

## **Buğday Saplarının Kompozit Levha Üretiminde Kullanılması**

**Fatih MENGELOĞLU**

**M. Hakkı ALMA**

KSÜ. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

### **Özet**

Mevcut orman kaynaklarındaki azalma, kereste fiyatlarının artması ve orman kesimine karşı çevrecil baskılar odun harici yeni lif kaynakları bulunması yönünde büyüyen baskılar oluşturmaktadır. Bu konu birçok gelişmiş ülkede bilim adamları tarafından detaylı olarak ele alınmaktadır. Özellikle, kompozit yapımı için odun atıklarına ve büyük orman kaynaklarına sahip olan Kanada'da tarım atıklarından kompozit levhalar (yonga levha veya lif levha) üretimi üzerine artan bir ilgi mevcuttur. Buğday saplarından başarılı bir şekilde kompozit malzeme üretilmesi yoğun teknolojik gelişmeler ve üretim problemlerinin çözülmesi ile mümkün olmuştur. Elde edilen kompozit levhaların özelliklerinin son derece kaliteli olduğu belirlenmiş olup, bu malzeme üreticilerinin tarım atıklarını kullanma isteklerini artırmaktadır. Yıllık buğday sapı üretimi ve potansiyeli göz önüne alındığında, Türkiye'nin yonga ve lif levha gibi ürünlere alternatif olacak kompozitler üretme potansiyeli büyüktür. Bu makalede tarım atıklarının yeni lif kaynakları olarak yonga ve lif levha gibi kompozit malzemelerin üretilmesinde kullanılabilirliği ve faydaları ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tarımsal atıklar, kompozit, buğday sapı, yonga levha, lif levha

### **The Usage of Wheat Straw in The Production of Composite Panels**

#### **Abstract**

There is a growing pressure on finding alternative fiber resources due to decrease in available forest resources, rising of timber prices, and growing environmental pressure on timber harvesting. This subject has gotten the attention of many scientists in well-developed countries. Specifically, in countries like Canada with its huge forest resources and large volumes of available wood residues for the composite industry, there is an increased interest in the use of agricultural residues for composite panel manufacture. The successful production of wheat straw-based composites has been established after extensive technological developments to overcome the handling and processing problems. Resulting composites are high quality products that can stimulate the consideration and development of other value-added building materials using agricultural residues. Considering the annual production and availability of wheat straw in Turkey, there is a great potential for the production of composite panels as an alternative material to conventional panels such as particleboard and fiberboard. In this paper, the utilization of agricultural waste materials as new fiber resources in the manufacture of composites like particleboard and fiberboard and their potential benefits were briefly discussed.

**Key Words:** Agricultural wastes, composites, wheat straw, particleboard, fiberboard

### Giriş

Her ne kadar 1 ve özellikle 5 yıl ilerisi için teknoloji ve pazarlar için tahminlerde bulunmak çok zor olsa da, planlama ve başarılı teknolojileri yakalamak için ileriye dönük tahminler büyük bir önem arz etmektedir. Gelecekte odun ve odun esaslı kompozitlere olan ihtiyacın çok önemli bir ölçüde artacağı çok acık bir gerçektir. Bu talep için en belirgin etmen bütün mal ve hizmetlere olan talebi ve pazarı etkileyen nüfus artışıdır. Dünya nüfus artışı, yılda yaklaşık olarak 90 milyona ulaşmaktadır. Dünyada yıllık olarak 3.5 milyar ton kurutulmamış odun kullanılmaktadır. Yani kişi başına düşen odun miktarı 0.7 ton civarındadır. Bu tüketimin aynı hızla devam edeceği düşünülürse, odun esaslı lif tüketimi yılda 60 milyon ton kadar artacaktır. Ayrıca, odun hammaddesi gün geçtikçe çok değişik alanlarda kullanılmaya başlamıştır. Dolayısıyla odun hammaddesine olan talep ve mevcut arz arasındaki dengesizliğin kaçınılmaz olacağı açıktır. Bu nedenle, odun lifi yerine zirai ve diğer kaynaklı alternatif liflerin kullanılması, kullanılan hammaddenin geri dönüşümü, daha etkin teknolojiler ve yeni ve daha iyi kaliteli ürünlerin geliştirilmesi gelecekteki odun arz ve talep tablosunda önemli bir rol oynayacağı görülmektedir (Cooper ve Balatinecz, 1999).

Zirai esaslı lifsel atıkların en etkin kullanılabileceği alanlardan biri plastik endüstrisidir. Ayrıca, son birkaç yılda plastik fiyatlarındaki artış, plastiklere maliyeti düşük katkı liflerin katılmasını gerekli kılmıştır. Bu gelişim plastik endüstrisinde bir maliyet azalması sağlayacağı gibi, tarıma dayalı endüstrilerde de tarımsal atıkların daha değerli olmasını ve rasyonel bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır (Rowell, 1995).

Toplumların çok hızlı değişen ekonomik ve çevre korumaya yönelik ihtiyaçları, orman endüstrisi üzerine "daha az hammadde ile daha çok üretim yapma"ları konusunda devamlı artan bir baskı oluşturmaktadır. Bunun pratikteki anlamı ise odun lif kaynaklarının korunması ve verimli bir şekilde kullanılması, devamlı azalan kaynaklardan daha fazla lif üretilmesi, daha çevrecil yöntem ve teknolojilerin geliştirilmesi, ve odun menşeli olmayan diğer lignoselülozik liflerin endüstriyel ürünler için kullanımının düşünülmesidir (Cooper ve Balatinecz, 1999).

Lif üretimindeki ve üretim verimliliğindeki global güçlükler orman endüstrisi tarafından verilen cevaplardan biri; hızlı bir şekilde kompozit malzemelerin geliştirilmesi yoluyla olmuştur. 1950 ve 1960'lı yıllarda kereste fabrikası atıklarını (talaşlar ve düşük kaliteli odunlar) kullanmak amacıyla odun kompozit levha endüstrisi (liflevha, yongalevha vb.) hızlı bir şekilde gelişmiştir. Endüstriyel olarak kullanılan odun ürünlerine olan talep büyümeye devam etmiş ve bunun sonucunda 1970 ve 1980'lerde bu amaçla kullanılacak ürünlerin üretiminde hızlı bir gelişme olmuştur. Bu ürünlere örnek olarak; waferboard, yönlendirilmiş şerit yonga levha (oriented strandboard (OSB)), ve kompozit kirişler sayılabilir. Kuzey Amerika'da bu ürünler çoğu zaman "kavak" gibi orman ürünleri endüstrisinde çok az kullanılan ağaçların odunlarından üretilmektedir. Bu kompozitlerin hızlı değişim ve gelişimi sentetik tutkalların varlığı sayesinde mümkün olmuştur. Bu yüzden bu iki sektör (odun kompozit endüstrisi ve tutkal endüstrisi) karlı bir iş birliği içerisinde dirler.

Son derece büyük orman kaynaklarına sahip olmasına rağmen, Kanada da dahi kağıt endüstrisi ve hızla gelişen kompozit endüstrisi tarafından odun atıklarına artan ve rekabetçi talepler mevcuttur. Bu ise tarım artıkları gibi alternatif lif kullanımını

daha cazip ve kullanılabilir yapmaktadır. Bununla birlikte, kaliteli hammadde kaynaklardaki azalma, yükselen kereste fiyatları ve büyüyen odun kompozit talepleri de odun lifleri yerine alternatif hammadde aranmasını zorlayan faktörlerdendir. Otomatik üretim ve değişen hammadde işlemeye yatkınlığı dolayısıyla kompozit malzemeler için tarımsal lifler çok uygundur. Ülkemizin orman kaynakları göz önüne alındığında tarım atıklarının orman endüstrisinde değerlendirilmesinin ne denli gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Bu makalede, bunun gerçekleştirilebilirliği Kanada'dan verilen örnek ve kıyaslamalarla değerlendirilmiştir.

## **Türkiye'de Kompozit Malzeme Yapımında Buğday Sapını Kullanma Potansiyeli**

### **1. Hammadde Yeterliliği**

Türkiye orman kaynaklarına da sahip olmasına rağmen bir tarım ülkesidir ve iç anadolu bozkırları, çukurova ve güneydoğu anadolu gibi bir çok alanını tarıma adanmıştır. Tarımdaki asıl amaç tahıl ve diğer tohumların hasatı olmasına rağmen, şu anda yakılan yada tekrar sürülerek toprağa gömülen tarım atıklarının daha değişik şekillerde değerlendirilmesine yönelik büyük ilgi vardır.

Türkiye kaynak olarak çok büyük buğday ve diğer tahıl sapsarı, kendir sapsarı ve diğer tarımsal atık potansiyeline sahiptir. Bu kaynaklar ve bunların dünya üretimindeki yerleri kıyaslanarak Tablo 1'de özetlenmiştir. Dünyada özel amaçlı kağıt yapımı ya da tekstil üretiminde ve kompozit malzeme yapımında kullanılmak üzere kenevir, kenaf, kendir ve diğer lifli bitkilere yenilenen bir ilgi mevcuttur. Kompozit yapımında en çok umut veren kaynak hammaddeler buğday sapsarı, diğer tahıl sapsarı, kendir ve kenevir sapsarıdır. Buğday sapsarının dünyada ve Türkiye'deki potansiyeli, kimyasal ve morfolojik özellikleri diğer bitkisel liflerinki ile karşılaştırılmaktadır (Tablo 1 ve 2). Tablo 1'de görülebileceği gibi, buğday sapsarı dünyada ve ülkemizde potansiyel bakımından tarımsal lifler/yıllık bitkiler arasında en önemli yeri işgal etmektedir.

### **2. Buğday Sapının Özellikleri**

Buğday sapsarının lif yapısı ve kimyasının, bu hammaddelerin kompozit malzeme üretimi esnasında işlenmesi ve de üretilen levhanın özellikleri üzerinde çok önemli etkisi vardır. Bu sebeple bu hammaddenin özellikleri hakkında özet bir bilgi sunulacaktır.

Buğday sapsarı bağlantı yerlerinden boğumlarla ayrılmış, dik ve silindirik şekilde gövdelerdir. Sapsar genelde altı iç-boğuma sahip olup cinslerine, iklime ve toprağın durumuna bağlı olarak 0.5 ile 1.5 metre arasında uzunluğa ulaşırlar. Lignosellülozik lif yapıları dolayısıyla odunu andıran buğday sapsarı gibi tahıl sapsarı tarihsel olarak kağıt hamuru ve kağıt yapımında geniş olarak kullanıldılar. Fakat Kuzey Amerika ve Avrupa'nın büyük bir kısmında odundan kağıt hamuru üretimi çok ekonomik duruma geldiği için buğday sapsarının kağıt endüstrisindeki kullanımları zarar görmüş ve azalmıştır. Çoğu Asya, Güney Amerika ve Doğu Avrupa ülkeleri hala tahıl sapsarını kağıt hamuru üretiminde kullanmaktadırlar (Misra 1983).

Tablo 1. Dünya (Atchison, 1993;Atchison, 1997) ve Türkiye (Bostancı, 1987). lif kaynaklarının potansiyeli

Dünya Lif Kaynakları	Dünya Yıllık Bitki Sapı (kuru-ton)	Türkiye'nin Lif Kaynakları	Türkiye Yıllık Bitki Sapı (ton)
Tahıl sapsları (buğday, çavdar, yulaf vs.)	1.145.000.000	Buğday sapı	18.000.000
Diğer sapslar (mısır, tütün, pirinç, pamuk, vs.)	970.000.000	Arpa sapı	8.000.000
Şeker kamışı	75.000.000	Pamuk sapı	3.000.000
Göl kamışı	30.000.000	Mısır sapı	2.500.000
Bambu	30.000.000	Ayçiçeği sapı	2.500.000
Pamuk lifi	15.000.000	Kendir-kenevir	2.000.000
Jüt, kenaf, kendir	10.900.000	Tütün sapı	300.000
Papirus	5.000.000	Çavdar sapı	240.000
Pamuk linteri	1.000.000	Pirinç sapı	200.000
Esparto otu	500.000	Göl kamışı	200.000
Sisal ve abaca yaprakları	480.000	Pamuk linteri	100.000
Sabai otu	200.000	Pamuk şifi	580.000
Odun	1.750.000.000	Asma çubuğu	600.000
Toplam	4.033.080.000		38.220.000

Kağıt hamuru ve kağıt üretimiyle ilgili literatürlerde, buğday sapının yaklaşık olarak %50 bast ve sikleransim lifleri, %30 paransima dokuları, %15 epidermal hücreleri ve %5 damarlardan (vessel) oluştuğu bildirilmiştir. Morfolojik karakterleri açısından buğday sapslarından elde edilen lifler odun liflerine kıyasla daha heterojendir. Odunla kıyaslandığında, buğday sapsları hemen hemen aynı miktarda holoselüloza sahip olmalarına rağmen çok daha az alfa-selüloza sahiptirler. Pentozan miktarı fazla olmakla birlikte lignin miktarı odundan biraz daha azdır (Tablo 2). Sonuç olarak, buğday sapsları kimyasal içerik bakımından daha fazla yapraklı ağaçlara benzemektedir.

Buğday sapsları %70-75 oranında holoselüloz içerir ki bunun yaklaşık olarak yarısı (%35) alfa-selülozdur. Holoselüloz bitki dokularındaki suda çözünmeyen karbonhidratlar olarak tanımlanırlar ve alfa-selüloz (yada basitce selüloz) ve hemiselülozdan oluşurlar. Selüloz bulunduğu bitkiye bağlı olmaksızın aynı kimyasal yapıya sahiptir (D-glukopironoz ünitelerinin doğrusal polimerleri). Hemiselüloz ise genelde birden fazla tek tip şeker ünitelerini (heksoz ve pentozanlar) içinde bulunduran, çoğunlukla dallanmış polimerlerdir (branched polymers). Hemiselülozlar bitki çeşitlerine göre oluşturdukları bloklar ve yapılar itibarıyla farklılıklar gösterir. Buğday sapslarının dokunun %30-40'ını hemiselülozlar oluştururlar. Hemiselüloz fraksiyonunun önemli bir kısmı pentoz ya da diğer beş karbonlu şekerlerden oluşur. Bu beş karbonu içeren polimerler pentozanlar (pentosans) olarak anılırlar. Hemiselülozlar ısı ve alkalilere karşı selülozdan daha hassastırlar (Bostancı, 1989 ve Atchison, 1997).

Tablo 2. Seçilmiş odun ve odun olmayan hammaddelerin lif uzunlukları ve kimyasal özellikleri (Atchison, 1993; Atchison, 1997; Mabee ve Roy, 1999)

Lif Kaynakları	Ortalama lif uzunluğu (mm)	Selüloz (%)	Lignin (%)	Hemiselüloz (%)	Kül (%)	Silikat (%)
Buğday Sapı	1,5	50-52	16-20	26-30	5-10	4-8
Pamuk sapı	1	50.9	21-25	26.7	1-4	
Pamuk linteri	7	80-85	2-5		0.8-2	
Yağ Keteni	30	47	23	25	5	-
Arpa Sapı	-	47-48	14-15	24-29	5-7	3-6
Yulaf Sapı	-	44-53	16-19	27-38	6-8	4-6,5
Çavdar Sapı	-	50-54	16-19	27-30	2-5	0,5-4
Şeker Kamışı	1,7	53-56	19-24	27-32	2-5	2-4
Pirinç Sapı	0,5-1,0	42-46	12-15	24-30	15-20	10-18
Kendir (bast)	25	61	10	23	2	-
Kendir (core)	0,8	34	21	38	1	-
Kenaf (bast)	2.6	47-57	15-19	23	1,7-5	-
Titrek Kavak	1,0	49	21	29	0.4	-
Banks Çamı	3,0	42	29	29	0,2	-

Buğday sapsındaki lignin miktarı ise yaklaşık olarak %20'dir. Ligninler son derece karmaşık, şekillenmemiş (amorphous) ve fenolik gruplardan oluşmuş doğal bir polimerdir. İğne yapraklı ağaçlardaki, yapraklı ağaçlardaki ve tarımsal bitkilerdeki lignin bazı kimyasal farklılıklar gösterir. Tarımsal bitki dokularında, lignin selüloz lif duvarları arasında ve içerisinde sertliğin oluşmasını sağlayan madde (stiffening agent) görevine sahiptir. Bitki yapısındaki organik olmayan maddeler, kül olarak anılırlar ve küller bitkinin 575°C'de yakıldıktan sonra geride kalan mineral kalıntılarıdır. İşlenmemiş sapsındaki kül miktarı %4 ile %8 arasında olup, bunların çoğunu ise silikatlar (%3-7) oluşturmaktadır (Atchison, 1997).

Buğday sapsı nötr çözücülerle uzaklaştırılabilen düşük molekül ağırlıklı maddeler de içerir. Ekstraktif olarak anılan bu maddeler fenoller, yağlar, yağ asitleri ve vaks gibi farklı grup maddeleri içerirler. Eksraktifler, içerisinde buldukları dokuya özel karakterler kazandırır (renk, su itici özellik, tamponlama (buffering) kapasitesi, vb.). Bazı eksraktifler işleme (processing) esnasında yüksek sıcaklıklara maruz kaldıkları zaman birtakım kimyasal değişikliklere uğrarlar (lif kurutma ya da levha preslenmesi esnasında). Buğday sapsındaki suda çözülebilen ekstraktif madde miktarı %8 civarındadır. Literatürdeki bilgiler, sapsının dokusundaki balmumu gibi maddelerin (özellikle epidermis dokudaki) liflerin üreformaldehid (UF) tutkallarıyla yapışmasını zayıflatıldığını bildirmektedir (Berns and Caesar, 1999). Ancak liflerin ya da saps

parçacıklarının pMDI (polimerik 4-4' difenil-metan diizosiyanat) tutkallarıyla yapıştırılması başarılı bir şekilde yapılabilir.

### **3. Bitkisel Liflerin Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanımının Potansiyel Avantaj ve Dezavantajları**

#### **3.1. Avantajlar**

Kompozit malzeme üretiminde farkedilir derecede odun lifi kıtlığı söz konusudur çünkü odun lifleri için kağıt fabrikalarıyla rekabet edilmekte, ağaç kesim ve işlemesi azalmakta ve tomruk kalitesi düşmektedir. Bununla birlikte çevreciler tarafından konulan ağaç kesimini azaltma baskısı ve yasalarla teşvik edilen bitkisel liflerin kullanılması yönündeki baskılar da mevcuttur (Pande, 1998; Lengel, 1999; Anonim, 1999 ve Wasylciw, 1999). Örnek olarak, tarım atıklarının başka amaçlar için değerlendirilmesi sapların tarlada yakılmasını azaltarak çevrecil bir fayda sağlar ve yasak olan açık yakmaları engelleyebilir. Tarım haricinde kullanılmak üzere inanılmaz miktarda tarımsal biokütle, kompozit malzeme üretimi için uygun durumdadır. Kuzey Amerikada her yıl yaklaşık 365.000.000 ton (kuru halde) odun lifi harici lif üretilmektedir. Sadece yaklaşık olarak tahıl saplarının 1/3'ü tarım dışı kullanım için uygun durumda olmasına rağmen (Bach, 1999), bu miktar kompozit üretiminde kullanılan bütün odun liflerinin yerini hacimsel olarak doldurabilecek kapasitededir.

Tarımsal atıklardan üretilen kompozit malzemeler piyasalarda birincil ürün olma potansiyeline sahiptir. Çünkü üretim esnasında formaldehit çıkarmaması, ürünün yenilenebilirliği ve yeşil sertifika alabilmesi gibi çevrecil avantajları olduğu gibi su almaya karşı direnç, kolay işleme ve düşük yoğunluk gibi bir takım fiziksel özellikleride vardır. Ayrıca, su absorpsiyonunun kritik olduğu yerlerde kullanılacak kompozit materyallerin üretiminde verimli prosesler uygulandığı takdirde, termoset ve termoplastik malzemelerde takviye edici/katkı materyali olarak inorganik ve odun unu gibi materyallere alternatif olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir. Buğday sapı gibi tarımsal atıklar düşük yoğunluğa sahip olmaları ve aşınmaz özelliklerinde dolayı kompozit malzemelerde mükemmel bir dolgu özelliği göstermektedir. Bu da plastiklerin uzun süre dayanabilmesini/kullanılabilmesini sağlamaktadır.

Kanada gibi gelişmiş ülkelerde buğday saplarının kompozit yapımında ana malzeme olarak kullanılması son derece normal olduğu gibi ülkemizde de bu tür girişimlerin beklenmesi ve bu yöndeki çalışmalara ağırlık verilmesi gelecek açısından isabetli bir karar olacaktır. Kanada'da sonbahar ve ilkbaharda yapılan buğday ekimi 12 milyon hektar civarındadır. Bu da 45 milyon ton buğday sapının kompozit malzeme üretimi için kullanılabilmesini gösterir (Seymour, 1999). Bu ise Kanada'da bir yılda 19 mm kalınlığında 2 milyar metrekare kompozit malzeme üretilmesi için yeterlidir. Bu değerleri Türkiye için düşünecek olursak elde bulunan 18 milyon tonluk buğday sapı, 19 mm kalınlığında yaklaşık 800 milyon metrekare kompozit üretimi için yeterlidir. Küçük miktardaki saplar hayvan yatağı, tümseklerin düzeltilmesi ve hayvan beslenmesinde kullanılmasına rağmen, sapların büyük bir çoğunluğu toprakla birlikte sürülmekte yada tarlada yakılmaktadır. Her iki yolda bir takım faydalar sağlanmasına rağmen, tarlada yakma olayı çevre problemi

oluşturup, ülkemizdeki önde gelen orman yangınlarına neden olmaktadır. 1988 yılında Ülkemizde ağaçların %15'i, alan olarak ta %14'ü anız yakımından dolayı tahrip edilmiştir (Anonim, 1998). Bu oranlar 1991-1995 yılları arasında Kahramanmaraş ormanları için sırasıyla, %33.56 ve %16.71 olarak tespit edilmiştir (Kanat, 1998).

### **3.2. Dezavantajları**

Buğday sapsı ve odun dışındaki diğer lifli bitkiler dağınık yapıda olmaları, düşük hacim yoğunluğuna sahip olmaları ve hasat zamanlarının kısa olması (4-6 hafta) dolayısıyla elverişsizdirler. Bu sebeble toplanması, desteler haline getirilmesi, taşınması, depolanması, yangın ve biyolojik bozulmaya karşı korunması için fazladan masraflar gerekmektedir. Yıllık 19 mm kalınlığında, 7.5 milyon metrekafe levha üretme kapasitesindeki tipik bir kompozit fabrikası, günde 400 metrekafe diğer bir deyişle 285 ton kuru-sapa ihtiyaç duyar. Buna ilaveten 110.000 ton buğday sapsı 1 yıla yakın süre içerisinde kullanılmak üzere depolanmak zorundadır (Dalen, 1999). Materyalin suyla temasını minimuma indirmek ve biyolojik bozulmayı önlemek amacıyla depolama esnasında yeterli koruma sağlanmalıdır. Mantar saldırılarında biokütlenin azalmasına, lif kalitesinin düşmesine (zayıf ve daha çok kırıntı üretimi) ve küf sporları oluşumuna sebep olarak sağlık problemlerine sebep olur. Bunlarla birlikte depolanmış sapsı rüzgarla gelen tozlarla kirlenme, potansiyel olarak yangınla kayıp verme aynı zamanda da fare ve diğer biyotik zararlıların saldırısına maruz kalma ihtimaline sahiptir.

Bitkisel atıkların genelde kullanılan tutkallarla yapıştırılması zor olabilir. Buna örnek olarak buğday sapsının ürefofmaldehit tutkallıyla yüksek tamponlama kapasiteleri ve vaks miktarları dolayısıyla zor yapıştırılması gösterilebilir. Alternatif olarak sunulan izosiyanat tutkallarında kendine has sorunları vardır. Bunlara örnek olarak yüksek fiyatları ve eğer yüzeye yapışmayı önleyici kimyasallar (releasing agent) kullanılmazsa press yüzeyine yapışmaları sayılabilir.

Buğday sapsı diğer çoğu tarımsal atıklarda olduğu gibi yüksek silika oranına sahiptir. Bu ise parçaların işlenmesini ve üretilen levhanın makinalarca işlenen özelliklerini etkiler. Yüksek vaks oranı genelde adhezyon problemi yaratır ve genelde uzun süreli preslemeyi gerektirir (Dalen, 1999). Odun harici liflerin öz miktarının artması genelde biokütlenin eleklerde azalmasına ve küçük parçaların oluşmasına sebep olur. Buna karşı odun ise daha uniform yapıdadır.

### **4. Buğday Sapsılarından Levha Üretimi (ISOBOARD STRAWBOARD)**

Buğday sapsı birçok levha üretiminde kullanılmaya potansiyeline sahiptir ve iç mekanlarda kullanılan yongalevha, MDF (Medium Density Fiberboard) ve yapı malzemelerine rakip olma potansiyeli vardır. Kanada'da bulunan Alberta Araştırma Kurumu (The Alberta Research Council) (Bach, 1999) buğday sapsılarından yapı malzemelerine rakip olacak levha üretimini araştırmıştır. Burada, ISOBOARD olarak anılan bu ürünün proje gelişimi ve üretimi hakkında bilgi sunulacaktır.

1990'larda Kanada, yoğun tıraşlama kesimleri, vahşi hayat alanlarının kaybolması, kirlilikle ilgili endişeler ve yaşlı ağaçların kesilmesi dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin risk altına girmesi gibi çevre ile ilgili konulara daha fazla ilgi gösterilmesi üzerine artan bir baskı gördü. İşte bu ortamda kendileri orman ürünleri

konusunda tecrübeli iki firma, Kanada da en fazla bulunan tarım ürünlerinden olan buğday saplarından, kompozit malzeme üretme fikrine ciddi şekilde sahip çıkarak ISOBOARD ENTERPRISES INC. adlı yeni bir şirketi kurdular. Bunu müteakiben yoğun araştırma geliştirme ve fizibilite çalışmaları sonucunda Elie, Monitoba'da harika bir kompozit levha fabrikası 1997-98 yıllarında inşaa edildi. Bu proje esnasında karşılaşılan teknik ve bilimsel güçlükler ve tecrübeler burada kısaca özetlenmiştir ve bu bilgilerin odun harici bitkilerden elde edilen liflerle kompozit üretmeyi düşünen bir çok kişi ve kuruluş için faydalı olabileceği umulmaktadır (Bach, 1999).

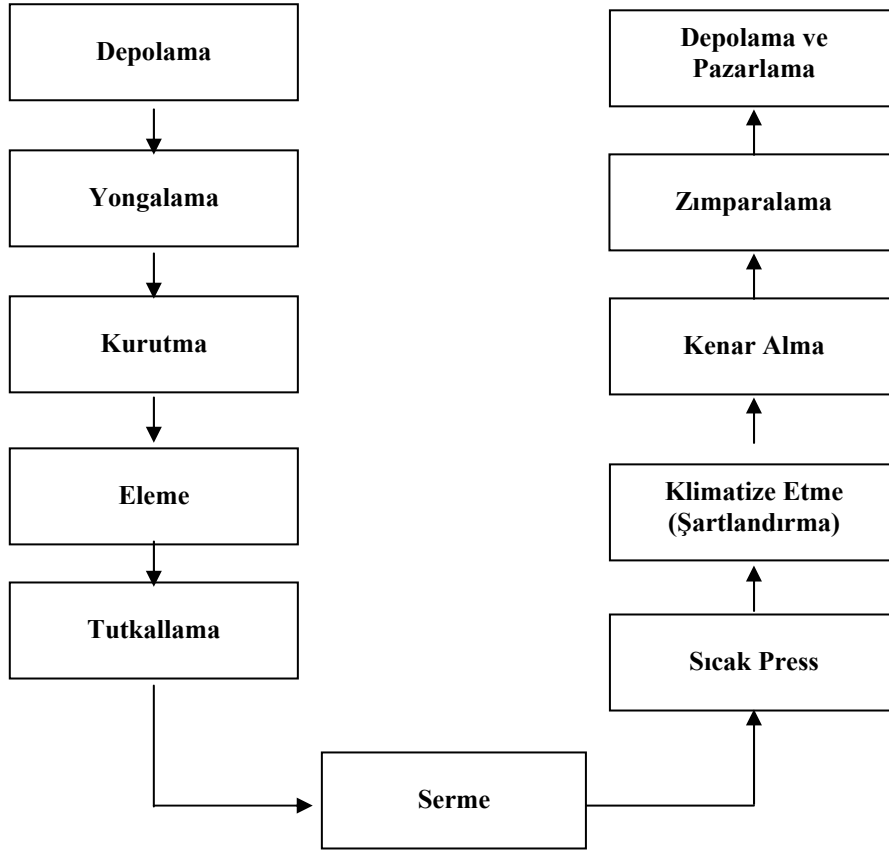
Buğday saplarının toplanması, destelenmesi, taşınması ve depolanmasıyla ilgili teknik ve ekonomik güçlükler ISOBOARD'un geliştirme aşamasında birçok şirketin mühendis gurupları tarafından çözümlenmiştir. Sonuçta iyi bir fabrika kurmuş ve üretilen kompozit malzeme "ISOBOARD" adıyla tescil edilerek isim hakkı koruma altına alınmıştır. Üretilen yüksek kaliteli levhalar Amerikan Ulusal Standartlarının iç mekanlarda kullanılacak malzemeler için aranan değerlerini (ANSI-M3) aşan bir performans göstermekte ve değişik kullanım alanlarına sahiptirler. Bu alanlar arasında mutfak dolaplarından mobilyaya kadar birçok kullanım alanı sayılabilir. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da patent alan ISOBOARD üretiminin özeti önümüzdeki kısımda verilmiştir.

#### **4.1. Isoboard Üretimi**

Isoboard üretim planı Şekil 1'de gösterilmiştir. Destelenmiş saplar fabrikaya girmeden önce çok iyi şartlarda tutulan depolama alanlarında yaklaşık 12 aya varan sürelerce bekletilebilirler. Buğday hasat dönemi oldukça kısa olduğu için (4-8 hafta), sapların bu nem oranlarının düşük olduğu (tam kuru ağırlığına göre %15) hasat döneminde toplanıp destelenmesi son derece önemlidir. Düşük nem oranı, liflerin dışarıda desteler halinde, biyolojik bozulma riski fazla olmaksızın güvenli bir şekilde korunmalarına yardımcı olur. Depolama yoğunluğu yaklaşık olarak 150-200 kg/m<sup>3</sup> dür. 12 metreye kadar ulaşan destelerin üzeri plastikle kapatılarak nem girişi engellenir. Destelerin boyutları yaklaşık 1.2x1.2x3 m olup her biri yarım ton ağırlığındadır. Bununla birlikte bir fabrikanın bir yıllık üretimi için gerekli lifleri karşılayabilmek için yaklaşık 400.000 deste depolanmalıdır. Sapların depolandığı alan yangına karşı koruma amaçlı çok iyi bir sistemle donatılmış olmalıdır.

Sapların toplanması, fabrikanın etrafındaki 70 km çapındaki alan içerisindeki çiftçilerle bir organizasyon ağı kurularak halledilmiştir. Bu anlaşma fabrikaya güvenli ve zamanlı hammadde akışını garanti altına almakla birlikte çiftçilere de bir ek gelir sağlamaktadır. Bu organizasyon, aynı zamanda her çiftçinin ihtiyaçlarının giderilme zorluğu gibi bir takım problemler doğurur. Çiftçi için önemli olan en kaliteli ve en fazla ürünü (buğday) alacağı zaman hasadı gerçekleştirmektir. Aynı zamanda çiftçi toprağı donmadan tekrar sürebilmek için sapların tarladan en kısa sürede kaldırılmasını istemektedir (Seymour, 1999). ISOBOARD ise sapların biyolojik bozulmaya karşı dirençli olması için mümkün olduğunca kuruduktan sonra toplanmasını ister. Ürün hasadı ve kalitesi hava şartlarına bağlı olmakla birlikte yine de odunla kıyasla çok daha güvenli bir hammaddedir. Çünkü, işçi kavgaları, odun atıkları için yeni pazarların artma ihtimali ve artan kesme ve taşıma mesafeleri gibi problemler buğday sapları için geçerli değildir.





Şekil 1. Buğday saplarından Isoboard üretim şeması.

Üretim, sapların her defasında 12 balya olmak üzere tam otomatik bir vinç sistemiyle fabrikaya taşınmasıyla başlar. Saplar önce taşıma bandlarına konarak 4 deste açıdan birisine taşınır. Burada balyaların ipleri çıkarılarak balya içerisindeki taş, metal vb. yabancı maddeler uzaklaştırılır. Bundan sonra saplar boyutlandırma amaçlı bir çok aşamadan geçirilirler. Bu aşama da çekiçli öğütücüler, titreşimli elekler ve radyal öğütücülerle değişik bir kombinasyon uygulanarak levhanın yüzeyinde ve iç kısmında kullanılacak lif geometrileri ayrı gruplar halinde oluşturulur.

OSB, MDF ve yongalevha vb. kompozit levhalarının yüzeyinde ve iç kısmında kullanılacak lifler "Dow" adlı bir kimya şirketi tarafından sağlanan ve şu anda geniş bir kullanım alanına sahip olan polimerik metilen di-izosiyanat (pMDI) ile karıştırılırlar. Bu tutkallar düşük sıcaklıklarda yapıştırılabilirler ve normalde kullanılan sıvı fenol formaldehit'e oranla buğday sapının kimyasal bileşenleri ile daha kolay reaksiyona girebilmekte ve daha kısa süreli pres zamanına ihtiyaç

duyarlar. Bu iki özellik, üretim esnasından çok önemli faydalar sağlar. pMDI ile üretilen kompozit malzemeler çok iyi boyutsal stabilite, suya karşı dayanıklılık ve yüksek direnç özellikleri gösterirler. Bu levha karakteristiklerine diğer sıvı tutkallara oranla daha az miktarda tutkal kullanılarak ulaşılmaktadır. Bu tutkalların diğer avantajları ise yüksek nemli lif karışımlarına tolerans göstermesi ve üretilen levhanın formaldehit çıkışına neden olmamasıdır.

Serme işlemi ise bu iş için özel olarak dizayn edilmiş mekanik serme hattı ile sağlanır. Bu hat Isoboard'un patentlenmiş en önemli hattını ve pMDI kullanımında gerekli olan sağlık ve koruma tedbirlerini içerir. Sürekli yüzey-iç-ve yüzeyden oluşan üç katlı lif keçesi sürekli prese gönderilirler. Bu preslerde yaklaşık olarak 2,4 m genişliğinde ve 7,3 m ile 9,1 m uzunluğunda değişen uzunluklarda levhalar üretilir. Pres süresi bilgisayar sistemiyle çok yakından izlenmekte ve sürekli kullanım amacıyla Alberta Research Council tarafından yerleştirilen PressMan™ ile gözlenmektedir. Üretilen levhalar zımparalama işlemine tabi tutulduktan sonra müşteri isteğine bağlı olarak uygun boyutlarına kesilirler.

Bu fabrikanın yıllık kapasitesi 19 mm kalınlıktaki levhalar üretilmesi halinde yaklaşık olarak 12 milyon m<sup>2</sup> dir. İlk yıl itibarıyla kapasitenin %70'i civarında çalışılmıştır. Üretimde kullanılan parametrelerle ürünün sonuç özellikleri arasındaki kıyaslamaların yoğun istatistiksel analizler ve bunların laboratuvar denemeleri sonucunda incelenmesi böylesine karmaşık bir sistem hakkında çok faydalı bilgiler sunmuştur.

#### 4.2. Isoboard'un Özellikleri ve Kullanım Alanları

Isoboard'un özellikleri yonga levha ve MDF (Medium Density Fiberboard) nin özellikleriyle kıyaslanarak Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Buğday saplarından üretilen Strawboard adlı levha özelliklerinin ANSI standartlarında odundan üretilen yongalevha ve MDF için belirtilen özelliklerle karşılaştırılması (Cooper ve Balatinecz, 1999).

Özellikler	ANSI M-3 Yonga Levha	ANSI MDF	ISOBOARD™ Strawboard
Ortalama yoğunluk	-	-	640 kg/m <sup>3</sup>
Çekme direnci	552 kPa	552 kPa	621 kPa
Eğilme direnci	16,5 MPa	24,1 MPa	18,6 MPa
Elastikiyet modülü	2,750 MPa	2,413 MPa	3,447 MPa
Sertlik (Janka)	227 kgf	-	272 kgf
Boyuna uzama	% 0,35	-	% 0,20
Yüzey dik vida Tutma	112 kgf	136 kgf	114 kgf
Kenardan vida Tutma	102 kgf	102 kgf	104 kgf
Su alma (24 saat)	-	-	% 8
Formaldehit emisyonu	0,30 ppm	0,30 ppm	YOK

İzosiyanat tutkalları kullanılmasıyla, buğday sapı esaslı kompozit levhalarının üretimi sırasında formaldehit emisyonundan kaçınılmış olup, odun esaslı yongalevhalarla göre süper su itici özelliklere sahip, yüksek elastikiyet direnci ve

yoğunluk özellikleri olan levhalar üretilmiştir. Bu ürünler, boyutsal stabilitenin ve kontrollü performansın istendiği kullanım yerleri için uygundur. Levha yüzeyi düzgün ve vinil kaplama, yüksek basınçta üretilmiş kaplama yüzeyleri ve yapraklı ağaç odunlarından elde edilen ince kaplama levhaları için uygundur. Isoboard kapıların, çekmece yanlarının, birleştirmeye hazır (ready to assemble) mobilyaların, mutfak tezgahlarının, eşya dolablarının, rafların, kaplamalı taban döşemelerinin, boyanmış ve kaplanmış levhaların üretiminde kullanılabilir.

### **Sonuç ve Öneriler**

Birçok ülke son derece büyük orman endüstrilerine ve yüksek hacimlerdeki odun atığı kaynaklarına sahip olmalarına rağmen, tarım atıklarından kompozit levhalar üretimine olan ilgi gün geçtikçe bir artış göstermektedir. Bu konuda yapılan birçok çalışma göstermiştir ki, yoğun teknolojik gelişmeler ve üretim problemlerinin çözülmesi ile buğday saplarından kompozit levhalarının üretilmesi başarılı olmuştur. Gerçekten de buğday sapı ile üretilen yonga ve liflevhaların odundan üretilenlerden birçok özellik (fiziksel ve mekaniksel) bakımından daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Bu da özellikle bu konuda fazla araştırma yapan Kanada'da kompozit panel üreticilerinin tarım atıklarını kullanma isteklerini arttırmıştır. Büyük buğday sapı potansiyeline sahip ülkemizde de bu tip araştırma ve uygulamaya yönelik çalışmaların yapılması kaçınılmazdır.

### **Kaynaklar**

- Anonim, 1999. Durafibre Incorporation of Cargill Limited Processors of Flax Fiber. Agricultural Fiber Technology Showcase. <http://www.agrotechfiber.com/showcase/durafibre.html>
- Anonim, 1998. Orman Yangınları ile Mücadele Faaliyetlerini Değerlendirme. Orman Genel Müdürlüğü Teknik Raporu, Ankara
- Atchison, J.E., 1997. Data On Non-Wood Plant Fibers. In: Pulp and Paper Manufacture. (Ed. M.J. Kocurek and C.F.B. Stevens), CPPA., Montreal, Canada, pp. 157-169.
- Atchison, J.E., 1993. World Wide Capacities For Non-Wood Plant Fiber Pulping-Increasing Faster Than Wood Pulping Capacities. Nonwood Plant Fiber, Progress Report No. 19. TAPPI, 1, 1991.
- Bach, L., 1999. Structural Board Manufactured From Split Straw. The Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society (May 19-20), Winnipeg, Manitoba, Canada
- Berns, J. ve C. Caesar, 1999. Practical Experiences In The Production Of Panels Using Agricultural Based Fibers. The Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society (May 19-20), Winnipeg, Manitoba, Canada
- Bostancı, Ş. 1987. Kağıt Hamuru Üretim Teknolojisi, KTÜ, Ders Notları, Trabzon
- Cooper, P. A. Ve J.J. Balatinecz, 1999. Agricultural Waste materials fo Composites, Centre for Management Technology Global Panel Based Conference (October 18-19), Kuala Lumpur, ML.
- Dalen, H., 1999. Factors to Take Into Consideration When Producing Particleboard From Straw. The Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society (May 19-20), Winnipeg, Manitoba, Canada

- Jacobson, R.E., R.M. Rowell, D.F. Caulfield ve A.R. Sanadi, 1995. Property Improvement Effects of Agricultural Fibers and Wastes as Reinforcing Fillers In Polypropylene-Based Composites, In: Wood-Fiber-Plastic Composites, Forest Product Society, Madison, WI.
- Kanat, M.,1998. Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğünde Anız Yakmanın Neden Olduğu Orman Yangınları Üzerine Bir Araştırma. Orman Mühendisliği Dergisi, 35(7): 18, Ankara
- Lengel, D.E., 1999. AG-fibers: They Look Like Fibers-They Act Like Fibers. Why not Make Fiberboards?. The Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society (May 19-20), Winnipeg, Manitoba, Canada
- Mabee, W.E. ve D.N. Roy, 1999. The Use of Non-Wood Fibers in the Pulp and Paper Industry. Faculty of Forestry, University of Toronto, Canada
- Misra, D.K., 1983. Creal Straw. In: Pulp and paper manufacture. Vol. 3. SecondaryFibres and Agro-Based Pulping (Ed. F. Hamilton and B. Leopold). TAPPI Press. Atlanta, Ga.
- Pande, H., 1998. Non-Wood Fibres and Global Fibre Supply. *Unasy/va*. 49:44-50.
- Rowell RM (1995) A New Generation of Composite Materials From Agro-Based Fiber. 3<sup>rd</sup> International Conference on Frontiers of Polymers and Advanced Materials (January 16-20), Kuala Lumpur, ML, 659-665.
- Seymour, W., 1999. Wheat Straw – An Alternative Raw Material for Composite Panels. The Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society (May 19-20), Winnipeg, Manitoba, Canada
- Wasylciw, W, 1999. The Utilization of Industrial Hemp Stalks in Composite Panels. The Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society (May 19-20), Winnipeg, Manitoba, Canada