

Lif Levha Üretiminde Kumaş Atıklarının Değerlendirilmesi

Evaluation of Fabric Waste in Fiberboard Production

 Cengiz GÜLER¹

Özet

Tekstil üretimi sırasında ortaya çıkan telefler ile evsel atık geri dönüşüm sırasında elde edilen kumaş atıkları Türkiye’de önemli bir potansiyele sahiptir. Üretim sırasında ortaya çıkan elyaf miktarı 500.000 tondan fazladır. Evsel atıklardan geri kazanım yolu ile elde edilen miktar ise yaklaşık 250.000 ton civarındadır. Evsel atık veya tekstil fabrikası atıkları Türkiye’de her yıl yaklaşık olarak bir milyon ton civarında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu atıklar, geri kazanılabilir niteliktedir. Bu çalışmada kumaş atıklarının Lif levha üretiminde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hedeflenen 0.75 g/cm³ yoğunlukta %5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında fabrikadan temin edilen endüstriyel odun lifleri ile tekstil elyafı karıştırılarak %11 üre formaldehit tutkalı ve %1 amonyum klorür sertleştirici kullanılarak 24 kg/cm² lik basınçta sıcak preste lif levhalar üretilmiştir. Lif levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, ilgili standartlara göre incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Sonuçta %20 oranına kadar tekstil atıklarını kullanarak üretilen levhaların standartlara uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lif levha, tekstil atığı, Evsel atık, Fiziksel ve Mekanik özellikler

Abstract

Textile waste has an important potential in Turkey. The amount of waste fiber produced by factories during production is more than 500,000 tons. The amount obtained by recycling from domestic waste is about 250,000 tons. In Turkey, the total amount of domestic and textile factory waste is around one million tons. This study aim to evaluate the use of textile wastes in fiberboard production. Fiberboards were produced from industrial wood fibers and textile fibers at 0.75 g/cm³ density in the ratios of 5, 10, 15, 20 and 25 respectively. Fiberboards were produced in hot press at 24 kg/cm² pressure using 11% urea-formaldehyde resin and 1% ammonium chloride hardener. Some physical and mechanical properties of the fiberboards produced were examined and evaluated according to the standards. As a result, it has been observed that the production by using textile wastes up to rate 20 is compliant with the standard.

Keywords: Fiberboard, Fabric waste, Domestic waste, Physical and mechanical properties

1. Giriş

Türkiye’de tekstil üretimi sırasında ortaya çıkan telefler ile evsel atıklardan elde edilen kumaş atıkları önemli bir potansiyele sahiptir. Üretim sırasında ortaya çıkan elyaf miktarı 500.000 tondan fazladır (Anonim, 2016). Dünyada ise tekstil atık miktarı yaklaşık olarak 30 milyon ton civarındadır (Mishra ve ark., 2014). Çin kaynaklarına göre çoğu tekstil atığı doğrudan yakılmakta veya gömülmektedir. Ancak çok az bir kısım atık kaynaklara dönüştürülür (Li ve ark., 2017). Diğer yandan, tekstil atıklarının depolanması için daha fazla alan gerekmektedir. Tekstil atıkları, kimyasal ve lif içeriği yüksek olduğundan fazla

miktarda bir arada bulundurulması halinde çevreye zararlı, yangın riski yüksek tehlikeli sonuçlar doğurabileceğini göz önünde bulundurmak gerekir.

Evsel atıklardan geri kazanım yolu ile elde edilen miktar ise yaklaşık 250.000 ton civarındadır. Evsel atık ve endüstriyel atıklar ile birlikte değerlendirildiğinde Türkiye’de her yıl yaklaşık olarak bir milyon ton civarında tekstil atığının ortaya çıktığı görülmektedir. Bu atıklar, geri kazanılabilir niteliktedir. Literatürde tekstil atıklarıyla ilgili bazı çalışmalar yer almaktadır. Ayrıca geri kazanımın ekonomik karlılığının keşfedilmesi de bu alana olan ilgiyi artırmıştır. Söz konusu bu atıkların lif levha gibi kompozit malzeme üretiminde değerlendirilmesi hammadde açığına kısmen bir çözüm getirebileceği düşünülmektedir.

Bu nedenle, kaynakları korumak, tekstil atıklarının geri dönüşümü ile endüstriye kazandırma düşüncesi bir araştırma konusu haline geldi. Tekstil atıkları alanında geri dönüşüm süreci esas olarak şunları içermektedir; ürünü orijinal durumuna geri dönüştürmek, ürünü yeni ürünlere dönüştürmek ya da daha düşük fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklere sahip malzemelere dönüştürmektir. Ayrıca tekstil gibi katı atıkların yakılması ile elde edilen termal enerjiden yararlanma yoluna gidilebilmektedir (Wang, 2006). Bununla birlikte, tekstil atıklarının yeniden kullanıma dönüştürülmesine yönelik araştırmalarda elyaf takviyeli beton yapı malzemesi, biyokütle kompozitler, paletler, lojistik ambalaj panoları ve yalıtım malzemesi üretiminde tekstil atıklarından yararlanılabileceği birçok araştırmada belirtilmektedir (Algin ve Turgut, 2008; Akadiri ve Olomolaiye, 2012; Briga-Sá ve ark., 2013). Bajwa ve ark. (2011) çırçır makinelerinden elde edilen pamuk ve pamuk tiftiği gibi malzemeler, termoplastik kompozitleri güçlendirdiğini belirtmiştir. Ayrıca, Taşdemir ve ark. (2010) atık pamuk liflerinden, polipropilen polimerler kullanılarak yüksek yoğunluklu kompozit malzeme üretmişlerdir.

Geleneksel uygulamalarda çevre dostu biyokütle kaynakları fenol formaldehit (PF) gibi sentetik yapıştırıcılarla birleştirilerek lignoselülozik liflerden ısı ve basınç altında çeşitli kompozitler üretilmektedir (Hüttermann ve ark., 2001).

Tekstil atıklarından doğrudan levha üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili olarak az sayıda bir çalışma gözlemlenmemiştir (Pinto ve ark., 2013). Ancak tekstil atıkları, güçlendirilmiş polipropilen lif olarak değerlendirilmesi daha çok ön plana çıkmıştır (Chan ve Bindiganavile, 2010; Izaguirre ve ark., 2011). Ayrıca tekstil katı atıklarının yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmesi konusunda çalışmalar yapıldığı da görülmektedir (Üçgül, ve Turak, 1993).

Avrupa levha üreticileri lif boyu uzun ve kopma mukavemeti yüksek biyo liflerle geri dönüşümden sağlanan materyalleri karıştırarak levha üretmektedir. Tarımsal ve endüstriyel

atıklardan elde edilen yapı malzemeleri, sürdürülebilirlikleri ve daha düşük çevresel etkileri nedeniyle inşaat mühendisliği ve mimari uygulamalarda daha cazip hale gelmektedir. Ayrıca bunlardan katma değerli ürünler üretilmektedir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada buğday ve pirinç kabuğundan ahşap ve tekstil lifleri ile çeşitli biyo kompozitler üretilerek termal iletkenlik ile bazı mukavemet özellikleri incelenmiş ve bina iç yalıtım malzemesi olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Muthuraj ve ark., 2019). Huiyang ve ark. (2013) da yaptıkları çalışmada lif levha üretiminde tekstil atıklarını kullanmış ve tekstil atık oranı arttıkça levhanın direnç özelliklerinin düştüğünü belirtmişlerdir. Bir çalışmada, potansiyel alternatif inşaat ve yapı malzemeleri için Tetra Pak ambalajları, tekstil atıkları olarak ve yün iplik atıkları kullanılarak farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) hibrit kompozitler üretilmiştir (Hamouda ve ark., 2019). Ayrıca tekstil atıklarından biyo kompozit malzeme üretiminde potansiyel bir hammadde olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir (Qu ve ark., 2019).

Bu çalışmada kumaş atıklarının orta yoğunluklu lif levha (MDF) üretiminde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Levhaya %5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında fabrikadan temin edilen endüstriyel odun lifleri ile tekstil elyafı karıştırılarak lif levhalar üretilmiştir. Lif levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri ilgili standartlara göre incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırmada tekstil fabrikasyon kumaş atıkları lif levha üretiminde kullanılmıştır. Endüstriyel odun lifi Düzce’de lif levha fabrikasından temin edilmiştir. Belirli oranlarda (%5, 10, 15, 20 ve 25) katılmış endüstriyel odun lifi ve tekstil atıklarından üretilen levhalar 2,24-2,26 N/mm² pres basıncı ile 150 °C sıcaklıkta 8 dakika süre ile her gruptan ikişer adet 48 x 48 x 1 cm boyutlarında levhalar üretilmiştir. 1 cm kalınlıktaki levhalar genellikle kitaplık vb. mobilyanın arkasında kullanıma uygundur. Ayrıca karşılaştırma amacıyla %100 tekstil atıklarından da levha üretilmiştir (Çizelge 1).

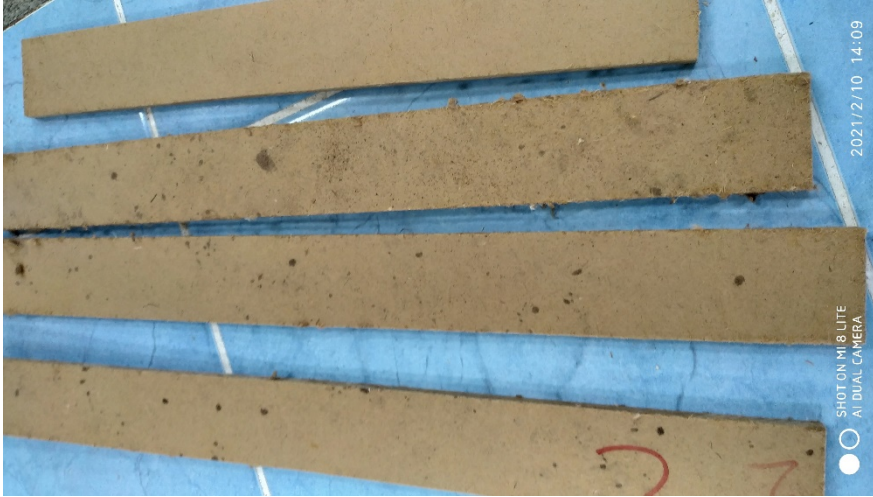
Levhalar iki hafta süre ile klimatize odasında bekletilmiştir. Daha sonra deney örnekleri standartlara uygun ölçülerde kesilmiş ve iklimlendirme odasında %65±5 bağıl nem (RH) ve 20±1⁰C sıcaklıkta bekletilerek hava kurusu hale gelmeleri sağlanmıştır (TS 642, 1997). Çizelge 1’de levha üretim parametreleri görülmektedir.

Çizelge 1. Lif levha üretim planı

Lif levha	Odun lifi (%)	Tekstil atığı (%)
1	95	5
2	90	10
3	85	15
4	80	20
5	75	25
6	0	100
7	100	0

2.2 Yöntem

Bu çalışmada, hava kurusu yoğunluk tayini TS EN 323 (1999), kalınlık artımı ve su alma miktarı TS EN 317 (1999), Eğilme direnci ve Eğilmede elastikiyet modülü TS-EN 310 (1999) ve levha yüzeyine dik yönde çekme direnci TS-EN 319 (1999) ilgili standartlara göre gerçekleştirilmiştir. Deney örnekleri belirli standartlara göre elde edilmiş olup fiziksel testler için 20, mekanik testler için 10 adet örnek kullanılmıştır TS-EN 326-1 (1999). Şekil 1’de deney örneklerinden bir kesit görülmektedir.



Şekil 1. Deney örnekleri

3. Bulgular ve Tartışma

Levhalarda hedeflenen ortalama yoğunluk değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir. Buna göre levha grupları arasında yoğunluk farkı %2 den fazla değildir. Yoğunluk değerleri bakımından her bir levha içerisindeki yoğunluk toleransı ± 10 ’dan fazla olmayıp TS 64-1 (2005) standardına uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Lif levha örneklerinin hava kurusu yoğunluk değerleri

Levha grupları	X g/cm ³	Standart sapma	Xmin	Xmax
1	0,75	0,07	0,57	0,85
2	0,76	0,08	0,64	0,84
3	0,75	0,07	0,58	0,85
4	0,76	0,09	0,56	0,86
5	0,76	0,06	0,70	0,80
6	0,76	0,07	0,53	0,77
7	0,75	0,07	0,66	0,80

Levha gruplarına ait kalınlık artımı ve su alma miktarları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Lif levhalarda su alma ve kalınlık artımı değerleri (%)

Levha grupları	SA 2sa	SA 24 sa	KA 2sa	KA 24 sa
1	32,67	97,28	16,45	30,27
2	67,57	97,28	27,94	39,43
3	87,79	114,8	31,75	39,69
4	81,57	104,4	33,93	42,58
5	91,09	100,5	42,41	45,89
6	112,9	119	65,00	69,77
7	9,59	37,27	6,84	18,90

Levhalarda kalınlık artımı ve su alma miktarları incelendiğinde levha içerisindeki tekstil atık oranı arttıkça kalınlık artımı ve su alma miktarlarında bir artış söz konusudur. Tekstil atıkları lif boyutları arasındaki farklar ve dolayısı ile homojen tutkalamada meydana gelen zorluklar levhanın fiziksel özelliklerinden su alma ve kalınlık artımını olumsuz etkilediğini söylemek mümkündür. Fabrikasyon ortamında üretilen levhalarda bu farklılığın azalacağı ifade edilebilir. Levha gruplarına ait eğilme direnci, elastikiyet modülü ve levha yüzeyine dik çekme direnci Çizelge 4, 5 ve 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4. Levhalarda Eğilme direnci ortalama değerleri

Levha grupları	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Standart sapma	Xmin	Xmax
1	27,090	6,12	16,58	32,33
2	27,302	2,06	24,75	29,48
3	38,418	7,26	27,90	43,95
4	21,812	2,28	20,25	25,8
5	16,126	2,51	13,65	20,25
6	3,120	0,12	2,33	3,90
7	38,942	9,01	27,90	51,08

Çizelge 5. Levhalarda eğilmede elastikiyet modülü ortalama değerleri

Levha grupları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Standart sapma	Xmin	Xmax
1	3274,63	613,99	2320,83	3874,67
2	3346,06	233,65	3116,28	3732,60
3	4255,98	694,94	3358,42	4980,49
4	2950,08	390,18	2497,31	3500,66
5	1995,70	249,69	1777,05	1995,70
6	260,174	174,23	0	451,57
7	4243,16	763,28	3383,24	5307,63

Çizelge 6. Levhalarda yüzeye dik çekme direnci ortalama değerleri

Levha grupları	Çekme Direnci (N/mm ²)	Standart sapma	Xmin	Xmax
1	0,66	0,02	0,45	0,72
2	0,62	0,06	0,44	0,71
3	0,59	0,06	0,39	0,63
4	0,52	0,08	0,36	0,57
5	0,32	0,09	0,13	0,35
6	0,21	0,12	0,02	0,24
7	0,68	0,01	0,45	0,79

Mekanik özelliklerde; katılan tekstil atığı oranına bağlı olarak eğilme direnci, 16 ile 38 N/mm² arasında bir değişiklik göstermiştir. Tekstil katılım oranı %15 olduğunda en yüksek sonuç (38 N/mm²) elde edilmiştir.

Elastikiyet modülünde ise eğilme direncine paralel sonuçlar gözlenmiştir. Liflere dik yöndeki çekme direnci %100 tekstil atığında 0,21 N/mm², %5 tekstil katılım oranında ise 0,66 N/mm² elde edilmiştir. Tekstil atığı oranı arttıkça levha yüzeyine dik çekme direnci azalmakta olduğu görülmektedir. Bu durum farklı tekstil lif uzunluklarında olması ve daha homojen bir tutkallama işleminin gerçekleştirilememesi gibi nedenler sayılabilir. Huiyang ve ark. (2013)'de yaptıkları çalışmada lif levha üretiminde tekstil atıklarını kullanmış ve tekstil atık oranı arttıkça levhanın direnç özelliklerinin düştüğünü belirtmişlerdir. TS EN 622-5 (2011) standardına göre; kuru şartlarda kullanılacak genel amaçlı levhalar için: "Çekme direnci: 0,60 N/mm², Eğilme direnci; min 22 N/mm², Elastikiyet modülü: 2500 N/mm²" olması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre 1, 2, 3 ve 4. grupta üretilen levhalar (çekme direnci için 4. grup levhalar hariç) standartlara uygun bulunmuştur.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada tekstil fabrikası atıkları lif levha üretiminde kullanılabilirliği üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; tekstil atığı oranının artması ile kalınlık artımı ve su alma miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Mekanik özelliklerinde ise katılan tekstil atığı oranı arttıkça önce %15 e kadar eğilme direnci ve elastikiyet modülünde

bir artış daha sonra azaldığı görülmüştür. Liflere dik yöndeki çekme direncinde de tekstil atığı oranı arttıkça azalma eğilimindedir. Buna göre, %20 oranına kadar tekstil atığı ile üretilen levhalar standartlara uygun olduğu kabul edilebilir.

Hammadde sıkıntısının yaşandığı günümüzde fabrikasyon ortamında küçük revizyonlar ile alternatif kaynakların değerlendirilmesi mümkündür. Bu çerçevede tekstil atıklarının lif levha üretiminde ve çeşitli kompozit levha imalatında belirli oranlarda hammadde olarak kullanılabileceği ifade edilebilir.

Kaynaklar

- Akadiri, P.O. ve Olomolaiye, P.O. (2012). Development of sustainable assessment criteria for building materials selection, *Engineering Construction Architectural Management*, 19(6), 666-687. DOI: 10.1108/09699981211277568.
- Algin, H. M., ve Turgut, P. (2008). Cotton and limestone powder wastes as brick material, *Construction and Building Materials*, 22(6), 1074-1080. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2007.03.006.
- Anonim, (2016). Tekstil üretim ve kullanım atıklarının, geri kazanımı, çevresel ve ekonomik etkileri, Uşak Ticaret ve San. Odası Raporu.
- Bajwa, S. G., Bajwa, D.S., Holt, G, Coffelt, T. ve Nakayama, F. (2011). Properties thermoplastic composites with cotton and guayule biomass residues as fiber fillers, *Industrial Crops and Products*, 33(3), 747-755. DOI: 10.1016/j.indcrop.2011.01.017.
- Briga-Sá, A., Nascimento, D., Teixeira, N., Pinto, J., Caldeira, F., Varum, H. ve Paiva, A. (2013). Textile waste as an alternative thermal insulation building material solution, *Construction and Building Materials*, 38, 155-160. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2012.08.037.
- Chan, R. ve Bindiganavile V. (2010). Toughness of fibre reinforced hydraulic lime mortar. Part-1: *Quasi- Materials and Structures*, 43(10), 1435-1444. DOI: 10.1617/s11527-010-9598-4.
- Hüttermann, A., Mai, C. ve Kharazipour, A. (2001). Modification of lignin for the production of new compounded materials, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 55(4), 387-394. DOI: 10.1007/s002530000590.
- Huiyang, J., Hui, P. ve Haiquan, Z. (2013). Impact factor analysis of mechanical properties of textile waste fiberboard, *Engineering Plastics Application*.

- Hamouda, T., Hassanin, A., Saba, N., Demirelli, M., Kilic, A., Candan, Z. ve Jawaid, M. (2019). Evaluation of mechanical and physical properties of hybrid composites from food packaging and textiles wastes, *Journal of Polymers and the Environment*, (27): 489–497.
- Izaguirre, A. Lanas, J. ve Alvarez, J. I. (2011). Effect of polypropylene fibre on the behaviour of aerial lime-based mortars, *Construction and Building Materials* 25(2), 992-1000. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2010.06.080
- Li, Y., Wang, B., Wang, B. ve Ma, M. (2017). The enhancement performances of cotton stalk fiber/PVC composites by sequential two steps modification, *Journal of Applied Polymer Science*,135(46090), 1-8. DOI: 10.1002/APP.46090
- Mishra, R., Behera, B. ve Militky J. (2014). Recycling of textile waste into green composites: performance characterization, *Polymer Composites*, 35(10): 1960-1967. DOI: 10.1002/pc.22855
- Muthuraj, R., Lacoste, C., Lacroix, P. ve Bergereta, A. (2019). Sustainable thermal insulation biocomposites from rice husk, wheat husk, wood fibers and textile waste fibers: Elaboration and performances evaluation, *Industrial Crops and Products*, (135): 238-245
- Pinto, J., Peixoto, A., Vieira, J., Fernandes, L., Morais, J., Cunha, V. M. C. F. ve Varum, H. (2013). Render reinforced with textile threads, *Construction and Building Materials*, 40, 26-32. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2012.09.099
- Qu, U., Wang, Z., Hu, C., Yin, Q. ve Pang, Y. (2019). Potential use of waste cotton in production of biomass composites, 14 (4):8424-8438.
- Tamer, H., Ahmed, H., Naheed, Saba., Demirelli, M., Kilic, A., Candan, Z. ve Mohammad J. (2019). Evaluation of mechanical and physical properties of hybrid composites from food packaging and textiles wastes. *Journal of Polymers and the Environment* ,(27):489–497
- Tasdemir, M., Akalin, M., Koçak, D., Usta, I., Akalin, M., ve Merdan, N. (2010). Investigation of properties of polymer/textile fiber composites, *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 59(3), 200-214. DOI: 10.1080/00914030903231415
- TS 64-1 (2005). Liflevhalar özellikler, TSE, Ankara
- TS 642 (1997). Kondisyonlama ve/veya deney için standart atmosferler ve standart referans atmosferi, TSE, Ankara.

- TS EN 317 (1999). Yonga levhalar su içerisinde daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini TSE Ankara.
- TS EN 323 (1999). Ahşap esaslı levhalar Birim hacim ağırlık tayini TSE Ankara
- TS EN 622-5 (2011). Liflevhalar-Özellikler, Bölüm 5 Kuru İşlemler Levhalar (MDF) için Gereklere, TSE, Ankara
- TS-EN 310 (1999). Ahşap esaslı levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE Ankara
- TS-EN 319 (1999). Yonga ve Lif Levhalar, Levha Yüzeyine Dik Çekme Direncinin Tayin Edilmesi, TSE, Ankara.
- TS-EN 326-1 (1999). Ahşap Esaslı Levhalar, Numune Alma Kesme ve Muayene, Bölüm 1: Deney numunelerinin Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, TSE, Ankara.
- Üçgül, İ. ve Turak, B. (1993). Tekstil katı atıklarının geri dönüşümü ve yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmesi, *Apjies*, 39-48.
- Wang, Y. (2006). Recycling: The next challenge for the textile industry, *Textiles Magazine*, 33(2), 13-15.