

## MOBİLYA SEKTÖRÜNDE KULLANILAN KOMPOZİT MALZEMELERİN İNSAN YAŞAMINA VE ÇEVREYE ETKİLERİ

Tolga SUBAŞI<sup>1</sup>, Doç.Dr. Hamza ÇINAR<sup>2</sup>, Dr. Kubulay ÇAĞATAY<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ANKÜ Özel Anadolu Meslek Lisesi, Sanat ve Tasarımı Alanı, Gölbaşı, ANKARA

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Teknikokullar, ANKARA

<sup>3</sup> İncirli Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mobilya ve İç Mekân Tasarımı Alanı, Keçiören, ANKARA

kubulaycagatay@hotmail.com

**Özet-** Dünya, sanayi devrimi ile hızlı üretim ve tüketim endüstrisine girmiş ve 1950'li yıllara kadar üretilen ürünlerin ekolojik etkileri hakkında yapılan araştırmalar çok sınırlı kalmıştır. Daha sonraki süreçte duyarlılık oluşmaya başlanmış ve dünya doğal kaynaklarının sınırlı olduğu, işlenmiş ürünlerden açığa çıkan gaz salınımların ekolojik dengeye zarar verdiği bir dizi konferanslar sonucunda 2005 yılında Kyoto protokolu ile teyit altına alınmış ve endüstriyel ürünlerin global anlamda kontrol edilmesi gerekliliği sonucuna varılmıştır. Bu duyarlılıktan, mobilya ve yapı sektörü de etkilenmiş 1950 yılından itibaren masif ahşap malzeme kullanımı yerine, ahşap esaslı (kompozit) malzeme kullanımına yönelmiştir. Ancak, ahşap esaslı malzeme üretiminde kullanılan kimyasallarının ekolojik dengeye farklı bir açıdan zarar vermeye devam ettiği iddia edilmektedir. Bu araştırmada ahşap esaslı yarı mamul malzemelerin insan yaşam kalitesine ve ekolojik ortama etkilerinin tespiti amaçlanmıştır. Konu ile ilgili güncel literatür derlemesi yapılmış ve görsel materyaller ile desteklenmiştir. Sonuç olarak, üretilen ahşap esaslı (kompozit) malzemelerin dünyanın doğal kaynak tahribatını engellediği gibi bünyesinde barındırdığı çeşitli kimyasallar nedeniyle çevreye ve insan yaşamına zarar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle kimyasalların kullanımından doğan zararları minimal düzeye indirilebilmesi için oluşturulan standartlara uyulmasının gerekliliği büyük önem arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler-** Ahşap esaslı malzemeler, üretim süreci, zararlı gazlar, yapıştırıcılar, gaz standartları.

## THE EFFECT OF COMPOSITE MATERIALS USED IN THE FURNITURE SECTOR TO HUMAN LIFE AND ENVIRONMENT

**Abstract:** The world entered the industrial revolution with rapid production and consumption, and research into the ecological effects of the products produced until the 1950s was very limited. Sensitivity started to emerge later in the process, and as a result of a series of conferences where the world's natural resources were limited and gas

*Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.*

emissions released from processed products harmed the ecological balance, it was confirmed by the Kyoto protocol in 2005, and the necessity of controlling industrial products in a global sense was reached. From this sensitivity to the furniture and building sector has been affected since 1950; composite materials instead of using wood materials. However, it is claimed that the chemicals used in the production of wood-based materials continue to damage the ecological balance in a different way.

This study aims to determine the effects of wooden based semi-finished materials on human life quality and ecological environment. The current literature on the subject has been compiled and supported by visual materials. As a result, the produced wood-based (composite) materials have prevented the world from destroying natural resources and have been damaged by the various chemicals that it contains. For this reason, it is of great importance to comply with established standards in order to minimize the damage caused by the use of chemicals.

**Key Words-** Wood based materials, production process, harmful gases, adhesives, gas standards.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Avrupa Birliği (AB) Temel Haklar Bildirgesi'ne göre "Herkes, yaşama hakkına sahiptir." Birleşmiş Milletler (BM) İnsan Hakları Beyannamesi'ne göre "Yaşamak, özgürlük ve kişi güvenliği herkesin hakkıdır." Türkiye Cumhuriyeti (TC) Anayasa'sı, Madde 17 "Herkes, yaşama, maddi ve manevi varlığını koruma ve geliştirme hakkına sahiptir." Bireyin yaşama hakkını kullanabilmesi için gereken koşulları sağlamak devletlerin asli görevidir. TC Anayasa'sı Madde 56 "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir" (İHEB 2000, AYM 2009), ibareleri ulusal ve uluslararası bildirgelerde yer almaktadır. İnsan var oluşundan günümüze doğada üstünlük kurmaya yönelik arayışlar içine girmiş, bilim ve teknik imkânları yaygın bir şekilde kullanmış ve sonucunda doğaya zarar vermiştir. Bunun sonucu olarak içinde yaşadığı çevre ile arasında var olması gereken uyumu bozmuştur. Hava, su ve toprağın kirlenmesi ile birlikte kirlilik unsurları besin zinciri ile çeşitli düzeylerde bitki ve hayvan topluluklarına taşınmış ve onların yaşamlarını tehdit eder bir hal almıştır. Hızlı nüfus artışı, kırsal alandan kentlere göçün artışı ve sanayileşme, kirlenmenin yaygınlaşması ve artmasına neden olmuştur. Diğer taraftan doğal kaynakların sınırlı oluşu ve bunların bir kısmının kirlilik ile önemli ölçüde bozulmuş olması beraberinde artan nüfusun sağlıklı ve yeterli beslenememesi sorununu gündeme getirmiştir. Bu arada toplumların bilinçlenmesi ve gelecek ile ilgili kaygılar çevre sorunlarını ciddi bir şekilde ele alınmasını sağlamıştır. 21. Yüzyılda çevre ile olan ilişkilerinde birçok sorunla karşı karşıya kaldıktan sonra geleceğini güvence altına alabilmek için doğa ile uyum içinde yaşamaya mecbur olduğu zorunluluğunu kısmı olarak hissetmiştir. Bu doğrultuda mobilya sektörü de iç ve dış mekân kullanım alanları ve işlemleri ile çevre ile doğrudan ilişkilidir. Türkiye'de mobilya endüstrisi 1990'lı yıllardan itibaren orta ve büyük ölçekli işletmelerin katılımlarıyla ülke imalat sanayisi içerisinde %3'lük üretim katkısı ile önemli bir yere sahiptir. Mobilya ürününün hammadde edinimi, üretim, kullanım ve kullanım sonrası süreçlerini de kapsayan ürün yaşam döngüsü irdelendiğinde kimyasal içerikli maddelerin kullanılması ile açığa çıkan zararlı gazlar (uçucu organik bileşikler) doğrudan veya dolaylı olarak insan yaşamını ve eko sistemi olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

İnsanlar yaşamlarının büyük bölümünü konut, çalışma ofisleri ve üretim alanlarında geçirmektedir. Kapalı mekânlar da hava kalitesi insan yaşam kalitesi açısından büyük önem arz etmekte olup insan yaşamını doğrudan etkileyen dört temel faktör vardır. Bunlar, mobilyadan açığa çıkan zararlı bileşikler/gazlar ve tozlar, beyaz eşyalardan yayılan elektromanyetik

radyasyon ve aydınlatmadır. Günlük yaşam içerisinde bütün mekânlarda geniş bir kullanım alanına sahip mobilya ürünü; kullanım kolaylığı, konfor ve estetik algılama gibi unsurlarla fiziksel ve psikolojik faydalar sağlayabilmektedir. Ancak, mobilya ürün yaşam döngü süreci incelendiğinde, üretim sırasında açığa çıkan tozlar ve zararlı gazlar, kullanım esnasında da salınımlarını devam ettirmekte olup endüstride bunların kontrol altına alınması sınırlı düzeyde ya da hiç yoktur. Bu konuda, Ağaç İşleri ve Mobilya sektörlerinde, mobilya ürünlerinin üretiminde Kyoto protokolünün içeriği ve öngörülerini hakkında farkındalığın çok sınırlı düzeyde olduğu düşünülmektedir

## 2. ARAŞTIRMA METODU (RESEARCH METHOD)

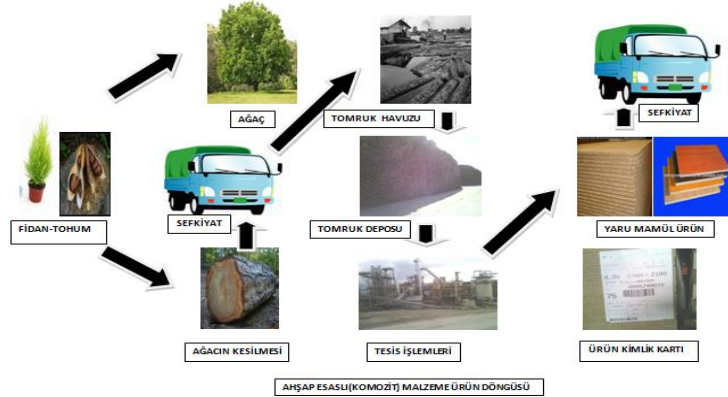
### 2.1. Metot ve Materyal (Method and Material)

Bu araştırmanın metodu derlemedir. Konu ile ilgili güncel akademik çalışmalar (Tez, makale, kitap), kanun yönetmelik mevzuat gibi kaynaklarla irdelenmiş ve araştırma amacı doğrultusunda tartışılmıştır. Araştırma da kullanılan resimler teknik gezi ile ziyaret edilen Kastamonu entegre ve SFC entegre tesislerinden fotoğraflama yolu ile elde edilmiştir.

## 3. DERLEME/TARTIŞMA (REVIEW / DISCUSSION)

### 3.1. Ahşap Esaslı Malzemenin Üretimi (Production of wood based materials)

Ahşap esaslı (kompozit) malzemeler, ürün yaşam döngüsü doğrultusunda yetiştirme, kesme, taşıma, depolama, yongalama, katkı gereçleri, presleme, kesme ve soğutma aşamaları süreci sonucunda yarı mamul ürün haline gelmektedir. Sürecin gelişimi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Ahşap Esaslı (Kompozit) Malzeme Üretim Süreci (Wood Based Composite Material Manufacturing Process)

Ağaç malzemenin elde edilmesi tohumun toprağa ekilmesi ile başlamaktadır. Bu ekilen tohumda bulunan kimyasal maddeler (fenollü bileşikler) ekolojik çevre ve insan yaşamına etkileri bulunmaktadır. Ağaç kesilme zamanına gelene kadarda bazı kimyasal maddeler maruz kalabilir. Ağaç malzeme kesildikten sonra tomruk uçlarına mum emülsiyonu, polivinil emülsiyonu, alüminyum gibi kimyasallar kullanılmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi kesilen ağaçlar yarı mamul ürün haline getirilecek tesise taşınıp tomruk havuzlarında üretime hazırlanmaktadır. Tomruk havuzlarında bekletildiği sırada bakteri ve mantarlardan etkilenmemesi için bazı kimyasal maddeler verilmektedir. Tomruk havuzlarından çıkarılan ağaç malzemeler bekleme depolarında güneş ve yağmurun etkisi ile bünyesindeki kimyasal maddeleri çevreye yaymakta; devamında kabukları soyulan tomruklar yongalama ve lif haline getirilme süreçlerinde yine kimyasal maddeler salınımına devam etmektedirler. Bu süreçte çalışanların kullanılan kimyasallara doğrudan maruz kaldığı görülmüştür (Resim 2).



**Resim 2.** Üretimde kullanılan kimyasallar (Chemicals used in production)

### 3.2. Zararlı Gazlar (Harmful Gases)

Thiermeyer'e [1] göre yapı malzemesinden kaynaklanan iç mekân kirlenmeleri son yıllarda gündeme gelmiş, asbest esaslı yapı malzemelerine karşı ülkemizde kamuoyu oluşmuştur. Ancak yapıda ve iç mekânda kullanılan bir dizi malzemenin kullanımı zararlı ve tehlikeli maddeler içerdiği halde sürmektedir. Çoğu kimyasal düşük yoğunlukta kısa süreli temasta zararsızken uzun süreli ve tekrarlanan temaslarda tehlikeli olmaktadır. Ölçüt olarak, bir maddenin insanla, günde 8 hafta ortalama 40 saatlik uzun süreli temasında, sağlığa zarar vermediği bilinen en yüksek yoğunluk olarak alınmıştır. Önce açıklandığı gibi aerosol ve gazlar organizmaya yüzeyinin hava ile ilişkisinde etkili olurlar. İç mekân ölçümlerinde en çok bulunan edilen maddelerin başında formaldehit HCHO gelir. Gann, M ye göre formaldehit kansere neden olabileceğinden iç mekan havasında hiç bulunmaması gereken maddelerin başında sıralamıştır. Diğerleri; Acrilnitril, Epiclorhidrin, Hidrazin, Asbest, Benzol, Vinilclorid, Cd, Co, Cr, Ni, Anilin, PCP olup mobilya sektöründe sıklıkla kullanılan kimyasallar olarak tanımlanabilir. Özellikle, Formaldehit teknik olarak metanolün 600 derece C°'de gümüş veya bakır kontaktlarda hava oksijeni aracılığı ile dehidre edilmesi ile elde edilir. Keskin kokulu bir gazdır, sulu eriği hidrat halinde bulunur. Mekanların dezenfektasyonunda, konservasyon ve anatomik preparatların sertleştirmesinde kullanılır (formalin) [2]. Bir formaldehit türevi olan bakalitin, 1905 yılında flaman kimyacı Leo Hendric Daekeland tarafından bulunması plastik çağın başlamasına neden olmuştur. Formaldehit dış mekanlarda motor yakıtının tam yanmaması sonucu az miktarda bulunabilir; ancak genelde burdaki yoğunluğu, uluslararası düzeyde yaygın izin verilen en yüksek mekan yoğunluğu olan 0.03 mg/m<sup>3</sup>'ün altındadır. Yüksek yoğunluklar genelde havalandırılmayan iç mekanlarda ölçülmekte, havalandırma ile yoğunluk düşüşü söz konusu olsa da, çıkan değerler genellikle önerilen ölçülerin altına düşmediği gözlenmiştir. Danimarka'da yaptığı ölçümlerde iç mekanda sunta kullanılan konutlarda, 0.8/h'lik bir hava değişim faktöründe, en fazla 2.24 mg/m<sup>3</sup>, ortalama 0.62 mg/m<sup>3</sup> yoğunluk saptanmıştır [3]. Lifli preslenmiş ahşap levhalar (yonga levha) için kullanılan bağlayıcı maddeler, üreformaldehyt veya melamin formaldehyt reçinesini esaslıdır.

Mobilya işlerinde kullanılan tutkallarda aynı maddeyi içermektedir. Isı yalıtımı için kullanılan köpüklerde, formaldehit sertleştirici faktördür. Gesundes Bauen-Gesundes VVohnen çalışma grubunca,1978'de yapılan çalışmada, ölçümlenen yapıların, ısı yalıtımında kullanılan camyününe bağlı olarak, mekan havasında sürekli 0.31-0.35 mg/m<sup>3</sup>'lük bir formaldehit yoğunluğunun bulunduğu bildirilmektedir [4]. HCHO gaz halinde mukozalar üzerinde tahriş etkisi vardır. Keskin kokusu 1 ppm'nin altında bile algılanabilir. 10 ppm'ye kadar olan yoğunluklar kısa sürede konyunktivit ve rinitis'e sebep olur. Bilimsel olarak en yüksek mekan yoğunluğu değerinin dünya çapında eşit olması gerekirken yasal değer ülkelere ve yıllara göre değişmekte (Danimarka: 0.3 ppm Japonya: 5 ppm. 1982 yılında), genelde 1 ppm olarak belirtilmektedir. Ancak sürekli insan bulunan okul, konut, büro, otel odası gibi iç mekanlarda önerilen en yüksek mekan yoğunluğunun üst sınırı 0.1 ppm veya 0.12 mg/m<sup>3</sup>'dür. Söz konusu değer insanlarda formaldehit koku eşiğinin alt sınırı olan 0.1 ppm'e dayandırılmaktadır. Bu değer göz yanması için de geçerlidir. Bir çok denekte 0.04 ppm'lik yoğunlukta bile (EEG) elektro anselofogram'ın norm değerler dışına çıktığı görülmüştür. Bugün kompozit malzemelerde kullanılan formaldehit oranının 0,9 - 0,11 ppm oranlarında olması öngörülmektedir.

**Çizelge1.** Zararlı gazlar ve yoğunlukları (Hazardous gases and concentrations)[5].

Kirletici	Konsantrasyon (mg m-3)	Sınır Değer (mg m-3) (ACGIH-TWA)
Benzen	0.002-0.03	1.6
Toluen	0.03-0.25	160
n-Dekan	0.003-0.09	-
Limonen	0.002-0.07	167
o-ksilen	0.003-0.01	434
1,1,1, Trikloroetan	0.002-0.02	55
1,2,4 Trimetilbenzen	0.005-0.02	125
m- ve -p ksilen	0.01-0.04	434
Undekan	0.003-0.025	-
1,3,5 Trimetilbenzen	0.002-0.005	123

(-) Sınır değer belirlenmemiş.

### 3.3. Formaldehit (Formaldehyde)

Formaldehit orta yoğunlukta lif levha (MDF), yonga levha, kontrplak gibi odun esaslı panellerdeki tutkalların üretiminde kullanılan renksiz, zehirli ve güçlü bir kokuya sahip bir kimyasal maddedir. Odun esaslı paneller arasında en yüksek formaldehit yayılımı MDF ürünlerinde görülmektedir. Formaldehit konsantrasyonu yüksek olduğunda insanlarda kansere neden olabilmekte ve özellikle kapalı ortamlarda göz, burun ve boğazda irritasyona ve birçok alerjik reaksiyona sebep olmaktadır. Günümüzde, formaldehit emisyonuna neden olan formaldehit esaslı tutkal ile üretilen levha ürünlerinde serbest formaldehit içeriğinde yasal sınırlamalar zorunlu hale gelmektedir. Formaldehit, iç ortamlarda birçok kaynağının bulunduğu ve insanda kanser yaptığı (IARC) belirlendikten sonra, en dikkat çeken ticari kimyasallardan biri olarak literatüre girmiştir. Özellikle ahşap-bazlı materyallerin sebep olduğu formaldehit emisyonu, çevresel ve sağlık etkilerinden dolayı önem arz etmektedir. Bu nedenle dünya piyasalarında formaldehit emisyonuna neden olan/katkısı olan ürünler Avrupa Birliği ve Japonya gibi ülke ve kuruluşların kalite sınıflarına (E1 ve F\*\*\*\*) göre piyasaya sürülerek çevre dostu yeşil malzeme olarak rekabete katılmaktadır. Odun esaslı tüm ürünlerin (MDF, yongalevha, kontrplak vs.) kullanım yerinde formaldehit çıkışı belli bir süre devam edeceğinden insan sağlığı açısından, kullanılan bağlayıcının serbest formaldehit içeriğinin belirli standartlar kapsamında olması gerekmektedir



Resim 3’de belirtilen ahşap esaslı (kompozit) malzemelerden yonga levha, OSB, Liflefha (MDF) ve kontrplak üretimi esnasında en fazla formaldehit salınımı ortaya çıkmaktadır. Bu salınım en fazla malzemenin üretimi sırasında ortaya çıkmakta ve üretimi gerçekleştiren işleri etkilemekte ve gelecek bölümde anlatılacağı gibi işçi sağlığını etkilemektedir.



**Resim 3.** Kompozit malzemeler (Composite materials)

Evlerde tipik formaldehit kaynakları üre formaldehit tutkalı ile üretilen levha ürünleridir. Bunlar içinde özellikle MDF ürünleri en fazla formaldehit yayan ürünlerdir. Aksakal vd., 2005’e [6] göre yapılan deneylerde formaldehit ve uçucu organik bileşiklerin MDF’den yapılan büro mobilyalarından aylarca yayılabildiği belirlenmiştir. Mobilyalardan ortama formaldehit yayılımı, ortam sıcaklığı ve nemin artması ile artış göstermektedir. Formaldehit emisyonuna etki eden başlıca faktörler; odun türü, üre/formaldehit (Ü/F) mol oranı, sertleştiricilerin türü, pres koşulları, tutkal miktarı, depolama süresidir [7]. Ayrıca, formaldehit emisyonunu azaltmak için formaldehit tutucuların kullanımı da önemlidir.

Ahşap esaslı malzemenin üretiminin gerçekleştirildiği bir tesiste kullanılan formaldehitin genel özellikleri ve risk durumu Şekil 3’de belirtilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi sağlık tehlikesinin yüksek olduğu görülmektedir. Yangın tehlikesi ve herhangi bir maddeyle etkileşiminin en alt düzede olduğu görülmektedir. Tahriş edici bir malzeme olduğu görülmektedir.



**Resim 3.** Formaldehit etki düzeyi (Formaldehyde level)

### 3.4. Formaldehit Emisyonunun Azaltma Yolları (Formaldehyde Emission Reduction Routes)

Araştırmacılar ve tutkal üreticileri modifiye edilmiş tutkalın UV yapısını araştırmaktadırlar. Fakat araştırmacıların elde ettikleri bulgular ticari kaygı nedeniyle gizli tutulmaktadır. Bu nedenden dolayı da tutkalın kimyasal yapısındaki sentez parametreleri çok iyi bilinmemektedir. Üstelik literatürde formaldehit içeriğini azaltmak için başarıyla uygulanan birkaç yöntem mevcuttur. Bu yöntemlerin bazıları, sisteme ilave edilecek kimyasallar için gerekli teçhizattan ötürü ek maliyet getirmektedir. Kimyasallar etkili olmasına rağmen fiyat olarak düşündürücüdür. Endüstride en çok kabul edilebilir yöntem formaldehit tutucu olarak adlandırılan ilave kimyasalların kullanımınıdır. Levha üretimi sırasında üre formaldehit tutkalına katılan formaldehit tutucular genelde yurt dışından getirilerek pazarlanmaktadır. Bu kimyasalların da kuru madde olarak ton fiyatı 550-750 dolar düzeyinde seyretmektedir. Diğer bir alternatif ise ÜF tutkalına belli oranda melamin ilavesi yapmaktır.

Bugün için melamin ülkemizde üretilmemekte ve yurt dışından da 1100-1400 dolar/ton olarak satın alınmaktadır. Dolayısıyla bu alternatif yöntem de tutkal maliyetini artırıcı etkisinin yüksekliği nedeniyle kullanımı sınırlı kalmaktadır. Serbest formaldehiti azaltmak için diğer bir yol; ÜF tutkalı hazırlamanın sonunda ikinci veya üçüncü ilave olarak üre veya melamin ilave etmektir. Bu durumda, melaminin küçük miktarlarda dahi ilavesi levhadan formaldehit emisyonunun dikkate değer şekilde azaltmayı sağlayacaktır. Suya melaminin dayanıklılığı metilen melamin bağlarında yakalanan serbest formaldehit fazlalığının kolayca hidrolizlenmemesini sağlamaktır. Böyle bir yaklaşımın ana kusuru maliyetinin yüksek olmasıdır. Serbest formaldehiti azaltmanın diğer bir yolu ise; tek başına E1 tipi levha üretme kapasitesi olmayan bir ÜF tutkalı hazırlamaktır. Fakat, bu tutkal ilave kimyasallarla karıştırıldığında kolayca E1 performansı gösterir. Bu amaçla, hızlandırıcılar, 1/2 veya daha yüksek Ü/F düşük kondenzasyonlu ön polimerlerinin oluşturduğu basit üre formaldehit karışımları ve absorplayıcı, 1/0.4-1/0.5 mol oranındaki Ü/F düşük kondenzasyonlu ön polimerlerini veya basit üre formaldehit karışımlarını kullanmaktır. Daha sonra, levhanın direnç ve emisyon özelliklerini belirleyen tutkal karışımlarında E1 olmayan ÜF tutkallarının, hızlandırıcı ve absorplayıcının dengesi oluşturulur. Böyle bir sistemin bir avantajı esnek olması ve üç bileşenin temel üretimi değiştirilmeksizin farklı koşullara uygulanmasıdır. Bu değişikliklerin hepsi tutkal karışımındaki bileşenlerin oranıdır. Böylece, daha yüksek direnç gerekli ise daha yüksek bir hızlandırıcı oranı kullanılır. Eğer, düşük emisyon gerekli ise daha yüksek bir absorplayıcı oranı kullanılır. Hızlandırıcı ve absorplayıcının oranı genel olarak ÜF tutkalının katı maddesinin %10-30'u kadardır. Düşük formaldehit emisyonlu bir ÜF tutkalı hazırlamanın iyi bir metodu da, tutkal hazırlaması süresince ürenin ilave sayısını artırmaktır. Böylece, üçüncü üre ilaveli bir tutkal, ikinci defa üre ilave edilerek hazırlanan tutkaldan daha iyi bir direnç ve daha düşük bir emisyon verir. Dolayısıyla dört üre ilavesiyle hazırlanan tutkal üç üre ilavesi ile hazırlanan tutkaldan daha iyi sonuç verecektir [7]. Birçok ülkedeki yeni düzenlemeler ÜF tutkalı kullanan odun ürünlerinden formaldehit emisyonunu azaltmak için araştırmalara sevk etmektedir. Tutkalın maliyetini azaltmak veya performansını geliştirmek için ÜF tutkallarına modifiye maddeler ilave edilmesi yoluna gidilmektedir. Odun tutkalları olarak kullanılan modifiye edilmemiş ÜF tutkallarının dayanımı daha azdır. ÜF tutkalları ılımlı asidik şartlarda ve yüksek sıcaklıklardaki suya maruz bırakıldığı zaman hidrolize olmaktadır [8].

### 3.6. Formaldehitin Etki Sahası ve Önlemler (Effect Area and Precautions for Formaldehyde)

Formaldehit üretiminin yapıldığı ya da kullanıldığı endüstriyel alanlardaki meslek grupları ile anatomistler, patologlar ve tahnitçiler formaldehite ve dolayısıyla onun olumsuz etkilerine işlerinden dolayı aşırı maruz kalan kişiler üzerinde yapılan araştırmalarda, beyin kanseri, kan

kanseri ve kolon kanserinden ölenlerin sayısında normal populasyona göre bir artış olduğu gözlenmiştir [9]-[10]. Ayrıca, günlük hayatta FA içeren ürünlerin ev ve işyerinde kullanılması (duvar boyası, mobilyalar, cila kaplamalar, deodorantlar, temizlik ürünleri v.b) ve çevresel etkenlerle maruziyet (fuel-oil ve odunun yanması ile, egzoz gazı ve sigara dumanı gibi) etkilenmeyi daha da artırmaktadır [11]-[12]. Yapılan deneysel araştırmalarla kanserojenik olduğu vurgulanan formaldehitin, solunum sistemi, sinir sistemi ve sindirim sistemi gibi birçok sistem üzerinde zararlı etkiler gösterdiği ortaya konmuştur [11]-[13]. Üreme sistemi üzerinde de olumsuz etkiler gösteren formaldehitin, germinal hücrelere zarar vererek fertilité problemlerine yol açtığı, testis morfolojik yapısını bozduğu, sperm sayısı ve serum testosteron düzeylerinde azalmaya neden olduğu ifade edilmiştir [14]-[16]. Thrasher ve Kilburn [15], gebe fareleri, çiftleştirmeden önce, çiftleştirme esnasında ve gebelik süresince formaldehite maruz bıraktıklarında, embriyo ölümlerinin, kriptoorşidizm ve aberrant ossification venters gibi fütusa ait anomalilerin arttığını, askorbik asit konsantrasyonunun azaldığını, özellikle doğumdan sonraki dördüncü ayda endoplazmik retikulum, lizozomlar ve mitokondrilerin enzimlerinde anormalliklere, demir eksikliğiyle artan metabolik asidoza sebep olduğunu belirtmişlerdir. Kuş vd. [17] omega-3 yağ asitlerinin formaldehitin testislerde neden olduğu apoptozisi önlediğini bildirmiştir. Formaldehit; gen mutasyonları, delesyon, kromozomal hatalar, tek zincir kırıkları, kardeş kromatit değiş tokuşu ve hücre değişimlerini kapsayan genotoksik [9],[18], mutajenik, teratojenik, embriyotoksik ve karsinojenik [19] bir kimyasaldır.

Formaldehitin solunum sistemi toksisitesi düşük konsantrasyonlarda (0.5 ppm) bile ortaya çıkmaktadır. Akut etkilenmelerde burun ve boğazda yanma hissi, nefes darlığı, öksürük, hırıltılı solunum gibi klinik semptomlara neden olmaktadır. Daha yüksek konsantrasyonlarda ise, pulmoner ödem, inflamasyon ve pnömoni gelişmektedir [11][18][20],[21]. Mesleki olarak formaldehite maruz kalan işçiler arasında akciğer kanserinden ölüm oranının %30 daha fazla olduğu belirtilmiştir [22][23]. Zararsız vd. [24] sıçanlarda formaldehit maruziyeti sonucu akciğer dokusunda hasarın oluştuğunu ve bu hasarın melatonin ve  $\omega$ -3 yağ asitleri uygulamasıyla önlediğini tespit etmişlerdir. FA'nın solunum sisteminin yanında santral sinir sistemi, deri, göz, testis ve menstrüel fonksiyonlar üzerinde de toksik etkilere sahip olduğu, tavşan gözünün korneasına verilen formaldehitin ise retinaya zarar verdiği bildirilmiştir [25][26]. FA, ağız yoluyla alınmasını takiben üst gastrointestinal sistemde lokal korozif etki meydana getirir. Mide bulantısı, şiddetli ishal, karın ağrısı gibi semptomların ardından nekroz, perforasyon ve kanama gelişir. Daha sonra dolaşım kollapsı, şiddetli metabolik asidoz ortaya çıkar ve birkaç gün içerisinde ölüme sonuçlanır [11]. Yapılan bazı çalışmalarda, formaldehitin bazı enzimlerin aktivitesini inhibe ettiği ve bazı enzimlerin aktivitesini de artırdığı belirtilmiştir[10][27]. Sıçanlar, uzun süreli 6-15 ppm dozunda formaldehite maruz bırakıldığında, nazal tümör geliştiği gözlenmiştir [28][29]. Yüksek konsantrasyonlarda formaldehit solunursa mukostaz ve siliostaza gelişir [30]. Deneysel çalışmalarda oral yolla alınan formaldehitin genel metabolizmada birçok anormalliğe yol açtığı tespit edilmiştir: Hamile halde iken formaldehit alan sıçanların yavrularında doğum ağırlığının düşmesi [31], erkek Wistar sıçanlarda anormal sperm insidansının artması [32], Drosophila Melanogaster'de hemen bütün mutasyon tiplerine rastlanması [33], midenin glandüler yapısında tümör-promoting aktivitenin olması [34] gibi bozukluklar gözlendiği bildirilmiştir. Ku ve Billings [35], formaldehitin karaciğer hücrelerinde glutasyon seviyelerini azalttığını ve LDH enzim aktivitesini de artırdığını bildirmişlerdir. Dolayısıyla bir antioksidan olan glutasyonun azalması, karaciğer üzerine FA toksisitesini artırmaktadır [11][36]. Zararsız vd.[36] sıçanlarda formaldehit maruziyeti sonucu karaciğer dokusunda oksidatif hasar oluştuğunu ve bu hasarın omega-3 yağ asitleri uygulaması ile azaldığını tespit etmişlerdir. FA toksik etkilerini nonenzimatik yolla DNA, RNA, protein ve doymamış yağ asitleri ile güçlü bir şekilde birleşerek gerçekleştirme eğilimindedir [37]. FA'nın nörotoksik etkileri akut etkilenmelerde baş ağrısı, baş dönmesi, keyifsizlik, uykusuzluk ve iştahsızlık şeklinde kendini gösterirken, uzun süreli maruziyette ise, duygu-durum bozuklukları, davranış bozuklukları ve epilepsi gibi kalıcı nörotoksikite belirtileri ortaya çıkar [26][36][38][39]. Gürel vd.[40] FA'nın hipokampus ve



frontal korteks üzerinde toksik etki yaparak, her iki beyin bölgesinde nöronal dejenerasyon ve piknotik hücre oluşumuna neden olduğunu tespit etmişlerdir. Zararsız vd.[41] formaldehit uygulamasının sıçan hipokampusunda oluşturduğu oksidatif hasarın  $\omega$ -3 yağ asiti uygulaması ile önlendiğini tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak; formaldehit vücuttaki pek çok doku ve organ üzerinde zararlı ve hatta toksik etkiye sahip olmakla beraber, melatonin ve  $\omega$ -3 yağ asitleri formaldehitin zararlı etkilerine karşı koruyucu ve sağaltıcı rol üstlenmektedir. Bunun yanında, formaldehitte çalışılan ortamlarda formaldehit konsantrasyonunu izin verilen sınır olan 0.3 ppm düzeyinin altında tutmak gerekmektedir. FA'nın daha çok kullanıldığı makroskobik anatomi laboratuvarlarında formaldehitin zararlı etkilerinden korunmak için bazı önlemler alınmalıdır. Bunun için öncelikle uygun bir doku tespiti için yeterli % 10'luk konsantrasyonun üzerine çıkılmamalıdır. Tespit için bekletilen materyaller hava geçirmeyecek şekilde kapatılmalıdır. Makroskobik incelemenin yapıldığı alan formaldehit buharını ortamdaki hemen uzaklaştıracak şekilde donatılmalıdır. Kronik konjunktivit, üst ve alt solunum yolu hastalıkları bulunan laboratuvar personeli bu ortamdaki hastalıkları tamamen geçene kadar uzaklaştırılmalıdır. Laboratuvar personeli arasında uygun dönüşümler sağlanarak formaldehit ile temas süreleri mümkün olduğunca düşürülmelidir. Bütün bu zararlı etkilerine karşın formaldehit ucuz ve iyi bir tespit solüsyonu olması nedeniyle hala tüm dünyada kullanılmaktadır.

### **3.7. Formaldehitin İnsan Sağlığına Etkileri (Effects of Formaldehyde on Human Health)**

Formaldehit, baş ağrısı, bulantı ve baş dönmesi gibi özgül olmayan belirtilerin yanında boğazda iritasyon, allerjik reaksiyonlar, gözlerde kızarıklık, sulanma, burun akıntısı vb belirtilere neden olmaktadır. Özellikle kronik etkilenim varlığında kronik konjunktivit, farenjit, larenjit, bronşit ve öksürüğe neden olabilmektedir. Aynı zamanda kontakt dermatite, polen ve diğer alerjenlere bağlı allerjik rahatsızlıkların ortaya çıkmasına ya da hastalık seyirlerinin ağırlaşmasına neden olabilmektedir (Clarisse B.). Formaldehitin neden olduğu klinik belirtiler kişisel duyarlılıkla da ilişkilidir (Clarisse B). Formaldehitin astımın oluşumunda rol alabildiği (Leikauf GD) ve astımlılarda gece ortaya çıkan solunum güçlükleri ile ilişkili bulunduğu bildirilmektedir (Clarisse B). Formaldehit, Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu (International Agency for Research on Cancer, IARC) tarafından kanserojen özelliği açısından Grup 2A olarak sınıflanmıştır. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda formaldehitin özellikle burun ve üst solunum yolu kanserlerine neden olabileceği [42], ayrıca ultraviyole'ye bağlı deri kanserlerinin gelişimine katkıda bulunduğu bildirilmektedir. Çocuklar zamanlarının çoğunu evde ya da diğer kapalı ortamlarda geçirdiklerinden önemli bir risk grubudur ve kapalı ortamlarda mobilya ve dekorasyon malzemelerinden yayılan formaldehit etkilenimi açısından da risk altındadırlar [43]. Okullarda yapılan bir çalışmada da açık raflar ve dokuma ürünlerinin fazla olduğu sınıflarda formaldehit düzeyinin yüksek olduğu saptanmıştır.

### **4. Formaldehit Sınırlamaları ve Standartları (Formaldehyde Limitations and Standards)**

Orman ürünleri endüstrisinde üretilen formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen malzemelerden ayrılan formaldehit emisyonu pek çok çalışma ve tartışmayı beraberinde getirmiştir. Odun esaslı levha ürünlerinde formaldehit emisyonunu sınırlandırmak için E0-E1 standardı geliştirilmiştir. 10 yıl öncesine kadar Ü/F mol oranı 1/2 olan tutkallar kullanılmaktaydı. Günümüzde ise MDF ve yonga levha üretiminde formaldehit emisyonu düşük (1/1.1) üretilen formaldehit tutkalları tercih edilmektedir [7]. Odun panel ürünlerinden açığa çıkan kabul edilebilir formaldehit seviyesi son on yıllık süre içerisinde devamlı olarak azalmaktadır. Formaldehit en son yeniden bir sınıflandırma ile Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi tarafından insan için kanserojen bir madde olarak tanımlanmış olup endüstrideki otoritelerin

düzenlemesiyle, çevre örgütü (Green Organization), tüketici dernekleri ve işçilerin tepkileri, itirazları ve kaygılarıyla daha da önemli olmaya başlamıştır [44]. Kompozit odun panellerinden açığa çıkan formaldehitin yayılması esasen bu panellerin üretiminde bağlayıcı tutkal olarak üre formaldehit tutkalı kullanımı ile ilgilidir. Bu tutkalın yüksek reaktifliği ve düşük fiyatı ile kullanımının yaygın olması sonucu olarak, reaksiyona girmemiş serbest formaldehit varlığı ve hidrolize karşı direncinin düşük olması formaldehit emisyonuna neden olmaktadır. Düşük seviyede (üre-melamin-formaldehit tutkalları, ÜMF) veya yüksek seviyede (melamin-üre-formaldehit tutkalları, MÜF) melamin kullanımı ile üretilen tutkal kopolimerleri hidrolitik stabiliteyi geliştirmektedir, fakat çok düşük formaldehit emisyon değerleri açısından kesin olmayan bir durum içermektedir [44]. Üre formaldehit tutkalları on yıl süre içerisinde odun esaslı panellerin (yongalevha, liflevha, kontrplak) ve diğer benzer ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kompozit odun ürünlerinden formaldehit emisyonu ve kapalı alan hava kalitesi ilk olarak son zamanlarda 1970'lerde enerji krizine bağlı olarak, evlerin sızdırmayan kaplama yoluyla ısı muhafazasına teşvik edilmesi sonucu halkın büyük bir kesiminin dikkatini çekmeye başlamıştır.

Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya bilim adamları odun esaslı panellerden açığa çıkan formaldehit emisyonunu ölçmek için test metodları geliştirmişlerdir [44]. Son zamanlara kadar, formaldehit Dünya Sağlık Organizasyonu (WHO) tarafından insanlar için muhtemel kanserojen madde grubu içerisinde yer almaktadır. (Grup 2A). 2004'te WHO'nun Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi formaldehitin yeniden sınıflandırılması gerektiğine karar vererek, bilimsel veriler ışığında Grup 1 içerisinde yer almasını önermiştir [45]. Bu öneri, yasal olarak geçerli olmakla birlikte, işçi ve tüketici birlikleri, çevre örgütü (Green Organisation), düzenleyici yetkilileri, endüstri (formaldehit kullanıcı ve üreticileri) işletmeleri tarafından kabul edilmiştir.

Teknolojik ilerlemeye bağlı olarak son 30 yılda önemli ölçüde iş yerlerindeki formaldehit emisyon seviyesi azalmıştır [46]. 2005'te yeni toksikoloji ve kanser çalışmaları, Avrupa ve Amerika'da çeşitli bağımsız araştırma merkezlerinin bağlı olduğu Formaldehit Konseyi ve FormaCare tarafından başlatılmıştır. Bu arada, Fransa Meslek Risk Önleme Enstitüsü (INRS) ve Alman Federal Risk Değerlendirme Enstitüsü (BfR) tarafından Avrupa'daki formaldehitin yeniden sınıflandırılması için öneriler yapılmıştır. Bununla birlikte, Avrupa Kimyasal Bürosu (ECB) yeni çalışmaların sonuçları elde edilinceye kadar formaldehitin yeniden sınıflandırılmaya tabi tutulmasını ertelemiştir [47]. Formaldehite en çok maruz kalan mesleklerin başında vernikleme, tekstil, giysi, kürk üreticileri, fabrikalarda levha üretiminde çalışanlar gelmektedir. En az maruz kalınan seviye formaldehit üretiminde ortalama konsantrasyon <1 ppm olmaktadır. Havadaki rapor edilen ortalama konsantrasyon yongalevha fabrikalarındaki 1 ppm'den, kontrplakta ise yaklaşık 2 ppm'den daha fazladır. Bununla birlikte, son zamanlarda yapılan çalışmalarda konsantrasyonun kontrplakta 0.4 ppm'den, OSB ve liflevha fabrikalarında da 0.16 ppm'den daha az olduğu belirtilmiştir [44]. Eylül 2007'de, Uluslararası Formaldehit Bilim Konferansı Forma Care (Avrupa Formaldehit Endüstri Merkezi, CEFIC Sektör Grubu, Avrupa Kimyasal Endüstri Kurulu) tarafından organize edilerek Barselona'da yapılmıştır. Formaldehitin zehirliliği ve epidemiyolojisi üzerine en yeni bilimsel çalışmalar sunulmuştur [48]. Çalışma sonucunda tüketici ürünlerinde ve diğer uygulamalarda formaldehitin yaygın kullanımının insan sağlığı için zehirli olabilecek bir risk oluşturmadığı bildirilmiştir. IARC tavsiyelerini eski veri ve veri analizlerinin istatistiksel olarak eksikliğine dayandırmış olup, bu veriler ışığında insanda kanser ve formaldehit yayılımı arasında çok belirgin bir ilişki olmadığından yeni verilerin elde edilmesi gerektiğini öngörmüşlerdir [44]. Ekim 2007'de, Avrupa Birliği ülkelerinin ekonomilerine formaldehit endüstrisinin katkısı Formaldehitin Sosyo Ekonomik Yararları üzerine Farma Care tarafından yapılan bir çalışma ile ortaya konulmuştur [49]. Çalışmada, formaldehit esaslı ürünler ikame kimyasallarla yer değiştirirse tüketicilerin yılda 29.4 milyar euro ilave harcama yapmak zorunda kalacakları ve bu alternatif ürünlerin 2. derecede kaliteye sahip olması nedeniyle tüketici tercihinin yol açan formaldehit esaslı ürünlerden daha yüksek bir fiyatı olacağı belirtilmiştir [50]. Tablo 1'de Avrupa, Avustralya, Amerika (Kanada'da geçerli) ve

Japonya standartlarına göre formaldehit emisyonu bakımından odun esaslı panellerin sınıflandırılması verilmektedir [44]. Japon F\*\* emisyon sınıfı değeri, Avrupa’da Almanya düzenlemelerini esas alınarak yapılan düzenlemeler sonucunda kullanılan E1 sınıfı değerine eşdeğer ya da bu değerden daha yüksek bir emisyon anlamını ifade etmektedir. F\*\* ve F\*\*\*\* emisyon sınıfı değerleri ise E1 sınıftan çok daha düşük anlamına gelmektedir [51].

EU içinde, formaldehit şimdilik şüpheli kanserojen kategorisinde en düşük seviyede yer almakta olan kategori 3-R40 maddesi olarak sınıflandırılmıştır. EU’da formaldehitin sınıflandırılması kimyasallarda ve kimyasalların güvenli kullanımında yeni REACH düzenlemesi adı altında görülmektedir. Amerika’da EPA tarafından yapılan sınıflandırma formaldehitin insanda muhtemel bir kanserojen etkiye neden olduğunu belirtmektedir [44]. Halen, Almanya yönetimi liflevha için (perforatör metodu ile test edildiğinde) 7 mg/100g levha ve yongalevha için 6.5 mg/100g levha E1 emisyon değerine uygun olarak görülmektedir [52]. Avusturya, Danimarka ve İsveç gibi ülkeler de sadece E1 sınıfı olan levha üretiminde Almanya’yı takip etmektedir. Bununla birlikte, çoğu Avrupa ülkeleri hala E2 sınıfı levhanın dağıtım ve üretimine izin veren mevzuatı uygulamaktadır. Son zamanlarda, EPF üyeleri sadece E1 tipi levha üretimini uygun bulmuşlardır [53]. Aynı zamanda, üyeler devam eden üretim denetlemeleri için E1 sınıfı değerini esas almışlardır [44].

**Çizelge 2.** Emisyon standartları (Emission Standards)[54].

Ülke	Standart	Test Yöntemi	Levha sınıfı	Limit değeri
Avrupa	EN 13986	Kabin EN 717-1	E1-PB, MDF, OSB	≤ 0.1 ppm
		Perforatör EN 120		≤ 8 mg/100g
		Kabin EN 717-1	E1-PW	≤ 0.1 ppm
		Gaz Analizi EN 717-2		≤ 3.5 mg/hxm <sup>2</sup>
		Kabin EN 717-1		>0.1 ppm
		Perforatör EN 120	E2-PB, MDF, OSB	>8 mg/100g
		Kabin EN 717-1		≤30 mg/100g
Gaz Analizi EN 717-2	E2-PW	>0.1 ppm		
		>3.5 mg/hxm <sup>2</sup>		
Avustralya	AS/NZS 1859-1 & 2	Desikatör AS/NZS 4266.16	E0-PB, MDF	≤ 0.5 mg/L
			E1-PB	≤ 1.5 mg/L
			E1-MDF	≤ 1.0 mg/L
			E2-PB, MDF	≤ 4.5 mg/L
U.S.A.	ANSI A208. 1 & 2 (PB&MDF)	Geniş Kabin ASTM E1333	PB, MDF	≤ 0.3 ppm
		Geniş Kabin ASTM E1333	PW	≤ 0.3 ppm
		Geniş Kabin ASTM E1333	PW duvar panelleri	≤ 0.2 ppm
Japonya	JIS A 5908& 5905 (PB& MDF)	Desikatör JIS A 1460	F**	≤ 1.5 mg/L
			F***/E0	≤ 0.5 mg/L
			F****/E0	≤ 0.3 mg/L

PB:Yonga levha, MDF:Orta yoğunlukta lif levha, OSB: Yönlendirilmiş yonga levha, PW: Kontrplak

Yonga levha yüzeylerine son yıllarda laminant adı verilen reçine emdirilmiş dekoratif kağıtlar yüksek sıcaklık altında preslenmektedir. Dekoratif kağıdın yonga levha üzerine serilmesi işlemini çalışanlar gerçekleştirmektedirler. Bu durumda ortam salınan kimyasal gazlar direkt olarak çalışan işçinin sağlığını tehdit etmektedir. İşlerin bu ortamdan kendilerini korumaları için kişisel koruyucu önlemler alınmalı bunun yanı sıra kullanılan kağıtların içindeki kimyasal maddelerin standartlara uygun olup olmadığı firma tarafından takip edilmelidir.

#### 4.1. Türk Standartları Enstitüsü ve E0-E1 Belgelendirmesi (Turkish Standards Institute and E0-E1 Certification)

Ahşap esaslı levha standartları formaldehit içeriğini iki sınıfa ayırmıştır. EN standartlarında E1 ve E2 olarak adlandırılan bu kanserojen madde başta Avrupa ülkeleri olmak üzere, dünyanın pek çok ülkesinde sınırlandırılmış olup E1 sınıftan daha yüksek bir sınıfa izin verilmemektedir. Ahşap esaslı levhalardan yapılan mobilyalarda ise E0-E1 belgesine sahip ham

madde seçilmesi son derece önemlidir. Mobilya üreticilerinin bu anlamda başta ahşap esaslı levha olmak üzere kullandıkları tüm hammaddeler için tedarikçilerini E0-E1 belgeli firmalardan seçmeleri zamanla piyasada konuyla ilgili önemli bir bilinç oluşturacaktır. Mobilya üreticilerinin E0-E1 belgesi talep etmesi halinde, mobilya yapımında kullandıkları levhanın üretim tarihinin izlenebilirliğini ibraz etmeleri gerekmektedir. Bu durumda belgelendirme için numune alınabilir ve mobilya üreticilerinin ham madde olarak kullandıkları sadece ahşap esaslı levha için E0-E1 belgesi düzenlenebilir.

Türk Standartları Enstitüsü Ürün Belgelendirme Merkez Başkanlığı, Yapı Malzemeleri Sektörü Belgelendirme Müdürlüğü, ahşap ürünlerde sağlık açısından büyük risk oluşturan formaldehit emisyon seviyelerinin kontrolü ile ilgili olan hizmetleri ve gerekli testleri TSE Gebze Yapı Malzemeleri Laboratuvarlarında yapılmaktadır. E0-E1 belgesi; ahşap esaslı levhaların üretiminde kullanılan formaldehitin yayılımının tespiti amacıyla, üretim yerinin incelenerek teknolojik yeterliliğinin ve fabrika üretim kontrolünün sağlandığının görülmesinin ardından, alınan numunelerin muayene test sonuçlarının standartta belirtilen E0-E1 sınırlar içerisinde sonuçlanması durumunda düzenlenen belgedir. Bu belge ile başvuru sahibi, sözleşme yapılmasının ardından düzenlenen belge ile ilişkilendirilen markayı kullanma hakkını kazanır. TSE tarafından belirlenen aralıklarla yapılan ara kontrollerde numune alınır, üretim yeri incelemesi yapılır. E0-E1 belgesinin geçerlilik süresi bir yıldır.

## **5.SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS)**

Bu araştırmanın derleme ve tartışma sonucunda, üretilen ahşap esaslı (kompozit) malzemelerin dünyanın tahribatını engellediği gibi içeriğindeki çeşitli kimyasallar nedeniyle çevreye ve insan yaşamına zarar verdiği belirtilmiştir. Ahşap levha üretim sektöründe kompozit malzemelerin üretimi esnasında ve mamulden nihai ürün haline getirilmesine kadar geçen süre ile tüketime sunulması esnasında içeriğinde bulunan kimyasalların doğa başta olmak üzere sektörde çalışan işçiden son tüketiciye kadar zarar verdiği görülmektedir. Son yıllarda ahşap esaslı (kompozit) malzemelerde kullanılan bazı kimyasalların denetimi için ürün kimlik kartları kullanılmakta ve bu kartla birlikte ürünün üretim aşamalarının kontrolü sağlanmaktadır. Bu sistem Türkiye'de bir kaç firmada kullanılmasına rağmen bu sayı yetersizdir. Bu sistemin bütün ahşap esaslı(kompozit) malzeme üretimi yapan fabrikalarda yaygınlaşması gerekmektedir. Bununla birlikte standartlarda belirtilen değerlere uyularak üretimin yapılması devlet tarafından periyodik olarak kontrol edilip sağlanmalıdır.

## **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- [1]. Thiermeyer., M., (1994). Klimazone, *AIT*, 10.198.
- [2]. Beyer, H., Walter, W., (1981). Lehrbuch der organischen Chemie, Hirzel, Stuttgart.
- [3]. Obergeschwandner, K. (1986). Bauökologische Einflussgrößen auf Schadstoffe in der Raumluft. *Arcus*, 4,166.
- [4]. Arbeitsgruppe Gesundes Bauen - Gesundes Wohnen, (1984). Gesundes Bauen-Wohnen. Bundesverband Gesundes Bauen und Wohnen, Bielefeld. 24.
- [5]. Alyüz, B., Veli, S., (2006). İç Ortam Havasında Bulunan Uçucu Organik Bileşikler ve Sağlık Üzerine Etkileri, *Trakya Univ J Sci*,7(2), 109-116.
- [6]. Aksakal F.N., Vaizoğlu, S., Güler, Ç., (2005). Mobilyalardaki Kimyasallar ve Sağlık Etkileri, 14 (12), 268.
- [7]. Pizzi, A., (1994). Advanced Wood Adhesives Technology. Marcel Dekker, Inc.
- [8]. Coppock, K., (1996). Durable Wood Adhesives from Furfural-Based Diols, Diamines, and Diisocyanates, University of Wisconsin, Madison.

- [9]. Shaham, J., Bomstein, Y., Meltzer, A., Kaufman, Z., Palma, E., Ribak, J., (1996). DNA-protein crosslinks, a biomarker of exposure to formaldehyde in vitro and in vivo studies. *Carcinogenesis*, 17, 121-125.
- [10].Schlink, K., Janßen, K., Nitzsche, S., Gebhard, S., Hengstler, J.G., Klein, S., Oesch, F., (1999). Activity of O6-methylguanine DNA methyltransferase in mononuclear blood cells of formaldehyde-exposed medical students, *Arch Toxicol*, 73, 15-21.
- [11].Smith, A.E., (1992). Formaldehyde. *Occup Med*, 42, 83-88.
- [12].Usanmaz, S.E., Akarsu, E.S, Vural, N., (2002). Neurotoxic effect of acute and subacute formaldehyde exposures in mice. *Environ Toxicol Pharmacol* 11: 93–100.
- [13].Zararsiz, I., Kuş, I., Akpolat, N., Songur, A., Ogeturk, M., Sarsilmaz, M., (2006). Protective effects of O-3 essential fatty acids against formaldehyde-induced neuronal damage in prefrontal cortex of rats, *Cell Biochem Funct*, 24, 237- 244.
- [14].Chowdhury, A.R., Gautam, A.K., Patel, K.G., Trivedi, H.S., (1992). Steroidogenic inhibition in testicular tissue of formaldehyde exposed rats, *Indian J Physiol Pharmacol*, 36, 162-168.
- [15].Thrasher, J.D., Kilburn, K.H., (2001). Embryo toxicity and teratogenicity of formaldehyde, *Arch Environ Health*, 56, 300- 311.
- [16].Özen, O. A., Akpolat, N., Songur, A., Kuş, İ., Zararsiz, İ., Özaçmak, V.H., Sarsilmaz, M., (2005). Effect of formaldehydeinhalation on Hsp70 in seminiferous tubules of rat testes: animmunohistochemical study, *Toxicol Ind Health*, 21, 249- 254.
- [17].Kuş, İ., Zararsız, İ., Akpolat, N., Ögetürk, M., Kuş, M.A., Aslan, O., Sarsilmaz, M., (2008). Deneysel Formaldehit Zehirlenmesinde Omega-3 Yağ AsitlerininTestislerdeki Antiapoptotik Etkileri:İmmunohistokimyasal Bir Çalışma, *Fırat Tıp Dergisi*, 13(3), 162-166.
- [18].Casanova, M, Heck H.A.D., Everitt, J.I., Harrington, W.W., Popp, J.A., (1988). Formaldehyde concentrations in the blood of rhesus monkeys after inhalation exposure, *Food Chem Toxicol*, 26, 715-716
- [19].McLaughlin, J.K., (1994). Formaldehyde and cancer, A critical review *Int Arch Occup Environ Health*, 66, 295-301.
- [20].Blair, A., Stewart, P.A., Hoover, R.N., (1990). Mortality from lung cancer among workers employed in formaldehyde industries, *Am J Ind Med*, 17, 683-699.
- [21].Heck, H., Casanova. M., (1999). Pharmacodynamics of formaldehyde. Applications of a model for the arrest of DNA replication by DNA-protein cross- links, *Toxicol Appl Pharmacol*, 160, 86-100.
- [22].Halperin, W.E., Goodman, M., Stayner, L., Elliot, L.J., Keenlyside, R.A.,Landrigan, P.J., (1983). Nasal cancer in a worker exposed to formaldehyde, *JAMA*, 249, 510- 512.
- [23].Hayes, R.B., Raatgever, J.W., Bruyn, A., Gerin, M., (1986). Cancer of the nasal cavity and paranasal sinuses and formaldehyde exposure, *Ind J Cancer*, 37, 487-492.
- [24].Zararsız, İ., Kuş, İ., Çolakoğlu, N., Pekmez, H., Yılmaz, H. R., Sarsilmaz, M., (2004). Formaldehit maruziyeti sonucu sıçan akciğerinde oluşan oksidatif hasara karşı melatonin hormonunun koruyucu etkisi: Işık mikroskopik ve biyokimyasal çalışma. *Van Tıp Dergisi*, 11(4), 105-112.
- [25].Hayasaka, Y., Hayasaka. S., Nagaki, Y., (2001). Ocular changes after intravitreal injection of methanol, formaldehyde, or formate in rabbits, *Pharmacol Toxicol*, 89(2), 74-78.
- [26].Kilburn, K.H., Warshaw, R., Thornton, J.C., (1987). Formaldehyde impairs memory, equilibrium, and dexterity in histology technicians: effects which persist for days after exposure, *Arch Environ Health*, 42, 117-120.
- [27].Cassee, F.R., Feron, V.J., (1994). Biochemical and histopathological changes in nasal epithelium of rats after 3-day intermittent exposure to formaldehyde and ozone alone or in combination, *Toxicol Lett*, 72, 257-68.
- [28].Kerns, W.D., Pavkov, K.L., Donofrio, D.J., Gralla, E.J., Swenberg, J.A., (1982). Carcinogenicity of formaldehyde in rats and mice after long-term inhalation exposure, *Cancer Res*, 43, 4382-4395.

- [29].Feron, V.J., Bruyntjes, J.P., Woutersen, R.A., Immel, H.R., Appelman, L.M., (1988). Nasal tumors in rats after short-term exposure to a cytotoxic concentration of formaldehyde, *Cancer Lett*, 39, 101- 111.
- [30].Morgan, K.T., Patterson, D.L., Gross, E.A., (1983). Formaldehyde and the nasal mucociliary apparatus, In: Formaldehyde Toxicology, Epidemiology and Mechanisms, Edited by Clary JJ, Gibson JE,Waritz RS. New York, Dekker, pp.193-210.
- [31].Soffritti, M., Maltoni, C., Maffei, F., Biagi, R., (1989). Formaldehyde: An experimental multipotential carcinogen, *Toxicol Ind Healty*, 5, 699- 730.
- [32].Kalmykova, T.P., (1979). Cytogenetic effect of formalin on animal somatic and sex cells, *Veterinaria*, 11, 67-69.
- [33].Auerbach, C., Moutschen-Dahmen, M., Moutschen, J., (1977). Genetic and cytogenetical effect of formaldehyde and related compounds. *Mutat Res*, 39, 317-361.
- [34].Furihata, C., Yamkoshi, A., Matsushima, T., (1988). Inductions of ornithine decarboxylase and DNA synthesis in rat stomach mucosa by formaldehyde, *Jpn J Cancer Res*, 79, 917-920.
- [35].Ku, R.H, Billings, R.E., (1984). Relationships between formaldehyde metabolism and toxicity and glutathione concentrations in isolated rat hepatocytes, *Chem Biol Interact*, 51(1), 25-36.
- [36].Zararsız, İ., Sarsılmaz, M., Sönmez, M.F., Köse, E., Yılmaz, H.R., Ozan, E., (2005). Kadavra tespitinde kullanılan formaldehitin sıçan karaciğerinde oluşturduğu hasar ve buna omega-3 yağ asitlerinin etkisi, *Fırat Tıp Derg*, 10(3), 103-107.
- [37].Bolt, H.M., (1987). Experimental toxicology of formaldehyde, *J Cancer Res Clin Oncol*, 113, 305-309.
- [38].Stroup, N.E., Blair, A., Erikson, G.E., (1986). Brain cancer and other causes of deaths in anatomists, *J Natl Cancer Inst*, 77, 1217-1224.
- [39].Kilburn, K.H., (1994). Neurobehavioral impairment and seizures from formaldehyde, *Arch Environ Health*, 49, 37- 44.
- [40].Gürel, A., Coşkun, O., Armutçu, F., Kanter, M., Ozen, O.A., (2005). Vitamin E against oxidative damage caused by formaldehyde in frontal cortex and hippocampus: biochemical and histological studies, *J Chem Neuroanat*, 29, 173-178.
- [41].Zararsız, İ., Kuş, İ., Yılmaz, H.R., Köse, E., Sarsılmaz, M., (2007). Deneysel Formaldehit Toksikitesi Sonucu Hipokampusta Oluşan Doku Hasarına Karşı Omega-3 Yağ Asitlerinin Antioksidan Etkileri, XI. Ulusal Anatomi Kongresi, 26-29 Ekim 2007 Denizli.
- [42].Muzi, G., Omo, M., Murgia, N., Abbritti, G., (2004). Chemical pollution of indoor air and its effects onhealth. *G Ital Med Lav Ergon*; 26(4): 364-9.
- [43].Burr, M.L., (1999). Indoor air pollution and the respiratory health of children. *Pediatr Pulmonol Suppl*,18:3-5.
- [44].İnt.-1, (2008). <http://www.chimarhellas.com/wp-content/uploads/2008/07>
- [45].İnt. -2, (2004). [http://www.iarc.fr/ENG/Press\\_Releases/archieves/pr153a.html](http://www.iarc.fr/ENG/Press_Releases/archieves/pr153a.html)
- [46].İnt. -3, (2004). <http://www.formaldehyde.org/pdfs/IARCQA.pdf>
- [47].İnt. -4, (2006). <http://www.formaldehyde-europe.org>.
- [48].İnt.-5, (2007). <http://www.formaldehydeeurope.org/pages/fileadmin/formaldehyde>
- [49].İnt. -6, (2007), <http://www.inrs.fr/>
- [50].Global Insight, (2005). The Economic Benefits of Formaldehyde to the United States an Canadian Economies, August.
- [51].Marutzky, R., Dix, B., (2004). Adhesive related VOC-and Formaldehyde – Emissions from Wood products: Tests, regulations, standards, future developments. In: Proceedings of the COST E34 Conference, Innovations in Wood Adhesives, ed. Milena Properzi, Frederic Pichelin and Martin Lehmann, pp.91-106. University of Applied Sciences Bern, HSB, Biel, Switzerland.



- [52].Roffael, E., (2006). Volatile Organic Compounds and Formaldehyde in Nature, Wood and Wood Based Panels, Holz als Roh-und Werkstoff, 64, 144-149.
- [53].EUWID (2007). Wood-Based Panels Industry Wants to End Talks on Emissions Soon, Wood Products and Panels, 81 (31), 1-13.
- [54].Boran, S., Usta, M., (2010). Odun Esaslı Panellerde Açığa Çıkan Formaldehit ve Formaldehit Sınırları Hakkında Bilgiler, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 5:1968-1975