

Araştırma makalesi
Research article

Kısa Dalga Boylarında Uygulanan (254-366nm) UV Işınımının Geri Dönüştürülen ve Ağartılan Atık Gazete ve Magazin Kâğıdı Hamurlarının Renk Değerleri Üzerine Etkisi

Emrah PEŞMAN

Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, ARTVİN

Hüseyin KIRCI, Evren ERSOY KALYONCU

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Lif ve Kâğıt Teknolojisi ABD, TRABZON

ÖZET

Gazete kâğıdı gibi mekanik hamur bazlı kâğıtlar selülozun yanı sıra önemli miktarda lignin ve karbonhidrat ihtiva etmektedir. Bu sebeple ışık etkisiyle kolayca sararmakta dolayısı ile başlangıç rengini koruyamamaktadır. Yapılan bu çalışmada hidrojen peroksit ve sodyum perkarbonat gibi peroksit türevleri ve sodyum ditiyonit, sodyum borhidrür ve formamidin sülfünik asit gibi indirgeyici özellikteki reaktifler ile ağartılan atık gazete-magazin kâğıdı hamurlarının, UV (254nm-366nm) ışınlarına maruz bırakılarak yaşlandırılması ve uygulanan işlem süresinin ISO parlaklığı, L*a*b* renk değerleri, beyazlık (WI) ve sarılık (YI) indeksi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlardan tüm ağartıcıların renk kararlılığını korumakta yetersiz olduğu bununla birlikte sodyum borhidrür ile ağartılan hamurlar ile sodyum perkarbonat ve sodyum borhidrürün ard arda kullanıldığı kademelerin bir nebze de olsa daha dirençli sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık gazete/magazin kâğıdı, Ağartma, Renk kararlılığı UV yaşlandırması

The Effects of Short Wave UV Irradiation (254-366nm) on Color Values of Recycled and Bleached ONP/OMP Pulps

ABSTRACT

Mechanical pulp papers include significant amount of lignin and carbohydrates as well as cellulose. Thus, when these lignin reach papers irradiated with short wave UV light, they could not protect their color. In this study, bleaching of ONP/OMP recycled pulps with hydrogen peroxide, sodium percarbonate, sodium dithionite, sodium borohydride and formamidin sulfonic acid were performed. Then the test papers of these pulps were irradiated with 254-366 nm UV light and changes in the ISO Brightness, CIE L*a*b*, yellowness (YI) and whiteness (WI) values were observed. At the result of study, all bleaching agents were determined as insufficient in the respect of color stability. But if they compared with each other, the two stages sodium percarbonate-sodium borohydride bleaching sequence was gave the best results against to color reversion.

Keywords: Old news/old magazine papers (ONP/OMP), Bleaching, Color Stability, UV Irradiation

GİRİŞ

Kâğıt hamuru üretim yöntemleri içerisinde temel olarak iki ana yöntemden bahsedilebilir. Bunlardan birincisi kimyasal hamur, ikincisi mekanik hamur üretim yöntemleridir. Kimyasal hamur üretim yöntemlerinde ortamdan lignin uzaklaştırılması ile selüloz elde edilmektedir. Bu hamurların ağartılmasında ise aslında klasik ağartma terminolojisinden farklı olarak delignifikasyon gerçekleştirilmekte ve kalıntı lignin uzaklaştırılarak kâğıt hamurunun renginin

beyazlatılması sağlanmaktadır. Daha açık bir ifadeyle renk açma işleminden çok ortamdaki koyu renkli bileşimin yani ligninin uzaklaştırılması ve geriye beyaz renkli selülozun bırakılmasıdır.

Mekanik hamur üretim tekniği ise daha farklı olup adından da anlaşılacağı gibi kimyasal işlemlerden ziyade daha çok rafinör ve taşı liflendirici gibi mekanik etkilerin hâkim olduğu bir yöntemdir. Bu yüzden elde edilen hamurlar odunun tüm bileşenlerini içermektedir. Yani

kimyasal hamurdan farklı olarak bu hamurlar içerisinde önemli ölçüde lignin bulunmaktadır. Mekanik hamurlarda lignin, kromofor oluşumunda baskın bileşiktir. Bunun nedeni kinonlar, kinon metitler ve katechol gibi aromatik halka yapısı ve konjuge bağlar içeren zincir yapılarından kaynaklanmaktadır (Süss, 2006). Bu yüzden bu hamurların renginin açılması için kimyasal hamurda kullanılan yöntemlerden daha farklı bir yol izlenmektedir. Yüksek miktardaki lignini pişirme işlemi olmaksızın uzaklaştırmak mümkün olmadığı için lignin uzaklaştırıcı ağartıcılar burada işe yararamakta, bu yüzden lignini uzaklaştırmaktan çok ligninin varlığını koruyan fakat yapısını değiştirerek rengini açan indirgeyici özellikteki ağartıcılar ve peroksit türevleri kullanılmaktadır.

Bununla birlikte bu ağartıcıların ligninle olan reaksiyonları tersinirdir. Yani mekanik hamur içeriği yüksek olan kâğıtların, ağartılmış kimyasal hamur içeren kâğıtlara göre renk kararlılığı oldukça zayıftır. Bu fark bu hamurların kâğıtlarının güneş ışığında veya kısa dalga ışık yayan bir kaynak karşısında süreye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun asıl nedeni ligninin uzaklaştırılmaması ve indirgenen kromoforik yapıların oksitlenerek tekrar eski renklerine dönmesi ve yeni kromoforik yapıların oluşmasıdır. Bununla birlikte karanlık ortamda saklanan kâğıtların renk kararlılıkları daha yüksektir. Mekanik hamur içeren kaliteli kitap kâğıtlarının oda koşullarında 3 yıl bekletilmesi ile sadece 1,5 – 2 birimlik parlaklık kaybı olduğu belirtilmiştir (Abadie-Muamert ve Loras, 1977). Yapılan çalışmalar da ağartma işleminin, kâğıdın sararma eğilimini engellemediği hatta artırdığı görülmüştür (Loras, 1980; Lindholm, 1999). Bunun anlamı ağartılmamış bir hamurun parlaklık kaybının ağartılan bir hamura göre daha düşük olmasıdır.

Deneault ve Leduc (1995) mekanik hamurların formamidin sülfünik asit ile ağartılmasını sodyum hidrosülfid ve sodyum borhidrür ile karşılaştırmış ve peroksit ile iki kademeli uygulanan ağartma kademelerinin yüksek parlaklıklar verdiğini tespit etmiştir. Bununla

birlikte ışık yaşlandırmasına karşı hiçbir ağartıcının koruyucu olmadığı fakat iki kademeli ağartma kademeleri ile daha iyi sonuçlar tespit etmiştir. Leduc ve çalışma arkadaşları (2002) ise mekanik hamurların sodyum perkarbonat ve aminboranlarla ağartılması üzerine çalışmış ve bu kademeler ile ağartılan hamurların renk kararlılıklarını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda ağartma kademelerinin koruyucu olmadığı ama perkarbonat ağartmasının diğer kademelere kıyasla çok azda olsa daha az renk dönüşümüne sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada mekanik hamur bazlı hamurlar yerine mekanik hamurca zengin atık gazete ve magazin kâğıtlarından hazırlanan mürekkebi uzaklaştırılmış hamurlar kullanılmıştır. Atık kâğıt hamurları hidrojen peroksit ve sodyum perkarbonat gibi oksitleyici ağartıcılar ve sodyum ditiyonit, formamidin sülfünik asit ve sodyum borhidrür gibi indirgeyici ağartıcılar ile ağartılmıştır. Ağartma işleminin ardından bu hamurların test kâğıtları kısa dalga UV ışınımı karşısında süreye bağlı olarak yaşlandırılıp ISO parlaklığı ve renk değerleri açısından oluşan değişimler incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada hammadde olarak; DPC Trabzon tesislerinden elde edilen 31 Mart 2007 tarihli gazete kâğıtları (VATAN) ve 27 Ocak 2007 baskı tarihli magazin (BORSA) dergisi kullanılmıştır. Yapılacak çalışmaların karşılaştırılabilirliği için kullanılacak hammaddenin aynı özellikte olmasına ve eşit baskıyı içermesine özen gösterilmiştir. Her bir deney için %80'i gazete kâğıdı ve %20'si magazin kâğıdından oluşan tam kuru ağırlığı 100g olan örnekler kullanılmıştır. Deneyde kullanılan örnekler yaklaşık 2x3 cm olacak şekilde elde kırılmıştır. Ağartma işlemine uğratan hamurlar aşağıdaki koşullar baz alınarak deiyonize su kullanılarak hazırlanmıştır;

Hamurlaştırma işlemi:

- Konsantrasyon : %7
- Sıcaklık : 45-50°C

- Süre :10 dakika
- Atık gazete/magazin oranı : 80/20 g
- Sodyum perkarbonat oranı :%1aktif oksijen
- Sodyum silikat oranı : %1
- EDTA : 0,2g
- Sabun (olinor RS-4200) :%1

Yüzdürme İşlemi:

- Konsantrasyon : %1
- Sıcaklık : 45-50°C
- Süre :10 dakika
- Karıştırma devri : 1400rpm
- Kalsiyum klorür : 0,003 mol/l

Ağartma işlemine uğrıtılacak hamurların yüzdürme işlemi sonrası elde edilen bazı optik ve fiziksel özellikleri:

- ISO parlaklığı : %54,63
- L*a*b* değerleri : 82,99*-0,63*8,3*
- YI (ASTM1250)(Sarılık indeksi) :16,00
- WI (CIE) (Beyazlık indeksi) :20,45
- WI(Stensbay) :56,20
- ERIC(Efektif kalıntı mürekkep. konst.) :110,9 ppm
- SR°(Serbestlik derecesi) :81°
- Patlama indisi :1,24 kPa.m²/g
- Yırtılma indisi :10,58 mN.m²/g
- Kopma indisi :31,22 N.m/g

Son ağartma işlemi ağzı kapalı polietilen poşetler içerisinde sıcak su banyosu

kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ağartıcı kimyasal olarak, hidrojen peroksit, sodyum perkarbonat, sodyum hidrosülfid, formamidin sülfirik asit ve sodyum borhidrür kullanılmıştır. Ağartma işlemleri öncesinde kâğıt hamurları, zararlı metal iyonlarının olumsuz etkisini azaltmak amacıyla %3 konsantrasyonda %0,4'lük EDTA ile 60°C'lik su banyosunda 15 dakika ön işleme uğrıtılmıştır. Uygulanan ağartma işlemlerine ait proses şartları Tablo 1'de görülmektedir.

Ağartma işleminin ardından hamurlardan test kâğıtları oluşturulmuş ve bu kâğıtların ISO parlaklığı ve renk değerleri ölçülmüştür. Ölçümler, parlaklık için ISO 2470-1977 (E), beyazlık indeksi için ISO/DIS 11476, sarılık indeksi için ASTM D1925, CIE L*a*b* renk değerleri için ISO/CD 5631 standardı esas alınarak Minolta CM-2600d Spektrofotometresinde belirlenmiştir.

Test kâğıtları bu işleminin ardından gün ışığını temsil etmesi amacıyla, Desaga (Heidelberg) UVIS ışık kaynağı ile 254 ve 366 nm dalga boyunda 30, 60, 120, 240 ve 480 dakikalık sürelerde uygulanan ışık ile yaşlandırılmış ve kontrol örneklerine göre ISO parlaklık değeri, sarılık indeksi (YI) ve CIE L*a*b* renk değerlerindeki değişim gözlenmiştir. Yaşlandırma işlemi oda sıcaklığı ve % 50 bağıl nem şartlarını sağlayacak şekilde karanlık bir ortamda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Son ağartma işlemlerine ilişkin proses şartları

	Sodyum dithionit (Y)	Formamidin sülfünik asit (FAS)	Sodyum borhidrür (B)	Hidrojen peroksit (H)	Sodyum perkarbonat (SPK)
Reaktif oranları	%2,0	%2,0	%2,0	%2,0 AO	%2,0 AO
NaOH	-	%1,00	-	%2,1	-
pH	5,5	-	8,5	10,88	10,47
Sıcaklık	65°C	65°C	65°C	70°C	70°C
Süre	60 dakika	60 dakika	60 dakika	60 dakika	60 dakika
Konsantrasyon	%5	%5	%5	%12	%12
DTPMA	-	%0,2	%0,2	%0,2	%0,2
EDTA	%0,2	-	-	-	-
MgSO ₄	-	-	-	%0,5	%0,5
Sodyum silikat	-	-	-	%3	%3

AO = Aktif Oksijen
Ayrıca çalışma kapsamında %2 oranındaki sodyum perkarbonat ağartması sonrası elde edilen hamurlar %2Formamidin sülfünik asit ve %2Sodyum borhidrür ağartma kademeleri ile aşağıdaki dizinlerde olduğu gibi ikinci ağartma kademesine uğratılmıştır.
SPK(%2AO)+FAS(%2) SPK(%2AO)+B(%2)

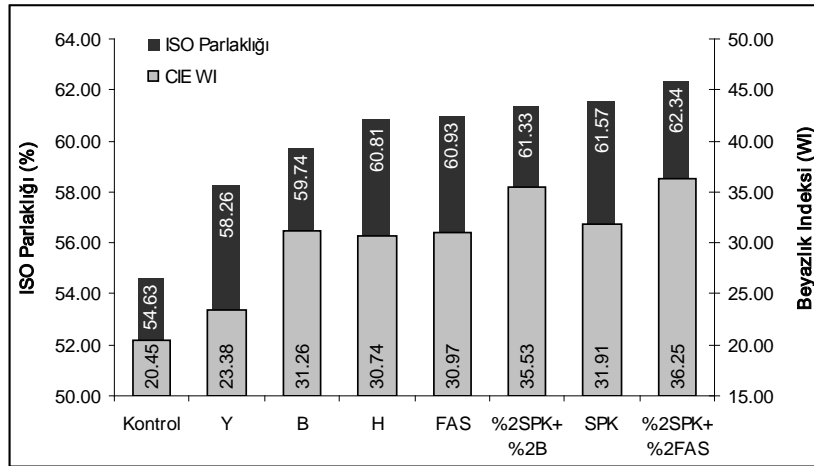
BULGULAR ve TARTIŞMA

Ağartma İşlemi

Şekil 1’de farklı ağartıcıların hamurun ISO parlaklık ve beyazlık (WI) değeri üzerine etkisi görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi indirgeyici özellikteki ağartıcılar içerisinde ISO parlaklığı açısından en etkili sonuçlar formamidin sülfünik asit kullanımı ile elde edilmiştir (%60,93). Bununla birlikte hamurun beyazlık değeri açısından karşılaştırıldığında her ne kadar parlaklık değeri %59,74 olsa da sodyum borhidrür ağartmasının daha etkili sonuçlar verdiği görülmektedir (31,26). Oksidatif ağartıcılardan olan hidrojen peroksitin %2 aktif oksijen içerecek miktarda kullanıldığı zaman parlaklık değeri %60,81, beyazlık indeksi 30,74 olarak belirlenirken, sodyum perkarbonat ile parlaklık değeri %61,57 beyazlık değeri de 31,91 olarak tespit edilmiştir. İki peroksit türünden karşılaştırıldıklarında perkarbonatın oldukça etkili sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun nedeni sodyum perkarbonatın sodyum karbonat içermesinden dolayı sodyum hidroksite ihtiyaç duymaması ve daha ılımlı etkisi olan sodyum karbonat ile daha etkili

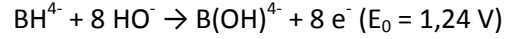
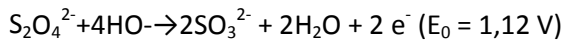
renk açılmasına olanak sağlaması olabilir. Bilindiği gibi hidrojen peroksit aktif olabilmek için alkaliye ihtiyaç duymaktadır. Bu yüzden gerçekleştirilen çalışmada benzer pH değerini sağlaması için hidrojen peroksit ağartmasında %2,1 oranında sodyum hidroksit kullanılmıştır.

İki kademeli ağartma dizinleri olan sodyum perkarbonat-sodyum borhidrür ağartması ile parlaklık değeri %61,33, beyazlık değeri ise 35,53 olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlardan parlaklık değeri açısından sodyum perkarbonat ağartmasının ardından uygulanan sodyum borhidrür ağartmasının parlaklığı artırmadığı hatta azalttığı söylenebilir. Aslında sodyum borhidrürün etkisi beyazlık indeksi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sodyum perkarbonat ağartmasının ardından uygulanan sodyum borhidrür ağartması ile beyazlık değeri 31,91 den 35,53’e kadar çıkmıştır. Beyazlıktaki bu artış aslında indirgen olan ağartıcıların liflerin parlaklığını artırmaktan çok ortamda bulunan renkleri kırma etkisinden kaynaklanmaktadır. Sodyum perkarbonat-formamidin sülfünik asit ağartması(SPK+FAS) ile de parlaklık %62,34’e beyazlık indeksi ise 36,25’e çıkmıştır.

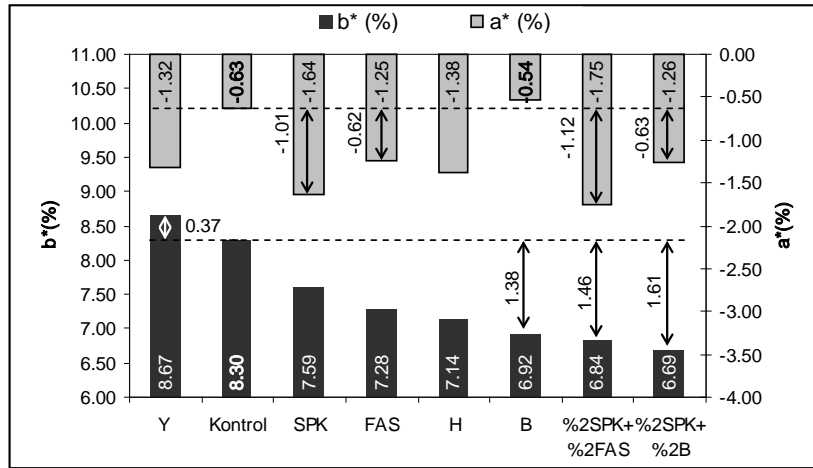


Şekil 1. Uygulanan ağartma kademelerinin ISO parlaklığı ve beyazlık indeksine etkisi

Şekil 2’de ağartma kademelerinin pozitif değerlerde sarı, negatif değerlerde mavi rengi belirten CIE b* ve pozitif değerlerde kırmızı, negatif değerlerde yeşil rengi belirten CIE a* değeri üzerine etkisi görülmektedir. Grafik incelendiğinde sarı rengin kırılmasında en etkili ağartıcının, sodyum borhidrür olduğu açıkça görülmektedir. Sodyum borhidrür ağartması ile sarılık (b*) değerinin kontrole göre 1,38 birim kadar azaldığı görülmektedir. Sodyum borhidrür ağartmasının sodyum perkarbonat ağartmasının ardından uygulanması ile bu fark 1,61’e kadar çıkmaktadır. Bunun nedeni renk kırma açısından sodyum borhidrürün oldukça kuvvetli bir indirgen olmasıdır (Lee vd., 1993). Sodyum ditiyonit ve sodyum borhidrürün indirgenme reaksiyonları aşağıda görülmektedir (Sjöström, 1981).



Bununla birlikte, bazı çalışmalarda sodyum borhidrürün çok daha kuvvetli bir indirgen olmasına rağmen diğer ağartıcılar ile karşılaştırıldığında sarılık değerini artırdığı tespit edilmiştir (Daneault ve Leduc, 1995; Pednault vd., 1999). Bunun nedeni aslında ağartma koşullarını oluştururken seçmiş oldukları pH değerlerinin oldukça yüksek olması olabilir. Sodyum borhidrür tuzu alkali karakterde olmuş olsa da ağartma işlemi sırasında kendiliğinde bozunmasını engelleyecek kadar alkali karakter göstermediği için genellikle yüksek alkali şartları altında kullanılmaktadır (Loras, 1980). Yaptığımız çalışmada gerçekleştirilen sodyum borhidrür ağartma kademeleri, pH değerinin 8,5 olduğu koşullarda ortama herhangi bir alkali ilavesi olmadan gerçekleştirilmiştir. Bu da sarı rengin diğer çalışmalardan farklı olarak etkili bir şekilde düşüşünü açıklayabilir.



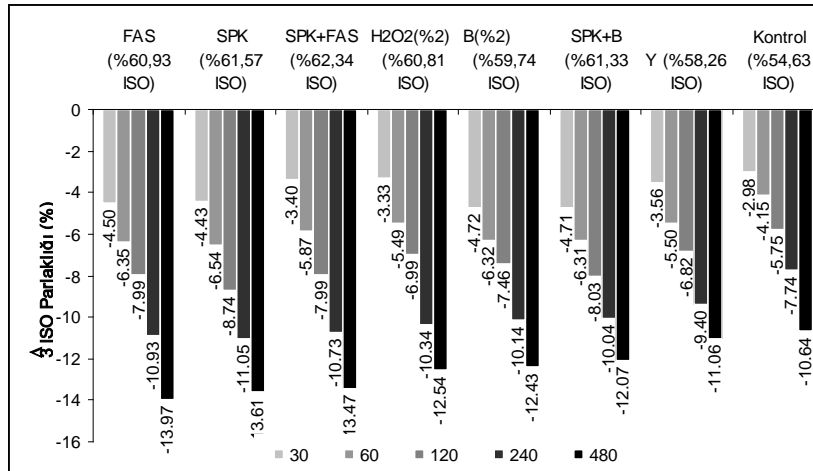
Şekil 2. Uygulanan ağartma kademelerinin kağıt hamurlarının CIE a*b* renk değerleri üzerine etkisi

CIE a* değerini incelediğimizde ise tüm ağartma kademelerinin a* değerini negatif ekseninde artırdığı yani yeşil rengin artışına sebep olduğu görülmektedir. Bununla birlikte farklı olarak sodyum borhidür ağartma kademesi ile bu değer kontrole göre negatif ekseninde azalmış yani sıfıra doğru yaklaşmıştır.

göre renk kararlılığı oldukça zayıftır. Bu fark bu hamurların kâğıtlarının güneş ışığında veya kısa dalga ışık yayan bir kaynak karşısında süreye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun asıl nedeni ligninin uzaklaştırılmaması ve indirgenen kromoforik yapıların oksitlenerek tekrar eski renklerine dönmesi ve yeni kromoforik yapıların oluşmasıdır.

UV Işınımının Etkileri

Mekanik hamur içeriği yüksek olan kâğıtların, ağartılmış kimyasal hamur içeren kâğıtlara



Şekil 3. Süreye bağlı olarak uygulanan UV ışınımının ISO Parlaklığına etkisi

Şekil 3'te süreye bağlı olarak 254 nm ve 366 nm dalga boyunda kapalı bir ortamda uygulanan ışınımın, farklı ağartma kademeleri sonrası meydana gelen parlaklık kaybı üzerindeki etkisi görülmektedir. Grafikten görüldüğü ve yapılan bazı çalışmalarında belirttiği gibi en az renk kaybı ağartılmamış

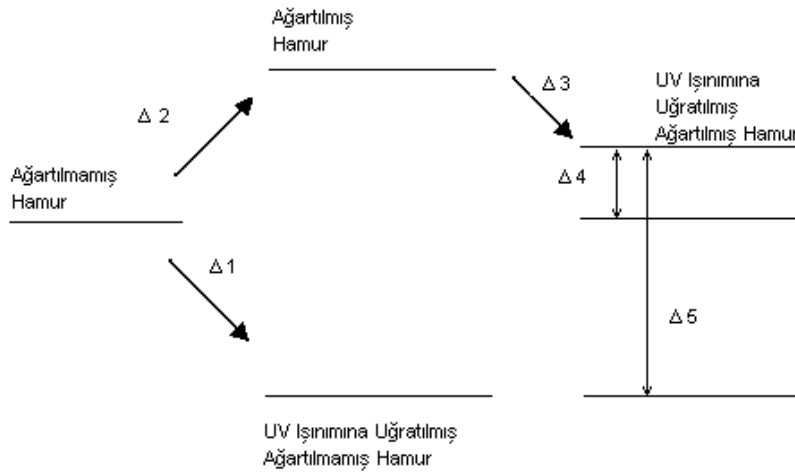
hamurlar ile elde edilmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda ağartma işleminin, kağıdın sararma eğilimini engellemediği hatta artırdığı görülmüştür (Loras, 1980; Lindholm, 1999). Bunun anlamı ağartılmamış bir hamurun parlaklık kaybının ağartılan bir hamura göre daha düşük olmasıdır. Parlaklık değeri 480

dakikada uygulanan ışın ile %54,63'ten %43,94'e kadar gerilemiştir. En yüksek parlaklık kaybı ise %2 oranında uygulanan formamidin sülfünik asit ağartması sonucu elde edilen kağıtlarda meydana gelmiştir. ISO parlaklık değeri, 480 dakikalık işlem süresi sonucu % 60,93'ten % 46,96'ya kadar yaklaşık 13,97 birim düşmüştür. Bununla birlikte daha düşük parlaklık değerinin elde edildiği sodyum borhidrürün daha koruyucu bir ağartıcı olduğu görülmektedir. %2 oranında uygulana sodyum borhidrür ağartması ile parlaklık değeri %59,74'ten %47,31'e kadar 12,43 birim düşmüştür. 480 dakika boyunca uygulanan ışın sonrasında en yüksek parlaklık değerleri, sodyum perkarbonat ve sodyum borhidrürün ard arda kullanıldığı iki kademeli ağartma işlemleri sonrası elde edilmiştir. %2 sodyum perkarbonat ve %2 sodyum borhidrür ile

ağartılan hamurların kağıtlarının parlaklık değeri, ışına maruz bırakıldıktan 480 dakika sonra %61,33'ten %49,26'ya sadece 12,07 birim düşmüştür.

Yukarıda belirtildiği gibi en az parlaklık kaybı ağartılmamış hamurlarda meydana gelmektedir. Bu durumda ağartma işleminin uzun vadede olumsuz etkileri olduğu düşünülebilir. Aslında durum biraz daha farklıdır, ağartılan hamurlar daha yüksek parlaklık derecelerinden daha fazla kayba uğramaktadır ama sonuçta ulaşılan parlaklık değeri ağartılmamış bir hamurun ışık yaşlanması sonucu elde edilen parlaklıktan daha yüksektir.

Şekil 4'te parlaklık ve renk değerlerinde meydana gelen değişimler bir diyagram ile gösterilmiştir (Daneault ve Leduc, 1995)).



Şekil 4. UV muamelesi ile parlaklık ve renk değerlerinde meydana gelen değişimler

Diyagrama göre;

Δ1: Ağartılmamış hamurun ışık muamelesi ardından renk değerindeki değişimi,

Δ2: Ağartma işlemi sonucu renk değerindeki artışı,

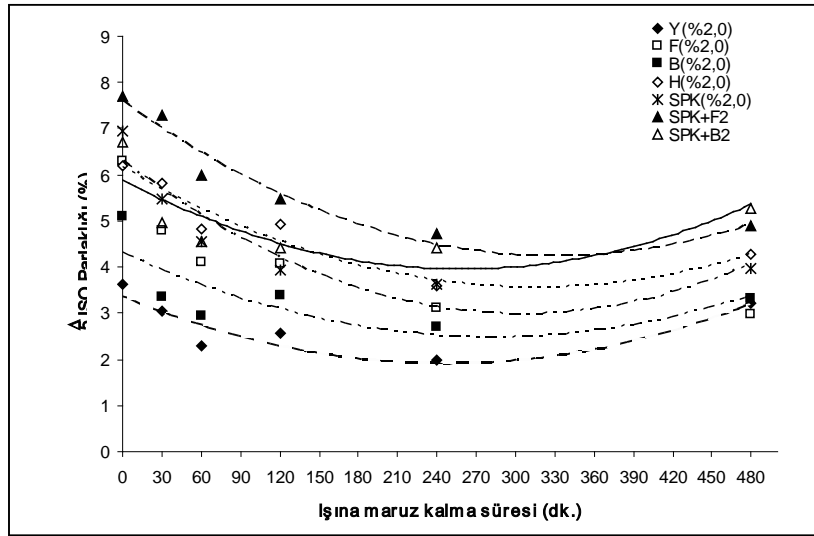
Δ3: Ağartılmış hamurun, ışık muamelesi sonrası renk değerindeki düşüşü,

Δ4: Işık yaşlandırmasına uğratılan hamurun ağartma işlemi yapılmamış orijinal hamurun renk değerinden farkını,

Δ5: Işık yaşlandırma işlemine uğratılan ağartılmış hamurun renk değerlerinin, ışık yaşlandırma işlemine uğratılan ağartılmamış hamurun renk değerlerinden farkını belirtmektedir.

Şekil 5'de UV ışınımına maruz bırakılan ağartılmış hamurların ISO parlaklık değerinin, UV ışınımına uğratılmış ağartılmamış hamurların ISO parlaklık değerinden farkı görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi tüm ağartma kademelerinin UV muamelesinden sonra orijinal hamurun renk dönüşümü sonrası

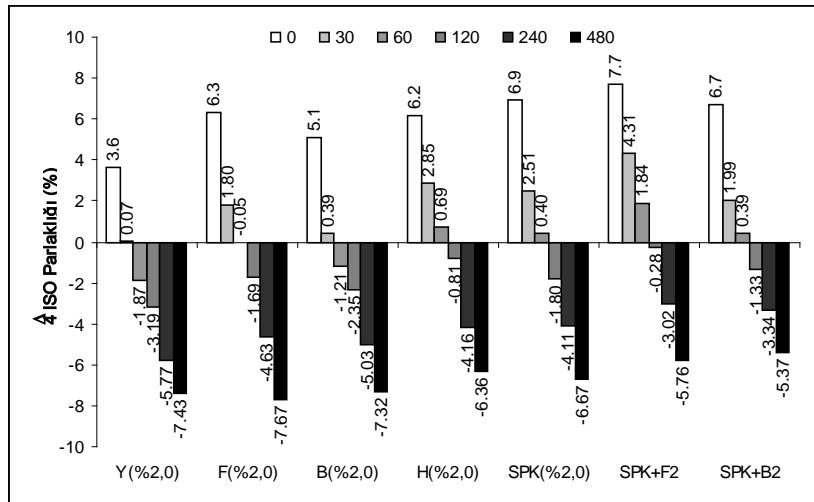
ölçülen parlaklık değerinden daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Ayrıca grafikten 480 dakikalık işlem süresi sonucunda ağartılmış hamurların orijinal hamura göre parlaklık değerleri arasında farkın azalış eğiliminden artış eğilimine geçtiği de görülmektedir.



Şekil 5. UV ışınımına maruz bırakılan ağartılmış hamurların ISO parlaklık değerinin, UV ışınımına uğratılmamış ağartılmamış hamurların ISO parlaklık değerinden farkı

Şekil 6'da ise UV ışınımına uğratılmış ağartılmış hamurların ISO parlaklık değerinin, hiçbir işlem görmeyen orijinal hamurdan farkı görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi 60 dakikalık işlem süresi sonucunda ağartılmış hamurların parlaklık değerleri ağartılmamış hamurun parlaklık değerine kadar düşmüştür. 120 dakikalık işlem süresinin ardından ağartılmış hamurların ISO parlaklık değerleri orijinal hamura göre azalışa geçmiştir. Grafikten en dirençli sonuçların sodyum perkarbonat-sodyum borhidrür ağartması sonucu elde edildiği görülmektedir.

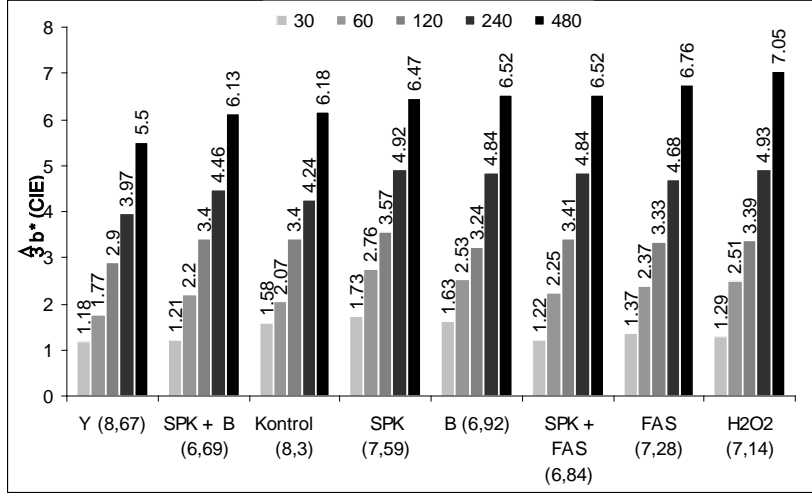
Çalışma kapsamında ayrıca test kağıtlarının UV yaşlandırması sonrası ve öncesi CIE $L^*a^*b^*$ renk değerleri ölçülmüş ve meydana gelen değişimler gözlenmiştir. Ağartma işleminin yavaş ilerleyen fazında aromatik ketonların 457 nm dalga boyundaki ışığı absorblamamasından dolayı ISO parlaklığı ile ağartıcının etkisi görülememektedir. Bu yüzden sadece parlaklık açısından sonuçlar değerlendirildiğinde ağartıcıların renk üzerindeki önemli etkileri görülemeyecektir. Bu yüzden hamurun beyazlık değerini veya CIE b^* değerinin ölçülmesinde fayda bulunmaktadır (Schmidt ve Heitner, 1993).



Şekil 6. UV ışınımına uğratılmış ağartılmış hamurların ISO parlaklık değerinin, hiçbir işlem görmeyen orijinal hamurdan farkı

Şekil 7’de UV ışık muamelesinin test kâğıtlarının sarılık değeri üzerine etkisi görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi iki kademede uygulanan sodyum perkarbonat-sodyum borhidrür ağartmasının renk değişim oranı kontrol hamurununkine benzer orandadır. Ama burada dikkat edilmesi

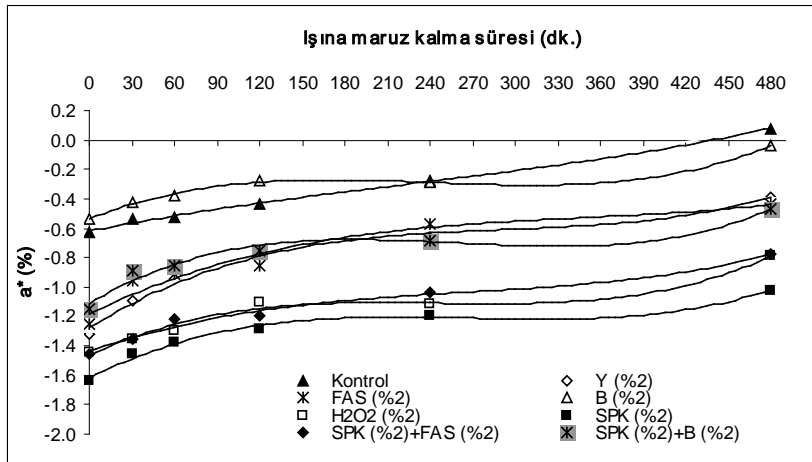
gereken SPK-B ağartması ile 480 dakika sonucunda sarılığın (b^*) 6,69’dan 12,83’e 6,13 birim artarken kontrol hamurunun sarılık değerinin 8,3’den 6,18 birim artış ile 14,48’e artmış olmasıdır. Bu sonuçtan SPK-B hamurlarının renk kararlılığı açısından olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir.



Şekil 7. UV ışık muamelesinin test kâğıtlarının sarılık değeri üzerine etkisi

Şekil 8’de UV ışık yaşlandırmasına uğratılan hamurların negatif ekseninde yeşil rengi belirten CIE a^* değeri üzerindeki etkisi görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi artırılan süre ile birlikte a^* değeri artmakta bir diğer ifade ile negatif ekseninde azalarak sıfıra yaklaşmaktadır. Yani hamurun içerdiği yeşil renk oranı

azalmaktadır. Kontrol hamurlarının 480 dakikalık işlem süresi sonucunda negatif ekseninden pozitif eksene geçtiği yani yeşil rengin bittiği kırmızı rengin oluştuğu söylenebilir. Kontrole en yakın sonuçlara sodyum borhidrür ağartması ile ulaşılmıştır.



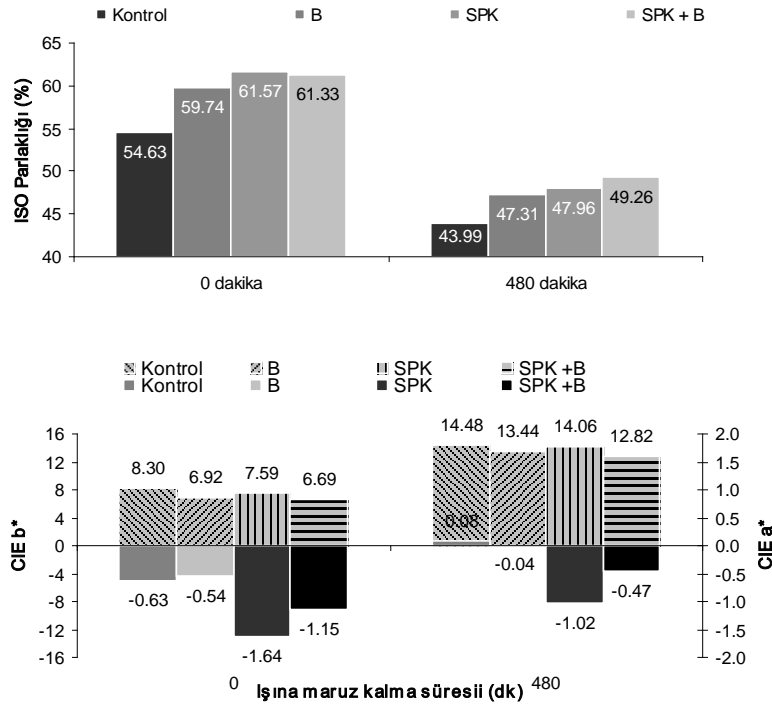
Şekil 8. UV ışık yaşlandırmasına uğratılan hamurların CIE a^* değeri üzerindeki etkisi

Tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde hiçbir ağartıcının ışık etkisiyle meydana gelen parlaklık kaybı ve renk sararmasını önleyemediği görülmektedir. Bununla birlikte

sodyum borhidrür ağartmasının bu etkiyi azaltıcı bir etkisinin olduğu söylenebilir. Şekil 9’da yalnız sodyum perkarbonat ve sodyum borhidrür ile ağartılan hamurlar ile bu iki

ağartıcının peşi sıra kullanıldığı durumda 480 dakika uygulanan ışınının, parlaklık ve renk değerleri üzerine etkisi görülmektedir. Grafikten görüldüğü gibi parlaklık değeri %54,63 olan kağıt hamurunun sodyum perkarbonat ile ağartılması ile parlaklık değeri %61,57'ye kadar çıkmaktadır. Bununla birlikte 480 dakikalık ışık altında bekletilmesi sonucu parlaklık değeri %47,31'e kadar tekrar düşmektedir. Sodyum perkarbonat ağartmasının ardından kağıt hamuru sodyum borhidrür ile ağartıldığında ise parlaklık değeri fazlaca değişmemekte ve %61,33'te kalmaktadır. Bununla birlikte ışık altında bekletildiğinde parlaklık değeri %49,26'ya düşmekte yani sodyum borhidrür ağartması ile

ışık altında bekletilen kağıtların parlaklık değerinde %1,95'lik bir iyileşme olduğu görülmektedir. Aynı durum kağıt hamurunun renk değerlerinden CIE a* ve b* değerlerinden de görülmektedir. Kağıt hamurunun sarılık değeri 8,30'dan sodyum perkarbonat ağartması ile 7,59'a düşmektedir. Işık altında 480 dakika bekletildiğinde ise sarılık değeri b* 14,06'ya çıkmaktadır. Sodyum perkarbonat ağartmasının ardından kağıt hamurunun sodyum borhidrür ile ağartılması sonucu sarılık değeri 7,59'dan 6,69'a düşmekte ve 480 dakikalık ışık muamelesinin ardından b* değeri 12,82'ye çıkmaktadır. Sodyum borhidrür ağartmasının sarılığı 1.26 birim azalttığı görülmektedir.



Şekil 9. İki kademeli ağartma kademesinin renk kararlılığına etkisi

Sodyum borhidrür ağartma kademesiyle daha iyi sonuçlar elde edilmiş olsa da maliyet açısından karşılaştırıldığında ağartma işlemi için sodyum bor hidrürün kullanılması oldukça zordur.

SONUÇLAR

Yapılan çalışma kapsamında mürekkebi giderilmiş hamur ve ağartılmış hamurların test kağıtları, gün ışığını temsil edebilecek şekilde kısa dalga ışık yayan UV lambaları ile belirli

periyotlarda yaşlandırılmış ve elde edilen kağıtların optik özellikleri araştırılmıştır. Yaşlandırma işlemi sonucunda bütün hamurlar renk değerlerini koruyamamış ve renk değerlerinde kayıplar görülmüştür. Bilindiği gibi indirgenme reaksiyonları tersinir reaksiyonlar olup ışık şiddetine bağlı olarak ortamdaki oksijen ile hamurlar tekrar okistlenebilmektedir. Yapılan çalışmada ağartılan hamurların renk kayıplarının ağartılmayan hamurlardan daha fazla olduğu

tespit edilmiştir. Bununla birlikte ağartıcılar arasında en az renk kayıpları sodyum borhidrür ağartması ardından elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abadie-Muamert, F.A. ve Loras V., 1977. Comparison of the reduction of brightness and the modification of the colour of mechanical pulps during accelerated induced aging and natural aging. *Revue A.T.I.P* 31,9,334
- Deneault, C., Leduc, CL., 1995, Bleaching Efficiency of Formamidin Sulfinic Acid (FAS) in Comparison to Hydrosulfite, Borohydride, and Peroxide in One and Two Stages, *Tappi Journal*, Vol. 78, No. 7 p153-160
- Leduc, C., Garceau, M., Deneault, C., Robert, S., 2002, Bleaching of a Mechanical Pulp with Sodium Percarbonate and Amineborane – Bleaching Response and Brightness Stability, *Journal of Pulp and Paper Science*, Vol.28, No.5, p171-175
- Lee, C.L., J.V. Hatton, R.M. Berry, H.L. Hu ve D.C. Frost, 1993 An X-ray Photoelectron Study of the Reaction of Metal Ions with

- Borohydride Under Reductive Bleaching Conditions *Tappi Journal* , 76, 2
- Lindholm C.A., 1999. Bleaching in Mechanical Pulping Edit Sundholm J. Fapet Oy Helsinki, Finland
- Loras, V., 1980. Bleaching in Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology third edit by James P. Casey, Willey Interscience John Willey and Sons
- Pednault C. Pellerin C. ve Robert S., 1999. Amine Boranes as New Reductive Bleaching Chemicals on Softwood Pulp Single Stage and Multistage Process *Tappi Journal*, 82,2,110-114
- Schmidt, J.A. ve Heitner, C., 1993, Use of UV-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy for Chromophore Research on Wood Fibers: a review, *Tappi Journal* Vol. 76, No.2, p117-123
- Sjöström E., 1981. Wood Chemistry: Fundamentals and Application, Academic Pres San Diago, California
- Süss H.U., 2006. Pulp Bleaching, In:Handbook of Pulp edit by Sixta, H., Willey-VCH