



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİFT DALGA OLUKLU MUKAVVA ÜRETİMİNDE
FARKLI DALGA KOMBİNASYONLARININ KALİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

EDA DALGIÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2020

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇİFT DALGA OLUKLU MUKAVVA ÜRETİMİNDE
FARKLI DALGA KOMBİNASYONLARININ KALİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

EDA DALGIÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

KAHRAMANMARAŞ 2020

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

EDA DALGIÇ



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bilgilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**ÇİFT DALGA OLUKLU MUKAVVA ÜRETİMİNDE FARKLI DALGA
KOMBİNASYONLARININ KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

EDA DALGIÇ

ÖZET

Kâğıdın ucuz ve işlenmesinin kolay olması, hafifliği, esnekliği ve çevre dostu olması gibi avantajlarından dolayı birçok sektörde ambalaj malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, kullanımı yoğun bir şekilde artan çift dalga oluklu mukavva üretiminde farklı dalgalarda kullanılan kâğıtların oluklu mukavva kalitesi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Değişik kâğıt türü kombinasyonlarında 3 farklı B+C dalga, C+E dalga ve B+E dalga oluklu mukavva örnekleri üretilmiştir. 3 farklı dalga kombinasyonlarına ait oluklu mukavva kâğıtlarına fiziksel testlerden; COBB, Düz Ezilme Testi (CCT), Dikey Ezilme Testi (CMT), Halkasal Ezilme Testi (RCT), Kenar Ezilme Testi (ECT), kopma, patlama ve hava geçirgenliği testleri ve yüzey pürüzlülüğü testi uygulanmıştır.

COBB (su tutma) testi sonuçlarına göre en uygun sonuçlar B+E ve B+C dalgalarını oluşturan kâğıtlarda tespit edilmiştir. Dikey ezilme, Düz ezilme, Halkasal ezilmelere ait en iyi sonuçlar fluting kâğıtta, patlama, kopma, hava geçirgenliği testlerine ait en iyi sonuçlar kraftliner kâğıtta elde edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü test sonuçlarına göre en uygun sonuçlar B+C dalga yüzeyde kraft ve beyaz testliner kâğıtta elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dalga, fiziksel özellikler, oluklu mukavva..

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ağustos / 2020

Danışman: Doç. Dr. Ferhat ÖZDEMİR

Sayfa sayısı: 59

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT WAVE COMBINATIONS
ON QUALITY CHARACTERISTICS IN DOUBLE WAVE CORRUGATED
CARDBOARD PRODUCTION (M.Sc. THESIS)**

EDA DALGIÇ

ABSTRACT

“Paper is used as a packaging material in many sectors due to its advantages such as being cheap and easy to process, lightness, flexibility and environmental friendliness.

In this study, it is aimed to investigate the effect of the papers used in different waves in the production of double-wave corrugated cardboard, whose use is increasing intensively, on the quality of corrugated cardboard. 3 different B + C wave, C + E wave and B + E wave corrugated cardboard samples were produced in different paper type combinations. From physical tests to corrugated cardboard papers belonging to 3 different wave combinations; COBB, Flat Crush Test (CCT), Vertical Crush Test (CMT), Circular Crush Test (RCT), Edge Crush Test (ECT), rupture, burst and air permeability tests and surface roughness test were applied.

According to the results of the COBB (water retention) test, the most suitable results were determined on the papers that formed the B+E and B+C waves. The best results for vertical crushing, flat crushing, annular crushing were obtained in fluting paper, and the best results for burst, rupture, air permeability tests were obtained in kraftliner paper. According to the surface roughness test results, the most suitable results were obtained on kraft and white testliner paper on B+C wave surface.

Key words: Wavelength, corrugated cardboard, physical property,

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industry Engineering Dept., August/2020

Supervisor: Doç. Dr. Ferhat ÖZDEMİR

Page Numbers: 59

TEŞEKKÜR

“Çift Dalga Oluklu Mukavva Üretiminde Farklı Dalga Kombinasyonlarının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması” adlı bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışma süresince danışmanlığımı üstlenerek, çalışma boyunca destek ve ilgisini esirgemeyen değerli bilgilerini benimle paylaşan saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. Ferhat ÖZDEMİR’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Saygı değer bölüm başkanımız Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ’a teşekkürü borç bilirim. Saygı değer hocam Dr. Öğr. Üyesi Selim KARAHAN’a teşekkürü borç bilirim. Desteklerini gördüğüm Kahramanmaraş Kâğıt A.Ş. ye teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca deneyler ve analizler sırasında yardım ve desteklerini gördüğüm Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Arş. Gör. Dr. Mustafa ÇİÇEKLER hocama ve doktora öğrencileri Ayşe ÖZDEMİR’e, Hamit ÖZYURT’a, Doğu RAMAZANOĞLU’na ve Ufuk KILLI’ya ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi yüksek lisans mezunu Mehmet GEÇİM’e teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca Firma yöneticilerine teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman okumaya değer veren sevginin, emeğin en güçlü hali olan ve benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eda DALGIÇ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Ambalaj Türlerinin Malzeme Cinsine Göre Sınıflandırılması	2
1.1.1. Kağıt Esaslı Ambalajlar	2
1.2. Kağıt Ve Kağıt Esaslı Ambalajlar	3
1.2.1. Kağıdın Tarihsel Gelişimi	3
1.2.2. Kağıt Üretim Teknolojisi	4
1.2.3. Kağıt Çeşitleri Ve Kağıtların Sınıflandırılması	5
1.2.3.1. Kağıt Ambalajlar	5
1.2.3.2. Kağıt Ambalajın Özellikleri	6
1.2.3.3. Kağıtların Taşımaları Gereken Bazı Kimyasal Ve Fiziksel Özellikler	7
1.2.3.4. Oluklu Mukavva Kutular.....	8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	18
3. MATERYAL VE METOT	24
3.1. Materyal	24
3.2. Metot	25
3.2.1. Fiziksel Testler	26
3.2.1.1. Cobb Testi	26
3.2.1.2. Gramaj Testi	27
3.2.1.3. Rutubet Tayini	28
3.2.1.4. Cmt (Concora Medium Test) Oluklu Düz Ezilme Testi	28
3.2.1.5. Cct (Corrugated Crush Test) Dikey Ezilme Testi	29
3.2.1.6. Bst (Bursting Test) Patlama Dayanımı Testi.....	30
3.2.1.7. Rct (Ring Crush Test) Halkasal Ezilme Testi	31
3.2.1.8. Ect (Edge Crush Test) Kenar Ezilme Testi	31
3.2.1.9. Kopma Uzunluğu Tayini	32
3.2.1.10. Kalınlık Testi.....	32
3.2.1.11. Hava Geçirgenliği Tayini	32
3.2.2. Yüzey Pürüzlülüğü.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. B+C, C+E Ve B+E Dalga Oluklu Mukavvanın Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular	34

4.1.1. Cobb Testi	35
4.1.2. Gramaj Testi.....	38
4.1.3. Rutubet Testi	41
4.1.4. Oluklu Düz Ezilme (Cmt)	41
4.1.5. Dikey Ezilme (Cct)	42
4.1.6. Patlama İndisi Tayini (Burst).....	43
4.1.7. Halkasal Ezilme (Rct)	44
4.1.8. Kenar Ezilme Testi (Ect).....	45
4.1.9. Kopma İndisi Tayini	45
4.1.10. Kalınlık.....	47
4.1.11. Hava Geçirgenliği Testi	48
4.2. B+C, C+E Ve B+E Dalga Oluklu Mukavvanın Yüzey Pürüzlülüğü Testine Ait Bulgular	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

OMÜD	: Oluklu Mukavva Üreticileri Derneği
TAPPI	: Technical Association of the Pulp and Paper Industry
ISO	: International Standards Organisation
CMT	: Concora Medium Test (Oluklu Düz/Yüzey Ezilme Testi)
CCT	: Corrugated Crush Test (Patlama Dayanımı Testi)
RCT	: Ring Crush Test (Halkasal Ezilme Testi)
ECT	: EdgeCrush Test (Kenar Ezilme Testi)
BST	: Bursting Testi (Patlama Dayanımı Testi)
Mm	: Mikrometre
K	: B+C KSSST (Kraftliner-Fluting-Fluting-Testliner)
B	: B+C BSSSK (Beyaztestliner-Fluting-Fluting-Kraftliner)
T1	: B+C TSSST (Testliner-Fluting-Fluting Testliner)
T2	: C+E TSSST (Testliner-Fluting-Fluting-Testliner)
T3	: B+E TSSST (Testliner-Fluting-Fluting-Testliner)
TL	: TESTLİNER
FL	: FLUTİNG
KL	: KRAFTLİNER
BTL	: BEYAZTESTLİNER

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Kağıt Esaslı Ambalajlar	3
Şekil 1. 2. Eski Çin İmparatorluğunda Kağıt Üretimi	4
Şekil 1. 3. Kağıt Üretiminde Bobinin İlk Kullanıldığı Yıllar	4
Şekil 1. 4. Kağıt Ambalajlar	6
Şekil 1.5. Oluklu Mukavva Katmanları (Çiçekler, 2019).....	9
Şekil 1. 6. Oluklu Mukavva Üretim Hattı (Çiçekler, 2019)	10
Şekil 1.7. Oluklu Mukavva Üretim Şeması (Çiçekler, 2019).....	11
Şekil 1.8. Dupleks Karton	17
Şekil 1.9. Tripleks Karton	17
Şekil 4. 1.Oluklu Mukavva İçin Cobb Testi Dış Yüzey Parametreleri	36
Şekil 4. 2. Oluklu Mukavvaya Ait İç Yüzey Cobb Test Sonuçları	37
Şekil 4. 3. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Cobb Test Sonuçları.....	38
Şekil 4. 4.Oluklu Mukavvaya Ait Gramaj Test Sonuçları.....	39
Şekil 4. 5. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kâğıtlarına Ait Gramaj Test Sonuçları.....	40
Şekil 4. 6. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Rutubet Test Sonuçları.....	41
Şekil 4. 7. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Oluklu Düz Ezilme (Cmt) Test Sonuçları	42
Şekil 4.8. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlara Ait Dikey Ezilme (Cct) Test Sonuçları.....	43
Şekil 4. 9. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlara Ait Patlama (Burst) Test Sonuçları	44
Şekil 4. 10. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kâğıtlarına Ait Halkasal Ezilme (Rct) Test Sonuçları	44
Şekil 4. 11. Oluklu Mukavvaya Ait Ect Test Sonuçları	45
Şekil 4. 12. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Kopma En Test Sonuçları.....	46
Şekil 4. 13. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtları İçin Kopma Testi (Boy) Parametreleri	47

Şekil 4. 14. Oluklu Mukavvaya Ait Kalınlık Testi Ortalama Sonuçları.....	48
Şekil 4. 15. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Hava Geçirgenliği (Gurley) Test Sonuçları	48
Şekil 4. 16. Oluklu Mukavvaya Ait Standart Sapma ve Ortalama Sonuçları.....	50
Şekil 4. 17. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Standart Sapma ve Ortalama Sonuçları	51



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1. Kâğıtlara Uygulanan Fiziksel ve Optik Testler İle Kullanılan Standartlar	12
Çizelge 3.1. Numuneler Üzerinde Uygulanan Testler.....	24
Çizelge 3.2.Çalışmada Kullanılan Numuneler Ve Kısaltmaları.....	25
Çizelge 3.3. Oluklu Mukavva Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri	26
Çizelge 4. 1. Oluklu Mukavvaya Uygulanan Fiziksel Testler.....	35
Çizelge 4. 2. Oluklu Mukavvaya Ait Dış Yüzey Cobb Test Sonuçları.....	35
Çizelge 4. 3. Oluklu Mukavvaya Ait İç Yüzey Cobb Test Sonuçları	36
Çizelge 4. 4. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlara Ait Cobb Test Sonuçları.....	37
Çizelge 4. 5.Oluklu Mukavvaya Ait Gramaj Test Sonuçları.....	38
Çizelge 4.6. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Gramaj Test Sonuçları.....	39
Çizelge 4.7. Oluklu Mukavvaya Ait Kalınlık Testi Ortalama Sonuçları.....	47
Çizelge 4.8.Oluklu Mukavvaya Ait Standart Sapma ve Ortalama Sonuçları.....	49
Çizelge 4.9. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz Testliner Kağıtlarına Ait Standart Sapma ve Ortalama Sonuçları	51

1. GİRİŞ

Ambalaj; en basit açıklama olarak, ürünleri dış etkilere koruyan, taşınmasında, depolanmasında ve dağıtımında ürünün zarar görmesini engelleyen bir malzemedir. Ambalajın bu görevleri onun ne kadar önemli bir malzeme olduğunu göstermektedir (Özden, 1993; Torgay, 2016).

Fransızca ‘‘emballage’’ kelimesinden dilimize geçen ambalaj kelimesini Türk Dil Kurumu eşyayı korumaya yarayan ve saran ahşap, kağıt, plastik gibi malzemeler olarak açıklamaktadır. Bir ürünün nakliyesi, depolanması ya da satışa hazırlama teknolojisi ve sanatı olarak tanımlanmıştır. (Uçar, 1994: 161)

Kullanılan ana malzemeye göre ambalajlar oluklu mukavva, kağıt, plastik, ahşap kutu, metal, karton, dokuma çuvallar ve paletler şeklinde materyallerden oluşmaktadır. (Ambalaj Dünyası, 2013/151. ASD Hakkında. s.6)

Karton ambalajlar; cam, plastik gibi ambalajlardaki gelişmelere rağmen, hala çok geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Kuru gıdalar, pasta, dondurma, toz deterjandan, oyuncak, tekstil gibi birçok ürünün korunması, depolanması ve taşınmasında karton kutu kullanılmaktadır. Karton kutular, çeşitli kalınlıkta ve özelliklerde üretilmektedir. Karton kutu üretiminde kullanılacak kartonun seçimi, içine konulacak ürünün özelliğine göre yapılır (Tuncel, 2010).

İki düz kağıdın arasına ondüle edilmiş kağıt yapıştırılmasıyla oluklu mukavva elde edilir. Dik kesitte görülen ondüle dalga ismi ile adlandırılır ve boyuna yüksekliğine, metreye düşen sayısına göre sınıflandırılır. (Ertem, 1999: 50)

Ambalajın işlevleri genel hatlarıyla aşağıdaki gibidir;

- ✓ Koruyuculuk fonksiyonu
- ✓ Depolanma fonksiyonu
- ✓ Kantite fonksiyonu
- ✓ Bilgi verme fonksiyonu
- ✓ Reklâm fonksiyonu (Çakıcı, 1987: 23-30)

Koruyuculuk fonksiyonu: Ürünün ıslanma, zedelenme ve çarpma gibi fiziksel etkilere zarar görmemesi bakımından ürünün bozulmaması gibi koruma fonksiyonunu içermektedir.

Depolama fonksiyonu: Ürün ve ambalajın bozulmadan korunmalarını sağlayan faktör.

Kantite fonksiyon: Kantite ambalajın büyüklüğü ile ilgili bir sorun olup bilinen iktisat ilkesine göre, ambalajı yapılan paket ne kadar büyük olursa, ünite başına ambalaj masraflarının düşeceği. Farklı ambalaj malzemeleri, büyük veya küçük ambalaj konusunda farklılıklar göstermektedir. Bu konuda ölçü ambalaj masrafları ile ambalajı yapılan mamule verilen değer arasındaki ilişki olmaktadır (Çakıcı, 1987).

Bilgi verme fonksiyonu: Ambalajın bilgi verme fonksiyonu sayesinde ambalajlı ürün ile tüketici arasında bir bağ kurulabilir. Ambalaj üzerindeki bilgiler ve etiketler bunu sağlayabilmektedir.

Reklam fonksiyonu: Ürüne karşı ilgi uyandırmaktır. Ambalajların üzerinde yer alan renkler belirli bir tüketici kitlesine hitap eder. Ayrıca ambalaj üzerine eklenecek yazı, resim ve grafikte reklam unsurudur.

Görsel fonksiyonu: Ambalajların üzerinde bulunan ürünlerle ilgili resimler. (Çakıcı, 1987: 23-30)

1.1. Ambalaj Türlerinin Malzeme Cinsine Göre Sınıflandırılması

Temel olarak ambalajlar plastik, cam, metal, ahşap ve kağıt esaslı olmak üzere beş türe ayrılmaktadır. Bunun dışında birden fazla farklı türdeki malzemelerin bir arada kullanılabildiği kompozit ambalajlarda bulunmaktadır (www.ppec-paper.com, 2013).

- ✓ Plastik ambalajlar
- ✓ Cam ambalajlar
- ✓ Metal ambalajlar
- ✓ Ahşap ambalajlar
- ✓ Kağıt esaslı ambalajlar

1.1.1. Kağıt Esaslı Ambalajlar

Kağıda dayalı ambalajlar, kağıt ambalajlar, karton ambalajlar ve oluklu mukavva ambalajlar olmak üzere üç ana grupta toplanabilmektedir. Kağıt esaslı ambalajların ucuz ve kolay işlenebilir olması ambalaj çeşitleri içerisinde en çok tercih edilmesinin en büyük sebebidir. Bununla birlikte ambalaj alanındaki teknolojik gelişmeler ve sürekli geliştirilen yeni ambalaj malzemelerine rağmen kağıt esaslı ambalajlar hala avantajlıdır (Erdal, 2009).



Şekil 1. 1. Kağıt esaslı ambalajlar

Kağıt ve karton ambalaj türleri, sargılıklar ve sargılık kağıtlardan elde edilen kese kağıdı ve küçük torbalar, büyük ağır hizmet torbaları, katlanabilir veya katlanamaz karton veya mukavva kutular, etiketler, destek ve dolgu malzemeleri ve diğer katkılardır. Kağıtta belirli özelliklerin bulunması ambalaj türüne göre farklılık gösterir. Kağıtlar kullanım alanına göre farklı maddelerle işlenerek iyileştirilmiş ve özellikleri değiştirilmiş olarak üretilmektedir. (Bayraktar, 2004).

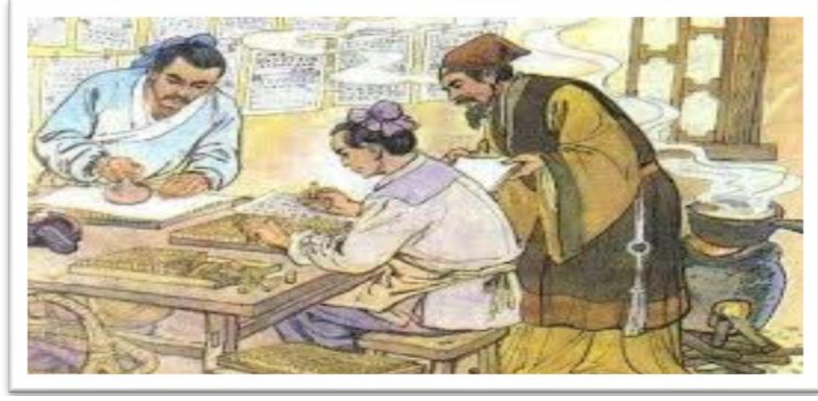
Pratikte kağıt esaslı ambalajların çok fazla tercih edilmesinin nedenleri arasında mamulü çok iyi koruma, diğer yandan da oldukça ekonomik ve maliyetinin düşük olması ve kullan at olarak kullanılabilir olmasıdır. Ayrıca kağıt-karton ambalaj sayesinde depolama ve taşıma masrafları düşürülmüştür. Bunun sonucunda kağıt-karton ambalaj üretimi ve değeri artmıştır (Çakıcı, 1987). Kağıt esaslı ambalajları önemli kılan başka önemli özelliği de geri dönüştürülebilir olması ve çevre dostu olmasıdır.

1.2. Kağıt ve Kağıt Esaslı Ambalajlar

Kağıt hammaddesi odun, buğday sapı gibi bitkisel lif olan tabakalara kağıt denir (Dereli ve Mert, 1987). Kağıt hayatımızın vazgeçilmez bir parçasıdır. İnsanlığın kültür ve endüstri tarihinde önemli bir yere sahiptir.

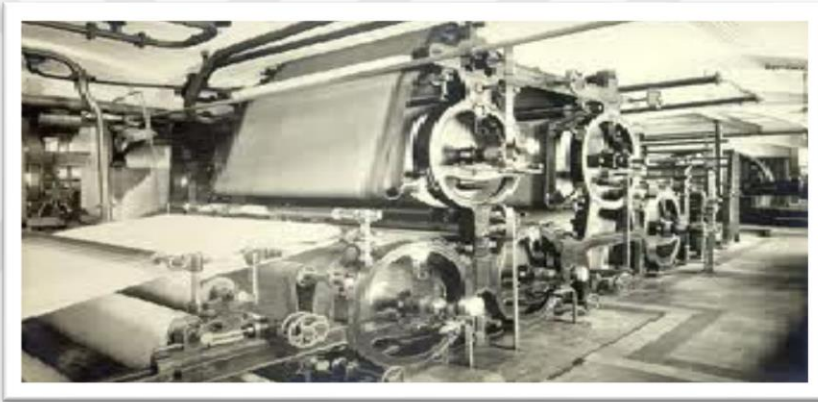
1.2.1. Kağıdın Tarihsel Gelişimi

İlk kağıt Eski Çin İmparatorluğunun tarım liflerinden üretildiği düşünülmektedir (Roth ve Wybenga, 2000). Kağıt insanlık tarihinin en önemli buluşlarından birisidir. Bu yüzden Çinliler kağıt yapım tekniklerini yüzyıllar boyunca saklamışlardır. Ancak Japonlar 610 yılında Çin'den kağıt yapımını öğrenmiştir. Araplar ise 751 yılında kağıt yapımını öğrenmiştir (Met ve Dereli, 1987).



Şekil 1. 2. Eski Çin imparatorluğunda kağıt üretimi

Kağıt üretiminin Avrupa ya yayılması ise; Endülüs Emevileri döneminde 950 yılında İspanya'ya geçmesi sonucu Avrupa kağıt üretimiyle tanışmıştır. Daha sonrasında Reform ve Rönesans dönemlerinde gelişen ve yaygın hale gelen kağıt üretimi sanayi devrimiyle birlikte büyük bir endüstriye dönüşmüştür (Roth ve Wybenga, 2000).



Şekil 1. 3. Kağıt üretiminde bobinin ilk kullanıldığı yıllar

Kağıdın bobin şeklinde üretime geçilmesi 1799 yılında başlamıştır. Bobin halinde üretilen kağıtlar daha sonra ebatlandırılıp kesilerek tabakalar oluşturulmuştur. Bu üretim şekli sayesinde hem az zamanda daha fazla üretim yapılmış hemde seri üretime geçilmiştir. Günümüzdeki otomasyon sistemiyle modern kağıt ve karton üretim tesisleri bu üretim şekline dayanmaktadır (Roth ve Wybenga, 2000).

1.2.2. Kağıt Üretim Teknolojisi

Kağıdın bulunuşundan günümüze değin farklı teknikler kullanılmış, çeşitli hammaddeler denenmiş olsa da kağıt yapımının ana prensipleri değişmeden kalmıştır. Bu prensiplere kısaca değinecek olursak: Kağıt halen geçmişte olduğu gibi,

- Doğal maddelerden elde edilen selüloz liflerinden elde edilmektedir.

- Ulaşılmak istenen maddenin özelliği (kağıdın temel yapısı) liflerin ağ şeklinde sıkı ve homojen bir şekilde birbirleriyle ağ yaparak düzgün bir yüzey oluşturmalarıdır.
- Sulandırma, drenaj ve kurutma gibi işlemler kağıt üretiminin ana prosesleridir.

1.2.3. Kağıt Çeşitleri ve Kağıtların Sınıflandırılması

Pek çok farklı kaynak, konuyu ele alış biçimlerine göre kağıtları sınıflara ve çeşitlere ayırmaktadır. Bütün kağıt çeşitlerini içeren bir liste yapmak bile tamamen ayrı bir araştırma konusu olabilir. Ancak sıklıkla karşımıza çıkan ve günlük yaşamda da en çok kullandığımız belli başlı kağıt sınıflarına değinecek olursak kısaca kuşe kağıtları, pelür kağıtlar, otokopili kağıtlar, kendinden yapışkanlı (sticker) kağıtlar, sigara kağıtları aydinger kağıtlar, banknot kağıtları, kraftliner ambalaj kağıtları, mukavvalar ve kartonlar şeklinde değinmek mümkündür (Wilson, 2008, 114-125; Dereli ve Mert, 1987, 35-38). Bu çalışmada da kullanılan oluklu mukavva kağıt çeşitleri kraftliner, testliner, beyaz testliner ve fluting kağıtlardır.

Kraftliner kağıtlar yumuşak ağaçtan elde edilen hamurun alkalin ya da sülfat prosesinde işlenmesi sonucu elde edilen kağıt türüdür. Kuvvetli anlamına gelmekte, oluklu mukavva üretiminde iç ve dış astar olarak kullanılmaktadır. Tamamen ya da kısmen beyazlatılabilen kraftliner kağıtlar doğal kahverengindedir. Beyazlatma yöntemi ile astarın dayanıklılığı%5-10 oranında azalmaktadır. (OMÜD, 2015).

Testliner kağıtlar iki katlı üst katı boyanarak atık kağıt lifi ile üretilen oluklu mukavva kağıtlardır. Testliner kağıtlar oluklu mukavva üretiminde dış ve iç astar olarak kullanılabilirler. Testliner kağıt beyaz ve esmer olarak iki türde üretilir. (OMÜD, 2015).

Saman fluting kağıtlar samanın yarı kimyasal olarak birincil lif ve ikincil liflerin karışımı ile genellikle 140-160 g/m² olarak üretilen kağıtlardır. Saman fluting kağıtların yüzey ezilme değerleri yüksek olmasına rağmen nemden kolay etkilenirler.(Önen, 2002).

1.2.3.1. Kağıt Ambalajlar

Kağıt ambalajlar genel olarak odun, yıllık bitki ve atık kağıt gibi hammaddelerden kimyasal, yarı kimyasal ve mekaniksel yollarla elde edilen hamurların (elyaf karışımı) dövme, kesme, saçaklandırma ve temizleme gibi işlemlere tabi tutularak dolgu ve şartlandırma maddeleri ilave edilerek elek üzerinde safiha oluşturulması, kurutulması ve uygun ebatta kesilmesi işlemleri sonucunda üretilirler. Hafifliği, esnekliği ve çevre dostu olması gibi avantajları bulunan ve çeşitli maddelerle işlenerek değişik versiyonlarda

üretilebilen kağıt ambalajlar, içindeki muhteviyatı göstermemesi gibi bir dezavantajı bulunmasına rağmen, çok fazla sektörde (özellikle gıda, tekstil ve hazır giyim, temizlik maddeleri, cam ve seramik, ilaç ve kozmetik vb.) ambalaj malzemesi olarak kullanılmaktadır (Bayraktar, 2004).

Belli başlı kağıt ambalaj çeşitlerini sargılık kağıtlar, torbalar, poşetler ve diğer ambalajların endüstriyel ürünlerin paketlenmesinde kullanılır. Torba üretiminde kraftliner kağıdı, yağlı ve glasin, sülfite kağıtları kullanılır. Çeşitli boyutlarda üretilebilen kağıt torbalar, körüklü (hacimli ürünler için) ve saplı, gül dipli (el çantası şeklinde), SOS denilen kağıt torba şeklinde (kraftliner kağıttan tek ya da çok katlı) de üretilebilirler (Bayraktar, 2004).



Şekil 1. 4. Kağıt ambalajlar

1.2.3.2. Kağıt Ambalajın Özellikleri

Karton ambalaj içerisine konulan ürünü çok iyi bir şekilde yansıtmalıdır. Standart karton ambalaj aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- ❖ Kağıt ambalaj çevre ve doğa dostu olmalı ve kullanıcılarının isteklerine çok iyi bir şekilde cevap vermelidir,
- ❖ Standartlara uygun olarak hijyen ve sağlık koşullarına uygun olmalıdır,
- ❖ Kolay taşınması ve depolanmasının kolaylığı ile insan hayatına kolaylıklar sağlaması,
- ❖ Kağıt ambalajların her ebatla ve istenilen adette olması,
- ❖ Hafif olması özelliklerini yapısında taşımaktadır.

1.2.3.3. Kağıtların Taşımaları Gereken Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikler

a. Kimyasal Özellikler

Ambalaj malzemesi olarak kullandığımız kağıt içeresine üretim aşamasında bazı kimyasal maddeler ilave edilir. Örneğin; organik bileşikler, korozif maddeler, boyalar, tutkallar ve metal kalıntıları bulunur.

İlave edilen bu malzemeler birçok gıdayı olumsuz yönde etkileyebilir ve bozunmalara neden olabilir. Bu nedenle bu olumsuz etki ve bozunmaların önüne geçebilmek için birçok ülkenin yönetmeliklerinde gıda maddeleri ambalajında kağıtta ve kağıdın yapısında kalacak madde miktarları belirli oranda olması vurgulanmıştır. Örnek vermek gerekirse de şu örnek verilebilir sargılık kraftliner kağıtlardan gıdaya geçebilecek formaldehit miktarı 5 mg/kg olacak şekilde sınırlandırılmıştır, aynı zamanda bitkisel parşömen içinde bakır, kurşun, arsenik, demir ve gliserin sınırları belirtilmiştir. Yağ geçirmez kağıtlar için ise belirlenen sınırlamaları şu şekilde özetlemek mümkündür:

Yağ geçirmez kağıtlarda toplam demir içeriği, bakır içeriği, kurşun içeriği ve arsenik içeriklerinden bahsetmek gerekir. Bunları da sırasıyla şu şekilde söyleyebiliriz; toplam demir içeriğinin en çok 70 ppm ve suda çözünen demir miktarının ise 15 ppm olmalıdır. Toplam bakır miktarı en çok 15 ppm, arsenik miktarı en fazla 2 ppm ve toplam kurşun miktarı ise 20 ppm olmalıdır. 100 gram bir numune örneğinde klor miktarı 0,2 gramı geçmemelidir. Ve bu tür kağıtlar formaldehit, nişasta, kazein ve benzoik asit içermemelidir.

b. Fiziksel Özellikler

Kağıt malzemenin yapısının tanımlanmasında kullanılan bazı ölçülebilir özellikler vardır. Bunlar kağıdın cinsi, gramajı veya kalınlıktır. Gramaj kağıt malzemenin birim alanının ağırlığıdır ve birimi g/m² ile belirtilir.

Bunların dışında birde optik özelliklerden de bahsedilmelidir. Optik özellikler kağıtlarda kalite belirlemede önemli bir kriterdir. Saydamlık, matlık ve renk önemlidir. Renk kağıt malzemenin kağıdın görünüşünü ile ilgili bir ölçüttür. Parlaklık ise mavi /beyaz ışığın yansımaları olarak baskı ile doğrudan ilgili bir ölçüttür. Işık geçişini engelleme olarak bilinen opaklıkta önemli bir özelliktir.

Kağıt malzemenin diğer fiziksel özellikleri; dayanım ve geçirgenlik özellikleri de bulunmaktadır. Dayanım özellikleri denilince çekme dayanımı, iç yırtılma dayanımı,

gerilme gücü başlangıç yırtılma dayanımı ve patlama dayanımıdır. Bu özellikler kağıdı koruma ve taşıma açısından önemlidir. Kağıt malzemenin geçirgenlik özellikleri neme ne kadar duyarlı oluşu ve neme karşı koruma özellikleri de belirlenir.

c. Optik Özellikleri

Beyazlık: Genel olarak bir maddeden yansıyan ışığın, ışığı tam yansıtan bir maddedeki yansımaya oranı olarak tanımlanmaktadır. Kağıtta beyazlık, kağıdın her iki yüzeyinin beyazlık derecelerinin aynı olması talep edilir. Kağıttaki beyazlık değerinin yüksek olması kağıdın beyazlığının yüksek olduğunu gösterir. Görülebilir bir beyazlık elde etmek için optik beyazlatıcılar ve çivit boya kullanılabilir.

CIE: Floresans beyazlatıcı maddeler bulunduran yâda bulundurmeyen kağıdın gün ışığının ışık kaynağı altında elde edilen değerler gözle görülür beyazlığına karşılık gelir. Ayrıca bu değerlerin artması kağıttaki beyazlığın görünür şekilde artmasına neden olur.

Opasite: Bir kağıdın, alt katındaki kağıtları gösterme derecesini tespit etmek için kullanılır. Kısaca opasite, kağıdın ışık geçirgenliğini ifade eder. Opasite başta düşük gramajlı kağıtlar için ve baskı ve zarf kağıtları için önemli bir özelliktir.

Yüzey pH değeri: Kağıdın üretimi aşamasında baskısı yapılacak kağıdın ile baskıda kullanılacak mürekkebin pH değerlerinin uyumlu olması gerekmektedir. Ayrıca baskı yapılacak ortamın ve kullanılacak mürekkebin asidik-bazik dengesinin olup olmadığına bakılır.

1.2.3.4. Oluklu mukavva kutular

1.2.3.4.1. Oluklu Mukavva

Oluklu Mukavva Kağıtları; Bu kağıtlar bir ya da daha fazla oluklu tabakaların bir yüzünün kraftliner (düz) tabaka ile örtülmesi sonucu elde edilir. Oluklu mukavva ambalaj atıkları geri dönüşüm işlemlerine sokulmadan önce geri dönüşüme uygunluğu tespit edilir (Çiçekler,2019; Smook, 1992).

1.2.3.4.1.1. Oluklu Mukavvanın Tarihi

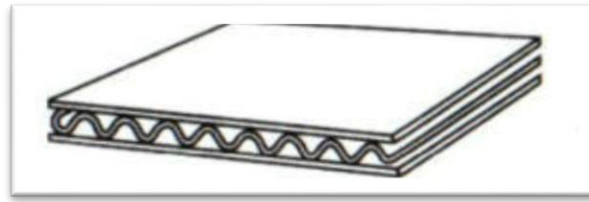
19. yüzyıl ortalarında nazik malzemelerin nakliyesi ile oluklu mukavva kullanılmaya başlanmıştır. Healey ve Allen adlarında iki İngiliz tarafından 1856 yılında patenti alınmıştır. İki adet yivli silindirden oluşan ve el ile çalışan çok basit bir makinayla ilk örnek kağıt oluklu hale getirilmiş ve bu ürün silindir şapkaların astarı olarak kullanılmıştır(Önen, 2007).

Albert L. Jones 1871 yılında ilk kez paketlenme malzemesi olarak oluklu mukavvanın patentini almıştır. Jones silindirik şeklindeki oluklu mukavvaları lamba camlarının korunması amacıyla geliştirmiştir.

İlk olarak oluklu mukavvalar kolaylıkla kırılabilen cam ve porselen çanakların paketlenmesinde kullanılmıştır. Daha sonra ise tüketiciye meyvelerin zedelenmeden ulaşması amacıyla sandık olarak kullanılmaya başlanmıştır. Oluklu mukavva değişimlere uğramasına rağmen hammaddesi açısından eski örneklerinden çok farklı değildir. Yeniden kullanılabilen ve geri dönüştürülebilen bir madde olması nedeniyle çevreye uyumu en yüksek olan ambalaj türü olarak tanımlanabilir. Oluklu mukavva ülkemizde ilk kez 1954 senesinde dünyada ise 83 yıl aradan sonra İzmit Seka’da üretilmiştir. 1960 yılında İstanbul’da ilk özel kuruluş Dako faaliyete başlamıştır, 1966’da Bomsas ve 1968’de Olmuksa sektöre girmiştir. Oluklu mukavva sektörünün hızlı büyümesi ise 1981 yılından sonra başlamıştır. Standart kutulara bugün hala “Amerikan Kutu” denilmesinin nedeni ilk oluklu mukavva kutuların Amerika’da üretilmiş olmasıdır.

1.2.3.4.1.2. Oluklu mukavva kağıdı üretimi

Genellikle atık kağıtlardan elde edilen, Bir tabakası düz örtü kağıdı, bir tabakası ondüle kağıdı olmak üzere en az iki tabakadan oluşan, koruyucu özelliği, albenisi olan ve taşıyıcı olarak kullanılabilen malzemelere oluklu mukavva denir. Oluklu mukavva isteye bağlı olarak basınç ve şok gibi ezici delici fiziksel etkilere dayanıklı 3, 5 ve 7 tabakalı ambalaj olarak da üretilebilmektedir. Oluklu mukavva ve katmanları genel görünüşü Şekil 1. 5. ’de verilmiştir.



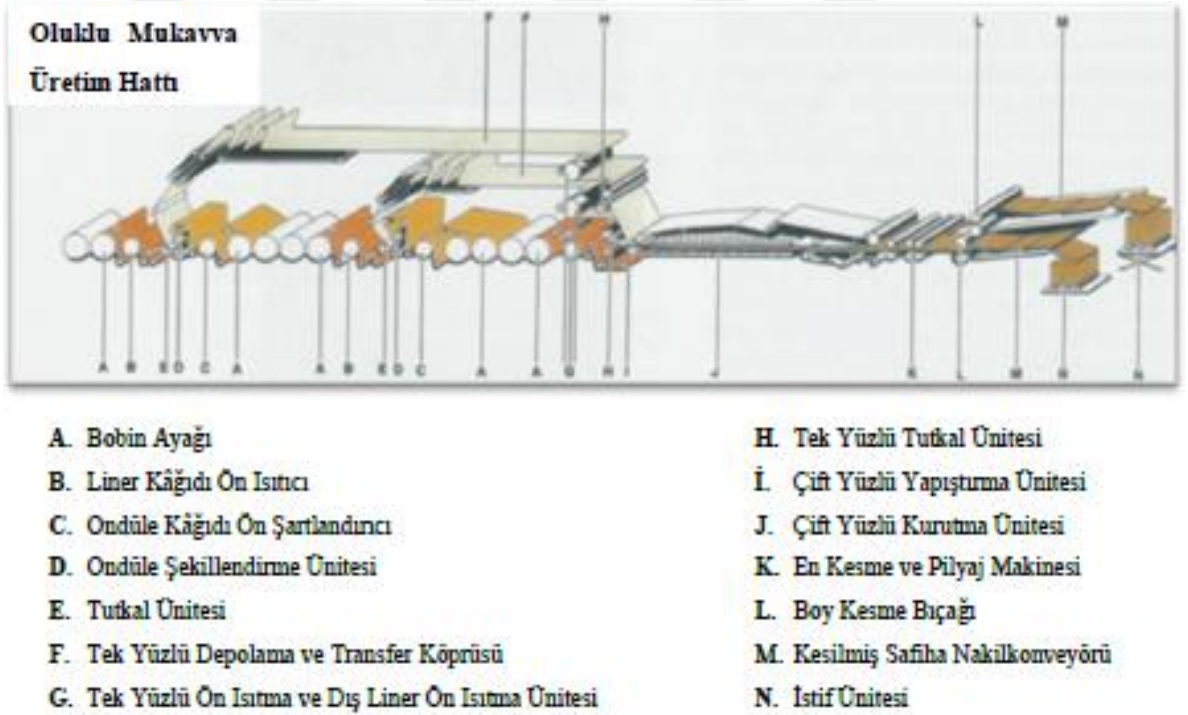
Şekil 1.5. Oluklu Mukavva Katmanları (Çiçekler, 2019)

Genel olarak oluklu mukavvanın avantajlarını belirtmek gerekirse;

- Tasarımı kolay, maliyeti az, çevreye verdiği zarar az ve stok maliyeti olmayan bir üründür.
- Hafif olmasından dolayı nakliye ücreti azdır. Ayrıca bu özelliği sayesinde doldurma, boşaltma ve depolama gibi insan gücü ve makine gücünden tasarruf edilir.

- Ambalajlanan ürünü yapısının bozmadan ve herhangi bir zarar vermeden depolama ve taşıma işlemini gerçekleştirir.
- Üretimi sırasında fabrikayı daha az kirletir, kokusu yoktur ve en önemlisi sağlığa zararlı madde kullanımı olmadığı için insan sağlığına olumsuz bir etkisi yoktur.
- Oluklu mukavvalar albenisi ve çok renkli baskı yapılabirliği yönüyle ürünü ve üreticisini tanıtan pazarlama elemanı gibi görev görür.
- Kullanım ömrü tamamlanan oluklu mukavvalar geri kazanılarak %100'e yakın bir oranla hammaddeye dönüşebilmektedir. Oluklu mukavvalar bu yönleri ile sektörün çağdaş ve güvenilir ambalajı olarak tanımlanmaktadır.

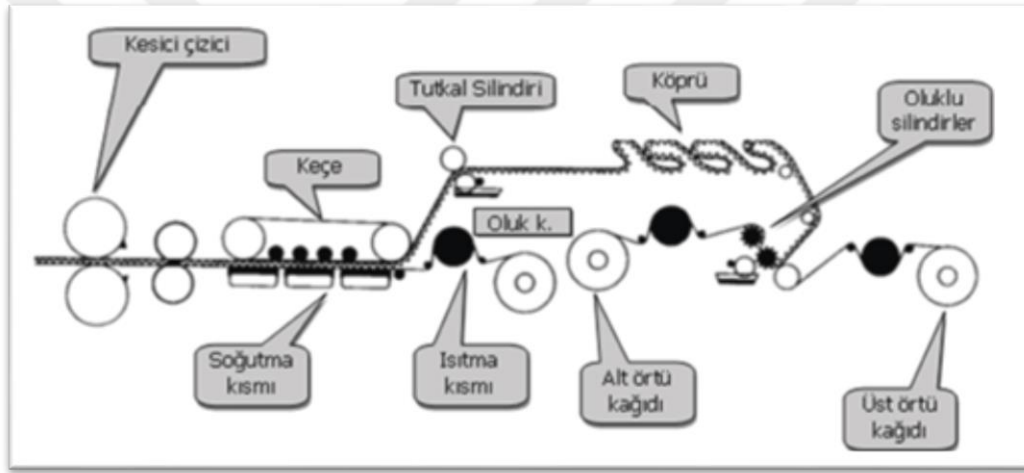
Oluklu mukavva üretim hattının boyu yaklaşık 150 metredir. Bu üretim hattı ünitelerden meydana gelmektedir. Bu üniteler aşağıdaki Şekil 1. 6. ' te sınıflandırılmıştır (OMÜD, 2015; Çiçekler, 2019).



Şekil 1. 6. Oluklu mukavva üretim hattı (Çiçekler, 2019)

Oluklu mukavva üretiminde kullanılan kağıt türleri üretilecek ambalajın kullanım amacına göre farklılık göstermektedir. Üretimde kullanılan kağıtlar ile ilgili; örtü (liner) kağıdı olarak kraftliner ve testliner kağıtları, ondüle katmanı olarak ise genellikle fluting kağıtları tercih edilmektedir. Kraftliner sülfat yöntemi ile elde edilen direnç değerleri yüksek olan bir kağıt türüdür. Ladin, göknar ve çam gibi uzun lifli iğne yapraklı ağaç odunlarından elde edilir. Dirence karşı dayanıklılığından dolayı oluklu mukavvanın hem dış hem de iç yüzeyinde kullanılır.

Oluklu mukavva üretim makinesi, uygulanan işlemlerden dolayı iki bölüme oluşmaktadır. Bunlar; yaş kısım (wet end) ve kuru kısım (dry end) olarak isimlendirilir (OMÜD, 2015). Genel olarak alt ve üst liner kağıtları arasına ondüle (oluk) kağıdının konulmasıyla elde edilen oluklu mukavvanın üretimi Şekil 1. 7. 'te verilmiştir.



Şekil 1.7. Oluklu mukavva üretim şeması (Çiçekler, 2019)

1.2.3.4.1.3. Oluklu mukavva üretiminde yaygın olarak kullanılan kağıt türleri

Oluklu mukavva üretiminde, yüzeylerde “Liner” kâğıdı arada kullanılan ise “Fluting” cinsi kâğıtlardır. Liner kâğıtlar esmer, beyaz veya renklendirilmiş olabilen “Kraft Liner”, “Test Liner” ve “Schrenz”, ondüle kullanılanlar ise “NSSC Fluting”, “Saman Fluting” ve “Schrenz”dir (Önen, 2002; Çiçekler, 2019).

Testliner, Kraftliner gibi mukavvanın iç ve dış yüzeylerinde kullanılabilen, geri kazanılan lifler üzerine esmer veya ağartılmış birincil hamur ya da ikincil hamur eklenerek üretimi gerçekleştirilen liner kâğıtlardır. Neme karşı direncini arttırmak için üretim aşamasında çeşitli katkı maddeleri eklenmektedir. Ondüle kağıtlar ise ısı ve nem sonucunda aldıkları şekli korumalarından dolayı oluklu mukavva üretiminde iki liner kağıdın arasında kullanılır.

Oluklu mukavva 150 yıllık bir geçmişe sahiptir. Özellikle gelişen endüstri ve endüstrideki sektör çeşitliliğinin artması, artan nüfus ve endüstri ürünlerinin tüketiciye hiçbir zarar görmeden ulaştırılmasındaki avantajları nedeniyle oluklu mukavva, ambalaj malzemesi olarak kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Buna bağlı olarak oluklu mukavva üretimi için gerekli olan hammadde ihtiyacı da artmaktadır. Artan hammadde ihtiyacına karşılık oluklu mukavva üretiminde maliyet ve çevre sağlığı açısından avantaj sağlayan geri kazanılmış lifler kullanılmaktadır.

Çizelge 1. 1. Kâğıtlara uygulanan fiziksel ve optik testler ile kullanılan standartlar

Gramaj (gr/m^2)	TAPPI T 410 om-88
Cobb (gr/m^2)	TAPPI T 441
Yüzey Pürüzlülüğü (μm)	ISO 4287
CCT (Dikey Ezilme Testi-Corrugated Crush Test) (kN.m-1)	TAPPI T 824
CMT (Oluklu Düz Ezilme Testi-Concora Medium Test) (N)	TAPPI T 809
RCT (Halkasal Ezilme Testi- Ring Crush Test) (kN.m-1)	TAPPI T 818
Kopma Uzunluğu (km)	TAPPI T 494 om-01
Patlama indisi ($\text{kPa m}^2/\text{gr}$)	TAPPI T 403 om-91
Rutubet (%)	TAPPI T 210
Gurley (Hava Direnci Testi) (m^3)	ISO 5270, ISO 5636-5
ECT (Kenar Ezilme Testi- Edge Crush Test) (kN/m)	TAPPI T 811
Kalınlık (mm)	TAPPI T 411

Oluklandırılmış (ara kâğıdın ondüle edilmesi) minimum üç adet kâğıdın birleştirilmesi ile oluşmaktadır. Kalınlık ve dayanıklılığın fazla olmasını istendiği takdirde oluk genişlikleri ve yüksekliği değiştirilerek çift ya da üç dalgalı oluklu mukavva elde edilir. Ara kâğıdın şeklini koruyabilmesi için ısı ve buhar ile biçimlendirilmesi ve her iki yüze de nişastalı sulu bir karışım sürülerek diğer tabakalara (lineer) yapışması sağlanır (UYSAL, 1987).

Bu kâğıtlar bir yâda daha fazla oluklu tabakaların bir yüzünün kraftliner (düz) tabaka ile örtülmesi sonucu elde edilir. Oluklu mukavva ambalaj atıkları geri dönüşüm işlemlerine sokulmadan önce geri dönüşüme uygunluğu tespit edilir (Çiçekler,2019; Smook, 1992).

Kullanış yerlerine göre oluklu mukavvalar çeşitli özelliklere sahiptir. Örtü kâğıdının ağırlığı $127\text{-}439 \text{ g/m}^2$ ve oluklu kâğıdın m^2 ağırlığı $127\text{-}176 \text{ g/m}^2$ arasında

değişir. Örtü kâğıtlarında kalınlık 0.203-0.711 mm ve oluklu kâğıtta ise 0.229-0.305 mm arasında değişir. (PELLEN 1975).

Oluklu mukavva üretiminde kullanılan birçok kâğıt çeşidi bulunmaktadır. Bu kâğıt çeşitleri oluklu mukavvanın ne tür ambalaj olarak kullanılacağına ve içerdiği ürüne göre değişmektedir. Liner (örtü) kâğıdı olarak testliner ve kraftliner kâğıdı olarak ondüle katmanı olarak ise genellikle fluting kâğıtları kullanılmaktadır. Geri kazanılan lifler üzerine ağartılmış birincil hamur ya da ikincil hamur veya esmer hamur ilave edilerek üretilen kâğıtlara testliner kâğıt denir. Neme karşı direnci arttırmak için üretim sırasında çeşitli katkı maddeleri kullanılabilir. Ambalaj atıklarından ve tamamen geri dönüştürülebilen oluklu mukavva kâğıtlarından yaklaşık % 85 verimle çeşitli eleme ve temizleme kademelerinden geçirilerek fluting kâğıtlar üretilmektedir. Ondüle kâğıdı ısı ve nem ile aldıkları şekli korudukları için oluklu mukavva üretiminde orta kısımda bulunan olarak kullanılmaktadır (BIERMANN, 1993).

Oluklu mukavva kâğıtlarının üretiminde ülkemizde çoğunlukla atık kâğıtlar değerlendirilmektedir. Fakat atık kâğıtlar özelliklerine ve kalitesine göre en fazla 4-6 kez geri dönüştürülebilmektedir. Hornifikasyon olarak da adlandırılan liflerin bağ yapma kabiliyeti ve yüzey alanları Geri dönüşüm sırasında azalmaktadır (McKee, 1971; Biermann, 1993; Şahin, 2014). Geri dönüşüm sayısı arttıkça üretilen kâğıtların direnç özellikleri düşmektedir. Bu sebeple direnç özelliklerini artırıcı kimyasallar kullanılarak hem çevresel hem de mali sorunlar artmaktadır. (Clark, 1978; Biermann, 1993; Üner ve Şahin, 2004).

Genellikle atık kâğıtlardan elde edilen, Bir tabakası düz örtü kâğıdı, bir tabakası ondüle kâğıdı olmak üzere en az iki tabakadan oluşan, koruyucu özelliği, albenisi olan ve taşıyıcı olarak kullanılabilen malzemelere oluklu mukavva denir. Oluklu mukavva isteye bağlı olarak basınç ve şok gibi ezici fiziksel etkilere dayanıklı 3, 5 ve 7 tabakalı ambalaj olarak da üretilmektedir.

Kâğıt-karton çeşitleri arasında ülkemizde en çok üretilen oluklu mukavvadır. 2007'de toplam oluklu mukavva üretimi 1.026.475 ton iken 2008'de 1.170.806 ton olup % 14,1 lik artış göstermiştir (Anon, 2008). Oluklu mukavva üretiminde kullanılan hammadde, tutkal sıcaklığı, tutkal reçetesi, oluşturulan dalga boyu ve cinsi, uygulama sıcaklığı, ortam rutubeti, tutkal viskozitesi, mukavvaların fiziksel direnç niteliklerini etkilemektedir. Oluklu mukavva yüksek performanslı bir ambalaj malzemesidir (Önen, 2002).

Yüz kısımda kullanılan liner ondüle kısmında kullanılan fluting cinsi kâğıtlar oluklu mukavvayı oluşturan elemanlardır. Yüz kısmında kullanılan liner kâğıtlar beyaz, esmer veya renklendirilmiş kâğıtlar olabilir.

Kutu performansı ile doğrudan ilişkili olan iç, dış ve ara kâğıtlar, cins gramaj ve özellikleri büyük önem taşımaktadır. Üretilen ambalajların başarılı olması kâğıtların pazarın gerekliliğine ve amaca uygun kullanılmasıyla sağlanır. Bunların yanında kullanılan katkı maddeleri de amaca uygun seçilmelidir (Tuncel, 2010).

Bir adet liner tabakasına ve ondüle tabakasına sahip oluklu mukavvaya tek yüzölçü oluklu mukavva denir. İki adet liner ve bir adet ondüle tabakasına sahip oluklu mukavvaya tek dalga oluklu mukavva denir. Üç adet liner ve 2 adet ondüle tabakasına ait oluklu mukavvaya çift dalga, 4 adet liner tabakasına ve 3 adet ondüle tabakasına sahip oluklu mukavvaya üç dalga oluklu mukavva denilmektedir.

Oluklu Mukavva Üreticileri Derneği (OMÜD) oluklu mukavvanın avantajlarını aşağıdaki gibi belirtmiştir:

- Tasarımı kolay, maliyeti az, çevreye verdiği zarar az ve stok maliyeti olmayan bir üründür.
- Hafif olmasından dolayı nakliye ücreti azdır. Ayrıca bu özelliği sayesinde doldurma, boşaltma ve depolama gibi insan gücü ve makine gücünden tasarruf edilir.
- Ambalajlanan ürünü yapısının bozmadan ve herhangi bir zarar vermeden depolama ve taşıma işlemini gerçekleştirir.
- Üretimi sırasında fabrikayı daha az kirletir, kokusu yoktur ve en önemlisi sağlığa zararlı madde kullanımı olmadığı için insan sağlığına olumsuz bir etkisi yoktur.
- Oluklu mukavvalar albenisi ve çok renkli baskı yapılabilirliği yönüyle ürünü ve üreticisini tanıtan pazarlama elemanı gibi görev görür.
- Kullanım ömrü tamamlanan oluklu mukavvalar geri kazanılarak %100'e yakın bir oranla hammaddeye dönüşebilmektedir. Oluklu mukavvalar bu yönleri ile sektörün çağdaş ve güvenilir ambalajı olarak tanımlanmaktadır.

Oluklu mukavva üretiminde kullanılan kâğıt türleri üretilecek ambalajın kullanım amacına göre farklılık göstermektedir. Üretimde kullanılan kâğıtlar ile ilgili; örtü (liner) kağıdı olarak kraftliner ve testliner kâğıtları, ondüle katmanı olarak ise genellikle fluting kâğıtları tercih edilmektedir. Kraftliner sülfat yöntemi ile elde edilen direnç değerleri yüksek olan bir kâğıt türüdür. Ladin, göknar ve çam gibi uzun lifli iğne yapraklı ağaç

odunlarından elde edilir. Dirence karşı dayanıklılığından dolayı oluklu mukavvanın hem dış hem de iç yüzeyinde kullanılır.

1.2.3.4.1.4. Oluklu Mukavva Dalga (Flute) ve Dalga Türleri

Ondüle şekli nedeni ile dalga adıyla tanımlanır ve metredeki sayısına, boyuna, göre sınıflandırılır. Liner’ oranla ondüle tabakasında dalga şeklinden dolayı daha fazla kâğıt kullanılmasına sebep olur.

Oluklu mukavva üretiminde, yüzeylerde “Liner” kâğıdı arada kullanılan ise “Fluting” cinsi kâğıtlardır. Liner kâğıtlar esmer, beyaz veya renklendirilmiş olabilen “Kraftliner”, “Testliner” ve “Schrenz”, ondüle kullanılanlar ise “NSSC Fluting”, “Saman Fluting” ve “Schrenz”dir (Önen, 2002; Çiçekler, 2019).

Testliner, kraftliner gibi mukavvanın iç ve dış yüzeylerinde kullanılabilen, geri kazanılan lifler üzerine esmer veya ağartılmış birincil hamur ya da ikincil hamur eklenerek üretimi gerçekleştirilen liner kâğıtlardır. Neme karşı direncini arttırmak için üretim aşamasında çeşitli katkı maddeleri eklenmektedir. Ondüle kâğıtlar ise ısı ve nem sonucunda aldıkları şekli korumalarından dolayı oluklu mukavva üretiminde iki liner kâğıdın arasında kullanılır.

Oluklu mukavva 150 yıllık bir geçmişe sahiptir. Özellikle gelişen endüstri ve endüstrideki sektör çeşitliliğinin artması, artan nüfus ve endüstri ürünlerinin tüketiciye hiçbir zarar görmeden ulaştırılmasındaki avantajları nedeniyle oluklu mukavva, ambalaj malzemesi olarak kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Buna bağlı olarak oluklu mukavva üretimi için gerekli olan hammadde ihtiyacı da artmaktadır. Artan hammadde ihtiyacına karşılık oluklu mukavva üretiminde maliyet ve çevre sağlığı açısından avantaj sağlayan geri kazanılmış lifler kullanılmaktadır.

Dalga cinsine bağlı olarak 1 metre liner’e karşı kullanılan fluting miktarı ve ondüle katsayısı ile belirlenir.

A Dalga: Oluk yüksekliği arttıkça duvar kalınlığı artmaktadır. Düşey şeklinde yükleri taşıma da fazla iyi değildir ancak yatay yönünde ezilebilme özelliğinden dolayı yastıklama görevi yaparak taşıma kabiliyeti yüksektir. Yüzey ezilmesi düşüktür. Dalga aralığı fazladır. Bunun sonucu olarak düzgün bir baskı yüzeyi vermez. Bu dalga boyu taşıyıcı olmayan ürünlerin ambalajlanmasında ve çok sıra üst üste istiflenecek ambalajların yapımında yastık görevi yapması ve şok emici olması nedeniyle ara bölmelerde takviye amaçlı kullanılmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle çift dalga kombinasyonlarında A dalganın içyüzdeki diğer dalganın ince ve daha sık aralıklı olması nedeniyle dış yüzeyde kullanılır.

Bu dalga boyu başlangıçta çok yaygın kullanılmaktaydı. Ancak daha sonra gerek ekonomik açıdan gerek baskı kalitesinden daha iyi yararlanan C dalga, A dalganın yerini almaktadır.

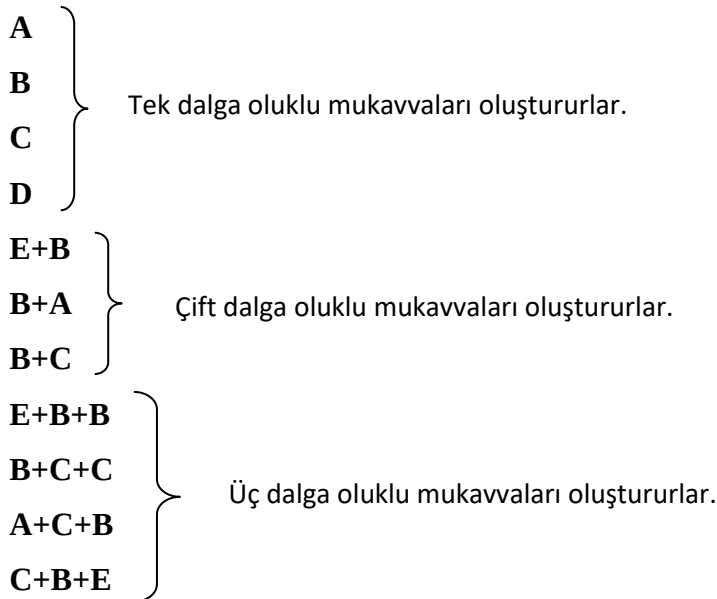
B Dalga: Kullanımı en yaygın cins olan bu dalganın duvar kalınlığı azdır. Bundan dolayı yüzey ezilme dayanımı yüksektir. Ancak düşey yöndeki yük taşımada oldukça dayanıksızdır. Duvar kalınlığına bağlı olarak baskıda oldukça iyi sonuçlar verir. Genellikle kalıplı kutuların üretiminde kullanılır.

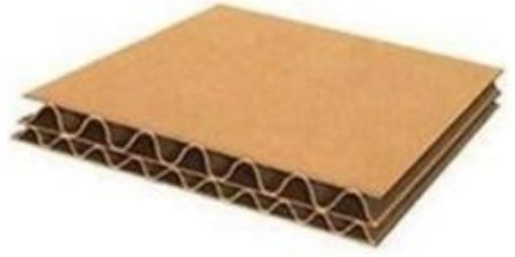
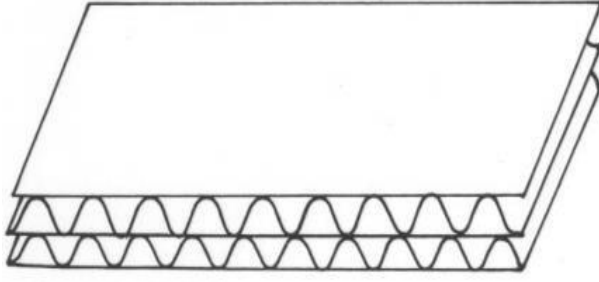
C Dalga: A ve B dalgalar daha sonra keşfedilmiştir. Hem A'dan hem de B' den daha iyi özellikler taşımaktadır. Ayrıca bu dalga cinsi iyi bir taşıyıcı olmasının yanında baskıda da oldukça iyi sonuç verir. Bu özelliklerin sonucu olarak gün geçtikçe dünya çapında kullanımı artmaktadır. Birçok ürünün ambalajlanıp taşınmasında kullanılmaktadır.

E Dalga: Bu dalganın yüzey ezilme mukavemeti oldukça yüksektir. Bunun nedeni ise santimetrekaredeki oluk sayısının çok fazla olmasına dayanır. Ayrıca hafif olmasıyla birlikte bu dalga baskıda diğer cinslerine göre daha iyidir. E dalganın bu özellikleri sayesinde karton ambalajların yerine kullanılabilir. Ancak bu dalga cinsi tek başına taşıma ambalajı olarak kullanılamaz; oldukça ince bir dalgadır. E dalga cinsi ofset baskılı kartona lamine edilip tüketici ambalajı olarak kullanılmaktadır.

F dalga: Bu dalga ise özellikleri bakımından kartona oldukça benzerlik göstermektedir. Bu dalga laminasyona çok uygundur. F dalga cinsi diğer cinslere göre %20 daha incedir; metrede 0,6 mm yüksekliğinde 560 adet dalgası olan N dalgadır. Ondüle Çeşitli dalga cinslerinde ondüle edilmiş fluting kağıdına verilen isimdir.

Genel olarak dalga boyları;





Şekil 1.8. Dubleks karton



Şekil 1.9. Tripleks karton

Tek Yüzlü

Ondüle tabakasının bir yüzüne kağıt yapıştırılması sonucu oluşan malzemeye ondüle denir. Ondüle sarma, sıkıştırma veya yastıklama amacıyla kullanılmaktadır. Farklı dalga cinsleri ile üretilen tek yüzlü, ofset baskılı karton laminasyonunda dekoratif ve sargılık amaçlı kullanılabilir.

En az üç tabaka kağıdın geometrik bir şekil verilerek birleştirilmesi sonucu oluşturulan levhalara oluklu mukavva denir.

Çift Dalga Oluklu Mukavva

Toplam beş kat kağıdın birbirine yapıştırılması sonucu oluşan malzemeye çift dalga oluklu mukavva denir. Bu beş kat; İç, dış ve ara kağıtlar ve iki adet ondüle kağıttan oluşmaktadır. Bu mukavva cinsi en çok ağır yük taşımacılığında değerlendirilmektedir.

Üç Dalga Oluklu Mukavva

Toplam yedi kat kağıdın birbirine yapıştırılması sonucu oluşan malzemeye üç dalga oluklu mukavva denir. Bu malzeme ağır sanayi ürünlerinin ambalaj ve taşınmasında kullanılmaktadır. Ayrıca az üretilen bir mukavva türüdür. Bu mukavva kullanım amacına göre farklı kalite, gramaj, dalga seçimi ve özelliklerde üretilmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Saraç ve Sağır (2019) yaptıkları çalışmada, oluklu mukavva üretimi yapan bir fabrikadaki toplam fireyi ve standart bobin eni çeşitliliğini azaltmayı amaçlamışlardır. 1,5 boyutlu kesme problemlerinde standart bobin eni seçimi problemini ele almışlardır. Bu problemi çözmek için iki aşamalı bir yöntem kullanmışlardır. Birinci aşamada sayımlama yöntemiyle, kısıtları sağlayan kesme planları türetilmiş, ikinci aşamada ise geliştirilen bir matematiksel model yardımıyla stokta bulunması gereken bobin enlerine karar vermişlerdir. Geliştirdikleri matematiksel model, ϵ kısıt yönteminin kullanımı ile tek amaçlı hale dönüştürülmüş ve en iyi çözümü elde etmişlerdir. Ayrıca problem, elde bulundurulacak stok enlerine farklı ϵ değerleri verilerek çözdürüldüğünde daha düşük fire oranlarına ulaşılabilirdiğini tespit etmişlerdir.

Özerkan (2018) yaptığı çalışmada, çapı 40 mm, boyu 200 mm olan alüminyum 6061-T913 alaşımından hazırladığı deney numunelerini farklı kesme parametreleri ile CNC torna tezgâhında işlendikten sonra oluşan yüzey pürüzlülüklerini ölçmüştür. Tespit ettiği pürüzlülük değerler yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak yorulma ömürlerinin teorik olarak hesaplanmasında kullanmıştır. Daha sonra ölçümü yapılan yüzey pürüzlülükleri kullanılarak “ $\sqrt{area}$ ” modeli ile yorulma ömürlerini hesaplamış ve değerlendirmiştir. Kesme hızının 100 m/dk’dan 400 m/dk’ya artırıldığında yüzey pürüzlülüğünün azaldığı, ilerlemenin artırılması ile yüzey pürüzlülüğünün arttığı tespit etmiştir. Yaptığı teorik hesaplamalar sonucunda ise yüzey pürüzlülüğünün artmasıyla yorulmanın daha düşük gerilme değerlerinde olduğunu; azalmasıyla ise yorulma hasarının daha yüksek gerilme değerlerinde başlayıp meydana gelebileceği tespit etmiştir.

Çiçekler ve Tutuş (2019) yaptıkları çalışmada, kızılçam odunlarından üretilen birincil lifler ile eski oluklu mukavvalardan üretilen ikincil lifler farklı oranlarda harmanlayıp oluklu mukavva sektöründe çoğunlukla kullanılan testliner ve fluting kağıtları üretmişlerdir. Ürettikleri bu kağıtların fiziksel özelliklerini tespit ederek kızılçam birincil liflerinin fiziksel özelliklerin üzerine etkisini incelemişlerdir. İncelemeler sonucunda, ikincil liflere belirli oranlarda ilave edilen kızılçam lifleri testliner ve fluting kağıtlarının fiziksel özelliklerini olumlu yönde artırdığını tespit etmişlerdir. İkincil liflere ilave edilen birincil lifler ile üretilen kağıtların kopma uzunluğu, patlama ve yırtılma indisi değerleri testliner kağıtlarda sırasıyla %11,6, %12,3 ve %12,7, fluting kağıtlarda ise %7,8, %39,6 ve %3,9 oranlarında artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak, ülkemizde sadece ikincil liflerden üretilen kağıtların geri dönüşüm sayısı arttıkça fiziksel özelliklerinin azalacağı

göz önünde bulundurulduğunda üretime kızılcam odunlarından elde edilen birincil liflerinin ilavesi ile söz konusu direnç kayıpları bertaraf edilebilir ve böylelikle hem kullanılan direnç arttırıcı kimyasal miktarı hem de çevre kirliliği azaltılabileceğini açıklamışlardır.

Bildik (2010) yüksek lisans tez çalışmasında, oluklu mukavva direnç özellikleri üzerinde proses koşullarının da etkili olmasına karşın kullanılan hammaddenin direnç üzerine etkisi diğer parametrelerden daha fazla olduğunu vurgulamıştır. Özellikle de ürünün temel direnç özelliklerini temsil eden BCT testi verileri sayesinde ürünün kullanım yerine uygun olması sağlanabileceğini belirtmiştir. Yaptığı bu çalışmadaki hedef, ana hammadde olan kağıdın özelliklerinden yola çıkılarak, son ürün olan oluklu mukavva kutunun direnç özellikleri hesaplanabilmektir. Bunun sayesinde bir oluklu mukavva fabrikası, istenen direnç özelliklerini verebilecek kağıt kombinasyonunu en etkin şekilde görebilecek ve kullanabileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmasında özellikle kağıt fabrikalarının taahhüt ettikleri test sonuçlarıyla, laboratuvarda elde edilen sonuçlar kıyaslanmış, değişik hammadde alternatifleri ile benzer direnç değerlerine ulaşılabileceği gözlenmiştir. Elde ettiği bu verilerle oluklu mukavva fabrikasında üretilecek kutuların hammaddelerin bilinmesi sayesinde maliyet analizlerinin yapılması kolaylaşabileceği sonucuna varmıştır.

Erişmiş (2007), yüksek lisans tez çalışmasında, tek örnek olay yöntemi kullanılarak oluklu mukavva üreticisi Olmuksa'da sürdürülebilir oluklu mukavva ambalaj tasarımının hangi durumlarda gündeme geldiği örnek ürünler üzerinde inceleme yapılarak değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında sürdürülebilirlik, sürdürülebilir tasarım ve sürdürülebilir ambalaj tasarımı konusundaki yazın incelenmiş; bu kavramların uygulamada nasıl görüldüğünün ortaya çıkarılması için Olmuksa'da belirlenen örnek olay yöntemiyle bir araştırma yapılmıştır. Bulgularına göre ürünlerdeki sürdürülebilir tasarım bulguları çoğu zaman tek bir sorunun yüzeysel çözümü olarak tanımlamıştır. Ayrıntılı kavramsal çözümlere rastlanmadığını rapor etmiştir. Sürdürülebilirlik konusunda tasarımla yapılabilecekler yazın bölümünde incelenmiştir. Uygulama araştırıldığında bulunan sonuç tasarım bölümünün etkisinin yok denecek kadar az olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte tasarlanan ürünlerde sürdürülebilirlik kavramlarıyla gelişmiş olmasa da, değer yaratılabileceği kanısına varmıştır. Gelecekte önemi daha da artacak olan sürdürülebilirlik konusunda tasarım katkısının görülebilmesi için, firmalarda tasarımın etkin rol oynaması, tasarımcıların sürdürülebilir tasarım konularına hâkim olması ve bu konularda ürün geliştirme çalışmaları yapmaları gerektiğini belirtmiştir.

Engin (2013), yüksek lisans çalışmasında, Türkiye'nin son dönemde en çok gelişen endüstrileri içerisinde yer alan ambalaj endüstrisinin kağıda dayalı ambalajlar grubundaki oluklu mukavva ambalaj sektörünün 2000-2011 yıllarını kapsayan dönemde rekabet üstünlüğüne sahip olup olmadığını Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (AKÜ) yaklaşımı ve çalışmanın sonuçlarını destekleyici olması açısından belirlenmiş diğer ölçüm yöntemleri yardımıyla ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Uygulama çalışmasında elde edilen sonuçlara göre 2001-2011 yıllarını kapsayan dönemde Türkiye oluklu mukavva ambalaj sektörü dış ticaret verilerine göre rekabet avantajına sahip olduğunu tespit etmiştir. Diğer ölçüm yöntemleri ve istatistikî veriler ele alındığında sektörün önemli bir rekabet gücüne sahip olduğu ve bu gücün pozitif bir ivmeyle artış içerisinde olduğu belirtmiştir.

Gençoğlu (1999), doktora çalışmasında karton ve oluklu mukavva ambalaj üretimi faaliyetinde bulunan matbaa işletmesinde optimal makine ataması yoluyla üretimin optimizasyonuna yönelik bir araştırma gerçekleştirmiştir. Üretim optimizasyonunda minimizasyon yöntemini kullanmıştır. Yani minimum süre ve maliyetle işin yapılabilmesi için uygun istasyonların belirlenip, bu makinelere işlerin optimal bir şekilde atanmasını hedeflemiştir. Sonuç olarak, optimizasyon sisteminin daha verimli çalışması ve makinelere yükleme yaparak optimum verimi sağlamakla görevli kişi ya da kişilere karar vermelerinde hız kazandırmak için, bir bilgisayar programının hazırlanmasında büyük yarar olduğunu vurgulamıştır.

Tuncel (2010), yüksek lisans çalışmasında, oluklu mukavva genel bir bakışla ele almış, karton ambalaj ve oluklu mukavva üretiminde kullanılan saman fluting ve kraftliner materyallerinin olması gereken seçim kriterleri, bazı testler uygulayarak incelemelerde bulunmuştur. Sonuç olarak kraftliner ve NSSC fluting kağıtları teknik özellikleri yönünden, testliner ve fluting (saman) kağıtları ise maliyete olumlu etkisi ve temin edilebilirlikleri yönünden, ilgili standartlardaki değerler göz önünde tutularak tercih edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Eroğlu (1985), dolgu maddeleri üzerine yaptığı bir çalışmada, lifler arası bağlantıyı zayıflattıklarından dolayı kağıdın kopma, çift katlama, yırtılma ve patlama direncini olumsuz yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Vilars (1963), yaptığı bir çalışmada lif uzunluğu artmasıyla orantılı yırtılma direncinin arttığı, lifler arası bağların artması ile doğru orantılı yırtılma direncinin de arttığı tespit edilmiştir.

Karademir (1996), yaptığı çalışmada yoğunluğun kağıdın porozitesi, rijitliği, sağlamlığı ve opaklığı gibi bazı özellikleriyle ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Karabacakoğlu ve Tezakıl (2012) yaptıkları bir çalışmada, oluklu mukavva kutu üretim tesisi atık suyunun elektrokoagülasyon yöntemi ile arıtılabilirliği incelemişlerdir. Ayrıca elektrot türü, uygulanan gerilim, işlem zamanı ve destek elektrolit(NaCl) ilavesinin KOİ giderim yüzdesi ve enerji tüketimine olan etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak; oluklu mukavva kutu üretimi atık sularının elektrokoagülasyon yöntemi ile yaklaşık %90'a kadar arıtımının yapılabileceği ve özellikle enerji tüketimi bakımından paslanmaz çelik elektrotların kullanımının daha uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

Kocaman (2014) yüksek lisans çalışmasında, ambalaj baskı teknikleri ve basım teknolojileri ambalajla olan ilişkisi bakımından incelemiştir. İncelemeler sonucu matbaacılık alanı ve ambalaj tasarım hizmetlerinin Türkiye'de de dünyadaki gibi aynı paralellikte ilerlediğini tespit etmiştir.

Allaoui ve arkadaşları (2009) yaptıkları bir çalışmada, oluklu mukavvanın atmosferik koşullara karşı çok hassastır olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumdan yola çıkarak bağıl nemin (RH), oluklu mukavva yapısının mekanik davranışı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bunun için çeşitli bağıl nem oranları altında çekme testleri uygulamaları yapmışlardır. Sonuç olarak bağıl nemin artması oluklu mukavvanın mekanik özelliklerinde olumsuz etki yarattığını tespit etmişlerdir.

Van Hung ve arkadaşları (2010) yaptıkları bir çalışmada, çilek, mizuna ve brokoli paketlemek için ticari olarak yapılmış üç tip oluklu mukavva kutunun su buharının adsorpsiyonunu ve basınç dayanımını incelemişlerdir. İncelemeler sonunda nanomist ve ultrasonik sise maruz kalan hem numune hem de karton kutu testlerinin nem içeriğinin sırasıyla %19,9 db ve %30,4 db olduğunu, sıcaklık ve bağıl nem her iki durumda da hemen hemen aynı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca nanomist ve ultrasonik sise maruz kalan oluklu mukavva kutuların maksimum sıkıştırma yükü zaman içinde yavaş yavaş azaldığını belirtmişlerdir. Analitik olarak nanomiste maruz kalan kutuların maksimum basınç yükünü %28'de korurken, ultrasonik sise maruz kalanların 7 gün sonra %14'te kaldığı tahmin etmektedirler. Oluklu mukavvaların maksimum basınç yükü, nem içeriğinde bir artışla katlanarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Allaoui ve arkadaşları (2009) yaptıkları bir çalışmada kartonun, çeşitli fenomenler tarafından yönetilen karmaşık bir mekanik davranış sergilediğini belirtmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmanın amacı bu çeşitli fenomenlerin tanımlanması için karton ve oluklu mukavva üzerinde çeşitli konfigürasyonlar altında tek eksenli çekme testleri gerçekleştirmişlerdir.

Daha sonra numune yapısında meydana gelen mikroskopik olayları tanımlamak için tarama elektron mikroskobu altında gözlemler yapmışlardır. Bu gözlemler, hasarın varlığını ve çeşitli görünüm mekanizmalarını tanımlamalarına olanak sağlamıştır.

Gollner ve arkadaşları (2011) yaptıkları bir çalışmada, geniş oluklu mukavva numuneleri üzerinde yapılan deneylerde erken aşamada yanma sırasında yukarı doğru alev yayılma oranlarını gözlemlemişlerdir. Yanan piroliz bölgesi tarafından tanımlanan alev cephesinin yayılma hızı, piroliz ön pozisyonunun yakıt yüzeyi boyunca görsel olarak ortalaması alınarak belirlemişlerdir. Bu fenomenin bir sonucu olarak, tepe alev yüksekliklerinin ölçekleri veya maksimum “alev ucu” ölçümleri ile alevin ortalama konumu arasında belirgin bir fark gözlemlemişlerdir. Sonuçlar, depo yangınlarında uygulamada karşılaşılan bazı durumlara daha iyi uygulanabilecek alternatif ölçekler verebileceğini belirtmişlerdir.

Zhang ve Qiu (2014) yaptıkları bir çalışmada, spesifik özelliklere sahip bir oluklu mukavva tasarlamak için oluklu ortam, oluk boyutu, birleştirici yapıştırıcı ve astar tahtalarının seçimini değiştirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmalarında, SolidWorks2008 yazılımına dayanan oluklu mukavvadaki oluklu tabakanın doğrusal olmayan sonlu eleman analizini de araştırmışlardır. Çalışmadaki statik basınç testine göre, flüt yüksekliğinin artması veya flütün ark yarıçapı arttıkça, modellerde maksimum stres azaldı ve maksimum yer değiştirme arttığını belirtmişlerdir. Ancak, modellerde maksimum gerilim ve maksimum yer değiştirme, flüt açısının artmasıyla statik basınç testinde doğrusal olmayan bir şekilde arttığını gözlemlemişlerdir. Düşme testine göre, flüt yüksekliğinin artmasıyla, düşme testinde üst panoda malların maksimum stresi azaldığını tespit etmişler. Düşme testindeki modelin maksimum gerilimi önce flüt açısının artmasıyla azaldığını ve daha sonra oluklu mukavva için optimum flüt açısı 60° olduğunu saptamışlardır. Tüm sonuçlar deneysel veriler veya ürün standartları ile tutarlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Aboura ve arkadaşları (2004) yaptıkları bir çalışmada doğrusal oluklu mukavva davranışının hesaplanmış homojenliği ile motive edilen, eşit davranışın değerlendirilmesiyle ilgili analitik bir model önermesi yapmışlardır. Bu model, oluklu mukavva bileşenlerinin geometrik ve mekanik özelliklerini dikkate aldığını belirtmişlerdir. Her bir bileşenin düzlem içi elastik özelliklerini ve oluklu mukavvayı elde etmek için deneysel bir metodolojide önermektedirler. Deney sonuçları ile karşılaştırılarak model validasyonundan sonra, geometrik parametrelerin düzlem içi elastik özellikler üzerindeki etkisini inceleyen bir parametrik çalışma yapmışlardır. Ayrıca, homojenizasyon yönteminin uygunluğunu değerlendirmek için, üç noktalı eğilme testi için sonlu bir eleman

modeli oluşturmuşlardır. Sonuç olarak İki yaklaşım benimsemişlerdir: bunlardan birincisi, ince kabuk elemanlı oluklu mukavva çekirdeğini ve astarını (3D yaklaşımı) ayrı ayrı modeller, ikincisi ise bu çalışmaya özellikle ilgi gösterir, oluklu mukavva sandviçi homojen bir plaka olarak görür ve bu nedenle bir plaka elemanları ile modellenenebildiğini açıklamışlardır. Basitleştirilmiş homojenize prosedürün, n ve optimum tasarım aşamalarında oluklu mukavva panelin etkili bir şekilde analiz edilmesi için 3D yaklaşımından yeterince doğru ve 10 kat daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

“Çift dalga oluklu mukavva üretiminde farklı dalga kombinasyonlarının kalite özellikleri üzerine etkisinin araştırılması” adlı bu çalışmada, araştırma materyali olarak, Kahramanmaraşta ticari faaliyetlerine devam eden özel bir firmadan temin edilmiş değişik kağıt türü kombinasyonlarından 3 farklı B+C dalga, C+E dalga ve B+E dalga oluklu mukavva örnekleri üretilmiştir.

B+C (KSSST) dalga numunesinde dış kağıtta kraftliner (K), ara öndüle kağıtlarda saman fluting (S) ve liner tabakada saman fluting (S) ve iç kağıtta testliner (T) kağıtlar kullanılmıştır. Diğer B+C (BSSSK) dalga numunesinde dış kağıtta beyaz testliner (B), ara öndüle kağıtlarda saman fluting (S) ve liner tabakada saman fluting (S) ve iç kağıtta kraftliner (K) kullanılmıştır. B+C (TSSST) dalga numunesinde dış kağıtta testline (T), ara öndüle kağıtlarda saman fluting (S) ve liner tabakada saman fluting (S) ve iç kağıtta testliner (T) kullanılmıştır. B+E (TSSST) dalgada dış kağıtta testliner (T), ara öndüle kağıtlarda saman fluting (S) ve liner tabakada saman fluting (S) ve iç kağıtta testliner (T) kağıtlar kullanılmıştır.

3 farklı dalga kombinasyonlarına ait oluklu mukavva kağıtlarına aşağıda verilen standartlara bağlı kalınarak fiziksel testlerden; COBB, Düz Ezilme Testi (CCT), Dikey Ezilme Testi (CMT), Halkasal Ezilme Testi (RCT), Kenar Ezilme Testi (ECT), kopma, patlama ve hava geçirgenliği testleri ve yüzey pürüzlülüğü testi uygulanmıştır.

Farklı dalgalarda B+C (KSSST), B+C (BSSSK), B+C (TSSST), C+E (TSSST) ve B+E (TSSST) üretilen oluklu mukavva kartonlarında testliner, kraftliner, saman fluting ve beyaz testliner kağıtlar üzerinde uygulanan testler aşağıdaki Çizelge 3.1. de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Numuneler üzerinde uygulanan testler

Testler	Dalga türleri		
	B+C	B+E	C+E
Cobb (gr/m ²)	•	•	•
Gramaj (gr/m ²)	•	•	•
Yüzey Pürüzlülüğü (µm)	•	•	•
CMT (n)	•	•	•
CCT (Kn.m ⁻¹)	•	•	•
RCT (Kn.m ⁻¹)	•	•	•
Patlama İndeksi (Kpa. (gr/m)	•	•	•
Rutubet (%)	•	•	•
Kopma Uzunluğu En (Km)	•	•	•

Bu çalışmada kullanılan B+C (KSSST) numunesi için K, B+C (BSSSK) numunesi için B, B+C (TSSST) numunesi için T1, C+E (TSSST) numunesi için T2 ve B+E (TSSST) numunesi için T3 ve testliner kağıt için TL, kraftliner kağıt için KL, fluting kağıt için FL ve beyaz testliner kağıt için BTL kısaltmaları kullanılmıştır. Kullanılan malzemelerden alınan numuneler ve kısaltmaları Çizelge 3.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.Çalışmada kullanılan numuneler ve kısaltmaları

Numune	Kısaltması
B+C KSSST	K
B+C BSSSK	B
B+C TSSST	T1
C+E TSSST	T2
B+E TSSST	T3
TESTLİNER	TL
FLUTİNG	FL
KRAFTLİNER	KL
BEYAZ TESTLİNER	BTL

3.2. Metot

Oluklu mukavva üretimde nişasta, reçine, kostik ve boraks karışımı ile kağıt katmanları buhar basıncı ile birlikte silindirler üzerinde bir araya gelerek basınç yoluyla sıkıştırılarak mukavva haline gelerek hat üzerinde ebatlanır. Bitkilerden elde edilen doğal karbonhidratlar nişastadır. Nişastalar birçok farklı bitkiden elde edilebilir. Mısır, buğday, pirinç, arpa, patates ve bezelye gibi bitkiler en çok kullanılan bitkilerdir (OMÜD, 2015; Özpınar, 2001). Tutkal içindeki işlevi kostiği etkisiz hale getirmek olan boraks tutkalın kağıda çabuk nüfuz etmesini engeller, tutkalın viskozitesini sabit olmasını sağlar ve jelleşme sıcaklığını yükseltir (OMÜD, 2015). Bu işlemler sırasında kullanılan katkı maddeleri aşağıdaki Çizelge 3.3.’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Oluklu mukavva üretiminde kullanılan katkı maddeleri

Katkı maddeleri	Eklenen oran (kg)	Karıştırma süresi
İlk su	%90,7	20 Dakika
İlk nişasta	%7,71	
Kostik	%1,48	
İkinci su	%68,8	20 Dakika
İkinci nişasta	%30,8	
Boraks	%0,89	

3.2.1. Fiziksel Testler

Farklı kombinasyonlarda B+C, E+B ve C+E çift dalga oluklu mukavvalarda kullanılan testliner, saman fluting, kraftliner ve beyaz testliner kağıtlara fiziksel ve yüzey pürüzlülüğü testleri uygulanmıştır. Fiziksel testler Cobb, Gramaj, CCT, RCT, CMT, patlama, hava geçirgenliği, ECT, rutubet, enine ve boyuna kopma testleri uygulanmıştır.

3.2.1.1. Cobb Testi

Belirli bir sürede oluklu mukavvanın absorbladığı su miktarının belirlemesidir. Birimi gr/m²'dir. Karton veya kağıdın su almaya karşı direncidir. Karton ve kağıdın birim yüzeyde 10 mm su altında belirli bir sürede yüzeyinden ne kadar su absorbladığını ölçmek amacı ile uygulanır. Hazırlanan numuneler hassas terazide 0.01 gr hassasiyet ile tartıldıktan sonra uygun bir şekilde Cobb test cihazına yerleştirilir.

Bu çalışma için numuneler her grup için 15*15cm ve 3'er adet olarak hazırlandı. Hazırlanan numuneler hassas terazide tartılarak ağırlıkları hesaplandı. Tartılan numuneler cobb testi cihazına yerleştirildi. 100 ml saf su numunenin üzerine eklendi ve 120 saniye bekletildi. Süre dolduktan sonra fazla su dökülüp numuneler hassas terazide tartıldı. Cobb testi hem dış yüzey hem de iç yüzey için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Aşağıdaki verilen formül ile hesaplanır.

$$c = 100 \times (b - a) \quad (1)$$

a => Test parçasının ıslatılmadan önceki ağırlığı (g)

b => Test parçasının ıslatıldıktan sonraki ağırlığı (g)

c => Absorblanan su miktarı, Cobb değeri (g)

Cobb testinin önemli olmasının nedeni, oluklu kutu üretiminde kullanılan liner kağıdında, çoğu yapıştırma tutkallarının su bazlı olmasıdır. Bu tutkal türünün kullanılması sonucu olarak yapıştırmada su absorblama yeteneği önemi artmaktadır. Oluklu üretiminde Cobb değerinin düşük olması (düşük absorblama) tutkal suyunun jel fazından önce çekilmesine ve tebeşirimsi bağların oluşmasına neden olur. Bunun sonucu olarak bağlanma zayıflığı oluşur. Oluklu üretiminde Cobb değerinin yüksek olması (yüksek absorblama) ise tutkalın kağıda nüfuzu azalır. Nüfuz azaldıkça bağlanmada zayıf olmasına ve buhar duşunun nüfuzunu engelleyerek flute'nin meydana gelmesinde sorunlara neden olur. Kısaca Cobb değerinin düşük veya yüksek olması durumunda dengelenmesi için kullanılan tutkal yapıştırıcılardaki değişikliklerle giderilmektedir.

Cobb testinin oluklu mukavva üzerindeki önemli etkilerinden biride kartonun baskı ve işleme özellikleri üzerine etkisidir. Ofset baskı esnasında kauçuk üzerindeki gereksiz suyun kağıt tarafından emilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra PVA esaslı tutkalların içerisindeki suyun karton tarafından emilmesi gerekmektedir. Kısaca Cobb testi karton yüzeyinin suya karşı göstermiş olduğu direnç yâda suyu emme ölçüsü yâda kartonun tutkallama derecesidir. Bu yüzden Cobb değeri testi çok önemlidir.

Kartonun Cobb değerinin ölçülmesi Cobb-60 testiyle yapılmaktadır. Bu testte 60 sn'de 1 m² karton yüzeyinin emdiği su miktarı hesaplanmaktadır. Su emme durumundan kaynaklı karton yüzeyinde deformasyon meydana gelir. Ayrıca Cobb değeri yapışabilirliği olumsuz etkilemektedir. Hem yan hem dolum işlemlerinde kullanılan tutkallar genelde PVA esaslı dispersiyon tutkallarıdır. Bu tutkallardaki su oranı yaklaşık %50'dir. Bu su oranı karton tarafından belli bir sürede emilmesi gerekmektedir. Bu emilim, yani Cobb değeri ile kontrol altında tutulmaktadır (Önen, 2002).

Cobb testinin yapılışı; öncelikle numuneler 105 °C'lik etüvde 5 dakika bekletilir. Daha sonrasında etüvden alınan numuneler ortam sıcaklığında soğumaya bırakılır. Soğuyan numuneler hassas terazide ilk ağırlık (a) tespit edilir. Testte tabi tutulacak kartonun yüzeyi yukarı gelecek şekilde Cobb aletinin lastiği üzerine yerleştirilip sabitlenir. Son işlem olarak oluklu mukavvanın üzerine 100 ml saf su dökülür ve 120 saniye beklenir.

3.2.1.2. Gramaj Testi

Standart atmosfer şartlarında 1 m² alana sahip kağıdın ağırlığının g cinsinden değeri, o kağıdın gramajı olarak ifade edilir. ISO 536, FEFCO No 2, TS 8310, TAPPI T

410'a göre yapılır. Düşük olması taşıma performansını etkilerken; değişken olması nem ve poroziteyi değiştirdiği için bobin dönüşünü etkiler. Birimi g/m² dir (Önen, 2002; TAPPI, 1995). Oluklu mukavvanın 1m² ağırlığının bulunması için gramaj testi yapılır.

Testin yapılışında öncelikle alınan numune hassas terazide tartılır, 106 ile çarpılır en ve boyunun çarpımından çıkan sonuca bölünür (Sefa, 2009).

3.2.1.3. Rutubet Tayini

Kağıtların rutubet ölçümüne başlanmadan önce kondisyonlanmış ağırlıklar belirlenir. Daha sonra fırın kurusu ağırlıklar belirlenir. Bu işlem ISO 287 (TS 11093-3, 2001) standart yöntemi ile yapılır. Formülü ise;

$$R = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100 \quad (2)$$

R: Nem oranı (%)

A₀: Kondisyonlanmış haldeki ağırlık (g)

A: Fırın kurusu ağırlık (g)

3.2.1.4. CMT (Concora Medium Test) Oluklu Düz Ezilme Testi

Ondüle edilmiş fluting kağıdın yüzey ezilme direncinin belirlenmesidir (Uysal, 1997). Laboratuvarında oluklu hale getirilmiş kağıdın yatay olarak konulup, dik bir kuvvetle ondülelerin ezilmeye direncini tespit etmek için yapılır. TAPPI T 809'a göre uygulanır. Oluklu mukavva üretildikten sonra, yatay dayanımlarının ne olacağının önceden saptanması için yapılır. Düşük CMT değeri sonucunda oluklu mukavvanın yastıklama, çekme, besleme, taşıma merdaneleri ve diğer üretim aşamalarında bozucu etkiler ortaya çıkmasına neden olur. Yüksek CMT, flute oluşumunda problemlere ve diğer üretim basamaklarında çatlamalara neden olacaktır. CMT birimi “Newton (N)” dur. Ondüle edilmiş fluting kağıdın yüzey ezilme direncinin belirlenmesidir. Standart atmosfer şartlarında kağıdın yüzeyine dik olarak bir basınç uygulanması sonucunda olukların ezilmesi için gerekli basınç miktarıdır (TAPPI, 1995).

Oluklu mukavvalar için çok önemli test olan oluklu kağıdı 10 dalga ezilme direnci testi aynı zamanda düz ezilme testi olarak adlandırılmaktadır. Birimi N olan ezilme direnci testi Zwick/Roell Test Cihazı'nda ISO 7263 (TS ISO 11093-9) standart yöntemine göre yapılmaktadır. Olan oluklu kağıdı 10 dalga ezilme direnci testi 10 adet tepe noktası olan oluklu şerit üzerinde yapılmaktadır. Test sırasında oluklar basıncın etkisiyle elastik bir hal alırlar. Basıncın artıp elastikiyet sınırını aşması sonucu oluklarda ezilme oluşur ve

deformasyon meydana gelir. Bu mantıktan yola çıkarak bu testin yapılma amacı olukların dayanıklılığını ve kağıdın rijiditesini belirlemektir.

Bu testte kullanılacak örneklerin boyutları 12,7 mm genişlikte ve 152,4 mm uzunluğunda alınır. Örnekler öncelikle oluklandırma cihazında 170 ± 5 °C’de oluklandırma işlemi yapılır. Hemen ardından çift taraflı bantlara yatay olarak yapıştırılarak test numuneleri hazırlanır. Hazırlanan numunelerde CMT0 ve CMT30 saptanır. Laboratuvar tipi oluklandırma cihazları A tipi oluk yapmaktadır bu nedenle farklı yiv tipleri için tekrar hesaplama yapmak gerekmektedir. Yüzeyi yivli olan malzemelerin CMT direnci oluklu mukavvalardaki en önemli kalite özelliği olarak bilinmektedir (Markström, 1999).

Testin yapılışında öncelikle testte en az 10 numune kullanılır ve ortalamaları alınır. Deney standart atmosfer şartlarında yapılır. Kullanılacak numunenin alanı tayin edilir, dikkat edilecek husus su yönünün uzun kenara paralel olmasıdır. Numune alt plakaların merkezine yerleştirilir, belirlenen süre kadar bekletilir ve oluk tabakası ezilmeden dayanabildiği en fazla kuvvete 1 kgf yaklaşımla kaydedilir. Deney sırasında, olukların yana eğilmesi halinde bu numunelerle elde edilen deney sonuçları dikkate alınmaz. Yeni deney numuneleri ile deney tekrarlanır.

$$X = F / A \quad (3)$$

X=yüzey ezilme dayanımı, kgf/m²

F=en fazla kuvvet, kgf

A=deney numunesinin yüzey alanı, m²’dir. Bu formüle göre hesaplanır (Dinç, 2009; Çelik, 1991).

3.2.1.5. CCT (Corrugated Crush Test) Dikey Ezilme Testi

Bu test yalnız ondüle tabakada kullanılacak kağıtlar için yapılır. Ara kağıtta kenar ezilme dayanımını ölçer (Sefa, 2009). Kağıt su yönünde kesilip, laboratuvarda oluklu hale getirilir. CCT dik şekilde duran ondülelere uygulanan dik bir kuvvetle, ondülelerin dayanabileceği maksimum yükü belirlemek için uygulanır. Oluklu mukavva üretildikten sonra dayanımlarının ne olacağının önceden saptanması için yapılır. Düşük değerde olması üretilecek kutunun stoklama performansını düşürecektir. CCT’nin birimi kN/m’dir. Testi TAPPI T824’e göre yapılır (TAPPI, 1995).

Dikine ezilme testi de denilen bu testin birimi kN’dur. Bu test Zwick/Roell Test Cihazı’nda TAPPI 824 (SCAN-P42) yöntemine göre yapılmaktadır. Testte kullanılacak olan örneklerin boyutları, 12,7 mm genişlikte ve 152,4 mm uzunlukta olmalıdır. Teste

başlamadan önce örnekler oluklandırma cihazında 170 ± 5 °C’de oluklandırılır. Sonrasında oluklandırıcı ile aynı profile sahip yüzeyler arasına dikey durumda olacak biçimde tutturulur ve basınç uygulanır.

Testin yapılışında öncelikle test edilecek kağıt 177 ± 8 °C ’de ısıtılır. Kağıt bu sıcaklıkta Ondüle Yapıcı (MediumFluter) makinesinden geçirilerek oluklu haline getirilir. Metal oluklu tutucuya yerleştirilen numune test cihazının alt plakası konulur. Cihaz çalıştırılır, oluklu örneğinin dayandığı maksimum kuvvet kaydedilir (Dinç, 2009; Çelik, 1991).

3.2.1.6. BST (Bursting Test) Patlama Dayanımı Testi

BST testi ile kağıt, karton ve oluklu mukavvanın hidrolik basınç altında patlamadan dayanabileceği maksimum basınç değerini tespit etmek amaçlanır. Kutunun düşmesi durumunda iç kuvvetlere karşı patlama dayanımını gösterir. Test TAPPI T 807 ve DIN 53141'e göre yapılabilir. Test edilecek malzemenin cinsine göre numune boyutu ve sıkıştırma basıncı seçildikten sonra, test parçası patlama cihazının çeneleri arasında sıkıştırılarak hidrolik basınç yardımı ile yükselen bir membran aracılığıyla patlatılır. Patlama anında maksimum hidrolik basınç kaydedilir. Sonuç, her iki yüzde eşit sayıda yapılmış test sonuçlarının ortalaması alınarak hesaplanır. Birimi Kpa.(gr/m) dir. Oluklu mukavvada BST değerinin düşük olması, kutunun düştüğünde patlama dayanımını azaltır (TAPPI, 1995).

Bu test Zwick/Roell Test Cihazı’nda ISO 2759 (TS 3123, 2004) standart yöntemine göre yapılır. Standart yöntemine göre zar üzerine uygulanan kuvvet düşey yönde eşit bir şekilde uygulanmalıdır. Test sırasında kağıt kauçuk zara karşı baskı yapılarak kauçuk zara hidrolik bir basınç uygulanır ve bu basınç sonucunda kağıt patlar. Bu kağıdın patlama anındaki patlama direnci belirlenir ve bu değer kağıdın gramajına bölünmesi sonucunda patlama indisi saptanır.

Testin yapılışında öncelikle oluklu mukavvadan alınan test örneği (kırıksız şartlandırılmış numunelerde en az 10x10 mm veya A4 büyüklüğünde, oluklu mukavvalarda en az 30x30 mm ebadında olmalıdır) sıkıca daire şeklinde yüzeylerin arasında tutturulur ve sıvı, elastik diyaframın altından, yuvarlak serbest test alanının üzerinden pompalanarak, örnek patlayıncaya kadar tek tarafına düzenli artan basınç uygulanır. Örneğin dayandığı en yüksek basınç değeri kaydedilir (Dinç, 2009).

3.2.1.7. RCT (Ring Crush Test) Halkasal Ezilme Testi

Dış kağıttan kesilmiş test örneğinin, kenarına dik olarak uygulanan ezme kuvvetine karşı direncini belirlemek amacı ile yapılır (Sefa, 2009). Dairesel ezilme dayanımı da denir. TAPPI T818/DIN 53134'e göre yapılır. Oluklu mukavva liner kağıtlarında kullanılır. Daire şeklinde yerleştirilmiş kağıt şeridin kenarlarının ezilmesi için gerekli minimum kuvveti gösterir. Bu değerin düşük olması kutu stoklama performansında düşmeye neden olur. Birimi kN/m dir (TAPPI, 1995). Küçük bir dairesel alanda delik açılana kadar basınç uygulamak koşuluyla yapılır. Dışarıya doğru bir iç basınç oluşturan ve dolayısıyla kutunun içinde hareket ederek kutu duvarında bir ters basınç oluşturan maddeler içeren kutularda çatlama gerilimi daha yüksektir (Aşan ve Fenmen, 2000).

Testin yapılışında öncelikle test edilecek kağıdın kalınlığı disk çapına göre seçilir. Kesilen numunelerden üç tanesinin üst yüzü dışa, üç tanesinin üst yüzü içe bakacak şekilde teker teker dairesel numune tutucuya yerleştirilir. Test numunesinin iki ucunun yarığa gelmemesine dikkat edilir. Yapılan altı ölçümün ortalaması alınarak RCT olarak kaydedilir. Dairesel tutucuya yerleştirilen test numunesinin cihazın ortasına gelecek şekilde olmasına dikkat edilir. Cihazın üst plakası yavaş yavaş aşağı doğru indirilerek belli bir kuvvet uygulanır. Dayandığı maksimum kuvvet kaydedilir (Dinç, 2009).

3.2.1.8. ECT (Edge Crush Test) Kenar Ezilme Testi

DIN 53149'a göre yapılır. Tek yüzü hariç tüm oluklu mukavva türlerine uygulanabilir. Birim uzunlukta oluklu mukavvanın dik olarak durduğunda ondülelerin ezilmesi için gerekli maksimum kuvvettir. ECT değeri, bu malzemeden yapılan oluklu mukavva ambalajının sıkıştırılabilme dayanımını, dolayısıyla taşıyabileceği maksimum yükü ve üst üste stoklama dayanımını verir. Birimi kN/m'dir (TAPPI, 1995). Bu deney dikine yerleştirilmiş küçük bir oluklu ya da karton örneğinin sıkıştırmaya karşı dayanıklılığını ölçmek için kullanılır. Bu test oluklu mukavvaya uygulanan testlerin en pratik olanıdır. Çünkü malzemenin sertliğini yansıtır ve istifleme performansı ile yakından ilgilidir. Böyle olmakla birlikte kalite spesifikasyonu oluşturmada o kadar sık kullanılmaz. ECT oluklu kenar ezilme dayanımı testi ile BCT kutu çökme dayanımı ile orantılıdır (Aşan ve Fenmen, 2000).

Testin yapılışında öncelikle dikdörtgen bir örnek (örn: 10 x 2,5 cm ebadındaki kesilen test numunesi) oluk yönü plakalara dik olacak şekilde test cihazına yerleştirilir. Test numunesi iki tarafından çelik plakalarla desteklenir ve cihaz çalıştırılır. Bozulma

başlayıncaya kadar artan bir sıkıştırma gücü uygulanır. Test numunesinin ezilmeye dayandığı maksimum değer kaydedilir (Dinç, 2009; Çelik, 1991).

3.2.1.9. Kopma Uzunluğu Tayini

Kopma uzunluğu mutlak bir değerdir. Ayrıca m² ağırlığı belli olan kağıtlar için geçerlidir. Kopma uzunluğu tayini TS 3121 (1996)'e göre yapılır. Numuneler 15 mm genişliğinde ve 100 mm uzunluğunda şeritler halinde hazırlanır. Makineye koyulan deney numunesinin koptuğu anda ekranda okunan (R) değeri okunur. Bu değer aşağıdaki formülde yerine konularak numunenin kopma uzunluğu değeri okunur (Özdemir 2006).

$$Kopma\ Uzunluğu = \frac{R}{g \times a} \times 100 \quad (4)$$

R= kgN/m

g= Kağıdın genişliği (mm)

a= Gram cinsinden kağıdın m² ağırlığı

3.2.1.10. Kalınlık Testi

Kartonun, liner ve ondüle kağıtların iki yüzeyi arasındaki mesafenin mikrometre ile ölçülmesi sonucunda belirlenen değerdir. Kalınlık ISO 3034, FEFCO No 3, TAPPI T 411'e veya DIN 53105 standartlarına göre belirlenir. Liner ve ondüle kağıtlarında görünen kalınlık farklılıkları kağıtta kabarıklık ve tansiyon değişkenliği problemleri görülmesine neden olmakla birlikte oluklu mukavvada depolama ömrünü de etkiler. Ayrıca karton kutularda kalınlığın artmasına bağlı olarak kartonun stiffness değerinin de 5-8 kat artmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak karton kutu üretiminde minimum gramaja maksimum kalınlık hedeflenmektedir. Kalınlık sadece stiffness değerini değil, kartonun fiziksel, optik ve elektriksel özelliklerini de etkilemektedir (TAPPI 1995, Tuncer 2010).

Deneğin yapılışında mikrometre kullanılır. Mikrometre ile kalınlık mm cinsinden ölçülür. Öncelikle test örneği mikrometrenin arasına konulup sıkıştırma işlemi uygulanır. Ölçü cihazı ölü ağırlıklı kadran göstergeli düz dairevi örslü ve ortak merkezli düz basınç ayaklı mikrometredir. Örs ve basınç ayağının alanı 10cm² ± 0,2 cm² olmalıdır (TAPPI 1995, Tuncer 2010).

3.2.1.11. Hava Geçirgenliği Tayini

Deney numunesinden birim zamanda birim alanda geçen havanın cm³ cinsinden miktarıdır. Kağıt üretimi sırasındaki dövme miktarı arttıkça kağıdın hava geçirgenlik değeri de artmaktadır (Özdemir 2006; Eroğlu 1985). Ayrıca kağıdın hava geçirgenliği tayini kağıdın porozitesi hakkında bilgi verir.

Hava geçirgenliği tayini TS 8310 (Nisan 1990)'a göre yapılır. Deney GURLEY aletiyle yapılmaktadır. Alet  zerindeki iki çizgi arasındaki süre saniye cinsinden bir değer olarak okunur. Bu değer kağıdın hava geçirgenlik değeridir.

3.2.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Bu test“MarSurf M 300” Test Cihazı’nda  l  mler ISO 4287 standardına göre yapılır. Test cihazındaki 5  m çaplı elmas uçlu tarama iğnesi numune üzerinde aşağı-yukarı hareket ederek yüzeyde bulunan girinti ve çıkıntılarını belirleyerek yüzey pürüzlülüğü değerini okuma ekranına Ra, Rz ve Rmax olarak verir. Burada;

Ra, profil girintileri ve çıkıntılarını arasında merkez çizgisi ortalama pürüzlülük değerleri,

Rz, on nokta pürüzlülüğü,

Rmax en büyük pürüzlülük değerini ölçülmüştür.

Ayrıca  l me işleminde; tarama uzunluğu 12,5 mm,  l me hızı 0,5 mm/sn, sınır dalga boyu $\lambda_c = 2,5$ mm alınarak oda sıcaklığında yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. B+C, C+E ve B+E Dalga Oluklu Mukavvanın Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Oluklu mukavvaya uygulanan cobb testinde cobb değerinin düşük olması tebeşirimsi bağların oluşmasına neden olurken yüksek olmasında tutkal nüfuzunu azaltmaktadır. Bu yüzden cobb değerinin standart düzeyde tutulması gerekmektedir. Gramajın yüksek olması malzemenin direnç özelliklerine olumlu etkisi olmaktadır. Fakat yüksek gramajlı kartonların kullanım alanını kısıtlayabilmektedir. Bu yüzden kullanım alanına ve ihtiva edilecek malzemeye göre kartonun gramajı değişiklik gösterir ve kullanım amacına göre karton kullanılmalıdır. Kartonun önemli kullanım amaçlarından birisi korunan malzemeyi rutubetten korumaktır. Kartonun rutubetli olması fiziksel özelliklere olumsuz etki yaratan bir durumdur. Rutubetin yüksek olması kullanılan tutkalın özelliklerine ve dayanımına etki ederek patlamalara neden olur. Ayrıca lifler arasındaki bağları gevşeterek patlama ve yırtılmalara neden olur. Bununla birlikte ihtiva edilen malzeme cinsine göre zararları olabilmektedir. CMT değerinin yüksek olması korunan malzeme cinsine göre olumlu ya da olumsuz etkisi olmaktadır. Ancak CMT değerinin standardın altında olması korunan malzemenin ezilmesine veya kırılmasına deforme olmasına neden olmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda korunacak malzemenin cinsine göre oluklu mukavva seçimi yapılmalıdır. CCT değerlerinde mutlak bir direnç özellik istenir. Bir oluklu mukavvanın dikey yönünde ezilme eğilimi göstermesi istenmeyen bir durumdur. Aksi durumda korunan malzemede hasar oluşması kaçınılmazdır. Bir oluklu mukavvanın patlama dayanımı ne kadar yüksek olursa kalitesi de o kadar yüksek olur.

Kartonun halkasal ezilme değerinin düşük olması kutu stoklama performansında düşmeye neden olur. Bir oluklu mukavvanın kenar ezilme değerinin yüksek olması istenir. Buna doğru orantılı olarak oluklu mukavvanın fiziksel özelliklerinde iyi olduğunu gösterir. Oluklu mukavvalarda kopma değerinin yüksek olması malzemenin mekanik özelliklerinin iyi olduğunu gösterir. Buna bağlı olarak oluklu mukavvalarda kopma değeri yüksek olan kartonlar tercih edilmelidir. Korunacak malzeme cinsine göre oluklu mukavvanın kalınlığı seçilmelidir. Ayrıca korunacak malzeme uzun süre korunmak istiyorsa nem ve dış ortamdaki korunması için kalın oluklu mukavva kullanılmalıdır. Oluklu mukavva ne kadar az hava geçirirse korunacak malzemenin ömrü de o kadar uzar. Bu yüzden hava geçirgenlik değeri düşük olan malzemelere uzun süreli korunacak malzemelerin yerleştirilmesi tavsiye edilir. B+C, C+E VE B+E dalga oluklu mukavvaya ait fiziksel test sonuçları Çizelge 4.1. de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 1. Oluklu mukavvaya uygulanan fiziksel testler

Numuneler	Uygulanan fiziksel testler				
	Cobb Testi (Dış Yüzey) (gr/m ²)	Cobb Testi (İç Yüzey) (gr/m ²)	Gramaj (gr/m ²)	ECT (kn/m)	Kalınlık (mm)
B+C KSSST	44.57	54.27	574.30	5.82	6.39
B+C BSSSK	46.77	54.97	688.70	9.03	6.59
B+C TSSST	46.13	57.00	518.00	5.14	6.30
C+E TSSST	46.23	56.70	540.30	5.69	5.29
B+E TSSST	45.50	55.87	498.90	6.03	4.29

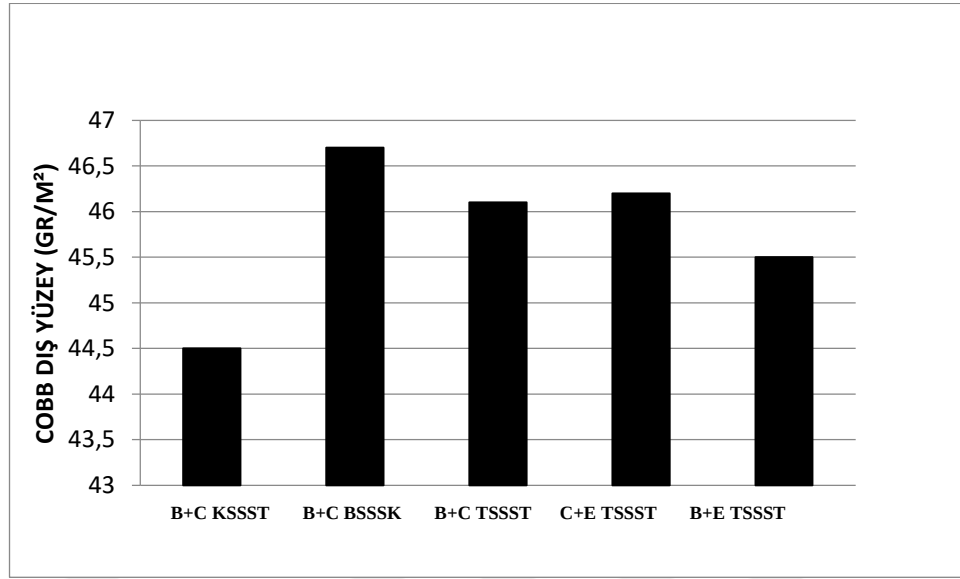
Bu tez kapsamında B+C (BSSSK), B+C (TSSST), C+E (TSSST) ve B+E (TSSST) çift dalga oluklu mukavva kartonlar üzerinde cobb, gramaj, kalınlık, ECT ve yüzey pürüzlülüğü testleri uygulanmıştır. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlar üzerinde cobb, gramaj, rutubet, patlama, CMT, CCT, RCT, en ve boy kopma, gurley ve yüzey pürüzlülüğü testleri uygulanmıştır.

4.1.1. Cobb Testi

Cobb testi 15*15 cm boyutlarındaki numunelerin hem dış yüzeyinde hem de iç yüzeyinde 4 tekrarlı olarak cobb testi uygulanmıştır. Oluklu mukavvaya ait dış yüzey test sonuçları Çizelge 4. 2' de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 2. Oluklu mukavvaya ait dış yüzey cobb test sonuçları

Dış yüzey	Ortalama(gr/m ²)
K	44,57
B	46,77
T1	46,13
T2	46,23
T3	45,50



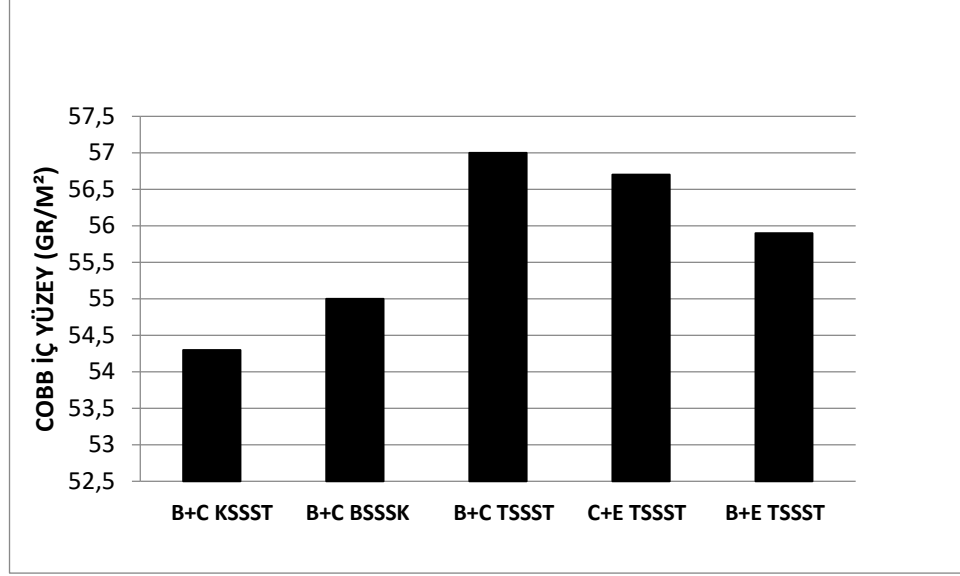
Şekil 4. 1.Oluklu mukavva için cobb testi dış yüzey parametreleri

Şekil 4. 1’de oluklu mukavva için Cobb testi dış yüzey parametreleri verilmiştir. K numunesi cobb testi dış yüzey ortalama değeri 44,57 gr/m², B numunesi cobb testi dış yüzey ortalama değeri 46,77 gr/m², T1 numunesi cobb testi dış yüzey ortalama değeri 46,13 gr/m², T2 numunesi cobb testi dış yüzey ortalama değeri 46,23 gr/m² ve T3 numunesi cobb testi dış yüzey ortalama değeri 45,50 gr/m² olarak belirlenmiştir.

Oluklu mukavvaya ait iç yüzey cobb test sonuçları Çizelge 4.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 4. 3. Oluklu mukavvaya ait iç yüzey cobb test sonuçları

İç yüzey	Ortalama(gr/m ²)
K	54,27
B	54,97
T1	57,00
T2	56,70
T3	55,87



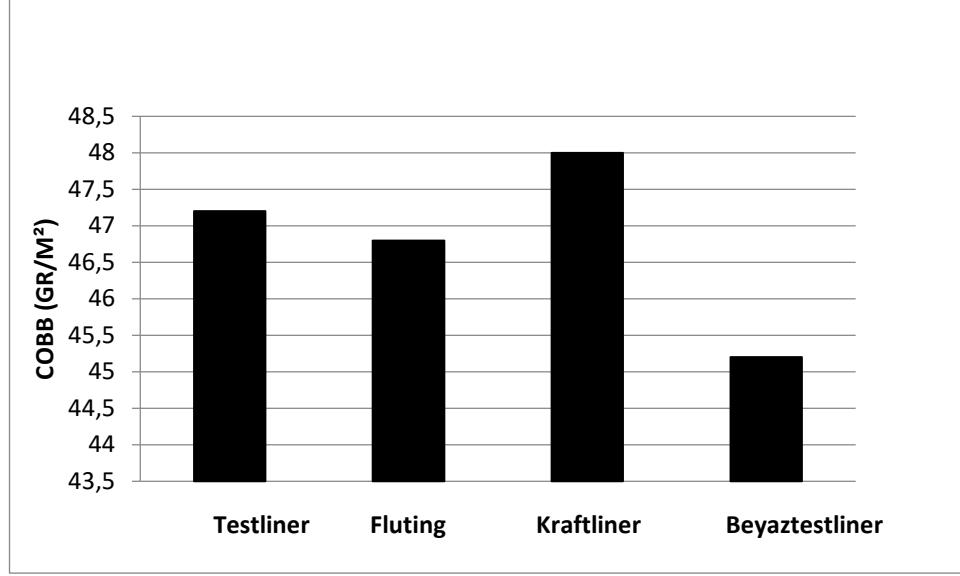
Şekil 4. 2. Oluklu mukavvaya ait iç yüzey cobb test sonuçları

Şekil 4. 2’de oluklu mukavva için Cobb testi iç yüzey parametreleri verilmiştir. K numunesi cobb testi iç yüzey ortalama değeri 54,27 gr/m² , B numunesi cobb testi iç yüzey ortalama değeri 54,97 gr/m², T1 numunesi cobb testi iç yüzey ortalama değeri 57,00 gr/m², T2 numunesi cobb testi iç yüzey ortalama değeri 56,70 gr/m² ve T3 numunesi Cobb testi iç yüzey ortalama değeri 55,87gr/m² olarak belirlenmiştir.

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarda 15*15 cm boyutlarındaki numunelerle 4 tekrarlı Cobb testi yapılmıştır. Çizelge 4.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 4. 4. Testliner, Kraftliner, Fluting ve Beyaz testliner kağıtlara ait Cobb test sonuçları

Numuneler	Ortalama(gr/m ²)
TL	47,20
FL	46,80
KL	48,00
BTL	45,23



Şekil 4. 3. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait cobb test sonuçları

Şekil 4. 3’de Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için Cobb testi parametreleri verilmiştir. TL numunesi için Cobb testi ortalama değeri 47,20 gr/m² , FL numunesi için Cobb testi ortalama değeri 46,80gr/m², KL numunesi için Cobb testi ortalama değeri 48,00 gr/m² ve BTL numunesi için Cobb testi ortalama değeri 45,23 gr/m² olarak belirlenmiştir.

Bir kağıdın yüzeyinin ıslanmasına rağmen kağıdın suyu içeri sızdırılmasını geciktirme özelliğine su geçirmezlik denir. Sıvının 180 derecelik bir temas açısı halinde sıvı kâğıda hiç nüfuz etmez (Casey, 1961).

4.1.2. Gramaj Testi

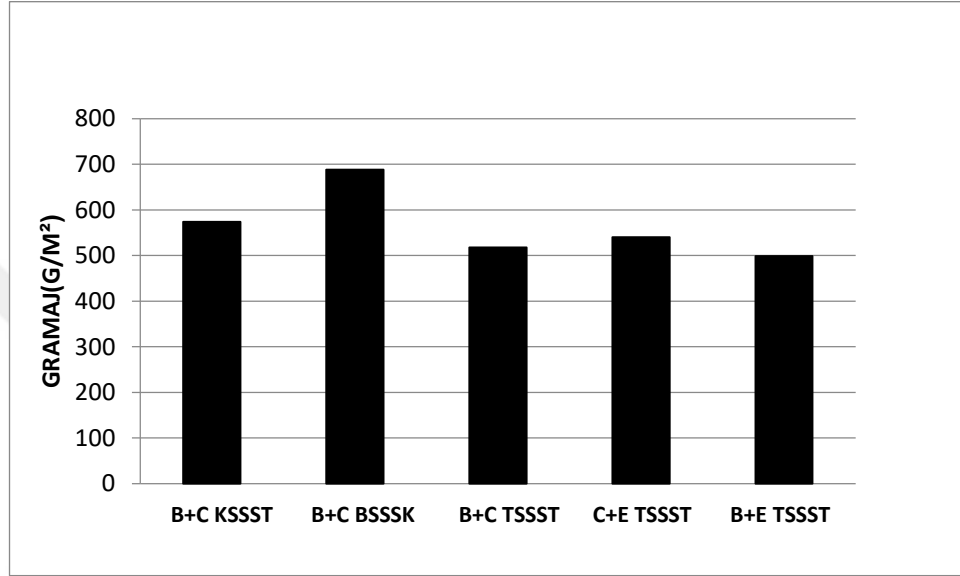
Oluklu mukavvaya ait gramaj test sonuçları Çizelge 4. 5’te gösterilmiştir.

Çizelge 4. 5.Oluklu mukavvaya ait gramaj test sonuçları

Numuneler	Ortalama(gr/m ²)
K	574,3
B	688,7
T1	518,0
T2	540,3
T3	498,9

Oluklu mukavvaya ait gramaj test sonuçları Şekil 4. 4’de gösterilmiştir.

Şekil 4.4’de oluklu mukavvaya ait gramaj testi parametreleri verilmiştir. K numunesi için gramaj testi ortalama değeri 574,3 gr/m², B numunesi için gramaj testi ortalama değeri 688,7 gr/m², T1 numunesi için gramaj testi ortalama değeri 510,0 gr/m², T2 numunesi için gramaj testi ortalama değeri 540,3 gr/m² ve T3 numunesi için gramaj ortalama değeri 498,9 gr/m² olarak belirlenmiştir.



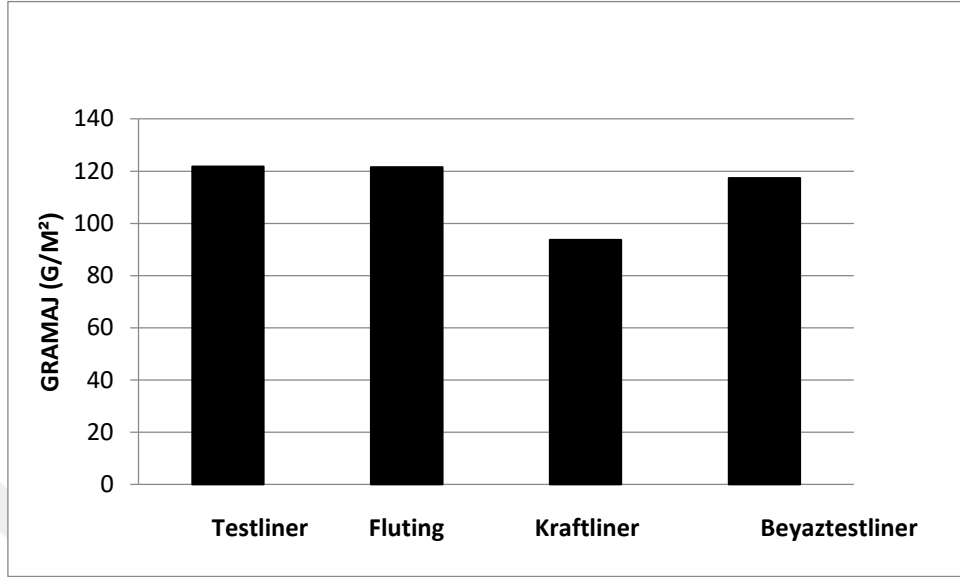
Şekil 4. 4.Oluklu mukavvaya ait gramaj test sonuçları

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait gramaj test sonuçları Çizelge 4. 6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait gramaj test sonuçları

Numuneler	Ortalama(gr/m ²)
TL	121,8
FL	121,5
KL	93,7
BTL	117,3

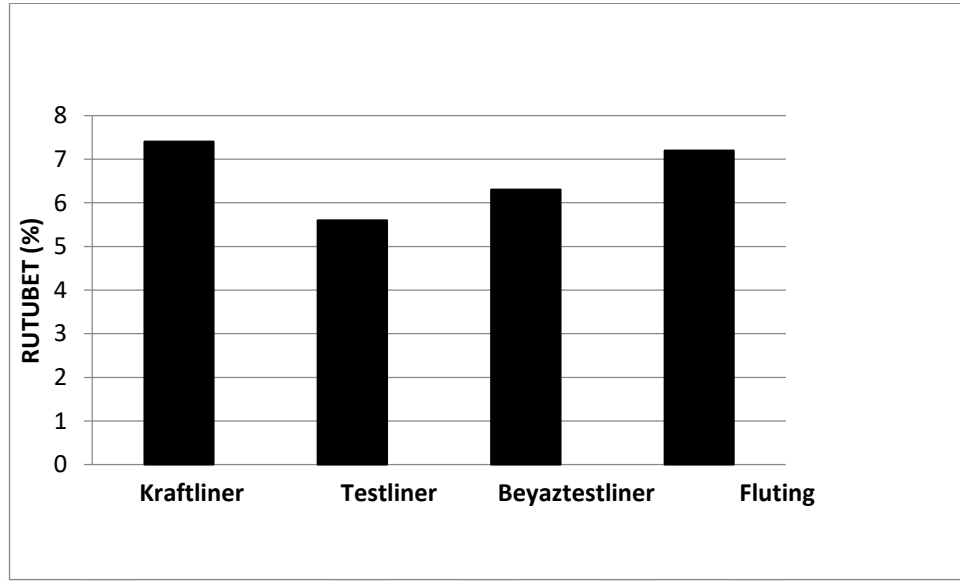
Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarda ait gramaj test sonuçları Şekil 4. 5.'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 5. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kâğıtlarına ait gramaj test sonuçları

Şekil 4.5'te Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için gramaj testi parametreleri verilmiştir. TL numunesi için gramaj testi ortalama değeri 121,8 gr/m² , FL numunesi için gramaj testi ortalama değeri 121,5 gr/m², KL numunesi için gramaj testi ortalama değeri 93,7 gr/m², ve BTL için gramaj testi ortalama değeri 117,3 gr/m² olarak belirlenmiştir.

4.1.3. Rutubet Testi

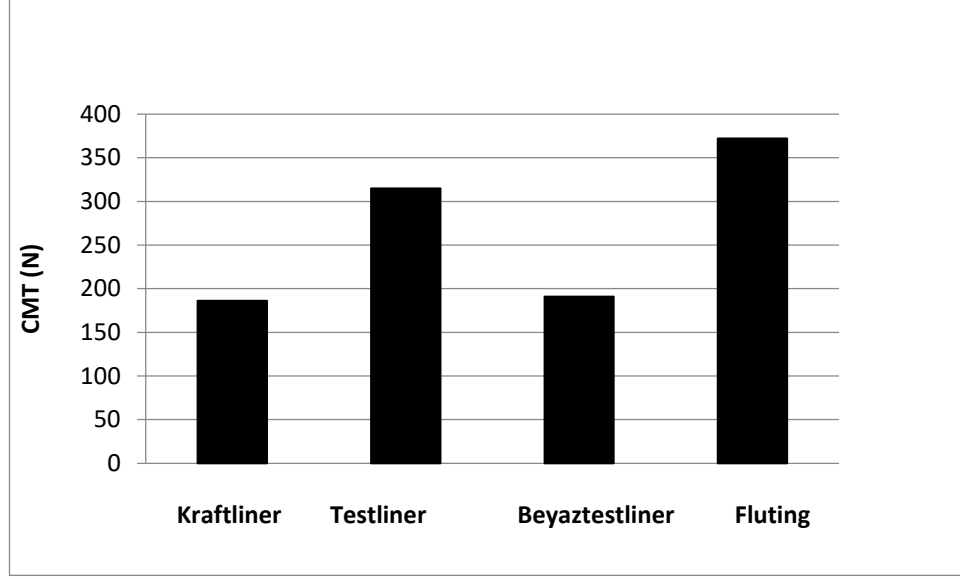


Şekil 4. 6. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait rutubet test sonuçları

Şekil 4. 6.'da Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için rutubet testi parametreleri verilmiştir. KL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 7, TL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 5,6, BTL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 6,3 ve FL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 7,2 olarak belirlenmiştir.

4.1.4. Oluklu Düz Ezilme (CMT)

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait oluklu düz ezilme (cmt) test sonuçları Şekil 4. 7'da gösterilmiştir.



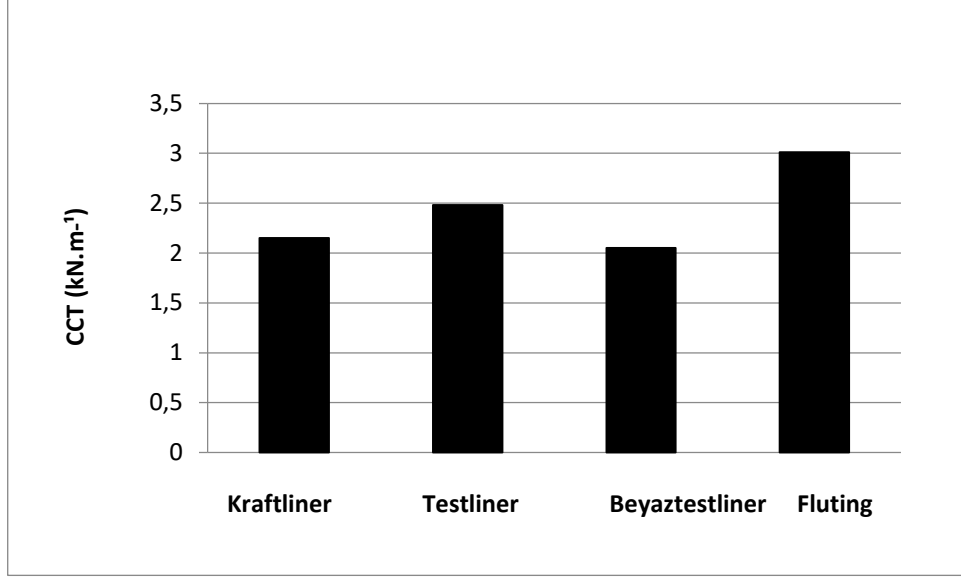
Şekil 4. 7. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait oluklu düz ezilme (cmt) test sonuçları

Şekil 4. 7’da Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için oluklu düz ezilme testi parametreleri verilmiştir. KL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 186 N, TL numunesi için oluklu düz ezilme testi ortalama değeri 315 N, BTL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 191 N ve FL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 372 N olarak belirlenmiştir.

Lineer ve Fluting kağıtların farklı özelliklerinin ön plana çıkması ve standart malzeme seçimi yapılabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Örneğin Fluting kağıtlarda Yüzey Ezilme (CMT) değerinin yüksek olması istenmektedir (Tuncel, 2010).

4.1.5. Dikey Ezilme (CCT)

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait dikey ezilme (cct) test sonuçları Şekil 4. 8’da gösterilmiştir.



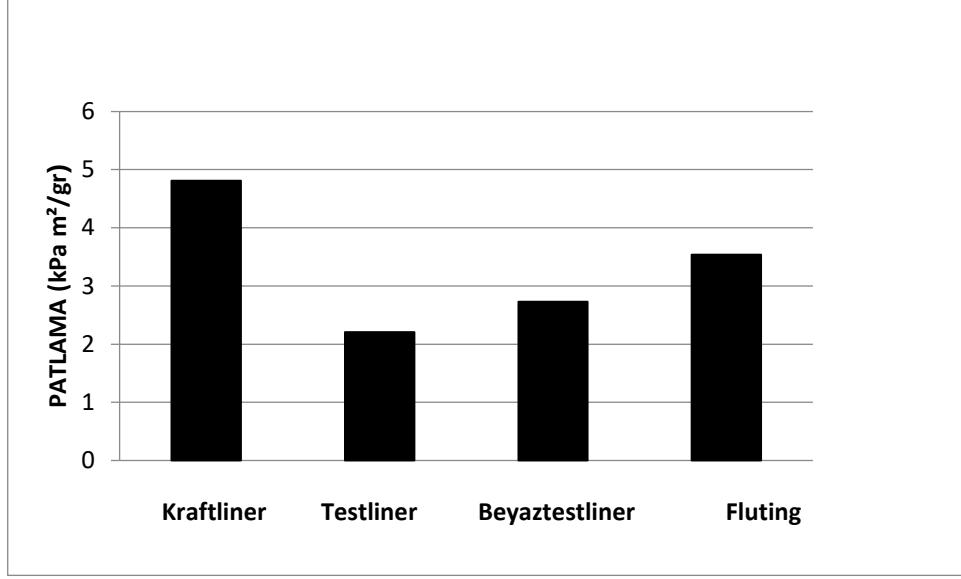
Şekil 4.8. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlara ait dikey ezilme (cct) test sonuçları

Şekil 4.8’ de Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için dikey ezilme testi parametreleri verilmiştir. KL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 2,15 kN.m⁻¹, TL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 2,48 kN.m⁻¹, BTL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 2,05 kN.m⁻¹, ve FL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 3,01 kN.m⁻¹ olarak belirlenmiştir.

4.1.6. Patlama İndisi Tayini (BURST)

Şekil 4. 9’de Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için patlama testi parametreleri verilmiştir. KL numunesi için patlama testi ortalama değeri 4,81 kPa m²/gr, TL numunesi için patlama testi ortalama değeri 2, kPa m²/gr dır. BTL numunesi için patlama testi ortalama değeri 2,73 kPa m²/gr ve FL numunesi için patlama testi ortalama değeri 3,54 kPa m²/gr olarak belirlenmiştir.

Kağıt üretimi sırasında kağıdın içerisinde kalan kırıntı elyaflar ve dolgu maddelerinin miktarı lifler arasındaki bağların kuvvetini azalttığından dolayı kağıdın patlama indisine olumsuz etkisi olmaktadır (Karademir ve İmamoğlu, 2006).

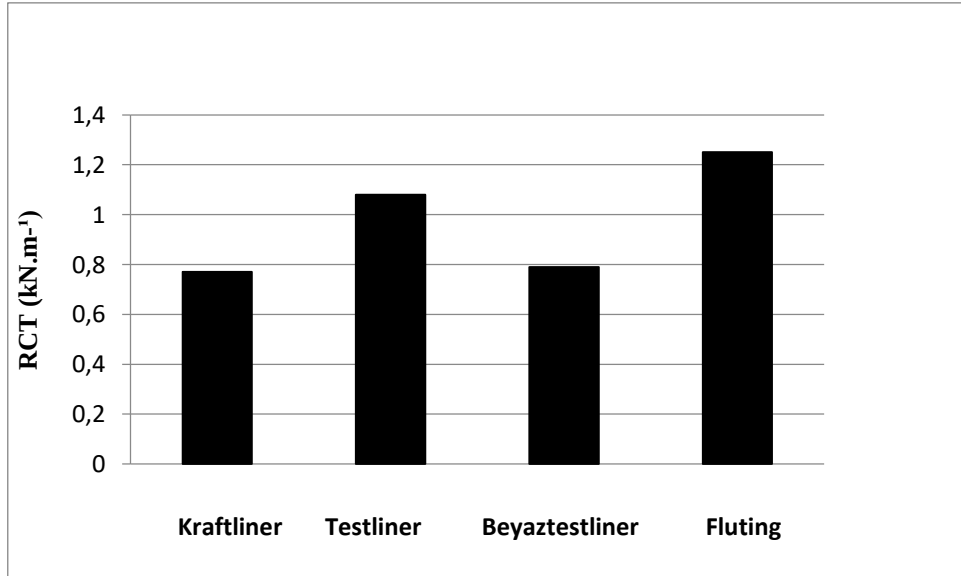


Şekil 4. 9. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlara ait patlama (burst) test sonuçları

4.1.7. Halkasal Ezilme (RCT)

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlara ait halkasal ezilme (RCT) test sonuçları Şekil 4.10’de gösterilmiştir.

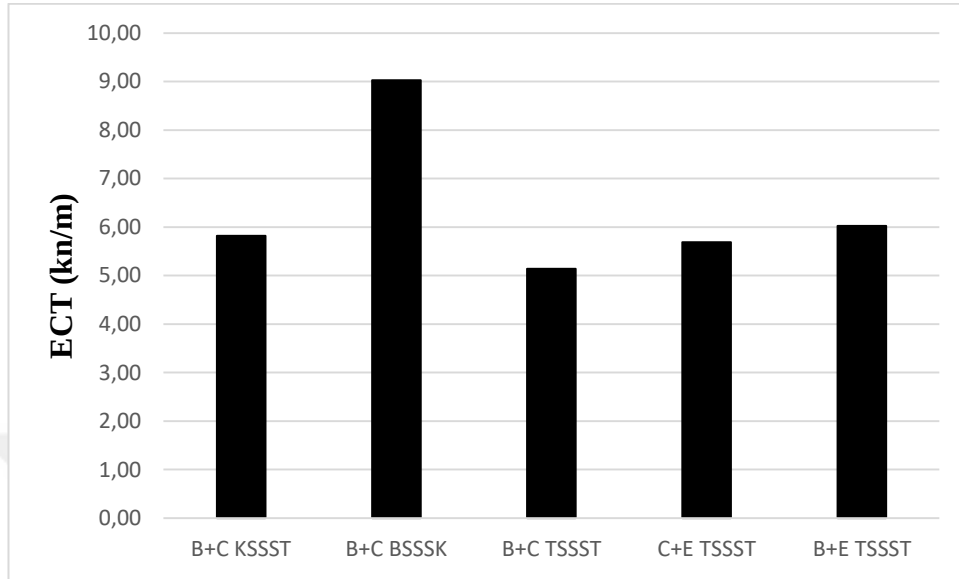
Şekil 4.10’de Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için halkasal ezilme testi parametreleri verilmiştir. KL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $0,77 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$, TL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $1,08 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$, BTL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $0,79 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$ ve FL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $1,25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 10. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kâğıtlarına ait halkasal ezilme (rct) test sonuçları

4.1.8. Kenar Ezilme Testi (ECT)

Oluklu mukavvaya ait ect test sonuçları Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



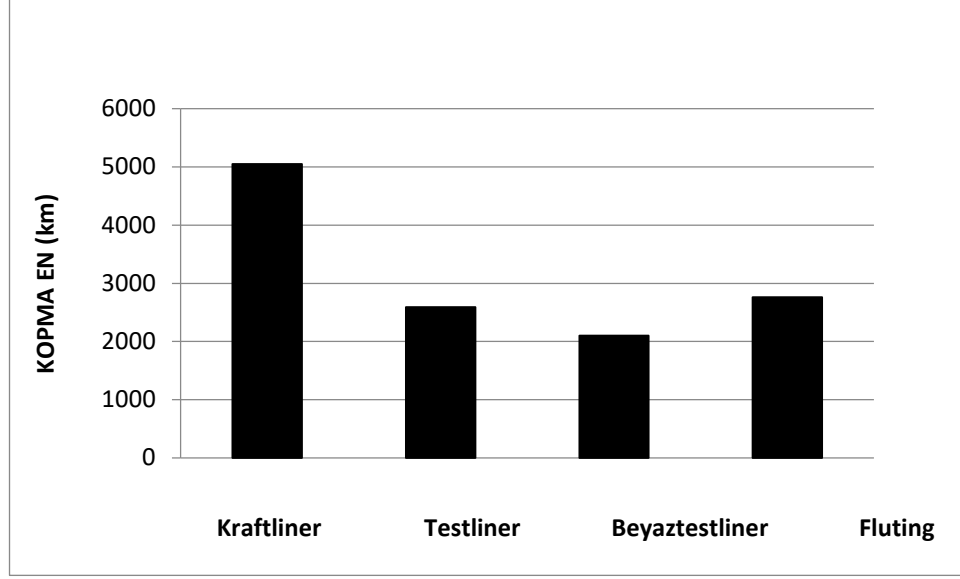
Şekil 4. 11. Oluklu mukavvaya ait ect test sonuçları

Şekil 4.11’de oluklu mukavvaya ait kenar ezilme testi testi parametreleri verilmiştir. K numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri 5,8 kN/m, B numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri 9,03 kN/m², T1 numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri 5,14 kN/m, T2 numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri 5,69 kN/m ve T3 numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri 6,03 kN/m olarak tespit edilmiştir.

Kenar ezilme testi elde edilen ürünün direnç özelliklerini temsil etmektedir. Ayrıca bu test sonucundabulunan veriler sayesinde elde edilen ürünün kullanım yerine uygunluğu tespit edilmektedir (Bildik, 2017).

4.1.9. Kopma İndisi Tayini

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait kopma en test sonuçları Şekil 4.12’te gösterilmiştir.

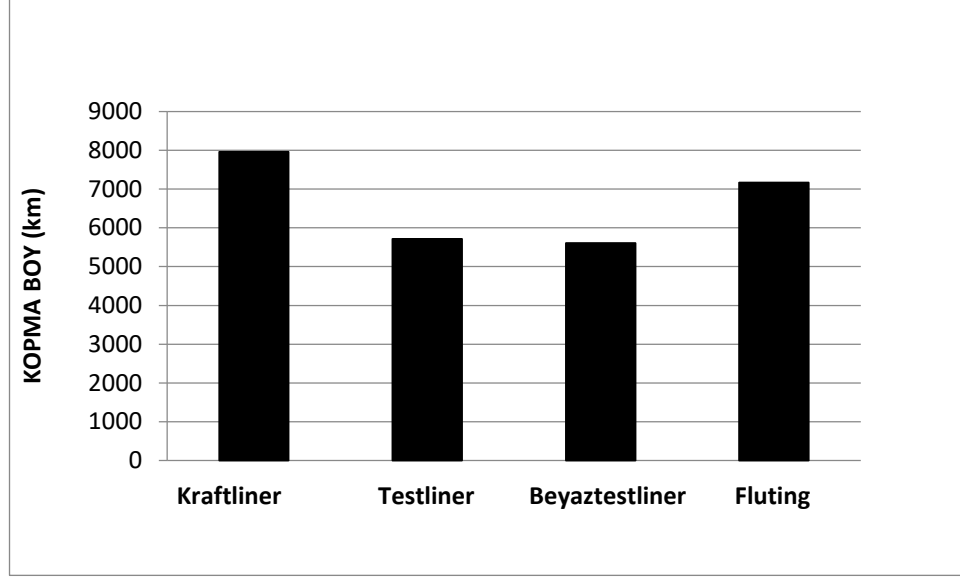


Şekil 4. 12. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait kopma en test sonuçları

Şekil 4.12’te Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için kopma testi (en) parametreleri verilmiştir. KL numunesi için kopma testi ortalama değeri 5051 km, TL numunesi için kopma testi ortalama değeri 2589 km, BTL numunesi için kopma testi ortalama değeri 2103 km ve FL numunesi için kopma testi ortalama değeri 2760 km olarak belirlenmiştir.

Kopma uzunluğu düşük bağıl nemde en yüksek seviyeye ulaşırken nem oranı arttıkça lifler arası bağların zayıflamasından dolayı kopma uzunluğu gerilme devamında sürekli azalma gösterir. Fakat deney koşulları eski haline gidildiğinde kaybedilen sağlamlık özellik geri kazanılır (Eroğlu, 19859).

Şekil 4.13’te Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için kopma testi (boy) parametreleri verilmiştir. KL numunesi için kopma testi ortalama değeri 7957 km, TL numunesi için kopma testi ortalama değeri 5716 km, BTL numunesi için kopma testi ortalama değeri 5608 km ve FL numunesi için kopma testi ortalama değeri 7167 km olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 13. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için kopma testi (boy) parametreleri

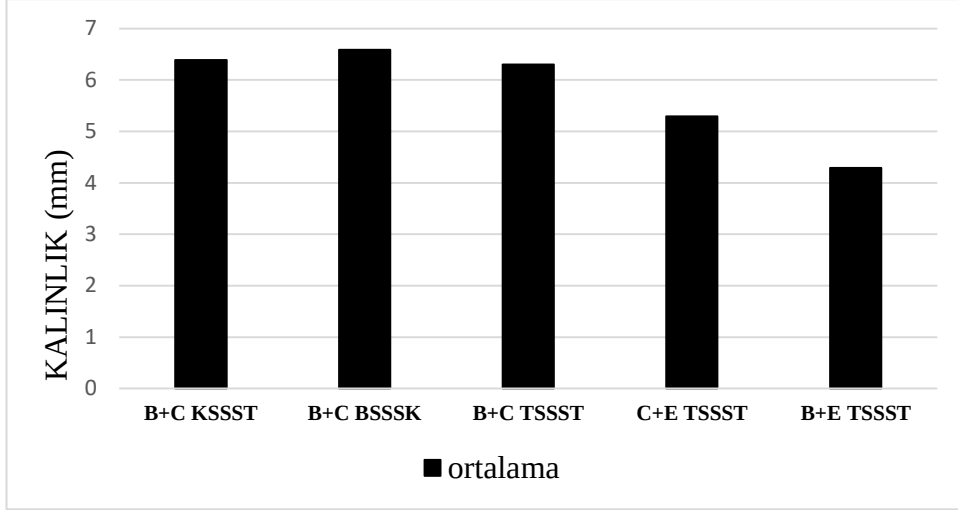
4.1.10. Kalınlık

Oluklu mukavvaya ait kalınlık testi ortalama sonuçları Çizelge 4. 7’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Oluklu mukavvaya ait kalınlık testi ortalama sonuçları

Numune	Ortalama (mm)
K	6,39
B	6,59
T1	6,30
T2	5,29
T3	4,29

Oluklu mukavvaya ait kalınlık testi ortalama sonuçları Şekil 4.14’da gösterilmiştir.

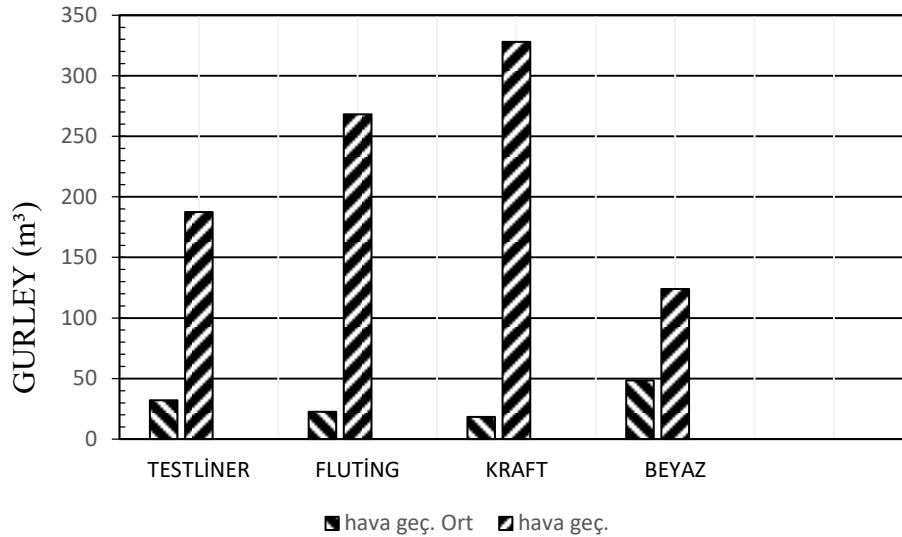


Şekil 4. 14. Oluklu mukavvaya ait kalınlık testi ortalama sonuçları

Şekil 4.14’da oluklu mukavva kalınlık testi parametreleri verilmiştir. K numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 6,39 mm, B numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 6,59 mm, T1 numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 6,30 mm, T2 numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 5,29 mm ve T3 numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 4,29 mm olarak tespit edilmiştir.

4.1.11. Hava Geçirgenliği Testi

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait hava geçirgenliği (gurley) test sonuçları Şekil 4.15’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 15. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait hava geçirgenliği (gurley) test sonuçları

Şekil 4.15’de Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için gurley parametreleri verilmiştir. TL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 32,01 m³ , FL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 22,38 m³ , KL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 18,30 m³ ve BTL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 48,44 m³ olarak belirlenmiştir. Şekil 4.17’de Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarda kağıtları için gurley parametreleri verilmiştir. TL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 187,44 m³ , FL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 268,06 m³ , KL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 327,87 m³ ve BTL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 123,86 m³ olarak belirlenmiştir.

Bir kağıt malzemenin hava geçirgenliği değeri kağıt numunenin yapısında bulunan hava geçitleri ile doğru orantılıdır. Bu bilgiden yola çıkarak, üretimi sırasında fazla dövülmemiş ve saçaklanmamış olan iri ve uzun liflerden elde edilen kağıtlarda hava geçirgenliği değeri genelde yüksek çıkmaktadır. Aksi durumda ise hava geçirgenliği değeri oldukça düşük çıkmaktadır (Mousa ve ark., 2003, Pettersson ve ark., 2005).

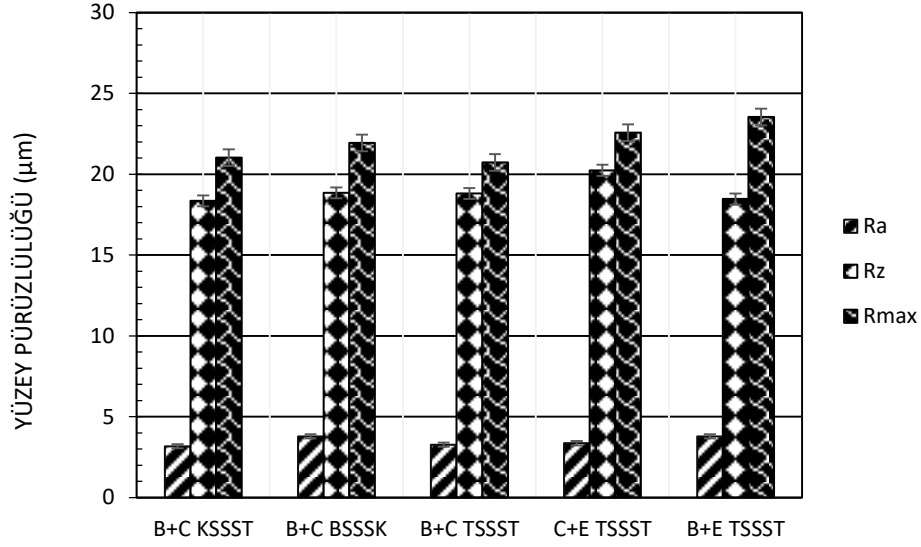
4.2. B+C, C+E ve B+E Dalga Oluklu Mukavvanın Yüzey Pürüzlülüğü Testine Ait Bulgular

Oluklu mukavvaya ait standart sapma ve ortalama sonuçları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8.Oluklu mukavvaya ait standart sapma ve ortalama sonuçları

Numuneler	Standart sapma(μ m)		
	Ra	Rz	Rmax
K	3,17 (0,23)*	18,35 (1,17)*	21,02 (0,87)*
B	3,78 (0,16)*	18,85 (1,23)*	21,93 (1,29)*
T1	3,27 (0,11)*	18,81 (0,52)*	20,72 (1,63)*
T2	3,36 (0,21)*	20,24 (1,03)*	22,56 (0,59)*
T3	3,78 (0,24)*	18,46 (0,82)*	23,54 (0,66)*

Oluklu mukavvaya ait standart sapma ve ortalama sonuçları Şekil 4.16’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 16. Oluklu mukavvaya ait standart sapma ve ortalama sonuçları

Şekil 4.16’de Yüzey pürüzlülüğü parametresi test sonuçları K numunesi için Ra değeri 3.17μm, Rz değeri 18.35μm ve Rmax değeri 21.02μm olarak tespit edilmiştir. B numunesi için Ra değeri 3.78μm, Rz değeri 18.85μm ve Rmax değeri 21.93μm olarak tespit edilmiştir. T1 numunesi için Ra değeri 3.27μm, Rz değeri 18.81μm ve Rmax değeri 20.72μm olarak tespit edilmiştir. T2 numunesi Ra değeri 3.36μm, Rz değeri 20.24μm ve Rmax değeri 22.56μm olarak tespit edilmiştir. T3 numunesi için Ra değeri 3.78μm, Rz değeri 18.46μm ve Rmax değeri 23.54μm olarak tespit edilmiştir.

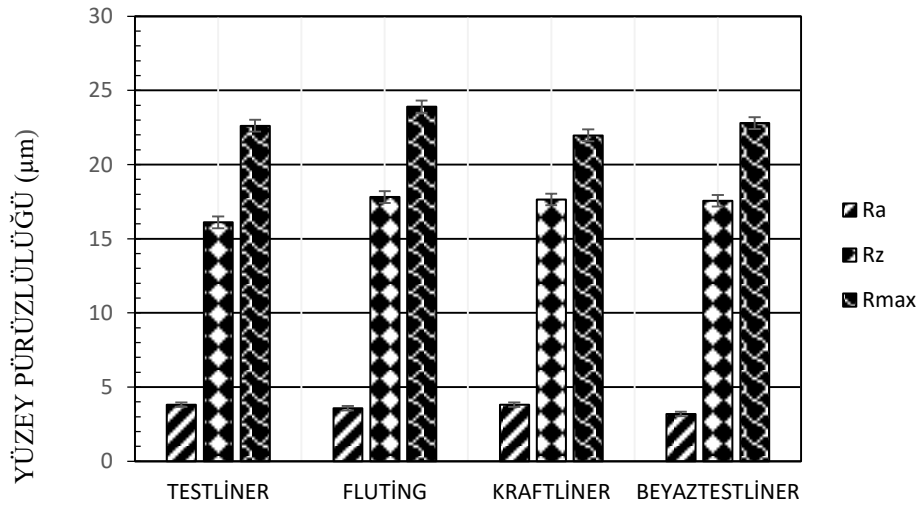
Yüzey pürüzlülüğü “perdah” olarak tanımlanabilmektedir. Kağıt malzemenin yüzey düzgünlüğü arttıkça yüzey enerjiside artar. Ayrıca kağıdın yüzey pürüzlülüğü arttıkça kağıdın baskı özellik ve kalitesinde önemli etkileri vardır (Aydemir, 2014).

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait standart sapma ve ortalama sonuçları Çizelge 4.9’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait standart sapma ve ortalama sonuçları

Numuneler	Ortalama (μm)		
	RA	RZ	RMAX
TL	3,82 (0,10)*	16,11 (1,40)*	22,62 (1,00)*
FL	3,57 (0,19)*	17,81 (1,04)*	23,91 (1,15)*
KL	3,82 (0,17)*	17,65 (1,38)*	21,97 (1,58)*
BTL	3,19 (0,16)*	17,56 (1,43)*	22,80 (1,80)*

Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait standart sapma ve ortalama sonuçları Şekil 4.17’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 17. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarına ait standart sapma ve ortalama sonuçları

Şekil 4.17’de Yüzey pürüzlülüğü parametresi test sonuçları TL numunesi için Ra değeri $3.82\mu\text{m}$,Rz değeri $16.11\mu\text{m}$ ve Rmax değeri $22.62\mu\text{m}$, FL numunesi için Ra değeri $3.57\mu\text{m}$,Rz değeri $17.81\mu\text{m}$ ve Rmax değeri $23.91\mu\text{m}$, KL numunesi için Ra değeri $3.82\mu\text{m}$,Rz değeri $17.65\mu\text{m}$ ve Rmax değeri $21.97\mu\text{m}$, BTL numunesi için Ra değeri $3.19\mu\text{m}$,Rz değeri $17.56\mu\text{m}$ ve Rmax değeri $22.80\mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında ürettiğimiz oluklu mukavva ve testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlara toplamda 12 adet test uygulanmıştır. Bu testler cobb, gramaj, rutubet, yüzey pürüzlülüğü, CMT, CCT, BURST, RCT, ECT, MD ve CD kopma, kalınlık ve gurley testleri uygulanmıştır.

Çalışma kapsamında fluting, kraftliner, testliner ve beyaz testliner kağıtlar kullanılarak oluklu mukavva üretiminde farklı dalga kombinasyonlarının kalite özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Oluklu mukavva, testliner kağıt, fluting kağıt, beyaz testliner kağıt ve kraftliner kağıt üzerinde uygulanan 12 adet test sonuçları aşağıda sıralanmıştır:

1. Oluklu mukavvaya uygulanan cobb testi dış yüzeyde K numunesinde 44,57 gr/m² , B numunesinde 46,77 gr/m² , T1 numunesinde 46,13 gr/m² , T2 numunesinde 46,23 gr/m² ve T3 numunesinde 45, 50 gr/m² olarak tespit edilmiştir. Uygulanan cobb testi iç yüzeyde K numunesinde 54,27 gr/m² , B numunesinde 54,97 gr/m² , T1 numunesinde 57,00 gr/m² , T2 numunesinde 56,70 gr/m² ve T3 numunesinde 55,87 gr/m² olarak tespit edilmiştir. Testliner kağıt, fluting kağıt, beyaz testliner kağıt ve kraftliner kağıt üzerinde uygulanan cobb testi sonuçları TL numunesinde 47,20 gr/m² , FL numunesinde 46,80 gr/m² , KL numunesinde 48,00 gr/m² ve BTL numunesinde 45,23 gr/m² olarak tespit edilmiştir. Cobb değerinin düşük olması tebeşirimsi bağların oluşmasına neden olurken yüksek olmasıda tutkal nüfuzunu azaltmaktadır. Bu yüzden cobb değerinin standart düzeyde tutulması önerilir.
2. Oluklu mukavvaya uygulanan gramaj testi K numunesinde 574,3 gr/m² , B numunesinde 688,7 gr/m² , T1 numunesinde 518,0 gr/m² , T2 numunesinde 540,3 gr/m² ve T3 numunesinde 498,9 gr/m² olarak tespit edilmiştir. Testliner kağıt, fluting kağıt, beyaz testliner kağıt ve kraftliner kağıt üzerinde uygulanan cobb testi sonuçları TL numunesi için gramaj testi ortalama değeri 121,8 gr/m² , FL numunesi için gramaj testi ortalama değeri 121,5 gr/m² , KL numunesi için gramaj testi ortalama değeri 93,7 gr/m² , ve BTL için gramaj testi ortalama değeri 117,3 gr/m² olarak tespit edilmiştir. Gramajın yüksek olması malzemenin direnç özelliklerine olumlu etkisi olmaktadır. Fakat yüksek gramajlı kartonların

kullanım alanını kısıtlayabilmektedir. Bu yüzden kullanım alanına ve ihtiva edilecek malzemeye göre kartonun gramajı değişiklik gösterir ve kullanım amacına göre karton kullanılmalıdır.

3. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan rutubet testi parametreleri KL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 7, TL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 5,6, BTL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 6,3 ve FL numunesi için rutubet testi ortalama değeri % 7,2 olarak tespit edilmiştir. Kartonun önemli kullanım amaçlarından birisi korunan malzemeyi rutubetten korumaktır. Kartonun rutubetli olması fiziksel özelliklere olumsuz etki yaratan bir durumdur. Rutubetin yüksek olması kullanılan tutkalın özelliklerine ve dayanımına etki ederek patlamalara neden olur. Ayrıca lifler arasındaki bağları gevşeterek patlama ve yırtılmalara neden olur. Bununla birlikte ihtiva edilen malzeme cinsine göre zararları olabilmektedir.
4. Oluklu mukavvaya uygulanan yüzey pürüzlülüğü testi parametre sonuçları K numunesi için Ra değeri 3.17 μ m, Rz değeri 18.35 μ m ve Rmax değeri 21.02 μ m olarak tespit edilmiştir. B numunesi için Ra değeri 3.78 μ m, Rz değeri 18.85 μ m ve Rmax değeri 21.93 μ m olarak tespit edilmiştir. T1 numunesi için Ra değeri 3.27 μ m, Rz değeri 18.81 μ m ve Rmax değeri 20.72 μ m olarak tespit edilmiştir. T2 numunesi Ra değeri 3.36 μ m, Rz değeri 20.24 μ m ve Rmax değeri 22.56 μ m olarak tespit edilmiştir. T3 numunesi için Ra değeri 3.78 μ m, Rz değeri 18.46 μ m ve Rmax değeri 23.54 μ m olarak tespit edilmiştir. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan yüzey pürüzlülüğü testi parametre sonuçları TL numunesi için Ra değeri 3.82 μ m, Rz değeri 16.11 μ m ve Rmax değeri 22.62 μ m, FL numunesi için Ra değeri 3.57 μ m, Rz değeri 17.81 μ m ve Rmax değeri 23.91 μ m, KL numunesi için Ra değeri 3.82 μ m, Rz değeri 17.65 μ m ve Rmax değeri 21.97 μ m, BTL numunesi için Ra değeri 3.19 μ m, Rz değeri 17.56 μ m ve Rmax değeri 22.80 μ m olarak tespit edilmiştir.
5. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan oluklu düz ezilme testi parametreleri KL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 186 N, TL numunesi için oluklu düz ezilme testi ortalama değeri 315 N, BTL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 191 N ve FL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri 372 N olarak belirlenmiştir.

CMT değerinin yüksek olması korunan malzeme cinsine göre olumlu ya da olumsuz etkisi olmaktadır. Ancak CMT değerinin standardın altında olması korunan malzemenin ezilmesine veya kırılmasına deforme olmasına neden olmaktadır. Yapılan CMT testi için en iyi sonuç Testliner kağıtta elde edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda korunacak malzemenin cinsine göre oluklu mukavva seçimi yapılmalıdır.

6. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan dikey ezilme testi parametreleri KL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $2,15 \text{ kN.m}^{-1}$, TL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $2,48 \text{ kN.m}^{-1}$, BTL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $2,05 \text{ kN.m}^{-1}$, ve FL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $3,01 \text{ kN.m}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.
7. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan patlama testi parametreleri verilmiştir. KL numunesi için patlama testi ortalama değeri $4,81 \text{ mN.m}^2\text{gr}$, TL numunesi için patlama testi ortalama değeri $2,21 \text{ mN.m}^2\text{gr}$, BTL numunesi için patlama testi ortalama değeri $2,73 \text{ mN.m}^2\text{gr}$ ve FL numunesi için patlama testi ortalama değeri $3,54 \text{ mN.m}^2\text{gr}$ olarak tespit edilmiştir. Bir oluklu mukavvanın patlama dayanımı ne kadar ysek olursa kalitesi de o kadar yüksek olur. Yapılan patlama dayanımı testi için en iyi parametre değeri kraftliner kağıtta elde edilmiştir. Bu değer kraftliner kağıdın lifler arasındaki bağın kuvvetli olduğunu gösterir. Bu tür oluklu kartonlarda ağır veya sert malzemeler korunabilir.
8. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan halkasal ezilme testi parametreleri KL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $0,77 \text{ kN. m}^{-1}$, TL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $1,08 \text{ kN.m}^{-1}$, B numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $0,79 \text{ kN.m}^{-1}$ ve FL numunesi için dikey ezilme testi ortalama değeri $1,25 \text{ kN.m}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.
9. Oluklu mukavvaya uygulanan kenar ezilme testi parametreleri K numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri $5,8 \text{ kN/m}$, B numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri $9,03 \text{ kN/m}^2$, T1 numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri $5,14 \text{ kN/m}$, T2 numunesi için kenar ezilme testi

ortalama değeri 5,69 kN/m ve T3 numunesi için kenar ezilme testi ortalama değeri 6,03 kN/m olarak tespit edilmiştir.

10. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan kopma testi (en) parametreleri KL numunesi için kopma testi ortalama değeri 5051 km, TL numunesi için kopma testi ortalama değeri 2589 km, BTL numunesi için kopma testi ortalama değeri 2103 km ve FL numunesi için kopma testi ortalama değeri 2760 km olarak tespit edilmiştir. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için kopma testi (boy) parametreleri KL numunesi için kopma testi ortalama değeri 7957 km, TL numunesi için kopma testi ortalama değeri 5716 km, BTL numunesi için kopma testi ortalama değeri 5608 km ve FL numunesi için kopma testi ortalama değeri 7167 km olarak tespit edilmiştir.
11. Oluklu mukavvaya uygulanan kalınlık testi parametreleri K numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 6,39 mm, B numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 6,59 mm, T1 numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 6,30 mm, T2 numunesi için kalınlık testi ortalama değeri 5,29 mm ve T3 numunesi için kalınlık ortalama değeri 4,29 mm olarak tespit edilmiştir.
12. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtları için uygulanan gurley parametreleri TL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 32,01 m³ , FL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 22,38 m³, KL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 18,30 m³ ve BTL numunesi için hava geçirgenliği testi ortalama değeri 48,44 m³ olarak tespit edilmiştir. Testliner, kraftliner, fluting ve beyaz testliner kağıtlarda kağıtları için uygulanan gurley parametreleri TL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 187,44 m³ , FL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 268,06 m³, KL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 327,87 m³ ve BTL numunesi için hava geçirgenliği testi değeri 123,86 m³ olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, üretilecek ambalaj kartonlarında taşıma sırasında korunacak her malzeme için; koruma süresine, koruma sıcaklığına, koruma rutubetine, üst üste ya da yan yana istif durumuna, baskı boya kalitesine vb. fiziksel ve yüzey özellikleri doğrultusunda oluklu mukavva kullanım tercihi yapılmalıdır. Çünkü en büyük tasarruf ve kaliteli hizmet, en doğru kağıt kalitesi ve en uygun dalga kombinasyonu ile mümkün olmaktadır.

KAYNAKLAR

- AMBALAJ DÜNYASI, 2013. ASD Hakkında. S. 6. İstanbul. Sayı:151.
- ANONİM, 2008. ISO 7263, Oluklu Orta Katı – Laboratuvar Oluklu Kağıtları için Düz Ezilme Direnci Belirleme, Türk Standartları Enstitüsü, ICS 85.060
- ANONİM, 2008. ISO 9895: Kağıt ve Karton – Basınç Direnci – Kısa Mesafe Testi, Türk Standartları Enstitüsü, ICS 85.060
- ANONİM, 2008. Selüloz ve Kağıt Sanayi Vakfı, 3-6
- ANONİM, TS 1119, Oluklu Mukavvalar
- AŞAN, S. G. ve FENMAN, T. 2000. Ambalaj Sözlüğü Günümüzde Ambalaj Üretimleri ve Türkiye Ambalaj Endüstrisi, Nurol Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi A.Ş., Ankara, Türkiye, 3-4, 22, 29, 118-132.
- BIERMANN, C.J., 1993. Essentials of Pulping and Papermaking. San Diego: Academic Press, Inc. ISBN 0-12-097360-X.
- BİLDİK, A.E., 2010. Oluklu Mukavva Üretiminde Proses Koşullarının Hammaddede Ürün Direnç İlişkisi Üzerine Etkileri, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Ürünleri Kimyası Ve Teknolojisi Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- CLARK, J.A., 1978. Pulp Technology, Mille Freeman Publications, Inc. California.
- ÇAKICI, 1987. Latif, İşletmelerde Ambalaj Sorunları ve Ambalajlama Alanında Gelişmeler, A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, No. 559, Ankara.
- ÇELİK, B. ve ark., 1991. Oluklu Mukavva Ambalajlar, OMÜD Oluklu Mukavva Sanayicileri Derneği, Yayın No:2, İzmir, Türkiye
- ÇİÇEKLER M., 2019. Birincil ve İkincil Lif Karışımlarının Yazı Tabı, Oluklu Mukavva Ve Gazete Kağıdı Üretiminde Kullanımının Araştırılması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi, Kahramanmaraş
- ÇİÇEKLER, M., 2019. Tutuş, A., Kızılçam Kağıt Hamurlarının Test Liner Ve Fluting Kağıtlarının Üretiminde Değerlendirilmesi, International Congress On Agriculture And Forestry Research, Marmaris, Turkey
- DİNÇ S., 2009. Kişisel Görüşme, (Camiş Ambalaj San. A.Ş.- Kalite Kontrol ve Laboratuvar Teknisyeni),
- DURMAZ, L., 2010. Atık Kağıtların Kraft Ambalaj Kağıt Üretiminde Kullanımının Ürün Kalitesine Olan Etkisi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak.

- ERDAL, G., 2009. Etkili Ambalaj Tasarımı, Dora Yayınları, Bursa,
- EROĞLU, H., USTA, M., 2004. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi Ders Kitabı Cilt II. ISBN 975-98513-2-6. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- EROĞLU, H., USTA, M., 2004. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, I. Cilt, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, 310-321
- EROĞLU, H., USTA, M., 2004. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, II. Cilt, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, 1, 199-208
- EROĞLU, H., Usta, M., 2004. Kağıt Ve Karton Üretim Teknolojisi. Selüloz Ve Kağıt Sanay Vakfı, Cilt I-II, Trabzon, 839s.
- EROĞLU, H.: 1985. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, 2. Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon, Türkiye, 522-527.
- ERTEM, HAKAN, 1999. Endüstri Ürünleri Tasarımı Açısından Ambalajın İncelenmesi ve Bir Model Önerisi, Marmara Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Endüstri Ürünleri Tasarımı Anasanat Dalı, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, 1999.
- FEFCO 2009. (European Federation of Corrugated Board Manufacturers), <http://www.fefco.org/index.php?id=4>
- GENÇOĞLU, N. Efe – ŞİMŞEKER, Osman – ÖZDEMİR, Lütfi, 2009. Flekso Baskı Sistemi, Dupont Türkiye, İstanbul, 2009.
- KOCAMAN, Ş. : 2014.Türkiye’de Ambalaj Tasarımında Baskı Teknikleri Ve Yeni Oluşumları, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Grafik Tasarım Ana Sanat Dalı Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,
- MARKSTRÖM, H., 1999. Testing Methods And Instruments For Corrugated Boards, Lorentzen &Wettré Yayıncılık, İsveç, 38-42
- MCKEE, R.C., 1971. Effect of repulping on sheet properties & fiber characteristics. Paper Trade Journal: 155 (5):34.
- OMÜD, 2009. Oluklu Mukavva Sanayicileri Derneği, Broşür, İstanbul, Türkiye,
- OMÜD, 2015. Oluklu Mukavva Sanayicileri Derneği, Oluklu Mukavva El Kitabı. İstanbul.
- ÖNEN, M. O. 2002. Oluklu Mukavva Ambalaj Ürünleri, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Sektörel Araştırmalar, SA-02-02-05, Ankara, Türkiye.
- ÖNEN, M. O., 2007. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Sektörel Araştırmalar, Oluklu Mukavva Ambalaj Ürünleri 1-13.
- ÖNEN, M.H., 2002. Türkiye Kalkınma Bankası A.ş., Sektörel Araştırmalar, Oluklu Mukavva Ambalaj Ürünleri.

- ÖZDEMİR F., 2006. Ofis, Oluklu, Kuşe Ve Gazete Atık Kağıtlarına Reçine Ve Şap İlavesinin Kağıt Özelliklerine Etkisinin Araştırılması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Eylül
- ÖZDEMİR F., DALGIÇ, E., ÖZĞAN A.O., AVŞAR, E. 2018. Kayın Kaplamaların Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Yaşlandırmanın Etkisi, Turkish Journal Of Forest Science, 2(2):142-147.
- ÖZPINAR, C., 2001. Nişasta Üzerine Sterin. Akrilik Asit ve Türevlerinin Graft Kopolimerizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.
- PELLEN, V., 1975. Papier Cannelüre, ATIP, Vol. 29 No. 6, AMBA1AJ 1988, Sayı: 5.
- SEFA, M.: Kişisel Görüşme, (Camiş Ambalaj San. A.Ş.- Kalite Yöneticisi),(2009).
- SMOOK, G. A.:1994.HandbookforPulp&PaperTechnologists, Second Edition,AngusWilde Publications, Canada,
- SMOOK, G.A, 1992. Handbook for Pulp and Paper Technologists, 2nd Edn. Angus Wilde Publications, Vancouver, P 419.
- ŞAHİN, H.T., 1997. New Approaches for Pulping Of Jüte. Msc Theses, University Of Wisconsin, Wi.
- ŞAHİN, H.T., 2014. Geri kazanılmış sekonder liflerin yeniden kullanılması üzerine bir inceleme. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15: 183-188.
- TAPPI Standartları, 1995. TAPPI Test Methods T200-T1210, Atlanta.
- TAPPI Standartları,: 1995. TAPPI Test methods T200-T1210, Atlanta,
- TUNCEL, T., 2010. Karton Ambalaj Ve Oluklu Mukavva Üretiminde Kullanılan Kraft Liner Ve Saman Fluting Malzemelerinin Seçim Kriterlerinin İncelenmesi, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- UÇAR, T.F., 1994. Devrim Halindeki Çağdaş İnsan İçin Ambalaj Tasarımı, Anadolu Sanat Dergisi, sayı: 2,
- USTA, M.; EROĞLU, H: 2004. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, Esen Ofset Matbaacılık, 2. Cilt Trabzon, Türkiye, 312-319.
- UYSAI, C., 1987. Ambalaj Dünyası, Duran Ofset A.Ş., Temmuz 1987, Sayı 2.
- UYSAI, C.: 1997. Oluklu Mukavva El Kitabı, OMÜD Oluklu Mukavva Sanayicileri Derneği, Yayın No:6, İstanbul, Türkiye, 21-36.
- ÜNER, B., ŞAHİN, H.T., 2004. Geri dönüşümde yaş pres ve kurutmanın lif özelliklerine etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 1:145-158.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Eda DALGIÇ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 05.03.1991, TUNCELİ
Medeni hali : Bekâr
E-posta : edalgicc@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KSÜ/ Orman Endüstri Müh. Bölümü	2016
Lise	Tunceli Atatürk Lisesi	2010

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-2019	Göçdiz Ambalaj	Üretim ve Planlama
2020	Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü	Danışman Mühendis

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Özdemir F., **Dalgıç E.**, Özyurt H., Ramazanoğlu D., Tutuş A., 2018. Gökmar (Abies bornmülleriana Mattf.) Ahşabının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Zımparalama ve Kesiş Yönünün Etkisi
2. Özdemir F., Ramazanoğlu D., Özyurt H., **Dalgıç E.**, Tutuş A., 2018. Ceviz kaplamalarının renk ve yüzey pürüzlülüğü üzerine pH etkisinin araştırılması
3. Özdemir F., **Dalgıç E.**, Özgan A.O., Avşar E., 2018. Kayın Kaplamaların Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Yaşlandırmanın Etkisi
4. Özdemir F., Özyurt H., **Dalgıç E.**, Ramazanoğlu D., Tutuş A., 2018. Muskovit Minerali Eklenerek Üretilen Yüksek Yoğunluklu Lif Levhaların (HDF) Yüzey Kalitesinin Araştırılması