



Çeşitli Atık Kağıtların MDF Üretim Sürecinde Hammadde Olarak Değerlendirilmesi^a

Çağrı OLGUN^{1,*}, Saim ATEŞ¹, Mehmet AKÇA¹, Tuba KÜLÇE¹, Özge KABACA¹,
Emrah İLHAN¹, Zafer KARAOĞLAN¹, Merve KAYA¹

¹Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi AD,
Kastamonu

*İletişim yazarı: colgun@kastamonu.edu.tr

Özet

Geri dönüşüm son yıllarda hızla önem kazanan ve hammadde kaynaklarının defalarca kullanımını sağlayan bir kavramdır. Özellikle liflevha ve kağıt endüstrilerinin temel hammaddesi farklı metotlarla elde edilmiş odun lifleridir. Kağıdın yapısı gereği kolayca geri dönüşümü sağlanabilmekte ve içerdiği bitkisel liflerden tekrardan kağıt ve kağıt ürünleri üretilebilmektedir. Bu çalışmada; liflevha endüstrisi için önemli derecede hammadde olma potansiyeli olduğu düşünülen Ofis, Gazete, Karton, Çimento torbası gibi çeşitli atık kağıtlardan elde edilen odun liflerinin mevcut liflevha üretiminde, odun liflerine farklı oranlarda karıştırılarak değerlendirilmesi durumunda levha özelliklerinde meydana gelebilecek değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Laboratuvar şartlarında atık kağıt liflerinin geri dönüşümü sağlanmış ve lifler kurutulmuştur. Kurutulmuş lifler üre formaldehit tutkalı ile tutkallandıktan sonra Kastamonu Entegre A.Ş.'den temin edilen önceden tutkallanmış kayın odunu lifleri ile farklı miktarlarda karıştırılarak (25/75, 50/50, 75/25) yaklaşık 31x36x1,1 cm ebatlarında ortalama 0,7 gr/cm³ yoğunluğu olacak şekilde liflevhalar üretilmiştir. Üretilen liflevhaların yoğunluk, kalınlığına şişme, su alma, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Sonuçta elde edilen yeni karışım levhaların yalıtım v.b. bazı kullanım yerleri için %100 odun lifi kullanılarak elde edilen liflevhalara alternatif olabileceği rahatlıkla söylenebilir.

Anahtar sözcükler: Geri dönüşüm, Atık Kağıt, MDF, Fiziksel Özellikler, Mekaniksel Özellikler.

Utilization of Various Waste Papers as Raw Material in MDF Production Process

Abstract

Recycling is getting more important in recent years and is a concept which enables the use of raw material resources many times. Especially, fundamental raw material for fiberboard and paper industries is wood fibers which are obtained by various methods. The paper may easily be recycled to paper and paper products due to its structure. For this reason paper wastes can be considered as a significant raw potential for fiberboard industry. In this study, it was aimed to investigate the changes on fiberboard properties in case of using the wood fibers together with recycled fibers (official, newspaper, cardboard, and cement bag) in different proportions. In laboratory conditions, the fibers obtained from the waste papers and then the fibers were dried. After gluing the dried fibers with urea formaldehyde, they were mixed with prepared glued beech wood fibers in different amounts (25/75, 50/50, 75/25) provided by Kastamonu Integrated A.S Company. The size of the manufactured boards

^a Bu çalışma TÜBİTAK 2209 A programı tarafından desteklenmiştir

was approximately 31x36x1,1 cm and averagely the density was around 0,7 g/cm³. The changes on density, thickness swelling, water absorption, modulus of elasticity and bending strength of the produced fiber boards were examined. As a result; it is possible to easily say that: for some usage areas like insulation, the produced mixtured boards can be used instead of 100% wood fiber.

Keywords: Recycling, Waste paper, MDF, Physical properties, Mechanical Properties

1. GİRİŞ

M.Ö. 4000 yıllarında, Mısırdaki bulunan papirüs adındaki bitkinin işlenmesi ile oluşturulan kağıt günümüzde yapılışı ve özelliği bakımından çok farklı özelliklere sahiptir. Zamanla kağıt üretimi geliştirilmiş ve çeşitlendirilmiştir. 'Kağıt, bitkisel liflerin özel aletlerde dövülmesi sonucu liflerin keçeleşmesi, saçaklanması, su emerek şişmesi ve mekanik etkiler sonucu kesilmesinden sonra süzgeç üzerinde oluşturulan safihanın daha sonra kurutulmasıyla hidrojen bağlarının oluşumu sonucu belirli bir sağlamlık kazanan düzgün safihadır (Eroğlu ve Usta 2004)'. Hammaddesi odun olan kağıdın tüketimi medeniyetin bir ölçüsü olarak düşünülmektedir. Odun kağıdın dışında bir çok alanda hammadde olarak kullanılmasından dolayı günümüzde çeşitli etkilerinde beraberinde odun hammaddesinin üretiminde ve temininde sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu sıkıntıyı yaşayan alanlardan biride günlük hayatımıza birçok mobilya ürünü ile beraber yer almış olan liflevha sanayisidir. 'Liflevha, odun veya lignoselülozik lifli materyalden elde edilen lifler, yapıştırıcılar ve katkı maddeleri kullanılarak üretilen bir üründür (Güller, 2001)'. Tanımlarından da anlaşılacağı üzere kâğıt ve liflevha ürünlerinin hammaddesi odundan elde edilen bitkisel liflerdir. Bu iki sektör büyüdükçe odun hammaddesine ihtiyaç duyacak, bu durum ülkemiz ve dünyadaki orman alanlarına olumsuz etkilere sebep olacaktır. Dolayısıyla bu ürünleri kullanırken bilinçli şekilde tüketmesine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bu duruma çözüm yollarından biri olarak gösterilen geri dönüşüm; son yıllarda hızla önem kazanan ve hammadde kaynaklarının defalarca kullanımını sağlayan önemli bir kavramdır. Bu kavramla çok çeşitli atık malzemelerde geri dönüşüm yapılmakta, atıklar hammadde olarak kullanılmakta yeni bir maddeye dönüştürülmektedir. Bu kavram kaynak israfını önlemenin yanında, hayat standartlarını yükseltme çabaları ve ortaya çıkan enerji ve hammadde krizi gibi sorunların çözümü için gelişmiş ülkeler tarafından araştırılmakta ve gün geçtikçe birçok atığın yeniden değerlendirilmesi ile ilgili teknolojiler geliştirilmektedir (Gürer vd., 2004).

Atık kağıtlar geri dönüştürülerek; gazete kağıdı üretiminde, kağıt mendil, havlu, peçete üretiminde, kağıt ve karton kutu üretilmesinde, paketleme malzemelerinin imalinde ve yazı kağıtlarının üretiminde, kağıt dışı bazı kalıplanmış ürünlerin üretilmesinde kullanılabilirler (Şahin, 2010). Yukarıdaki sektörlerde atık kâğıtlar geri kazanılarak yeniden hammaddeye dönüştürülmekte hem ekonomiye hem de çevreye olan zararlı etkileri en aza indirilmektedir. Buradan yola çıkarak geri dönüştürülmüş atık kağıtların orta yoğunluklu liflevha (MDF) üretiminde kullanılması ile ülkemizin yıllık enerji tüketiminde oldukça büyük bir miktara sahip liflevha endüstrisinin enerji ihtiyacında kayda değer bir tasarruf edileceği, alternatif hammadde kaynağı olarak kullanımı ile bu sektörün mevcut orman kaynakları üzerinde bulunan tüketim baskısını azaltacağı düşünülebilir.

Krzysik et al. (1993) tarafından yapılan çalışmada atık gazete kâğıtlarının geri dönüşümünden elde edilen lifler ve odun lifleri belirli oranlarda karıştırılarak (%100/0, %50/50,%0/100) ve asetilendirme işlemi uygulanarak farklı miktarlarda yapıştırıcı ve wax kullanılarak 3 ve 11 mm kalınlıkta yüksek yoğunluklu liflevhalar üretmişlerdir. Levhaların su alma, kalınlığına şişme, %50 ve %90 bağıl nemde boyuna genişleme değerleri ile eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerindeki değişimler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda

tutkal miktarının artması ile bütün değerlerin iyileştiği ve asetillenme işleminin levhaların su alma, kalınlığına şişme ve boyuna genişleme değerlerini iyileştirdiğini fakat mekanik değerlerini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Çalışmada geri dönüştürülmüş gazete kağıtlarının levhadaki miktarının artmasının mekanik değerler ve su alma, kalınlığına şişme ve boyuna genişleme değerlerini olumsuz etkilediğini bununda geri dönüşmüş kağıt liflerinin geniş lif yüzeylerinin düşük ve yetersiz bağ yapmalarından kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır.

Krzysik et al. (1997) yaptıkları çalışmada %70 odun lifi %30 atık ofis kağıdı liflerinden 6,13 ve 19 mm orta yoğunluklu liflevha (MDF) üretmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre 6 mm kalınlığa sahip levhaların eğilme direnci ve elastikiyet modülünün standartlardan düşük olmasına rağmen levha yüzeyine dik çekme değerlerinin standartlardan yüksek çıktığını belirtmişler. Kalınlığı 13 mm ve 19 mm olan levhaların mekaniksel değerlerinin kalınlığı 6 mm olan levhalardan daha az olduğunu gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda düşük kalınlığa sahip MDF'lerde atık ofis kağıdı liflerinin geri dönüştürülerek kullanılabilceğini vurgulamışlardır.

Hwang et al. (2005) yaptıkları çalışmada atık oluklu mukavvalardan geri dönüşümle elde ettikleri lifleri farklı oranlarla (%0/100, %20/80, %40/60, %60/40, %80/20, %100/0) odun lifleri karıştırarak lif levha üretmişlerdir. Çalışma sonucunda atık liflerin eklenmesini mekaniksel ve fiziksel özellikleri olumsuz etkilediği vurgulanmış eğilme değerlerinin ve lineer boyutsal stabilizasyon değerlerinin odun lifi miktarına bağlı olarak değiştiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca %40 dan fazla atık lif içeren levhaların ticari değerleri karşılamakta başarısız olduğunu vurgulamışlardır.

Bu çalışmanın amacı; farklı kaynaklardan elde edilecek farklı türlerdeki atık kağıtların bünyelerinde bulunan bitkisel liflerin geri dönüşümünü sağlanarak mevcut MDF üretim sistemine kazandırılması durumunda MDF'nin bazı fiziksel ve mekaniksel özelliklerinde meydana gelecek değişimleri incelemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Geri dönüştürülecek atık ofis, gazete, karton, çimento torbası kâğıtları Kastamonu ili civarındaki değişik kaynaklardan (ev, dükkân, pastane, ...vb. yerlerden) toplanmıştır.

Geri dönüşümle elde edilecek liflerle karışım halinde levha üretimi için Kastamonu Entegre A.Ş.'nin Kastamonu Organize Sanayi Bölgesinde bulunan fabrikasından üretime hazır tam kuru lif ağırlığına oranla %10 üre formaldehit tutkalı ve sertleştirici karışımı ile tutkallanmış kayın lifleri temin edilmiştir.

Çalışmada geri dönüşüm kâğıtlarından açılan liflerin tutkallanması amacıyla %55'lik E1 sınıfı üre formaldehit oranı 1-1,17 olan üre formaldehit tutkalı Kastamonu Entegre A.Ş.'nin Kastamonu Organize Sanayi Bölgesinde bulunan fabrikasından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

Geri dönüşüm ve lif eldesi

Toplanan atık kâğıtlar geri dönüşümü kolaylaştırmak amacıyla küçük parçalara ayrılmıştır. Her geri dönüşüm işlemi için 2'şer kilo atık kağıt lif açıcısındaki konsantrasyonu %5 olacak şekilde liflendirmeye hazırlanmıştır. Atık kâğıtlarda gerek liflendirme sırasında gerekse

liflendirme sonrası biyolojik faaliyetleri engellemek amaçlı koruyucu kimyasallar eklenmiş ve her bir liflendirme işleminin eşit şartlarda gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Liflendirme işlemi sabit hızlı bir karıştırıcı ile yaklaşık 40 dakika yapılmış ve liflendirme işlemi sonrasında % 5 konsantrasyondaki bireysel hale getirilmiş lifler suyun uzaklaştırılması için ilk olarak bir elek yardımıyla süzülmüştür. Yeterli miktarda süzülme işlemine tabi tutulan lifler temiz bir zemin üzerine ince bir tabaka olacak şekilde serilmiş ve belirli zaman aralıklarında karıştırılarak kurutulmuştur.

Deneme Levhaların Üretimi

Geri dönüşümü sağlanmış ve kurutulmuş lifler tam kuru ağırlığının % 10'u kadar tutkal ve sertleştirici karışımı ile karıştırılmıştır. Tutkalanmış geri dönüşüm liflerin bir miktarı %100'lük gruplar için ayrılmış, kalan tutkallı geri dönüşüm lifleri fabrikadan hazır tutkallı halde alınmış kayın lifleri ile değişik oranlarda (%25/75,%50/50, %75/25) homojen şekilde karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra üretilecek nihai levhanın boyutları 310*360*11 mm olacak şekilde eşit gramaja sahip levha taslakları hazırlanmıştır. Levha taslakları sıcak pres ile 175 °C sıcaklıkta 200 bar basınçta 10 dakika sürede preslenerek levha üretimi gerçekleştirilmiştir. Levha üretim işlemleri Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Levhaların Özelliklerinin Belirlenmesi

Levhalarından yoğunluk tayini, eğilme direnci, elastikiyet modülü, kalınlığına şişme ve su alma deneyleri için örnekler standartlara uygun ebatlarda kesilmiştir. Daha sonra Levha örnekleri iklimlendirme odasında 20±2 °C %65± 5 bağıl nemde değişmez ağırlığa gelinceye kadar klimatize edilmiştir. Yoğunluk tayini, 24 saatte su alma ve kalınlığına şişme değerleri, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerleri TS EN 317 ve TS EN 310'a uygun bir şekilde belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Üretilen levhalara ait ölçülen yoğunluk, kalınlığına şişme, su alma, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Tablo 1'den üretilen levha yoğunluklarının 0,64 gr/cm³ ile 0,73 gr/cm³ arasında değiştiği gözlemlenmektedir. En fazla yoğunluğa sahip levha 0,73 gr/cm³ ile %100 geri dönüştürülmüş karton lifi kullanılarak üretilen grupta iken en düşük yoğunluğa 0,64 gr/cm³ ile %25 geri dönüştürülmüş gazete ve %75 odun lifi kullanılan levha gruplarında tespit edilmiştir.

En yüksek ortalama su alma değeri (%193,96) ve en yüksek ortalama kalınlığına şişme değeri (%59,40) %100'lük geri dönüştürülmüş gazete lifinden yapılan levhalardan elde edilmiştir. En düşük ortalama su alma değeri %105,82 ile %25 geri dönüştürülmüş çimento torbası kağıdı ve %75 odun lifinden yapılan levhalardan elde edilmişken en düşük ortalama kalınlığına şişme değeri %23,42 ile %50 ofis kağıdı ve %50 odun lifinden elde edilen levhalarda tespit edilmiştir.

Ortalama elastikiyet modülü değerleri için en yüksek 1492,740 N/mm² ile %100 odun lifinden yapılan levhalardan elde edilirken en düşük 74,175 N/mm² ile %100 geri dönüştürülmüş ofis kağıdı lifi ile elde edilen levhalarda gözlemlenmiştir. Eğilme direnci değeri için en yüksek 10,786 N/mm² ile %100 odun lifinden yapılan levhalardan elde edilirken en düşük 0,650 N/mm² ile %100 geri dönüştürülmüş ofis kağıdı lifi ile elde edilen levhalarda belirlenmiştir.

Tablo 1. Üretilen levhaların bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

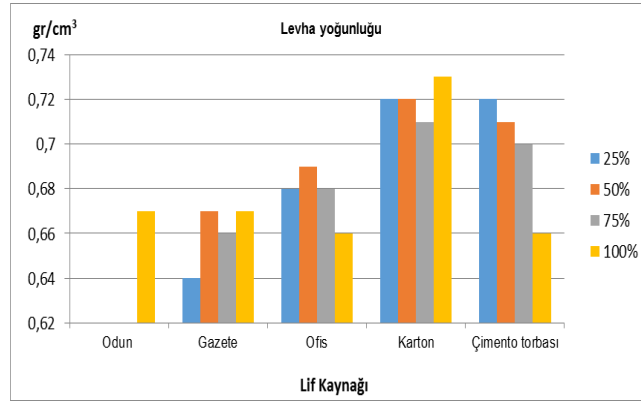
Lif Kaynağı	Karışım Oranı	Yoğunluk (gr/cm ³)	Kalınlığına Şişme (%)	Su Alma (%)	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Gazete	25	0,64 (0,02)	32,12 (2,90)	141,99 (7,24)	829,512 (179,388)	7,677 (1,141)
	50	0,67 (0,01)	33,61 (2,92)	133,98 (3,95)	849,177 (236,473)	7,063 (1,276)
	75	0,66 (0,01)	33,82 (0,79)	151,69 (10,60)	390,506 (71,417)	3,388 (0,520)
	100	0,67 (0,01)	59,40 (11,74)	193,96 (15,01)	171,948 (30,419)	1,294 (0,271)
Ofis	25	0,68 (0,01)	26,55 (1,80)	116,77 (9,12)	1189,750 (173,828)	9,321 (1,997)
	50	0,69 (0,01)	23,42 (4,64)	121,59 (9,80)	680,815 (97,901)	4,537 (0,724)
	75	0,68 (0,01)	26,15 (6,47)	146,06 (9,69)	317,310 (150,523)	3,545 (1,210)
	100	0,66 (0,02)	32,8 (5,01)	178,41 (10,08)	74,175 (26,253)	0,650 (0,190)
Karton	25	0,72 (0,01)	38,14 (4,09)	131,15 (16,32)	984,271 (302,307)	7,651 (1,456)
	50	0,72 (0,02)	37,82 (5,01)	129,02 (9,08)	657,030 (97,540)	6,285 (1,072)
	75	0,71 (0,01)	40,09 (4,22)	136,94 (16,02)	343,641 (19,940)	3,347 (0,580)
	100	0,73 (0,02)	52,41 (7,92)	159,75 (2,184)	100,313 (21,990)	1,315 (0,279)
Çimento torbası	25	0,72 (0,04)	35,78 (3,81)	105,82 (16,31)	1139,222 (176,982)	9,546 (1,970)
	50	0,71 (0,02)	35,27 (5,60)	118,63 (8,10)	576,781 (65,970)	5,483 (0,851)
	75	0,70 (0,02)	33,00 (3,37)	135,76 (10,82)	332,903 (63,165)	3,765 (1,461)
	100	0,66 (0,01)	55,39 (5,94)	149,79 (4,55)	155,138 (43,025)	1,373 (0,363)
Odun	100	0,67 (0,01)	38,56 (8,19)	119,39 (19,96)	1492,740 (171,880)	10,786 (1,016)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

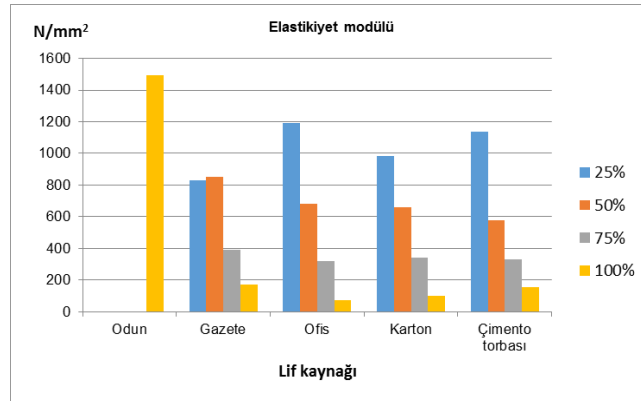
Şekil 1’de üretilen levhaların yoğunluklarındaki değişimler görülmektedir. Levha yoğunluklarının değişken olmasının temel sebebi liflevhaların yoğunlukları kullanılan hammadde özelliklerinden direk olarak etkilenmesi gösterilebilir. Buradan yola çıkarak geri dönüşüm sırasında kağıt bünyesinde bulunan liflerin boyutlarında meydana gelen kısalmalar ve atık kâğıtlarının bünyesinde farklı miktarlarda ve türlerde lifsel olmayan maddelerin bulunması levhaların yoğunluk değerlerinin değişimine sebep olmuştur.

Levhaların elastikiyet modülü değişimleri Şekil 2’de ve eğilme değişimleri Şekil 3’de gösterilmiştir. Şekillerde de görüldüğü gibi eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri genel olarak karışımlardaki geri dönüştürülmüş liflerin oranı arttıkça olumsuz etkilenmiştir. Krzysik et al. (1993) tarafından yapılan çalışmada bunun sebebi olarak geri dönüşmüş kağıt liflerinin geniş lif yüzeylerinin düşük ve yetersiz bağ yapmalarından kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır. Kağıt üretiminde liflerin bağ yapma yeteneğini artırmak istenilen özelliklerin verilmesi için dövme işlemi yapılmaktadır. Dövme işlemi sırasında lifler şişer,

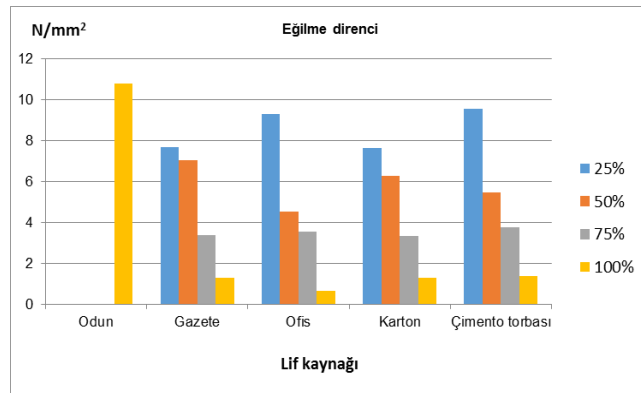
saçaklanır fakat kesme etkisi ile boyları kısalmır (Eroğlu ve Usta 2004). Dolayısı ile liflerin boyları kısaldığı için atık kağıt lifleri ile elde edilen levhaların mekanik değerlerinin odun lifinden elde edilen levhalara göre düşük olması doğaldır. Ayrıca karışımların mekanik değerlerinde geri dönüştürülmüş kağıt lifi miktarının artması ile giderek bir düşüşün gözlemlenmesinin bir diğer sebebinin ise atık kağıtların bünyesinde bulunan lifsel olmayan katkı maddelerinin liflerin bağ yapma kabiliyetindeki azalmalara sebep olması veya liflerin yeniden açılması işleminde lif boylarında meydana gelen kısaltmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 1. Üretilen levhaların yoğunluk değişimleri

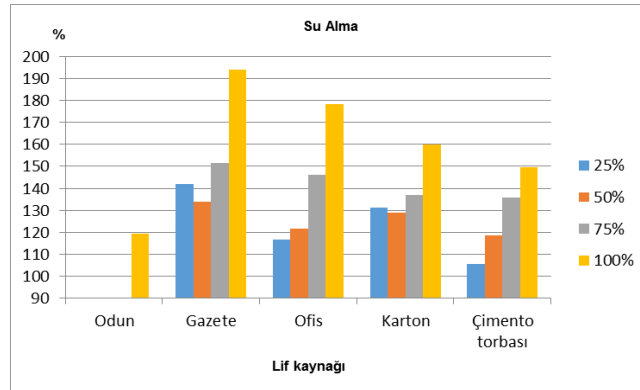


Şekil 2. Üretilen levhaların elastikite modülü değişimleri

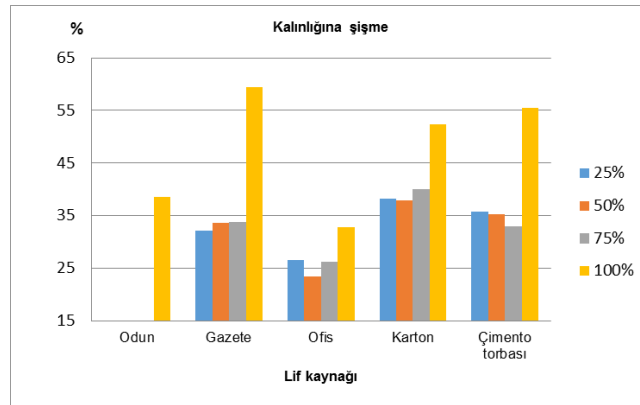


Şekil 3. Üretilen levhaların eğilme direnci değişimleri

Ortalama yüzde su alma değerlerinin değişimi Şekil 4’de ve ortalama yüzde kalınlığına şişme Şekil 5’de gösterilmiştir. Ortalama yüzde su alma ve yüzde kalınlığına şişme miktarlarında meydana gelen düzensiz değişimlerin geri dönüştürülmüş kağıt liflerinin geniş lif yüzeylerinin düşük ve yetersiz bağ yapmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Krzysik et al., 1993). Özellikle yazı kağıtları (ofis ve gazete) suya karşı dayanımlarını artırmak amacıyla üretimleri sırasında ıslak sağlamlık reçinesi ilave edilmektedir (Eroğlu ve Usta 2004). Özellikle atık ofis kağıtlarından elde edilen levhaların su alma özellikleri %100 odun lifine göre daha iyi olmasının sebebi büyük olasılıkla bu kağıtların yapısında ıslak sağlamlık reçinelerinin bulunmasıdır. Ayrıca, geri dönüşüm liflerinin mekanik etkiler sonucu kesilmesi ve saçaklanması artacağından ve buna bağlı olarak da lifler üzerinde bulunan reaktif OH grubu sayılarının artması levhaların su almasındaki artışın sebebi olabilir.



Şekil 4. Üretilen levhaların su alma değerleri değişimleri



Şekil 5. Üretilen levhaların kalınlığına şişme değerleri değişimleri

Su alma ve kalınlığına şişme değerleri bakımından kontrol grubuna göre daha iyi, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri bakımından kontrol grubuna göre kayda değer bir düşüş gözlenmeyen %25 geri dönüştürülmüş çimento torbası kağıdı lifi ve %75 odun lifi karışımı ve %25 geri dönüştürülmüş ofis kağıdı lifi ve %75 odun lifi karışımından elde edilen levhaların MDF üretiminde değerlendirilebilir olduğu görülmektedir. Mekaniksel değerler bakımından bu iki grubun dışındaki %25 geri dönüştürülmüş life %75 odun lifi karışımlarıyla elde edilen levhaların mekanik özelliklerindeki düşüş dolayısıyla daha çok izolasyon amacı ile kullanılabilir nitelikte levhaların üretiminde değerlendirilebileceğini söylemek mümkündür.

Sonuç olarak laboratuvar şartlarında üretilen levhalardan elde edilen veriler ışığında atık kâğıtlardan geri dönüşümle elde edilecek liflerin MDF üretiminde rahatlıkla

değerlendirilebilir olduğu anlaşılmaktadır. Atık kağıtların geri dönüştürülerek bu sektörde kullanılması ile gerek odun lifi üretiminde sarf edilen liflendirme enerjisinden tasarruf sağlanması ve gerekse de liflevha sektörünün hammadde ihtiyacının önemli bir kısmının bu şekilde temin edilerek orman kaynaklarının daha fazla korunmasının mümkün olabileceği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2012. Çağımızın Ambalajı Oluklu Mukavva. Oluklu Mukavva Sanayicileri Derneği Yayınları, 101 sf.
- Benrooz R., Kordkheili H. Y., Jalilvand M., 2009. Using Wastes of OCC Paper Recycling Mills. 11th. International Conference on Environmental Science and Technology, Greece.127-133.
- Eroğlu H., Usta M., 2000. Liflevha Üretim Teknolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 351sf.
- Eroğlu H., Usta M., 2004. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi. Selüloz ve Kağıt Sanayi Vakfı, Trabzon, 444sf.
- Güller B., 2001. Odun Kompozitleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Sayı 2, sf 1135-160.
- Gürer C., Akbulut H., Kurklu G., 2004. İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm ve Bir Hammadde Kaynağı Olarak Farklı Yapı Malzemelerinin Yeniden Değerlendirilmesi. 5 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, sf 28-36.
- Hwang Chin-Y., Hse Chung-Y., Shupe T. F., 2005. Effects of Recycled Fiber on the Properties of Fiberboard Panels. Forest Products Journal 55 (11) 61-64.
- Krzysik A. M., Youngquist J. A., Bowers H., 1997. Medium Density Fiberboard Panels from Waste Wood and Paper. 11 Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW DREWNO - MATERIAL EKOLOGICZNY, WARSZAWA 18-19 LISTOPADA. 351-357
- Krzysik A. M., Youngquist J. A., Rowell R. M., Muehl J. H., Chow P., Shook S. R., 1993. Feasibility of Using Recycled Newspapers as a Fiber Source for Dry-Process Hardboards. Forest Products Journal 43 (7/8) 53-58.
- Şahin H. T., 2010. Geri Dönüşüm Ders Notları, Basılmamış.
- TS EN 317 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Su içerisinde Daldırma işleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, TSE, Ankara.
- TSE EN 310, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini. TSE, Ankara.
- Yakut A., 2012. Geri Dönüştürülebilir Kullanılmış Kağıttan Yeni Kağıt Üretiminin İrdelenmesi. Tesisat Mühendisliği, Sayı: 127, sf 68-74.