

# Bazı Odun Çürüklük Mantarlarına Karşı Bakır-Azol ve Su İtici Maddelerin Performansı

Hüseyin SİVRİKAYA<sup>1</sup>, Ahmet CAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı, BARTIN

[h\\_sivrikaya@yahoo.com](mailto:h_sivrikaya@yahoo.com)

## ÖZET

Bakır, mantarlara karşı sahip olduğu yüksek zehirlilik etkisi nedeniyle son 50 yıldır emprenye endüstrisinde en fazla kullanılan maddeler arasında yer almaktadır. Mantar ve böceklere karşı performansı tüm dünya tarafından kabul edilen CCA (bakır-krom-arsenik) maddesinin yasaklanması, bu maddeye alternatif yeni ve çevre dostu maddelerin gelişmesine neden olmuştur. Geliştirilen maddeler arasında yaygın olarak kullanılan bakır-azol; mantar ve böceklere karşı son derece etkili olmasına rağmen bazı mantar türlerine tolerans göstermektedir.

Yapılan çalışmada, bakır-azol emprenye maddesi su itici farklı kimyasallar ile kombine edilerek mantar çürüklük performansı araştırılmıştır. Bu kapsamda, %2,4'lük bakır azol çözeltisi ve bu çözeltiye sırasıyla %5-10-15 parafin ve %0,5-1-2 oranında silikon maddesi katılarak sinerjik etkinin mantar çürüklük testi üzerine etkisi araştırılmıştır. Sarıçam türü kullanılan çalışmada emprenye işlemi dolu hücre yöntemine göre yapılmıştır. Çalışmada esmer çürüklük mantarı olarak *Coniophora puteana* ve beyaz çürüklük mantarı olarak *Trametes versicolor* kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; yalnızca bakır azol ile emprenye edilen odun örneklerin ağırlık kaybı diğer varyasyonlara göre düşük bulunmuştur. Bakır azol örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı %3 değerinin altında bulunmuştur. Bakır azol çözeltisine parafin ve silikon maddelerinin katılmasıyla örneklerdeki ağırlık kaybı daha da azalma göstermiştir.

**Anahtar sözcükler:** mantar, *Coniophora puteana*, *Trametes versicolor*, bakır-azol

## Performance of Copper-azole and Water Repellents against Some Wood Rot Fungi

### ABSTRACT

Copper are among the most commonly used substances in impregnating industry due to its high toxicity against fungi at last 50 years. The performance of CCA (copper-chrome-arsenic) approved by all over the World because of its superior performance against wood-inhabiting fungi and insects, New and environmentally friendly materials have developed due to this substance banned. Among of developed impregnation materials, copper-azole is the most widely used, because it is highly effective against fungi and insects, although some fungal species shows tolerance.

In the study, the performance of woody materials against some decay fungi were investigated against copper-azole combined with different water-repellent preservative chemicals. In this context, the synergistic effect was investigated on fungal decay test 2.4% copper azole solution and this solution adding ingredients 5-10-15% paraffin, 0,5-1-2% percent silicone respectively. We are used Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood species and full cell impregnation methods. In the study, *Coniophora puteana* as brown rot agent and *Trametes versicolor* fungi as white rot agent were used. According to the results, the weight loss of wood samples impregnated with only copper azole were lower than compared to other variations. Weight loss of samples impregnated with copper azole was found below the 3% level. Weight loss of the sample was further reduced by incorporating paraffin and silicone in copper azole solution.

**KeyWords:** wood rot fungi, *Coniophora puteana*, *Trametes versicolor*, copper azole

## GİRİŞ

Ahşap malzeme, doğada en fazla bulunan ve diğer yapı malzemelere göre oldukça üstün özelliklere sahip bir materyaldir. Odun, düşük yoğunluğu, düşük ısı iletimi, yüksek mekanik dayanımı ve kolay işlenebilirliğiyle birlikte iyi bir estetik görünümüne sahip, yenilenebilir bir malzemedir (Pandey, 1999).

Odun ile zararlı çevresel faktörler arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucu; odunun biyolojik bakımdan bozulması, mor ötesi (UV) ısınlarla bozunması, tutuşabilmesi, çalınması, asit ve bazlardan olumsuz etkilenmesi gibi arzu edilmeyen özellikler ortaya çıkmaktadır. Bu etmenler nedeniyle odunun yoğunluk, direnç ve estetik özelliklerini büyük ölçüde azaltmaktadır. Dolayısı ile herhangi bir ön koruma işlemine tabi tutulmamış birçok odun türünün doğal dayanıklılığı dış koşullarda kullanılabilmesi için yeterli düzeyde değildir.

Uzun yıllardan bu yana yapılan çalışmalarda ahşap malzemelerin kullanım ömrünü etkin bir şekilde arttırmak için birinci nesil olarak adlandırılan odun koruyucu maddeler (CCA (Bakır Krom Arsenik), TBTO (tri bütil kalay oksit), PCP (pentaklorfenol) ) denenmiştir. Bu maddelerin düşük fiyat, mantar, böcek ve deniz zararlılarına karşı yüksek oranda zehirlilik etkisi göstermeleri nedeniyle uzun yıllar endüstride kullanılmıştır. Ancak söz konusu maddelerin yıkanması ve atıl hale geldiklerinde yeniden değerlendirilememesi ve dolayısı ile oluşan atık problemi nedeniyle geleneksel emprenye maddeleri kullanımına ilişkin çevresel baskılar vardır. Artan çevresel baskılar nedeniyle daha çevre dostu yöntemler kullanılarak ahşap malzemenin kullanım süresinin artırılması ile ilgili çalışmalar dünyanın pek çok yerinde önem kazanmaktadır. Bu bağlamda ikinci nesil bakır bazlı emprenye maddeleri alkalın bakır quat (ACQ), bakır azol (CBA-A, CA-B), amonyum bakır sitrat (CC) ve borlu bileşikler bu maddelerin yerini almıştır (Yıldız, 2007; Freeman et al. 2006; Green and Schultz 2003). Günümüzde, Avrupa'da en çok kullanılan alternatif bakır azol emprenye maddesidir. Çevre ve insan dostu bir emprenye maddesi olan bakır azol kokusuz oluşu, emprenye işlemi sonucunda ahşabın boyutlarında değişiklik meydana getirmemesi, bağlantı elemanlarında korozyona neden olmaması, mantar, böcek ve termit tahribatına karşı iyi bir koruma sağlaması gibi üstün özelliklere sahiptir (Helsen vd 2007; URL-1).

Bakır azol emprenye maddesi üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yıldız vd. (2004) yeni nesil emprenye maddelerinin (Tanalith E 3491) sarıçam odununun mekanik özellikler üzerine etkisini, dış hava koşullarına karşı performansı, yüzey pürüzlülüğü, renk değişikliği ve yüzeyde meydana gelen lignin kaybı Temiz vd. (2005) ve Cornfield vd. (1994) tarafından çalışılmıştır. Bakır azol'un dış hava koşullarına karşı performansı ve küf mantarları tarafından yüzeylerde meydana gelen bozunum önlenmiştir. Bakır, odun tahrip edici mantarlara karşı yüksek zehirlilik etkisine sahip olmakla birlikte bazı mantarlar tarafından tolere edilmektedir. Bu mantarlar oleik asit üretmekte ve bakırın parçalanmasına neden olmaktadır. Ayrıca toprakla temasta yıkanması ve emprenye işlemi sırasında tesisatta korozyona neden olması nedeniyle diğer metaller ile veya tamamlayıcı maddelerle birlikte kullanılmaktadır. (Temiz vd. 2004; Helsen vd. 2007). Silikon ve parafin su itici madde olarak bilinmektedir. Bu amaçla geçmişte çeşitli silikon bileşikleri kullanılmıştır. Kullanılan bu bileşiklerin amacı odun bünyesinde bulunan hidroksil grupları ile silikonlar üzerinde bulunan organik grupların kovalent bağ yaparak odundan yıkanmalarının azaltılmasıdır. Fakat oluşan bu Si-O-C- bağları güçsüzdür ve parçalanmaya duyarlıdır. DOT ve silikon emüsyonunun kombinasyonu ile emprenye edilen odun örneklerinde yıkanma testi sonrası yüksek oranda bor bileşiği kalmıştır. Yapılan bir başka çalışmada silikon bor kombinasyonunun 10 günlük yıkanma testi sonrası bor bileşiğinin %54 oranında odunda kaldığı, sadece bor kullanılması durumunda ise borun tamamen yıkandığı gözlenmiştir (Çetin vd. 2005; Kartal vd. 2007; kartal vd. 2004). Uzun zincirli silikon bileşikleri ile odunun emprenye edilmesi zordur. Bu bileşiklerin kullanılmasında kısa zincir moleküllü silikon bileşikleri (metil trimetoksi silan) kullanılmaktadır. Uzun alkali zincirli silanlar odun yüzeylerine sabitlenmektedir. Bu durum uzun zincirli silan bileşiklerinin su itici karaktere sahip olmalarına neden olmaktadır (Panov ve Terziev 2009). Silikon bileşiklerinin odun bünyesine su alımını azaltması odunda mantar gelişimini de yavaşlatmaktadır. Çünkü mantarların odunda gelişebilmesi için belli miktarda rutubete ihtiyaç duymaktadırlar. Organosilikon bileşiklerle emprenye edilen odun örnekleri, organosilikon bileşiklerin hidrofobik yapıları nedeniyle bünyelerine daha az su almaktadır. Bu nedenle mantar gelişimini önlemektedirler (Vetter vd. 2009).

Suda çözünebilir tipteki empenye maddeleri, odundan zaman içindeki yıkanarak uzaklaştırılmaları nedeniyle uzun süreli koruma sağlayamadığından oduna iyi derecede tutunabilen empenye bileşiklerinin geliştirilmesi konusunda araştırmalar yürütülmektedir. Yapılan çalışmada, bakır azol empenye maddesinin su itici silikon ve parafin maddeleri ile kombine ederek mantar çürüklük performansı araştırılmıştır. Silikon maddesi bakır azol içerisinde % 0,5-1-2 oranında, parafin maddesi ise % 5-10-15 oranında katılmıştır. Yapılan çalışmanın amacı su itici maddeler ile bakır azol empenye maddesini kombinasyonunu sağlayarak odun örneklerinin su alımını azaltmak ve mantar çürüklük testi sonrası meydana gelen ağırlık kayıplarını minimize etmektir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Odun Türü

Odun türü, 0,5 (radyal) x 1,5 (teğet) x 3 (lifler) cm olarak sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve kayın (*Fagus orientalis*) diri odun kısımlarından kesilmiştir. Empenye işleminden önce bütün odun örnekleri 20 °C ve % 65 bağıl nemde 2 hafta kondisyonlanmışlardır. Örnek seçiminde odun örneklerinin reçine ve budak olmamasına ve liflerin düzgün bir şekilde olmasına önem verilmiştir.

### Kimyasal madde

Kimyasal madde olarak %2,4 konsantrasyonda bakır azol (CuA), %0,5, 1, 2 konsantrasyonda silikon emülsiyonu ve %5, 10, 15 konsantrasyonda parafin emülsiyonu kullanılmıştır. Silikon 1 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğundadır. Kullanılan maddeler su bazlı ve çevre dostu kimyasal maddelerdir. Çözeltilerin hazırlanmasında %2,4 konsantrasyonda hazırlanan bakır azol çözeltisine sırasıyla 0,5, 1, 2 gr silikon ve 5, 10, 15 gr parafin maddesi eklenerek çözeltiler hazırlanmıştır. Kullanılan bakır azol maddesi kimyasal içeriği ve hazırlanan çözeltilerin pH değerleri tablo 1 ve tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1: Bakır azol empenye maddesi kimyasal içeriği

Bileşen	%
Bakır karbonat	20,5
2-aminoetanol	< 20
Borik asit	< 5
Tebuconazole	< 0,5
Propiconazole	< 0,5
Polyethyleneimine	< 20
Organik asit	< 5
Surfactant	< 5

Tablo 2: Çözelti pH değerleri

Solüsyon	pH
CA (Bakır azol %2,4)	9,84
Parafin emülsiyonu	7,76
CA + %5 Parafin	9,74
CA + %10 Parafin	9,74
CA + %15 Parafin	9,74
Silikon emülsiyonu	9,2
CA + %0,5 silikon	9,93
CA + %1 silikon	9,96
CA + %2 silikon	10

### Odun örneklerinin empenyesi

Odun örnekleri farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış empenye çözeltileri ile sadece vakum uygulanarak empenye edilmiştir. İşlem sırasında, 30 dakika süre ile 650 mmHg ön vakum işlemi uygulanarak 1 saat süre ile atmosfer basıncına bırakılmışlardır. Empenye çözeltisinden çıkarılan örnekler üzerindeki empenye maddeleri temizlenmiş ve odun örneklerinin % ağırlık artışı (AA) oranı hesaplamak için tartılmışlardır. Bütün örnekler mantar testine tabi tutulmadan önce 20 °C ve % 65 bağıl nemde 2 hafta kondisyonlanmışlardır.

## Mantar çürüklük testi

Çürüklük mantarlarına karşı direnç performansları EN 113 (1996) standardına göre belirlenmiştir. Sarıçam ve kayın olmak üzere farklı ağaç türleri için, her bir ağaç türüne ait iki farklı mantar türü ve yedi farklı çözelti varyasyonu üzerinden denemeler gerçekleştirilmiştir. Kullanılan odun örnek boyutları standartta belirtilen boyutlardan farklılık göstermektedir. 0,5 x 1,5 x 3 cm boyutlarında hazırlanan örnekler her varyasyon için 6 tekrarlı olacak şekilde, 84 adet test ve her bir ağaç türü için 10 adet kontrol örneğinden oluşmuştur. Mantarların besi ortamı için hazır %48'lik malt-agar karışımı kullanılmıştır. Hazırlanan çözeltiyi sterilize etmek için erlenlerin ağzı alüminyum folyo ile kapatıldıktan sonra 121 °C' deki otoklavda 20 dakika bekletilmiş ve aşılama kabininde soğutmaya bırakılmıştır. İyice soğuktan ve dökülme kıvamına geldikten sonra her bir petri kabına yeterli miktarda (23 ml) dökülmüştür. Besi ortamlarına beyaz (*Trametes versicolor*) ve esmer çürüklük (*Coniophora puteana*) mantarları aşılandıktan sonra mantarların büyüebilmesi için petri kapları 22±1 °C ve %65±5 bağıl nemdeki iklimlendirme odasında mantar gelişimi tamamlanincaya kadar bekletilmiştir. Süre sonunda petri kaplarına çürüklük öncesi (Çö) tam kuru ağırlıkları alınmış olan test ve kontrol örnekleri yerleştirilip iklimlendirme odasında 8 hafta süreyle bekletilmişlerdir. Süre sonunda petri kaplarından alınan örnekler 60±2 °C'deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletildikten sonra ağırlıkları alınıp çürüklük sonrası tam kuru ağırlık olarak (Çs) kaydedilmiştir. Ağırlık kaybı (AK) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% AK = \frac{(\text{Çö} - \text{Çs})}{\text{Çö}} \times 100$$

## İstatiksel analiz

Veriler SPSS istatiksel paket programı kullanılarak ve %95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Veriler ve bunlar arasındaki istatiksel farklılık basit varyans analizi ile hesaplanmıştır. İlişki olması durumunda ağırlık kaybı üzerine etkili olan varyasyon Duncan testi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR

Emprenye işlemi sonrası odun örneklerinde meydana gelen ağırlık artışı değerleri tablo 3'de verilmiştir. Emprenye işlemi ile sadece %2,4 'lük bakır azol çözeltisi ile emprenye edilen örnek gruplarında ortalama %20 ağırlık artışı gözlenmektedir. Bakır azol çözeltisi içerisine silikon maddelerinin katılması ile örneklerde meydana gelen ağırlık artışı %22 civarına yükselmiştir. Konsantrasyonun artışı ile daha yüksek ağırlık değerleri elde edilmiştir. Bakır azol çözeltisi içerisine parafin maddesi katılması ile daha düşük ağırlık değerleri elde edilmiştir (%15). Sarıçam türünde ise kayın örneklerine kıyasla düşük miktarlarda daha fazla ağırlık artışı elde edilmiştir.

Tablo 3: Emprenye sonrası ağırlık artışı (%)

		<i>Trametes versicolor</i>	<i>Coniophora puteana</i>
Kayın	CA 2.4 %	22,17	20,78
	CA + S (% 0.5)	21,83	18,39
	CA + S (% 1)	25,20	22,15
	CA + S (% 2)	22,74	23,18
	CA + P (% 5 )	17,30	18,73
	CA + P (% 10 )	16,04	14,08
	CA + P (% 15 )	12,16	11,81
Sarıçam	CA 2.4 %	20,65	14,89
	CA + S (% 0.5)	19,77	18,66
	CA + S (% 1)	22,08	19,06
	CA + S (% 2)	23,79	20,10
	CA + P (% 5 )	18,72	20,39
	CA + P (% 10 )	19,37	17,18
	CA + P (% 15 )	16,77	18,09

Mantar çürüklük testi sonrası kayın örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı ortalama değerleri ve duncan testi sonuçları tablo 5-6'da verilmiştir. Ayrıca kayın odun örnekleri için elde edilen varyans analizi sonuçları tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Kayın odun örneklerinin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	<i>Trametes versicolor</i>				
	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi
Gruplar arası	7878,502	7	1125,500	41,129	0,000
Gruplar içi	1012,501	37	27,365		
Toplam	8891,003	44			
<i>Coniophora puteana</i>					
Gruplar arası	2769,916	7	395,702	112,384	0,000
Gruplar içi	151,402	43	3,521		
Toplam	2921,318	50			

Tablo 5: Duncan testi sonuçları (*Trametes versicolor*)

Kimyasal madde	N	Homojenlik grupları	
		1	2
CA + P (%15)	5	24,25	
CA + S (%1)	6	25,04	
CA + S (%2)	5	25,45	
CA + P (%10)	5	26,09	
CA + S (%0,5)	5	27,83	
CA %P (%5)	6	29,99	
CA %2,4	5	31,46	
Kontrol	8		61,27
Önem düzeyi		,053	1,00

Tablo 6: Duncan testi sonuçları (*Coniophora puteana*)

Kimyasal madde	N	Homojenlik grupları	
		1	2
CA + P (%10)	6	0,10	
CA + P (%5)	6	0,48	
CA + S (%2)	6	0,48	
CA + S (%1)	6	0,75	
CA + S (%0,5)	6	0,86	
CA %2,4	6	0,95	
CA + P (%15)	6	1,08	
Kontrol	9		19,99
Önem düzeyi		0,429	1,00

İstatiksel analiz sonuçları incelendiğinde, kayın odununun empenyesinde kullanılan kimyasal maddelerin hem *Trametes versicolor* hem de *Coniophora puteana* mantar türleri üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre kimyasal maddelerin kendi aralarında herhangi bir farklılığın olmadığı, ağırlık kaybı üzerine etkilerinin aynı olduğu gözlenmiştir.

Mantar çürüklük testi sonrası sarıçam örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı ortalama değerleri ve duncan testi sonuçları tablo 8-9'da verilmiştir. Ayrıca sarıçam odun örnekleri için elde edilen varyans analizi sonuçları tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Sarıçam odun örneklerinin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	<i>Trametes versicolor</i>				
	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi
Gruplar arası	617,759	7	88,251	85,941	0,000
Gruplar içi	67,774	66	1,027		
Toplam	685,533	73			
<i>Coniophora puteana</i>					
Gruplar arası	1048,144	7	149,735	53,278	0,000
Gruplar içi	84,314	30	2,810		
Toplam	1132,458	37			

Tablo 8: Sarıçam odun örneklerinin Duncan testi sonuçları (*Trametes versicolor*)

Kimyasal madde	N	Homojenlik grupları		
		1	2	3
CA %2,4	10	0,08		
CA + S (%1)	9	0,35	0,35	
CA + S (%0,5)	10	0,42	0,42	
CA + P (%5)	10	0,56	0,56	
CA + P (%10)	9	0,97	0,97	
CA %S (%2)	11	1,18	1,18	
CA + P (%15)	11		1,27	
Kontrol	4			13,36
Önem düzeyi		0,55	0,107	1,000

Tablo 9: Sarıçam odun örneklerinin Duncan testi sonuçları (*Coniophora puteana*)

Kimyasal madde	N	Homojenlik grupları	
		1	2
CA + P (%10)	4	0,20	
CA + P (%5)	4	0,22	
CA + S (%2)	5	0,31	
CA + S (%1)	4	0,42	
CA + S (%0,5)	3	1,05	
CA %2,4	6	1,54	
CA + P (%15)	5	2,29	
Kontrol	7		14,35
Önem düzeyi		0,114	1,000

İstatiksel analiz sonuçları incelendiğinde, sarıçam odununun empenyesinde kullanılan kimyasal maddelerin hem *Trametes versicolor* hem de *Coniophora puteana* mantar türleri üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre kimyasal maddelerin *Coniophora puteana* mantar türü üzerine etkilerinin aynı olduğu, fakat *Trametes versicolor* mantar türü üzerine %2,4 konsantrasyondaki CA çözeltisinin daha etkili olduğu gözlenmiştir.

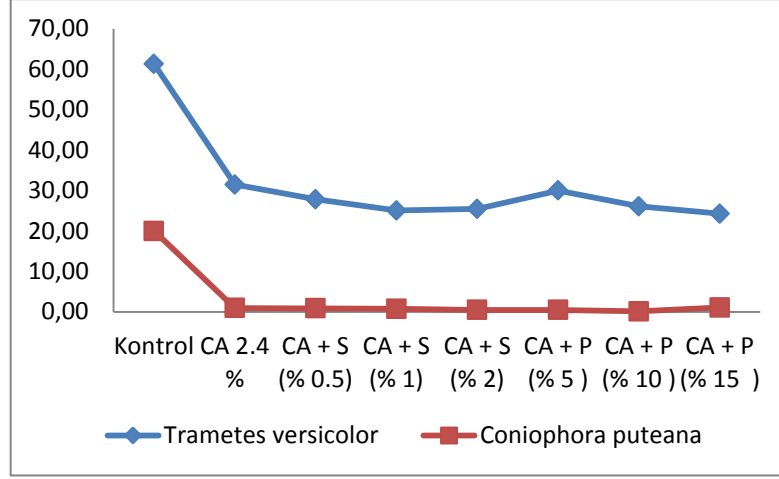
## TARTIŞMA VE SONUÇ

Elde edilen sonuçlara göre *Trametes versicolor* mantarı kayın kontrol örneklerinde %61,27 oranında ağırlık kaybı meydana getirmiştir. Test örneklerinde ise daha düşük bir ağırlık kaybı olmasına rağmen standartlarda belirtilen değerin (%15) üzerinde ağırlık kaybı elde edilmiştir. *Coniophora puteana* mantarı ise kontrol örneklerinde %19,99 oranında ağırlık kaybı meydana getirmiştir. Kullanılan kimyasal maddeler *Coniophora puteana* mantarına karşı son derece etkili bulunmuştur. Ağırlık kayıpları standartta belirtilen %3 değerinin altında bulunmuştur. Benzer sonuçlar sarıçam odun örneklerinde de elde edilmiştir. Kontrol örneklerinde %13-15 arası ağırlık kaybı meydana gelirken test örneklerinde %0,08-2,29 oranında ağırlık kaybı meydana gelmiştir.

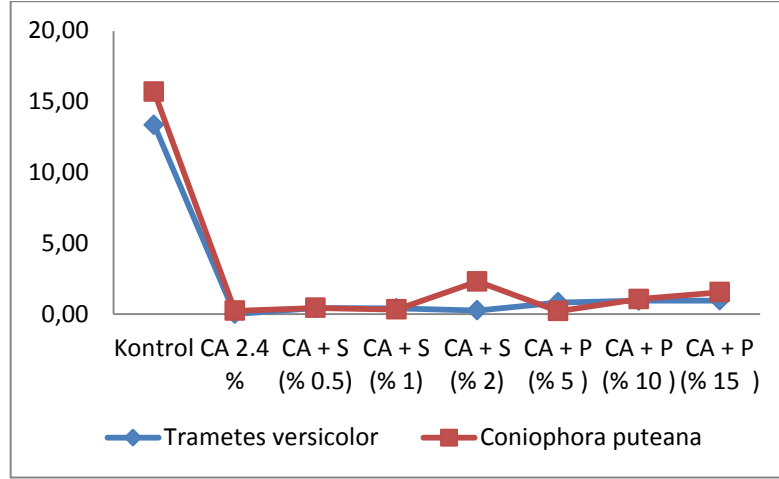
Çalışma sonuçlarına göre; *Trametes versicolor* mantarına tabi tutulan kayın örnekleri hariç diğer örnek gruplarında bakır azolün tek başına kullanımı ile silikon ve parafin maddeleri ile kombinasyon halinde kullanımı arasında önemli bir fark yoktur. Tüm varyasyonlarda yaklaşık aynı oranda ağırlık kaybı değerleri elde edilmiştir. Bakır azol empenye maddesi odun çürütücü mantarları karşı etkilidir. Bu empenye maddesine silikon ve parafin eklenerek odun çürütücü mantarlara karşı etkinlik daha da artış göstermiştir. Yapılan benzer bir çalışmada; %1,5 oranında kullanılan disodyum oktaborat tetrahidrat maddesi ile silikon emisyonu kombinasyonunun çürüklük direncini arttırdığı bildirilmektedir. Bunun nedeni olarak kullanılan silikon maddesinin odun bünyesine daha az su almasına neden olduğu söylenilebilir (Vetter vd. 2008; Kartal vd. 2007).

Hill vd. (2004) vinil trimetoksi silan ile karaçam odun örneklerinde yaptıkları çalışmada %45 lik ağırlık artışında *Coniophora puteana* mantarının az oranda bir ağırlık kaybı meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada; PTMS ile empenye yaptıkları sarıçam odun örneklerinin *Coniophora puteana* mantarına karşı % 3- 22 oranında ağırlık artışında önemli bir koruma sağlayamadığını, kayın örneklerinin ise *Trametes versicolor* mantarına karşı çok etkisiz kaldığını açıklamıştır (Vetter vd. 2009).

Bir başka çalışmada, *Postia placenta* mantarına maruz bırakılan sarıçam kontrol örneklerinde %40'dan fazla ağırlık kaybı olurken, bakır azol (Tanalith E3491) ile empenye edilmiş test örneklerinde oldukça düşük ağırlık kayıpları meydana gelmiştir. Fakat mantar testi öncesi yıkanma işlemine tabi tutulan örneklerde %10'un üzerinde ağırlık kayıpları olmuştur (Temiz vd. 2013).



Şekil 1: Kayın örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı (%)



Şekil 2: Sarıçam örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı (%)

*Trametes versicolor* mantarına maruz bırakılmış kayın odun örneklerinin de kullanılan kimyasal maddeler ağırlık kaybını yaklaşık %50 oranında azaltmıştır. Fakat oluşan ağırlık kayıpları son derece yüksektir. *Trametes versicolor* mantarı kayın gibi çürümeye az dayanıklı türlerde odunun tümünü çürütmektedir. Bu nedenle kayın odunu empenyesin de kullanılan kimyasal maddeler *Trametes versicolor* mantarına karşı etkili bir koruma sağlayamamıştır. Sarıçam odununda farklı bir durum söz konusudur. Sarıçam odununda hangi kimyasal madde varyasyonu uygulanırsa uygulansın iyi bir mantar çürüklük dayanımı elde edileceği belirtilebilir. Her iki ağaç türünde mantar çürüklük testinde kullanılan mantar türü, binalarda değerlendirilen İYA odunlarında önemli derecede zarar yapan kiler mantarı (*Coniophora puteana*)'dır. Bu mantarın agresif yapıda bir mantar olup, kısa sürede çok önemli ağırlık ve direnç kayıplarına yol açan esmer çürüklük yaptığı bilinmektedir. Sarıçam odun empenyesinde kullanılan kimyasal maddelerin bu mantara karşı son derece etkili olduğu görülmektedir (Yıldız, 2000).

## KAYNAKLAR

Cornfield, J.A., Hale, M., Fettes, G., A comparison of analytical and visual techniques used for assessment of weathering properties of chromium and copper azole treated timber, Presented at the 25th annual IRG Meeting, Nusa Dua, Bali, Indonesia, Document IRG/WP 94-20023 (1994).

Çetin, N.S., Özmen, N., Tingaut, P., Sebe, G., New transesterification reaction between acetylated wood and tetramethoxysilane: A feasibility study. European Polymer Journal 41, 2704–2710 (2005).

- EN 113, Wood Preservatives-Test Method for Determining the Protective Effectiveness Against Wood Destroying Basidiomycetes - Determination of the Toxic Values (1996).
- Freeman, M.H., Nicholas, D.D., Schultz, T.P. Non-Arsenical Wood Protection: Alternatives for CCA, Creosote, and Pentachlorophenol. In: Environmental Impacts of Treated Wood. Townsend, T.G., Solo-Gabriele, H. Taylor&Francis Group , CRC Press, 520 p. (2006).
- Green III, F., Schultz, T.P. New Environmentally-Benign Concepts in Wood Protection: The Combination of Organic Biocides and Non-Biocidal Additives. In: Wood Deterioration and Preservation Advances in Our Changing World. Goodell B., Nicholas, D.D., Schultz, T.P. ACS symposium series 845, 482 p. (2003).
- Helsen, L., Hardy, A., Van Bael, M.K., Mullens, J., Tanalith E 3494 impregnated wood: Characterisation and thermal behavior. *Journal of Analytical and Applied pyrolysis* 78, 133- 139 (2007).
- Hill, C.A.S., Farahani, M.R.M., Hale, M.D.C., The use of organo alkoxysilane coupling agents for wood preservation. *Holzforschung* 58, 316-325 (2004).
- Kartal, N.S., Hwang, W.J., Yamamoto, A., Tanaka, M., Matsumura, K., Imamura, Y., Wood modification with a commercial silicon emulsion: Effects on boron release and decay and termite resistance. *International Biodeterioration & Biodegradation* 60, 189–196 (2007).
- Kartal, N.S., Yoshimura, T., Imamura, Y., Modification of wood with Si compounds to limit boron leaching from treated wood and to increase termite and decay resistance. *International Biodeterioration & Biodegradation* 63,187–190 (2009).
- Pandey, K., A Study of Chemical Structure of Soft and Hard Wood and Wood Polymers by FTIR Spectroscopy. *Journal of Appl. Polymer. Sci.* 71,1969- 1975 (1999).
- Panov, D., Terziev, N., Study on some alkoxysilanes used for hydrophobation and protection of wood against decay. *International Biodeterioration & Biodegradation* 63, 456–461 (2009).
- Temiz, A., Yıldız, Ü.C., Gezer, E.D., Yıldız, S., Dizman, E, Bakır içeren empenye maddelerinin odunla olan etkileşimi, *Artvin orman Fakültesi Dergisi*, 3-4, 204-211 (2004).
- Temiz, A., Yıldız, Ü.C., Aydın, İ., Eikenes, M., Alfredsen, G., Çolakoğlu, G., Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. *Applied surface science*, 250,1-4,35-42 (2005).
- Temiz, A., Alfredsen, G., Yildiz, U.C., Gezer, E.D., Kose, G., Akbas, S., Yildiz, S., Leaching and decay resistance of alder and pine wood treated with copper based wood preservatives. *Maderas. Ciencia y tecnología*, Version ol-line ISSN 0718-221 (2013).
- URL-1, hemel.com, 15.12.2013
- Vetter De, L., Depraetere, G., Jansen, C., Stevens, M., Van Acker, J., Methodology to assess both the efficacy and ecotoxicology of preservative-treated and modified wood. *Ann. For. Sci.* 65, 504 (2008).
- Vetter De, L., Stevens, M., Van Acker, J., Fungal decay resistance and durability of organosilicon-treated wood. *International Biodeterioration & Biodegradation* 63,130–134 (2009).
- Yıldız, Ü. C., Odun Zararlıları Ders Notu, Karadeniz Teknik Üniversitesi. 2000.
- Yildiz, U.C., Temiz, A., Gezer, E.D., Yildiz, S. Effect of wood preservatives on mechanical properties of yellow pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. *Building and Environment* 39 (9): 1071-1075 (2004).
- Yildiz, S., Retention and penetration evaluation of some softwood species treated with copper azole, *Bulding and Environment* 42, 2305-2310 (2007).