
SERİ **B**

CİLT **35**

SAYI **3**

1985

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



ORMAN ÜRÜNLERİ SANAYİNDE FORMALDEHİD AYRIŞMASI VE ÇEVRE SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Doç. Dr. Ahmet KURTOĞLU¹
Doç. Dr. Hürşid UÇAR²

Kı s a Ö z e t

Bu çalışma ile öncelikle yonga levhalardaki formaldehid ayrışması konusunun tanıtılması amacı güdülmekte ve formaldehidin genel özellikleri, insan ve hayvanlar üzerine etkileri, bina içi ve dışı zarar verebilecek konsantrasyonları ile formaldehid emisyonunun azaltılması için alınması gereken önlemler ve formaldehid ayrılmasına göre yonga levhaların sınıflandırılması hakkında bilgi verilmektedir.

1. GİRİŞ

Formaldehid orman ürünleri endüstrisinde; yonga levha ve kontrplak yapımında kullanılan tutkaldaki, yanmayı geciktirme işlemlerinde, kağıdın ıslak dayanıklılığı, buruşma direnci ve diğer bazı özelliklerini iyileştirici madde olarak geniş kullanım yeri bulmaktadır.

Bununla beraber gerek üretim esnasında ve gerekse kullanım sırasında bütün formaldehid ürünleri çevreye düşük düzeyde fakat sürekli olarak insan ve diğer canlıların sağlığı için tehlike oluşturan gazlar yaymaktadır.

Canlıların formaldehid ile doğrudan temas halinde bulunması dolayısıyla konunun çevre sağlığı açısından önemi dikkatleri üzerine çekmekte ve 20 yılı aşkın bir süredir yoğun bir şekilde araştırmalar sürmektedir. Türkiye'de ise bu konuda ilk bilimsel çalışmalara ancak geçen yılın sonlarında başlanabildiği.

2. FORMALDEHİDİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Formaldehid C, H ve O'dan oluşan ($\begin{matrix} \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{matrix} > \text{C}=\text{O}$) çok basit yapıda kimyasal bir maddedir. Teknik olarak Metan ve Metanol'un oksidasyonu ile elde edilmektedir. Doğrudan az miktarda da olsa bazı bitki ve ağaçlardan da verilmektedir.

Formaldehid albuminli maddeleri sertleştirici (bozan) etki yapan çok reaktif bir bileşiktir. Formaldehidin bakterizid etkisi ve sepilene özellikleri buna dayan-

¹ İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstrisi, Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı.

² İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı.

maktadır. Formaldehid çok yüksek sterilize özelliği yüzünden koruma maddesi ve dezenfektan olarak tıp, ecza, tarım işlerinde kullanılmaktadır. Formaldehid kimya endüstrisinin en önemli maddelerindendir. Organik kimyada genel bir kural olarak aldehidlerin zehirlilik derecesinin artan zincir uzunluğu ile azaldığı, doymamış bir yapının doymuş aldehidlere göre bileşiğin bu özelliğini artırdığı bilinmektedir.

3. FORMALDEHİDİN İNSAN VE HAYVANLAR ÜZERİNE ETKİLER

Aldehidin belirli konsantrasyonlarda merkezi sinir sistemi üzerine uyuşturucu ve solunum sistemini tahriş edici etkisi bulunmaktadır. Uzun zincirli aldehidlerde uyuşturucu etkisi ağırlıkta olmasına rağmen, kısa zincirli aldehidlerde tahriş edici etki ağır basmaktadır. Formaldehidin tahriş etkisi daha çok üst solunum yollarında görülmektedir.

Formaldehidin insan üzerine etkileri konusunda sayısal verilere dayalı değerlendirmelerde literatürde çok farklı yorumlara rastlanmaktadır. Buna neden olarak Formadehidin kantitatif belirlenmesinde bu tür araştırmalarda kullanılan analitik Metotlar, birbirinden oldukça farklı ispat sınırlarına sahip olup, daima spesifik bir açıklık bulunmamaktadır. Çünkü kontrol ölçme sonuçları yalnız, belirleme metodu, ölçme noktası ve ölçme zamanı bakımından kusursuz tarif edilen koşullar altında geçerliliğe ve değere sahip bulunmaktadır. Bu nedenle farklı araştırmacıların değişik değerlendirmeleri de tamamen anlayışla karşılanmalıdır.

3.1. Koku - Tahriş ve Dayanabilme Sınırları

Formaldehid ile ilgili literatür verileri koku - tahriş ve dayanabilme sınırları arasında farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Buna göre hangi konsantrasyonda koku vermeye başladığı, artışı ve tahriş sınırının başlaması, hakkında birçok farklı görüşler bulunmaktadır.

ROFFAEL (1982)'e göre literatürde gözler için tahriş sınırı 0,01 ... 5,0 ppm konsantrasyon bölgesinde bulunmasına rağmen koku başlangıcı 0,05 ... 1,6 ppm olarak verilmektedir ($1 \text{ ppm} = 1,2 \text{ mg/m}^3$).

(1 m^3 havada bulunan 1,2 mg formaldehid Literatüre göre 1 ppm'e eşit olmaktadır)

Değişik insanlar Formaldehide farklı davranmaktadır. NEUSSER und ZENTNER (1968)'in bildirdiklerine göre sarışın ve kırmızısı insanlar formaldehide karşı özellikle hassastır.

RADER (1974)'ün çalışmasına göre Formaldehid 0,1 ppm lik formaldehid konsantrasyonunda henüz farkedilememesine rağmen, 0,2 ppm lik konsantrasyonda normal havadan belirgin olarak kokusu vasıtasıyla ayırt edilebilmektedir. Sık sık bu koku sınırında burun, boğaz ve sümük zarlarında tahriş belirtileri başlamaktadır.

Solunumla alınması sonucu düşük konsantrasyonlu formaldehidin dokular tarafından reorpsiyonu durumunda belirgin bir araz görülmemekte ve oturma odalarında aşağı yukarı 0,2 ppm konsantrasyon farkedilebilirlik sınırında bulunmaktadır. Eğer herhangi koku duyusu ile karar verilmek istenirse farklı kişilerin değişik

tepki göstermesine rağmen 0,1 ppm lik bir konsantrasyon sınır değeri olarak kabul edilebilmektedir. Ancak 0,5 ... 1 ppm konsantrasyonun sağlık bakımından sakıncası bulunmamaktadır (ROFAEL 1982).

Bu sonuçlar geniş ölçüde NEUSSER ve ZENTNER (1968)'in koku tahriş ve (dayanabilme) sınırı için belirlediği değerler ile uyum sağlamaktadır.

Araştırmacılar;

Koku sınırı olarak	0,15 - 0,3 mg/m ³
Tahriş sınırı olarak	0,3 - 0,9 mg/m ³
Dayanabilme olarak	0,9 - 6 mg/m ³

olarak belirlemişlerdir.

Formaldehid ile gaz zehirlenmeleri nadiren belirlenmektedir. Zira formaldehid ısırcı kokusu vasıtasıyla hemen farkedilmektedir. Ağız vasıtasıyla % 35 lif formaldehid çözeltisinden 10 - 15 ml alınması genellikle bir insanı öldürmeye yeterlidir.

3.2. İnsan Vücudunda Formaldehidin Parçalanması

Formaldehid özellikle kan ve karaciğerde çabuk formik aside okside olmakta, kısmen idrar ile dışarı atılmaktadır. EINBRODT (1976)'a göre idrardaki formik asit miktarı formaldehide maruz kalınmışlığın saptanmasında bir ölçü olarak alınabilmektedir. Kanda formik asitin biyolojik yarılanma süresi 81,5 dakikayı bulmaktadır. Kanda formik asit miktarı 6 günlük ayrışma zamanından sonra normal seviyeye düşmektedir (ROFFAEL 1982).

3.3. Hayvanlarda Formaldehidin Parçalanması

ABD'leri Formaldehid Enstitüsü sürekli formaldehid etkisine maruz kalan maymun, fare ve hamster faresi üstüne formaldehidin etkilerini araştırmıştır. Altı ay boyunca hayvanlar günde 22 saat formaldehid konsantrasyonu 0,2 ... 3 ppm olan hava ile dolu bir odada tutulmuştur. Burada patolojik olarak formaldehidin bir negatif etkisi belirlenmemiştir. Maymunlarda bununla beraber 3 ppm formaldehid konsantrasyonunda burun sümük zarlarında tahrişler ortaya çıkmaktadır. Büyümekte olan Kemelerde (Büyük fare) de 3 ppm de, normal gelişmekte olan kemelere göre, büyüme, diğer bir deyişle ağırlık artışı hızında düşme görülmüştür (Çizelge 1).

CIIT (Chemical Industry Institute of Toxicology) endüstrisinin Keme ve küçük farelerde yaptığı araştırmalarda 15 ppm formaldehid ile günde 6 saat, haftada 5 gün gazlama yapılmıştır. Çalışma sonuçları 200 Kemedan 37'sinde 24 aylık denemeden sonra burun kanseri meydana geldiğini göstermektedir. Düşük konsantrasyonların ise (2 ile 6 ppm) benzer bir etkisi görülmemiştir. Değişik araştırmacıların görüşüne göre araştırma sonuçlarının halâ kesin olarak yorumlanması mümkün değildir. Çünkü bu sonuçlarla ilgili deneme koşulları tartışmalıdır. Hayvanlardan kuşlar, özellikle güvercinler Formaldehide karşı hassastır (ANONİM 1981). Bu zamana kadarki bilgilere dayanarak Alman Araştırma Birliğinin (Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) sağlığa zararlı işmaddeleri Kontrol Komisyonu Formaldehid, III. B grubunda, yani olasılıkla kansere neden olucu madde «Stoff mit vermutlich nennenswertem Krebszeugendem Potential» olarak gruplandırmaktadır.

Çizelge 1. Değişik Formaldehid konsantrasyonlarının Maymun, Keme, Hamster fareleri üstüne etkileri (ROFFAEL 1982).

	3 ppm	1 ppm	0,2 ppm
Maymun	Burun Sümük bezlerinde tahriş	Burun Sümük bezlerinde tahriş	Araz yok
Keme	Büyüme hızında düğme	Araz yok	»
Hamster	Araz yok	»	»
<u>Patolojik</u>			
Maymun	Araştırma sonuçlanmadı	»	»
Keme	»	»	»
Hamster	»	»	»

4. FORMALDEHİD KONSENTRASYONU DEĞİŞMELERİ

Formaldehidde izin verilen maksimum işyeri konsantrasyonu (MAK) 1 ppm belirlenmektedir (HENSCHLER, 1972). Daha önce bu değer 5 ppm idi. ABD de MAK değeri 3 ppm dir. Bununla beraber bu değerlerin ortaya konmasında da rahatsızlıkların görülmeye başlandığı bir değer düşünülmediğini söylemek gerekir. Diğer taraftan bu değerler yalnız çalışma yeteneğine sahip insanlar için geçerli olup, çocuklar için ayrı ölçüler hazırlanmalıdır. Birçok işyeri doktoru 1 ppm konsantrasyona kadar belirli bir sağlığa zarar verici etki ortaya çıkmadığı fikrinde-dir. Formaldehidde arasıra alışmadan söz edilmektedir. Uzun süre formaldehid etkisinde kalan insanlar sık sık 1 ppm konsantrasyonunda farkına varmamaktadır. Dikkati çeken nokta MAK değerinin memlekette memlekete farklı oluşudur. Federal Almanya, Polonya, Danimarka, Yugoslavya için bu değer 1 ppm; İngiltere, Hollanda ve İsveç'te 2 ppm. ABD, Avustralya ve Doğu Almanya'da 3 ppm ve Sovyetler Birliği'nde 0,5 ppm. İtalya için MAK - Değeri 1,5 ppm olarak teklif edilmektedir (ROFAEL, 1982).

Alman Sağlık İdaresi izin verilen maksimum formaldehidin sınırdeğerinin (konsantrasyonunu) oturlan odalar için 0,1 ppm önermektedir. Bu değere yapı tekniği Enstitüsü müşterek teknik yapı yönetmelikleri uymak zorundadır.

Formaldehid havayı kirleten maddelerden biridir. Formaldehid örneğin Eksoz gazında ve sigara dumanında da bulunmaktadır. Bir sigaranın dumanı aşağı yukarı 0,4 mg formaldehid içermektedir. Amerikan literatürüne göre formaldehid dış havaya yakıt motorlu araçlar vasıtasıyla da ulaşmaktadır.

LAHMANN ve JANDER (1968) trafikçe yoğun bir caddede havanın formaldehid konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Buna göre ölçülen maksimum değerler VDI-talimatı 2306 ya göre sürekli etkide maksimum Emisyon konsantrasyonundan daha yüksek bulunmaktadır. Ayrıca formaldehid konsantrasyonunun günün sıcak zamanları ile sıcak mevsimlerde arttığını gözlenmiştir (ROFFAEL, 1982).

ABD'lerinin Los Angeles şehrinde dış havanın formaldehid miktarı 0,005 ile 0,16 ppm arasında bulunmaktadır. Züriç şehrinde saatte 1200 aracın geçtiği bir

3 yolağzında yapılan ölçmelerde şehir içindeki havada ortalama değer 0,12 ppm bulunmuştur. Bu caddedeki evlerde ise formaldehid miktarı 0,85 ppm olarak belirlenmiştir. Aynı trafik yoğunluğundaki diğer caddede dış havada 0,1 ppm, konutlarda ise 0,41 ppm ölçülmüştür.

Sonuç olarak trafik yoğunluğu yüksek olan büyük şehirlerde formaldehid yoğunlaşmasının dış havada ve özellikle oturlan yerlerde ortaya çıktığı söylenebilir.

4.1. Oturlan Yerlerde Formaldehid

Günümüze kadar formaldehid yoluyla oturlan yerlerde ortaya çıkan hava kirliliği ile ilgili az sayıda araştırma yayınlanmıştır. Oturlan yerlerde çeşitli şekillerde formaldehidin konsantrasyonu yüksek olmaktadır. Daha önce belirtildiği gibi, tütün dumanı, formaldehidin oldukça fazla miktarda oluşumuna sebep olmakta, orta büyüklükte oturma odalarında 20 sigara içildikten sonra formaldehid konsantrasyonu 0,6 ppm'e erişebilmektedir. Formaldehidin yanında tütün dumanında bazı aromatik alditler, Karbonmonoksit, Azotoksit meydana gelmektedir.

Özellikle ABD(de ideal ısı izolatörlüğü için uygun üreformaldehyd köpüğünün kullanımı, formaldehyd ayrılması yüzünden ciddi şikayetlere neden olmuştur. Bu köpüğün kullanıldığı bazı evlerde elverişsiz durumlarda formaldehyd konsantrasyonu 1 ppm ve daha yukarıda belirlenmiştir. Federal Almanya'da Üreformaldehyd reçinesi köpüğü araştırılmasına başlanmış olup, odada ortaya çıkan yüksek formaldehyd konsantrasyonunun yalnız üreformaldehyd reçinesinden değil, bilakis duvarın yapısına bağlı olduğu saptanmıştır.

Danimarka'da yonga levha kullanılan evlerde yapılan ölçmelerde formaldehyd konsantrasyonu 0,4 ile 0,7 ppm arasında belirlenmiştir.

4.2. İşyerinde Formaldehyd

İnsanlar birçok endüstri dalında formaldehyd ile doğrudan temas halinde bulunmaktadır. Örneğin yongalevha endüstrisinde üreformaldehyd tutkalı ile yapılan yongalevhaların üretiminde preslerin açılmasında ve de daha sıcak haldeki yongalevhaların taşınmasında formaldehyd buharı havaya uçmaktadır. Bu buhar özellikle orada çalışan işçilere etki etmektedir. Presleme esnasında serbest kalan formaldehyd miktarı, çok sayıda, birbiri içine giren, tutkalın formaldehyd miktarı, preslen önce yongaların rutubet miktarı, ağaç türü vb. gibi faktörlere bağlıdır (PETERSEN, REUTHER, EISELE, WITTMANN, 1972). FLICK (1975)'in Yongalevha fabrikalarındaki işyerinde yaptığı ölçmelerde presleme esnasında formaldehyd konsantrasyonu 0,6 ile 3,2 mg/m³ bulunmaktadır. Havalandırma tesislerinin çalışmasından sonra presin çalışması sırasında formaldehyd konsantrasyonu düşmektedir. Böylece bu değer bugün işyerinde izin verilen formaldehyd konsantrasyonunun, 1 ppm veya 1,2 mg/m³'ün altındadır (ROFFAEL, 1982).

5. FORMALDEHİD MİKTARININ AZALTILMASI

Formaldehyd emisyonlarını oluşumlarına göre;

1 - Tutkallama işlemi sırasında, 2 - Bu yolla üretilen yonga ve lif levha gibi

ürünlerden kullanımı sırasında havaya verilen formaldehid olarak 2'ye ayırmak mümkündür.

5.1. Tutkallama İşlemi Sırasında Formaldehid Miktarının Ayrışmasının Azaltılması

Tutkallamada kullanılan tukul miktarı ve pres sıcaklığı formaldehid emisyonunu etkilemektedir. Formaldehid emisyonu aynı zamanda ağaç türüne, odunun rutubet miktarına, kaplama kalınlığına, tutkala katılan dolgu maddesi miktarına ve tutkalda bulunan formaldehid oranına bağlı olarak değişmektedir (WITTMANN, 1985).

Özellikle üreformaldehyd gibi reçineler ile hazırlanan tutkallarda formaldehyd/üre oranı formaldehyd lehine değiştirilmektedir. Bu da gerek malzemenin preslenmesi ve gerekse kullanımı sırasında çevreye fazla miktarda formaldehyd ayrışmasına neden olmaktadır.

Formaldehid üre oranının (F/U) pratikte uygulanan 1,8 oranından 1,2-1,3 civarına düşürülmesi ile formaldehyd emisyonu önemli ölçüde azalmaktadır (MYERS, 1984). F/U oranının düşürülmesi ile azalan tutkalın donma hızını amonyum tuzlarının katalitik etkisi ile dengelemek olanağı bulunmaktadır.

Formaldehid emisyonunu azaltıcı bir diğer önlem ise üreformaldehid ile fenol-formaldehid ve isosiyanat (Diphenylmethandiisocyanat) bileşiklerini karışım halinde kullanmaktır.

5.2. Yongalevhanın Kullanımı Sırasında Formaldehyd Miktarının Azaltılması

Yongalevhaların kullanımı sırasında ayrıışan Formaldehydin ayrışmasının azaltılmasında, odunun havalandırılması, Amonyak ile gazlandırma ve yongalevhanın formaldehyd bağlayan yüzey işlemleri ile muamelesi etkili olmaktadır.

5.2.1. Havalandırma

Oturulan yerlerdeki formaldehyd konsantrasyonu havalandırma ile azaltılabilmektedir. DEIMEL (1978)'in bildirdiğine göre aralıklarla havalandırma genellikle yeterli değildir. Zira havalandırmanın bitiminden sonra formaldehyd konsantrasyonu tekrar yükselmektedir. Havalandırmadan hemen sonra odalardaki formaldehyd konsantrasyonu ilk yarım saat içinde % 50 den % 90'a kadar düşmekte, daha sonra konsantrasyon 45 dakika içinde tekrar başlangıç değerinin % 60 - % 70'ine yükselmektedir. 3 saat sonra ise pratik olarak başlangıç değerine ulaşmaktadır.

5.2.2. Amonyak ile Gazlandırma

Odalardaki formaldehyd miktarının azaltılmasında amonyak ile gazlandırma çok defa denenmiştir. DIEMEL (1978)'in verilerine göre yongalevha kullanılan odaların amon ak ile gazlandırılması formaldehyd konsantrasyonunun oldukça azalmasına sebep olmakta, 10 günlük bir süre sonra % 60 - % 80 lik bir azalma meydana gelmektedir. 6 hafta sonra formaldehyd konsantrasyonu tekrar yükselmekte, formaldehyd konsantrasyonunun azalması başlangıç değerine oranla yalnız % 45 - 50 ye ulaşmaktadır.

Amonyak ile gazlandırmanın etkisi; amonyağın konsantrasyonuna, etkime ve nüfuz etme süresine, odada bulunan yongalevhanın tipine bağlıdır. Amonyakın kullanımında bazı mobilyalara renk bakımından olumsuz etki ettiği için dikkatli olmak gerekmektedir. Örneğin Meşe Mobilya amonyak ile muamele edilmeğe özellikle hassas bulunmaktadır.

Amonyak ayrıştırıcı Amonyum karbonat (toz) gibi bileşikler havanın iyileştirilmesi = temizlenmesi formaldehiden arıtılması için önerilmektedir. Bu bileşikler düşük konsantrasyonlarda uzun zaman formaldehidi bağlamakta, böylece devamlı etki sağlanmaktadır. Özel hallerde amonyakla gazlamanın tekrarı gerekmektedir.

5.2.3. Formaldehid Bağlayan Yüzeysel İşlemleri

Yongalevha kullanılan odalardaki formaldehid konsantrasyonunu azaltmak için diğer etkili önlemlerde formaldehidi bağlayıcı özellikte aktif maddeler içeren yüzeysel işleme sistemleri ile yongalevhanın muamelesidir (MILDENSTEIN, U.M., 1965-1966).

Bu konuda yapılan bir araştırma dekoratif vinil kaplama maddesi sürülerek dış yüzeylerdeki tüm gözeneklerin tıkanabileceğini bu sayede formaldehid emisyonunun önemli ölçüde azalacağını göstermektedir (GROAHETAL, 1984).

Formaldehid yalnız yapıda kullanılan yonga levhalardan değil, yongalevha kullanılan mobilyadan, özellikle kaplanmamış enine kesitlerden oldukça fazla miktarda ayrılmaktadır. Mobilyalı odada formaldehid konsantrasyonu genellikle düşüktür. Zira mobilya yongalevhası kural olarak kaplanmış veya yüzeysel işlemine tabi tutulmuştur. DEIMEL (1978)'in bildirdiğine göre mobilya yonga levhalarının açık kısımlarının kaplanması vasıtası ile formaldehid vermesi oldukça azalmaktadır.

Odalardaki diğer önemsiz formaldehid kaynakları ise bazı tekstiller, halılar, temizleme maddeleri, şampuan vs. olabilir. Bazı taban halılarında WKI Metoduna göre belirlenen 24 saatlik formaldehid miktarı 0,1 ve 0,5 mg/100 gr. dir. Çok sayıda şampuanda formaldehid koruma maddesi olarak kullanılmaktadır.

6. FORMALDEHİD EMİSYONUNA GÖRE YONGALEVHALARIN SINIFLANDIRILMASI VE KULLANIM YÖNERGELERİ

Son yıllarda yoğun bir şekilde yongalevhelerde laboratuvar metodları yardımı ile belirlenen formaldehid ayrılması miktarı ile bağlanma, sıcaklık ve hava değişim sayısı gibi belirli koşullar altında belirli bir yüklenme derecesinde bir odada ortaya çıkan formaldehid konsantrasyonları arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Farklı formaldehid konsantrasyonlarının tehlikeli ve tehlikesizliği üstüne bilgiler son 10 yılda hernekadar eksik isede bu alanda gelişmeler olduğunu belirtmek gerekir.

F. Almanya'da formaldehid ayrılmasının sınırlandırılmasında metodların (yolların) temeli sağlık idaresinin 12.10.1977 tarihli basın bülteninde belirtilmiştir.

Bültende önerilen formaldehid konsantrasyonu sınır değeri 0,1 ppm olup, havada hoşnutsuzluk yaratan formaldehid konsantrasyonundan kaçınmak bakımından yongalevhaların kullanılması üzerine yönerge esas alınmaktadır.

Bu yönergenin amacı, oturlan odalardaki (Oturma-yatak odaları, mutfak, toplantı odası, misafir odası, çalışma odası, hasta odaları, bekleme odaları, büro, dükkan ve Atelyeler gibi) havadaki formaldehid konsantrasyonunu sınırlamaktır. Yönerge aynı zamanda yonga levhaların inşaatta (yapıda) kullanılması ve ek olarak oturlan yerlerde büyük yüzeylerin kaplanması ve örtülmesinde de geçerlidir. Bu yönerge mobilya yapımında kullanılan yongalevhalar için geçerli değildir. Formaldehid ayrılması bakımından mobilya için bu zamana kadar bir yönerge hazırlanmamıştır (ANONİM, 1981).

Yönergede yongalevhaların, 3 emisyon sınıfında incelenmesi esas alınmıştır. Yongalevhaların emisyon değeri yönergeye göre aşağıdaki koşullarda ölçülen kontrol odasındaki havada formaldehidin denge konsantrasyonuna erişmesiyle bulunmaktadır. Denge konsantrasyonuna erişmede geçebilecek en uzun süre 240 saattir. Bu süre bitiminde denge konsantrasyonu oluşmasa bile yapılan ölçmeler geçerli sayılmaktadır.

Deneme koşulları :

Deneme odası (gaz kaçırmaz)	: 35 - 40 m ³
Oda sıcaklığı	: 23 C° ± 1 C°
Deneme odasındaki bağılnem	: % 45/±% 3
Deneme odasındaki hava değişimi	: 1 Değişim/Saat
Oda yüklemesi	: 1 m ² /m ³
Levhaların yerleştirilmesi	: Her taraftan eşit şekilde oda havasının tesiri

Yongalevha : Yukarıdaki koşullarda denendiğinde odadaki formaldehid konsantrasyonu ≤ 0,1 ppm ise Emisyon sınıfı E₁'e dahil olmaktadır. Konsantrasyon 0,1 ... 1 ppm arasında ise Emisyon sınıfı E₂ ; Emisyon sınıfı E₃ de ise odadaki formaldehid konsantrasyonu 1,0 ile 2,3 ppm arasında bulunmaktadır.

Yonga levhaların teslim belgesinde veya yongalevhalar üstünde örneğin;

1. DIN 68763 V 20 E2 ifadesi yazıyor ise;

Bu ifadeden DIN 68763 göre üretilen V 20 Yapı yongalevhasının Emisyon sınıfının E₂ olduğu anlaşılmaktadır. Bu yongalevhalar taşıyıcı ve destekleme amacı ile kullanılabilir. Ancak, işlenmemiş halde oturlan yerlerde kullanılamazlar.

2. DIN 68763 V 20 E1 yazıyor ise;

DIN 68763 göre üretilen V 20 Emisyon sınıfı E₁ olan yapı yongalevhasıdır. İşlenmemiş veya herhangi bir şekilde yüzey işleminden sonra oturlan yerlerde kullanılabilir. Bununla beraber yüzey işlemi işlenmemiş levhanın (E₁) Emisyon sınıfını değiştirmemelidir.

3. DIN 68763 V 20 E2 - 1 yazıyor ise;

Bu ifadede yüzey işlemi görmüş V 20 yapı yongalevhası söz konusu olmaktadır. Taşıyıcı levha DIN 68763 göre üretilmiş olup, emisyon sınıfı E₂ dir. Talimatla izin verilen yüzey işlemi vasıtasıyla formaldehid emisyon potansiyeli sınırlandırılarak E₁ emisyon sınıfına uyması sağlanmıştır. Küçük parçalar halinde işlemede ise böyle levhaların (dar) kenarları kapatılmalıdır.

Yongalevhaların sınıflandırılmasında, 14 günden daha az yaşlı levhalar alınarak gaz geçirmeyecek şekilde paket edilmelidir.

Özgül ağırlığı 500 kg/m^3 den daha fazla olan ve Aminoplast reçineleri ile yapıştırılmış yonga levhaların perfaratör değerleri arasında yönergeye göre aşağıda belirtilen ilişki bulunmaktadır.

Çizelge 2. Emisyon sınıfı ve Perfaratör değerleri (Yongalevhalarından yayılan formaldehid miktarını bulma yöntemlerinden halen standardize edilmiş yöntem perfaratör yöntemi olup, bu yöntemle göre bulunan 100 gr. yonga levhanın verdiği formaldehid miktarı mg olarak perfaratör değeri olmaktadır).

Emisyon sınıfı	Emisyon Değeri	Perfaratör Değeri
E ₁	0,1	10
E ₂	0,1 ... 1,0	10 ... 30
E ₃	1,0 ... 1,4	30 ... 60

Böylece yönergeye göre yongalevhaların sınıflandırılması perfaratör değerinin hesaplanması ile gerçekleşmektedir. Perfaratör değeri vasıtası ile yongalevhaların sınıflandırılmasına, formaldehid ayrışma miktarından bağımsız olarak, yalnız Aminoplastlar ile yapıştırılmış yongalevhalarda izin verilmektedir. Sürekli veya tabakalar halinde Fenol ve Disiyonat ile yapıştırılmış yongalevhalarda sınıflandırma yalnız Perfaratör değeri en fazla $10 \text{ mg}/100 \text{ gr.}$ levhalara (Emisyon sınıfı E₁) kadar mümkündür. Bu durumda oturulan yerlerde ya Emisyon sınıfı (E₁)'e göre formaldehid ayrışma potansiyeli daha yüksek olmayan levhalar kullanılmalı, ya da Emisyon sınıfı (E₁)'e uyacak şekilde formaldehid ayrışmasını sınırlayan yüzey işlemine tabii tutulmuş levhalar kullanılmalıdır.

İşlenmemiş yongalevhalarla ilgili emisyon sınıfları (E₁, E₂, E₃) işaretlenmelidir. Perfaratör değeri $60 \text{ mg}/100 \text{ gr.}$ hava kurusu levhanın üstünde olan yongalevhaların yönergenin geçerlilik bölgesinde kullanılmasına izin verilmemelidir.

6.1. Kullanım Yönergeleri

E₁ Emisyon sınıfı, Fenolformaldehid reçinesi (V 100), Disiyonat ve Üreformaldehid reçinesi ile yapıştırılmış yongalevhaları kapsamaktadır. Yongalevhalar tabakalar halinde kaplanmamış veya örtülmemiş olmalıdır. Herhangi bir kaplama veya örtü ile de kullanılabilir. Eğer kaplanırsa Emisyon sınıfı (E₁)'in düzenlenmesi için koşulları doğal olarak kısıtlamayacaktır.

E₂ ve E₃ Emisyon sınıfı alışıldığı şekilde üreformaldehid reçinesi ile üretilen yongalevhalar için kullanılmaktadır. Bu levhaların formaldehid ayrıştırma yeteneği (özelliği) üretimden sonra ve kullanımdan önce kaplama ve örtme vasıtasıyla bir dereceye kadar azaltılmak zorundadır.

Emisyon sınıfı (E₂) olan levhalar ise üretildiği yerde veya kullanım yerinde her iki yüzeyi izin verilen yüzey malzemesi ile işlem görmelidir. E₂ levhasının kenarları (enine kesitleri) de eğer levha ebatları $0,8 \text{ m}^2$ den küçük veya kısa tarafının boyu 40 cm olarak verilmişse kapatılmak zorundadır. Örneğin $50 \times 50 \text{ cm}$ boy ebadındaki E₂ levhasının dar yüzeyleri $15 \times 250 \text{ cm}$ ebadında olduğu gibi kapatılmalıdır. Bu yapılamaz ise E₁ levhası kullanılmak zorundadır. Eğer yongalevhanın yüzeyinde fazlaca yarık açılmış ise, örneğin yiv açılmış Akustik levhadaki gibi, mutlaka E₁ levhası kullanılmalıdır.

Emisyon sınıfı E₃ olan yongalevhada ebada bağlı olmaksızın hem yüzey hemde dar olan kenar yüzeylere kaplanmalı veya örtülmelidir.

E₂ ve E₃ levhaları yukarıda belirtilen yönergeye göre kullanımdan önce kaplanmak veya örtülmek mecburiyetindedir. Örneğin melamin reçinesi ile emprenye edilmiş kağıt ile yongalevhanın kaplanması, kaplama; örtme ise bütün yüzeyi, levhanın birleştirme yerini nazarı itibara almadan örtülmesi, örneğin sentetik folie ile, kaplanan yüzeyin kenarlarını mutlaka sıkıca kapamak zorunluğu vardır. Böylece kaplama ve örtmenin amacı odaya formaldehid ayrışmasının azaltılması olmaktadır.

K A Y N A K L A R

- ANONİM, 1981. *Spanplatten und Formaldehyd Anwendungstechnische Empfehlungen*. Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.
- DEIMEL, M., 1978. *Erfahrungen über Formaldehyd konzentrasyonen in Schulneubauten*. In «Organische Verunreinigungen in der Umwelt» s. 416 - 427. Erich Schmidt Verlag.
- EINBRODT, H.J. u.a., 1976. *Der Formaldehyd- und Ameisensäurespiegel im Blut und Urin beim Menschen nach Formaldehydexposition*. Zentralblatt für Arbeitsmedizin 8, s. 154 - 158.
- FLICK, K., 1975. *Untersuchungen zur Ermittlung der Formaldehyd - Arbeitskonzentration bei der Herstellung Spanplatten*. Zentralblatt für Arbeitsmedizin und Arbeits - Schutz 25, 257 - 361.
- GROAH, N.J., GRAMP, G.D., TAANT, M., 1984. *Effect of a Decorative Vinyl overla on formaldehyde Emissions*. Forest Products Journal: Vol. 34, No. 4, 27 - 29.
- HENSCHLER, D., 1972. *Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisc - Arbeitsmedizinische Begründung von MAK - Werten*. Verlag Chemie, GmbH. Weinheim.
- MILDENSTEIN, V.M., 1965. *Neuartiges Oberflächen Material, formaldehydbindende Anstrichstoffe für Spanplatten*. Holz - Zentralblatt 91, 20.
- MILDENSTEIN, v.M., 1966. *Formaldehydbindende Anstriche für Spanplatten*. Holz Zentralblatt 92, 758.
- MYERS, G.E., 1984. *Effect of wentilation Rate and Board Loading on Formaldehyd Concentration: A critical Review of Literature*. Forest Products Journal. Vol. 34, No: 10, 59 - (8).
- NEUSSER, H. und M. ZENTNER, 1968. *Über die Ursachen und Beseitigung des Formaldehydgeruchs von holzhaltigen Baustoffen, insbesondere von Spanplatten*. Holzforschung und Holzverwertung 20, s. 101 - 112.
- PETERSEN, H. u.a., 1972. *Zurformaldehydabspaltung bei der Spanplattenerzeugung mit Harnstoff - Formaldehyd - Bindemitteln:*
1. Mitt. Holz Roh und Werkstoff. 30, 429 - 436.
 2. Mitt. Holz Roh und Werkstoff. 31, 463 - 469.
 3. Mitt. Holz Roh und Werkstoff. 32, 402 - 410.
- RADER, J., 1974. *Reizwirkungen von Formaldehyd in Präpariersalen, analitische und experimentelle Untersuchungen*. Inauguraldissertation Würzburg.
- ROFFAEL, E., 1982. *Die ormaldehyd - Abgabe von Spanplatten und anderen werkstoffen*. DRW - Verlag Stuttgart.
- WITTMANN, O., 1985. *Formaldehydarme Flächenverleimung mit Aminoplastharzen*. Holz als Roh - und Werkstoff, 43, 187 - 191.