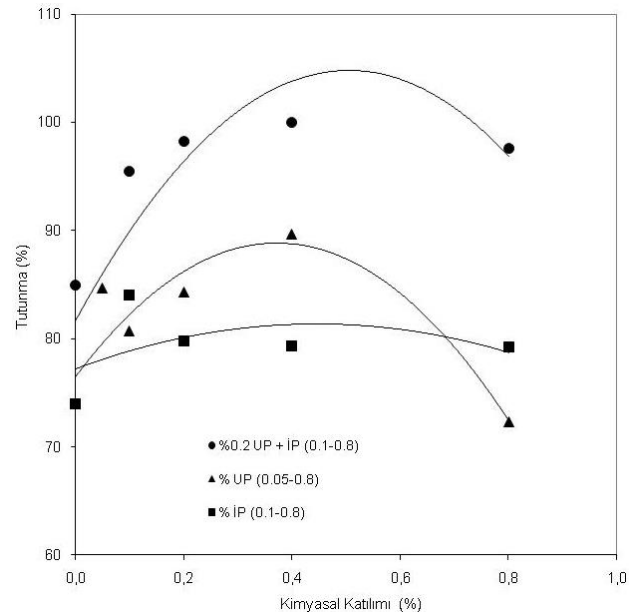
İP tarafından oluşturulan floklar fiziksel tutunma sınırlarına ulaşamamış, elekten dolgular yinede kaçmıştır. Bunun yanında en iyi sonuç her iki polimerin beraber kullanılması sonucu alınmıştır. Öncelikle kısa polimer eklenmiş, hamurla karışım sağlanmış, peşinden uzun polimer minik flokların birbirlerine bağlanmalarına katkı yapmıştır. Uzun polimerin yüksek oranda kullanımı sonucu, drenajın hızlandığı, formasyon kalitesinin düştüğü ve kağıt yüzey kalitesinin bozulduğu gözlemlenmiştir.

### 3.4. Tutunma ve mukavemet

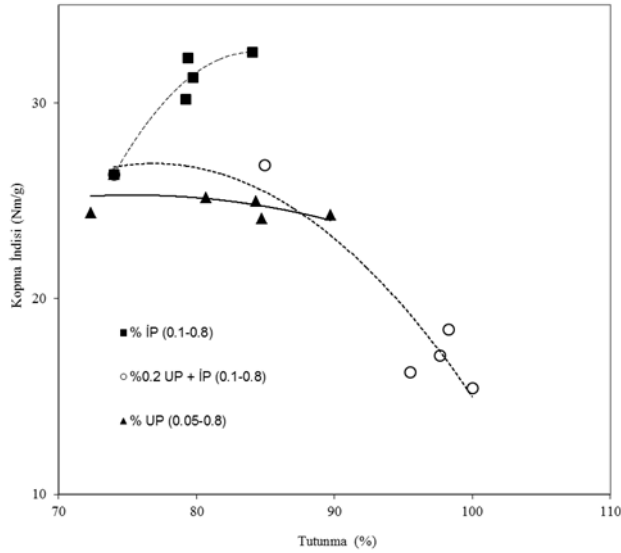
Özellikle dolgu maddesinin tutunması, kağıt içerisinde genel olarak lifler arası bağlanmayı olumsuz etkilediği için mukavemetler düşmektedir. Ancak içerisinde aynı miktarda dolgu maddesi tutunan aynı hamurdan yapılan kağıtlar farklı mukavemet özellikleri gösterebilir. Tutunan dolgu maddelerinin, kağıt iç yapısında homojen dağılım kalitesi ve oluşan flok ebatları bunda en etkili unsurlardır. Bu açıdan bakıldığında, aynı miktarda tutunma sağlanmış olan kağıtlardan, İP içerenlerin neden daha yüksek mukavemet gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 6). İki bileşenli tutundurmada (UP+İP), dolgu miktarı arttığı için, lifler arası bağlanmalarda önemli derecede düşme olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 7, sadece kimyasal katılımı ve mukavemet arasındaki ilişkiyi vermektedir. Daha açık görüldüğü gibi İP, aynı miktarda dolgu tutunması yapan UP'e karşı daha küçük floklar halinde dolgu maddelerinin kağıt içerisinde kalmasına katkı yaptığı için ve muhtemelen lifler arası bağlanmalara da kısmen destek olduğu için, daha yüksek kopma indisi vermiştir.

## 4. Sonuç

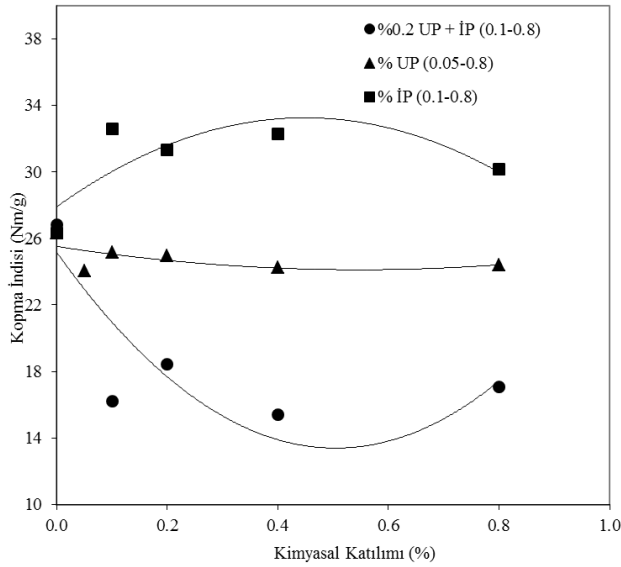
Farklı bir çok sebeplerden dolayı kağıt üretiminde ıslak partide kullanılan dolgu maddelerini, oluşan kağıt içerisinde tutmak oldukça zordur. Düşük tutunma, hammadde kaybı yanında, elek altı suyunun kirlenmesi ve arıtma işlemlerinin artması anlamına gelir. Dolgu tutundurma için katyonik karakterde polielektrolitler kullanılmaktadır. Ancak dolgu tutunumu diğer taraftan, kağıtların mukavemetlerini önemli seviyede düşürmektedir. Dolgunun hem yüksek oranda kağıt içerisine kazandırılması, hem de mukavemetlere çok fazla zarar vermemesi için çift bileşenli tutunma yapmak daha sağlıklı görünmektedir. Mümkün olduğu kadar elek üzerinde kırıntı ve dolguların kazanılmasını sağlayacak kadar minik floklar oluşturan kısa polimer yapıları tutundurucuların kullanılması daha yararlı olmaktadır. Zira aşırı uzun polimerler tutunmayı artırmakta ancak formasyon kalitesini düşürmekte ve mukavemet değerlerine daha fazla zarar vermektedir.



Şekil 5. Tutunmada tek ve çift bileşenli kimyasal etkisi



Şekil 6. Tutunma ve mukavemet arasındaki ilişki



Şekil 7. Kimyasal katılımı ve mukavemet arasındaki ilişki

### Teşekkür

Gerekli kimyasalların temin edilmesinde ve yardımlarından dolayı Kahramanmaraş Kağıt ve Caran Kimya'ya teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Eroğlu, H., Usta, M., 2004. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi Ders Kitabı Cilt I, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Gill, R.A., 1995. "Fillers for Papermaking" in Applications of Wet-End Paper Chemistry. Ed: By Che On Au and Ian Thorn, Blackie Academic&Professional, London, UK, pp:54-76.
- Hakkarainen, K., Sillanpää, M., 2007. Flocculation in Paper and Pulp Mill Sludge Process. Research Journal Of Chemistry And Environment Vol.11 (3), pp:96-100.
- Holmberg, M., 1999. Paper Machine Water Chemistry. Papermaking Chemistry. Ed. By Leo Neimo, Printed by Gummerus Printing, Jyväskylä, Finland.
- İmamoğlu, S., Atik, C., Karademir, A., 2005. Atık kağıt kullanan kağıt-karton fabrikalarında ortaya çıkan mikrobiyolojik sorunlar. KAÜ, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 6(1-2): 179-190.
- İmamoğlu, S., Kırıcı, H., Atik C., Karademir, A., Aydemir, C., Peşman, E. 2010. Flotasyon Mürekkep Gidermede CMYK Renk Sistemlerinin Uzaklaştırılma Performansları. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt: V, s. 2002-2012.
- Karademir, A., 2001. A study on the effects of Alkyl Ketene Dimer (AKD) sizing on the frictional properties of paper, PhD Thesis, Department of Paper Science, University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST), Manchester, UK.
- Karademir, A., Cetin, N.S., Tutus, A., Ozmen, N., Kurt, R., Mengeloğlu, F., 2003a. Effects of CaCO<sub>3</sub> Loading on Some Properties of Woodfree Papers. International Conference WPP 2003, Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper, Bratislava, Slovak Republic, pp:184-188.
- Karademir, A., Tutuş A., Mengenoğlu F., 2003b. Kağıt İç Yapıştırmasında Kaolen, CaCO<sub>3</sub>, ve TiO<sub>2</sub> Dolgu Maddelerinin Alkil Keten Dimer (AKD)'i Tutma Karakteristikleri. XI. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiri Kitabı 3 Eylül 2003
- Karademir, A., Chew, Y.S., Hoyland, R.W., Xiao, H., 2005. Influence of Fillers on Sizing Efficiency and Hydrolysis of Alkyl Ketene Dimer, The Canadian Journal of Chemical Engineering, 83(3): 603-606.
- Karademir, A., İmamoğlu, S., 2007. Effects of Dry Strength Resin and Surfactant Addition on the Paper Made From Pulp with Different Freeness Level. Journal of Applied Science, 7(4):484-488.
- Karademir, A., Varlıbaş, H., Nağaş, G., Leblebici, A., 2010. Kağıt Fabrikalarında Atık Su Arıtmasında Yeni Bir Yaklaşım. PAC-S. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt:V, s.1993-2001.
- Karahan, S., 2012. Ultrasonik Enerji ve Enzim Kullanımının Lazer Baskılı Ofis Kağıtlarından Yüzdürme Esaslı Mürekkep Giderme İşlemi Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Miyaniishi, T., 1998. Optimization Of Paper Machine Wet-End Neutral, PCC Filled Newsprint, "A Paper at 1998 TAPPI Coating/Paper Making Conference.
- Pokhrel, D., Viraraghavan, T., 2004. Treatment of Pulp and Paper Mill Wastewater - A review, Science of Total Environment, 333 (2004) 37- 58.