

SAPSIZ MEŞE'DE KESİŞ YÖNÜ VE SU BAZLI VERNİK TÜRÜNÜN SES GEÇİŞ KAYBINA ETKİSİ

M. Selmani MUSLU¹ ve Abdullah SÖNMEZ²

¹ Mobilya ve Dekorasyon Programı, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Selçuk Üniversitesi, 42003, Kampus, Selçuklu, Konya

² Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500-Beşevler, Ankara

msmuslu@selcuk.edu.tr, asonmez@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada iç dekorasyonda önemli bir kullanım alanına sahip olan sapsız meşe ağacının ses geçiş kayıpları incelenmiştir. Çalışmada kesiş yönü ve su bazlı verniklerin (tek ve çift komponentli) ses geçiş kaybına etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 18 mm kalınlığındaki ağaç malzeme, teğet ve radyal yönde kesilerek tek ve çift komponentli verniklerle verniklenmiş, empedans tüpü kullanılarak ses geçiş kayıpları belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çift komponentli su bazlı verniğin ve teğet kesitin ses geçiş kaybını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ses geçiş kaybı; Su bazlı vernik; Kesiş yönü

OAK IN THE CUTTING DIRECTION AND WATER BASED VARNISH EFFECT OF SUCH LOSS OF SOUND PASS

ABSTRACT

In this study, the sound transmission loss of sessile oak with a major in interior areas were examined. Intersect the direction of the work and water-based varnishes (single and double component) effects on sound transmission loss were investigated. For this purpose 18 mm thick wood, cut tangentially and radially varnished with single and dual-component varnish, the sound transmission loss is determined using the impedance tube. The dual-component water-based varnish according to the survey results and the loss tangent section was determined to pass sound positively affected.

Keywords: Sound transmission loss; Water-based varnish; Cutting direction

1. GİRİŞ

İnsan kulağında işitsel duyulanma uyandırabilen maddesel ortam titreşimlerine ses denir [1]. Gürültü ise istenmeyen ses olarak nitelendirilmektedir. Sesin insan kulağına daha iyi gelebilmesi için ihtiyaç duyulan yöntemleri geliştirme işlemleri akustik biliminin konusudur. Akustik bilimi, sesin oluşumu, yalıtımı, duyulanımı ve özellikleri ile uğraşan bilim dalıdır [2]. Günümüzde, toplumun yaşantısı ve özellikle teknolojik gelişmelere bağlı olarak ses ve sesin bir boyutu olan gürültünün önemi, her geçen gün biraz daha artmaktadır [3]. Bunun sonucu, mekânlardaki gürültü kontrolü, önemli bir konu olarak ortaya çıkmış ve hızlı şehirleşmeye bağlı olarak büyük önem kazanmıştır [4].

Uyanık (1995), tipik inşaat malzemelerinin empedans tüp yöntemi ile normal açılı ses yutma katsayılarını 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekans aralığında ölçmüştür. Denede B400 empedans tüp modeli kullanılmış, numuneler 69 mm çapında kesilerek kullanılmıştır. Karşılaştırmada mineral lifler, PVC kaplı camyünü, fiberglas ilaveli taş yünü, alüminyum, alçı, betopan, camyünü, taşyünü, vinil kaplı alçı, kontraplak, kadife kaplı kontraplak, perlit sıva, normal sıva, duralit, yapay köpük, strafor, keçe, hasır, kauçuk köpük, kadife, deri ve halı kullanmıştır. Ölçümleri yapılan malzemelerin ses yutma performanslarına ilişkin karşılaştırmalar yapılmıştır[5].

Akdağ (1999), değişik koşullar için kapılarda gereken ses geçiş kaybını ortaya koymak ve bu kayıpları sağlayan kapı kesit ve detaylarını belirlemek için incelemelerde bulunmuş ve bu amaçla yapılan incelemelerde duvar/kapı oranına bağlı olarak, değişik işlevli hacimler için yeterli olacak ses geçişini en aza indirecek kapı kesit ve detaylarının özelliklerini belirlemiştir[6].

Wang ve Torng (2001), doğal bir kaynak olarak taş yünü ile testler yapılmış ve yapılan testler sonucunda cam yününe yakın ses yutum özelliği gösterdiği belirlenmiştir[7].

Koizumi ve arkadaşları (2002), doğal bambu liflerinden hazırlanan kompozit malzeme ile çalışmalar yapmış ve cam yününe yakın ses yutum özelliği gösterdiğini belirlemiştir. Ayrıca bambu malzemenin yüzeyinin fiber ile kaplanması sonucu kontraplağa göre çok daha iyi ses yutumu sağladığını bildirmişlerdir[8].

İç mekan tasarımında ahşap kullanımında amaç, mekâna estetik değer kazandırmanın yanı sıra sesin diğer mekanlara geçmesini de engelleyerek yalıtım sağlamaktır. Ancak, kullanılan malzemelerin ses yalıtım özellikleri yeteri kadar bilinmemektedir. Konu ile ilgili olarak, yapılan uygulamalarda ve bilimsel çalışmalarda yeterli bilgiye ulaşılamamaktadır. Uygulamaların daha çok konser, tiyatro, radyo ve televizyon stüdyoları gibi mekânlarda yapıldığı, ses ve akustik ölçümlerinin de bu mekânlarda gerçekleştirildiği görülmektedir. Hâlbuki bu çalışmaların, ev veya iş yerleri gibi mekânlarda da; gelişen teknoloji ve buna bağlı olarak yaşamsal alışkanlıkların beraberinde getirdiği gürültünün yaşanılabilir düzeyde tutulabilmesi bakımından yapılması gerekmektedir. İç mekan tasarımında kullanılan malzemelerin, ses iletimi ve ses geçişi kapsamında; sayısal verilerle tanımlanmış özelliklerinin tasarımcı ve uygulayıcılar tarafından bilinmesi halinde olumlu sonuçlar alınabileceği önemli bir gerçektir. Bu amaçla yapılan çalışmada iç dekorasyonda önemli bir kullanım alanına sahip olan yapraklı ağaçlardan sapsız meşe ağacında ses geçiş kayıplarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağaç Malzemenin Yapılar İçerisindeki Akustik Özellikleri

Yapılar içerisinde, salonlarda ağaç malzemedan yapılan yüzey kaplama malzemesinin ses dalgalarını düzenleyici, sesi absorbe edici, duvarlarda ses yansımaları ile meydana gelen fena ses yankılarını önleyici etkisi önemlidir. Çıplak ve düzgün yüzeyli duvarlara sahip salonlarda ses dalgalarının yansımaları nedeniyle ses yankıları meydana gelmektedir. Bir veya birkaç pencerenin açılması ile ses yankıları önlenir. Fakat, bu sakıncayı devamlı ve en emin şekilde önlemek duvarların sesi emen kumaş, keçe, talaş veya lif levhalar, kontraplak ve masif tahtalarla kaplanması ile mümkün olmaktadır. Tiyatro, konser, sinema ve ders salonları gibi yerlerde hava içerisindeki ses dalgalarını düzenlemek, emmek üzere duvarlarda, tavan ve yer döşemelerinde ağaç malzemedan

yapılan kaplamalar kullanılmaktadır. Böylece bir kısım ses dalgaları absorbe edilerek yutulmaktadır [9].

2.2. Ses

Elastik bir ortamda işitme duyusunun algılayabildiği küçük basınç dalgalanmalarının ya da değişimlerinin oluşturduğu duyuma ses denir. Ortamda denge basıncı civarında oluşan bu basınç dalgalanmaların ses olarak algılanabilmesi için belirli özelliklere (büyüklük ve dalgalanma hızları açısından) sahip olması gerekir. Sesin oluşumu için bir ses kaynağına ve basınç dalgalanmalarının içinde yayılacağı kütleli olan elastik bir ortama gereksinim vardır [10].

İstenmeyen ya da etkilenene bir anlam ifade etmeyen sesler gürültü olarak nitelendirilir. Bir kişinin müzik olarak algıladığı bir ses diğer bir kişi tarafından gürültü olarak tanımlanabilir. Bu nedenle gürültünün öznel (subjektif) bir yanının bulunduğunu söylemek mümkündür [10].

2.3. Ses geçiş kaybı

Sesin bir engeli geçerken uğradığı kayba ses geçiş kaybı denir. Bu kayıp logaritmasal bir büyüklük olarak, dB cinsinden verilir ve doğrudan doğruya dB cinsinden bir azalmayı gösterir [11].

Ses iletim katsayısının bir akustik enerji oranı olduğu gerçeğinden hareketle ses iletim kaybı ya da ses geçiş kaybı (TL)

$$TL=10 \log (1 / \tau)$$

Şeklinde tanımlanır. Bir duvar elemanının ses iletim kaybı, yaklaşık analitik yöntemlerle kabaca kestirilebilmesine karşın gerçek değeri ancak ses iletim kabı suit'i olarak adlandırılan özel laboratuvar koşullarında yapılacak ölçümlerle belirlenebilir. Çok katmanlı duvarlar için analitik yaklaşımlar dikkatle kullanılmalıdır. Ses iletim katsayısı ses iletim kaybı cinsinden

$$\tau = 10^{-TL/10} \text{ şeklinde yazılabilir.}$$

Ağaç malzemedeki ses geçiş kaybı ağacın yapısına, özgül ağırlığına, yüzeyinin düzgün veya düzensiz ve pürüzlü oluşuna, rutubet miktarına, kalınlığına, ısı derecesine ve frekansına göre değişmektedir. Odun yapısı düzensizleştikçe, özgül ağırlık yükseldikçe, yüzeyin pürüzlülüğü, rutubet ve ısı arttıkça ses geçiş kaybı artar [9].

2.4. Oktav Bantları

İnsan kulağı 16-20000 Hz arasındaki seslere karşı duyarlıdır. Bu frekans aralığı değişik kaynaklarda 16 Hz – 16 kHz ya da 20 Hz – 20 kHz olarak verilmektedir. Kulağın en duyarlı olduğu frekans ise 3000 Hz'dir. Normal bir konuşma 200-10000 Hz frekans aralığını kapsar. Konuşmanın anlaşılabilir olması için 1000-2500 Hz aralığındaki frekanslar önemlidir. Telefonlar genel olarak 500-3000 Hz aralığındaki sesleri iletir. Müzik genel olarak konuşmadan daha geniş bir frekans aralığına sahiptir. Buna karşılık gürültü kontrolü açısından kulağın duyarlı olduğu tüm frekans aralığını incelemek gerekemeyebilir. Alt limit olarak 50-100 Hz civarı, üst limit olarak ise duruma göre 6 ya da 12 kHz alınabilir[12].

İncelenmesi gereken frekans aralığının çok geniş olması ve sabit genişlikte bantların kullanılması analiz süresini uzatmaktadır. Bu nedenle ses analizlerinde incelenecek frekans aralığı oktav bandı adı verilen kısımlara bölünür.

Ses ve gürültü analizinde, oktav bantları ve 1/n oktav bantları (n=2, 3, 10, 12 vb.) kullanılarak standartlaşmaya gidilmiştir. Genelde oktav analizi kullanılmakla birlikte, ölçüm standartlarında yaygın olarak 1/3 oktav band analizi kullanılır[12].

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Sapsız Meşe (*Quercus sp.*):

Sapsız meşe diri odunları dar, sarımsı beyaz renkte öz odunları sarımsı kahve renklidir. Yıllık halka sınırları belirli, ilkbahar odununda büyük traheler birkaç sıra halinde gözenekli bir halka teşkil ederler. Yaz odunu daha koyu renktedir. İletim dokuları radyal kesitte ve teğet kesitte çizikler halinde görülür. Enine kesitte merkezden çevreye doğru uzanan öz ışınları, biçilmiş parça yüzeyinde parlak aynalar halinde görülür. Özgül ağırlığı 0,64 gr/cm³ tür. Masif ve kaplama olarak mobilya, oymacılık, doğrama ve kontraplak üretiminde kullanılır. Ayrıca, tarım aletleri, bira ve viski fiçisi, parke ve yapı malzemesi olarak iskele, tavan ve taban kaplama gibi geniş kullanım alanı vardır [13].

3.2. Su Bazlı Vernikler

Su çözücülü vernikler; alkid, polyester, akrilik ve poliüretan yanında daha birçok reçineden üretilen vernik türüdür. Parlak verniklerde renk pigmenti bulunmazken, mat verniklerde matlaştırıcı elemanlar bulunmaktadır. Endüstride önemli yer tutmaya

başlayan bu sistem dispersiyon ve emülsiyon polimerizasyonu esasına göre hazırlanır [14].

Termoset yapıdaki, katmanlarda molekül dönüşümlülüğü yoktur. Bu yapıda moleküller I. dereceden çapraz kuvvetler ile çapraz bağlar kurarak iri molekülü oluştururlar. Termoplastik yapıda ise moleküllerin dizilişi doğrusaldır (lineer) ve II. dereceden kuvvetler ile bir arada tutulurlar. Termoset yapıda polimerizasyon, bir reaksiyon başlatıcı veya yüksek sıcaklık etkisi ile tamamlanır ve katman sertleştikten sonra sıcaklıktan etkilenmez. Termoplastik yapıda ise sertleşmiş katman ısı etkisi ile yumuşar, ısı etkisi ortamdaki uzaklaştırılınca yeniden eski sertliğine ulaşır. Gerek termoplastik gerekse termoset yapıda moleküllerin şekli, düzenlenmesi ve polarite dereceleri polimerin fiziksel özelliklerini etkiler. Termoset yapıda I. dereceden kuvvetler ile kurulan çapraz bağlar, direkt kimyasal bağ olup, ısı, su, çözücü ve mekanik zorlamalar ile bozulmaz. Çapraz bağ sayısı arttıkça sertlik ve katılık artar. Az sayıda kurulan bağlarda katman daha esnektir [15].

Deneysel olarak kullanılan vernikler tek bileşenli su çözücülü primer reçine Johnson firmasından, iki bileşenli akrilik modifiye poliüretan kopolimer reçine ise Kimetsan firmasından temin edilmiştir.

Deneysel olarak kullanılan vernik çeşitleri Çizelge 3.1'deki gibi kısaltılmış ve kodlanmıştır.

Çizelge 3.1. Deneysel olarak kullanılan su çözücülü vernik çeşitlerinin kısaltmaları

Akrilik modifiyeli polimer reçine (Dolgu)	T
İki bileşenli akrilik modifiye poliüretan kopolimer reçine (Son kat)	Ç

3.3. Yöntem

3.3.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney numuneleri birinci sınıf ağaç malzemedeki, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusuru bulunmayan renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde diri odun kısımlarından ASTM-D 358 ve TS 2470'de belirtilen esaslara göre hazırlanmıştır[16-17]. Hava kurusu rutubetindeki örnekler 110x110x22 mm ölçüsünde taslak olarak kesilmiştir. Örnekler, ASTM D 3924 ve TS 2471'e göre 20oC sıcaklıkta ve bağıl nemi %60±5 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa

ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra ø100 ve ø29 mm olacak şekilde 18 mm kalınlığında ölçülendirilmiştir[18-19].

3.3.2. Deney örneklerinin verniklenmesi

Vernikleme işleminde deneme materyali vernikler ASTM D 3023’de belirtilen esaslara ve endüstriyel uygulamalara göre tatbik edilmiştir[20]. Verniklerin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde sertleştirici ve su karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların önerileri doğrultusunda yapılmıştır. 2 kat dolgu ve 2 kat son kat verniği uygulanmıştır. Numunelerin çift kompenantlı vernik ile verniklenmesi sırasında tabanca uç açıklığı ve hava basıncı, üretici firmaların önerisine uygun olarak ayarlanmıştır. Vernik tabancası numune yüzeyinden 20 cm yükseklikte ve yatay olarak hareket ettirilmiştir.

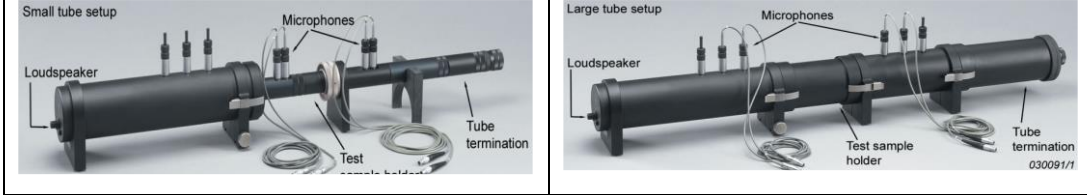
Dolgu katları uygulanan numune yüzeylerinde lif kabarmaları 300 nolu zımpara ile giderilmiştir. Su çözücülü vernik miktarlarının uygulanmasında katı madde miktarları göz önünde bulundurularak, her katta 70 g/m² olmak üzere iki kat uygulanarak gerçekleştirilmiştir. İki bileşenli su çözücülü vernik çözeltisi donanımlı bir cila laboratuvarında, su çözücülü vernik ve boyalar için özel üretilmiş 0.7 mm uç açıklığı olan vernik tabancası kullanılarak, tek bileşenli su çözücülü primer reçine ise tabanca ile uygulamada olumsuzluklarla karşılaşıldığı için yumuşak kıllı vernik fırçası ile dolgu+son kat olarak uygulanmıştır.

3.3.3. Ses geçiş kaybı ölçümü

Ses yutumunu hesaplamak oldukça zor şartlarda gerçekleşmektedir. Ses yutum katsayısı ölçümleri yansımasız odalarda yapılabilmektedir. Bu odalar için ISO 140 standartları ya da geleneksel olan tüpte ölçme şartlarını belirleyen ISO / DIS 10354 standartları geçerlidir [21]. Her iki metot da doğal şartlarda gerçekleştirilememektedir. Birinci metot için sadece frekans ölçümü gerçekleşmekte ve ölçümler uzun zaman almaktadır. Diğer metot da ise ölçüm yapılacak malzeme küçük örnekler halinde hazırlandıktan sonra ölçümler bir tüp içerisinde yapılmaktadır [22].

Bu çalışmada empedans tüp metodu ile ses geçiş kaybı ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler 50-6400 Hz frekans aralıklarında yapılabilmektedir. Ölçümler sırasında ortam sıcaklığı 23 ve nem oranı %50’olmalıdır. Ölçümlerin yapıldığı deney düzeneği “ISO 10534-2 Acoustics-Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes- Part-2: Transfer-function method” uluslararası standardına uygundur. Ses iletim

kaybının frekansa bağı olarak belirlenmesi testlerinde ağaç malzemeler için 5, kompozit levha malzemeler için 3'er adet numune üzerinde ölçüm yapılmıştır. ses iletim kaybının frekansa bağı olarak belirlenmesi amacıyla kullanılan ölçüm sistemi Şekil 3.1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Ses geçiş kaybının frekansa bağı olarak ölçüm sistemi

[23]

3.3.4. Verilerin değerlendirilmesi

Denemelerde kullanılan numunelerde ses geçiş kayıpları empedans tüp düzeneği ile ölçümleri yapıldıktan sonra elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS 15.0 paket programı kullanılmıştır. Ses geçiş kaybında ağaç malzemede; malzeme kesiş yönü, vernik türü, ile bunların ikili ve üçlü karşılaştırmaları ve kompozit malzemede; kompozit malzeme türü, yüzey kaplama çeşidi ve vernik türü ile bunların ikili ve üçlü karşılaştırmaları yapılmış, tekli, ikili ve üçlü faktörlerin etkili olup olmadığını tespit etmek amacıyla “Tek Düzeyli Varyans Analizleri” (ANOVA) ve “Çok Düzeyli Varyans Analizler” (MANOVA) yapılmıştır. Belirlenmiş, farklılıkların $p < 0,05$ e göre istatistiksel anlamda önemli çıkması halinde bu farklılıkların gruplar arasındaki önemini belirlemek için “En Küçük Önemli Fark” (LSD : Least Significant Difference) testi ve ikili karşılaştırma testleri (Duncan) yapılmış ve her frekans düzeyindeki veriler analiz edilmiştir. Böylece, denemeye alınan faktörlerin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Yoğunluk

Denemelerde kullanılan ağaç malzeme türlerinin hava kuru yoğunluklarına ilişkin bazı istatistik veriler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hava kuru yoğunluklara (gr/cm^3) ilişkin aritmetik ortalamalar

Ağaç türü	N	Hava kuru yoğunluk	Standart sapma	Varyans	Xmin.	Xmax
Sapsız Meşe	10	0,64 gr/cm^3	0,01	0,0001088	0,63	0,67

4.2. Kesiş yönüne göre farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıpları

Ses geçiş kaybı değerlerine göre, kesiş yönünün farklı frekans değerleri düzeyindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin istatistiksel değerler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Kesiş yönünün farklı frekanslarda etkili olup olmadığının ($p \leq 0,05$) belirlenmesine ilişkin varyans analizi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ağaç malzemedeki kesiş yönlerinin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin varyans analizi

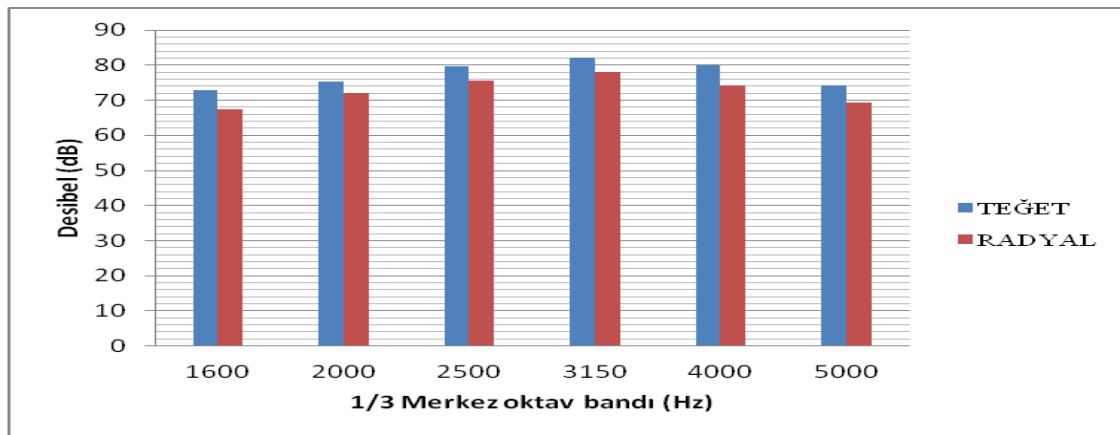
1/3 Merkez Oktav Bandı (Hz)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	$P \leq 0,05$
50	678,006	1	678,006	3,506	0,064
63	470,456	1	470,456	2,419	0,123
80	443,548	1	443,548	2,158	0,145
100	363,514	1	363,514	2,287	0,133
125	329,080	1	329,080	2,090	0,151
160	239,399	1	239,399	1,543	0,217
200	240,785	1	240,785	1,578	0,212
250	263,669	1	263,669	1,759	0,187
315	237,308	1	237,308	1,585	0,211
400	370,583	1	370,583	2,453	0,120
500	321,713	1	321,713	1,012	0,914
630	22,201	1	22,201	2,379	0,539
800	151,670	1	151,670	2,171	0,143
1000	154,937	1	154,937	3,225	0,075
1250	4,862	1	4,862	3,165	0,685
1600	1271,956	1	1271,956	12,920	0,000
2000	600,948	1	600,948	6,990	0,009
2500	541,803	1	541,803	5,436	0,021
3150	554,498	1	554,498	5,629	0,019
4000	1113,209	1	1113,209	8,907	0,003
5000	752,061	1	752,061	8,974	0,003

Çizelge 4.2’de görüleceği gibi 50-1250 Hz frekans aralığında varyasyon katsayısı 0,05 ‘ten büyük ($p \leq 0,05$) olduğu için kesiş yönü ses geçiş kaybında etkisiz bulunmuştur. Bununla birlikte 1600-5000 Hz frekans aralığındaki frekanslarda varyasyon katsayısı 0,05’ten küçük ($p \leq 0,05$) olduğundan kesiş yönü, ses geçiş kaybında etkili bulunmuştur. Ağaç malzemedeki kesiş yönlerinin farklı frekans değerlerinde ses geçiş kayıplarına ile ilişkin homjenlik testi Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ağaç malzemede kesiş yönü düzeyinde farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin homjenlik testi (1600-5000 Hz)

1/3 Merkez Oktav Bandı (Hz)	TEĞET		RADYAL	
	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}
1600	A	72,888	A	67,460
2000	A	75,461	B	71,985
2500	A	79,670	B	75,687
3150	A	82,203	A	78,087
4000	A	79,831	B	74,206
5000	A	74,369	B	69,396

Buna göre en yüksek ses geçiş kaybı değeri 2000-2500 Hz ve 4000-5000 Hz frekans değerlerinde teğet kesitte elde edilirken, 1600 ve 3150 Hz frekans değerlerinde teğet ve radyal kesitte eşdeğer bulunmuştur. En düşük değerler 2000-2500 Hz ve 4000-5000 Hz frekans radyal kesitte elde edilmiştir. Sonuçlara ilişkin grafik Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Ağaç malzemede kesiş yönü düzeyinde farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıpları karşılaştırma sonuçları

4.3. Vernik türüne göre farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıpları

Ses geçiş kaybı verilerine göre vernik türünün farklı frekans değerleri düzeyindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin istatistiksel değerler arasında önemli farklar bulunmuştur. Vernik türünün farklı frekanslardaki ses geçiş kayıplarında etkili olup olmadığının ($p \leq 0,05$) belirlenmesine ilişkin varyans Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Vernik türü düzeyinde farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin varyans analizi

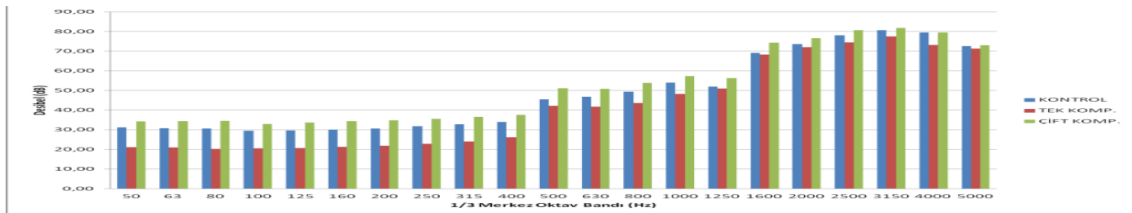
1/3 Merkez Oktav Bandı (Hz)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	P≤0,05
50	3825,741	2	1912,871	11,378	0,000
63	3867,222	2	1933,611	11,573	0,000
80	4386,746	2	2193,373	12,633	0,000
100	3315,027	2	1657,514	12,272	0,000
125	3510,971	2	1755,486	13,342	0,000
160	3561,469	2	1780,734	13,904	0,000
200	3532,836	2	1766,418	14,048	0,000
250	3381,803	2	1690,902	13,576	0,000
315	3368,275	2	1684,137	13,553	0,000
400	2684,692	2	1342,346	10,125	0,000
500	1622,230	2	811,115	17,105	0,000
630	1644,411	2	822,205	18,180	0,000
800	2051,957	2	1025,979	18,924	0,000
1000	1702,818	2	851,409	24,168	0,000
1250	643,984	2	321,992	13,298	0,000
1600	847,735	2	423,868	4,119	0,019
2000	447,214	2	223,607	2,540	0,083
2500	776,952	2	388,476	3,944	0,022
3150	417,652	2	208,826	2,078	0,130
4000	1015,053	2	507,527	4,000	0,021
5000	71,995	2	35,998	0,399	0,672

Çizelge 4.4'te görüleceği gibi tüm frekans değerlerinde varyasyon katsayısı 0,05'ten küçük ($p \leq 0,05$) olduğu için vernik türü ses geçiş kaybında etkili bulunmuştur. Buna göre, ses geçiş kaybında sesin frekans farklılaşması ve kesiş yönü istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Vernik türü/türlerinin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin homojenlik testi Çizelge 4.5'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Vernik türü/türlerinin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin homojenlik testi

1/3 Merkez Oktav Bandı (Hz)	KONTROL		TEK KOMP.		ÇİFT KOMP.	
	X	HG	X	HG	X	HG
50	31,20	A	21,04	B	34,24	A
63	30,72	A	20,91	B	34,34	A
80	30,56	A	20,17	B	34,50	A
100	29,45	A	20,50	B	32,99	A
125	29,66	A	20,71	B	33,65	A
160	30,01	A	21,22	B	34,31	A
200	30,64	A	21,83	B	34,85	A
250	31,79	A	22,82	B	35,46	A
315	32,85	A	23,92	B	36,55	A
400	34,00	A	26,18	B	37,50	A
500	45,50	B	42,12	C	51,04	A
630	46,79	B	41,78	C	50,83	A
800	49,30	B	43,65	C	53,76	A
1000	53,94	B	48,14	C	57,25	A
1250	51,98	B	51,00	B	56,33	A
1600	69,18	B	68,26	B	74,30	A
2000	73,59	AB	71,96	B	76,61	A
2500	78,05	AB	74,44	B	80,65	A
3150	80,71	A	77,41	A	81,80	A
4000	79,48	A	73,10	B	79,43	A
5000	72,64	A	71,25	A	73,06	A
LCD ± 0,97319						

Buna göre, en yüksek ses geçiş kaybı değeri 50-400 Hz frekans aralığında ve 4000 Hz'de çift kompenantlı su bazlı vernik türü ve kontrol numunelerinde elde edilirken, 500-2500 Hz frekans aralığında çift kompenantlı vernik türünde elde edilmiştir. Bunun yanında 3150 ve 5000 Hz frekans değerinde ise tüm numunelerde ses geçiş kaybı değerleri birbirine eşit ve yakın düzeyde bulunmuştur. En düşük ses geçiş kaybı değeri ise 50-2500 Hz frekans aralığında ve 4000 Hz frekans değerinde tek kompenantlı vernik türünde elde edilmiştir. Bununla ilgili grafik Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Vernik türü düzeyinde farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin karşılaştırma sonuçları

4.4. Kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıpları

Ses geçiş kaybı verilerine göre kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin istatistiksel değerler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminin farklı frekans değerlerinde etkili olup olmadığının ($p \leq 0,05$) belirlenmesine yönelik varyans analizi Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminin farklı frekans değerlerinde ses geçiş kaybına ilişkin varyans analizi

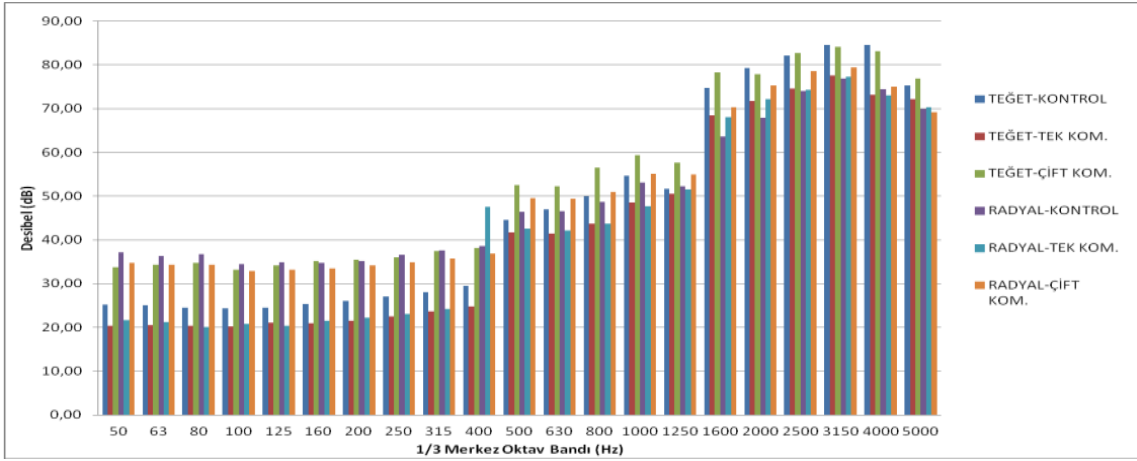
1/3 Merkez Oktav Bandı (Hz)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	$P \leq 0,05$
50	5296,421	5	1059,284	6,636	0,000
63	5123,453	5	1024,691	6,386	0,000
80	5889,186	5	1177,837	7,138	0,000
100	4331,767	5	866,353	6,680	0,000
125	4592,940	5	918,588	7,317	0,000
160	4479,990	5	895,998	7,262	0,000
200	4386,697	5	877,339	7,217	0,000
250	4304,446	5	860,889	7,190	0,000
315	4306,170	5	861,234	7,219	0,000
400	3595,054	5	719,011	5,614	0,000
500	1759,281	5	351,856	7,413	0,000
630	1729,105	5	345,821	7,571	0,000
800	2365,895	5	473,179	8,947	0,000
1000	1920,699	5	384,140	11,218	0,000
1250	733,365	5	146,673	6,094	0,000
1600	2724,003	5	544,801	6,110	0,000
2000	1813,927	5	362,785	4,631	0,001
2500	1617,337	5	323,467	3,451	0,006
3150	1257,186	5	251,437	2,625	0,028
4000	2677,910	5	535,582	4,631	0,001
5000	990,377	5	198,075	2,340	0,046

Çizelge 4.6'ya göre, tüm frekans değerlerinde varyasyon katsayısı 0,05'ten küçük ($p \leq 0,05$) olduğu için kesiş yönü vernük türü ikili etkileşimi ses geçiş kaybında etkili bulunmuştur. Kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kayıplarına ilişkin homojenlik testi Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kaybına ilişkin homojenlik testi

1/3 Merkez Oktav Bandı (Hz)	TEĞET-KONTROL		TEĞET-TEK KOM.		TEĞET-ÇİFT KOM.		RADYAL-KONTROL		RADYAL-TEK KOM.		RADYAL-ÇİFT KOM.	
	X	HG	X	HG	X	HG	X	HG	X	HG	X	HG
50	25,19	B	20,37	B	33,79	A	37,21	A	21,71	B	34,70	A
63	25,13	B	20,52	B	34,38	A	36,32	A	21,29	B	34,31	A
80	24,44	B	20,32	B	34,70	A	36,68	A	20,02	B	34,30	A
100	24,41	B	20,19	B	33,11	A	34,48	A	20,81	B	32,88	A
125	24,49	B	21,01	B	34,14	A	34,83	A	20,42	B	33,16	A
160	25,30	B	20,87	B	35,12	A	34,72	A	21,56	B	33,49	A
200	26,08	B	21,48	B	35,52	A	35,20	A	22,18	B	34,19	A
250	27,03	B	22,55	B	36,04	A	36,55	A	23,09	B	34,87	A
315	28,09	B	23,63	B	37,38	A	37,61	A	24,22	B	35,71	A
400	29,46	B	24,83	B	38,11	A	38,53	A	47,53	B	36,88	A
500	44,56	CD	41,74	D	52,59	A	46,44	BC	42,50	CD	49,49	AB
630	47,01	B	41,45	C	52,23	A	46,57	B	42,11	C	49,43	AB
800	49,96	B	43,64	C	56,48	A	48,64	B	43,66	C	51,03	B
1000	54,73	B	48,61	C	59,40	A	53,15	B	47,66	C	55,11	B
1250	51,71	CD	50,50	C	57,72	A	52,25	BC	51,51	C	54,95	AB
1600	74,80	AB	68,50	CD	78,22	A	63,57	D	68,02	CD	70,39	BC
000	79,29	A	71,69	CD	77,91	AB	67,90	D	72,23	BCD	75,33	ABC
2500	82,11	A	74,64	B	82,76	A	73,98	B	74,24	B	78,54	AB
3150	84,61	A	77,56	B	84,19	A	76,80	B	77,25	B	79,41	AB
4000	84,50	A	73,17	B	83,08	A	74,46	B	73,02	B	74,99	B
5000	75,35	AB	72,22	AB	76,89	A	69,93	B	70,28	B	69,23	B
LCD±0,70909												

Buna göre, kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminde en yüksek ses geçiş kaybı değeri 50-400 Hz frekans aralığında radyal-kontrol, radyal-çift kompenant ve teğet-çift kompenantlı numunelerde elde edilirken, 500-5000 Hz frekans değeri aralığında en yüksek ses geçiş kaybı teğet-çift kompenantlı numunelerde elde edilmiştir. Bunun yanında en düşük ses geçiş kaybı değeri 50-400 Hz frekans aralığında teğet-tek kompenantlı, teğet-kontrol ve radyal-tek kompenantlı numunelerde elde edilirken, 500-5000 Hz frekans değeri aralığında en düşük ses geçiş kaybı radyal-tek kompenantlı ve teğet-tek kompenantlı numunelere elde edilmiştir. Bununla ilgili grafik Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Kesiş yönü-vernük türü ikili etkileşiminin farklı frekans değerlerindeki ses geçiş kaybına ilişkin karşılaştırma sonuçları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hava kurusu yoğunluk değeri en yüksek sapsız meşede ($0,63-0,67 \text{ g/cm}^3$), elde edilmiştir. Literatürde masif ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri sapsız meşe $0,64 \text{ g/cm}^3$ olarak verilmiştir.

Yoğunluklardaki farklılığın nedeni, yetiştirme yeri şartlarından kaynaklanmış olabilir.

Vernük türü karşılaştırmasında en yüksek ses geçiş kaybı değeri 50-400 Hz ve 4000 Hz frekans aralığında çift kompenantlı su bazlı vernükli numuneler ile kontrol numunelerinde elde edilirken, 500-2500 Hz frekans aralığında çift kompenantlı vernük türünde elde edilmiştir. Bunun yanında 3150 ve 5000 Hz frekans değerinde tüm numunelerde ses geçiş kaybı değerleri birbirine eşit veya yakın düzeyde bulunmuştur.

En düşük ses geçiş kaybı değeri ise 50-2500 Hz frekans aralığında ve 4000 Hz frekans değerinde tek kompenantlı vernik türünde elde edilmiştir.

Daha küçük molekül ve doğrusal dizilişli termoplastik yapıdaki tek kompenantlı vernik katmanında ses geçiş kaybı düşük, daha iri molekül yapıları dallanmış polimerik yapıdaki termoset özellikli iki bileşenli su bazlı vernik katmanlarında ses geçiş kaybının yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlarda su bazlı vernik sistemlerinde tek kompenantlı verniğin termoplastik yapıda olması ses geçiş kaybını olumsuz yönde, çift kompenantlı verniğin ise termoset yapıda oluşunun ses geçiş kaybını olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir.

Kesiş yönü-vernici türü etkileşiminde en yüksek ses geçiş kaybı değeri 50-400 Hz frekans aralığında radyal-kontrol, radyal-çift kompenant ve teğet çift kompenantlı numunelerde elde edilirken, 500-5000 Hz frekans aralığında teğet-çift kompenantlı numunelerde elde edilmiştir. En düşük ses geçiş kaybı değeri ise, 50-400 Hz frekans aralığında teğet-tek kompenantlı, teğet-kontrol ve radyal-tek kompenantlı numunelerde, 500-5000 Hz frekans aralığında radyal-tek kompenantlı ve teğet-tek kompenantlı numunelerde elde edilmiştir.

Malzemelerin teğet ve radyal kesitindeki boşluklu yapı farkı ses geçiş kaybında etkili olmaktadır. Bunun yanında çift kompenantlı verniğin termoset yapısının ses geçiş kaybını olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. İkili etkileşimde teğet kesitteki hücre dizilişlerinin etkisi ve çift kompenantlı verniğin iri molekül ve homojen yapıya sahip oluşunun malzemelerin ses geçiş kaybına artırıcı etkide bulunduğu söylenebilir.

Araştırma sonuçlarına göre, ahşap esaslı duvar kaplaması veya bölme elemanı yapımında ağaç malzemelerden sapsız meşe ağacının öncelikli olarak tercih edilmesi, dekoratif ve beğeni unsuru göz önüne alındığında teğet kesitli malzemenin kullanılması ve vernici tercihinde solvent içermeyen ve sağlıklı olan çift kompenantlı su bazlı verniğin kullanılması tercih edilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Karabiber, Z., “Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri” *Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları*, İstanbul (1992).
- [2] Demirkale, S., “Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımının Değerlendirilmesi” *TMMOB makine mühendisleri odası yalıtım kongresi*, , yayın no:213, 43-52,İstanbul,(11-12 Şubat 2001)
- [3] Özkan, S., “Ses Yalıtım Uygulamaları” *TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yalıtım Kongresi*, 114-120, Eskişehir (23-25 Mart 2001)
- [4] Kayılı, M., “ Hafif Bölme Elemanlarının Ses Geçiş Kaybının Helmholtz Rezonatörle İlavesi ile Arttırılması” Doktora tezi, *İTÜ Mimarlık Fakültesi*, 1, (1981).
- [5] Uyanık, E.,”Measurement and Evaluation of Acoustic Properties Domestic Building Materials”, Master of Science Thesis, *The Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences*, Ankara, September (1995(v))
- [6] Akdağ, N., “Kapılarda Ses Geçiş Kaybı Ve Gürültü Denetimi Açısından Gereken Önlemler”*TMMOB makine Mühendisleri odası Yalıtım Kongresi*, , mmm yayın no:213, 53-64,(11-12 Şubat 1999)
- [7] Wang, C.N., Torng J.H., “Experimental Study Of The Absorption Characteristics Of Some Porous Fibrous Materials”, *Applied Acoustics*, 62, 447-459 (2001).
- [8] Koizumi,T., Tsujiuchi,N., Adachi,A.,“The Development Of Sound Absorbing Materials Using Natural Bamboo Fibers”, 157-166 in *High Performance Structures and Composites 4, High Performance Structures and Materials*, Edited by: C. A. Brebbia, and W. P. De Wilde, (2002).
- [9] Berkel, A., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, *İstanbul Üniversitesi orman Fakültesi Yayınları*, 1448-147, 75-87, 174-191, 413-418, İstanbul, (1970).
- [10] Çalışkan M., “Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması”, *Türk Tabipler Birliği Yayınları*, Ankara, 17-44, (2004)
- [11] Sirel, Ş., Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü; “*Yapı Akustiğinde 30 Terim 30 Tanım*” . Kitapçık No:9; İstanbul; İlk Baskı : (20 Şubat 2000)
- [12] Özgüven N., “**Gürültü Kontrolü-Endüstriyel ve Çevresel Gürültü**”, Genişletilmiş 2. Basım, Ankara, Türk Akustik Derneği Yayınları, 2008.

- [13] Örs, Y., Keskin, H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, 1. cilt, **Ankara** sf: 159-163, (2001)
- [14] Johnson, R., “Waterborne Coatings, An Overview of Water Born Coatings: A Formulator’s Perspective”, **Journal of Coatings Technology**, 69: 117–121, (1997).
- [15] Sönmez, A., Budakçı, M., Yakın, M., “Ağaç Malzemedede Su Çözücülü Vernik Uygulamalarının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeğe Yapışma Direncine Etkileri”, **Politeknik Dergisi**, 7 (3): 229-235 (2004).
- [16] ASTM D 358, Wood to be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings, **American Society for Testing and Materials**, 1–3, (1983).
- [17] TS 2470., “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metodları ve Genel Özellikler”, **T.S.E.**, Ankara 2-4 (1976).
- [18] ASTM D 3924., “Standart Specification for Standard Environment for Conditioning and Testing Point Varnish Lacquer and Related Materials”, **American Society For Testing and Materials**, U.S.A, 1-3, (1991).
- [19] TS 2471., “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet MiktarıTayini”, **T.S.E.**, Ankara, 1-2 (1976).
- [20] ASTM-D 3023, “Standart Practice for Determination of Resistance of Factory Applied Coatings on Wood Products of Stain and Reagents”, **American Society for Testing and Materials**, (1998).
- [21] ISO/DIS Standard 10534 “Acoustics Determination Of Sound Absorptioncoefficient And Impedance Or Admittance By The Impedance Tube Method”– **International Standard Organization**; Switzerland, 2004
- [22] Farina A., Torelli A., “Measurement Of The Sound Absorption Coefficient Of Materials With A New Sound” **Industriale, University of Parma** February (1997).
- [23] Brüel Kjaer Transmission Loss Tube Kit (50Hz – 6.4 kHz) — Type 4206 **Tüp modeli kullanım klavuzu** Daninarka, (2006)