

## TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN YONGA LEVHALARDAN FORMALDEHİD AYRIŞMASI

Doç. Dr. Güneş UÇAR<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Ahmet KURTOĞLU<sup>2</sup>

### Kı s a Ö z e t

Memleketimizde üretilen 5 farklı yonga levha örneğinin farklı zamanlarda çevreye yaydığı formaldehid şişe test yöntemine göre bulunmuştur. Örneklerin hepsinde standart değerlerin oldukça üzerinde bir formaldehid ayrışmasının görülmesi, konunun çevre sağlığı açısından önemle ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

### 1. GİRİŞ

Ağaç malzeme ve mobilya endüstrisinde formaldehid ve özellikle türevleri çoğunlukla bağlayıcı yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır. Bu tür malzemeden kaçınılmaz bir şekilde etrafa yayılan formaldehid çevre ve insan sağlığı yönünden 25 yılı aşkın bir süredir araştırmalara konu olmakta, benzer çalışmaların son yıllarda daha da yoğunlaştığı görülmektedir.

Gerek yapı malzemesi olarak, gerekse mobilya endüstrisinde kullanılması durumunda yonga ve lif levhaların yada benzeri ağaç malzemenin rutubete, (su ve subuharına) karşı dayanıklı hale getirilmesi, diğer bir deyişle, sorpsiyon özellikleri ve dimenzion stabilizasyonu gibi durumlarının daha iyiye götürülmesinde direkt formaldehidin olumlu sonuç verdiği belirtilmektedir (ONISKO, PAWLICKI 1985; PAWLICKI 1985). Gerçi bu tür bir formaldehid işlemi, özellikle bu işlem sırasında asid katalizatörlerin kullanılması durumunda ağaç malzemenin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (STEVENS, PARAMESWARAN 1981). Fakat bir yerde böyle bir işlem, formaldehidin ağaç malzeme ile kullanılmasını ve ilerde olabilecek formaldehid emisyonuna bir neden teşkil edebileceği düşünüldüğünde dikkatimizi çekmektedir.

Formaldehid ayrışması (emisyonu), özellikle, üreformaldehid reçinelerinin yada benzeri aminoplastların yonga ve lif levha yapımında kaplama mobilya sanayiinde tutkal olarak büyük miktarlarda kullanılmasıyla güncellik kazanmış durumdadır.

Burada formaldehid emisyonlarını oluşumlarına göre iki gruba ayırarak incelemek gerekir. 1. Tutkallama işlemi (proses) sırasında, 2. Bu yolla üretilen yonga ve lif levha gibi ürünlerden kullanım sırasında havaya verilen formaldehid.

Tutkallama işlemi preslerde ve çoğunlukla yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen bir olaydır. Burada kullanılan tutkal miktarının ve pres sıcaklığının formaldehid emisyonunu etkilediği bilinen gerçekler arasındadır. Formaldehid emisyonu kullanılan ağaç türüne, kaplamaların yapıştırılmasında; kaplama kalınlığına, tutkal içerisine katılan tahlı unu gibi dolgu maddesinin miktarına ve doğal olarak tutkaldaki bulunan formaldehid yüzdesine (oranına) bağlı olarak da değişiklikler göstermektedir (WITTMANN 1985). Ayrıca bu faktörlerin üretim sonrası da etkili olduklarını kabul etmek gerekir.

Yüzeysel tutkallanmış ağaç malzemede (kaplamalarda) formaldehid ayrışımı dışı açılan yüzeylerde olacağına göre bu yüzeylerin gevşek veya sık strüktürlü oluşu veya yüzeye sürülen kapatıcı vernik, lak benzeri maddeler yada yüzeylerin foliye ile kaplanması formaldehid çıkışını etkileyebilmektedir. 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).

Üretimi sırasında formaldehid reçinelerinin kullanıldığı ağaç malzemeden yapılmış mobilya ve malzemenin bulunduğu odalarda hava değişiminin gereği ve hızı araştırmalara konu edilmektedir. Formaldehid emisyonu yolu ile havanın kirletilmesi bir odadaki tüm havanın vantilasyonu yoluyla değiştirilme hızı ile doğrudan ilişkili bulunmakta ve kirlilik kaynağı ağaç malzemenin m<sup>2</sup> olarak yüzeysel miktarının oda hacmine bölünmesi ile elde edilen yüklenme değeri vantilasyon hızının belirlenmesinde rol oynamaktadır (MYERS, NAPAOKA, 1981; MYERS, 1984).

Özellikle üreformaldehid gibi reçinelerle hazırlanan tutkallarda formaldehid oranı, kullanılan üre yada diğer bileşene göre çok daha fazla miktarlarda alınmaktadır. Böylece daha hızlı bir donma (sertleşme) sağlanabilmekte, bu da presleme süresinin kısa tutulmasını sağlamaktadır. Formaldehid/Üre (F/U) oranının formaldehid lehine değiştirilmesi diğer taraftan bu tür malzemenin gerek preslenmesi, gerekse kullanımını sırasında çevreye fazla miktarlarda formaldehid vermesine neden olmaktadır.

F/U oranının 1,2 - 1,3 civarında tutulmasıyla elde edilen yonga ve lif levhalar da formaldehid emisyonunun önemli ölçüde azalmasına karşılık malzemenin fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin az denecek oranda olumsuz etkilendiği bildirilmektedir (MYERS, 1984). F/U oranının düşürülmesi ile azalan tutkalın donma hızını amonyum tuzlarının katalitik etkisiyle dengelemek olanağı bulunmaktadır.

Formaldehid emisyonunu azaltıcı önlemler arasında yonga levhalarını üretim sonrası yüksek frekanslı radyo dalgaları ile ısıtmak yoluna gidilmiştir. Böylece kendi halinde uzun sürelerde sertleşen ve bu arada çevreye formaldehid yayılmasına neden olan reçinenin kısa sürede sertleşmesini tamamlaması sağlanmış olmaktadır (MYERS, 1983). ROFFAEL ve SCHRIEVER'in (1985) çalışmasında Üreformaldehid reçinelerinde farklı kondensasyon derecelerinde hazırlanan tutkalların kullanılması ile hazırlanan yonga levhalarda başlangıç haftalarında farklı formaldehid emisyonları ile karşılaşmıştır. Fakat 6 hafta gibi depolama sonrası bu fark önemsizleşmekte, formaldehid emisyonunu etkileyen dominant faktör F/U molekül oranı olmaktadır.

<sup>1</sup> I.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi.

<sup>2</sup> I.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi.

Üre formaldehid bazlı tutkallara kükürt, yada oksiasid kükürt bileşiklerinin katılmasıyla ileride ayrışabilecek formaldehidin kimyasal olarak tutulması sağlanabilmektedir. Bu şekilde formaldehid emisyonunun azaltılması, diğer taraftan tutkalın sertleşme ve yapıştırma karakteristiklerini ve buna bağlı olarak yongalevhaların mekanik özelliklerini etkilememektedir (MEYER et al, 1980).

Günümüzde gelişmiş ülkelerin hemen hepsinde formaldehid emisyonunun insan sağlığı yönünden önemi artık tartışmasız anlaşılmiş bulunmaktadır. Bu ülkelerde özellikle yongalevhalar çevreye verdikleri formaldehid miktarına göre sınıflandırılmakta ve bu emisyon sınıflandırmaları yonga levhalar için gerçek kalite kriterleri olmaktadır. Batı Alman ve Kuzey Amerikan standartları bugün oturma ve çalışma odalarında havada bulunabilecek formaldehid miktarını 0,1 ppm ile sınırlandırmakta ve bunu sağlayacak ağaç malzeme ve mobilya üretimini şart koşmaktadır. Gerek kendi kullanımında çevre sağlığına uygunluğu gerekse önemle üzerinde durulan orman endüstrisi ürünleri ve mobilya ihracatında belli standartlara uyma zorunluğu açısından memleketimizde de küçük de olsa bu araştırma bu alanda yapılan ilk çalışma olmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda üretim tarihinden takriben (3) ay kadar sonra 5 değişik yongalevha'dan kullanıcı tarafından gönderilen aşağı yukarı 12 cm×30 cm×kalınlık boyutlarındaki yongalevha parçalarından örnekler alınmıştır. Etraflı bir literatür araştırması sonrası formaldehid emisyonunun belirlenmesinde, uygulanabilirliğinin kolaylığı yanı sıra özel cihaz ve araçlara gerek göstermemesi nedeniyle WKI, şişe test yöntemi seçilmiş bulunmaktadır (ROFFAEL, 1982; GOLLAB, WELLONS, 1980). Bu yöntemde göre her bir büyük yongalevhadan çok sayıda boyutları 25 mm×25 mm×kalınlık olacak şekilde örnekler itinalı bir şekilde kesilerek hazırlanmıştır. Her yonga levha için 12-15 civarında örnek birer naylon torbaya konulup ağzı sıkıca bağlanmış ve 48 saat süre ile oda sıcaklığında kondisyonlanmaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda 5 ayrı yongalevhadan hazırlanan 5 örnekler grubu içinden rastlantısal şekilde 3'er örnek dışarı alınmış, bunlarda kurutma fırını yöntemiyle rutubet belirlemeleri gerçekleştirilmiştir. Belirlenen rutubet miktarlarına göre 5 ayrı yongalevhadan hazırlanan örneklerle ilgili bazı özellikler aşağıda Çizelge 1'de görülmektedir.

Tabelle 1. Einige Eigenschaften der Proben.  
Çizelge 1. Örneklerle ilgili bazı özellikler..

Örnek No. Probe Nr.	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
Kalınlık (mm) Dicke (mm)	19	19	19	19	19	19	15	15	18	18
Kuru Ağırlık gr. Darrgewicht gr.	15,54	15,19	12,17	12,57	16,02	16,13	12,51	12,62	15,93	15,64

Ayrıca bu yöntemin bugün Avrupa'da yongalevhalarla formaldehid emisyonunun belirlenmesinde standard yöntem olarak kabul edilmiş bulunan perforatör yöntemiyle uyumlu sonuçlar verdiği de bildirilmektedir (ROFFAEL, 1982).

WKI - Şişe test yöntemine göre ağzı sıkı kapanan şişeler içerisine önce belli bir miktar destile su konmaktadır. Sonra 25 mm×25 mm×kalınlık boyutlarında iki örnek üstüste konulup herbir şişe içerisine bir çengel yardımıyla asılmakta (bkzn. Şekil 1) ve 40 C° de 24 saat bekletilmektedir. Süre sonunda şişeler buzlu su içerisinde soğutulurak şişe içerisine yayılmış bulunan formaldehidin tamamının su tarafından absorbe edilmesi sağlanmaktadır. Böylece su içerisine alınmış bulunan formaldehid ijdometrik yada spektral fotometrik yolla belirlenebilmektedir. Araştırmada ijdometrik yöntem kullanılmıştır. Bu arada 24 saat sürelik ilk formaldehid emisyonunun belirlenmesiyle yetinilmemiş her defasında şişelere taze destile su konularak birbirini izleyen 4 gün, 1 hafta ve 2 haftalık periyodlar sonrası da çevreye verilmeye devam edilen formaldehid miktarları saptanarak formaldehid emisyonunun zamana bağlı gelişimi araştırılmak istenmiştir.



Abb. 1. WKI - Flaschenmethode für die Bestimmung der Formaldehydabgabe aus spanplatten.  
Şekil 1. Formaldehid ayrışmasının belirlenmesi için kullanılan WKI - Şişe Metodu.

## 3. SONUÇLAR VE YORUM

5 ayrı yongalevhadan kesilerek hazırlanan örnekler grubundan her bir grup için rastlantısal şekilde alınan örneklerle iki paralel belirleme yapılmıştır. Bu belirlemelerde ilgili tüm veriler Çizelge 2'de görülmektedir.

Sonuçların yorumunu kolaylaştırmak, yongalevhalarla formaldehid emisyonu konusunda bazı ipuçları sağlamak amacıyla ayrıca Şekil 2 ve 3 hazırlanmıştır.

Beş yongalevhanın ilk 24 saat içerisinde çevreye yaydıkları formaldehid miktarları, bu alanda kabul edilmiş standartlara göre çok yüksek düzeylerde bulunmaktadır. Kıyaslama yapılmak istendiğinde Avrupa standartlarına (veya Amerika) göre formaldehid emisyonu bakımından yonga levhalar 3 gruba ayrılmaktadır; Formaldehid emisyonu mg/100 gr. levha olarak

E 1 Emisyon grubu için	≤ 10	
E 2	> 10 ... 30	
E 3	> 30 ... 60	verilmektedir.

Tablo 2. Örneklerde formaldehid emisyonu miktarları.

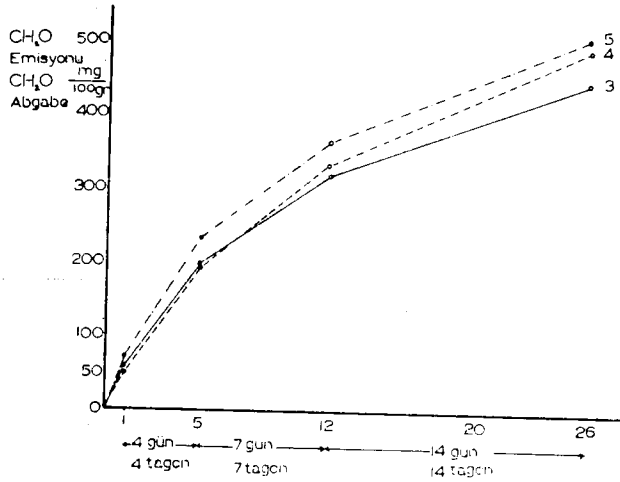
Versuchs-zeit Deneme Süresi	Probe Nr. Örnek No.	CH <sub>2</sub> O Abgabe (mg) CH <sub>2</sub> O Emisyonu (mg)			Abweichung (%) Sapma (%)
		Für jede Probe Örnek Başına	in 10 g 100 g'ında	Mittelwert 100 g 100 g'ında Ortalama	
24 SAAT - 24 STUNDEN	1a	10,47	67,4	66,2	1,8
	1b	9,88	65,0		
	2a	8,02	65,9	65,4	0,7
	2b	8,17	65,0		
	3a	8,91	55,6	58,6	5,2
	3b	9,95	61,7		
	4a	6,68	53,4	50,8	5,1
	4b	6,09	48,2		
	5a	10,62	66,7	71,8	7,1
	5b	12,03	76,9		
4 GÜN - 4 TAGE	1a	22,57	145,3	146,0	0,5
	1b	22,28	146,7		
	2a	18,49	151,9	152,4	0,3
	2b	19,23	153,0		
	3a	22,28	139,0	139,7	0,5
	3b	22,65	140,4		
	4a	18,41	147,2	142,1	3,6
	4b	17,30	137,1		
	5a	24,50	153,8	161,1	4,6
	5b	26,36	168,5		

Tabelle 2. Formaldehydemissionswerte der Proben.

Versuchs-zeit Deneme Süresi	Probe Nr. Örnek No.	CH <sub>2</sub> O Abgabe (mg) CH <sub>2</sub> O Emisyonu (mg)			Abweichung (%) Sapma (%)
		Für Jede Probe Örnek Başına	in 100 g 100 g'ında	Mittelwert 100 g 100 g'ında Ortalama	
7 GÜN - 7 TAGE	1a	18,19	117,1	117,5	0,3
	1b	17,89	117,8		
	2a	15,89	130,5	129,9	0,4
	2b	16,26	129,4		
	3a	19,08	119,1	118,7	0,3
	3b	19,08	118,3		
	4a	17,60	140,7	137,7	2,2
	4b	17,00	134,7		
	5a	19,97	125,4	130,1	3,6
	5b	21,09	134,8		
14 GÜN - 14 TAGE	1a	18,04	116,1	116,2	0,1
	1b	17,67	116,4		
	2a	16,71	137,3	137,4	0,1
	2b	17,30	137,6		
	3a	19,97	124,7	124,9	0,2
	3b	20,20	125,2		
	4a	19,45	155,5	154,0	1,0
	4b	19,23	152,4		
	5a	21,68	136,1	139,7	2,6
	5b	22,42	143,4		

Böylece Türkiye'de üretilen 5 değişik yongalevhanın, yukarıdaki standardizasyonu kabul etmiş Avrupa Ülkelerinde doğrudan kullanımına izin verilmeyeceği de anlaşılmıştır.

Yongalevha örneklerinin daha uzun sürelerde ne düzeyde formaldehid emisyonuna neden olacağını araştırmak amacıyla ilk testi 4 gün süreli 2'nci bunu 1 hafta süreli 3'üncü ve son olarakta iki haftalık 4'üncü testler izlemiştir. Denemeler 40 C° de gerçekleştirildiğinden bu durumu normal oda sıcaklığı koşullarında olabilecek CH<sub>2</sub>O emisyonunun hızlandırılmış bir şekli olarak düşünmek ve emisyonun gidişinin normal oda sıcaklığında da daha yavaş fakat benzer yolu izleyeceğini söy-

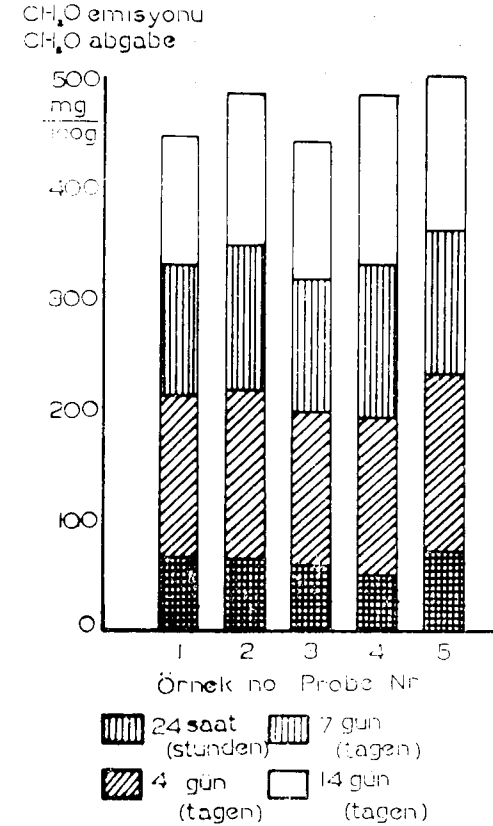


Şekil 2. Çeşitli yongalevhalarla formaldehid ayrışma miktarları.  
Abb. 2. Formaldehydabgabe der verschiedenen Spanplatten.

lemek gerekir. Şekil 2, en az, en fazla CH<sub>2</sub>O - emisyonu gösteren 3 ve 5 nolu gruplarla tipik bir emisyon seyrine sahip 4 nolu gruba ait verilerden oluşturulmuştur. İlk bakışta CH<sub>2</sub>O emisyonunun, pek çok kimyasal reaksiyona özgü biçimde bir gidişi olduğunu belirtmek gerekir. Yani başlangıç zamanlarında fazla miktarlarda CH<sub>2</sub>O ayrışırken, ayrışım hızı zamanla düşmektedir. Her üç eğrinin gitgide yatıklaşarak apsis eksenine yaptığı açının küçülmesinden, yongalevhalarından çevreye formaldehid verilmesinin az miktarda da olsa uzunca bir süre devam edeceği anlaşılmaktadır.

1, 2, 3 ve 5 nolu yonga levhalara ait veriler ilk 24 saate ait formaldehid emisyonu miktarının daha sonra olabilecek emisyon miktarı konusunda bir ipucu oluşturabileceğini gösterir niteliktedir. Buna göre ilk 24 saat içerisinde emisyon miktarı fazla ise o yongalevha genelde uzun süreler fazla miktarda formaldehid emisyonunda bulunabilecektir. Bununla beraber 4 nolu yonga levha ilk 24 saatte en az formaldehid emisyonu göstermesine ve belki bir seçimde tercih edilecek tipte bulunmasına karşın daha sonraları fazla miktarlarda formaldehid yaymaktadır. Bu

belkide bu levhanın üretimi sırasında örneklerin alındığı bölgede henüz sertleşmemiş üreformaldehid reçinesinin biraz fazla toplandığı olasılığını akla getirmektedir. İlk 24 saat içerisinde şişelerde destile su üzerinde asılı duran örneklerde buharlaşan suyun yonga levha tarafından absorbe edilmesiyle bir şişme olmaktadır. Fazla miktarda tutkallı bir bölgenin böyle bir şişmeye ilk zamanlar daha az uğrayacağını düşünmek gerekir.



Şekil 3. Çeşitli yongalevhalarla formaldehid ayrışma miktarları.  
Abb. 3. Formaldehydabgabe der verschiedenen Spanplatten.

Örneklerin şişmesi bir hacim genişlemesi yada dışa açılan yüzeylerin büyümesi demek olduğundan ilk 24 saat içerisinde bu tür bir yüzey genişlemesi ve yongalevha içerisindeki porların büyümesi çevreye verilen CH<sub>2</sub>O emisyonunu teşvik edecektir. Olasılıkla 4 nolu örnek ilk günü izleyen günlerde diğerlerine oranla yavaşta olsa su absorbe edebilecek dolayısıyla genleşebilecek yeterli zamanı bulabilmiş, böylece bünyesindeki belki de fazla tutkallı birikimi nedeniyle daha yüksek miktarlarda CH<sub>2</sub>O emisyonu gerçekleştirmiştir. Herhalde konunun ileride daha da ayrıntılı araştırılmasıyla bu tür olasılıklara daha kesin yaklaşımlarda bulunabilecektir.

Son 14 günlük deneme sonrası yonga levhalardan  $\text{CH}_2\text{O}$  emisyonunun çok azalmış olması yonga levhaların kullanım öncesi sıcak yerlerde depolanmalarının  $\text{CH}_2\text{O}$  emisyonunu normal düzeylere düşürmede etkin olacağını göstermektedir. Burada yalnız, araştırma sırasında çevreye verilen formaldehidin su tarafından absorbe edilerek uzaklaştırılmasıyla örnekler çevresinde sürekli formaldehid difüzyonuna elverişli bir hava ortamının bulunmasının sağlandığı unutulmamalıdır. Depolarda hava sirkülasyonunun iyi yapılmaması halinde bir süre sonra formaldehidce zengin bir hava ortamına levhalardan formaldehid difüzyonu önemli ölçüde düşecektir. Bu durum ise sıcak bir yerde bekletilse de uzun bir süre sonra bile halâ yüksek derecede formaldehid emisyonu gösterebilen yongalevhaların kullanıcıya geçmesi demektir.

## FORMALDEHYDABGABEPOTENTIALEN DER IN DER TURKEI HERGESTELLTEN SPANPLATTEN

Doz. Dr. Güneş UÇAR  
Doz. Dr. Ahmet KURTOĞLU

### Kurze Zusammenfassung

Die Formaldehydabgabe der 5 verschiedenen Spanplatten, die in der Türkei hergestellt wurden, wurde nach WKI - Methode (Flaschentest) bestimmt. Alle Werte liegen höher als diejenigen, die in der europäischen Normen für Emissionsklasse ( $E_3$ ) festgelegt sind. Diese Feststellung hebt in erster Linie hervor, dass dem Problem bezüglich des Umweltschutzes grosse Bedeutung beigemessen werden muss.

### MATERIAL UND METHODE

Bei dieser Arbeit wurden die von 5 verschiedenen Firmen hergestellten Proben untersucht, die Dimensionen von 12 cm  $\times$  30 cm  $\times$  Dicke aufweisen. Nach Methode der WKI (Flaschentest) wurden aus jeder Plattenart die Klötzchen (25 mm  $\times$  25 mm  $\times$  Dicke) geschnitten. Diese Versuchsproben (etwa 10 - 12 stücke) wurden in luftdichte Kunststofftüten eingebracht und 48 Stunde klimatisiert. Danach wurde ihr Feuchtigkeitsgehalt ermittelt (Trockenschrank bei 103 C°).

In der Tabelle 1 wurden einige Eigenschaften der Versuchsproben von fünf verschiedenen Platten dargestellt. Nach WKI - Methode (Flaschentest) wurden diese Versuchsproben mit Gummibändern über destilliertes Wasser in einer Flasche befestigt. Die dicht verschlossenen Flächen wurden bei 40 C° 24 Stunden stehengelassen. Danach wurden die Flaschen für etwa eine halbe Stunde in Eiswasser gestellt, um eine vollständige Absorption des Formaldehyds im Wasser zu erreichen. Der ausgetretene Formaldehyd wurde danach jodometrisch bestimmt und auf trockenen Platten Gewicht bezogen. Ausserdem wurde die Formaldehydabgabe der selben Proben nach einer Zeitdauer von 4, 7 und 14 Tagen dadurch ermittelt, dass jedesmal in Flaschen bestimmte Menge von frischem destilliertem Wasser verwendet wurde, den entwickelten Formaldehyd zu absorbieren.

### ERGEBNISSE

Die Ergebnisse über Formaldehydabgabe der 5 verschiedenen Spanplatten wurden in der Tabelle 2 und Abbildungen 2 und 3 zusammengestellt. Wie aus der Tabelle und Abbildungen ersichtlich ist, sind die Formaldehydabgabewerte der in der Türkei hergestellten Platten höher als diejenigen, die nach europäischen Normen unter drei Klassifikationen aufgeführt sind. Die Einteilung in Emissionsklassen der Rohspanplatten wird also wie folgt vorgenommen.

Emissionsklasse	Emissionswerte in mg CH <sub>2</sub> O/100 gr. atro Platte
	E <sub>1</sub>
E <sub>2</sub>	> 10 bis 30
E <sub>3</sub>	> 30 bis 60

Die Werte in der Tabelle sowie ihre graphische Darstellung zeigen, dass die Formaldehydemission der Platten abfallen wird, durch Lagerung über mehrere Wochen. Die Erhöhung der Temperatur und das Auswechseln der Luft in der Umgebung werden fördernd wirken, die notwendige Lagerungszeit möglichst zu verkürzen, um dann das Niveau der Formaldehydemission auf ein standartgemäss erlaubten Wert zu erniedrigen.

#### K A Y N A K L A R

- GOILOB, L., J.D. WELLONS, 1980. *Analytical Methods for Formaldehyde A Review. Forest Products Journal: Vol. 3, No: 6, 27 - 35.*
- GROAH, W.J., G.D. GRAMP, M. TRANT, 1984. *Effect of a Decorative Vinyl overlay on Formaldehyde Emissions. Forest Products Journal, Vol. 34, No: 4, 27 - 29.*
- MEYER, B., W.E. JOHNS, J.K. WOO, 1980. *Formaldehyde Release from Sulfur-Modified Urea-Formaldehyde Resin Systems. Forest Products Journal, Vol. 30, No: 3, 24 - 31.*
- MEYER, B., N.L. CARLSON, 1983. *Formaldehyde Emission Particleboard Post-Cured by Radio-Frequency Heating. Holzforschung 37, 41 - 45.*
- MYERS, G.E., 1984. *How Mole Ratio of UF Resin Affects Formaldehyde Emission and other Properties: A literature critique. Forest Products Journal, Vol. 34, No: 5, 35 - 41.*
- MYERS, G.E., 1984. *Effect of Ventilation Rate and Board Loading on Formaldehyd concentration; A critical Review of the Literature. Forest Products Journal, Vol. 34, No: 10, 59 - 68.*
- MYERS, G.E., M. NAGAOKA, 1981. *Emission of Formaldehyde by Particleboard Effect of Ventilation Rate and Loading on Air - Contamination Levels. Forest Products Journal, Vol. 31, No: 7, 39 - 44.*
- ONISKO, W., J. PAWLICKI, 1985. *Untersuchungen über die hydrophobierende Wirkung von Formaldehyd auf Kiefern-Defibratorstoff. Holzforschung und Holzverwertung, 37, 4 - 6.*
- PAWLICKI, J., 1985. *Untersuchungen zum Einfluss von Formaldehyd auf die physikalischen Eigenschaften von Holzfasernplatten. Holzforschung und Holzverwertung, 6, 112 - 114.*
- ROFFAEL, E., 1982. *Die Formaldehyd-Abgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen. DRW - Verlag. Stuttgart.*
- ROFFAEL, E., E. SCHRIERER, 1985. *Einfluss des Kondensationsgrades von UF-Harzen auf die Formaldehydabgabe aus Spanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff, 43, 38.*
- STEVENS, M., N. PARAMESWARAN, 1981. *Effects of Formaldehyde - Acid Catalyzed Reactions on Wood ultrastructure. Wood Sci., Technol., 15, 287 - 300.*
- WITTMANN, O., 1985. *Formaldehydorme Flächenverleimung mit Aminoplastharzen. Holz als Roh- und Werkstoff, 43, 187 - 191.*