



ALUMİNYUM HİDRAT VE KALSİYUM KARBONATIN GRİ KARTON ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Hülya VARLIBAŞ BAŞBOĞA^{1,*}, Arif KARADEMİR¹

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 16310, Bursa

*Sorumlu yazar: hulya.varlibas@btu.edu.tr

Hülya VARLIBAŞ BAŞBOĞA: <https://orcid.org/0000-0002-1413-2560>

Arif KARADEMİR: <https://orcid.org/0000-0003-0924-2156>

Please cite this article as: Varlıbaş Başboğa, H. & Karademir, A. (2023) Alüminyum hidrat ve kalsiyum karbonatın gri karton özelliklerine etkileri, *Turkish Journal of Forest Science*, 7(2), 243-252

ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 7 Ağustos 2023 / Received 7 August 2023

Düzeltmelerin gelişi 29 Eylül 2023 / Received in revised form 29 September 2023

Kabul 30 Eylül 2023 / Accepted 30 September 2023

Yayımlanma 30 Ekim 2023 / Published online 30 October 2023

ÖZET: Lignoselülozik malzemelerden üretilen kağıt grupları hammadde temini konusunda uzun süredir sorunlar yaşamaktadır. Dünya çapındaki üreticiler ve araştırmacılar hammadde temini sorunlarının çözümünü araştırmaya devam etmektedir. Araştırma sırasında bazı çözüm yolları bulmuşlardır. Bunlardan en sık kullanılan çözüm yolu ise hamura dolgu maddesi ilave edip hammadde miktarını azaltarak kağıdın kalitesinin artmasına katkı sağlamayı hedeflemişlerdir. Yapılan çalışmalarda dolgu maddelerinin belirli bir orana kadar kullanımının nihai ürünün kalitesini iyileştirdiği, kullanım oranının artmasıyla kağıdın fiziksel ve mukavemet özelliklerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, kağıt sektöründe en fazla dolgu maddesi olarak kullanılan Kalsiyum Karbonat'a alternatif bir dolgu maddesi olarak Alüminyum Hidrat'ın gri karton üretiminde değerlendirilmesinin üretilen kağıtların mukavemet (kopma ve patlama direnci) ve optik (beyazlık, parlaklık, sarılık ve CIE L a b değerleri) zellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında gri karton hamur süspansiyonu içerisine Kalsiyum Karbonat ve Alüminyum Hidrat beş farklı (%0, %5, %10, %20 ve %30) oranda dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Farklı dolgu maddesi katılımlıyla, standart British Sheet Former cihazında 75 gr/m² gramajda el kâğıtları üretilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, Kalsiyum karbonat ve Alüminyum Hidrat dolgu maddeleri kullanımı sonucu kâğıtların optik özellikleri iyileşirken, kopma ve patlama dirençlerinde düşme kaydedilmiştir. Dolgu maddelerinin aynı oranda kullanılmasıyla kâğıtların özellikle beyazlık ve parlaklık değerlerinde, Alüminyum Hidrat yaklaşık 2 ile 3 kat arasında Kalsiyum Karbonattan daha çok yükselme sağlamıştır. Sarılık değerlerinin düşürülmesinde de aynı ilişki belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarının kağıt üreticilerine faydalı bir öneri olacağına inanılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kağıt retimi, Gri Karton, Dolgu Maddesi, CaCO₃, Alüminyum Hidrat

THE EFFECTS OF ALUMINUM HYDRATE AND CALCIUM CARBONATE ON GRAY CARTON PROPERTIES

ABSTRACT: Paper groups produced from lignocellulosic materials have been experiencing problems in the supply of raw materials for a long time. Manufacturers and Researches around the world continue to seek solutions to raw material supply problems. During the research, they found some solutions. The most commonly used solution is to add filler to the dough and reduce the amount of raw material, aiming to contribute to the increase in the quality of the paper. Studies have shown that the use of fillers to a certain extent improves the quality of the final product, and decreases the physical and mechanical properties of the paper as the usage rate increases. In this study, the impact of Aluminum Hydroxide, an alternative filler to Calcium Carbonate, which is widely used as a filler in the paper industry, on the strength (burst and tear strength) and optical properties (whiteness, brightness, yellowness, and CIE L a b values) of grey cardboard was investigated. Within the scope of the study, Calcium Carbonate and Aluminum Hydroxide were used as fillers in the grey cardboard pulp suspension in five different ratios (%0, %5, %10, %20, and %30). With different filler additions, hand sheets were produced with a basis weight of 75 g/m² using the standard British Sheet Former device. As a result, while the optical properties of the papers improved with the usage of Calcium Carbonate and Aluminum Hydroxide fillers, a decrease in burst and tear strength was recorded. With the same level of additions, Aluminum Hydroxide provided an increase in whiteness and brightness values, particularly between 2 to 3 times more than Calcium Carbonate. The same relationship was observed in reducing yellowness values. It is believed that the results of the study will be a useful recommendation for paper manufacturers.

Keywords: Paper Production, Gray Cartoon, Fillers, CaCO₃, Aluminum Hydrate,

GİRİŞ

Dünyada en çok üretilen ve tüketilen maddelerden biri olan ve ülkelerdeki üretim ve tüketimdeki gelişmenin anında diğer ülkeleri etkilediği, bu yönüyle ülkeler arası entegre bir durumda olan kağıt, ülkemizde de önemli bir stratejik konuma sahiptir (Erkan & Malayoğlu, 2000). Ülkemizde kâğıt sektöründe artan talebe rağmen kağıt üretimi istenen seviyelere gelememekte ve hammadde konusunda sorunlar yaşamaktadır (Kağıt sektör raporu, 2021). Kağıt sektörü gerek hammadde (Ciğer, 2023) gerekse kullanılan yardımcı maddelerin temininde yurt dışına bağımlı durumdadır (Poyraz, 2020; İHA, 2021). Çeşitli kaynaklar da selüloz yatırımı yapılmasının gerekliliğini, büyük orman alanlarına ve kağıt üretimi için uygun selüloz oranı yüksek ağaçlara ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Ancak selüloz üretiminde oldukça fazla sermaye gerekmektedir (Ekinci, 1998; Çiçekler et al., 2023). Bir diğer öneri olarak ise atık kağıtların tekrar değerlendirilmesi ve kağıt üretiminde kullanılması bulunmaktadır. Atık kağıtların tekrar kullanılmasıyla dünyada 2022 yılında 80 milyon ağacın kesilmesinin önlenildiği, 2023 yılında ise 90 milyon ağacın kesilmesinin önleneceğinin öngörüldüğü belirtilmektedir (Ciğer, 2023).

Lifsel hammadde kullanımını azaltmak için kağıt/karton üretiminde çeşitli dolgu maddeleri kullanılmaktadır (Karademir et al., 2013). Dolgu maddeleri; özellikle ağartılmış hamurlarda kağıdın beyazlığını, mürekkebin düşey yönde daha iyi emilmesini sağlayarak baskı kalitesini, lifler arasındaki boşlukları doldurarak yüzey düzgünlüğünü iyileştirmektedir (Karademir et

al., 2003b; Usta & Eroğlu,2004; Shen et al., 2009; Lourenço et al., 2014). Dolgu maddelerinin fiyatlarının uygun olması, kağıdın kuruması sırasında daha az enerji harcanmasına sebep olması (Huang et al., 2013; Xie et al.,2018), kağıttan kağıda sürtünme katsayısını arttırmak için (dolgu maddelerinin kompozit yapısında), kağıttan kağıda sürtünme katsayısını azaltmak için (yassı dolgu maddelerinin daha kolay tabakalara ayrılması için), filtre kağıdı gibi özel kağıtlarda delik boyutunun kontrol edilmesinde, sigara kağıtlarında kontrollü yanmanın sağlanması (Hubbe & Gill, 2016) gibi sağladığı faydalar sebebi ile kağıt sektöründe yüksek oranda tercih edilmektedir.

İdeal bir dolgu malzemesinden istenen özellikler ise; yüksek beyazlık, uygun kırılma indisi ve tane dağılımı, kağıt tarafından yüksek derecede tutulma, suda çözünmeme veya çok az çözünme, düşük yoğunluk, kimyasal yönden reaktif olmama, düşük aşındırıcılık ve ucuz olmasıdır (Usta ve Eroğlu, 2004).

Bu özelliklere sahip dolgu maddelerinden en yaygın kullanılanı kalsiyum karbonattır (CaCO_3). CaCO_3 25 yıl önce Avrupa kağıt endüstrisindeki pazar payı %1'in altındayken, bugün pazarın %40'ından fazlasına sahiptir. Avrupa'da alkali kağıt yapım sürecinin başlamasıyla son yıllarda kullanımı oldukça artmıştır (Hubbe ve Gill, 2016; Shen et al, 2009). CaCO_3 , selüloz liflerinde asit hidrolize bağlı oluşacak bozunmaları ciddi derecede engellemekte ve kağıtların eskimelerini azaltmaktadır (Karademir et al 2003a; 2003b).

Çalışmada kullanılan bir diğer kimyasal madde olan alüminyum hidrat, amfoterik özelliğe sahip dünyada en fazla kullanılanlar arasında yer almakta ve çevre dostu inorganik alev geciktirici olarak bilinmektedir (Yang et al., 2017). Ayrıca alüminyum hidrat; izolasyon ve yalıtım endüstrisinde, cam, petrokimya, tekstil, boya, kağıt endüstrilerinde kablo, otomotiv ve kauçuk sanayisinde de kullanılmaktadır (Varlıbaş Başboğa, 2021).

Gri Karton, %100 geri dönüşümlü kağıt atıkları ile gri karton işleme fabrikalarının atık kağıtlarından 140 gr/m² ile 450 gr/m² arasında üretilmektedir. Gri kartonların kullanıldığı yerler; masura, tekstil, klasör, renkli dosya, ciltçiler, ajanda-defter, takvim masa oyunları üretim sektörü, ayakkabı, terlik, bavul, çanta, kemer ve özel kutu üretim sektörleri şeklindedir (Tutuş et al., 2019).

Bu çalışmada, karton üretiminde ara kat üretiminde kullanılan gri karton hamuruna dolgu madesi olarak Alüminyum Hidrat ve Kalsiyum Karbonatın ayrı ayrı farklı oranlarda katılmasıyla üretilen gri kartonların mukavemet ve optik özelliklerindeki etkileri incelenmiş ve en iyi sonucu iki dolgu maddesinden hangisinin verdiği sorusu cevaplanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada Kahramanmaraş Kağıt Fabrikasından temin edilen ince eleklerden geçmiş ve içerisinde her hangi bir kimyasal bulunmayan gri karton kağıt hamuru kullanılmıştır. Optik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla dolgu maddesi olarak Kalsiyum Karbonat (CaCO_3) (Sigma Aldrich) ve Alüminyum Hidrat (Al(OH)_3) (Merck) kimyasalları satın alma yolu ile temin edilerek kullanılmıştır. Kullanılan dolgu maddesi kimyasallarının genel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Kalsiyum Karbonat ve Alüminyum Hidrat Hakkında Bilgiler

Dolgu Maddeleri	Kalsiyum Karbonat	Alüminyum Hidrat
Formül	CaCO ₃	Al(OH) ₃
Molekül kütlesi	100,0869 gr/mol	78 g/mol
Erime noktası	1.339 °C (kalsit)	300 °C
Görünüm	Beyaz toz	Beyaz Toz
Koku	Kokusuz	Kokusuz
Suda çözünme	0,013 gr/L (25 °C)	0.0001 g/(100 mL)
Yoğunluk	2,711 gr/cm ³ (kalsit)	2.42 g/cm ³

Kağıt Üretimi

Kahramanmaraş Kağıt Fabrikası (KMK Paper)'dan temin edilen ince eleklerden geçmiş ve içerisinde herhangi bir kimyasal bulunmayan gri karton hamur süspansiyonu kullanılarak, farklı dolgu maddesi katılımlarıyla, standart British Sheet Former cihazında 75 gr/m² gramajda çok sayıda el kâğıtları üretilmiştir. Kağıt hamurlarına, formüle edilen miktarda sulu süspansiyonu hazırlanmış alüminyum hidrat ve kalsiyum karbonat dolgu maddelerinden sırasıyla %0, 5, 10, 20 ve 30 oranında katılarak çok sayıda test kâğıtları üretilmiştir.

El kâğıtları TAPPI 205 sp-95 standardına uygun olarak üretilmiş, yaş preslemeden sonra numuneler kurutma plakasına gerdirilmiş halde kurutma halkalarında 1 saat hava kurusu hale getirilmiş ve rutubetleri yaklaşık %50 seviyesine indirilmiştir. Daha sonra kâğıtlar kurutma plakalarından alınarak önce kurutma kâğıtları arasında (blotter) bir tur ve kurutma kâğıtları olmadan da bir tur olmak üzere toplam iki tur laboratuvar tipi silindirik kâğıt kurutucusunda kurutulmuştur. Laboratuvar tipi silindirik kurutucu bir tam dönmesini 4 dakikada yapacak şekilde ayarlanmış ve 100 °C' de çalıştırılmıştır. Kurutma, kâğıt özellikleri olumsuz etkilenmeyecek şekilde, emici kâğıtlar ve silindir kurutma keçeleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kağıt Testleri

Kağıtların kopma (TAPPI T 494 om-88) ve patlama (TAPPI T 403 om-91) direnci testleri ilgili standartlara göre yapılmış, optik özellikleri ise Datacolor Elrepho cihazında 457 nm'de belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Üretimle İlgili Gözlemler

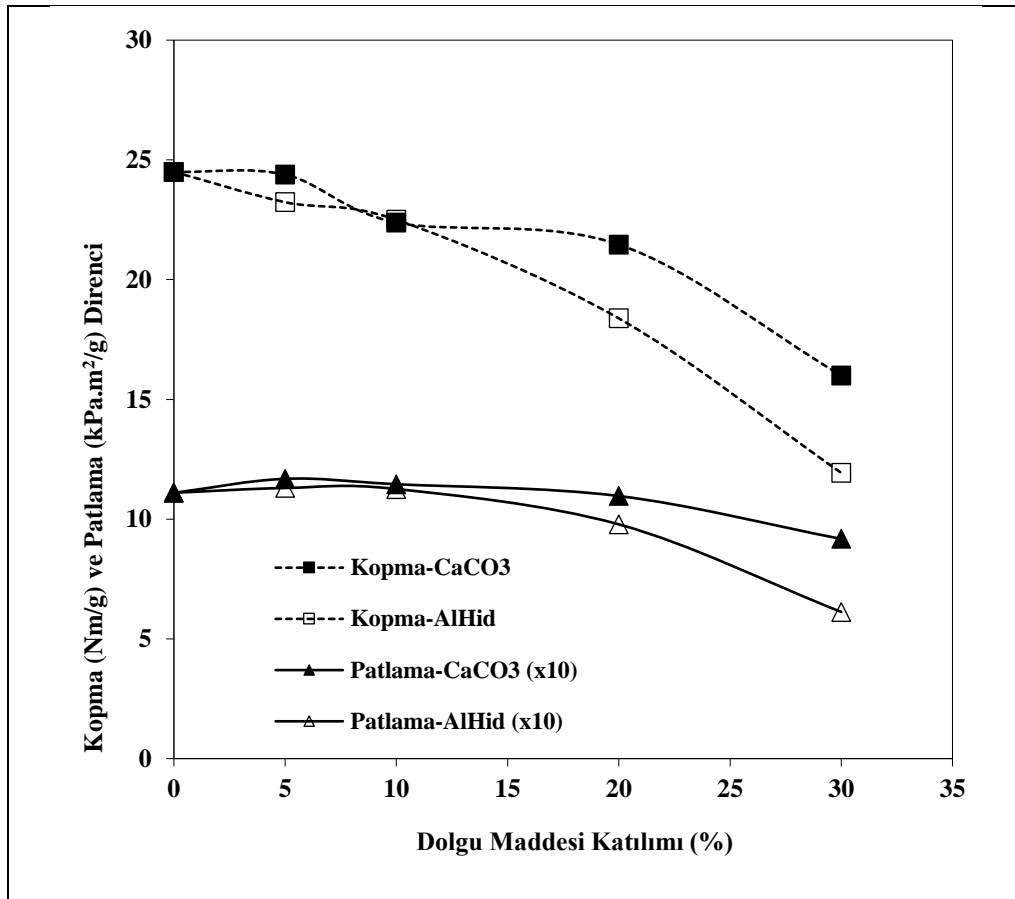
Gri karton hamuruna dolgu maddesi eklenmesindeki en önemli noktalardan birisi, dolgu maddesinin çok iyi şekilde karıştırılmış süspansiyonunun hazırlanarak kullanılmasıdır. Bu anlamda yapılan gözlemlerde aynı miktarda dolgu maddesi hazırlanmasında, kalsiyum karbonatın daha kıvamlı ve parçalı bir süspansiyon verdiği, alüminyum hidrattan ise daha akıcı ve homojen bir süspansiyon elde edildiği gözlemlenmiştir. Kâğıt üretiminde dolgu tutunması için herhangi bir tutundurucu veya katkı maddesi kullanılmamıştır. Hamur süspansiyonunun pH değeri yaklaşık olarak 7 civarında belirlenmiştir.

200 meshlik elek üzerinde yapılan kâğıt formasyonunda, kâğıtların elek tarafının biraz daha koyu, üst tarafının ise daha açık renkte olduğu izlenmiş ve optik olarak da bu farklılık ölçülmüştür. Bu çalışmada kâğıtların üst yüzeyine ait optik değerler kullanılmıştır. Kağıtlarda

çift yüz arasında ölçülen bu renk farklılığı, formasyon sırasında elek tarafında dolgu ve kırıntı tutunmasının daha düşük olduğunu göstermektedir. Dolgu kullanımında veya kırıntısı bol bir hamurdan kâğıt üretiminde %100 ilk geçiş tutunmasını gerçekleştirmek neredeyse imkânsızdır. O nedenle dolgu kullanımında bu çalışmada da görüldüğü gibi literatürde de bahsedildiği gibi belli oranda uygun bir tutundurucu kimyasal kullanılması gerekmektedir (Gill, 1995).

Kopma ve Patlama Kuvvetleri

Şekil 1'deki dolgu maddelerinin mukavemet özellikleri üzerindeki etkiyi gösteren kopma ve patlama direnci değerlerinin sunulduğu grafikte de çok açık şekilde görüldüğü gibi dolgu maddesi katılımı kâğıtların kopma ve patlama değerlerinde genel olarak azalmaya neden olmuştur.



Şekil 1: Dolgu maddesi katılımı ile kâğıt mukavemet değerleri

Kâğıtların kopma sonuçları ele alındığında kullanılan her iki dolgu maddesinin de kopma değerlerini olumsuz yönde etkilediği ve kopma değerlerini azalttığı belirlenmiştir. Dolgu maddelerinin ilk iki kullanım oranlarında (%5, %10) her iki kimyasalın kopma değerleri üzerine olan etkileri birbirine yakın değerlerde gözükse de sonra ki iki en yüksek kullanım oranlarında (%20, %30) ise Alüminyum Hidrat'ın kopma direnci değerleri üzerinde ki etkisinin Kalsiyum Karbonata göre daha yüksek olarak belirlenmiş ve kopma direnci değerlerindeki azalma Alüminyum Hidrat kullanılan gruplarda daha fazla gözlemlenmiştir. Dolgu maddelerinin %20 ve %30 oranlarında kullanılan gruplarda aynı oranda kullanılan

gruplar kıyaslandığında Kalsiyum Karbonat kullanılan kağıt gruplarında daha yüksek kopma direnci değerleri elde edilmiştir.

Patlama değerleri incelendiğinde ise %10 dolgu katılımına kadar değerlerin her iki kimyasal için birbirine yakın değerlerde olduğu ve içerisinde dolgu maddesi olmayan kontrol grubu kağıtlarının patlama direnci değerlerinden hafif yukarıda ya da o sonuca yakın değerler elde edildiği görülmüştür. Özellikle Kalsiyum Karbonatın %5 kullanıldığı kağıt gruplarında patlama direnci değerleri çok hafifçe artış göstermiştir. Kalsiyum Karbonatın kullanım oranının sonra ki %5 artması ile ise patlama direnci özelliklerinde hafif bir azalmaya yol açmıştır. Buradan yola çıkarak Kalsiyum Karbonatın %10'a kadar kullanımı sırasında patlama direnci değerlerinde önemli bir değişimin olmadığını söylemek mümkündür. Bunun yanı sıra Alüminyum Hidratın ilk iki kullanımıyla benzer sonuçlar gözlemlenmiştir. Fakat dolgu maddelerinin sonra ki kullanım oranlarında ise patlama direnci değerlerinin daha belirgin bir şekilde etkilendiği görülmektedir. Ayrıca Alüminyum Hidrat'ın patlama direnci değerlerini Kalsiyum Karbonat'a göre daha fazla etkilediği ve aynı kullanım oranı ile kıyaslama yapıldığında Kalsiyum Karbonat'ın dolgu maddesi olarak kullanıldığı kağıt gruplarında daha yüksek patlama değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Dolgu maddesi katılımı ile lif-lif bağlarının olumsuz etkilendiği bu nedenle kâğıt mukavemet değerlerinde belli oranlarda azalmaların kaçınılmaz olduğu literatürde belirtilmiştir (Karademir ve ark., 2013; Lourenço et al., 2014; Xie et al., 2018). Bulunan sonuçların önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Ancak kullanılan dolgu maddesinin kristal yapısı, tane büyüklüğü, topak oluşturma eğilimi ve tutunma yüzdesine bağlı olarak kâğıt mukavemetlerindeki beklenen azalmalar farklı derecelerde olabilir. Şekil 1 bu açıdan incelendiğinde alüminyum hidratın, kalsiyum karbonata göre mukavemet değerlerinde biraz daha fazla azalmaya neden olduğu görülmektedir. Ancak bunun alüminyum hidratın çok daha homojen bir şekilde kâğıt yapısında dağılmış olduğu için gerçekleştiğine inanılmaktadır.

Optik Değişimler

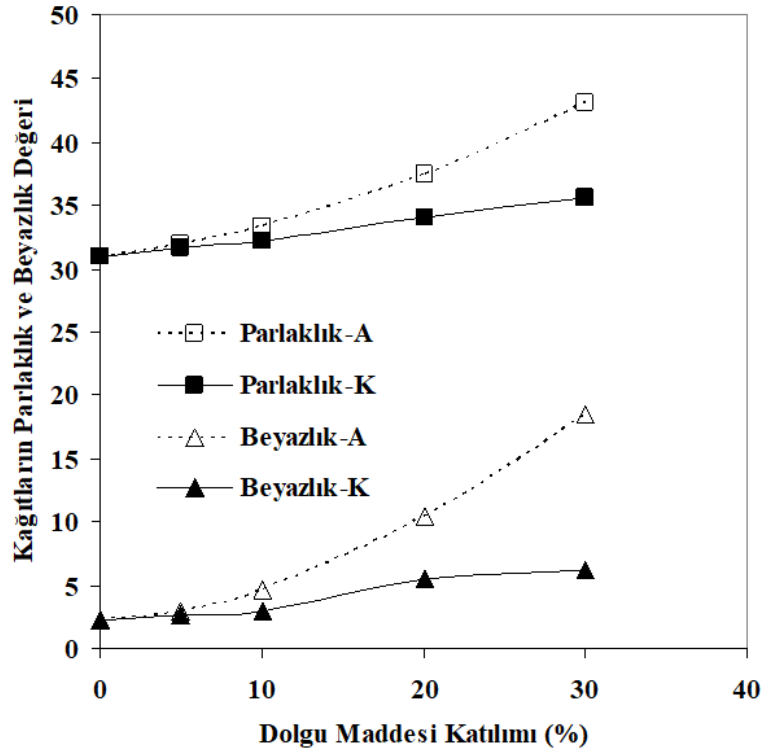
Her iki dolgu maddesi katılımı ile kâğıtların optik özelliklerinde meydana gelen değişimler Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'deki veriler ele alınacak olunursa, kontrol kâğıtlarının 2.29 olan ASTM beyazlığı, kalsiyum karbonatın %30 katılımı ile 6.24'e kadar çıkmıştır. Bunun yanı sıra Kalsiyum karbonatın %30 katılımı ile parlaklık değerleri 30,98'den 35,59'a çıkmıştır. Sarılık değerinde (ASTM) değeri 23,57'den 21,53'e düşmüştür. L değerinde ise 69,59 iken 72,88'e çıkmıştır. Kalsiyum karbonat katımlı kâğıtların "a (kırmızı-yeşil)" değeri 3,39'dan 3,32 ye düşerek kâğıdın kırmızılık değerinin azaldığı belirlenmiştir. Kâğıtların "b (sarı-mavi)" değerindeki değişim ise 12,65'ten 11,90'a düşerek kâğıdın sarılığının azaldığı görülmektedir.

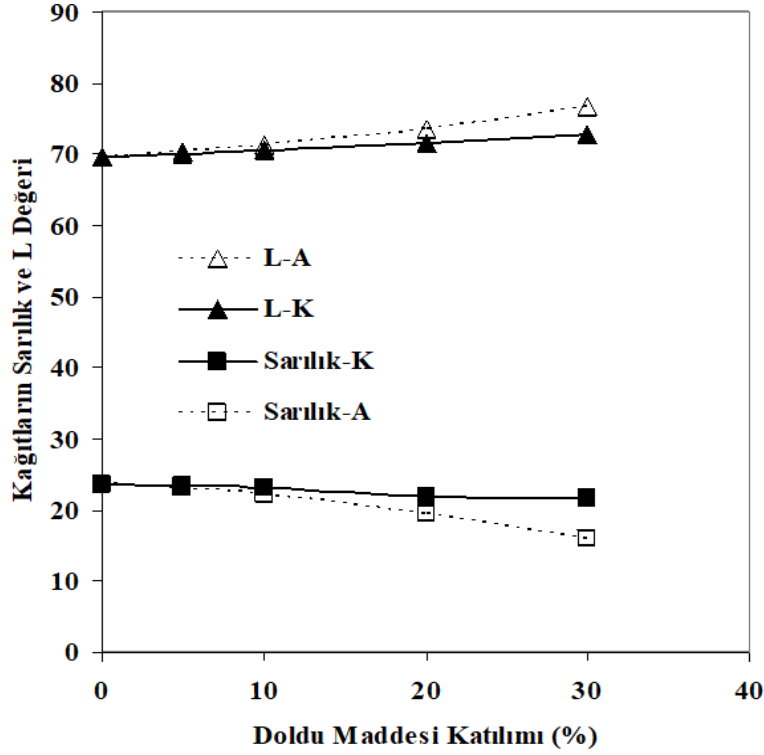
Alüminyum hidrat katımlı kâğıtların optik değerlerinde; ASTM beyazlık değeri 2,29'dan 18,5 gibi yaklaşık 3 kat daha fazla bir seviyeye yükseltmiştir. ISO parlaklık değerinde ise 30,98' den 43,13'e yükseltmiştir. ASTM sarılık değerlerini 23,57'den 15,93'e düşürmüştür. L değerleri ise 69,59'dan 76,67'ye çıkarmıştır. Kâğıtların "a (kırmızı-yeşil)" değeri 3,39'dan 2,8'e hafifçe azalarak kâğıt kırmızılığı yeşil tona doğru kaymıştır. Kâğıtların "b (sarı-mavi)" değerindeki değişim ise 12,65'ten 8,98'e düşmüş ve dolayısıyla sarılık değeri azalmıştır.

Tablo 2: Dolgu maddesi kullanımı ve optik özellikler

Dolgu Tipi	Dolgu Oranı (%)	Beyazlık (ASTM)	Parlaklık (ISO)	Sarılık (ASTM)	L	a	b
CaCO ₃	0	2,29	30,98	23,57	69,59	3,39	12,65
	5	2,75	31,58	23,31	70,06	3,36	12,56
	10	3,03	32,23	23,18	70,6	3,34	12,57
	20	5,47	34,02	21,83	71,67	3,14	11,91
	30	6,24	35,59	21,53	72,88	3,32	11,9
Al(OH) ₃	0	2,29	30,98	23,57	69,59	3,39	12,65
	5	3,03	31,89	23,16	70,28	3,33	12,5
	10	4,68	33,34	22,25	71,22	3,26	12,1
	20	10,42	37,48	19,35	73,64	3,08	10,69
	30	18,5	43,13	15,93	76,67	2,8	8,98

Tablo 2 verilerin ışığında aynı dolgu madde miktarı kullanıldığı halde beyazlık değerlerinde alüminyum hidratlı kağıtlarda kalsiyum karbonatlı kağıtlara göre yaklaşık 3 kat bir artış sergilemiştir. Parlaklık değerleri karşılaştırıldığında ise kalsiyum karbonat kullanılan çalışmaya göre yaklaşık 13 birim daha fazla çıkmıştır. Bir diğer önemli karşılaştırma sarılık değerinde ise alüminyum hidratin katılımı ile kağıtlardaki sarılık değerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. “b (sarı-mavi)” değerindeki değişim ise yine kalsiyum karbonatlı kağıtlardan daha düşük çıkmıştır. Kısacası optik özellikleri iyileştirmede alüminyum hidrat, kalsiyum karbonata göre ciddi ve fark edilir düzeyde baskın çıkmış ve daha yüksek bir performans ortaya koymuştur. Bahsedilen kağıtların parlaklık ve beyazlık değerlerinin ve ayrıca sarılık ve L değerlerinin dolgu maddesi katılımı ile değişimini gösteren grafikler sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3’te sunulmuştur. Şekil 2 ve 3’te etiketlerde özelliklerin sonuna gelen “-A” harfi alüminyum hidratı, “-K” harfi ise kalsiyum karbonatı sembolize etmektedir.

**Şekil 2:** Dolgu maddesi katılımıyla beyazlık ve parlaklık değerleri



Şekil 3: Dolgu maddesi katılımıyla sarılık ve L değerleri

Kâğıt mukavemetlerinde meydana getirdikleri olumsuz etkiye rağmen dolgu maddeleri özellikle kâğıtların beyazlık değerleri ve genel olarak optik özelliklerini yükseltmek için baskı sınıfı kâğıt ürünlerinde yüksek oranda tercih edilmektedir. Kaliteli bir baskı ve yüksek beyazlık değeri için dolgu maddesi kullanımı kaçınılmazdır (Karademir et al., 2003a; 2003b; Shen et al., 2009; Karademir et al., 2013; Lourenço et al., 2014). Dolgu maddelerinin kullanımıyla her ne kadar mukavemet değerleri azalsa da kâğıtların beyazlık değerleri ve genel olarak optik özellikleri iyileşmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gri karton üretiminde Kalsiyum karbonat ve alüminyum hidrat farklı oranlarda dolgu maddesi olarak başarılı bir şekilde kullanılmış ve üretimler gerçekleştirilmiştir. Üretilen kâğıtların mukavemet (kopma ve patlama direnci) ve optik (beyazlık, parlaklık, sarılık ve CIE L a b değerleri) özellikleri belirlenmiştir. Çalışmanın neticesinde şu sonuçlara ulaşılmıştır;

- Kalsiyum karbonat ve alüminyum hidrat dolgu maddeleri kullanımı sonucu kâğıtların optik özellikleri iyileşirken, kaçınılmaz olarak mukavemet özelliklerinden kopma ve patlama dirençlerinde düşme kaydedilmiştir. Bu olumsuz etki uygun mukavemet artırıcı kullanılmasıyla ortadan kaldırılabilir.
- Alüminyum hidrat hem hazırlanması, hem de kâğıtta homojen dağılımı ve buna bağlı olarak optik özellikleri iyileştirmesi açısından kalsiyum karbonata göre oldukça yüksek performans göstermiştir. Aynı seviyede katılımları sonucu kâğıtların özellikle beyazlık ve parlaklık değerlerinde, alüminyum hidrat yaklaşık 2 ile 3 kat arasında kalsiyum karbonattan daha çok yükselme sağlamıştır. Sarılık değerlerinin düşürülmesinde de aynı ilişki görülmüştür.

Yüksek beyazlık, parlaklık ve baskı kalitesinin istendiği kâğıt ürünlerinde alüminyum hidratın kullanılmasında fayda olacağı düşünülmektedir. Zira bu çalışmada görüldüğü üzere

kalsiyum karbonata göre çok daha etkili bir dolgu maddesi olarak, daha düşük dozajlarda aynı optik değerlerine ulaşılması mümkün görülmektedir. Endüstriyel ölçekte kâğıt fabrikasında yapılacak denemelerinde yapılarak nihai kararın verilmesinin doğru olacağı düşünülmektedir.

YAZAR KATKILARI

Hülya Varlıbaş Başboğa: Literatür taranması, araştırmanın kurgulanması, laboratuvar çalışmaları, testlerin yapılması, testlerin analizlerinin yapılması, makale yazımı. **Arif Karademir:** Araştırmanın kurgulanması, kontrol, düzenleme, danışmanlık.

FİNANSAL DESTEK BEYANI

Çalışma için herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma için etik kurul kararı gerekmemektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, gri kartonun temin edilmesi, hamurlaştırma ve kâğıt yapma süreçlerinin gerçekleştirilmesi ve özellikle sonuçların değerlendirilmesinde katkı yapan Kahramanmaraş Kağıt Fabrikası ve Varaka Kağıt Sanayi A.Ş. teknik ekibine teşekkür etmektedir.

KAYNAKLAR

- Ciğer, M. (2023). Kağıt Sektörü Yeşil Dönüşüme Hazır. <https://geridonusumekonomisi.com.tr/kagit-sektoru-yesil-donusume-hazir.html/21.09.2023>.
- Çiçekler, M., Sözbir, T. & Tutuş, A. (2023). Improving the Optical Properties and Filler Content of White Top Testliners by Using a Size Press. : ACS Omega 2023, 8, 21000–21007.
- Ekinci, I., (1998). Kağıda Yatırım Kazandıracak *Power*, 51-55.
- Erkan, Z.E. & Malayoğlu, U. (2001). Kağıt-Karton Sanayiinde Kullanılan Endüstriyel Hammaddeler ve Özellikleri. 4 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 118-19 Ekim 2001, İzmir, Türkiye.250-257.
- 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 Edd: By Che On Au and Ian Thorn, Blackie Academic&Professional, London, UK, pp:54-76.

- Huang, X., Shen, J. & Qian, X.(2013). Filler modification for papermaking with starch/oleic acid complexes with the aid of calcium ions. *Carbohydrate Polymers* 98 (2013) 931–935.
- Hubbe, M.A. & Gill, R.A. (2016). Fillers for papermaking: A review of their properties, usage practices, and their mechanistic role. *BioResources*. 11(1), 2886–2963. <https://doi.org/10.15376/biores.11.1.2886-2963>.
- İhlas Haber Ajansı, (2021). Hammadde sorunu kağıt sektörünü zorluyor, (Yayınlanma tarihi: 2021.05.10) <https://www.ensonhaber.com/ekonomi/ham-madde-sorunu-kagit-sektorunu-zorluyor/21.09.2023> Erişim Tarihi: 25.09.2023.
- Kağıt sektör raporu, (2021). Kağıt Sektör Raporu Sanayi Genel Müdürlüğü Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Ticaret Bakanlığı. S.5.
- Karademir, A., Cetin, N. S., Tutus, A., Ozmen, N., Kurt, R. & Mengeloğlu, F. (2003a). Effects of CaCO₃ Loading on Some Properties of Woodfree Papers, International Conference WPP 2003, Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper, Brastislava, Slovak Republic, pp:184-188.
- Karademir, A., Tutuş A. & Mengeloğlu F. (2003b). Kağıt İç Yapıştırmasında Kaolen, CaCO₃, ve TiO₂ Dolgu Maddelerinin Alkil Keten Dimer (AKD)'i Tutma Karakteristikleri. XI. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiri Kitabı 3 Eylül 2003.
- Karademir, A., Varlıbas, H. & Cicekler, M. (2013). A study on the chemical retention of CaCO₃ on paper production. *SDU Faculty of Forestry Journal*. 14(1), 48–52.
- Lourenço, A. F., Gamelas, J.A.F. & Ferreira, P.J. (2014). Increase of the filler content in papermaking by using a silica-coated PCC filler. *PAPER CHEMISTRY Nordic Pulp & Paper Research Journal Vol 29 no (2)*.
- Poyraz, B. (2020). Türkiye Kağıt Sektörünün Dışa Bağımlılığı Ve Hammadde Tedarikinin Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Shen, J., Song, Z., Qian, X. & Liu, W. (2009). Modification of papermaking grade fillers: A brief review. *BioResources*. 4(3), 1190–1209.
- Shen, J., Song, Z., Qian, X. & Yang, F. (2010). Carboxymethyl cellulose/alum modified precipitated calcium carbonate fillers:Preparation end their use in papermaking, *Carbohydrate Polymers* 81(3), 545-553.
- Tutus, A., Sakçılar, U. & Çiçekler, M. (2019). Gri Kartonların Yüzey Özellikleri Üzerine Kalenderleme Koşullarının Etkisi. 3. Uluslararası Basım Teknolojileri Sempozyumu İstanbul TÜRKİYE. S: 330-342.
- Xie, W., Chen, F., Wang, C. & Liu, Z.(2018). Modification of PCC with agar and its application in papermaking. SAMSE 2018 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 490 (2019) 022054 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/490/2/022054.
- Varlıbaş Başboğa, H. (2021). Yanmaz ve Hidrofobik Kuşe Formulasyon Eldesi Üzerine Araştırmalar. BTÜ Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Yang, F., Zhang, Y. & Feng, Y. (2017). Adding Aluminum Hydroxide to Plant Fibers Using in situ Precipitation to Improve Heat Resistance. *BioResources* 12(1), 1826-1834.