

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

AHŞAP ESASLI YONGA İLE PONZA
KARIŞIMINDAN KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ
VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDER ÇİFTÇİ
EYLÜL 2024

MUĞLA

TEZ ONAYI

Ender ÇİFTÇİ tarafından hazırlanan **AHŞAP ESASLI YONGA İLE PONZA KARIŞIMINDAN KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ** başlıklı tezinin, 02/09/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Prof.Dr. Ertan ÖZEN (**Danışman**)

İmza:

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Doç.Dr. H. Özgür İMİRZİ (**Jüri Başkanı**)

İmza:

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Gazi Üniversitesi, Ankara

Dr.Öğr. Üyesi Tolga KUŞKUN (**Üye**)

İmza:

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Doç. Dr. Mehmet YENİOCAK

İmza:

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Prof. Dr. Ertan ÖZEN

İmza:

Danışman, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Öğr. Gör. Dr. M.Selmani MUSLU

İmza:

II. Danışman, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
Malzeme Ve Malzeme İşleme Teknolojileri,
Konya Teknik Üniversitesi, Konya

Savunma Tarihi: 02/09/2024

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Ender ÇİFTÇİ

02/09/2024



AHŞAP ESASLI YONGA İLE PONZA KARIŞIMINDAN KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Ender ÇİFTÇİ

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ağaççılı Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ertan ÖZEN

II. Danışman: Öğr. Gör. Dr. M.Selmani MUSLU

Eylül 2024, 65 sayfa

ÖZET

Günümüzün gelişen teknolojisi ile birlikte artan insan yaşamı ve yoğunluğu neticesinde gürültü giderek zarar verici boyutlara ulaşmakta ve bu da insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Gürültünün azaltılabilmesi için farklı yaklaşımlarda bulunulmakta ve bu yaklaşımlar sonucunda bazı tedbirler alınmaktadır. Gürültü önleyici malzemelerin geliştirilmesi ile birlikte gürültü önlenebilmektedir. Bu malzemelerin geliştirilmesinde taşıyıcı, camyünü gibi farklı türde ürünler kullanılmaktadır. Ayrıca bu ürünlere paralel olarak doğada aktif olarak kullanılan malzemelerde tercih edilmektedir. Ağaç malzeme ve türevleride bu malzemelerden bir tanesidir. Artan insan sayısı ve bunların ihtiyaçları göz önüne alındığında doğal oksijen kaynağımız ormanların yok olmasını engellemek amacıyla çalışmalar yapılmakta ve masif ağaç malzeme yerine ahşap esaslı kompozit levhalar üretilmektedir. Bu amaçla çıkılan yolda ülkemizde kaynak olarak çokca bulunan ve özellikle ses yalıtımı açısından tercih edilmesi ile birlikte birçok sektörde kullanılan ponza ele alınmıştır. Ağaç malzeme ve pomzanın, tabiatta bulunan doğal malzemeler olması ile çıkılan fikirde iki malzeme farklı oranlarda birleştirilerek yeni bir kompozit levha üretimi gerçekleştirilmiştir. Buradaki amaç hem pomzanın hem de ağaç malzemenin ses yalıtımı açısından etkili olduğu düşünülmektedir. Her iki malzeme ile %10 Ponza taşı-% 90 Ahşap yongası (A), %30 Ponza taşı-% 70 Ahşap yongası (B) ve %50 Ponza taşı-% 50 Ahşap yongası (C) olacak şekilde levhalar üretilmiştir. Elde edilen levhaların ses yayılma hızı, ses frekansı hesaplanmış ve buna ek olarak bazı fiziksel testleri de yapılmıştır.

Yapılan hesaplamalar ve testler sonucunda ahşap esaslı ponza karışımı kompozit levhalarda ses yayılma hızının ve ses rezistansının diğer malzemelere göre daha iyi özelliklerde olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında da ponzanın ağaç yongası ile birlikte levha haline getirilerek kullanılabileceğini göstermiştir. Orman varlıklarının azalması ve ülkemizde ponzanın yoğun olarak bulunması bu yönde bir kullanım sağlayabilecektir. Uzun vadede kullanımında ponza içerisinde bulunan silisyum maddesinin de insan sağlığını

olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmelidir. Bu çalışmada elde edilen kompozit levhaların ilerleyen süreçte akustik amaçlıda kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, ağaç malzeme, ponza

PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIAL FROM A MIXTURE OF WOOD-BASED CHIPS AND PUMICE AND INVESTIGATION OF ITS PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Ender ÇİFTÇİ

Master of Science (M Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Woodworking Industrial Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ertan ÖZEN

II. Supervisor: Lecturer Dr. M.Selmani MUSLU

September 2024, 65 pages

ABSTRACT

As a result of the increasing human life and density with today's developing technology, noise is gradually reaching damaging dimensions and this negatively affects human health. Different approaches are taken to reduce noise and some measures are taken as a result of these approaches. Noise can be prevented with the development of noise canceling materials. Different types of products such as rockwool and glasswool are used in the development of these materials. In parallel with these products, materials that are actively used in nature are also preferred. Wood materials and derivatives are one of these materials. Considering the increasing number of people and their needs, studies are carried out to prevent the destruction of forests, our natural source of oxygen, and wood-based composite boards are produced instead of solid wood materials. For this purpose, pumice, which is widely available as a resource in our country and is used in many sectors, especially in terms of sound insulation, has been taken into consideration. In the idea that wood material and pumice are natural materials found in nature, a new composite sheet was produced by combining the two materials in different proportions. The aim here is thought to be effective in terms of sound insulation of both pumice and wood material. Sheets were produced with both materials as 10% pumice stone-90% wood chips (A), 30% pumice stone-70% wood chips (B) and 50% pumice stone-50% wood chips (C). The sound propagation velocity and sound frequency of the obtained boards were calculated and some physical tests were also performed.

As a result of the calculations and tests, it was determined that the sound propagation speed and sound resistance of wood-based pumice composite boards have better

properties than other materials. When the results obtained in the study are compared with the literature, it has shown that pumice can be used together with wood chips. The decrease in forest assets and the intense presence of pumice in our country will provide a use in this direction. In the long term, it should be considered that the silicon substance in pumice will adversely affect human health. It is thought that the composite plates obtained in this study can be used for acoustic purposes in the future.

Keywords: Noise, wood material, pumice

ÖNSÖZ

Yapılan çalışmanın planlaması ve yürütülmesinde, çalışma kapsamında bana desteklerinden dolayı danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Ertan ÖZEN ve Öğrt. Gör. Dr. M. Selmani MUSLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Katkı ve desteklerinden dolayı jüri üyesi değerli hocalarım Doç. Dr. H. Özgür İMİRZİ ve Dr. Öğr. Üyesi Tolga KUŞKUN hocamlarıma teşekkür ederim.

Tez faaliyetinin yürütülmesinde büyük emeği olan değerli hocalarım Doç.Dr. Erkan AVCI ve Doç. Dr. Sefa DURMAZ'a , Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Lisans öğrencisi Barış ADAN 'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma içerisinde gerekli cihaz, makine, atölye ve sarf malzemesi sağlayan, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanlığına ve atölye çalışanlarına teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ixii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problemin Tanımı.....	3
1.2. Hipotez.....	4
1.3. Amaçlar.....	5
1.4. Kapsam ve Yöntem.....	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Ahşap Kompozit Malzemeler.....	7
2.2. Ahşap Kompozitlerin Sınıflandırılması.....	8
2.2.1. Yonga Levha.....	9
2.2.2. Lif Levha.....	11
2.2.3. Kontrplak	12
2.2.4. Lamine Masif Ağaç Malzemeler	13
2.3. Ahşap Kompozit Malzeme ve İnsan Sağlığı	14
3.4 Karaçam	14
2.4.1 Karaçamın Sistemdeki Yeri.....	15
2.4.2 Morfolojik ve Botanik Özellikleri.....	15
2.5 Ponza.....	16
2.5.1 Ponza Kullanımının Tarihsel Gelişimi.....	20
2.5.2 Ponzanın Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	20
2.5.3 Ponzanın Kullanım Alanları.....	22
2.5.4 Türkiye Pomza Yataklarının Rezerv Durumları.....	23
2.5.5 Ponza Üretim Yöntem ve Teknolojisi.....	25
2.5.6 Ponzanın Tüketimi.....	26

3. MATERYAL VE METOT.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.1.1. Üreformatdehit Tutkalı	28
3.1.2. Karaçam	29
3.1.3 Ponza.....	30
3.2. Metod	30
3.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	30
3.2.1.1Yongaların Kurutulması.....	30
3.2.1.2 Yongaların Elenmesi.....	30
3.2.1.3 Yongaların Tutkallanması.....	31
3.2.1.4 Levha Taslağının Hazırlanması.....	32
3.2.1.5 Presleme.....	32
3.2.1.6 Presleme Sonrası İşlemler.....	33
3.2.2 Üretilen Yonga Levhaların Bazı Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	34
3.2.2.1Yoğunlukların Belirlenmesi.....	34
3.2.2.2 Rutubet Miktarının Belirlenmesi.....	34
3.2.2.3 Kalınlığa Şişmenin Belirlenmesi.....	35
3.2.3 Üretilen Yonga Levhaların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	36
3.2.3.1 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet modülü.....	36
3.2.3.2 Çekme Deneyi Yapılışı.....	38
3.2.3.2.1 Vida Çekme Deneyi Yapılışı.....	38
3.2.3.2.2 Kavela Çekme Deneyi Yapılışı.....	40
3.2.3.4 Ses Yayılma Hızı.....	41
3.2.3.5 Ses Rezistansı.....	42
4. BULGULAR.....	43
4.1 Yoğunluk.....	43
4.2 Rutubet.....	44

4.3 Kalınlığa Şişme.....	45
4.4 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü.....	47
4.4.1 Eğilme Direnci.....	47
4.4.2 Eğilme Elastikiyet Modülü.....	48
4.5 Vida Çekme Direnci.....	49
4.5.1 Levha Yüzeyine Paralel Vida Çekme Direnci.....	49
4.5.2 Levha Yüzeyine Paralel Vida Çekme Direnci.....	50
4.6 Kavela Çekme Direnci.....	51
4.6.1 Levha Yüzeyine Paralel Kavela Çekme Direnci	51
4.6.2 Levha Yüzeyine Dik Kavela Çekme Direnci	52
4.7 Ses Yayılma Hızı.....	53
4.8 Ses Rezistansı.....	53
5. SONUÇ.....	54
6. ÖNERİLER.....	59
7. KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	65

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 1.1 Bazı malzemelerin ses yutum katsayıları.....	3
Çizelge 2.2. Ahşap kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri.....	8
Çizelge 2.3. Ahşap kompozit malzemelerin ham madde ve üretim yöntemine göre sınıflandırılması.....	8
Çizelge 2.4 TS-EN 309'a göre yonga levhaların sınıflandırılması.....	10
Çizelge 2.5 TS 3635'e göre lif levhaların sınıflandırılması.....	12
Çizelge 2.6 TSE 3103 EN 313-1(1998) 'e göre kontrplak sınıfları çizelge 2.6 devamı	13
Çizelge 2.7 Türkiyede Pomza Rezerv Alanları.....	24
Çizelge 3.8 Yonga karışım oranları (%).....	33
Çizelge 4.9 Deney örneklerine ilişkin hava kurusu yoğunluk değeri.....	43
Çizelge 4.10 Yoğunluk değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 4.11 Yoğunluk değerleri ve Tukey Homojenlik grupları	43
Çizelge 4.12 Deney örneklerine ilişkin ortalama rutubet değeri.....	44
Çizelge 4.13 Rutubet değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.14 Rutubet değerleri ve Tukey Homojenlik grupları	45
Çizelge 4.15 2 saat Kalınlığına Şişme değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları...	45
Çizelge 4.16 2 saat Kalınlığına Şişme değerleri ve Tukey Homojenlik grupları.....	46
Çizelge 4.17 24 saat Kalınlığına Şişme değerlerine ait basit varyans analizi Sonuçları.....	46
Çizelge 4.18 24 saat Kalınlığına Şişme değerleri ve Tukey Homojenlik grupları	46
Çizelge 4.19 Eğilme direnci değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.20 Eğilme direnci değerleri ve Tukey Homojenlik grupları	47
Çizelge 4.21 Eğilme elastikiyet değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	48
Çizelge 4.22 Eğilme elastikiyet değerleri ve Tukey Homojenlik grupları.....	48
Çizelge 4.23 Levha yüzeyine paralel vida tutma direnci değerlerine ait basit varyans analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.24 Levha yüzeyine paralel vida tutma direnci değerleri ve Tukey homojenlik gruplar.....	49
Çizelge 4.25 Levha yüzeyine dik çekme vida tutma direnci değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları	50

Çizelge 4.26 Levha yüzeyine dik çekem vida tutma direnci değerleri ve tukey . homojenlik grupları.....	50
Çizelge 4.27 Levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci değerlerine ait basit . varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.28 Levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci değerleri ve tukey . homojenlik grupları.....	51
Çizelge 4.29 Levha yüzeyine dik kavela çekme direncine ait basit varyans analizi . sonuçları.....	52
Çizelge 4.30 Levha yüzeyine dik kavela çekme değeri ve Tukey Homojenlik . grupları.....	52
Çizelge 4.31 Elastikiyete göre hesaplanan ses yayılma hızı verileri ve tukey . homojenlik gurupları.....	53
Çizelge 4.32 Ses rezistansı verileri ve tukey homojenlik gurupları.....	53



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 2.1 Ahşap kompozit malzemelerin yoğunluklarına göre sınıflandırılması.....	9
Şekil 2.2 Pomza Volkanik Oluşum Süreci.....	18
Şekil 2.3 Pomzanın Yapısı.....	19
Şekil 2.4 Pomzanın ani ısınma ve soğuma sonrası bünyedeki gazların çekilip gözenekli . bir yapı elde etme neticesi.....	22
Şekil 3.5 Yonga pomza karışımının elenip karıştırılması.....	31
Şekil 3.6 Yonga, pomza ve tutkalın tamburda homojen olarak karıştırılması.....	31
Şekil 3.7 Oluşturulan karışımın kalıba dökülüp preslenme aşamasına hazırlanması...	32
Şekil 3.8 Kompozit malzeme preslenme süreci.....	33
Şekil 3.9 5x5 mm Boyutundaki numunelerin hazırlanması.....	34
Şekil 3.10 Yük sehim diyagramı.....	37
Şekil 3.11 Statik eğilme direnci deneyi yapılışı.....	38
Şekil 3.12 Yük-sehim diyagramı içerisindeki elastik bölge.....	38
Şekil 3.13 Çekme deneyi yapılışı.....	39
Şekil 3.14 Çekme deneyi yapılışı.....	41

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı semboller ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Semboller	Açıklama
b	Eğilmede numune genişliği(mm)
E	Eğilmede elastikiyet modülü(N/mm^2)
σ_e	Eğilme direnci(N/mm^2)
F_{max}	Kırılma anındaki maksimum kuvvet(N)
g	Gram
m	Kütle
N	Newton
Nm	Newton metre
V	Hacim
r	Rutube, %
p	Yoğunluk(g/cm^3)
σ_c	Çekme direnci(N/mm^2)
σ_b	Basınç direnci(N/mm^2)
V	Varyasyon katsayısı, %

Kısaltmalar	Açıklamalar
ASTM	American society for testing and materials
DIN	Deustch Industrie Norm
PV Ac	Polivinil asetat
TSE	Türk Standartları Endüstrisi
TSE EN	Türk Standartları Endüstrisi Euro Norm
TSE ISO	Türk Standartları Endüstrisi İnternational Standart Organization

1. GİRİŞ

Günümüzde toplum isteklerini farklılaşması neticesinde değişen ve gelişen teknolojinin neticesinde gürültü bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Gürültüyü tanımlamak gerekirse insanı rahatsız eden sesler olarak tanımlayabiliriz. Bu ses rahatsızlıklarını minimize etmek için birçok önlemler alınarak yaşam konforunu arttırmak amaçlanmıştır. Bu istenmeyen rahatsız edici sesler insan sağlığını hayati derecede etkilemektedir; bu nedenle sorun olan ses kaynaklarını tamamen ortadan kaldırmak veya en az seviyeye düşürmeye çalışılmalıdır. Bu istenmeyen seslerin insan sağlığını önemli bir seviyede etkilediği düşünüldüğünde konu ciddi bir biçimde ele alınmalıdır. Yapılarda kullanılan ses izolasyon malzemelerinin ses yutum kabiliyeti malzemenin yapısal özelliklerine bağlı olup bunlar; hacim, özgül ağırlık, hücre çeperi hücreler arası boşluk gibi bir çok özelliği kapsamaktadır. Yapı tasarımında tasarım elemanları farklı farklı doğal yada yapay malzemeler kullanmışlardır (M.S.Muslu, 2022).

Ses yalıtım malzemesi için farklı bir çok çalışma yapılmış olup bizim yaptığımız çalışma ise azalan temel doğal kaynaklara alternatif oluşturmak amaçlı yapılmıştır ve bu anlamda bizim çalışmamıza benzer çalışmalara pek rastlanmamıştır. Ülkemizde 1996 Yılında A. Göktaş, tarafından “Ponza Taşlı Yonga Levha, Mastır Tezi”, Dumlupınar Üniversitesi’nde yapılmıştır. Fakat çalışmanın temel amacının pomza malzemesinin yapısal özelliklerine dikkat çekmek olduğu görülmüştür yani daha çok pomzanın fiziksel ve kimyasal özellikleri ele alınmıştır. Bunun yanı sıra Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümünde “Perlit Destekli Yonga Levha Üretimi” isminde lisans tezinde perlit destekli pomza uygulaması yapılmıştır (A. Göktaş, 1996).

Uluslararası arenada ise Xiao Liyan tarafından yapılan “İç dekorasyonda ses yalıtımı için alev geciktirici polistiren tahta hazırlama yöntemi” isimli çalışmayı ortaya koymuş neticesinde 18.01.2017 tarihinde patent alınmıştır. Yapılan bu çalışmada iç mekan ses yalıtım malzeme üretimi ve alev geciktirici polistiren tahta üretimi ve bunların bir hazırlık yöntemleri açıklanmıştır (X. Liyan, 2017).

“Lee Chun Woo tarafından yapılan” (Trol Kapıları) adlı çalışmada, alev geciktiricili bir sandviç panel (yalıtım malzemesi) yapmış olup özelliklerini ortaya konmuştur [L.C. Woo, 2018].

Gelişen teknoloji ve beraberinde artan talebi karşılamak amacıyla ses izolasyon malzemesi olarak ses yutum kabiliyeti yüksek olan yapay malzemelere ağırlık verilmiştir. Bu tercihler neticesinde ses izolasyonu gibi yararlı sonuçların yanında istenmeyen sonuçlarda ortaya çıkabilmektedir bu sonuçlar yapısı içerisinde bulunan kimyasal bileşenlerdir. Bu istenmeyen sonuçları ortadan kaldırmak için doğal malzemelere yönelebiliriz. Fakat burada da bir sorun olarak doğal malzemelerde kaynak yetersizliği karşımıza çıkmaktadır. Bu kaynak yetersizliğini aşmak için doğa da bulunan malzemeleri bir araya getirerek yeni farklı ses yutum kabiliyeti yüksek malzemeler elde edilebilir. Kast ettiğimiz ses izolasyonu malzemeleri taş yünü, cam yünü, mineral yün, genleştirilmiş polistiren, ekstrüde polistiren, fenolik köpük, poliüretan, Poliizosiyanürat gibi ses yalıtım elemanlarından meydana gelmektedir. Bununla birlikte bazı doğal malzemeleri de kullanarak ses izolasyonu amaçlı levhalar üretilmiş ve ses geçişleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (E.Özen, 2009).

Çalışmanın amacı, üretilecek olan levhaların ahşap yongasından üretilmesinin yanında belli oranlarda (%10-30-50) ponza ile karıştırılıp ses yutum kabiliyeti en yüksek olan levhayı üretmektir. Mevcut durumda bu şekilde yapılan bir çalışma yoktur. Daha çok ponza taşı malzemesinin inşaat yapı sektöründe ponzanın hafif oluşu özelliğini ortaya koyan ve buna vurgu yapan çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte tarım sektöründe de kullanımına rastlanılmaktadır.

Bu çalışmada ki amacımız hali hazırda piyasada kimyasal yollarla üretilip kullanılan yapay malzemelere alternatif olarak doğal kaynakları çeşitlendirerek insan sağlığına zarar vermeyen insan sağlığına zararlı istenmeyen sesleri izole eden ses yutum kabiliyeti yüksek olan malzemeler üretilip bu malzemeleri mekanik ve fiziksel testlere tabi tutarak bu kabiliyetleri somut bir şekilde ortaya koymaktır.

1.1 Problemin Tanımı

Bu çalışmada amacımız ilk etapta ahşap yongası ve pomza taşı granüllerini karıştırıp kompozit levha üretmektir. Üretilen bu levhaların ses yutum kabiliyetleri inceleyip çeşitli performans testleriyle verimlilikleri ortaya konacaktır. Temel amacımız ses yutum kabiliyeti yükses olan kompozit levha üretmektir.

Mevcut durumda ses izolasyon malzemesi olarak tercihlerin kimyasal yollarla üretilen malzemelerden yana kullanıldığı görülmektedir. Bu tercihlere alternatif olarak doğada organik ve inorganik olarak bulunan malzemeleri belli koşul ve oranlarda birleştirilip kompozit malzeme üreterek yeni alternatifler oluşturulabilir. Bu amaçla yapılan bir çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan bu kompozit çalışmalar; taş yünü, cam yünü, mineral yün, genleştirilmiş polistiren, ekstrüde polistiren, fenolik köpük, poliüretan, Poliizosiyanürat ses yutum kabiliyeti olan malzemelerdir. Bunla birlikte doğal ürünler üzerinde çalışmalar yapılmış olup levhalar üretilmiştir. Üretilen bu levhalar üzerinde deneysel çalışmalar yapıp ses yutum performansları ölçülmüştür.

Ses izolasyonu için üretilecek olan levhanın yapısal olarak lifli ve gözenekli olması tercih edilmelidir. Üretilen kompozit malzemenin yüzetini elyafla kaplarsak kaplanan yüzeye çarpan ses dalgaları lifli ve gözenekli yapının içerisinde kısmen ısı enerjisine döşüp yutuma sebep olacaktır. Ses yutumu esnasında oluşan titreşimlerin büyüklüğü ses yutum katsayısını olumlu anlamda etkilemektedir. Bu anlamda lifler ince ve sık yapıda olmalıdır. Bazı malzemelere ait farklı frekans değerlerindeki ses yutum katsayıları karşılaştırılmalı olarak çizelge 1.1’de verilmiştir (A. Kaya, 1998).

Malzeme	Ses Yutum Katsayısı			
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Cam Yünü (50mm)	0.45	0.65	0.75	0.80
Taş Yünü (500mm)	0.29	0.52	0.83	0.91
Polistren Levha (50mm)	0.22	0.42	0.78	0.65
Poliüretan Levha (50mm)	0.38	0.68	0.89	0.79
Polietilen Levha (50mm)	0.25	1.00	0.40	0.70

Çizelge 1.1 Bazı malzemelerin ses yutum katsayıları

Çizelge 1.1’de verilen malzemeler incelediğimizde ses yutum kabiliyetleri anlamında değerlendirdiğimizde; taş yünü, cam yünü, sesliloz, mantar, mineralize ağaç lifleri hafif genleştirilmiş kil agrega, genleştirilmiş perlit, kenevir, kenaf, keten, koyun yünü, hindistan cevizi lifi, geri dönüştürülmüş kauçuk, karton esaslı paneller ve bu malzemeleri içeren kompozitler ses izolasyonu için çokça tercih edildiği

görülmektedir. Üretilen bu malzemelerde çeşitli kabiliyetler ön plana çıkmaktadır, Bunlar; fiziksel gürültü kaynaklı darbe kaynaklı, atmosfer kaynaklı ses izolasyonu ve ses yutum özellikleri öne çıkmaktadır.

Ses yalıtımında:

- Günümüzün varolan Ortodoks ve en güncel teknolojik ses izolasyon malzemelerinden en uygun olanının seçimi,
- Günümüzün varolan Ortodoks ve en güncel teknolojik ses izolasyon malzemelerinin sürekli araştırılıp ve geliştirilmesi,
- Günümüzün varolan se izolasyon malzeme ve teknolojisinin ötesinde yeni performansı yüksek ürünlerin ortaya konması büyük önem kazanmıştır.

Bu anlamda , yapılarda devamlılığın sağlanabilirliği ve insan sağlığını güvenceye alan koşulların oluşturulması ve bununla birlikte enerji verimlilik performansı yüksek uygulanabilirliği kolay ses yutum kabiliyeti yüksek yenilikçi inovatif ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır (M.A. Arslan, M. Aktaş, 2018).

1.2 Hipotez

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde kaynak olarak çokça bulunan ponza taşı ile ahşabı yonga haline getirerek üretilen formaldehit tutkalı yardımıyla birleştirilerek, ağaç işleri endüstrisinde kompozit levha, ambalajlama endüstrisinde koruyucu panel, ısı yalıtım malzemesi ve çeşitli araç gereçlerin plastik aksamlarına alternatif olarak doğal, inovatif panel malzemeler üretmek, geliştirmek ve kullanım performansını incelemektir.

Böylece ağaç talaşları ve ponza taşı birleştirilerek oluşturulan doğal malzeme ambalajlama endüstrisinde koruyucu panel olarak, ağaç işleri endüstrisinde kompozit panel olarak kullanılabilir.

1.3 Amaç

Sürdürülebilirlik, ekonomiklik ve çevre dostu gibi özelliklerinden dolayı ülkemizin genç jeolojik yapısından kaynaklı yer hareketleri neticesinde oluşan volkanik etkinliklerden kaynaklı ponza taşı yataklarını verimli kullanarak yeni ve sürdürülebilir ve petrol esaslı ürünlere alternatif yeni, çevre dostu, geri dönüşümlü, mekanik özellikleri yüksek ve ekonomik bir kompozit malzeme üretimi amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı ilk olarak tükenen doğal kaynakları verimli kullanmak amacıyla ponza yataklarından yararlanarak ahşap yongaları minimum düzeyde kimyasal kullanarak kompozit panel üretmektir. Üretmeyi hedeflediğimiz panellerin en güçlü yönü büyük oranda doğal olması, bu sayede insan sağlığına olumsuz etkilerini minimuma indirip doğal kaynakları daha verimli kullanarak çevresel sürdürülebilirliği mümkün kılmaya çalışmaktır.

1.4 Çalışma Kapsam ve Yöntemi

Çalışma kapsamında yer alan amaçlar aşağıda sıralanmıştır.

Çalışmanın amaçlarına ulaşmak için ortaya konulacak yöntemler sistematik olarak şu şekilde ifade edebiliriz:

- Literatür çalışmasının yapılması,
 - Ponza taşı granülü ve ahşap yonga lifi temini ve bunların labatuara getirilmesi,
 - Ahşap yonga liflerinin tam kuru ağırlığının elde edilmesi akabinde tutkallanıp levha düzeneğine dökülmesi,
 - Üretilen yonga levhalara göre yonga karışımı oranlarının belirlenmesi,
 - %10 Ponza taşı, %90 Ahşap yongası (A)
 - %30 Ponza taşı, %70 Ahşap yongası (B)
 - %50 Ponza taşı, %50 Ahşap yongası (C)
 - Presleme işleminin yapılması ve akabinde pres sonrası levha işlerinin yapılması, 56 x 56 x 2 cm ölçülerinde beş tip levha ve her levha oranından onbeş adet olmak üzere, toplam 15 adet levha üretilmesi,
 - Deney numunelerin hazırlanması,
- Üretilen levhaların;
- Yoğunluk,

- Rutubet miktarı,
- Kalınlık artımı
- Levha yüzeyine dik eğilme direnci,
- Eğilmede elastikiyet modülü,
- Levha yüzeyine dik çekme direnci,
- Kenardan ve yüzeyden vida tutma direnci,
- Ses yayılma hızı ve ses rezistansının belirlenmesi
- Deney sonuçlarının ilgili standart ve literatürle karşılaştırılması
- Sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi.

Yapılan bu çalışmada temel malzemelerimiz; ahşap yongaları ve ponza taşı granülleri kullanılmıştır. Temin edilen bu malzemeler belirtilen oranlarda karıştırıldıktan sonra metalden hazırlanan levha altta olacak şekilde sonrada 56x56x2 boyutlarında metal çerçevenin içersine hazırlanan karışımlar dökülüp tekrar üzerine metal levha konmak suretiyle presleme işlemi yapılmıştır. Presleme sonrası kompozit levha üretimi gerçekleştirilmiştir.

Üretilen levhaların ölçme deney süreci Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesinde Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Laboratuarlarında testler gerçekleştirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Ahşap Kompozit Malzemeler

Ahşap kompozit terimi aslında yeni yaygınlaşma sürecindedir. Ekonomik olmaları ve çeşitli teknik üstünlüklerinden dolayı masif malzemeye alternatif ürünler olarak üretilmektedirler. Lif levha ve yonga levhalar örnek gösterilebilir. Mobilya üretim tekniklerinden olan panel mobilya üretim tekniğinde kullanılan ahşap malzemeye bir alternatif ortaya koymak için üretilen ve piyasada yaygın olarak kullanılan malzeme çeşididir kompozit levhalar. Bu ürünlerin daha da çeşitlendirilmesi, fiziksel ve mekanik tanımlarının yapılarak kullanım alanlarını çoğaltabiliriz. (Efe, vd. 2007).

Kompozit levhalar birçok sektörde tercih sebebi olmaktadır. Bu sektörler mobilya endüstrisi, inşaat sektörü, marin ahşap sektörü gibi sektörlerde çok çeşitli sebeplerden dolayı tercih edilirler. Üretilen bu levhaların özelliklerini etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler; levha üretiminde ki odun lifi ve bu lifin fiziksel kimyasal ve mekanik özellikleri oluşturulan levhanın yoğunluğu ve rutubet miktarı kullanılan tutkalın cinsi ve oranı ayrıca çevresel koşullara dayanımı arttırmak amacıyla kullanılan kimyasallar üretilen levhanın yapısını etkileyen etmenlerdir (Maloney, 1996).

Üretilen ahşap kompozit levhaların bazı özellikleri masifle benzerlik göstermektedir. Fakat masif malzemeden farklı olarak karşımıza çıkan lif yönlü hareketler doğrultusunda meydana gelen değer değişimlerine rastlanmamaktadır. Bununla birlikte masifte görülen kusurlar kompozit malzemede gözlenmezken masif malzemede karşımıza çıkan ebad sorununa kompozit malzemede rastlanmaz ve kompozit malzeme istenilen ölçüde üretilebilir. Çizelge 2.2.'de ahşap kompozit malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir (Eriç, 2002).

Çizelge 2.2. Ahşap kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri (Eriç, 2002).

Tür	Ahşaptan Üretilmiş Yapay Malzemeler		Boyut			Fiziksel özellikler		Mekanik özellikler
			Kalınlık mm	En cm	Boy cm	Birim ağırlık Δ Gr/cm ³	Suda şişme % 24 saat	Öb basınç
Prese kaplama	Kontrplak		3	125				-
			24	170	220	0.45	3-4	-
		Tolerans: +0.2-0.5	Tolerans: ±5	210	0.50			
Prese aglomere	Talaş levha		15		200	0.57-	-	-
			100			0.36		
	Yonga levha		8	122	246	0.56-	5.5-7	-
			50			0.40		
	Lif levha	Gözenekli	1.2	30	60	0.02-	30-100	0.6-2
			3.7	122	244	0.40		
		Sert	0.4	122	366	0.4-1.45	15-30	-
			5		480			
Prese masif	Lignostone		Özel üretim			1.4	-	150
	Emprenye ahşap		Özel üretim			0.94	6.7-3.2	150

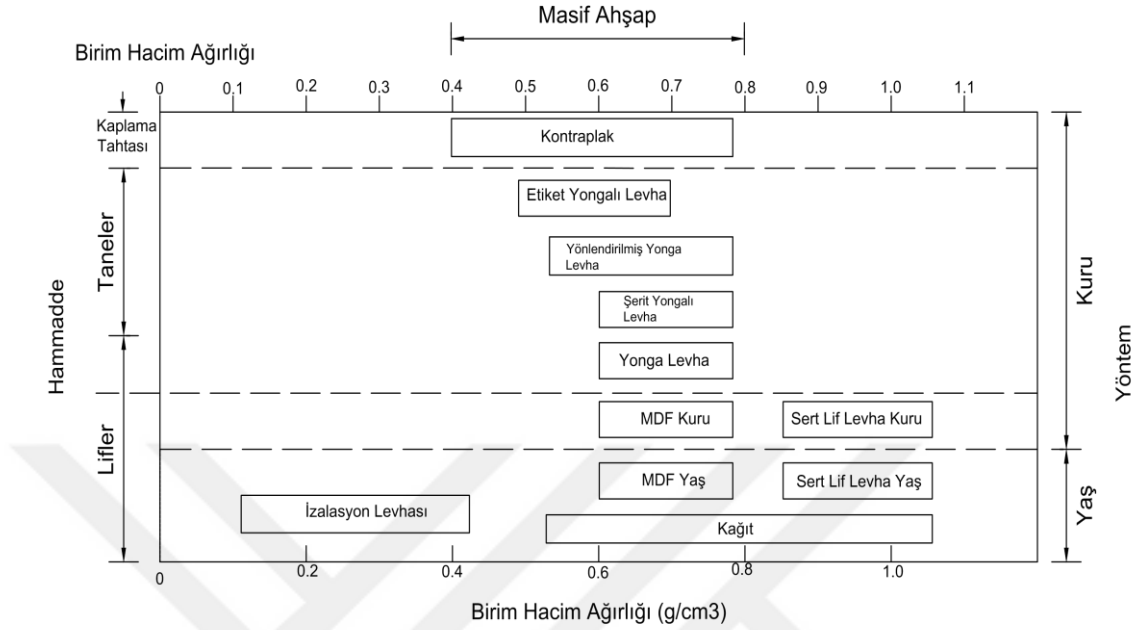
2.2 Ahşap Kompozitlerin Sınıflandırılması

Ahşap kompozit malzemelerin kullanılan ham madde ve üretim yöntemlerine göre sınıflandırılması Çizelge 2.3.' de görülmektedir (C).

Çizelge 2.3. Ahşap kompozit malzemelerin ham madde ve üretim yöntemine göre sınıflanması(Eriç,2002)

AHŞAP KOMPOZİT MALZEMELER						
PRES KOMPOZİT	KAPLAMA	PARTİKÜL VE LİF KOMPOZİT	ODUN VE ODUN DIŞI KOMPOZİT	ODUN DIŞI	MASİF	PRES
•	Kaplama levhalar	• Yonga levha	• Odun	lifi-inorganik	• Yoğunlaştırılmış	
•	Kontplak	• Lif levha		kompozit	kompozit	
•	Kontrtabla	• Talaş levha	• Odun	lifi-termoplastik	• Polimer	
•	Lamine ahşap kaplama			kompozit	kompozit	
			• Odun dışı kompozit			

Ahşap kompozit malzemelerin yoğunluklarına göre sınıflandırılması şekil 2.1’de görülmektedir (Kaya,2015).



Şekil 2.1 Ahşap kompozit malzemelerin yoğunluklarına göre sınıflandırılması (Kaya, 2015)

2.2.1. Yonga levha

TS EN 309 (1999) göre oluşturulan standartlarda ahşap yonga levhalar “odun esaslı malzemelerden (rende talaşı, ahşap fireler iş neticesi meydana çıkan ahşap talaşları, ahşap yongası, testere talaşı, rende talaşı vb.) ve/veya lignoselülozik esaslı maddeler (keten, kenevir ipliği, kendir ipliği, suyu çıkarılmış şeker kamışı posası vb. odunlaşmış bitkilerden) malzemeler çeşitli tutkallarla karıştırılarak presleme neticesinde üretilen levhalardır” biçiminde tanımlanmıştır. Oluşturulan bu standarda göre yonga levhaların sınıflandırılması Çizelge 2.4’te gösterilmektedir (Kaya, 2015).

Çizelge 2.4 TS-EN 309'a göre yonga levhaların sınıflandırılması (Kaya, 2015)

Levhaların Sınıflandırılması	
Üretim işlemlerine göre	- Yatık preslenmiş - Dik preslenmiş - Kalıplanmış(şekillendirilmiş) a) Deliksiz b) Delikli
Yüzey durumlarına göre	- Preslenmiş (zımparalanmamış) - Zımparalanmış, - Kaplanmış (sıvı kaplama, boya ile) - Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş (dekoratif lamine kaplama, emprenye edilmiş dekoratif, kâğıt vb.)
Şekil ve formlarına göre	- Düz - Yüzeyi profilili - Kenarı profilili
Parçaların şekil ve ölçülerine göre	- Talaş levha, - Yaprak levha - Şekillendirilmiş levha - Odunlaşmış bitkilerden (keten, kenevir ipliği vb.) üretilen panolar
Yapılarına göre	- Tek tabakalı - Çok tabakalı - Sınıflandırılmış - Kalıplanmış (şekillendirilmiş) delikli levhalar - Genel amaçlı levhalar - Kuru şartlarda, kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dâhil) levhalar - Konstrüksiyonda taşıma amaçlı kullanılan levhalar.
Kullanımlarına göre	a) Aşırı yüklenebilen levhalar b) Biyolojik tehlikelere karşı dayanıklılığı geliştirilmiş levhalar c) Ateşe dayanıklı levhalar d) Ses absorbe eden levhalar e) Diğerleri

Yonga levhalar endüstride pek çok kullanım alanı için yeterliğe sahiptir. Homojen yapıya sahip, düzgün yüzeyli, istenilen kalınlıkta üretilebilir su itici ve yanmayı geciktiren malzemeler ile işlenmesi sonucunda farklı özelliklerde üretimi yapılabilir. Aynı zamanda doğal ahşaplarda bulunan budaklılık, çürüme ve bozulma kusurları bulunmaz bu yüzden daha çok kullanışlıdır ve doğal ahşaplara göre ekonomiktirler (Kaya, 2015).

2.2.2. Lif levha

TS EN 622-1 (2005) kriterlerine göre oluşturulan “Ahşap veya diğer lignoselülozik malzemelerden üretilen lifleri bünyelerinde blundurdıkları doğal tutunma ve setleşme kabiliyetlerinden faydalanmak suretiyle ve bunun yanı sıra bu kabiliyetlere ek olarak üretilen liflerin yapısına belli oranlarda tutkal veya tutunma gücünü arttıran kimyasallar koyarak presleme neticesinde elde edilen malzemelerden üretilmiştir. (Kaya, 2015).

Lif levhalar üretim işlemlerine, kalınlığa, kendine özgü özelliklere ve yoğunluğuna göre sınıflandırılmaktadır. Yaş ve kuru olarak iki yöntemle üretim yapılmaktadır. Yaş yönteme göre önce sulu ortamda levha taslağı hazırlanıp ardından bağlayıcı madde olarak lignin ortama dahil edilmelidir. Kuru yöntemde lif levha üretiminin yapılması ise lifler ve levha taslağı önce kuru ortamda hazırlanıp bağlayıcı madde olarak sentetik reçine kullanılmaktadır (Kaya, 2015).

Lif levhaların kullanım yerlerinde üstünlük sağlamasının en büyük nedeni homojen yapıya sahip olmasıdır. Bu yapı liflerin inceliği ve presle sağlanmaktadır. Levhaların yoğunlukları arttıkça mekanik dayanımları da artmaktadır. Bu üstün özellikleri ile kullanım hacmi artış göstermektedir. Lif levhalara olan bu ilgi hammadde sıkıntısını beraberinde getirerek alternatif hammadde arayışlarını önemli kılmaktadır. Çizelge 2.5’de TS 3635’e göre lif levhaların sınıflandırılması verilmiştir (Kaya, 2015).

Çizelge 2.5 TS 3635'e göre lif levhaların sınıflandırılması (Kaya, 2015)

Lif Levhaların Sınıflandırılması	
Üretim işlemlerine göre	
a) Yaş işlemlili lif levhalar	○ Sert levhalar (HB yoğunluk $\geq 900 \text{ kg/m}^3$) ○ Orta sert levhalar (MB $400 \text{ kg/m}^3 \leq \text{yoğunluk} < 900 \text{ kg/m}^3$) ○ Düşük yoğunluklu orta sert levhalar (MBL, $400 \text{ kg/m}^3 \leq \text{yoğunluk} < 560 \text{ kg/m}^3$) ○ Yüksek yoğunluklu orta sert levhalar (MBH, $560 \text{ kg/m}^3 \leq \text{yoğunluk} < 900 \text{ kg/m}^3$) ○ Yumuşak levhalar (SB, $230 \text{ kg/m}^3 \leq \text{yoğunluk} < 400 \text{ kg/m}^3$)
b) Kuru işlemlili lif levhalar (MDF)	○ HDF: Yoğunluk $\geq 800 \text{ kg/m}^3$ olan MDF ○ Hafif MDF: Yoğunluk $\leq 650 \text{ kg/m}^3$ olan MDF
Çok Hafif MDF: Yoğunluk $\leq 550 \text{ kg/m}^3$ olan MDF	
İlave özellikler ve uygulamalara göre	
a) Kullanım şartlarına göre sınıflandırma	○ Kuru şartlar ○ Nemli şartlar ○ Dış şartlar
b) Uygulama amaçlarına göre sınıflandırma	○ Genel amaçlı kullanım ○ Yük taşıyıcı uygulamalar ❖ Yükleme süresi kategorilerinin tamamı için ❖ Yalnızca ani ve kısa süreli yükleyiciler için

2.2.3. Kontrplak

TS EN 313-27 standardında kontrplaklar; “Belirli koşulları sağlayan odun malzemesinin önce soyulup daha sonra belli ölçülerde doğranan odun malzemesinin ince plakalar şeklinde herbirinin lif yönleri birbirine dik gelecek biçimde üst üste konulup her katmanın tutkallanması suretiyle yüksek sıcaklık ve basınç altında pereslenmesi neticesinde elde edilen levhalardır (Web 4, 2021).

Yüzey tabakayı oluşturan levhaların kusur ve estetik görünüşleri kontrplakların sınıflandırmasına etki ettiğinden yüzey tabakalarda estetik değeri yüksek ve kaliteyi düşürücü etki eden kusurları bulunmayan levha kullanımı kaliteyi artırmayı sağlar. Orta tabakada ise estetik görünüm ve kalite unsurlarına sahip levha aranmaz, burada ağacın soyulmaya uygun, düzgün gelişmiş ve belli çapa sahip olması yeterli görülmektedir (Web 4, 2021).

Kontrplağın TSE 3103 EN 313-1'e göre sınıflandırılması çizelge 2.6'da görülmektedir (Kaya, 2015)

Çizelge 2.6 SE 3103 EN 313-1(1998) 'e göre kontrplak sınıfları Çizelge 2.5 devamı (Kaya, 2015)

Genel görünüşlerine göre	
a) Yapılarına göre	○ Kaplama kontrplak (bütün katları kaplama olan) ○ Odun özlü kontrplak(kontrtabla) ❖ Blok levha ❖ Lamşne levha (yaprak levha) ○ Kompozit kontrplak
b) Şekil ve formuna göre	○ Düz ○ Kalıplandırılmış (şekillendirilmiş)
Başlıca özelliklerine göre	
a) Dayanıklılıklarına göre	○ Kuru ortamlarda kullanım için ○ Rutubetli ortamda kullanım için ○ Dış ortamlarda kullanım için
b) Mekanik özelliklerine göre	
c) Yüzey görünüşüne göre	
d) Yüzey durumlarına göre	○ Kumsuz levha ○ Kumlu levha ○ Önceden bitirilmiş (cilalanmış) levha
Kaplanmış levha (dekoratif kaplama, reçine film, emprenye edilmiş kâğıt, plastik, metal)	
Kullanıcı ihtiyaçlarına göre	
a) Genel amaçlar için üretilen kontrplak	
b) Özel amaçlar için üretilen kontrplak (yapı, kalıp)	

2.2.4. Lamine masif ağaç malzemeler

Ahşap malzemede bulunan doğal kusurlar (çürüklük, budak, çatlak, lif kıvrıklığı v.b.) sebebiyle bir bütün şeklinde meydana gelmesine imkân vermemektedir. Bunun olabilirliğini sağlamak amacıyla kusurları alınmış kerestenin birbirine eklenmesi ve preslenmesi suretiyle oluşan büyük ebatlı masif malzemedir. Bu malzemenin kullanımı en çok inşaat sektöründe karşımıza çıkmaktadır (Web 4, 2021).

2.3 Ahşap Kompozit Malzeme ve İnsan Sağlığı

Gerek ahşap kompozit levhalar gerekse mobilya sektörü zaman geçtikçe gereksinimler değişikçe gelişmekte, bu değişim neticesinde ahşap kompozit malzemenin yapısını da etkileyip kimyasal kullanım oranını da etkilemektedir. Bu kimyasallar mobilya üretiminde kullanılan yapıştırıcılar, vernikler ve boyaların çoğu da toksiditesi bilinmeyen kimyasallar içermektedir.

Mobilyalardan enstrümanlarının yapımında kullanılan ve çevre en çok yayılıp solunumu en fazla zararlı olanve en çok tercih edilen kapalı ortam zararlılarından üreformatdehit tutkalıdır. Kimyasal yapısında bulunan yangına karşı dayanımını arttıran bileşen asıl kullanım amacı insan güvenliğini arttırmakta olsa dahi göz ardı edilmeyecek derecede insan sağlığını tehlikeye atmaktadır. (Aksakal, vd. 2005).

Bu nedenle insan sağlığını tehdit eden faktörleri üretim yöntem ve tekniklerini azaltıp bununla birlikte doğal sürdürülebilirliği yüksek ürünleri daha çok ön plana çıkarmaya çalışmalı ve geleceğe daha sağlıklı ilerlemek için birçok sektör günlük kullanımda doğal malzemelerin önemini benimseyerek bu doğal ürünleri hayataleştirmeye çalışmakta böylece daha sağlıklı çalışma ve günlük kullanım gereçleri geliştirmektedir.

Hazırlanacak olan bu kompozit levhalar Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü laboratuvarlarında 560 x 560 x 20 mm boyutlarında kompozit malzeme üretim ekipmanları ile üretilmiştir.

2.4 Karaçam (Pinus nigra Arnold. (Pinaceae))

Karaçamın bilim dünyasıyla tanışması 1785 yılında Arnold tarafından gerçekleştirilmiştir. Arnold bilim dünyasına bu duyuruyu Pinus nigra Arnold olarak duyurmuştur. Pinus nigra Arnold türünün Türkçede ki karşılığı olarak "Akçam" teriminin Ödemiş, Muğla, Ermenek, Bayramiç, Ayvacık- Küçükkuuyu, Burdur, Isparta, Antalya yörelerinin köylerinden geldiği düşünülmektedir. Antalya Toroslarında ise

Pinus nigra için “Yayla çamı” ismi kullanıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte karaçamın görüldüğü yerlerde alaçam terimi kullanıldığı görülmektedir (Akkemik.Ü).

2.4.1 Sistematikteki yeri:

Pinaceae Familyasına 113 türü bulunmaktadır. *Pinus nigra* Arnold ise *Pinus* cinsindendir. Doğal yetişme alanları ise Fas, Cezayir gibi Kuzey Afrika kesimleri olup bununla birlikte Kırım, Akdeniz Adaları, Suriye, Anadolu gibi Güney Avrupa kesimlerindedir yayılım gösterdiği görülmektedir (Akkemik.Ü).

2.4.2 Morfolojik ve botanik özellikleri:

Ülkemizde ki yayılım alanlarına bakıldığında zaman bütün bölgelerde yayılım gösterdiği gözlenmektedir. Yayılım alanı çok geniş olan bu çam türünün yükselti alanı ise 400 ila 2100 dolaylarında yayılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Pinus nigra Arnold yani kara çamın fiziksel yapısını incelediğimizde gövdesinde derin çatlaklar olduğunu bunun neticesinde gövdesinin yaşlı olduğunu kabuk renklerinin ise boz bir renge sahip olduğunu görürüz. Karaçamın uzunluğu araştırıldığında boylarının 40m kadar çıkabildiğini ve göcde çapının 1m den büyük olduğunu ömürlerinin ise 400 yıla kadar uzanabildiğini görürüz.

Gövde yapısı bakımından düz bir yapıya sahip olan Karaçam, silindir yarıçaplı bir yapı biçiminde oluşu kereste endüstrisi içinde bir tercih sebebidir. Tepe yapısı, genişlemeye müsait olduğu halde, yüksek bölgelerde ve büyüme alanları dar olan yerlerde tepe bölgesi dar bir biçimdedir. *Pinus nigra* Arnold ilk büyüme evresinde yetişmesi boylanması çok hızlıdır zaman geçtikçe büyüme yavaşlayıp yapısı güçlenmeye başlar. Yaprak ve dal yapısı incelendiğinde yapraklarının iğneli olduğu düz ve kavisli bir biçime sahip olduğu ve yaprak yapısındaki iğnelerin çift olduğu görülüp iğne boylarının 8 ila 15 cm arasında olduğu tespit edilmiştir. Yapraktaki iğneler normal şartlarda ağaçta 3 ila 4 yıl arasında kalabilmektedir bazen istisnalarda görülebilir. Karaçam bir evcikliktir. Erkek kedicikler sarı, dişi çiçek salkımları kırmızımsıdır. Kozalaklar sapsız, 4-8 (9) cm uzunluğunda, 2-4 cm genişliğinde ve sarı-kahverengi renktedir. İkinci yılın sonbaharında olgunlaşırlar ve üçüncü yılda açılırlar. Kozalaklar 30-40 tohum içerir. Tohumlar gri renkli, 5-7 mm uzunluğunda, 19-26 mm uzunluğunda kanatlıdır (Akkemik.Ü).

Karaçam diğer aile üyeleri ile mukayese edildiğinde isterler anlamında son derece az bir talep içerisindedir. Karaçamın daha az emilim yaptığı gözlenmektedir. Karaçamın

yapısı incelendiğinde kök yapısının toprak yapısına göre şekillendiğine şahit oluruz. Kök yapısı sert ve çorak topraklarda kazık kök şeklinde olup daha derinlere nüfuz ettiği tespit edilmiştir. Yumuşak ve gevşek toprak tipinde ise kök yapısının saçaklı bir biçimde olduğu ve daha geniş alanlara yayıldığı görülmüştür. Karaçam daha çok kumlu balçıklı nemli topraklarda daha iyi yetiştiği gözlemlenmiştir.

Saf Karaçam ormanları için kâr zararları ve yangın en büyük tehdit unsurları olurken sığ topraklarda oluşan kara çam ormanları için tehlike fırtına iken seyrek büyüdüğü ormanlarda ise tehlike kuraklık ve don olduğu görülmektedir.

Karaçamın kerestesi kaliteli reçineli dayanıklı ve sert bir yapıya sahip olup işleme ve kullanım verimliliği yüksektir tutma dirençleri yüksektir bu nedenle yapı sektöründe tercih sebebidir. (Akkemik.Ü)

2.5 Ponza

Teknolojik hususiyetleri ve hammadde endüstrisinde muadillerine göre değişik üstünlükleri olan ponza (bims) taşı artan talep gören bir yaklaşımla, çeşitli ve değişik endüstri alanlarında yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

Son zamanlarda hafif yapı malzemelerine verilen önemin artması ve giderek talebin artmasına paralel olarak, hammadde tüketiminde ponza taşı düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, iklimlendirme hususiyeti, basit sıva tutma, özelliğinin çok yüksek olması ses yutum özelliği, deprem karşısında gösterdiği performansın yüksek oluşu esnek bir yapıda oluşu ve benzer işler için üretilen malzemeler içersinde daha ekonomik olması gibi birçok özellik ponzayı üstün kılmaktadır. Saymış olduğumuz bu özelliklerden dolayı ponza inşaat yapı sektöründe geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Ponza taşı, sadece yapı sektöründe değil başka sektörlerde de kullanılıp tercih edilmektedir. Bu sektörler; tekstil sektörü kimya sektörü ve tarım sektörü olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu sektörlerde çok farklı amaçlar için kullanılmaktadır (Köse H.).

Ponzanın bu kadar geniş bir kullanım alanını sahipken ponza hakkında yapısı ve kimyasal ve mekanik özellikleri endüstri kullanım alanlarının çeşitlendirilmesi ve

karakteristik özellikleri hakkında yeterli deneysel araştırmalar tam olarak yapılmamıştır.

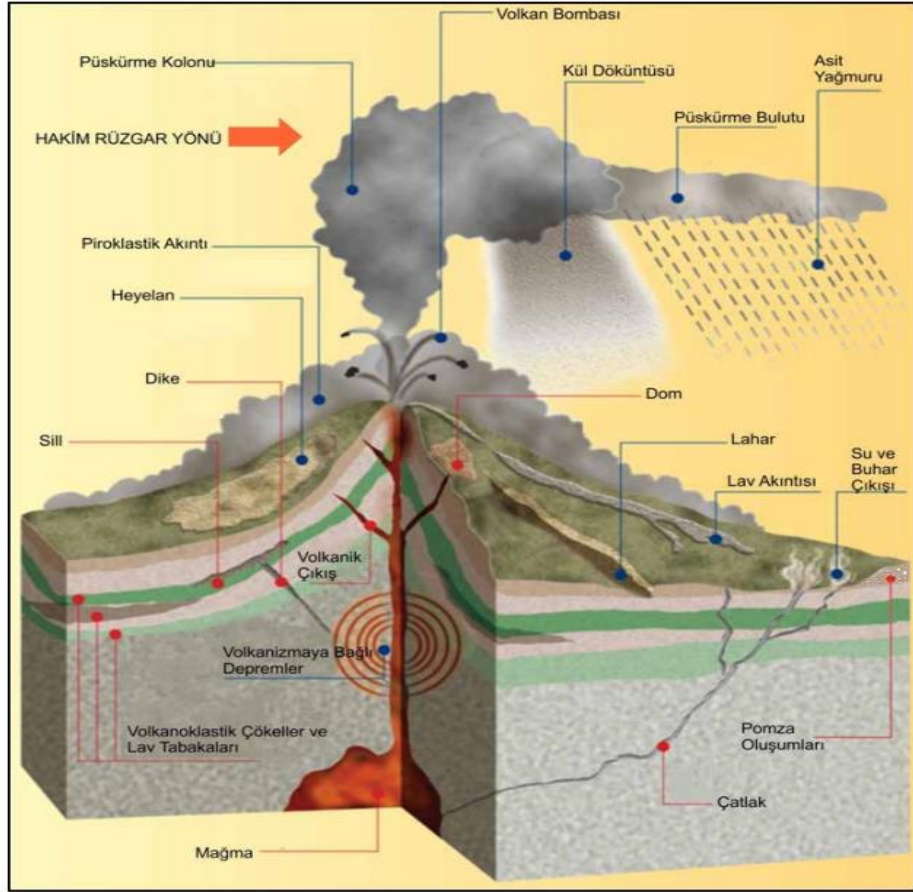
Bu anlamda, önemli bir endüstriyel hammaddemiz olan ve rezer durumu yüksek olan pomza taşının üzerinde yeterli araştırmanın yapılması ve kullanım alanlarının çeşitlendirilmesi ile yurt ekonomisine büyük oranda bir katma değer olacağı şüphesizdir (ponzamer.sdu.edu.tr/indextr.htm)

2.5.1 Ponzanın tanımı

Ponza farklı dil ve kültürlerde farklı isimlerle tanımlanmıştır Almanca bimsstein, İtalyanca ponza, İngilizce pumice olarak adlandırılmıştır. Türkçe'de ise farklı farklı isimlerle adlandırılmış olup bu isimler; süngertaşı, köpüktaşı, topuktaşı, hasırtaşı olarak adlandırılmıştır. Bilimsel dünyada ise literatür araştırmalarına ise pümis veya pümisit olarak girmiştir. Büyük agrega boyutuna pümis, kum ve çok daha küçük granüllü boyutunda pümisit olarak adlandırılmıştır. İlk rastlanılan boyutları daha büyük çaplı olup çeşitli işlemlerden sonra pümis veya pümisit olarak karşımıza çıkar (ponzamer.sdu.edu.tr/indextr.htm).

Volkanik faaliyetler neticesinde oluşmuş silikat bazlı, delikli yapısının birbiriyle yapısal olarak bağlantılı olmadığı ve yapısının çamsı bir biçimde olduğu(amorf) ve en önemlisinin ise doğal bir kayadır oluşudur (Köse,1997). Ponza, oluşumuna bakıldığında volkanik faaliyetler neticesinde süngerimsi ve boşluklu bir biçimde oluştuğu görülmüştür. Bununla birlikte ponza taşı kimyasal ve fiziksel faktörlere dayanıklı amorf yapılı bir madendir (Şekil 2.3).

Meydana gelmesi esnasında yapıdaki gazların hızlı bir biçimde yapıdan uzaklaşması ve hızlı bir biçimde soğuması neticesinde, büyük kalibreli gözeneklerden küçük kalibreli gözeneklere kadar sayısız gözenek meydana gelir. Gözeneklerin yapısı incelendiğinde ise yapı anlamında gözeneklerin bağlantısız olduğu görülmektedir ve bunun neticesinde, permeabilitesi düşük, ısı ve ses ızalasyonu performansı yüksektir (Endüstriyel Hammaddeler, 1996),



Şekil 2.2 Ponza Volkanik Oluşum Süreci

Ani basınç yapıdan ayrılması ani genişlemelere neden olur. Bu esnada yapısında ki gazların ani olarak yapıdan uzaklaşmasına sebep olur. Yapıdan uzaklaşan gazlardan sonra, arkada bırakılan eriyik halde olan parçalar atmosferle temas eder etmez katılaşır. Silsile neticesinde gerçekleşen bu olaylardan sonra ponza meydana gelir. faaliyetleri sonucunda genellikle volkan krateri belli bir süre sonucunda krater gölüne döşür.

Ponzanın oluşumunu kontrol eden etkenleri şöyle sıralayabiliriz;

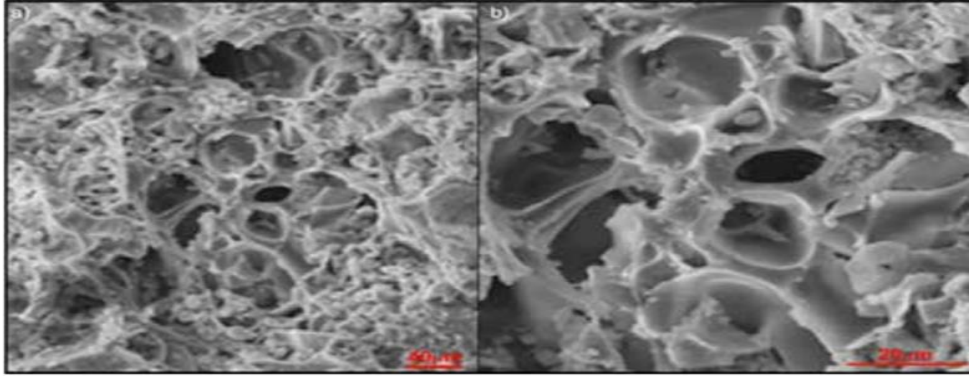
- Püskürme süresi, • Ara süreler, • Magma ısısı, • Magmadaki erimiş gaz miktarı, • Püsküren malzemenin soğuma zamanıdır. • Düşme (buluttan çökme) ile yığılma, • Fırlatma ile yığılma, • Akma ile yığılma.

Ponza oluşumu esnasında tabaka kalınlıkları çok ince ölçü görülmektedir ve santimetre hassasiyetinde ifade edilmektedir. Bununla birlikte, tabaka kalınlıkları tepelerde ve düzlüklerde genel yapı içerisinde her yerde hemen hemen benzer kalınlık görülmektedir.

Püskürtme ve birikme biçiminde meydana gelmiş ponza yapılarında ise, ara sıra düzgün ve ara sıra birbiri içine girmiş katmanlar ve arada bazaltik kayaç sokulumları ve çatlama ve patlama neticesi ile bünyede parçalanma ve sıkışma meydana gelir. Akma neticesinde yığılma biçiminde meydana gelen ponza rezervleri masif strüktür olarak tanımlayabiliriz. Meydana gelmesinde kötü bir çözünme ve kalibrasyon ölçülendirmesi yok denecek kadar az bir şekilde meydana gelmektedir. Kalibrasyon sınıflandırmasının olmayacak şekilde meydana gelmesinin sebebi ise alt katmanlarda olan gang minerallerinin olması ve üst katmanlarda ise ponzanın serbest halde olmasının neticesidir. Ponza taşının granül çapı genellikle 5 cm'den küçüktür. Pomza agregaları ise bazen 10 cm'ye ukadar ulaştığı görülmüştür (Elmastaş, 2012).

Bu biçimde meydana gelen ponza rezervleri, volkan kraterlerinin yanı başından başlayıp merkezden dışa doğru atmosfer olaylarının neticesinde yayıldığı görülmektedir. Rezerv birikimlerinin bu şekilde meydana geldiği görülmektedir. Bu yataklar zamanla akarsularca taşınım sağlayarak uygun havzalarda depolanabilir. Bu biçimde meydana gelen yataklar içinde %1-3 oranında andezit, traki-andezit, bazalt, obsidiyen gibi volkanik kayaç parçaları görülür.

Diğer bir biçimde meydana gelen ponza yataklarında ise, yabancı maddeler daha fazla görülebilmektedir (Gündüz vd.,1998).



Şekil 2.3 Ponzanın Yapısı

Ponzanın gözenekli yapısı geçişli oluklu biçimi nedeniyle ponza madeninin ağırlıklı olarak hafif yapıda oluşu yapı endüstrisinde tercih edilmesinin başlıca nedenlerindendir. Ponza taşına has bazı hususiyetleri ile benzer yapıdaki camsı taşlardan (perlit, obsidiyen, pekştayn) ayrışır. Bu ayrışım noktaları kristal suyu bulundurmaması, gözenekli yapısı ve rengi ile genel basit manada benzer yapıdaki volkanik kayaçlardan ayrışır. Mohs skalasında sertliği ele alındığında 5,5-6,0

arasında olduğu ve kimyasal yapısı incelendiğinde takribi %75' e kadar çıkan silisyum dioksitten meydana geldiği görülmektedir. Bununla birlikte ponza yapısında eser miktarda farklı mineralleride bulundurmaktadır (Şener,1999).

2.5.2 Ponza kullanımının tarihsel gelişimi

Ponza Taşının bilinen en eski dayanağı MÖ I. yy.' da Vitruvio'ya ait mimari özete kadar gitmektedir. Vitruvio yığınları sudan hafif olan kayaçlar olarak tanımlanırlar. Bunun yanında bünyesinde suyu hapsedmediği ve hijyenik olduğunu da belirtilmiştir. Helenistik Roma mimari tarihinde, ponza taşı genellikle termal havuz ve banyoları içerisinde bulunduran yapılarda ve inanç temelli yapılarada, tapınaklarda kullanımına rastlanılmıştır. Bu yapılar günümüzde rastlamak mümkündür. O dönemlere ait en bilinen ve göze çarpan başlıca yapılar Roma Pantheonu ve İstanbul günümüzde hala ibadet hane olarak kullanılan Ayasofya Camiidir. O dönemlerden sonra çeşitli dönemlerde de ponza taşı kullanım tercihi olmuştur. Örneğin 1800'lerde Almanya'nın Rhinenland şehirlerinde tekrar kullanımına rastlanmıştır.

Ponza taşının Avrupa serüvenine baktığımızda ise genel itibariyle pek rağbet görmediği farklı madenlere yapı malzemelerine yöneldikleri görülmüştür. Pomza malzemesinin Amerika sürecine bakıldığında avrupadan göç eden göçmenlerle kullanıldığına rastlanır. Geçen süre boyunca bir çok eyalette ve bir çok yapı kolunda kullanım alanı oluşmuştur. Geçen 20 yıl boyunca teknolojinin ilerlemesi ve çevre bilince ulaşılması ponza taşının kullanımını bir çok endüstri koluna yayılmasını sağlamıştır (soylu .com.tr/tr/pumi ce_hi story. htm)

2.5.4 Ponzanın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Ponza madeni volkanik bir kayaç çeşididir. Yapısı incelendiğinde bazik ve asidik bir yapıda olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise volkanik faaliyetler neticesidir. Bazik ponza, bazik yapıda bir volkanik faaliyet neticesidir. Yapıda ki silis oranına bakıldığında düşük, demir, kalsiyum ve magnezyum oranlarının ise yapıda yüksek olduğu görülür. Ponza taşı renk anlamında koyu renkli kahverengimsi ve siyahımsı bir yapıda olabilirler. 1-2gr/cm civarında olan özgül ağırlıkları ise onları diğer volkanik taşlara göre hafif kılmaktadır. (Gündüz,1998)

Bazik karakterdeki ponza yataklarının yayılım alanlarına bakıldığında Demirci ve Kula ile Manisa'da Çaldıran ile Van'da Tatvan ile Bitlis'te ve Tomraz ile Kayseri sınırlarında ponza rezervleri tespit edilmiştir (Şener,1999).

Asidik ponza ise yapıda volkanizma çeşididir. Büyük yataklarda meydana gelirler. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan çeşidi asidik ponza, beyaz ve kirli bir biçimde ve grimsi beyaz şeklindedir (Gündüz,1998).

Türkiye'de Kayseri, Nevşehir, Bitlis, Van, Ağrı, Kars, Ankara, Isparta dolaylarında önemli yataklar 6 bulunmaktadır (Şener,1999).

Ponza taşı yer yüzünde en çok bulunan ve kullanılan türü olan asidik ponza, beyaz ve kirli renk biçimindedir. Bazik ponza ise literatürde Scoria olarak tanımlanmış olan Türkçe'deki Bazaltik ponza olarak bilinen kahverengimsi ve siyahımsı renkte ki ponza çeşididir. Her iki çeşidinde meydana gelmesi sırasında ani bir biçimde soğuması ve gazların ponza taşı çok hızlı bir biçimde terk etmesi neticesinde oldukça gözenekli ve bir yapıya bürünmüştür. Bununla birlikte gözenekler birbirlerinden bağımsızdır (Şekil 2.4).

Eriyik halde olan ponza da bazik ponza mağması ve asidik ponza mağması karşılaştırıldıklarında asidik olan bazik olana göre yoğunluğu daha azdır. Asidik ponzanın yoğunluğu 0, 5 ila 1 gr/cm³ arasında olduğu görülmektedir. Bazik ponzanın yoğunluğunu ele aldığımızda ise daha fazla olduğu ve 1 ila 2 gr/cm³ arasında değişiklik arz etmektedir (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

Ponzanın taşı genel kimyasal içeriği; % 60-75 SiO₂ , % 13-17 Al₂O₃ , %1-3 Fe₂O₃ , % 1-2 CaO, % 7-8 Na₂O - K₂O ve eser miktarda TiO₂ ve SO₃'den meydana gelmektedir (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

Ponza taşı genel olarak fiziksel özellikleri anlamında ele alırsak; kuru birim hacim ağırlığı 600- 1500 kg/m³ , su emme oranı %20-30, su nüfuz katsayısı 25, ses yutma özelliği (ort.) 0.44, ısı iletim katsayısı 0,16 Kcal/mh°C, su kapasitesi % 0.06, boşluk oranı % 0.70 olduğu görülmektedir.



Şekil 2.4 Ponzanın ani ısınma ve soğuma sonrası bünyedeki gazların çekilip gözenekli bir yapı elde etme neticesi.

2.5.5 Ponzanın kullanım alanları

Ponza yapısal kimyasal ve mekanik özellikleri bakımından benzer amaçla üretilmiş bir çok hammadde türüne göre farklı özelliklere sahiptir. Bu sahip olduğu özelliklerden dolayı ponza taşı yani bims çok talep görmüş olup bu talep neticesinde kullanım alanları çeşitlenmiştir. Son yıllarda endüstri alanında yaşanan gelişmeler neticesinde ham maddeye artan talepler pomzayı vaz geçilmez bir pozisyona getirmiştir. Ponza taşının gözenekli yapısı neticesinde hafif olması elastik bir yapıda oluşu ses yutumu kabiliyetinin yüksek muadillerine göre daha ekonomik olması gözenekli yapısı nedeniyle sıva tutma kabiliyetinin yüksek olması akustik özellikleri yüksek performans göstermesi neticesinde pomza taşı yapı endüstrisinde çokça tercih edilmektedir (Tuncer, 1997).

Ponza taşı, sadece inşaat yapı endüstrisinde değil birçok alanda da tercih edilmektedir. Bu sektörler başta tarım, kimya ve tekstil endüstri sektörleri olup bu sektörlerde kullanım amaçları çok çeşitlidir. Fakat ponza taşı hakkında yeterli deneysel araştırmalar yapılmadığından ponza kullanımı istenen düzeyde değildir.

Bu bakımdan, ponzanın önemli rezerv potansiyeline sahip bir endüstriyel hammaddemiz olmasından dolayı, üzerinde yeterli incelemenin yapılması ve kullanım alanlarının yaygınlaştırılması ile ülke ekonomisine yüksek oranda bir katma değer sağlanacağı şüphesizdir. (ponzamer.sdu.edu.tr/indextr.htm)

Ponzanın kullanım alanları ele alındığında birçok sektörde kullanıldığı görülmektedir. Başlıca bu sektörler;

- İnşaat sektöründe kullanımı: Yapı elemanları üretim biçimlerinden iç kısmı boş veya dolu olarak üretilmesi. Prefabrik yapılar da tercih edilmesi bununla birlikte izalasyon malzemesi olarak kullanımı. Hafif kaplama elemanı hafif harç ve beton yapımı hafif harç gibi yapı elemanlarına dönüştürülmesi.
- Tekstil sektöründe ponza kullanımı: Bu sektörde degenel anlamda çok küçük granüller şeklinde kumaşa püskürmek suretiyle eskitme renk açma ve kumlama tekniğinde kullanımına rastlanır.
- Tarım endüstrisinde ponza kullanımı: Tarım alanında toprak yoğunluğu az olan ve su ihtiyacı fazla olmayan tarım ürünlerinde kullanılır ve ayrıca peyzaj işleme alanında süs bitkileri taban kısmında kullanımına rastlanır.
- Kimya ve diğer endüstri alanlarında kullanımı: Ponza taşı çimento sektöründe puzzolonik bağlayıcı madde olarak kullanılır. Boya sektöründe de ses ve nem etkisini gideren izolatif duvar boyası, hazır sıva ve harç yapımında pürüzlü kaplama, motifli boya, astar macunu ve vernik dolgusu, aşınmayan trafik boya ve kaplamalarında kullanılır. Ponza taşı farklı kullanım teknikleriyle plastik endüstrisinde ve kağıt endüstrisinde dolgu malzemesi olarak kullanılırken. Seramik endüstrisinde yüzey kaplamasında ve ısı yalıtımında kullanımında. Bunun yanı sıra yol yapımında kusmayı önlemek amaçlı olarak kullanılırken yağ kullanımının ve çevreye yayılma ihtimalinin yüksek olduğu yerlerde emici madde olarak kullanılır. Tarım kimya sektöründe gübre üretimi esnasında gübrenin topraklanmasını önleme amacıyla kullanılır.

Yine tarımda hayvan damlarında ve tavuk çiftliklerinde hayvan sağlığını koruma amaçlı alt kısma serilir. Arıtma tesislerinde oluşturulan katmanlı yapılar sayesinde arıtma amaçlı kullanılır (Köse,1997).

2.5.6 Türkiye ponza yataklarının rezerv durumu

Ponza taşı, rezerv olarak ülkemizde önemli bir paya sahip olup çeşitli bölgelerde kayda değer miktarlarda rezervlere sahiptir. Ponza taşının ülkemizde ki rezerv dağılım durumunu Çizelge 3.7'deki gibi olup; "A: Görünür rezerv", "B: Muhtemel rezerv", "C: Mümkün rezerv" miktarlarını temsil eder

Yeri	m^3	Kategorisi
Nevşehir-Avanos-Ürgüp	400.413.834	A+B
Derin Kuyu	48.670.500	C
Kayseri-Gömeç	13.250.000	A+B
Kayseri-Develi	59.510.000	A+B
Kayseri-Talas-Tomorza	241.000.000	A
Kayseri-Talas-Tomorza	285.000.000	B
Bitlis-Tatvan	1.1000.000.000	A+B
Bitlis+Ahlat	2310.000.000	A+B
Van-Erciş-koca Pınar	155.630.000	A+B
Van-Molla Kasım	5.950.000	A+B
Ağrı-Patnos	27.813.000	A+B
Ağrı-Doğu Beyazıt	26.875.000	A+B
Kars-Iğdır-Kavak Tepe	40.157.256	B
Kars+Digor	11.718.750	B
Kars+Sarı Kamış	1.875.000	B
Ankara-Güdül-Tek Köy	8.077.000	A+B
Isparta-Gölcük	30.983.250	A+B
Toplam(A+B+C)m3	2663.888.563	

Çizelge 2.7 Türkiye Ponza Rezerv Alanları (Gündüz, 1998).

2.5.7 Ponzanın üretim yöntem ve teknolojisi

Ponza taşını ilk işleme ve üretim süreci olan ocaktan ponza taşını ham olarak çıkartılması aşamasında büyük bir işletme yatırımına ihtiyaç yoktur. Ponza üretiminde açık işletme yöntemi kullanılmaktadır. Ponza taşı ocaktan ilk çıkarılma sürecine baktığımızda yüzeyde olan ponza taşlarının fazla bir işlem gerektirmeden bir yükleyici tarafından taşıyıcılara yüklenmesi ile başlar ve buradan da asıl işlemlerin görüleceği işletmeye sevk edilir. İşletmeye sevk edilen ponza taşları uygun kalibreye sahip kırma değirmenleri vasıtasıyla ponzaları kırıp akabinde eleyip küçük agregalar boyutuna getirilip buradan da ponza agregalarının depolandığı silolara gönderilir. (Tozaçan,1999).

Ponza taşını işleme sürecine geçilmeden önce şu faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir; ponza cevherinin kalitesi işlenecek olan ponza ocağının konumu çevher zonunun biçimi gibi faktörler önem kazanmaktadır. Bu iş ve işlemlerin belirlenmesinden sonra üretime geçilebilir. Ponza üretiminde en büyük zorluklardan biri de maden ocağında ponzaya karışan volkanik kayalardır. Bu kayaların ponza madeninden ayrışması için ponza suda gözenekli hafif yapısı sayesinde yüzer ve volkanik kayalar ise dibe çöker bu şekilde ponza ayıklanabilir. Ponza taşının üretiminde ki zorluklardan biride ponzanın belli bir geometrik şekle sahip olmayışı çok fazla yüzeye sahip oluşu ponza taşının ambalajlanmasını zorlaştırmaktadır. (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

Bir ürünün tanınması ve sektörde talep görmesinde ki en önemli faktörlerden biri ambalajlamadır. Ürün ambalajlama sayesinde tanınıp talep bulup piyasa fenomenlerinden biri haline gelebilir. Bu bilgiler ışığında uluslararası ticarete tercih edilmenin önem kazandığı ve bununda farkındalık oluşturarak diğer muadillerden ayrışma neticesinde olabileceğini görmekteyiz. Tercih edilmenin ilk sebebi bile ilk etepta ambalajlama olurken ürün niteliği ikinci planda kalabilmektedir. Fakat ponza taşı belli düzgün bir şekle sahip olmadığı için ambalajlanması ve diğer muadil endüstriyel ürünlerden ayrışıp ön plana çıkması zorlaşmaktadır. (Endüstriyel Hammaddeler,1996)

Ponza ham halde incelenip ele alındığında o an yapısında var olan yabancı maddeler ve volkanik agregalar ve kalibrasyon dışında kalan tüm ponza agregaları belirli bir kalibrasyon sistemi oluşturularak ilk etapta ayrıştırılıp ayıklanmalı ve ayıklama ve

yıkama havuzuna gönderilerek net bir yüzey elde edilip ayıklanmalıdır. Ardından ponza taşının kurutma işlemine geçilmelidir (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

Ponza taşını standart bir hale getirilmesi adına piyasa oyuncularının belli bir üretim diline sahip olması gerekmektedir. Oluşturulacak bu ortak anlayışın standartların oluşturulması için üreticiler ve üniversite ve ilgili kurum ve kuruluşların belli bir paydada buluşup ürün standardizasyonu adına çalışıp olgunlaşmış standartları olan bir ürün ortaya koymalıdır. Bu aşamada ki temel sorun nihayi ürünün rekabet gücü yüksek tercih edilirliliği olan belli standartlara kavuşmuş ürünler ortaya konması kavuşması adına tiriz dikkatli piyasa isterleri göz önünde bulundurulan sağlıklı ve rakabet gücü yüksek bir ürünler arz edilmelidir (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

Ambalajlama: Ponzanın ambalajlama şekli agrega veya granül haline getirilen işlenmiş agrega taşları ellişer kiloluk plastik torbalara konmak suretiyle ambalajlanır. Bunun yanı sıra torbalama harici paketleme yöntemide kullanılır (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

Ponza granüllerini ambalajlamada kullanılan malzemelerin beklentileri karşılamaması ve belli bir standarta sahip olmaması yükleme ve taşıma esnasında çeşitli sorunlara neden olmakla beraber işletme kayıplarına sebep olmaktadır. Bunların önlenmesi adına belli standartlara sahip olan ambalajlamanın yapılması gerekmektedir (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

2.5.8 Ponzanın tüketimi

Ponza taşı belli başlı bilindik sektörlerde tercih edilmektedir. Bu sektörler: tarım sektörü, inşaat ve değişik sanayi sektörlerinde tercih edilmektedir. Ponzanın genel kullanımına bakıldığında genel anlamda inşaat sektöründe çokca tercih edildiği görülmektedir. Bununla birlikte ülkemizde çıkarılıp işlenilen pomzanın büyük bir kısmı iç piyasada kullanılmadığını daha çok ihraç edildiği görülmektedir (Gündüz, 1998).

Ponza taşını perlit şeklinde işlenmiş hali, perlitin kullanım alanının geniş olması ve genişletmek için enerji ve yatırım gerekmediğinden, inşaat sektöründeki kullanımı son yıllarda hızla artış göstermektedir. Bu artışın elbette somut nedenleri vardır. Bu nedenlerin başlıcaları şöyle izah edilebilir (Gündüz, 1998).

Ponza agregası inşaat sektöründe kullanılan kum ve çakıl granüllerinden çok daha hafif oluşu yoğunluğunun daha az ile izah edilebilir. Bunun yanı sıra ponza agregasını beton

yapımında katkı maddesi olarak kullanılabilir bunun sağladığı avantajlar ise zaman ve işçiliktir. Bununla birlikte bu hafifliğin getirdiği avantajlarla bina daha az yük oluşumuna maruz kalacağının yanı sıra işletme maddi anlamda da tasarruf sağlayacaktır.

Ponzanın ve betonun ısı geçirgenliği karşılaştırıldığında ponzanın betondan altı kat daha fazla bir performans sergilediği tespit edilmiştir. Bu özelliğinden dolayı daha fazla ısı ve enerji tasarrufu sağladığı görülmektedir.

Örnek olarak TS-1114'e uygun hafif gözenekli agregaların (Türkiye'de üretilen ponzalar genelde TS-1114'e uygundur) birim hacim ağırlığı 800-900 kg/m³ ve ısı iletkenliği hesap değeri 0.33-0.8 kcal/mhoC'dir. Bu örneklerde görülebileceği gibi ponzadan üretilen yapı elemanlarının ısı yalıtımı diğer malzemelerden üretilenden kat kat fazladır. Tabii ki bunun en büyük nedeni gözenekli oluşudur (Endüstriyel Hammaddeler,1996).

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Bu çalışmada karaçam yongası, ponza taşı agregası ve üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

3.1.1 Üre formaldehit tutkalı

Üre formaldehit tutkalı günümüzde daha çok kontrplak üretiminde karşımıza çıkan bir tutkal çeşididir. Üretilen üre form aldehit yapılı reçinelerin geçmişi 1939 yılına dayanmaktadır. KAURİT adı ile gemi kamaraları tren vagonlarının yapımı için üretilen kontrplakların üretimi için kullanımında karşımıza çıkmaktadır. Sentetik reçinenin yapısı incelendiğinde Formaldehitin üre ile kondenzasyonu neticesinde oluştuğu görülmektedir. Yapıştırıcı elde edilme sürecine baktığımızda reçinenin, asitin seyreltilmesiyle veya amonyum tuzlarının sertleştirici madde ile karıştırılması neticesinde üre formaldehit tutkalı elde edilir. Elde edilen bu yapıştırıcının uygulama şekli sıcak ve soğuk uygulama olarak iki uygulama tipi bulunmaktadır. Kontrplak üretiminde genel itibariyle sıcak presleme kullanım şekliyle karşımıza çıkar. Bununla birlikte bu kontrplağın farklı varyasyonları da bulunmaktadır suya dayanıklı varyasyonlar gibi. Üre formaldehit tutkalının sertleştiricisi Melamin tuzları ve Resorcinol kullanılmaktadır (Y. Göker, 1976)

Üre formaldehit reçinesi üretilip piyasaya sunum şekli sıvı veya toz şeklinde arz edilmektedir. Bunların bekletilme süreleri birbirinden farklı olup sıvı olan formu 3 ila 6 ay arasında depolanabilirken sıvı formu bir sene kadar bozulmadan bekletilebilir.

Üre formaldehit tutkalı şu şekilde hazırlanmalıdır;

1 — %67 lik tutkal çözeltisinin hazırlanması: Toz formunda ki üre formaldehit tutkalında karışım oranı 2/3 oranında toz 1/3 oranında su kullanılarak çözelti oluşturulmalıdır.

2 — Sertleştirici maddenin hazırlanması ve tutkala katılması: Belirli oranlarda hazırlanan çözeltinin içerisinde mevcut olan tutkalın sertleşmesi sağlamak için bazı kimyasal bileşenler konulmalıdır. Sertleştirici maddeler çeşitli olup kontrplak endüstrisinde yüksek ısı dereceli preslerde yapıştırma bahis konusu olduğuna göre en

uygun sertleştirici madde çözeltisinin karışım şekli aşağıda verilmiştir (Y. Göker, 1976).

- 1) %1'lik Amonyum klorür (Nişadır) + 1%5 lik üre
 NH_4Cl $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$
- 2) %1'lik Nişadır + %5 lik üre + %25 lik Amonyak çözeltisi

Yukarıda belli oranlara göre oluşturulan 1 ve 2 numaralı uygulamalardan herhangi birisi tercih edilebilir. Her bir karışımdaki madde çözeltileri hacim bakımından birbirine eşit olarak karıştırılmak suretiyle sertleştirici madde çözeltisi hazırlanır.

Sertleştirici madde çözeltisinin %'67'lik tutkal çözeltisine en uygun karışım oranı hacimsel olarak 1 lt hazırlanan %'67'lik tutkala çözeltisine % 10 sertleştirici katarak elde edilmektedir (Y. Göker, 1976).

3 — Katkı maddelerin hazırlanması ve tutkala katılması: Çözeltiye katılan katkıları daha çok tutkalın akışkanlığını ayarlamak ve maliyeti düşürüp ucuzlatmak amacıyla tutkal içerisine katılır.

Yukarıda atıfta bulunduğumuz biçimde hazırlanan %67'lik tutkal çözeltisinin içerisine çavdar unu veya patates nişastası konulabilir.

Hazırlanan tutkal çözeltisinin içerisine çavdar unu katılması tercih edildiğinde tutkal çözeltisi şu şekilde hazırlanmalıdır; Sertleştirici maddeyi içeren 10 lt %'67'lik tutkal çözeltisi hazırlanır ve içerisine 5 kg çavdar unu ve 5 lt su katılarak karışım oluşturulur. Üre formaldehit reçinesinin ısı kullanım sıklası geniş olup 5 C° ile 100 C° dereceleri arasında performans göstermektedir. Reçinenin hazırlanıp kullanımı arasında geçen zaman önem arz etmektedir. Arada geçen zaman tutkal kalitesini etkilemektedir. Ayrıca bu zamana tutkalın dayanma zamanı da denmektedir.

Arada geçen bu zamanı etkileyen faktörleri de hesaba katmak gerekmektedir. Bu zamanlama, sertleştiricinin oranına tutkalın hazırlanması anında ki çevre şartlarına ortam ısısına göre 8 ila 24 saati bulmaktadır (Y. Göker, 1976).

3.1.2 Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. (*Pinaceae*))

Kompozit malzeme çalışmamızda kullanılacak olan karaçam yongaları Muğla kereste endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerden temin edilmiştir. Temin edilen karaçam yongaları kurutma işlemine tabi tutularak kondisyonlanmıştır. Kurutma işlemine tabi

tutulan karaçam yongaları elenmek süretiyle eleklerden geçirilip toz formunda çalışmalarda kullanılmıştır.

3.1.3 Ponza

Kompozit malzeme çalışmamızda kullanılacak olan ponza taşı madeni Manisa da faaliyet gösteren işletmelerden temin edilmiştir. Temin edilmeden önce ponza taşları değirmenlerde öğütölerek 3-5 mm büyüklüğünde granüllere dönüştürölmüştür. Granöl büyüklüğüne sahip olan ponzalar kurutularak kondisyonlanmıştır.

3.2. Metod

Çalışmada kapsamında üretilen kompozit panel ahşap lif ve yongalardan oluşmasının yanında farklı oranlarda ponza karıştırılarak ses yalıtım malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Hali hazırda bu şekilde hazırlanarak kullanılan bir malzeme yoktur. Sadece nem yalıtımı için çimentolu yonga levhalar bulunmaktadır.

Ponza inşaat sektörü başta olmak üzere birçok sektörde yoğun şekilde kullanılan bir malzemedir. İnşaat sektöründe özellikle de yalıtım açısında kullanılması önemli bir özelliğidir. Bunun yanında bazı sektörlerde dolgu katkısı olması amacıyla, tarım sektöründe gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

3.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

3.2.1.1. Yongaların kurutulması

Elenmiş yongalar kurutma fırınında, %3 rutubete kadar 103 ± 2 °C de kurutulmuş, böylece homojen bir rutubet elde edildi. Aynı işlemler yonga levha üretiminde kullanılacak çam malzeme için de yapılmıştır.

3.2.1.2. Yongaların elenmesi

Kurutulan yongaların tasnif edilmesi sırasında 3 mm ve 1,5 mm gözenekli eleklerden yararlanılmıştır. Dış tabaka yongaları için, 1,5 mm gözenekli elekten geçen yongalar kullanılmıştır. Orta tabaka yongaları için 3 mm gözenekli elekten geçen yongalar kullanılmıştır. (Şekil 3.6)



Şekil 3.5 Yonga pomza karışımının elenip karıştırılması

3.2.1.3. *Yongaların tutkalllanması*

Yongaların tutkallanmasında dış tabaka ve orta tabaka Resim 3.5’te görülen makinede önceden belirlenen tutkal miktarı püskürtme tabancası ile yongalara ve ponza taşı larışımına püskürtülmüştür (Resim 4). Tutkal olarak üreformataldehit trcih edilmiştir ve tam kuru yonga ağırlığına oranla orta tabakaya %10, dış tabakaya %10 oranında karıştırılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.6 Yonga, pomza ve tutkalın tamburda homojen olarak karıştırılması

3.2.1.4. Levha taslağının hazırlanması

Makine içerisindeki yivler sayesinde devamlı alabora edilen yongalar, yeterince karıştırıldıktan sonra serme işlemine geçilmiştir. Levha taslağının oluşturulmasında serpmeye yöntemi kullanılmıştır. Taslak oluşturmakta kullanılan yöntem, eleme işleminden sonraki süreci etkileyen en önemli faktördür. Levha taslağının hazırlanmasında demir profilden hazırlanan kalıptan yararlanılmıştır. (Şekil 3.7)



Şekil 3.7 Oluşturulan karışımın kalıba dökülüp preslenme aşamasına hazırlanması.

3.2.1.5. Presleme

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde 560 x 560 mm ebatlarında, tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır. Pres sıcaklığı 150 °C, pres basıncı 25 kg/cm² olacak şekilde ve 7 dk'lık net presleme süresi deneme levhalarının üretim şartları olarak belirlenmiştir.

Presleme sırasında levhalar dıştan içe doğru ısınacağından, dış yüzeyde bulunan nem, sıcaklığın etkisiyle buhara dönüşerek süratle iç kısımlara nüfuz etmiş ve gittikçe artan basıncında etkisiyle, su buharı, levha kenarlarından dışarı çıkmıştır.

Pres zamanı sona erince, basınç 10-14 kg/cm² ye düşürülerek tutkalın kristalleşmesi sağlanmıştır. Bu işlemin yapılmaması halinde orta katta olabilecek çözülmelerin levhanın vida tutma gücünü zayıflatabileceği bilinmektedir. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8 Kompozit malzeme preslenme süreci

3.2.1.6. Pres sonrası işlemler

Presleme işleminden sonra levhalar, dikey konumda istiflenerek hem dinlendirilmiş hem de soğutularak, çevre şartlarına uyumlu olması sağlanmıştır. Dinlendirme süresi uzun tutulmuş, böylelikle nem oranlarının daha homojen bir değer alması sağlanmıştır. Dinlendirme süresinde levhalar üst üste bekletilmiştir. Presten çıkan levhaların yüzeylerinin daha düzgün olması ve kalınlık hatalarının en az düzeye indirilmesi için kalibre zımpara makinesinden geçirilmiştir.

Presleme işleminden sonra hazırlanan levha karışım oranları çizelge 3.8’de verilmiştir. Levhalar, dikey konumda istiflenerek hem dinlendirilecek hem de soğutularak, ortam şartlarına uyumlu hale gelmesi sağlanacaktır.

Kod	Yonga	Karışım (%)
P10	Ponza Taşı+Ahşap Yongası	%10+%90
P30	Ponza Taşı+Ahşap Yongası	%30+%70
P50	Ponza Taşı+Ahşap Yongası	%50+%50

Çizelge 3.8 Yonga levha üretiminde ponza karışım oranları (%).

3.2.2 Üretilen yonga levhaların bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi

3.2.2.1. Yoğunlukların belirlenmesi

TS-EN 323 (1999) standardında belirtilen esaslara göre 50 x 50 x 20 mm boyutlarında 25 adet deney örneği hazırlanmıştır. Levhalar, TS-EN 326-1 (1999) standardında belirtilen esaslara göre 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\%65 \pm 5$ olan ortamda klimatize edilip, 0.01 gr hassasiyetli terazi ile tartılmıştır. Boyutları ise 0,01 hassasiyetli kumpasla ölçülmüştür. Buna göre;

$$p = \frac{m}{v} \times 10^6 \quad (3.1)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

p: Yoğunluk(g/cm³)

m: Numune ağırlığı (g)

V: Numune hacmi(cm³)

3.2.2.2. Rutubet miktarlarının belirlenmesi

Rutubet miktarının belirlenmesinde TS-EN 322 (1999) standardında belirlenen esaslara göre işlem yapılmıştır. Levhanın rutubet miktarı, her bir levha grubu için 5 adet olmak üzere, toplamda 25 adet, standarda uygun olarak 50 x 50 x 20 mm boyutlarda hazırlanan numuneler üzerinden belirlenmiştir. (Şekil 3.9)



Şekil 3.9 5x5 mm Boyutundaki numunelerin hazırlanması

Numuneler $\pm 0,01$ g duyarlıkta terazi ile tartılmış, etüve konulmuş ve 103 ± 2 °C' de değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. 6 saat ara ile yapılan tartımlarda,

birbirini izleyen iki tartım arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlelerinin 0,01'inden fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. Daha sonra numuneler kurutma fırınından çıkarılarak soğutulmuş ve 0,01 g duyarlılıkta terazi ile tartılmıştır.

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_0} \quad (3.2)$$

Burada

m_r : Klimatize edilmiş durumdaki numune kütlesi(g)

m_0 : Tam kuru haldeki kütle(g)

3.2.2.3. Kalınlığına şişmenin belirlenmesi

Kalınlığına şişme için TS-EN 317 (1999) standardında belirtilen esaslara uygun olarak 25 adet örnek hazırlanmıştır. Numunelerin tam ortasından $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta kumpasla ölçüm yapılmıştır. Deney numuneleri 20 ± 2 °C sıcaklıkta temiz suda 2 saat ve 24 saat süre ile su yüzeyinden 25 mm aralığında tutulmuştur. 2 saat ve 24 saat sonra sudan çıkarılan numunelerin fazla suları bir bezle alınmış ve kalınlıklar ilk ölçüm noktasından tekrar ölçülmüştür.

$$K = \frac{m_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (3.3)$$

Burada;

K : Kalınlığına Şişme(%)

m_y : Suda bekletilen numunelerin kalınlığı(mm)

e_k : Klimatize edilmiş durumdaki numune kalınlığı (mm)

3.2.3 Üretilen yonga levhaların bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

3.2.3.1 Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü

Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesi için TS EN 310 standardında belirtilen esaslara uyulmuştur.

Numune parçaları, 410 x 50 x 20 mm ölçülerinde, her bir gruptan 5 adet olmak üzere, toplamda 25 adet deney numune parça hazırlanmıştır. Destek açıklıkları (L1) kalınlığ ın 20 katı, numunelerin uzunlukları (L2) ise, L1 + 50 mm olarak alınmıştır. Deneylerde kullanılan desteklerin çapı 15 ± 0.5 mm., yüklemenin yapıldığı başlığın çapı ise 30 ± 0.5 mm.'dir.

Deney parçası boyuna eksenini desteklerin düşey eksenine dik olacak şekilde destekler üzerine düz olarak konumlandırılmıştır. Bundan dolayı deney parçasının enine eksenini ile kuvvet uygulama başlığının düşey eksenini aynı düzlemde olmuştur. Deneylerde kuvvet, parçanın tam ortasından sabit hızla ve deney cihazının yükleme hızı 2 mm/dak. olacak ekilde ayarlanmıştır. Eğilme, deney parçasının ortasından (yükleme başlığı altından) 0.1 mm hassasiyetle ölçülmü ve ölçüm sırasında uygulanan statik yükün değeri de 0,1 g hassasiyetle ölçülerek, 'yük-sehim' diyagramı şekil 3.10'da çizilmiştir.

$$\partial e = \frac{3xF_{max} \times L_1}{2xbxt^2} (N/mm^2) \quad (3.4)$$

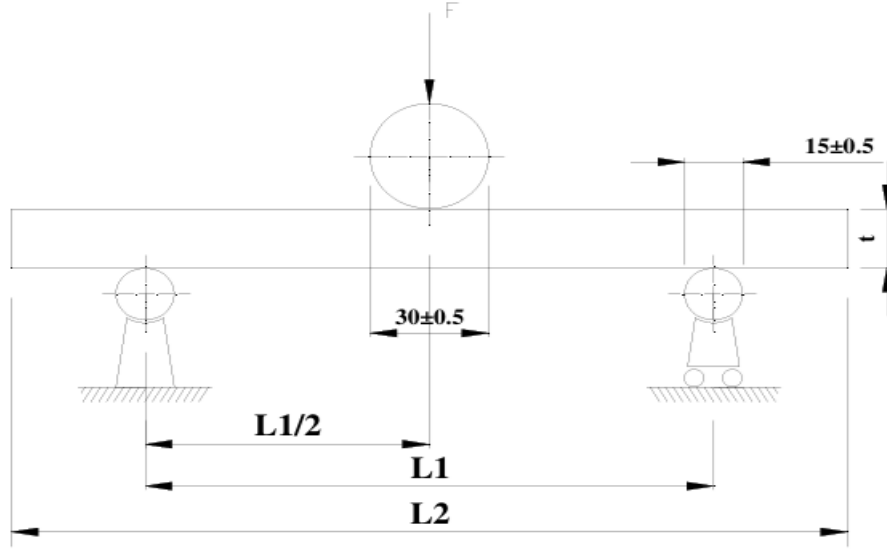
Burada;

F_{max} : Kırılma anındaki maksimum yük(N)

L_1 : Destek açıklıkları (mm)

b : Deney parçası genişliği(mm)

t : Deney parçası kalınlığıdır(mm)



Şekil 3.10 Yük sehim diyagramı

Eğilme deneylerinde, TS EN 310 standardına göre eğilmede elastiklik modülü değerleri de hesaplanmr. Elastiklik modülü (E), Şekil 3.12’de diyagram olarak verilip Şekil 3.11’de dene düzeneği verilmitir.

$$E = \frac{L_t^3}{4 \times b \times t^3} \times \frac{\Delta_F}{\Delta_f} \quad (3.5)$$

L_1 : Destek açıklıkları (mm)

b : Deney parçası genişliği(mm)

t : Deney parçası kalınlığıdır(mm)

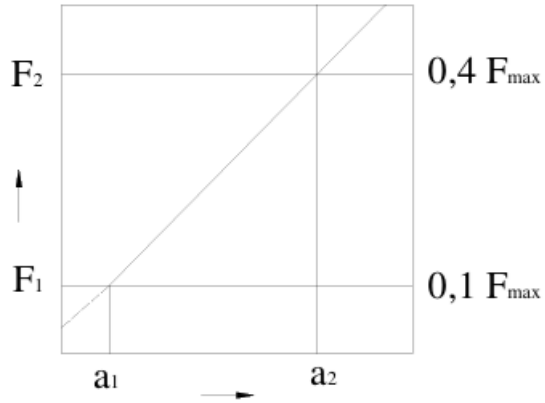
Δ_F : Yük-Sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yk artı (F_2-F_1)(N)

Δ_f : Kuvvet artları nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artıdır (f_2-f_1)



Şekil 3.11 Statik eğilme direnci deneyi yapılışı

F1 noktası yakın değer olarak maksimum yükün % 10'u, F2 noktası yakın değeri % 40'ı olmalıdır.



Şekil 3.12 Yük-sehim diyagramı içerisindeki elastik bölge.

3.2.3.2 Çekme deneyinin yapılışı

3.2.3.2.1 Vida Çekme Deneyi Yapılışı

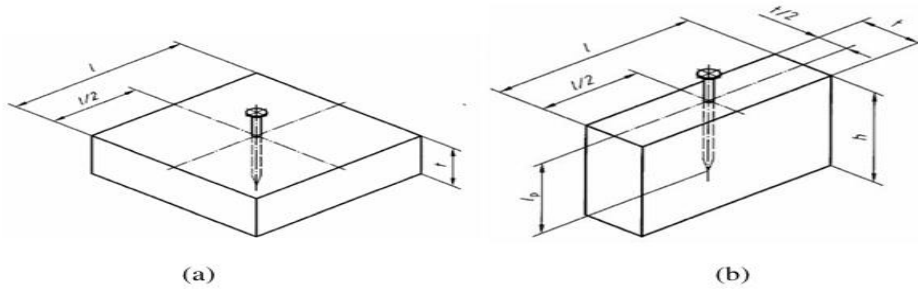
Vida tutma yeteneğinin belirlenmesi amacıyla TS EN 13446 ve TS EN 320'de belirtilen şartlara uyulmuş göz önünde bulundurulmuştur.

Numune parçaları bütün guruplardan 5 adet toplamda 25 adet 50 x 50 x 18 mm ebatlarında hazırlanmıştır. Parçalar % 65 ± 5 ba ıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık

koşullarında iklimlendirme dolabında, sabit kütleye varıncaya kadar kondisyonlamış ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deneye tabi tutulmuşlardır.

Deneylerde 4x50mm ebatlarında düşük karbon çelikli vidalardan yararlanılmıştır. Deney numunelerinin hem yüzeyine, hem de kenarlarına pilot delikleri açılarak vidalama yapılmıştır.

Ölçümler levhaların hem yüzeyinde hem de kenarlarında test edilmiştir. Yüzeyde ve kenarda vida girme derinliği 15 mm'dir. Vida tutma deney örneği şekil 3.13'de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Yüzeyden (a) ve kenardan (b) vida tutma direnci deney örneği ve hazırlanmış numune (l : 50mm, t : 18 mm, h: 50 mm, l_p : 15 mm)

$$f = \frac{F_{max}}{d \cdot l_p} \quad (3.7)$$

Burada;

F_{max} : Kırılma anında ki kuvvet(N)

d : Vida çapı(mm)





Şekil 3.14 Yüzeyden (a) ve kenardan (b) kavela tutma direnci deney numune örneği. (l : 50mm, t : 18 mm, h: 50 mm, l_p : 20 mm)

$$f = \frac{F_{max}}{d \cdot l_p} \quad (3.8)$$

Burada;

F_{max} : Kırılma anında ki kuvvet(N)

d : Kavela çapı(mm)

l_p : Levhaya girme mesafesi(mm)

3.2.4 Ses yayılma hızı

Fizikte bilindiği üzere ses esnek maddelerin titreşimi neticesinde meydana gelmektedir. Havada sistematik olarak hareket eden tüm maddeler çeşitli şekil değişiklikleri arz edebilirler bu şekil değişiklikleri ses dalgalarına neden olurlar bir titreşim yayarlar. Saniyedeki yayılma hızı olan titreşimi (F) olarak ifade edilir.

Ağaç malzemenin akustik durumu ses dalgalarına karşı gösterdiği performans koşullara göre değişebilmektedir. Ahşap malzemenin içerisinde hem sesin yayılması hemde absorbe edilmesi olabilmektedir. Bu iki ses olayı diğer katı, sı ve gaz olan maddelerden farklı bir şekilde meydana gelmektedir. Bunun nedeni odunun hücre yapısından kaynaklanmaktadır.

Sesin birim saniyede kat ettiği hıza ses yayılma hızı denmektedir. Ahşap mslzemede sesin yayılama hızı birçok etkene bağlayabiliriz bunlar; ağacın yapısı rutubet miktarı hücre çeperi hava boşluğu gibi birçok etmene dayanmaktadır.

Katı bir çisim içerisinde ses yayılma hız(C) aşşığıda ki formülle ifade edilir;

$$C = \sqrt{\frac{E}{p}} \quad (3.9)$$

Burada

E: Numunenin liflere dik veya paralel çekme yönündeki elastikiyet modülü(kg/cm²)

p: Numunenin yoğunluğudur(kg/dm³)

3.2.5 Ses Rezistansı

Ses rezistansı(w) bir cismin kendi içersinde ses yayılma hızına karşı gösterdiği dirençtir. Ahşap malzemenin bünyesinde ses yayılma hızına gösterdiği direnç odunun özgül ağırlığına bağlıdır. Bu direnç liflere paralel veya dik oluşuna bağlı olarak değişebilmektedir.

Ağaç malzemede ses dalgalarının yayılmasına karşı gösterilen direnç(w) aşşığıdaki formülle hesaplanmaktadır;

$$w = r * \sqrt{\frac{E}{r}} = \Gamma * C \quad (3.10)$$

Burada;

w: Liflere dik veya liflere paralel yönde gösterilen ses yayılma direnci.

r: Odunun özgül ağırlığı(gr/cm³)

E: Elastikiyet modülü.

C: Lifler dik veya liflere paralel yönde sesin odun içerisinde yayılma hızı.

4. BULGULAR

Levha üzerinde yapılan fiziksel ve mekanik testler neticesinde elde edilen sonuçlar başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Yoğunluk

Deney malzemelerine ilişkin ağaç malzeme türlerinin hava kurusu yoğunluklarına ilişkin bazı istatistik verileri çizelge 4.9’da verilmiştir.

Deney örneklerinin yoğunluk ve rutubet değerleri aşağıda tabloda verilmiştir.

Çizelge 4.9 Deney örneklerine ilişkin hava kurusu yoğunluk değeri

Guruplar	Deney Örneklerinin Ortalama Yoğunluk Değeri(gr/cm^3)	Homojen Gurubu
P10	0.5	A
P30	0.6	B
P50	0.7	C

Çizelge 4.9’da elde edilen veriler ışığında en yüksek değer 0,7 ile C grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer 0,5 ile P10 gurubu malzemesinden elde edilmiştir.

Çizelge 4.10 Yoğunluk değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali $p<0.05$
Gruplar Arası	0,050	2	0,025	60,000	0,000
Grup içi	0,005	12	0,000		
Toplam	0,055	14			

Çizelge 4.11 Yoğunluk değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(gr/cm^3)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	0.6240	0.02191	C
P30	0.6780	0.00447	B
P50	0.7640	0.02702	A

Çizelge 4.10’da görüleceği üzere rutubet verileri $p < 0,05$ olduğu için farklı ponza taşı ve çam yongası oranı levhaların yoğunluk değerleri üzerinde anlamlı bir farklılaşma

olduğu söylenebilir. Çizelge 4.11’de görüleceği üzere yoğunluk ortalama değerleri homojenlik guruplarına göre değişmektedir.

4.2 Rutubet

Deney örneklerinin rutubet değerleri TS-EN 322 (1999) standardında belirlenen esaslara göre ölçülmüştür.

Çizelge 4.12 Deney örneklerine ilişkin ortalama rutubet değeri

Guruplar	Deney Örneklerinin Ortalama Rutubet Değer(%)	Homojen Gurubu
P10	13.2	A
P30	9	B
P50	5.6	C

Deney rutubet örnekleri ortalama rutubeti incelendiğinde en yüksek değer P10 gurubunda en düşük değer de P50 gurubunda olduğu çizelge 4.12’de görülmüştür. Bunun nedeninin ise karışım oranında ponza arttıp ahşap oranının azalması olarak yorumlanabilir.

Testler sonucunda elde edilen rutubet değerlerine ilişkin farklı ponza ve ahşap yongası oranlarının levhanın rutubet değerleri üzerinde etkili olup olmadığına yönelik varyans analizi Çizelge 4.13’ de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Rutubet değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları.

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali p<0.05
Gruplar Arası	144,000	2	72,000	10,000	0,003
Grup içi	86,000	12	7,000		
Toplam	230,000	14			

Çizelgeden görüleceği üzere rutubet verileri $p < 0,05$ olduğu için farklı ponza taşı ve çam yongası oranı levhaların rutubet oranları üzerinde anlamlı bir farklılaşma olduğu söylenebilir. Rutubet oranları homojenlik guruplarına göre değişmektedir. Ponza oranı arttıkça bünyedeki rutubet oranının azaldığı görülmüştür.

Farklılık yaratan değişkenlerin belirlenmesi için yapılan homojenlik testi çizelgesi Çizelge 4.14’ de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Rutubet değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(%)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	13.2000	3.27109	C
P30	9.0000	3.00000	BC
P50	5.6000	1.34164	AB

Çizelge 4.14’de görüleceği üzere levhalar arasında en düşük rutubet oranı %5.6000 verisi ile P50 grubunda çıkmıştır. Ponza yapısı gereği rutubeti ahşap malzemede olduğu gibi yapısında taşıyacak özellikte değildir. Bağlantısız çoklu delikleri sayesinde rutubeti bünyesinden kolaylıkla tahliye edebilir.

4.3 Kalınlığına Şişme

Deney örnekleri kalınlığına şişme için TS-EN 317 (1999) standardında 2 ve 24 saat daldırma işlemine tabi tutularak veriler elde edilmiştir.

Çizelge 4.15 2 saat Kalınlığına Şişme değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali p<0.05
Gruplar Arası	553,000	2	276,000	386,000	0,000
Grup içi	8,000	12	0,000		
Toplam	562,000	14			

2 saatlik daldırma sonuçlarında $p<0.05$ olduğundan homojenlik durumunun şişme oranı üzerinde etkili olduğu çizelge 4.16’da görülmüş olup anlamlı bir değişim olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.16 2 saat Kalınlığına Şişme değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	19.2360	1.10430	C
P30	9.2040	0.92862	B
P50	4.7020	0.25371	A

Çizelge 4.16’da elde edilen veriler göre 2 saatlik kalınlığına şişme değeri en yüksek %19.2360 olarak P10 gurubunda elde edilmiş olup en düşük değer %4.7020 ile P30 grubunda elde edilmiştir.

Oluşturulan %10, %30 ve %50 lik gruplarda kalınlığına şişme oranları üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Karışım oranında ki talaş oranı arttıkça kalınlığına şişme oranlarında artma olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.17 24 saat Kalınlığına Şişme değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali p<0.05
Gruplar Arası	357,000	2	178,000	69,000	0,000
Grup içi	30,000	12	2,000		
Toplam	388,000	14			

24 saatlik daldırma sonuçlarında $p < 0.05$ olduğundan homojenlik durumunun şişme oranı üzerinde etkili olduğu görülmüş olup anlamlı bir değişim olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.18 24 saat Kalınlığına Şişme değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(%)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	25.1660	0.61403	C
P30	16.4280	2.42004	B
P50	13.7280	1.20292	A

Tablo 4.18’de elde edilen verilere 24 saatlik en yüksek değer %25.1660 olarak P10 gurubunda elde edilmiş olup en düşük değer %13.7280 ile P30 gurubunda elde edilmiştir. Bunun nedeninin kompozit malzeme üretiminde karışımı oluşturan çam yongasının oransal değişimi neticesinde olduğu görülmektedir. Oransal olarak çam yongası artışında kalınlığına şişmenin arttığı görülmüştür.

4.4 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü

4.4.1 Eğilme direnci

Genel eğilme direncine ilişkin veriler Tablo 4.19’da verilmiştir. Numunelere ait eğilme direnç basit varyans ve tukey homojenlik değerleri çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19 Eğilme direnci değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali $p < 0.05$
Gruplar Arası	89,000	2	44,000	356,000	0,000
Grup içi	1,000	12	0,000		
Toplam	90,000	14			

Çizelge 4.19’a göre eğilme direnci verileri $p < 0,05$ olduğu için ponza ve ahşap yongası oranının arasında anlamlı bir farklılaşma vardır. .

Farklılığa neden olan grubun belirlenmesi için homojenlik tablosu çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Eğilme direnci değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama (N/mm^2)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	9.4912	0.41294	A
P30	5.2974	0.34900	B
P50	3.7082	0.28779	C

Çizelge 4.20’e göre tüm gruplar arasında eğilme dirençlerinde farklılık olduğu görülmüş olup eğilme direnci en yüksek $9.4912(N/mm^2)$ olarak P10 ve eğilme direnci en düşük $3.7082(N/mm^2)$ olarak P50 malzeme guruplarından elde edilmiştir. P10’nun eğilme direnç değerlerinde yonga oranıyla doğru orantılı olduğu görülmüştür. Homojen karışım oranında talaş miktarı arttıkça eğilmeninde buna paralel olarak arttığı görülmüştür.

4.4.2 Eğilmede elastikiyet modülü

Genel eğilme direncine ilişkin veriler Tablo 4.21’de verilmiştir. Numunelere ait eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait basit varyans ve tukey homojenlik değerleri çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali $p < 0.05$
Gruplar Arası	1257081,000	2	628540,000	279,000	0,000
Grup içi	26966,066	12	2247,000		
Toplam	1284047,000	14			

Çizelge 4.21’e göre eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait verileri $p < 0,05$ olduğu için ponza ve ahşap yongası oranının arasında anlamlı bir farklılaşma vardır. . Farklılığa neden olan grubun belirlenmesi için homojenlik tablosu çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 eğilmede elastikiyet modülü değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(N/mm^2)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	1946.0500	41.41050	A
P30	1684.1400	60.63580	B
P50	1244.4140	36.74217	C

Çizelge 4.22’e göre tüm gruplar arasında eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait değerlerde farklılık olduğu görülmüş olup eğilme elastikiyet modülü en yüksek olan P10 homojen grubudur. P10’nun eğilme elastikiyet modülü değerlerinde yonga oranıyla doğru orantılı olduğu görülmektedir. Homojen karışım oranında talaş miktarı arttıkça eğilminde buna paralel olarak arttığı görülmektedir.

4.5 Vida Çekme Direnci

4.5.1 Levha yüzeyine paralel vida tutma direnci

Deney örneklerine ait levha yüzeyine paralel vida tutma direncine ait basit varyans analizi değerleri çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23’de Levha yüzeyine paralel vida tutma direnci değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali $p<0.05$
Gruplar Arası	309,000	2	154,000	179,000	0,000
Grup içi	10,000	12	0,000		
Toplam	319,000	14			

Testler neticesinde Levha yüzeyine paralel vida tutma direncine ait çizelge 4.23’de elde edilen verilerde $p<0.05$ olduğundan gruplar arası anlamlı bir farklılaşma olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.24’de levha yüzeyine paralel vida tutma direnci değerleri ve Tukey homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(N/mm^2)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	5.5000	0.50000	B
P30	6.6640	1.08013	B
P50	15.6640	1.08013	A

Çizelge 4.24’e göre vida tutma direnci p10 $5.5000N/mm^2$ ve p30 $15.6640N/mm^2$ gruplarında aynı homojenlik grubunda olduğu aralarında bir fark olmadığı görülmüştür. En yüksek değer ise $15,6640N/mm^2$ ile P50 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

4.5.2 Levha yüzeyine dik çekme vida tutma direnci

Deney örneklerine levha yüzeyine dik çekme vida tutma direnci değerleri Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25 levha yüzeyine dik çekme vida tutma direnci değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali $p<0.05$
Gruplar Arası	60,000	2	30,000	3,000	0,072
Grup içi	110,000	12	9,000		
Toplam	171,017	14			

Testler neticesinde Levha yüzeyine dik çekme vida tutma direncine ait çizelge 4.25’de elde edilen verilerde $p<0.05$ olduğundan gruplar arası anlamlı bir farklılaşma olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.26 levha yüzeyine dik çekme vida tutma direnci değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(N/mm^2)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	27.8000	3.63318	A
P30	32.3320	3.55903	A
P50	31.7500	1.29904	A

Testler neticesinde levha yüzeyine dik vida tutma direncine ait verilerde $p<0.05$ olduğundan gruplar arası anlamlı bir farklılaşma olduğu görülmüştür. Çizelge 4.26’da görüldüğü gibi en yüksek değer $31.7500 N/mm^2$ ile P30 grubundan elde edilmiş olup en düşük değer $27,8000 N/mm^2$ P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

4.6 Kavela Çekme Direnci

4.6.1. Levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci

Deney örneklerine ait levha yüzeyine paralel kavela tutma direncine ait basit varyans analizi değerleri çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27 levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci değerlerine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali $p<0.05$
Gruplar Arası	779,000	2	389,000	9,000	0,004
Grup içi	501,000	12	41,000		
Toplam	1281,000	14			

Çizelge 4.27’de elde edilen veriler neticesinde levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci ait verilerde $p<0.05$ olduğundan gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.28 levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci değerleri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(N/mm^2)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	69,00	6,00	A
P30	85,00	3,00	B
P50	82,00	8,00	B

Levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci değerlerinde P30 ve P50 aynı homojen grupta yerilirken P10 homojenlik açısından farklılık göstermektedir. Çizelge 4.28’de elde edilen veriler ışığında en yüksek değer $82,00(N/mm^2)$ ile P50 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer $69,00(N/mm^2)$ ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

Ponza taşı ve çam yongası karışımı levhada ortalamalarda P30 ve P50 birbirine yakın bir değer gösterirken P10 diğer iki homojen gruptan ayrılmaktadır fakat standart sapmalara bakıldığında P30 daha düşük bir standart sapma sergilediği ve levha

yüzeyine paralel kavala çekme direnci değerlerinde homojen grup ortalamasının daha yüksek olduğu görülmüştür.

4.6.2 Levha yüzeyine dik kavala çekme direnci

Levha yüzeyine dik kavala çekme direnci değerleri Çizelge 4.29’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.29 Levha yüzeyine dik kavala çekme direncine ait basit varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali $p < 0.05$
Gruplar Arası	524,000	2	262,000	17,000	0,000
Grup içi	179,000	12	14,000		
Toplam	704,000	14			

Testler neticesinde Levha yüzeyine dik kavala çekme direncine ait verilerde $p < 0.05$ olduğundan gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.30 Levha yüzeyine dik kavala çekme değeri ve Tukey Homojenlik grupları

Gruplar	Ortalama(N/mm^2)	Standart Sapma	Homojenlik Grupları
P10	18,00	1,00	A
P30	22,00	2,00	A
P50	32,00	5,00	B

Gruplara ait levha yüzeyine dik kavala çekme direnci homojenlik verilerine bakıldığında P10 ve P30’un aynı grupta yer aldığı P50’nin diğer iki gruptan farklılık arz ettiği ve tablodan elde edilen veriler ışığında en yüksek değer $32,00(N/mm^2)$ ile P30 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer $18,00(N/mm^2)$ ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

Homojenlik gruplarını standart sapma açısından değerlendirdiğimizde ise üç homojen gurubunda standart sapmalarının farklı olduğu en düşük standart sapmanın P10 olduğu fakat grup ortalamaları açısından en yüksek ortalamanın P50’de olduğu görülmektedir.

Bu durumda pomza çam yongası karışımı levhada kenar kavela çekme direnç değerleri açısından P50'nin daha uygun olduğu görülmektedir.

4.7. Ses Yayılma Hızı

Ses yayılma hızı literatürdeki kaynaklarda belirtilen yöntemlerden yola çıkarak elde edilen elastikiyet modülü verilerine ve yoğunluk değerlerine göre hesaplanmış olup, çizelge 4.31 de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Elastikiyete göre hesaplanan ses yayılma hızı verileri ve tukey homojenlik gurupları

Guruplar	Ses Yayılma Hızı(m/sn)	Homojenlik Gurupları
P10	1691,441	A
P30	1608,649	B
P50	1354,026	C

Çizelge 4.31'e göre kompozit levha türlerinin ses yayılma hızı değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. En yüksek değer 1691,441(m/sn) ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer 1354,026(m/sn) ile P30 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

4.8 Ses Rezistansı

Elde edilen veriler doğrultusunda deney örneklerinden ses yayılma hızları literatürde belirtilen formüller doğrultusunda hesaplanmış olup çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.32 ses rezistansı verileri ve tukey homojenlik gurupları

Guruplar	Ses Rezistansı (dyn.sn/cm ³)	Homojenlik Gurupları
P10	875,550	A
P30	1029,535	B
P50	1042,600	C

Çizelge 4.32'de elde edilen sonuçlara göre kompozit levha türlerinin ses rezistansı değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. En yüksek değer 1042,600 (dyn.sn/cm³) ile P50 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer 875,550 (dyn.sn/cm³) ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Yapılan çalışmanın yoğunluk sonuçları değerlendirildiğinde; Hava kurusu yoğunluk değeri en yüksek P50 grubunda (0.76 gr/cm^3) olduğu P30 grubu (0.67 gr/cm^3) ve P10 grubu (0.76 gr/cm^3) olarak malzemelerin yoğunlukları hesaplanmıştır.

E.Özen'nin yapmış olduğu çalışmada, farklı türlerde oluşturulan kompozit levhaların yoğunluk değerleri Çam (*Pinus p.*) talaşı + *G. lucidum* $0,22 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, Kavak (*Populus sp.*) talaşı + *G. lucidum* karışımından elde edilen miselyum esaslı biyo-kompozit ürün $0,18 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, Meşe (*Quercus sp.*) talaşı + *G. lucidum* 'dan elde edilen miselyum esaslı kompozitler $0,23 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ olduğu görülmüştür (Özen,2009). Çamsan entegrenin 18-30 mm kalınlık aralığında ürettiği MDF panellerinde yoğunluk $0,75 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$ olduğu beyan edilmiştir (<https://www.camsan.com.tr/mdf-teknik-ozellikler>). Yoğunluk olarak benzer performanslar segilediği görülmüştür.

Yoğunluklardaki farklılığın nedeni, farklı oranlarda ağaç yongası ve ponza kullanımı olabilir.

Yapılan çalışmanın rutubet sonuçları değerlendirildiğinde; Kompozit levha rutubet değerlerine baktığımızda en yüksek P10 grubun da $\%(13.2)$, en düşük P50 grubunda $\%(5.6)$ olarak hesaplanmıştır.

Özen vd. yapmış oldukları çalışmada, farklı oranlarda oluşturulan levhaların rutubet değerleri, ($\% 100$) $5,83$, ($\% 75$) $9,76$, ($\% 50$) $15,99$, ($\% 25$) $11,62$, ($\% 0$) $5,44$ olarak tespit edilmiştir (Özen,2009). Çamsan entegrenin 18-30 mm kalınlık aralığında ürettiği MDF panellerinde rutubet oranı $\%8$ olduğu beyan edilmiştir (<https://www.camsan.com.tr/mdf-teknik-ozellikler>). Özen ve çamsan entegrenin bulgularını yaptığımız çalışmanın rutubet bulguları ile karşılaştırdığımızda yaklaşık performanslar sergilediği görülmektedir.

Yapılan çalışmanın kalınlığa şişme sonuçları değerlendirildiğinde 2 ve 24 saatlik daldırma test sonuçlarında en yüksek ve en düşük verilerin P10 ve P50 malzemesinden elde edildiği görülmüştür.

Kompozit levhanın kalınlığa şişme oranını 2 saat daldırma test sonucunda P10 malzemesinden en yüksek kalınlığına şişme oranı $\%19.2360$ değeri ve en düşük kalınlığına şişme oranı $\%4.7020$ olduğu görülmüştür.

Bağ çubuğu yongasından elde edilen kompozit panellerin 2 Saat daldırma sonucu kalınlığına şişme değerleri A (% 100) 20,65 B (% 75) 19,21 C (% 50) 30,73 D (% 25) 15,63 E (% 0) 27,76 olarak bulunmuştur (Özen,2009).

Kompozit levhanın kalınlığa şişme oranını 24 saat daldırma test sonucunda P50 malzemesinden en yüksek kalınlığına şişme oranı %25.1660 değeri ve endüşük kalınlığına şişme oranı %13.7280 olduğu görülmüştür.

Bağ çubuğu yongasından elde edilen kompozit panellerin 24 Saat daldırma sonucu kalınlığına şişme değerleri A (% 100) 30,23, B (% 75) 22,93, C (% 50) 36,59, D (% 25) 18,75, E (% 0) 33,18 olarak bulunmuştur(Özen,2009). Çalışmamızda elde edilen verilerin farklılığının sebebi kompozit levha içerisindeki ponza taşı oranı olduğu düşünülmektedir. Masraf ve gündüzün yapmış olduğu çalışmalarda ise 24 saatlik şişme sonuçlarının ortalama %13,21 olduğu görülmüştür. Yapılacak olan kıyaslama neticesinde ahşap oranı azaldıkça şişme performansının düştüğü sonucuna varılabilir.

Deney sonuçlarına göre elastikiyet eğilme modülü direnç değerleri sonuçları değerlendirildiğinde; Kompozit malzemenin eğilme direnci ve elastikiyet modülü performansı tablodan da anlaşılacağı üzere tüm gruplar arasında eğilme dirençlerinde farklılık olduğu görülmüştür.

Eğilme direnci en yüksek $9.4912 (N/mm^2)$, olarak P10 malzemesinden elde edilmiştir. Eğilme direnci en düşük $3.7082(N/mm^2)$, olarak P50 malzeme gurubundan elde edilmiştir. Homojen guruplar arasında oluşan eğilme direnci farklılaşmasını değişkenlik gösteren ahşap malzeme oranından kaynaklandığı görülmüştür.

Literatürü incelediğimizde (% 100) $4,49 (N/mm^2)$, (% 75) $5,60(N/mm^2)$, (% 50) $5,85(N/mm^2)$, (%25) $4,61(N/mm^2)$, (% 0) $5,27(N/mm^2)$, olarak karşımıza çıkmaktadır (Özen,2009). Kompozit malzemeler arasındaki bu farklılık ayırt edici madde olarak kullandığımız pomza taşı homojen grup yoğunluklarından kaynaklanabilir.

Eğilme elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde en yüksek $1946.0500(N/mm^2)$ olarak P10 malzemesinden elde edildiği görülmüştür. Eğilme direnci en düşük $1244.4140 N/mm^2$, olarak P50 malzeme gurubundan elde edildiği görülmüştür. Homojen guruplar arasında oluşan eğilme direnci farklılaşmasını değişkenlik gösteren ahşap malzeme oranından kaynaklandığı görülmüştür.

Literatürü incelediğimizde Literatürü (% 100) 675,08(N/mm^2), (% 75) 917,71 (N/mm^2), (% 50) 1037,14(N/mm^2), (% 25) 892,69(N/mm^2), (% 0) 1181,26 (N/mm^2), olarak karşımıza çıkmaktadır (Özen,2009).

Kompozit malzemeler arasındaki bu farklılık ayırt edici madde olarak kullandığımız pomza taşı homojen grup yoğunluklarından kaynaklanabilir.

Yapılan çalışmanın levha yüzeyine paralel vida çekme direnci sonuçları değerlendirildiğinde; Levha yüzeyine paralel çekme direnci testi sonucunda, en yüksek levha yüzeyine paralel vida çekme direnci P30 grubunda 15,6640 (N/mm^2), en düşük değer ise P10 grubunda 5,5000 (N/mm^2) olarak elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde bağ çubuğu yongası homojen test grupları performanslarını incelediğimizde A (%100) 11,30, B (%75) 13,06, C (%50) 11,57, D (%25) 8,56, E (%0) 14,03 olarak karşımıza çıkmaktadır (Özen,2009).

Kompozit malzeme homojen guruplar karşılaştırmasında ki farklılığı ele aldığımızda bunun temel sebebinin ayırt edici malzeme olarak kullandığımız pomza taşı kullanım oranları olabileceği düşünülebilir.

Elde edilen bulgularda levha yüzeyine dik vida çekme direnci sonuçları değerlendirildiğinde; Kompozit levha yüzey vida çekme direnci performansı tabloda elde edilen veriler ışığında en yüksek değer 82,00(N/mm^2) ile P50 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer 69,00(N/mm^2) ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde bağ çubuğu yongası homojen test grupları performansı A (% 100) 7,77, B (% 75) 11,29, C (% 50) 6,91, D (%25) 11,31 , E (%0) 10,58 olarak karşımıza çıkmaktadır (Özen,2009).

Yapılan çalışmanın levha yüzeyine paralel kavela çekme sonuçları değerlendirildiğinde; Kompozit malzemenin levha yüzeyine paralel kavela çekme direnci performansı tabloda elde edilen veriler ışığında en yüksek değer 82,00(N/mm^2) ile P50 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer 69,00 (N/mm^2) ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde bağ çubuğu yongası homojen test grupları performansı A (% 100) 4,64, B (%75) 5,07, C (%50) 5,18, D (%25) 3,76, E (% 0) 4,88 olarak karşımıza çıkmaktadır (Özen,2009). Performans farklılıkları ayırt edici malzeme olarak

kullandığımız pomza taşı ahşap karışımı kompozit malzeme daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Yapılan çalışmanın levha yüzeyine dik kavela çekme sonuçları değerlendirildiğinde; Kompozit levha yüzeyine dik kavela çekme direnci performansı tablodan elde edilen veriler ışığında en yüksek değer $32,00(N/mm^2)$ ile P30 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer $18,00(N/mm^2)$ ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde bağ çubuğu yongası levha yüzeyine dik kavela çekme direnci homojen test grupları performansı A (% 100) 3,34 , B (% 75) 2,65 , C (% 50) 3,27 , D (% 25) 2,81 , E (% 0) 3,68 olarak karşımıza çıkmaktadır (Özen,2009).

Levha yüzeyine dik kavela çekme direnci veri performans farklılıklarının meydana gelmesinde ayırt edici malzeme olarak kullandığımız pomza taşının etkilediği görülmüştür.

Elde edilen verilere göre ses yayılma hızının sonuçları değerlendirildiğinde; Kompozit levhanın ses yayılma hızı performansı tablo sonuçlarına göre kompozit levha türlerinin ses yayılma hızı değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. En yüksek değer 1691,442 (m/sn) ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer 1354,026 (m/sn) ile P50 gurubu malzemesinden elde edilmiştir. Literatürü incelediğimizde çam ağacı 4760 (m/sn) Ladin ağacı 4790 (m/sn) Gökmar 4890 (m/sn) Kayın 4638 (m/sn) Meşe 4304 (m/sn) Kavak 3826 (m/sn) Ceviz 4700 (m/sn) olarak karşımıza çıkmaktadır (Y.Örs, 2000) . Ponza esaslı kompozit levha ile diğer ahşap türlerinin performansları karşılaştırıldığında ponzanın ses yutumu özelliğinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Deney sonuçlarına ve yapılan hesaplamalara göre ses rezistansı sonuçları değerlendirildiğinde; Kompozit levha ses rezistansı performansı tablo sonuçlarına göre kompozit levha türlerinin ses rezistansı değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. En yüksek değer $1042,600 (dyn.sn/cm^3)$ ile P50 grubu malzemesinden elde edilmiş olup en düşük değer $875,550 (dyn.sn/cm^3)$ ile P10 grubu malzemesinden elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde bağ çubuğu yongası ses rezistansı homojen test grupları performansları A (%100) 19,34, B (%75) 22,86, C (%50) 24,70, D (%25) 22,75, E (%0) 26,17 olarak karşımıza çıkmaktadır (Özen,2009).



6. ÖNERİLER

Birçok ülkede odun hammaddesine dayalı endüstri mamullerine talebin artması ve yonga odunu talebini karşılamaktan dolayı meydana gelen zorluklar, çeşitli materyallerden kompozit levha üretimine olan ilgiyi zamanla artırmaktadır.

Bu araştırma; Ege ve İç Anadolu bölgesinde yoğun olarak bulunan ponza taşının kompozit malzeme olarak üretilmesi ve üretilen kompozit malzemenin mobilya ve akustik yapı sektöründe kullanılabilirliğini testip etmek için yapılmıştır.

Kompozit malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin ahşap türü, levhaların yoğunluk, rutubeti, yongaların granül büyüklüğü, kondisyonları, tutkal türü ve miktarı, pres basıncı, pres sıcaklığı ve süresi, sermenin homojenliğinin etki etmekte olduğu bilinmektedir. Gündüz ve Masraf, konuya yönelik yaptıkları bir çalışmada, üç tabakalı yatık yonga levha üretiminde pres şartları ve yonga oranlarının fiziksel ve mekanik hususları üzerindeki etkilerini ele almışlardır. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada tüm bu faktörlerle birlikte pomzanın performans etkileri ele alınmış olup kompozit malzeme üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

P10 olarak kodlanan kompozit malzemede hammadde olarak %10 ponza agregası kullanılıp %90'lık kısmını karaçam yongası oluşturmaktadır. P30 olarak kodlanan kompozit malzemede hammadde olarak %30 ponza agregası %70 karaçam yongası kullanılmıştır. P50 olarak kodlanan kompozit malzemede ise hammadde olarak %50 ponza taşı agregası %50 karaçam yongası kullanılmıştır. Denemelere alınan kompozit levha gruplarında bazı mekanik özellikler düşük olduğu sonucuna varılmış olup, bunun nedenlerinden bir tanesinin üretim esnasında yonga pomza karışımının yeteri kadar homojen bir yapıya bürünememiş olması ve neticesinde istenilen homojen pres sıkışmasına ulaşamamış olarak yorumlanmıştır.

Ayrıca yapılan ses yayılma hızı ve ses rezistansı çalışmaları neticesinde kompozit levhanın ses yutum kabiliyetleri ortaya konmuştur. Gelişen dünya koşullarında taleplerin hızla artması ve imkanların kısıtlı olduğu düşünüldüğünde ve hali hazırda zengin ponza yataklarının var oluşu yeni alternatifler ortaya koymamıza olanak sağlamaktadır. Ponza taşının süngerimsi ve oluklu hafif yapısı sayesinde üretilcek olan yeni kompozit malzemeler yüksek performanslı alternatifler olabilirler. Bunun

neticesinde endüstride ahşap kullanım oranını düşürüp talebi farklı bir şekilde karşılayabiliriz.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında pomzanında ağaç yongası ile birlikte levha haline getirilerek kullanılabilceğini göstermiştir. Orman varlıklarının azalması ve ülkemizde pomzanın yoğun olarak bulunması bu yönde bir kullanım sağlayabilecektir. Uzun vadede kullanımında ponza içerisinde bulunan silisyum maddesinin de insan sağlığını olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmelidir. Burada elde edilen kompozit levhalar akustik amaçlıda kullanılabiliecektir.



KAYNAKLAR

- Aksakal, N. Vaizolu, S.A. ve Güler, Ç. (2005) “Mobilyalardaki Kimyasallar ve Sağlık Etkileri”, Sted Dergisi, Türk Tabipleri Birliği, Cilt XIV
- Akkemik.Ü <https://www.ogm.gov.tr/tr/yararli-bilgiler/haftanin-agaci/karacam-> Prof. Dr. Ünal AKKEMİK tarafından yapılan ”Türkiye’nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları”
- Bozkurt A. Y. ve Göker Y. (1985) “*Yonga Levha Endüstrisi*”, İstanbul
- Eriç, M. (2002) “*Yapı Fiziği ve Malzemesi*”, 2. Baskı, Literatür Yayınları, İstanbul”
- Muslu M.S., “İç mekânda kullanılan bazı ahşap esaslı kompozit levha türlerinde ses yutma katsayısının belirlenmesi”, Politeknik Dergisi, 25(4): 1553-1560, (2022).
- Özen, E. (2009) “Bağ Budama Artıklarından elde edilen levhaların bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve mobilya köşe birleştirmelerinin performans özelliklerinin araştırılması”, Doktora Tezi, Ankara
- Parlak, S., Güner, D., 2017. Mikrobiyal Gübre Uygulamasının Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Fidanlarının Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 4 (2):100-106.
- Negiz, MG Çınar, K., Aygöl, E.Ö. (2019) .Karaçam (Çam) zenci (Arnold) Türünün Verimlilik ve Dağılım Özellikleri Üzerine Ekolojik Değerlendirmeler: Isparta-Yenişarbademli Örneği .Bilge Uluslararası DergisiBilim ve Teknoloji Araştırmaları, 3(2): 18 9 -2 00 .
- Saraçoğlu, N., (2008) “Modern Enerji Ormancılığı – Ormanlardan Biyokütle Enerjisi Üretimi ve Çözümlemeler”, Orman Genel Müdürlüğü. Ankara
- Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri ÇG Raporu (Pomza, Perlit, Kireç, Alçıtaşı vır Alçı, Kum- Çakıl- Mıcır, Tuğla-Kiremit Toprakları, Vermikülit), VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik ÖİK Nisan-1996, s.1-53.

Engelthaler, Msc. Phd., Z. A., “İşlenmiş Perlitin Entegre Kullanımı”, Çanakkale, 1996.

Ersoy U., “Betonarme - Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı Cilt-1”, ODTÜ, İnşaat Mühendisliği, 1995-Ankara, s. 4-18 Gündüz L. ve Sarıışık A., “Pomza Teknolojisi”, Cilt-1, Isparta, 1998.

Hökelek A., “Ponza ve Perlitin Jeolojisi, Ekonomisi, Ülkemizdeki Yataklar”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Bitirme Ödevi, Maden Yatakları-Jeokimya Anabilimdalı, İstanbul, 1993, s.15-25.

Şener F., “Yalıtımlı Hafif Yapı Maddeleri”, MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Tasarrufunda Jeotermal Enerjinin Isı ve Yalıtımlı Hafif Yapı Malzemelerinin Önemi Sempozyumu, 1999, s.31-40

Kamanlı M. ve Balık F. S., “Beton Teknolojisi”, Mart-2003, İstanbul, s.3-18. Kapkaç F., “Çimento Hammaddeleri”, Doğu Anadolu Endüstriyel Hammadde Çalıştayı, 27-30 Ağustos 2003, Maden Teknik Ve Arama Genel Müdürlüğü Maden Etüd Dairesi, Ankara, s.34-42.

Kırıkoğlu, M. S., “Endüstriyel Mineraller”, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1990.

Köse H., Pamukçu Ç., Yalçın N. ve Seçer T., “Pomza ve Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları”, II. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 16-17 Ekim 1997, İzmir, s.97-100.

Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri, Cilt III, D.P.T., VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara, 2001.

Mogilski, L., Use of Perlit in the Production of Electiral Porcelain, Interceram, Volum. 39, No.1,1990, pp. 24-25.

Neville, A.M., Brooks, J.J., 1987, “Concrete Technology”, Longman Group UK Limited, pp.346.

Oymacı S. “Yapı fiziği ders notları III. Baskı”, Fırat Üniversitesi T.E.F. Yapı Eğitimi Bölümü, İstanbul, 1997, s.44-45.

Önem Y., “Sanayi Madenleri - Genişletilmiş 2. Baskı - Tanımları - Doğada Bulunuşları - Dünya ve Türkiye Rezervleri - Güncelleşmiş Yıllık Üretimleri İle İhraç ve İthal Miktarları”, Haziran-2000, Ankara, s. 223249.

Özgenç İ., “Doğu Anadolu’nun Pomza-Perlit Potansiyeli”, Doğu Anadolu Endüstriyel Hammadde Çalıştayı, 27-30 Ağustos 2003, DEÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, s.48-55.

Prison L. V. (1975), “The Microscopically Characters of Volcanic Tuffs”, Sedimentary Rocks: Concepts And History edited by. A., V., Carozzi, Pennsylvania, pp.199-214.

Sarıiz K. ve Nuhoğlu İ., “Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciligi”, Anadolu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, 1992- Eskişehir. S: 335-336

Sayar M. ve Erguvanlı K., “Türkiye Mermerleri ve İnşaat Taşları”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, İstanbul-1955, s. 115-125.

Stelmach T., “Perlit in The Production of Lightweight Bricks, Interceram, Volum.6, No.6,1990, pp.12-15.

Şener F., “Yalıtımlı Hafif Yapı Maddeleri”, MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Tasarrufunda Jeotermal Enerjinin Isı ve Yalıtımlı Hafif Yapı Malzemelerinin Önemi Sempozyumu, 1999, s.31-40

Şentürk A., Gündüz L. ve Sarıışık A., “Hafif inşaat ve İzolasyon Hammaddesi Olarak Pomza Taşının Değerlendirilmesi”, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22 Nisan 1995, İzmir, s.214-219.

Temur S., “Endüstriyel Hammaddeler”, 1994, Konya. Tozaçan B. ve Yiğit Y., “Yalıtımlı Hafif Yapı Malzemesi Pomza”, MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Tasarrufunda Jeotermal Enerjinin Isı ve Yalıtımlı Hafif Yapı Malzemelerinin Önemi Sempozyumu, 1999, s.131-134

Erdoğan, M. 1997. Endüstriyel Hammaddelerin Ticari Tanımlanmasındaki Ortak Adlandırma Eksikliği Nedeni ile Endüstrinin Gördüğü Zararlara Bir Örnek: İzmir İli Menderes İlçesi Küner Köyü Pomza Oluşumları, 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, S. 25-29. İzmir.

Gündüz, L. 1998. Pomza Teknolojisi, (1), 285. Isparta.

İlhan, S. ve Özdağ, H. 1997. Pomza Partikülerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, TMMOB, Maden Müh. Odası, Madencilik Dergisi, 36 (2-3), 25-34.

Köse, H. 1997. Pomza ve Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları, 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, S. 97-105, İzmir.

Kuşçu, M. 1991. Endüstriyel Kayaçlar ve Mineraller, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, S. 26-30. Isparta.

Şentürk, A. 1995. Hafif İnşaat ve İzolasyon Hammaddesi Olarak Pomza Taşının Değerlendirilmesi, 1. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, S. 213-219, İzmir.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad :E***Ç****
Uyruk : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi :M*****/**.**.1****
Medeni Hali : E*** **
Çalıştığı kurumlar : S* ***
** ***
Telefon : 0 5** *** ** **
E-posta : e*****@h*****.***.**