

---

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES		VOLUME		NUMBER		
SERIE	<b>A</b>	BAND	<b>52</b>	HEFT	<b>2</b>	<b>2002</b>
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

## DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



# YALANCI AKASYA (*Robinia pseudoacacia* L.) ODUNUNDAN ÜRETİLEN YONGA LEVHALARDA TOMRUK DEPOLAMA SÜRESİ VE KABUK ORANININ FORMALDEHİT EMİSYONUNA ETKİSİ

Y. Doç. Dr. Gökay NEMLİ<sup>1)</sup>  
Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU<sup>1)</sup>  
Arş. Gör. Semra ÇOLAK<sup>1)</sup>  
Arş. Gör. İsmail AYDIN<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Bu çalışmada depoda yalancı akasya tomruklarının bekletilmesi yanında, yalancı akasya kabuğunun da belli oranlarda yonga levha üretiminde kullanılması durumunda formaldehit emisyonundaki meydana gelebilecek değişimler incelenmiştir. Depoda bekletilmiş yalancı akasya tomruklarından elde edilen yongalardan üretilmiş levhaların formaldehit emisyonu taze kesilmiş ağaç odunlarından üretilmiş olanlardan daha fazladır. Ancak depoda beklemiş odunlardan elde edilen yongaların taze kesilmiş odunlardan üretilen yongalara %25 ve %50 oranlarında katılması durumunda levhaların formaldehit emisyonu miktarlarında belirgin farklılık bulunmamıştır. Diğer taraftan orta tabaka yongalarına yalancı akasya odunu kabuğundan %12,5 ve %25 oranında ilave edilmesi durumunda deneme levhalarının formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma görülmüştür.

## 1. GİRİŞ

Doğal dayanıklılığı farklı olan odun türleri tomruklarının depoda uzun süre koruma tedbiri almadan bekletilmeleri halinde kimyasal, fiziksel, mekanik ve kalite özelliklerinin değişmesi ağaç türüne göre farklılıklar göstermektedir. Böylece farklı odun türlerinin depoda bekleme süresinin bunlardan üretilen yonga levhaların yukarıda belirtilen özellikleri üzerine etkisinin

<sup>1)</sup> K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü 61080-Trabzon

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 25.01.2002

farklı olacağı belirgindir. Yapılan bir araştırmada ladin ve huş tomruklarından taze halde ve depoda bekletildikten sonra üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonu yeni kesilmiş ladinde depolanmış olanlardan üretilenlere göre daha yüksek, ancak huş tomruklarından üretilen yonga levhalarda ise bunun tersi sonuçlar elde edilmiştir (KEHR/WEHLE 1988). Hanetho (1987), kış mevsiminde kesilmiş çam ağacı odununu taze halde ve depoda bekletildikten sonra yonga levha üretiminde hammadde olarak değerlendirmiş ve ormandan kesiminden hemen sonra yonga levha üretiminde kullanılanların yapışma problemi ortaya çıkardığını bildirmiştir. Ancak bu hususun daha çok odunun pH değişimleriyle ilgili olacağı için kullanılacak tutkal türüne göre farklılık göstermesi mümkündür. Yapılan bir kısım çalışmalarda öz odunundan üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonu diri odunundan üretilenlerinkinden daha düşük olduğu ifade edilmekte ve bunun nedeni olarak öz odununun fenolik ekstraktifleriyle formaldehit arasındaki olası bir reaksiyon gösterilmektedir (LELIS ve ark. 1993; 1994). Diğer taraftan odun türü ve depolama süresine bağlı olarak odunda bir kısım ekstraktiflerle düşük moleküllü şeker miktarlarında farklı oranlarda bir azalma olduğu literatürde bildirilmektedir (MARUTZKY 1986). Bu husus çimentolu yonga levha endüstrisinde pozitif bir etki göstermektedir. Bu açıklamalara göre depolama süresi içinde odunda, elde edilecek kereste ve kaplama gibi malzemelerde kalite özelliklerini düşürücü oluşumlar yanında kimyasal yapıdaki değişimler de meydana gelmektedir. Özellikle depolamayla odun pH'ında meydana gelecek değişimler odunun yapıstırılarak kullanılacağı üretimlerde tutkal reçetelerinin modifiye edilmesini gerektirebilmektedir. Bunların yanında yapıstırıcı olarak üretilen formaldehit tutkalının kullanıldığı levha ürünlerinde, odunun depolanmasıyla kimyasal yapısında oluşan değişimler, formaldehit ayrışma miktarını etkileyecektir. Ancak bu etkinin miktarı odun türünün kimyasal yapısı yanında, odunun depolama şartları sırasındaki iklimsel faktörler ve odunun kesim zamanı ile yakından ilgili olacağı düşünülmektedir. Yonga levha üretiminde kabuk oranının artmasının formaldehit emisyonunu azalttığı bilinmektedir (ROFFAEL 1982; CHEN/PAULITSCH 1974; ÇOLAKOĞLU ve ark. 1993). Bunun daha çok kabuktaki polifenolik maddelerle yıkanabilir asitlerin oduna göre daha fazla olmasından kaynaklandığı ifade edilirken, farklı ağaç türü kabukları ile odunlarının ekstraktiflerinin miktarı ve türüne göre formaldehitle reaktivitesinin farklı olacağı bildirilmektedir (PRASETYA/ROFFAEL 1991; LELIS/ROFFAEL 1995). Bu nedenden dolayı bu çalışmada depoda tomrukların bekletilmesi yanında, yalancı akasyanın kabuğunun da belli oranlarda yonga levha üretiminde kullanılması durumunda formaldehit emisyonundaki meydana gelebilecek değişimler incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Yonga levha üretimi için Trabzon-Beşikdüzü bölgesinde 22 yaş grubundaki yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odunlarından bir kısmı ormanda kesimden hemen sonra (taze) yongalanmış diğer bir kısmı ise orman içinde yaklaşık 1 yıl herhangi bir koruma tedbiri almadan bekletilmiştir. Yongalama işlemi öz odun ve diri odun ayırımı yapılmamıştır. Kabuklu olarak depolanan gövdelerinin bir kısmında az miktarda mantar oluşumuna rastlanmıştır. Depolama sonunda bu tür oluşumların görüldüğü kısımlar yonga üretiminde değerlendirilmemiştir. Diğer taraftan kesimden hemen sonra yonga haline getirilecek olanların kabukları soyulmuştur. Elde edilen bu kabuklarda yongalanmış ve Tablo 1'de belirtilen oranlarda taze kesilmiş odunlardan elde edilen yongalara ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanmış yonga karışımı levhaların sadece orta tabakasında kullanılmıştır. Yongalar 90°C sıcaklıkta %3 rutubete kadar kurutulmuşlardır. Yongaların tutkalanması, tam kuru yonga ağırlığına oranla orta tabaka için %8 ve dış tabaka için %10 olacak şekilde üretilen formaldehit tutkalıyla (Ü/F mol oranı = 1/1,74) gerçekleştirilmiştir. Tutkala sertleştirici olarak %30' luk NH<sub>4</sub>Cl'den %1 oranında ilave edilmiştir. Üç tabakalı de-

neme yonga levhaların üretilmesinde, pres sıcaklığı 150°C, presleme süresi 6 dakika ve pres basıncı 27,5 kg/cm<sup>2</sup> ayarlanan tek katlı pres kullanılmıştır. Her bir deneme grubu için üç adet levha üretilmiştir. Yonga levhaların yoğunluğu yaklaşık 0,65 g/cm<sup>3</sup>'dür. Yonga levhaların formaldehit emisyonu üretim tarihinden bir hafta sonra EN 717-3'e göre belirlenmiştir. Yalancı akasya yongalarından laboratuvar şartlarında üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonuna tomruk depolama ve yonga karışımındaki kabuk oranın etkilerini belirlemek için basit varyans analizleri uygulanmıştır. Etkilemenin anlamlı çıkması durumunda ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca hammadde olarak kullanılan odun örneklerinin asetil gruplarındaki farklılığı ortaya koyabilmek için IR-spektrumları da çekilmiştir.

**Tablo 1: Deneme Levhalarının Üretim Planı**

Table 1: The Experimental Design

Levha Tipi Board Type	Taze Odun % Fresh Wood	Kabuk Oranı <sup>1)</sup> % Bark Ratio	Beklemiş Odun (%) Stored Wood
A	100	-	-
B	93,75	6,25	-
C	87,50	12,50	-
D	75	25	-
E	75	-	25
F	50	-	50
G	-	-	100

1) Sadece orta tabaka için geçerlidir.

### 3. BULGULAR

Deneme yonga levhalarının şişe yöntemiyle EN 717-3'de belirtilen esaslara göre fotometrik olarak belirlenen formaldehit emisyonu ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu değerlere ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları ise Tablo 3 ve 4'de gösterilmiştir.

**Tablo 2: Deneme Yonga Levhalarının Formaldehit Emisyonu Ortalamaları**

Table 2: The Averages Formaldehyde Emission of Particleboards

Levha Tipi Board Type	Levha Rutubeti (%) Moisture Content of Boards (%)	Formaldehit Emisyonu (mg/100 g) Formaldehyde Emission
A	7,5	2,14
B	7,4	2,13
C	7,4	1,97
D	7,6	1,91
E	7,5	2,16
F	7,4	2,31
G	7,5	2,51

**Tablo 3: Depoda Bekletilmiş Odunlardan Elde edilen Yonga Oranının Formaldehit Emisyonuna Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları**

**Table 3: Variance Analysis Results Own to Effects of Particle Using Ratio From Stored Wood on The Formaldehyde Emission**

Varyans Kaynakları Variance Sources	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Squares	F-Oranı F-Ratio	Önem Düzeyi Significant Level
Gruplar Arası Between Groups	0,2624	6	0,0875	9,9	**
Gruplar İçi Within Groups	0,0707	14	0,0088		
Toplam Total	0,3331	20			

Taze kesilmiş ağaç odunları ile depoda beklemiş odunlardan farklı oranlarda karışımlarıyla üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu ortalama değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir. Burada hesaplanan F değeri 0,01 hata payı ile F tablo değerinden daha büyük olduğundan yonga levhanın formaldehit emisyonu üzerine yonga üretiminde kullanılan tomrukların depoda bekletilmesinin etkisi belirgindir. Ortalamalar arasında bulunan farklar Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmış ve sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

**Tablo 4: Kabuk oranının Formaldehit Emisyonuna Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları**

**Table 4: Variance Analysis Results Own to Effects of Bark Usage Ratio on The Formaldehyde Emission**

Varyans Kaynakları Variance Sources	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Squares	F-Oranı F-Ratio	Önem Düzeyi Significant Level
Gruplar Arası Between Groups	0,1169	6	0,039	25,04	***
Gruplar İçi Within Groups	0,0125	14	0,0016		
Toplam Total	0,1294	20			

Orta tabaka yongalarına ilave edilen kabuk oranlarına göre dört farklı tipte üretilen yonga levhalara ait formaldehit emisyonu ortalamalarına ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 4'de

gösterilmiştir. Buna göre formaldehit emisyonu üzerine orta tabakada kullanılan kabuk oranının etkisi 0,001 yanılma olasılığıyla önemlidir.

**Tablo 5: Formaldehit Emisyonuna Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Newman-Keuls Karşılaştırma Testi Sonuçları (P < 0.05)<sup>1)</sup>**  
**Table 5: Newman-Keuls Comparing Test Results of The Variance Sources Investigated The Effects to Formaldehyde Emission (P < 0.05)<sup>1)</sup>**

Varyans Kaynakları Variance Sources		Örnek sayısı Number of Specimen	Formaldehid Emisyonu Formaldehyde Emission
<b>Depoda Beklemiş</b> Stored Wood	<b>Taze Odun</b> Fresh Wood		
% 0	% 100	3	2,14 a
% 25	% 75	3	2,16 a
% 50	% 50	3	2,31 a
% 100	% 0	3	2,51 b
<b>Kabuk Yonga</b> Bark Particle	<b>Odun Yonga</b> Wood Particle		
% 0	% 100	3	2,14 a
% 6,25	% 93,75	3	2,13 a
% 12,5	% 87,5	3	1,97 b
% 25	% 75	3	1,91 b

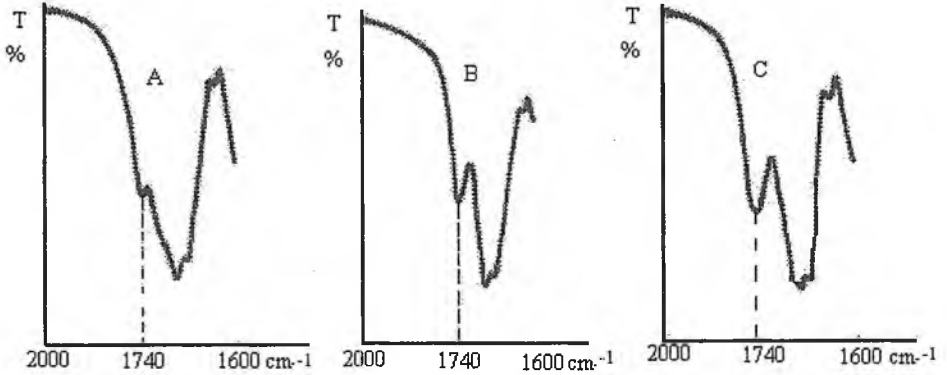
<sup>1)</sup> Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Newman-Keuls karşılaştırma testi sonucuna göre depoda beklemiş odunlardan elde edilen yongaların taze kesilmiş odunlardan üretilen yongalara %25 ve %50 oranlarında katılması durumunda levhaların formaldehit emisyonu 0,05 olasılıkla birbirinden farklıdır. Aynı olasılıkla yonga levhanın tamamının (%100) depoda beklemiş odun yongalarından üretilmesi durumunda diğer üç grup levhadan farklı bulunmuştur. Orta tabakayı oluşturan yongalara % 6,25 oranında kabuk ilave edilmesi formaldehit emisyonunu %95 güvenlilikle etkilemezken, bu oranın %12,5 ve % 25 çıkması durumunda fark 0,05 olasılıkla belirgin bulunmuştur.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Depoda bir yıl beklemiş yalancı akasya odunundan üretilen (kabuksuz) yonga levhaların formaldehit emisyonu en yüksek, %25 oranında kabuk ihtiva eden taze kesilmiş odun yongalarından üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonu ise en düşük bulunmuştur. Kabuk ihtiva etmeyen taze tomruklardan elde edilen yonga levhalardan ayrılan formaldehit emisyonu, orman içinde yaklaşık bir yıl süreyle depolanmış yalancı akasya odunundan üretilen yonga lev-

halarından belirgin olarak düşüktür. Yonga karışımı içerisinde depoda bekletilmiş odunlardan elde edilenlerin oranı %25 ve %50 olması durumunda deneme levhalarının formaldehit emisyon değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Tamamı açıkta beklemiş odunlardan üretilen (%100) yonga levhanın formaldehit emisyonu, taze tomruklardan üretilen yonga levhanınkinden %17,8 kadar bir artış göstermiştir. Şekil 2 incelendiğinde ağacın kesiminden hemen sonra elde edilen kabuksuz gövde odunu yongalarının IR analizinde asetil gruplarını gösteren pikin ( $\sim 1740 \text{ cm}^{-1}$ ) daha belirgin olduğu görülmektedir. Depoda yaklaşık bir yıl bekleyen yalancı akasya odunundan elde edilen IR spektrumunda ise aynı grup çok az oranda bulunmaktadır. Böylece sıcak presleme sırasında odundan asetil gruplarının ayrılması sırasında ortaya çıkacak uçucu asitlerin miktarı daha fazla olacağı için taze kesilmiş odundan üretilen yonga levhalarındaki formaldehit emisyonunun daha düşük olması beklenen bir sonuçtur. Bilindiği gibi asetil grupları termik işlemler sırasında tutkal sertleşme reaksiyonunun oluşma ortamına göre (asit yada alkali şartlara göre) odundan ayrılmaktadır. Bu olay sırasında uçucu asetik ve formik asit oluşmaktadır. Bu da odun levha ürünlerinin formaldehit emisyonunu azaltıcı etki göstermektedir (POBLETE/ROFFAEL 1985; ÇOLAKOĞLU ve ark. 1998). Ayrıca depoda açıkta beklemiş tomrukların bir kısım ekstraktiflerin yağmur suları ile yıkanarak uzaklaşmasının da bunlardan üretilen levhaların formaldehit emisyonu üzerine olumsuz etki yaptığı düşünülmektedir. Çünkü literatürde ekstraktifçe zengin odun türlerinden üretilen levhalarda formaldehit emisyonunun daha az olacağı ifade edilmektedir (LELIS/ ROFFAEL 1995).



Şekil 2: IR-Spektrumu A. Kabuk, B. Depolanmış odun, C. Taze Odun

Figure 2: IR- Spectra A. Bark, B.Stored Wood, C. Fresh Wood

Orta tabakasında %6,25 oranında kabuk ihtiva eden yonga levhalar ile kabuksuz yongalardan üretilen levhanın formaldehit emisyonları arasında fark bulunmamaktadır. Ancak kabuk oranının %12,5 ve %25 olması durumunda yonga levhanın formaldehit emisyonu sırasıyla %7,6 ve 8,7 kadar azalmıştır. Çalışmada yalancı akasya kabuğunda yapılan IR analizlerinde, yaklaşık  $1740 \text{ cm}^{-1}$  bandındaki pik hemen hemen kaybolmuş bulunmaktadır. Dolayısıyla kabuk ihtiva eden yonga levhanın preslenmesinde asetil gruplarının ayrılması esnasında oluşabilecek uçucu asitlerin miktarı daha az olacaktır. Bu sonuçlara göre kabuk ihtiva eden yongalardan üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonundaki azalmanın asetil gruplarının ayrılmasıyla ilgisi bulunamaz. Burada, yonga levhadaki kabuk oranının artmasıyla formaldehit emisyonundaki azal-

manın kabuktaki fenolik ekstraktifler ile uçucu olmayan hidroliz edilebilir asitlerin formaldehitte muhtemel reaksiyonuyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada %20 oranında kızılçam kabuğu içeren tek tabakalı yonga levhalarda formaldehit emisyonu %48 oranında azaldığı bildirilmektedir (ÇOLAKOĞLU ve ark.1993). Ancak kızılçam kabuğunun polifenolik maddeler bakımından yalancı akasya kabuğuna göre oldukça zengin olması bu azalmanın miktarını artırmıştır. Ayrıca bu çalışmada yalancı akasya kabuğunun sadece orta tabakada kullanılmış olması formaldehit emisyonundaki beklenen muhtemel azalmanın miktarını düşük olmasına neden olmuştur. Literatürde kızılçam kabuğunun stiasny sayısı 77,0 ve ekstraktif madde verimi %25-29 iken yalancı akasya kabuğunun verimi yaklaşık %7 kadar bulunmaktadır (WEISMANN/AYLA 1980; FENGEL/WEGENER 1989). Bu açıklamalara göre elde edilen sonuçlar literatüre benzerlik göstermektedir (CHEN/PAULITSCH 1974; ROFFAEL 1982).

Sonuç olarak depoda bekletilmiş yalancı akasya tomruklarından elde edilen yongalardan üretilmiş levhaların formaldehit emisyonu taze kesilmiş ağaç odunlarından üretilmiş olanlardan daha fazladır. Ancak depoda beklemiş odunlardan elde edilen yongaların taze kesilmiş odunlardan üretilen yongalara %25 ve %50 oranlarında katılması durumunda levhaların formaldehit emisyonu miktarlarında istatistiksel olarak bir fark yoktur. Diğer taraftan orta tabaka yongalarına yalancı akasya odunu kabuğundan %6,25 oranında ilave edilmesi durumunda formaldehit emisyonunda bir değişme meydana gelmemiştir. Bu oranın %12,5 ve %25 oranında artırılması durumunda ise formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma görülmüştür.



**EFFECTS OF LOG STORAGE TIME AND BARK USAGE  
RATIO ON THE FORMALDEHYDE EMISSION OF  
PARTICLEBOARD MANUFACTURED FROM  
BLACK LOCUST (*Robinia pseudoacacia* L.)**

**Y. Doç. Dr. Gökay NEMLİ  
Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU  
Ar. Gör. Semra ÇOLAK  
Ar. Gör. İsmail AYDIN**

**Abstract**

In this study, effects of log storage time and bark usage ratio on the physical and mechanical properties of particleboards manufactured from Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) were investigated. The particleboard manufactured from the stored log particles had higher formaldehyde emission than that of the particleboard from green wood particles. However, formaldehyde emission had no difference between the 25 and 50% stored particle using ratios, statistically. The bark of *Robinia pseudoacacia* L. used by about 12.5 and 25% for core layer of particleboard, decreased the formaldehyde emission of particleboard, significantly.

**SUMMARY**

The purpose of this study is to determine the effects of log storage time and bark usage ratio on the formaldehyde emission of particleboard manufactured from *Robinia pseudoacacia* L.

For this purpose, 22-years old trees were obtained from Trabzon-Beşikdüzü. For the particleboard manufacturing, some of the woods were chipped in forest, the others were stored with bark for 1 year.

The bark was removed. A hacker was used to break the raw materials down initially, then a knife ring flaker was used to reduce the hacker chips to particles. After these, particles

were dried to 3% moisture content and separated by the vibrating horizontal screen. For the blending, as an adhesive urea formaldehyde (urea/formaldehyde mole ratio: 1/1.74) which was 8% and 10% of the oven dry weight of particles in the core and face layers, respectively, was used. As an hardener 30% of ammonium chloride solution which was 1% of the oven dry weight of particles, was added to adhesive. The boards were pressed under 150°C press temperature, 6 min. pressing time and 27,5 kg/cm<sup>2</sup> pressure by using the single daylight press. Three boards were produced for each group. Board density was 0,65 g/cm<sup>3</sup>. Formaldehyde emission (one week later from the production) was conducted according to the EN 717-3. Data for each test was statistically analyzed. Simple variance analysis and Newman-Keuls tests were used to test for significant difference between factors and levels. In addition, for the determination of differences on the acetyl groups of the wood, IR-spectra were used. The experimental design of this study is showed in Table 1.

**Table 1: The Experimental Design**

Board Type	Fresh Wood (%)	Bark Ratio <sup>1)</sup> (%)	Stored Wood (%)
A	100	-	-
B	93,75	6,25	-
C	87,50	12,50	-
D	75	25	-
E	75	-	25
F	50	-	50
G	-	-	100

<sup>1)</sup> The bark was only added to core layer of particleboard.

The average formaldehyde emissions of the boards were summarized in Table 2.

**Table 2: The Average Formaldehyde Emission Of The Boards**

Board Type	Moisture Contents of Boards (%)	Formaldehyde Emission (mg/100 g)
A	7,5	2,14
B	7,4	2,13
C	7,4	1,97
D	7,6	1,91
E	7,5	2,16
F	7,4	2,31
G	7,5	2,51

The statistical analysis showed that adding of stored wood to particleboard by about 25% and 50% did not change the formaldehyde emission of particleboard. However, increasing of the stored wood using to 100% caused an increasing on the formaldehyde emission compared to control panel.

The bark usage by about 6.25% did not affect the formaldehyde emission of particleboard, statistically. Increasing of bark usage ratio to 12.5% and 25.0% decreased the formaldehyde emission with a 95% confidence level.

## KAYNAKLAR

- ÇOLAKOĞLU, G., ÇOLAK, S., TÜFEKÇİ, M., 1998: Einfluss der Dämpfung und Trocknung von Furnieren auf deren Acetylgruppengehalt und die Formaldehydabgabe von Sperrholz. Holz Roh- Werkstoff, 56, 121-123.
- ÇOLAKOĞLU, G., KALAYCIOĞLU, H., ÖRS, Y., 1993: Kızılçam kabuklarının yonga levha ve kontrplak üretiminde değerlendirilmesi. Uluslar arası Kızılçam Sempozyumu, 18/23. Ekim 1993, Marmaris/Türkiye, Bildiriler Kitabı, 701-710.
- CHEN, T.Y., PAULITSCH, M., 1974: Inhaltstoffe von Nadeln, Rinde und Holz der Fichte und Kiefer und ihr Einfluss auf die Eigenschaften daraus hergestellter Spanplatten. Holz Roh- Werkstoff 32, 397-401.
- FENGEL, D., WEGENER, G., 1989: Wood; Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter, Berlin, Newyork.
- HANETHO, P.L., 1987: Jahresbedingtes Qualitätproblem bei Spanplatten durch Rohholzeinsatz. Vortrag der FESYP, 10/11. März. 1087, München. S. 129-136.
- KEHR, E., WEHLE, H.D., 1988: Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Holzarten auf die Formaldehydabgabe von Spanplatten, Holztechnologie 29 (6) 285-289.
- LELIS, R., ROFFAEL, E., BECKER, G., 1993: Zum Verhalten von Splint- und Kernholz der Kiefer Bei der Verleimung mit UF-Harzen, Holz-Zentralblatt 7, 120-121.
- LELIS, R., ROFFAEL, E., BECKER, G., 1994: Zur Verleimbarkeit von Splint- und Kernholz von Douglasienholz mit PF-Harzen, MUPF-Harzen und Diisocyanat-Klebstoffe (PMDI). Holz-Zentralblatt, 131-132.
- LELIS, R., ROFFAEL, E., 1995: Über die Reaktivität von Douglasiensplint- und -kernholz und deren Heisswasserextrakte gegenüber Formaldehyd, Holz Roh- Werkstoff, 53, 12-16.
- MARUTZKY, R., 1986: Einfluss der Lagerung auf die Verwertbarkeit von Nadelholz als Rohmaterial für zement gebundene Holzspanplatten, Teil 2. Ergebnisse der Lagerungsversuche, Holz-Zentralblatt, 113, 1570-1572.
- POBLETE, H. ROFFAEL, E., 1985: Über chemische Veränderungen in Holzspanen bei der Herstellung von Harnstoff-Formaldehydharz-gebundenen Spanplatten. Holz Roh-Werkstoff, 43, 57-62.

PRASETYA, B., ROFFAEL, E., 1991: Untersuchungen über das Verhalten extraktstoffreicher Rinden in Holzspanplatten. Zur Reaktivität der Fichtenrinde gegenüber Formaldehyd. Holz Roh-Werkstoff, 49, 341-344.

ROFFAEL, E., 1982: Die Formaldehydabgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen, DRW-verlag, Stuttgart.

WEISMANN, G., AYLÄ, C., 1980: Untersuchung der Rindenextrakte von *Pinus brutia*. Holz Roh-Werkstoff, 38, 307-312.