

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ANABİLİM DALI

LİGNİN VE ATIK KUMAŞLARDAN ENERJİ
TASARRUFU SAĞLAYAN KOMPOZİT
MALZEMELERİN ÜRETİMİ, YAPISAL
KARAKTERİSTİĞİ VE MALİYETANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BÜŞRA İŞLER

ŞUBAT 2024

MUĞLA

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

Büşra İŞLER tarafından hazırlanan **LİGNİN VE ATIK KUMAŞLARDAN ENERJİ TASARRUFU SAĞLAYAN KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜRETİMİ, YAPISAL KARAKTERİSTİĞİ VE MALİYETANALİZİ** başlıklı tezinin, 02/02/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enerji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Doç. Dr. Mustafa Burak ÇOBAN(**Jüri Başkanı**)

İmza:

Fizik Anabilim Dalı,
Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir

Doç. Dr. Görkem OYLUMLUOĞLU(**Danışman**)

İmza:

Fizik Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Doç. Dr. Uğur ERKARSLAN (**Üye**)

İmza:

Fizik Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof. Dr. Hülya KARA SUBAŞAT

İmza:

Enerji Ana Bilim Dalı Başkanı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Doç. Dr. Görkem OYLUMLUOĞLU (**Danışman**)

İmza:

Fizik Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Savunma Tarihi: 09/02/2024

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.

Büşra İşLER

09/02/2024

ÖZET

LİGNİN VE ATIK KUMAŞLARDAN ENERJİ TASARRUFU SAĞLAYAN KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜRETİMİ, YAPISAL KARAKTERİSTİĞİ VE MALİYET ANALİZİ

Büşra İŞLER

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enerji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Görkem OYLUMLUOĞLU

Şubat 2024, 49 sayfa

Günümüz dünyasında enerji tasarrufu ve korunumu hem dünyanın geleceği açısından aynı zamanda ekonomik açıdan büyük bir önem arz etmektedir. Bu olgunun gerçekleştirilmesi için ekolojik ve sürdürülebilir metotlar oldukça rağbet görmektedir. Kullanılmayan atık maddelerin çeşitli yöntemlerle geri dönüştürülerek yeni ürünler oluşturulması sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Elde edilen yeni ürünler farklı sanayi dallarında kullanılarak ekonomiye katkı sağlamaktadır. Bu sayede atıkların çevreye vermiş olduğu zararlar azaltılmış ve düşük maliyetli ürünler elde edilmiş olmaktadır. Bu tez çalışmasında diğer önemli bir sorun olan atıkların oluşturduğu tehdidin de azaltılmış olması hedeflenmiştir. Kâğıt fabrikalarının üretim sırasında açığa çıkan atık lignin, tekstil fabrikalarında kullanılamayan atık ürün olarak ortaya çıkan atık kumaş takviye elemanı olacak şekilde bor katkılı bir yalıtım malzemesi üretilmiştir. Bu kompozit malzeme üretilirken lignin; lacivert renkte olan likralı, pembe renkte olan polyester ve siyah renkte olan %100 pamuk şeklinde 3 farklı atık kumaşla numuneler oluşturulmuştur. Aynı zamanda bor katkısının ve miktarının numuneleri nasıl etkilediği çeşitli numunelerle test edilmiştir. 3 farklı atık kumaşın hepsine ayrı ayrı elle yatırma yöntemi uygulanacak şekilde lignin kullanılıp 3 katmanlı numuneler oluşturulmuştur. Bu üretilen 3 farklı numunenin bor takviyeli halleri de gözlemlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda kullanılan malzeme parametrelerinin

optimum değerleri belirlenmiştir. Bunun sonucunda %100 pamuklu 10 mg bor katkılı örneğimizin avantajı çok net olarak görölmüştür. Elde edilen bu sonuçlara göre gelecekte hem az maliyetli hem çevre dostu hem de iklim değişikliğini savunan bir yalıtım malzemesi üretilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lignin, Atık Kumaş, Enerji Tasarrufu, Kompozit Malzeme.



ABSTRACT

THE PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIALS WHICH ARE MADE OF LIGNIN AND WASTE FABRICS, STRUCTURAL CHARACTERISTIC AND COST ANALYSIS

Büşra İŞLER

Master of Science (M.Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Energy

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gökem OYLUMLUOĞLU

February 2024, 49 pages

In today's world, energy saving and conservation loom large both in terms of the world's future and in terms of economy. To realize this phenomenon, ecologic and sustainable methods are quite in demand. Reproduction of unused waste materials, which are recycled by using variable methods, contributes to sustainability. The acquired new products contributes to economy by used in different branches of industry. Thus, hazards of wastes to the environment are reduced and low cost products are produced. In this thesis study, to be reduce are another threat which is composed of wastes is aimed. A-boron-added insulation material has been produced in a way that waste lignin released during manufacturing of paper mills and waste fabric released nonutilisable waste product in textile factories are used as reinforcement element. With three different waste clothes, which are navy blues and elastic, pink polyester and % back cotton, samples have been formed. At same time, how boron extender and amount of boron have affected to the samples has been tasted. Three lamellar samples have been formed by used lignin with the method of applying to lay up to all the three different waste clothes. These produced 3 different boron-added conditions have been observed. In consequence of the experiments done, the parameter's optimum valves of the used materials have been identified. Hereby, the advantage of 100% cotton and 10 mg boron-added sample of us has been conferred

clearly. According to these result, on insulation material can be produced in future both low-cost and eco-friendly, defender of climate change.

Keywords: Lignin, Waste Fabric, Energy Saving, Compasite Material.



ÖNSÖZ

Yaşamım boyunca her türlü destekleriyle bana güç veren, hayatta en önemli şeyin aile olduğunu öğreten, birlik beraberlik, sevgi, merhamet, yardımseverlik duygularını bana aşılayan ve en önemlisi çok küçük yaşlarda bile kendi ayaklarım üzerinde durmam için bana katkı sağlayan Babam Muammer KIRAÇ'a, Annem Sadet KIRAÇ'a ve ağabeyim Fatih KIRAÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatıma girdiği andan itibaren birlikte ilerlediğimiz bu güzel yolculuğumuzda bana daima destek olan, birlikte gülüp birlikte ağladığımız, beraber zorluklara göğüs gerdiğimiz sevgisiyle, arkadaşlığıyla ve göstermiş olduğu emeklerle güzel bir çekirdek aile olduğumuz yol arkadaşım, canım eşim Kutay İŞLER'e sevgi ve sonsuz teşekkürlerini sunarım.

Varlığıyla evimize neşe katıp huzur veren, gülüşü ile en kötü günümüzü bile güzelleştiren oğlumuz Emir İŞLER ile ailemize yeni katılan, tıpkı ağabeyi gibi huzur kaynağımız olan ve evimizi tekrar bebek kokusuyla dolduran oğlumuz Enis İŞLER' i çok seviyor ve sevgilerimi gönderiyorum.

Yüksek lisans eğitimimde ve tez aşamasında bilgi birikimini ve tecrübelerini esirgemeyen, sabır ve desteği ile her zaman yanımda olan, hem insani hem akademik bilgi birikimi ile bizlere örnek olan saygıdeğer Hocam Sayın Doç. Dr. Gökem OYLUMLUOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Yalıtım Malzemeleri Tarihçesi	2
1.1.1. Su ve neme karşı yalıtım.....	3
1.1.2. Isı yalıtımı	3
1.1.3. Ses yalıtımı.....	4
1.1.4. Yangın yalıtımı.....	5
1.2. Kompozit Malzeme	6
1.3. Lignin	9
1.4. Tekstil Atıkları.....	11
1.4.1. Hammaddeler	16
1.4.2. Pamuk lifi atıkları (ortalama 10-30 mm)	17
1.4.3. Akrilik lifi atıkları (ortalama 10-40 mm).....	20
1.4.4. Polyester lifi atıkları (ortalama 10-40 mm).....	23
1.5. Bor	24
2. YÖNTEM	26
2.1. Deney Aşaması	27
2.2. Maliyet Analizi	28
2.2.1. 1m ² Kompozit yalıtım malzemesinin malzeme maliyeti	299
3. BULGULAR.....	31
4. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	41
KAYNAKLAR.....	43



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1.İmalat sanayi atık göstergesi (tuik, 2020).....	13
Çizelge 1. 2.Olgun pamuk lifinin kimyasal bileşimi.....	20
Çizelge 2. 1.Numunelerin birim fiyatları	28
Çizelge 4. 1.Numunelerin adlandırılması.....	31
Çizelge 4. 2.Yalıtım malzemesi üretim koşulları	31
Çizelge 4. 3.Test numuneleri üretim değerleri (pamuk)	32
Çizelge 4. 4. Numuneler ve bor katkı miktarları	36



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.Kompozit malzemelerin sınıflandırılması	8
Şekil 1.2.Lacivert renkli %100 pamuk atık elyaf	17
Şekil 1.3.Pamuk lifinin enine ve boyuna kesit sem görüntüsü.....	18
Şekil 1.4.Akrilik atık lif	21
Şekil 1.5.Polyseter lif atıkları	23
Şekil 2.1.Siyah renkli %100 pamuklu kumaş.....	26
Şekil 2.2.Lacivert renkli likralı sentetik kumaş.....	26
Şekil 2.3.Pembe renkli pamuk-polyseter kumaş.	26
Şekil 2.4.Deney aşamaları.....	27
Şekil 3.1.Planlanan lifli yalıtım malzemesinin üretim aşamaları	30
Şekil 4.1.Numunelerin ısı iletim katsayıları.....	33
Şekil 4.2.Numunelerin ultrases geçirme hızları	33
Şekil 4.3.Numunelerin ısı absorpsiyon değerleri.....	34
Şekil 4.4.Numunelerin ses şiddetleri	35
Şekil 4.5.Numunelerin eğilme dayanımları.....	35
Şekil 4.6.Alev süresine bağlı yanma yüksekliği.....	37
şekil 4.7.Alev süresine bağlı yanma derinliği	38
Şekil 4.8.Aleve maruz kalma süresi.....	39
Şekil 4.9.Alev süresine bağlı yanma hızları	40

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Yltm	:	Piyasadan Alınan Keçe
KL1	:	%100 Pamuk Kumaş (Siyah)
AL2	:	Pamuk-Polyester Kumaş (Pembe)
PL3	:	Likralı Sentetik Kumaş (Lacivert)
KL4	:	%100 Pamuk Kumaş (Siyah)
ALB8	:	Pamuk-Polyester Kumaş (Pembe)
PLB9	:	Likralı Sentetik Kumaş (Lacivert)
KLB10	:	%100 Pamuk Kumaş (Siyah)
ALB11	:	Pamuk-Polyester Kumaş (Pembe)
PLB12	:	Likralı Sentetik Kumaş (Lacivert)
TUİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
ARGE	:	Araştırma ve Geliştirme

1. GİRİŞ

Bu çalışma, tekstil işletmelerinin çöp olarak attıkları tekstil maddelerinin inşaat sektörlerinde yalıtım malzemesi olarak kullanılmasını amaçlayan İklim Değişikliğini önlemeyi hedefleyen bir geri dönüşüm çalışmasıdır. Atık bir madde olan lignin temel olarak alınmış, bunun yanında atık kumaş ve ülkemizin, rezervleri bakımından zengin olduğu bor kullanılmıştır. Tezimizde tekstil atıklarının geri kazandırılması, atıkların çevreye olan zararının önlenmesi ve iklim değişikliğinin olumsuz yanlarının azaltılması sağlanmıştır. Hem düşük maliyetli hem de yeni bir sektör oluşturarak istihdama katkı sağlamak, neticesinde de inşaat sektöründeki yalıtım malzemesi kullanımının bir kısmının da karşılanması amaçlanmıştır. Aynı zamanda sanayi iş birliği projesi haline getirmek hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında, normal lifli yalıtım malzemesi üretimindeki üretim şartlarına göre farklılıkların tespit edilmesi, tespit edilen farklılıklara uygun üretim hattının tasarlanması ve üretim hattında üretilen yalıtım malzemesinin optimum üretim şartlarının ve yalıtım malzemesinin özelliklerinin belirlenmesi faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

Endüstriyel gelişmeler ve dünya nüfusunun hızla artması, fosil kaynaklarının tükenmesine ve atmosferdeki sera gazlarının artmasına neden olmaktadır. Ekosistemlerin bozulmasına ve günümüzde yaşanan felaketlerin oluşumuna neden olan fosil hammaddelerine dayalı karbon ayak izi yüksek maddeler yerine yenilenebilir biokütlelerin kullanılması amacıyla son yıllarda yapılan çalışmalarda yeşil ve sürdürülebilir bir bakış açısı geliştirilmektedir. Bu noktadan hareketle, lignin yenilenebilir akıllı bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Morales vd. 2020).

Lignin, doğada bulunan yenilenebilir maddeler arasında miktar olarak selülozdan sonra ikinci sırada gelen, amorf yapıda doğal organik bir maddedir. Bitkiler âleminde likenler, yosunlar ve mantarlar dışındaki diğer bitkilerin (iğne yapraklı, yapraklı ağaçlar ve yıllık bitkiler) tamamında esas bileşenlerden biridir. Ağaçlarda hücreler

arasında bulunan orta lamelin %70 kadarı ligninden oluşmaktadır. Buradaki görevi hücreleri bir arada tutmaktır. Diğer kısmı ise hücrelerin değişik kısımlarına dağılmıştır. Buralarda ise odun polisakkaritleri ile kovalent bağlar yaparak odun yapısına katılmaktadır (Sjöström, 1981). Bu görev bir duvarı oluşturan tuğlaları bir arada tutan çimento harcı ile benzerlik göstermektedir.

1.1. Yalıtım Malzemeleri Tarihçesi

İlk yalıtım fikri ilk insanların yaşadığı dönemde ortaya çıkmıştır. Bu ilk yalıtım malzemeleri hayvan kürkleri olarak karşımıza çıksa da bunu günümüz yalıtım anlayışında değil, vücutlarını olumsuz iklim şartlarına karşı korunma amaçlıdır. Eskimoların buzdan kulübeleri, Kızılderililerin çadırları örnek verilebilir. Isı yalıtımının modern anlamda ilk karşımıza çıkışı, çağların ilerlemesi ve teknolojik gelişmeler ile insanların karşılaşmış oldukları sorunları gidermek için yeni icatlara imza atmasıyla gelişmiştir (Şen, 2006).Günümüzdeki tanımı ile ilk ısı yalıtımına 19. yy. da buharlı makinelerden yüksek oranda verim için ortaya çıkmasıdır. Ancak bulunan buhar kazanı ve soğuk hava deposu gibi yöntemlerinin zamanla yetersiz kalacağı anlaşılmıştır (Binici, Sevinç, Eken, ve Demirhan, Aralık 2014).

Modern anlamda ilk yalıtıma 19.yy. da rastlanabilir. Buhar ile çalışan makinelerden yüksek oranda verim elde etmek için bu makinelerin dışının bazı malzemelerle kaplanması olarak karşımıza çıkar. Fakat bu kullanılan malzemeler geçici bir çözüm olmuş ve yerini 1910’larda levha ve rijit malzemelerine, 1920’lerde elyafa, 1930’larda ise cam lifine bırakmıştır. Modern anlamda yalıtımın yaygın bir şekilde kullanılmasının başlangıcı olarak Owenscorning firmasının çalışanı olan bir mühendisin 1930 yılında tesadüfen keşfettiği cam elyafın, Amerika Birleşik Devletleri’nde söz konusu malzemenin satışa sunulması gösterilebilir. İlk zamanlar eriyik camın çektilmesi ile üretilmekte olan cam yünleri yalıtım malzemesi için kullanılmaktaydı (Kompozit Malzemeler ve Kısa Tarihi, 2020).

Bu anlamda “Kompozit Malzeme” kavramının ortaya atılması ve konunun bir mühendislik konusu olarak ele alınması ancak 1940’lı yılların başında gerçekleşmiştir

(Yöney, 2007).Günümüzde de kullanılan genişletilmiş polistiren köpük ise 1948'de Almanya'da üretilmiştir (Kocagül, 2013; Temiz ve Olgar, 2017).

Yalıtım çeşitlerini şu şekilde sıralayabiliriz; su ve neme karşı yalıtım, ısı yalıtımı, ses yalıtımı ve yangın yalıtımıdır.

1.1.1. Su ve neme karşı yalıtım

Dayanıklılık ve yapıların ömürleri incelendiğinde en büyük tehditlerden biri de 'su' dur. Yapı su alırsa taşıyıcı kısımları korozyona uğrayarak yük taşıma kapasitesi ile ilgili sıkıntılar meydana getirmektedir. Betonlarda çatlaklar ve kırıklar oluşmasına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra su alan binalarda küf, mantar ve benzeri zararlı organik maddeler insan sağlığına zarar vermektedir. Yapıların her bakımdan dıştan gelecek su ve neme karşı koruma sağlamak amacıyla yapının temel kabuğunun yüzeyinde yapılmakta olan işlemler bütününe "su yalıtımı" denilmektedir (İzoder, 2013).

Su yalıtımının faydaları;

- Yapı üzerinde bulunan taşıyıcı demirleri paslanmaya karşı korur.
- Binalarda deprem güvenliği sağlanmış olur.
- Binalarda bakteri ve küf oluşmasını engeller.
- Çatılardan tavanlardan su damlamasını önler.
- Bodrumlara su basmasını önler.
- Binalarda konforu sağlayarak bakım giderlerinin düşmesini sağlar.

1.1.2. Isı yalıtımı

Farklı ortamlar arasında ısı geçişini engellemek için yapılan işlemler bütününe 'ısı yalıtımı' denir. Isı yalıtımı yaşam koşullarında konforu arttırmak amacıyla yapılmaktadır. Kış aylarında ısınmak amacıyla yaz aylarında ise serinlemek amacıyla

binaların dış cephelerine, camlara, çatılara, döşemelere ve tesisatlara ısı geçişlerini önlemek amacıyla yapılan işlemler olarak da tanımlanabilmektedir. Bu işlemler yapılırken kullanılmakta olan malzemelere yalıtım malzemesi denilmektedir (Kulaksızoğlu, 2006).

Isı yalıtımının faydaları;

- İnsanların konforlu yaşamasını sağlar.
- Enerji kayıplarını önleyerek tasarrufu sağlar.
- Zararlı maddelerin çevreye yayılımını engeller.
- Binalarda maliyetleri düşürür.
- Binalarda oluşan korozyonu önler.
- Bina demirlerini çürümesine engel olarak güvenlik sağlar.
- Enerji tüketiminin azalmasına katkı sağlar.
- Ülke ekonomisine katkı sağlar.
- Tesisatlarda kaynar suya maruz kalan bölümlerini koruyarak diğer sistemlerin zarar görmesini engeller.
- Tesisatların soğuğa maruz kalarak donmasını engeller (İzoder, 2013).

1.1.3. Ses yalıtımı

Bina, okul, kütüphane, işyeri, sinema, konser salonu gibi yüksek ses istenilmeyen yerleri yalıtım yaparak gürültünün zarar veren etkilerinden korumak amacıyla yapılan çalışmalar bütününe “ses yalıtımı” denir. Günümüzde gelişen teknolojinin sonucunda ve endüstrinin etkisi de göz önüne alındığında araç ve makine sayısı hızla artmaktadır. Bu makineler insanoğluna sayısız faydalar sağlamış olsa da yan etkileri oldukça çoktur. Sanayide ve endüstride kullanılan bu araç gereçler çok yüksek sesle çalışmakta ve gürültü kirliliği oluşturmaktadır. İnsanların konforunun, psikolojisinin ve çalışma şartlarının daha iyi hale gelebilmesi için bu gürültülü ortamların sestten izole edilmesi gerekmektedir (Dönmez, 2017).

Ses yalıtımının faydaları;

- Mekânların daha sağlıklı ve konforlu olması sağlanmış olur.
- İnsan sağlığına olumsuz yönde etki eden gürültünün etkileri hem fiziksel hem psikolojik yönden azaltılmış olur.
- Eğitim ortamlarında öğrencilerin dikkat dağınıklığının olmaması için zararlı gürültüler azaltılmış olur.
- Fabrikalarda çalışanların yüksek ses sonucu dikkatlerinin dağılıp iş kazalarının meydana gelmesinin önüne geçilmiş olunur.
- Tiyatro, sinema gibi sosyal etkinlik alanlarına dışarıdan gürültü gelmesi engellenir ya da bu ortamlardaki yüksek seslerin dışarıdaki ortama gitmesi engellenmiş olur (İzoder, 2013).

1.1.4. Yangın yalıtımı

Yanma; yanıcı maddeler olan yakıtın oksijen veya çeşitli oksitleyiciler ile birlikte reaksiyona girmesi olarak tanımlanabilmektedir. Yanma reaksiyonlarının başlaması için yanıcı maddenin yanı sıra oksijen ve tutuşmayı sağlayacak enerji kaynağı gerekmektedir. Binalarımızda kullanılan çeşitli maddeler yanma reaksiyonuna farklı seviyelerde yanıcılık ile katılabilme riski taşımaktadır. Bu bakımdan binalarda kullanılan yapı malzemelerinin yanıcılık seviyelerinin titizlikle incelenmesi belirlenmesi gerekmektedir. Yapıları her türlü yangın etkisinden korumak amacıyla yapılan yalıtıma “yangın yalıtımı” denir. Gelişen sanayileşme, hızla artmakta olan nüfus, toplu yerleşim alanlarının hızla artması ile birlikte yangın riskleri de artmaktadır. Yanmanın kontrol dışı meydana gelmesiyle yangınlar olmaktadır ve insanların can kaybına neden olabilmektedir. Yangınların oluşabilmesi için üç unsurdan oluşan yangın üçgeni meydana gelmektedir. Bu üç madde; yanıcı madde, oksijen ve ısı kaynağı olarak bilinmektedir (Emre, 2010).

Yangın yalıtımının faydaları;

- Binaların içinde yangın sonrası zehirli gazların yayılmasını azaltır.

- Can kayıplarının azaltılması sağlanır.
- Isının yayılmasını engelleyerek insan sağlığı ve can güvenliği sağlanmış olur.

1.2. Kompozit Malzeme

Kompozit malzemeler, birden fazla malzemenin uygun özelliklerini tek bir malzemede toplamak ve yeni özellikler sağlamak amacıyla malzemelerin uygun bir yöntemle karıştırılması veya birleştirilmesi ile elde edilen ürünlerdir (Bulut, 2014). Kompozit kelime olarak, iki veya daha fazla parçadan oluşan bir malzeme anlamına gelmektedir. Kompozit malzemeler kısaca ‘makro ölçüde birbirinden farklı iki ya da daha fazla bileşenin bir araya gelmesiyle oluşan malzemeler şeklinde tanımlanabilir (Kaya, 2016). Kompozit malzemeler dayanıklılığın sembolü olarak gösterilmektedir. Kompozit malzeme işleme esnasında işleme sokulacak olan malzemelerin özellikleri, oluşacak olan malzemeye daha baskın ve daha nitelikli özellikler olarak aktarılır. Bunun sonucunda da kompozit malzemeler sayesinde birçok sanayi alanında uzun ömürlü, uygulanabilirliği kolay ve daha ekonomik malzeme ortaya çıkmaktadır. Cam ile plastik maddelerinden yapılan bir kompozit malzeme, her iki maddenin özelliklerini de taşımaktadır. Ortaya çıkan kompozit malzemenin dayanıklılığı ve direnci ana malzemelerden daha fazla olduğu görülmektedir.

Savunma sanayisi alanının da birçok kompozit malzeme kullanılmakta ve çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır. Bu alanda kullanılmak üzere üretilen malzemelerde olması beklenen özellikler, yüksek mukavemet/yoğunluk oranı, şekillendirilebilmeleri, korozyona ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılık ve renklendirilebilmeleridir. Kompozit malzemeler; askeri hava taşıtlarında kullanılmak üzere kanat ve kuyruk malzemelerinin yapımında, egzozlarda, hava taşıtlarının zırhlarının yapımında, askeri ulaşımında kullanılmak üzere yapılmış ağır araçlarda, askeri araçların içindeki malzemelerin yapımında, yanmaz askeri malzemelerin yapımında kompozit malzemeler tercih edilmektedir (Eryıldız ve Eker, 2015).

Kompozit malzemelerde istenilen malzeme özelliklerinin artırılması veya belirginleştirilmesi için genellikle takviye elemanları (Örneğin Fiber) ve bunun

yanında genellikle hacimsel olarak kompozit malzemenin çoğunu oluşturan bir ana malzeme yani matris bulunmaktadır (Bulut, 2014). Kompozit malzemelerde bulunan matrisin üç temel işlevi vardır. Bunlar, fiberleri bir arada tutmak, yükü fiberlere eşit bir şekilde dağıtmak ve fiberleri çevresel etkilerden korumaktır(Türkmen ve Köksal, 2013). Örnek olarak polimer bazlı kompozitlerde; yüksek dayanıklılık, düşük yoğunluk, hafiflik, üretim kolaylığı, düşük maliyet, kimyasal kararlılık ve yüksek korozyon direnci gibi özelliklerinden dolayı epoksi, polyester, fenolik ve vinil ester gibi matris malzemeleri kullanılmakta olup bu örnekler çeşitlendirilebilir (Demir, Çelik, ve Kılıçkap, 2019).

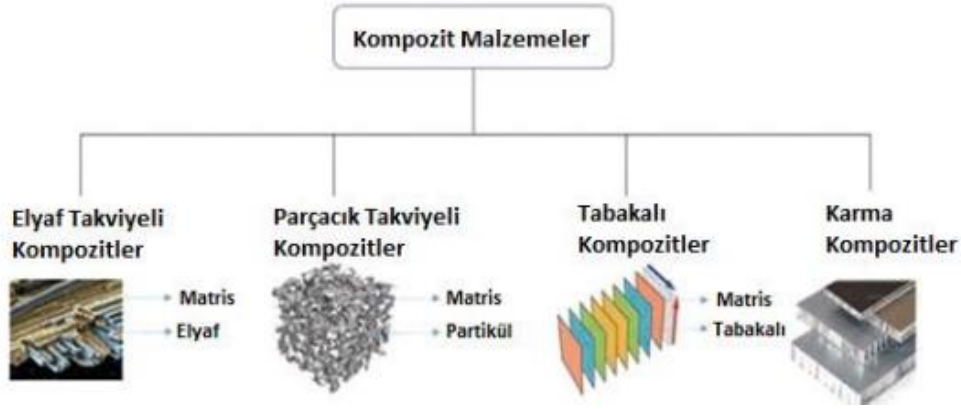
Kompozit malzemelerin avantajları;

- Yüksek dayanım sağlamaktadır.
- Mükemmel aşınma direnci sağlamaktadır.
- İyi korozyon direnci sağlamaktadır.
- İyi termal ve elektriksel iletkenlik sağlamaktadır.
- Düşük yoğunluk sağlamaktadır.
- İyi titreşim sönümleme kabiliyeti sağlamaktadır.
- Kalıcı renklendirme sağlamaktadır.
- Estetiktir.
- Hafiftir.
- Akustik özellikleri bulunmaktadır (Kısasöz, 2018).

Kompozit malzemelerin dezavantajları;

- Yüksek üretim maliyeti oluşturmaktadır.
- Düşük yüzey kalitesi oluşturmaktadır.
- İşleme zorluğu meydana gelmektedir.
- Geri dönüşümleri olmamaktadır.
- Üretimleri güç olmaktadır (Arıcı, 2022).

Kompozit malzemeler kullanım alanlarına, üretimde kullanılan yöntemlere, oluşturulurken kullanılan malzemelerin türüne, oluşturulurken kullanılan malzemelerin şekline göre sınıflandırma yapılmaktadır. En yaygın kullanılmakta olan sınıflandırma çeşitleri takviye elemanına göre yapılan sınıflandırma ve matris malzemesine göre yapılan sınıflandırma olarak karşımıza çıkmaktadır. Takviye elemanına göre kompozit malzemeler incelendiğinde özellikle takviye elemanı kompozit malzemelere dayanım ve yük taşıma gibi özellikler kazandırmaktadır. Kompozit malzeme üretilirken mekanik dayanım, hafiflik, yorulma direnci, elektriksel ısı iletkenliği gibi özelliklere dikkat edilmektedir. Takviye elemanına göre kompozit malzemeler elyaf takviyeli kompozitler, parçacık takviyeli kompozitler, tabakalı kompozitler, karma kompozitler olmak üzere 4 ana grup altında toplanmaktadır. Bu sınıflandırma Şekil 1.1’de görülmektedir (Kısasöz, 2018).



Şekil 1.1 Kompozit malzemelerin sınıflandırılması (Kısasöz, 2018)

Matris malzemesine göre kompozit malzemeler; seramik matrisli kompozitler, polimer matrisli kompozitler ve metal matrisli kompozitler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Seramik matrisli kompozitlerde; SiC, Al₂O₃, B₄C, Si₃N₄, gibi seramik özelliğe sahip olan matris malzemeleri sıklıkla kullanılabilmektedir. Seramik malzemeler çok yüksek sıcaklıklara dayanıklı olup, çok sert yapıları vardır. Bu malzemeler gevrek oldukları için şekil vermeksizin kolaylıkla kırılma özelliğine sahiptirler. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı olan bu malzemeler ani sıcaklık değişimlerinden olumsuz etkilenmektedir. Bu sıcaklık değişimleri sonucunda ısıl şok yaşayan seramik malzemelerin metal malzemelere göre dirençleri daha düşüktür.

Polimer matrisli kompozit malzemeler kolay üretilebilirliği, mekanik özelliklerinin üstün olması, ekonomik olması, düşük yoğunluk göstermesi gibi özelliklerinden dolayı endüstri alanlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Birçok mühendislik alanında polimer matrisli kompozit malzemeler tercih edilmektedir. Kontrol panellerinin yapımında, uçak yapımında, uzay araştırmalarında, yarış arabalarında, su tanklarında, kayık yapımında polimer matrisli kompozit malzemeler kullanılmaktadır. Metal matrisli kompozit malzemeler; seramik matrisli kompozit malzemelere ve polimer matrisli malzemelere göre alev almayan yapısı ve çok daha yüksek çalışabilme sıcaklığı gibi özellikler bakımından üstündür. Bunun yanı sıra diğer kompozit malzemelere göre daha maliyetlidir. Metal matrisli kompozit malzeme olarak genellikle alüminyum, süper alaşımlar, bakır, titanyum, magnezyum tercih edilmektedir (Yakacak, 2022).

1.3. Lignin

Lignin temelde bitkilerde bulunan hücreleri, fiberleri ve damarları bağlayan organik bir maddedir. Aynı zamanda lignin selülozdan sonra doğada en çok bulunan ve yenilenebilir bir karbon kaynağı olan amorf bir polimerdir. Odunun kuru ağırlığının aşağı yukarı %20 ila %30'unu oluşturur. Lignin bitkilerin hücre çeperinde fiziksel ve kovalent bağların varlığına bağlı olarak her zaman selülozla beraber bulunur (Çalgeriş, 2010).

Lignin, odundan ancak çok titiz bir çalışma ve uygun bir metot uygulamak suretiyle ayırt edilebilmektedir. Böylece elde edilen lignin, esmerimtrak sarı renkte, amorf nitelikte, birleşim şekli ve oranları değişik olmakla beraber selüloz, selüloz gibi bileşiminde karbon, hidrojen ve oksijen bulunan bir maddedir. Lignini odunun içerisinden ayırt etmek için iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Birinci metot sülfite metodu olmakla beraber, H_2SO_4 asitinde bulunan tuzlar ile pişirilmek suretiyle lignin ayrıştırılabilmektedir, diğer metot odunu sodyum hidroksit ve sodyum sülfür çözeltileri içerisinde pişirerek lignin ayrıştırılabilmektedir. Sülfite metodu kullanarak ortaya çıkan lignin koyu renklidir. Bu koyu renkli lignin çözeltisine, harcanmış sülfite çözeltisi veya sülfat artık suları denmektedir. Kraft metodu kullanılarak ortaya çıkan lignin esmer renklidir. Bu esmer renkli lignin çözeltisine, harcanmış sülfat çözeltisi

veya sülfat artık suları denmektedir. Her iki yöntem ile elde edilen artık suları teksif edilir ve yakıt malzemesi olarak kullanılabilir. Bu şekilde akıtılan sularda kirliliğin önüne geçilmiş olmaktadır. Bu yapılan süreçler sonrasında pişirme çözeltisi için gerekli olan alkali de geri kazanılmış olmaktadır. Fabrikalar için gerekli olan ısı, buhar ve elektrik enerjisinin eldesine katkı sağlanmış olmakta, başka bir taraftan da kimyasal maddelerin geri kazanılmasına katkı sağlanabilmektedir (Huş, 1971).

Bitki lifleri, yaklaşık olarak %45 karbon, %6 hidrojen ve %49 oksijen ihtiva etmektedir. Ligninde ise yaklaşık olarak %65 karbon, %6 hidrojen ve %29 oksijen bulunmaktadır (Huş, 1971).

Lignin ve lignoselülozik maddeler yeni hammadde arayan üretim sektörleri için büyük bir potansiyel oluşurken aynı zamanda bu maddenin değerlendirilmesi için büyük bir fırsat oluşturmaktadır. Baskı boyları, intektisit, herbisit, pestisit, seramik hamuru, delgi çamuru, beton, asfalt, temizlik maddeleri, çimento yapımı, deri tabakalama, kauçuk, yem maddeleri tabletleme, stabilize yol yüzeyleri, baskı boyları, döküm kalıpları, briket yapımı, üre reçineleri, fenol reçineleri, epoksi reçineleri, poliüretanlar, protein çökertme, toprak islahı, iyon değiştirici, gazların arıtılması gibi bir sürü kullanım alanı bulunan bu doğal madde aynı zamanda bir sürü kompozit malzeme veya biokütlesel işlemler için potansiyel oluşturmaktadır (Çiftçi, 2019).

Selüloz dünya genelinde çok bulunan bir polimer olma özelliği taşımaktadır. Selülozdan sonra en çok bulunan polimer özelliğini lignin de göstermektedir. Ligninin birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Yapıştırıcı olarak elde etmek, UV koruyucular ile karışım, biyoyakıtlar da kullanım, poliüretan elde edilmesi, kompozit meteryaller, aktif karbon, karbon lifi, kauçuk sanayi, eczacılık, gübre üretimi lignini kullanım alanlarındandır. Güneş koruyucu olarak lignin kullanıldığında ligninin hem antioksidan özelliğinden hem de içerdiği fenolik, keton ve farklı kromofor yapılar sayesinde radyasyon yayan UV ışınlarına karşı korumaktadır. Günümüz koşullarına bakıldığında lignin fenol formaldehit gibi yapıştırıcılar da kullanılabilir. Çoğunlukla kontraplak ve yonga endüstri ürünleri olarak kullanılabilir. Yapılan araştırmaların çoğunda lignin antitoksan olarak kullanılmakta olup aynı zaman da kolesterol düşürmek için, tümör yayılmasını önlemek için, obezite hastalıklarını kontrol

etmek için, anti viral, ilaçların kontrollü olarak salınımı gibi aşamalar da lignin kullanılmaktadır (Olgun,2019).

1.4. Tekstil Atıkları

Türkiye de tekstil endüstri; pamuk ipliği, suni iplik, sentetik iplik, yün iplik ve suni ipek ipliği okumalarının yanı sıra örme de kullanılan ürünler, halı dokuma, kilim dokuma alt üretim elemanlarından oluşmaktadır. Tekstil sanayi de hammadde ihtiyacı farklı türde elde edilen doğal ve yapay liflerden oluşmaktadır. Tekstil sanayisinde çok kullanılan liflerin başında pamuk gelmektedir. Bitkisel lif olan jüt ve sisal ile hayvansal lif olan yün ve ipek gibi lifler de çok kullanılmaktadır. Türkiye, pamuk üretilen metrekarelik alan yönünden Dünya’da yedinci, birim alandan elde edilmekte pamuk verimi açısından dördüncü, pamuk üretilme miktarına göre bakıldığında altıncı, pamuk tüketilme miktarı açısından bakıldığında beşinci ve yurt dışına pamuk ithal etmek açısından dördüncü sırada bulunmaktadır. Ülkemizin 2004 yılı yurt içindeki elyaf tüketimine bakıldığında toplam miktarın 2.750.000 ton olduğu görülmektedir. Ev atıkları, ticaret atıkları veya endüstride kullanılan atıklar; madencilik, tarımda kullanılan işlemler sonucu oluşan ve su arıtmak için kullanılan bazı aşamalardan kaynaklı yarı-katı çamurlar da dahil olmak üzere, bazen ayrışabilen bazen ayrıştırılamayan maddelere “katı atık” denilmektedir (Kozak,2010).

Tekstil atığı, üretim birimlerinde, parça kumaş, iplik, şilte, elyaf atığı, pamuk tozu, üstüğü ve kadife tozu gibi endüstriyel katı atıklardan oluşmaktadır. Katı atıkların bir kısmını geri dönüşüm için değerlendirilmekte, bir kısmı ise çöpe atılmakta veya yakılmaktadırlar.

Tartışmasız tüm dünyanın gündeminde olan geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik çok kapsamlı bir hale gelmiştir. Fazla üretim sonucu ortaya çıkan tekstil atıkları gerek içerdiği kimyasal maddeler gerekse bu kimyasalların çevreye verdiği zarar dolayısıyla doğa için büyük bir tehdit oluşturmaktadır ve bu sektörde ortaya çıkan atık miktarı büyük bir hızla büyüyerek, tahmin edilmeyen seviyelere ulaşmıştır. Türkiye’de sanayi

atıkları ve evsel atıklara bir bütün olarak bakıldığında yılda ortalama 1.155.000 ton tekstil açığı ortaya çıktığı gözlemlenmektedir (Eser vd., 2016; Altun, 2016).

Geri dönüşüm, daha önceden kullanılmış olan ve kullanılmayacak durumda olan atık durumundaki malzemelerin geri kazandırılacak ölçüde bulunanların çeşitli uygulamalarla hammadde olmak üzere tekrar üretilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Bu şekilde atık maddeler hammadde olarak kullanılmakta ve yeni bir malzemeye dönüştürülmüş olmaktadır. Metal sanayiden sonra çevre kirliliğine en çok sebep olan sanayi de tekstil sanayidir. Elde edilmek istenen ürün haline gelene kadar tekstil ürünlerine uygulanmakta olan iplik, dokuma, örme, konfeksiyon gibi işlemler sonucunda çok fazla atık malzeme ortaya çıkmaktadır.

Geri dönüşüm programları yapılırken her şeyden önce amaçlar, hedefler belirlenmelidir. Bu hedefler değerlendirilirken gerçekçi yaklaşımlarda bulunmak gerekmektedir. Geri dönüşüm değerlendirilirken hedefler şu şekilde özet haline getirilebilir;

- Kaynakların korunması
- Çevrenin korunması
- Enerjinin kazanımı
- Yer tasarrufunun yapılması

Hızla artmakta olan nüfusa ve değişmekte olan yaşam şartlarına bakıldığında atık hacminin ve atık kompozisyonunun kontrol edilmesi gitgide zor bir hale gelmektedir. Katı atıklarının oluşturmakta olduğu çevre kirliliği ve buna bağlı oluşmakta olan risklerin her geçen yıl hızla artması, doğal kaynakların günden güne azalmakta olması, ekonominin sebep olduğu bazı nedenler ile günümüz koşullarında katı atık malzemeleri önemi gittikçe artmaktadır (Turak, 2013).

Geri dönüşüm basamakları şu sıralamada olabilir;

1. Kaynak ayırma: Değerlendirilmesi mümkün olan atık maddelerin çöp ile birbirine karışım yapılmadan oluşmuş oldukları kaynağa ayırmak suretiyle ayıklanması sağlanır.

2. Değerlendirilmesi mümkün olan atık maddelerin ayrı olacak şekilde toplanması: Bu işlem sonucunda değerlendirilmesi mümkün olan atık maddelerin çöp ile karışmayacak şekilde ayrı toplanması sağlanır.

3. Sınıflandırma: Bu işlem sonucunda karıştırılmadan toplanmakta olan malzemeler cam, plastik, kâğıt, metal gibi farklı maddeler sınıflama yapılarak ayrılır.

4. Değerlendirme: Temiz olarak ayrıştırılmış malzemelerin ekonomiye katkı olarak geri dönüştürülmesi işlemine denir. Bu işlem sonucunda ayrılmakta olan malzeme fiziksel değişim ve kimyasal değişim sonucunda oluşan yeni malzemeye ekonomiye geri kazandırılır.

5. Yeni ürünü ekonomiye kazandırma: Geri dönüşümü yapılan maddelerin tekrar kullanılmak suretiyle ekonomiye katılmasıdır (Hürriyet, 2013).

Tekstil atıkları üç ana grup altında toplanabilir. Birincisi suni iplik fabrikalarından çıkan atıklar, ikincisi tekstil imalatı atıkları, üçüncüsü ise tüketicilerin tekstil atıklarıdır (Kozak, 2010).

Çizelge 1. 1. İmalat sanayi atık göstergesi (TUIK, 2020)

	2014	2016	2018	2020
Oluşan atık miktarı (bin ton yıl)	15733	16 267	22881	23868
Tesis bünyesinde geri kazanılan/yeniden kullanılan	857	1932	2100	1678
Tesis dışında geri kazanılan/yeniden kullanılan	7100	8958	13109	13439
Dolgu malzemesi olarak kullanılan/doğaya yeniden kazandırılan	138	116	93	98
Beraber yakma (ko-insinerasyon)/Yakma tesisinde yakılan	203	474	466	401

Çizelge 1.1. (devam)

Belediye/OSB tarafından toplanan	679	596	1024	764
Düzenli depolama tesislerine gönderilen	4886	2311	4795	5777
İşyeri sahasında depolanan	1854	1858	1257	1693
Diğer yöntemlerle bertaraf edilen⁽¹⁾	16	22	38	19

(1) Açıkta yakılan, sulu ortama boşaltılan, pasa sahasında depolanan, araziye atılan vb. atıkları içermektedir.

Çilek yetiştiriciliği yapılırken tekstil atıklarından yararlanılır. Organik olarak üretilen çilek yetiştirilirken malçlama yöntemi çok önemli yer tutmaktadır. Malçlama yapılırken genel olarak siyah plastikler tercih edilmektedir. Malç olarak plastikler kullanılmadığı zaman, buğday sapları, mısır sapları, odun talaşları, tekstil atıkları vb. kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra keçe imalat edilirken de tekstil atıklarından faydalanılır. Tekstil tesislerinden alınan atık pamuklu kumaş parçacıkları, artık olan sentetik, artık olan polipropilen içeren malzemeler toplanarak tesislere ulaştırılmaktadır. Balyalanmış halde gelen malzemeler uygun şartlarda balya kesiciler başta olmak üzere veya rotatif kesicilerden yararlanılarak kesilme işlemi yapılmaktadır. Kesilen malzemeler 10mm-18mm arasında olup, otomatik besleyiciye gönderilir. Harmanlama ve üç safhalı şifanoz sonucunda pamuk oluşmaktadır. Bu işlemler sonrasında temizleme, çöp ayıklama, elyaf açma işlemler takip etmektedir. Daha sonra malzemeler takip odalarına gönderilmektedir. Harmanlama sonrasında tarak makinesinden yararlanılarak ince katlar haline getirilmektedir. Alınan malzemeler toplanmakta ve besleme bölümünde sıkıştırılmaktadır. Son işlem olan iğneleme işlemi sonucunda keçe imalatı tamamlanmış olmaktadır (Kozak,2010).

Tekstil üretiminin aşamaları göz önüne alındığında son aşama olarak konfeksiyon aşaması görülmektedir. Konfeksiyon aşamasından meydana gelen atıklar; kumaşların top başları, kumaş sonunun parçacıkları (toplam kumaşın neredeyse %15'i), pastal kesmek için kullanım dışı olan atıklar, kumaşların boyandıktan sonra kirlenmemesi

için paketleme de kullanılan naylonlar, rolıklar, kesim sonucunda ortaya çıkan kumaş tozları (klima tozları), overlok atıkları, dikiş iplikleri ve yanlış kesilen kumaş parçaları olarak gösterilebilir. Dikimi bitenler paketlemek için paketleme sürecine yönlendirilirken, ikinci kalite olanlar tamir yapmak için başka bölüme ve ikinci kalite satmak için ayrılan sürece gönderilirler (Güngör vd., 2009).

2010 yılında yapılan araştırmalara göre geri kazanılması için toplanan atık miktarı 14.632.790 ton olarak hesaplanmıştır. Bu atıkların 10.000 tonu tekstil atıkları kaynaklıdır. Bu 10.000 tonluk miktarın kaynağı endüstriyel veya eskimiş yani artık giyilmeyen kıyafet temellidir (Üçgül ve Turak, 2015).

Yıl geneline bakıldığında 7500 ton tekstil ürünlerinden oluşan atıklar ve 500.000 ton ev atıkları tekstil atığı havuzunu oluşturmaktadır. Tekstil ürünlerinden oluşan atıkları eskiciler toplayıp şekil ve çeşitlerine bakılarak sınıflandırmaktadırlar. Daha sonra bu atıkları tiftikleme makinesine atmaktadırlar. Tekstil atıklarının bazılarında keçe ve temizlik malzemesi yapılmaktadır. İpliklerden oluşan atıklar ise hammaddelerin doğal olanları ile karıştırılarak tekrar üretim sürecine sokulabilmektedir. Polyester, naylon gibi termoplastik liflerin plastik kısımları temizlendikten sonra bazı işlemlere sokularak tekrar kullanılabilir. Tekstil ürünlerinden oluşan atıkları ayırmak için üç farklı yöntem kullanılabilir. Bunlar; ıslak veya kuru işlemler yardımıyla yapılan kömürleşme süreciyle selüloz lifleri ve hayvansal liflerin birbirinden ayrılması, asit çözeltisini sulandırdıktan sonra hidroliz uygulayarak polyester liflerini birbirinden ayrılması, polyester liflerini birbirinden ayırmak için elektrostatik yol kullanılması olarak sıralanır (Yavaşcaoğlu, 2012).

Atık maddelerin geri dönüştürülmesi sonucunda; doğal kaynak rezervleri korunarak, enerjinin tasarrufu sağlanır, böylelikle atık madde miktarı azalır, ekonomiye büyük oranda katkı sağlanmış olur ve geleceğe çok büyük oranda yatırım yapılmış olmaktadır. Türkiye’de ve dünyada katı atık yönetiminin sağlanması için üç ilke temele alınır. Az atık oluşturmak, oluşturulan atık maddelerin geri dönüştürülmesi ve bu atık maddelerin yok edilmesi temeline dayanmaktadır. Tüketime giderek arttığı son yıllarda geri dönüşüm çok önemli bir konu haline gelmiştir. Kaynakların yok olmasını önlemekle beraber, yaklaşan enerji krizi beraberinde gelişmiş ülkelerce geri dönüşüm yöntem ve uygulamaları hızla geliştirilmiştir (Kozak, 2010).

1.4.1. Hammaddeler

Çalışmada kullanılan hammaddeler farklı tekstil işletmelerinde oluşan atıklardır. Atıkların hammaddesi pamuk, polyester ve diğer tekstilde kullanılan hammaddeler olabilmektedir. Tekstil sanayinde kullanılmakta olan hammaddeler doğal hammaddeler veya yapay hammaddeler olabilmektedir. Ülkemize bakıldığında en fazla kullanılan hammadde türü olarak pamuk elyafı gösterilebilmektedir. Pamuk üretilmesi esnasında çok fazla çevre etkileri oluşmaktadır. Bu çevre etkileri; zirai atıklar, küresel ısınmaya sebep veren gübreler, çok miktarda su kullanılması, kuraklık oluşan yerlerde içme suyunda oluşan sıkıntı, toprakta oluşan erozyon, kullanılmakta olan pestisit kaynak suları ile karıştığında su kirliliğine sebep olmaktadır. Aynı zamanda bu suların canlılar için yararlı olmayan ortamlar oluşturması biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Bunun yanı sıra pamuk üretiminin sonucu olarak bazı çevresel etkiler gözlemlenmektedir. Bu çevresel etkiler; gübreleme, ilaçlama, harmanlama ve hallaçlama, eğirme yapılırken veya taşıma esnasında kullanılmakta olan enerji, oluşmakta olan toz, bitkilerden oluşan atıklar, kullanılmakta olan kimyasal atıklar, atık yağlar olarak gösterilmektedir (Altun, 2011).

Atıkların geldiği işletme türüne göre sınıflandırılması aşağıdaki şekilde yapılabilir.

1. İplik işletmelerinden gelen atıklar
2. Şardon işletmelerinden gelen atıklar
3. Dokuma işletmelerinden gelen atıkları

Tekstil fabrikalarında en fazla oluşan atık iplikhane filtrelerinden gelen atıklardır. Bu atıkları sırasıyla iplik işletmesi tarak döküntüleri ve iplik işletmesi uçuntuları ve şardon işletmelerinin atıkları takip etmektedir. Dokuma işletmelerinin atıkları miktar olarak en az atıklardır. Ayrıca dokuma işletmelerinin atıklarının çoğunluğu tekrar açma işleminden geçirilerek iplik yapımında kullanıldığı için direk olarak bu proje kapsamına girmemektedir. Atık malzemeler lif uzunluğuna göre sınıflandırıldığında dört farklı grupta ortaya çıkmaktadır. Bu gruplandırma üretilen yalıtım malzemesi açısından oldukça büyük öneme sahiptir. Lif boyuna göre kumaş atıklarından mekanik

olarak geri dönüştürülmüş liflerin gruplandırması aşağıdaki başlıklar altında incelenmektedir.

1.4.2. Pamuk lifi atıkları (ortalama 10-30 mm)

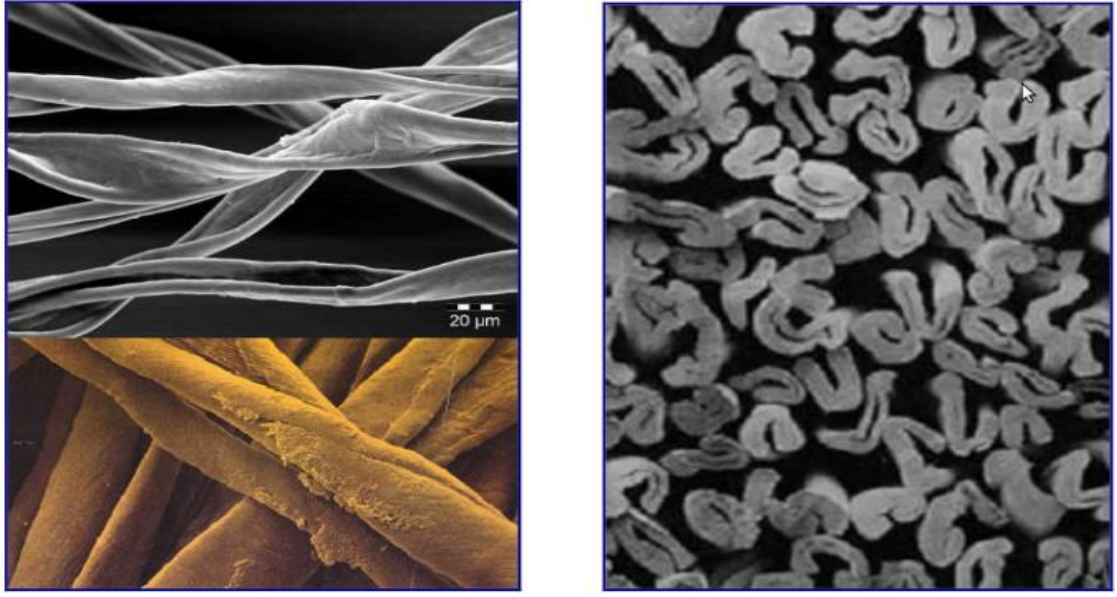
Çoğunlukla 10 mm civarında elyaf boyuna sahip olan atıklardır ve %100 pamuktur. Genellikle geri kazanım işlemleri sırasında orijinal pamuk lifinin koparak kısılması sonucu meydana gelmektedirler. İçlerindeki 30 mm uzunluğundaki elyaf miktarı çok az olup, kısa elyaftan ayrıştırılması imkânsız olduğundan bu elyaflar da mecburen atılmak zorunda kalmaktadır. Bu atık elyaflar farklı renklerde olmakla beraber en fazla rastlanılan renkler sırasıyla beyaz, krem, gri, siyah, lacivert olarak sıralanabilmektedir.

Lacivert renkli pamuk elyafa örnek Şekil.1.2’de gösterilmiştir. Yalıtım malzemesi yapımında kullanılabilmesi için taraklanarak açılması ve yabancı maddelerin ayrıştırılması gerekmektedir.



Şekil 1.2. Lacivert renkli %100 pamuk atık elyaf

Pamuk lifine ait enine ve boyuna kesit SEM görüntüsü Şekil 1.3’te verilmiştir.



Şekil 1.3. Pamuk lifinin enine ve boyuna kesit SEM görüntüsü
(<http://tekstilkutuphane.blogspot.com.tr>. 2017)

Dünya geneline bakıldığında pamuk ekim alanları toplam tarım alanlarında %2,4'lük bir paya sahiptir. Bu alanlar içerisinde kullanılan sentetik gübreler ve ilaçlar açısından dünya genelinde tüketilmekte olan tarım mücadelesi amacı ile haşere ilaçlarının %16, bitkisel ilaçların %11 kadardır (Tarakçıoğlu, 2008).

Pamuk ekim alanlarının oranına bakıldığında önemli bir yer kaplamakla beraber pamuk üretim sonrası da birçok alana atık ve geri dönüştürülebilir hammadde sağlamaktadır. Fakat pamuk geri dönüşümü çokta kolay işlemler içermemektedir. Geri dönüşüm için kimyasal yöntemler, fiziksel yöntemler ve ısıtma işlem basamakları kullanılmaktadır. Ayrıştırılma işlemi sonrasında parçalanır ve hamur haline getirilerek yeni bir ipliğe dönüştürülmek üzere yeni yöntemler kullanılmaktadır.

Pamuk ipliği üretilirken pamuk ipliğinin hazırlanması ve eğirme işlemlerinin yapılması esnasında; brizör telefi, şapka telefi, cer pnömofil telefi, cer şerit telefi, fitil pnömofil telefi, fitil telefi atıkları ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların yanı sıra pamuk ipliği üretmek için geçen süreçte oluşmakta olan bir diğer atıkta klima tozu telefidir (Güngör vd., 2009).

Pamuk lifi atıklarının fiziksel özellikleri aşağıda gösterildiği gibidir;

- **Uzunluk:** Pamuk liflerinde uzunluk kalıtsal bir özellik olmakla beraber çevre etkisiyle değişkenlik gösterebilmektedir. Lif uzunluğu pamuğun hangi amaç için kullanılacağını belirlerken etkili olmaktadır. Uzun, orta ve kısa lifler farklı tip kumaş dokumalarında tercih edilmektedir.
- **İncelik:** Pamuk liflerinde aranan özelliklerin en önemlileri arasında incelik yer almaktadır. Pamuk liflerin kullanılarak kaç numara lif yapılacağı uzunluk ve incelik belirlenmesi sonucunda olmaktadır.
- **Olgunluk:** Pamuk lifinin selülozunun fazla olması olgunluğu belirlemektedir. Selüloz tabakası kalınlaştıkça lif olgunlaşmaktadır.
- **Mukavemet:** Pamuk liflerinin mukavemeti dayanıklılığı anlamına gelmekte olup olgunlaşma dereceleri ve liflerin inceliği ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Pamuk liflerinde aranan en önemli özellikler arasında dayanıklılıkta yer almaktadır.
- **Renk:** Pamuk rengi pamuk derecesini saptamak için oldukça önemli faktördür. Renk ölçümü sonucunda iplik veya kumaşın ağartılma oranları belirlenmektedir. Pamuk renkleri türlerin kendilerine has bir özelliğidir. Fakat bazı dış etkenlerle pamuğun renginde veya tonunda farklılıklar gözlenebilmektedir.
- **Yumuşaklık:** Sınıflandırma yaparken pamukların yumuşaklıkları önemli bir özellik olmaktadır. Büyük oranda yumuşak olan pamukların iplik olma olasılıkları yüksek olmaktadır (Küçükdemirci ve Yanar, 2020).

Pamuk lifi atıklarının kimyasal özellikleri aşağıda gösterildiği gibidir;

Pamuk lifleri kimyasal olarak büyük oranda selüloz ve sudan oluşmaktadır. Diğer maddeler ise; şeker, pektin, azotlu maddeler, mineral maddeler ve renk maddeleridir. Pamuğun gelişme ve olgunlaşma dönemlerinde bazı maddelerin oranları düşmekte bazı maddelerin oranları artmaktadır. Liflerin olgunlaşması kesintiye uğratılırsa çepher ince kalır, şeker ve azot oranı yüksek olmakta ve dayanıklılık az olmaktadır (Harmancıoğlu ve Yazıcıoğlu, 1979).

Çizelge 1. 2. Olgun pamuk lifinin kimyasal bileşimi

Bileşikler			
Selüloz	94.0	88.0	96.0
Protein	1.3	1.1	1.9
Pektik maddeler	0.9	0.7	1.2
Kül	1.2	0.7	2.6
Mumlu maddeler	0.6	0.3	1.0
Organik asitler	0.8	0.5	1.0
Şeker toplamı	0.3	-	-
Diğerleri	0.9	-	-

1.4.3. Akrilik lifi atıkları (ortalama 10-40 mm)

Akrilik lifleri ve yün lifleri daha çok kışın giyilen kıyafetlerde tercih edilen ısı tutma özelliği bulunan bir tekstil malzemesidir. Bunlar arasında ince triko kıyafetlerin üretiminde, bazı çorap malzemelerinin üretiminde, battaniyelerde, halı üretilirken akrilik lifleri kullanılmaktadır. Esnek olma özellikleri, vücudu saran yapısı ve maliyetler göz önüne alındığında örme şeklinde trikolar tüketicilerin çok tercih ettiği ürünler arasına girmiştir. Akrilik lif, ürünlerin bir kısmında %100 oranında kullanılmakta ya da farklı lif hammaddelerinden yararlanılarak karışım yapılmaktadır. Karışım yapılırken amaç, karışımında kullanılan liflerin en iyi özelliklerinin bir arada bulunduğu bir iplik üreterek maliyetleri en aza indirmektir(Çolak, 2020).

Akrilik lifler üretilirken kullanılan malzemelerin maliyetleri düşük olmakla beraber boyaması ve üzerinde işlem yapma olanağı kolay olmaktadır. İlk olarak DuPont tarafından 1944 yılında Orlon ticari ismi ile tanınmış ve dünya genelinde en çok

kullanılan dördüncü sentetik lif olmuştur. Akrilik liflerin kullanım alanlarının artmasıyla beraber yün fiyatlarında artışta beraberinde gelmiştir (Yavaşcağlu, 2018).

Akrilik elyafın bazı özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Yıkınması kolaydır.
- Kuruması kolaydır.
- Suda çözünmez.
- Şekli bozulmaz.
- Güve yeme tehlikesine, yağa, asitlere ve çözücülere karşı dayanıklıdır.
- Bazların kuvvetlilerinde bozulur, bazılarının seyreltiklerinde sararır.
- Güneşten gelen Uv ışınlarına karşı dayanıklıdır.
- Esnek olma özelliğine sahiptir.
- Uzama özelliğine sahiptir.

Hafif olmakla beraber yumuşak bir malzemedir (Başer, 1992).

Genellikle battaniye dokuma işletmelerinde kullanılan atkı ipliklerinin tamamına yakın bölümü akrilik ipliklidir. Bu nedenle tekstil merkezlerinde fazla bulunmaktadır. Buna rağmen pamuk atıkları ile karşılaştırıldığında çok daha az olduğu görülmüştür. Bu tür atıkların yalıtım malzemesi üretiminden önce açma ve temizleme işleminden geçirilmesi gereklidir. Akrilik atık lifler farklı renklerde olabilir. Şekil.1.4’de yeşil renkli %100 akrilik atık lifler görülmektedir.



Şekil 1.4. Akrilik atık lif

Akrilik liflerin fiziksel özellikleri aşağıda gösterildiği gibidir;

- **Enine kesit ve boyuna görünüş:** Çeşitli yöntemler kullanılarak üretilmekte olan akrilik liflerin enine kesit görüntüleri uygulanan yönteme göre bazı durumlarda yuvarlak ve fasulye şeklinde olabilmekte bazı durumlarda yer fıstığı şeklinde olabilmektedir. Yüzey görünümleri pürüzlü değildir.
- **İncelik ve uzunluk:** Akrilik lifler farklı uzunluklarda üretilmektedir. İnce bir tel halinde veya kesikli bir şekilde olabilmektedir.
- **Mukavemet:** Akrilik liflerin mukavemeti naylon, polyester, olefi gibi sentetik liflere göre daha düşüktür. Mukavemeti yaklaşık olarak 2-4,2 gr/denye arasındadır. Yaş halde mukavemeti biraz daha azalabilmektedir.
- **Nem çekme özelliği:** Nem çekme özelliği düşük olan akrilik lifler aynı zamanda suda çözünmeyen bir yapısı vardır.
- **Sürtünmeye karşı dayanıklılık:** Akrilik lifler sürtünme etkilerine karşı çok dayanıklı değildir.
- **Boyutsal stabilite özelliği:** Akrilik liflerin boyut değiştirme özellikleri iyi değildir. Bazı yöntemler uygulansa bile boyutlarında değişiklik gözlenmez. Fakat buhar uygulandığında boyutsal olarak değişiklik gözlenebilir.
- **Esneklik ve yaylanma özelliği:** Akrilik liflerin esneklik özelliği naylon, polyester, olefi gibi sentetik liflere göre daha düşüktür. Yaylanma özelliği lifin iyi veya çok iyi olma durumuna göre farklılıklar gösterebilmektedir.
- **Hacimsel yoğunluk:** Akrilik liflerin özgül ağırlığı yaklaşık olarak 1.15 - 1.9 gr/cm³ arasındadır (Dalgıç, 2009).

Akrilik liflerin kimyasal özellikleri aşağıda gösterildiği gibidir;

- **Kimyasal maddelerden etkilenme:** Akrilik lifler asitlerin çoğuna karşı dayanıklı olma özelliği göstermektedir. Fakat bazlara karşı dayanıklılıkları oldukça azdır. Çok sıcak alkaliler lifleri tahribat etmektedir.
- **Çevresel faktörlere karşı dayanıklılık:** Akrilik lifler çevreden gelen güneş ışınlarının etkisine maruz kaldıklarında çok iyi dayanıklılık göstermektedirler. Bakteri, güve, küf ve diğer böceklerin liflere zararı olmamaktadır.

- **Elektriklenme özelliği:** Akrilik lifler nemi az çekmekte olduğu için elektriklenme özelliği açısından incelendiğinde düşük bir özellik göstermektedir. Bu özelliğin sonucunda akrilik maddelerde statik elektriklenme problemleri görülmektedir.
- **Isıdan etkilenme özelliği:** Akrilik liflerin erime noktaları belirli olmadığı için 220°C'den yüksek sıcaklık değerlerinde yumuşamaya başlamaktadır. 150 °C'den yüksek sıcaklıklarda ise sararma davranışı göstermektedir.
- **Yanma özelliği:** Akrilik lifler alevle temas ettiğinde erimekte ve yanmaktadırlar. Alevden uzaklaştırılsa dahi yanmaya devam etmektedirler. Bu yanmalar sonucunda kimyasal koku ve siyah isler oluşmaktadır. Yanma sonucunda oluşan külün rengi siyahtır (Çolak, 2020).

1.4.4. Polyester lifi atıkları (ortalama 10-40 mm)

Lif atıkları içerisinde en az miktarda görülen lif atıklarıdır. Yapılan lif analizleri sonucunda Organize Sanayi Bölgesi Çöplüğünden alınan örneklerde yaklaşık olarak %65 Pamuk, %25 Akrilik ve %10 Polyester oranı çıkmıştır. Çoğunluğu kısa polyester liflerinin oluşturduğu lif kümesi şeklindedirler. Akrilik liflerinde olduğu gibi içerisindeki az miktarda uzun polyester liflerini ayırmak mümkün olmadığından bir miktar uzun elyaf da bulunmaktadır. Şekil.1.5' te polyester lif atıkları görülmektedir.



Şekil 1.5. Polyester lif atıkları

Çalışmamıza benzer çalışmalardan bir tanesi, yün atık kumaş takviyeli kompozit malzeme üretilerek mekanik ve termal özellikleri test edilmiş olup, inceleme sonucunda da daha hafif bir malzeme elde edimi söz konusu olmuştur (Yükseloğlu ve Çalışkan, 2015). Bir diğer çalışma ise belirli miktarlarda alınan atık bor, atık kâğıt ve perlit kullanılmış olup, doğa dostu yeni bir sıva malzemesi üretilmiştir (Batar vd.,2009). Bir başka çalışmada ise halı atığı ve bor minerallerinden bir izolasyon malzemesi üretilmiştir (Erdoğan, 2016). Yapılan bu ve benzeri çalışmaların, söz konusu çalışmamdan farkı ise lignin, atık kumaş ve yanmazlık özelliği olan toz halindeki bor maddesini ekleyerek yalıtım malzemesi haline getirilmesidir. Aynı zamanda çalışmama konu olan bu maddeler sayesinde ekonomik açıdan daha avantajlı ve ekolojik ürünler elde edilmektedir.

1.5. Bor

Bor adının, Arapça Buraq veya Farsça Burah kelimesinden geldiği düşünülmektedir. Tarihte ilk kez Babilliler altın elde etme gayesi altında “Boraks” minarelerinden yararlanılmıştır. Bor bileşikleri eski Yunanlılar ve Romalılar tarafından temizlik maddesi olarak, MS 875 yılında ise Arap doktorlar tarafından ilaç olarak kullanılmıştır. 18. yüzyıl başlarında Borik asit elde edilmiş, yine aynı yüzyılda Güney Amerika’da AndDağları’nda bulunmuştur. Elementer bor ise 19. Yüzyıl başlarında bulunmuştur (Moseman,1994). Ülkemizde bor rezervleri, Bigadiç, Kırka, Emet, Kestelek Köyü ve Mustafa Kemal Paşa’da bulunmaktadır. Dünyadaki bor rezervinin % 66’sı ülkemizde bulunmakta ve bu da yaklaşık 800 milyon tona tekabül etmektedir. Dünya’da bulunan rezervlerin çoğu ABD ve Türkiye’de volkanik, hidrotermal etkinliğin fazla olduğu bölgelerde görülmektedir. Türkiye ise sahip olduğu bor rezervi sayesinde dünya ham bor ihtiyacının %95’ini karşılamaktadır (Demir, 2006).

Kimyasal simgesi “B” olan Bor, yarı metal özelliği gösteren bir elementtir. Periyodik cetvelde 3A grubunda bulunur ve atom numarası 5’tir. Erime noktası 2190±20, kaynama noktası 3660°C’dir. Toprağın sahip olduğu bor içeriği 10-20 ppm civarındadır. Ayrıca deniz suyunda 0.5 – 9.6 ppm, tatlı sularda ise 0.01 – 1.5 ppm değer aralığına sahiptir.

Doğada masif, sütun, lifsi ve yumrular olarak 4 kategoriye ayrılmaktadır. Saf üleksit beyaz renktedir ve ipek parlaklığında olanları da bulunmaktadır. Çoğunlukla Hidroboraksit, Kolemanit ve Probertitile meydana gelmiştir. Sahip olduğu B_2O_3 miktarı %43'tür. Boraks haznelerinde jeodlar içerisinde de karşılaşılmaktadır. Türkiye'de; Kırka, Emet ve Bigadiç dünyada ise Arjantin'de görülmektedir (Yiğitbaşıoğlu, 2004). İnşaat ve otomotiv alanında izolasyon malzemesi yapımında kullanılmaktadır. Selülozik maddelerde ve ısıya dayanıklı kumaşlarda yanmayı geciktirici – engelleyici özelliğe sahiptir. Aynı zamanda yüksek ses yutma kabiliyetine sahip olduğundan dolayı “akustik malzeme” olarak da adlandırılmaktadır (Eti Maden For Life, 2020).

Doğal kaynakların fazla sömürülmesi, havaya ve çevreye verilen zararların ve atık miktarının çoğalması gibi faktörlerle aşılamaz boyutlara ulaşan geri dönüşüm problemini ele aldığım bu çalışmada, atıkların çevreye verdiği zarardan büyük oranda bertaraf edilmiştir. Ayrıca maliyet minimuma indirilerek kolayca imalât edilebilir ekonomik bir çözüm sağlanmıştır. Bunun yanı sıra üretim aşamasında da ekolojik kaygı sınırları içinde adım atılmış, karbon ayak izine dikkat edilmiştir.

2. YÖNTEM

Bu tez çalışmasında; üretim atığı olarak ortaya çıkmış lignin, tekstil fabrikalarında kullanılmayan açılmış ve taraklanmış atık kumaş ile toz halinde alınan ham bor birleştirilerek ekolojik ve düşük maliyetli yalıtım malzemesi elde edilmesi sağlanmıştır. 3 farklı tür kumaş Uşak Tekstil Fabrikasından alınmıştır. Fabrikadan alınan 3 tür kumaş türü Şekil 2.1-2.2 ve 2.3’de görüldüğü gibidir:



Şekil 2.1. Siyah renkli %100 pamuklu kumaş



Şekil 2.2. Lacivert renkli likralı sentetik kumaş



Şekil 2.3. Pembe renkli pamuk-polyseter kumaş

Deneyler, bu 3 tür kumaşı ayrı ayrı, aralarına lignin ilaveli 3 katman halinde ve yine 3 katman arası elle yatırma yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde her kumaş türü için bor ilaveli (5mg ve 10 mg olarak) ve bor ilavesiz 9 farklı numune elde edilmiştir.

2.1. Deney Aşamaları

Şekil 2.4’de görüldüğü gibi yağlı kâğıt üzerine atık kumaştan koyup lignini kumaş üzerine elle yatırma yöntemi uygulanmıştır. Aynı işlem aynı kumaşa 3 katman olacak şekilde yapıldıktan sonra kurutulmaya bırakılmıştır.



Şekil 2.4. Deney aşamaları

Atık kumaş yağlı kâğıt üzerine konulmuştur. Lignin elle yatırma yöntemi kumaşa 3 katman şeklinde uygulanmıştır. Hazırlanan numuneler kurumaya bırakılmıştır. Atık kumaşlara 5 mg ve 10 mg bor ayrı ayrı ilave edilmiştir. Bu gösterilen işlemlerde her katmana 5mg ve 10 mg bor ilave edilerek bu 3 tür kumaş için ayrı şekilde tekrarlanmıştır. Laboratuvarında gerekli ölçüm ve fırınlama işlemleri yapılmıştır.

Yalıtım malzemesini elde etmek için önemli koşullardan bir diğeri ise reaksiyon sıcaklığı ve süresidir. Kompozit malzemeyi elde etme işlemi belirlenen uygun bir sıcaklığa kadar yavaş ısınma, bu sıcaklıkta bir süre bekleme ve oda sıcaklığına kadar yavaş soğuma şeklinde gerçekleşmektedir.

Elde edilen numunelerin analizleri Uşak Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Fakültesi laboratuvarında yapılmıştır.

2.2. Maliyet Analizi

Mislioğlu Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den alınan ve piyasada satılan keçe fiyatı, Uşak Tekstil Fabrikasından alınan atık kumaşların miktarı ve fiyatları, ETİMADEN' den alınan bor ve DolarKimya'dan lignin maddelerinin birim fiyatları çizelge 2.1' de gösterilmiştir;

Çizelge 2. 1. Numunelerin birim fiyatları

Numune	Miktar	Fiyat
Piyasadaki Keçe Yalıtım Malzemesi	1 m ²	900 tl
İzoguard Keçe Yalıtım Malzemesi	1 m ²	1275 tl
Geo tekstil Keçe Yalıtım Malzemesi	1 m ²	1375 tl
%100 Pamuk Kumaş (Siyah)	1kg	400 Kuruş
Pamuk-Polyester Kumaş (Pembe)	1kg	300 Kuruş
Likralı Sentetik Kumaş (Lacivert)	1kg	250 Kuruş
Bor	1kg	200 tl
Lignin	1kg	250 tl

2.2.1. 1m² Kompozit yalıtım malzemesinin malzeme maliyeti:

i. Deneysel Yalıtım Malzemesinin Hacmi?

$1 \times 1 \times 0,008 = 0,008 \text{ m}^3$ (Boyutları 1 m x 1 m x 0,008m olan yalıtım malzemesinin hacmi)

ii. Deneysel Yalıtım Malzemesinin toplam malzeme ağırlığı?

1 m³ Deneysel Yalıtım Malzemesi için:

200 kg Kumaş atığı

100 kg Lignin

20 kg Bor

$320 \times 0,008 = 2,56 \text{ kg}$ (Boyutları 1 m x 1 m x 0,008m olan yalıtım malzemesinin ağırlığı)

iii. Deneysel Yalıtım Malzemesinin Yoğunluğu?

$$d = \frac{m}{v} = \frac{2,56}{0,008} = 320 \text{ kg/m}^3 \quad (2.1)$$

(Boyutları 1 m x 1 m x 0,008m olan yalıtım malzemesinin yoğunluğu)

iv. 1 m³ Deneysel Yalıtım Malzemesinin malzeme maliyeti?

1 m³ Deneysel Yalıtım Malzemesi için:

200 kg Kumaş atığı= 200x4=800 TL

100 kg Lignin= 100x250=25000 TL

20 kg Bor= 20x200=4000 TL

TOPLAM = 29800 TL (Boyutları 1 m x 1 m x 0,008m olan yalıtım malzemesinin malzeme maliyeti).

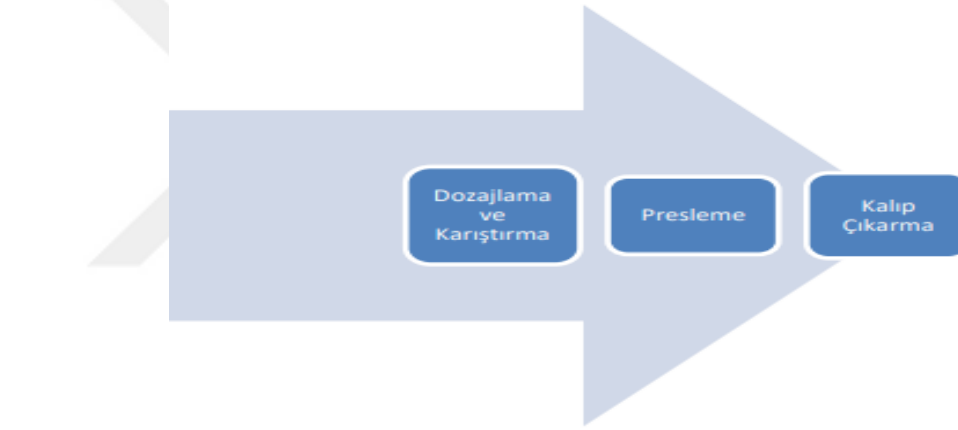
- v. 1 m³ Deneysel Yalıtım Malzemesinin malzemesi kaç m² Yalıtım Malzemesi Yapar?

$$\frac{100}{0,8} = 125 \text{ m}^2 \text{ (Boyutları 1m x 1m x 0,008m olan yalıtım malzemesinin m}^2\text{)}$$

- vi. 1 m² Yalıtım Malzemesinin Maliyeti?

$$\frac{29800}{125} = 238,4 \text{ TL (Boyutları 1m x 1m x 0,008m olan 1 m}^2\text{yalıtım malzemesi maliyet fiyatı)}$$

Kumaş atıklarından mekanik olarak geri dönüştürülmüş liflerden üretilen yalıtım malzemelerinin iş akışı görseldeki gibi özetlenmiştir:



Şekil 3.1. Planlanan lifli yalıtım malzemesinin üretim aşamaları

3. BULGULAR

Uşak Tekstil Fabrikasından alınan 3 farklı tür atık kumaşın adlandırılması, bor katkısı ve ilave edilen bor miktarına göre sınıflandırılması Çizelge 4.1’ de görüldüğü gibidir:

Çizelge 4. 1. Numunelerin adlandırılması

Numune İsmi		Bor Katkısı	Bor Katkı Miktarı
YLTM	Piyasadan alınan Keçe		
KL1	%100 Pamuk Kumaş (Siyah)	Yok	Yok
AL2	Pamuk-Polyester Kumaş (Pembe)	Yok	Yok
PL3	Likralı Sentetik Kumaş (Lacivert)	Yok	Yok
KL4	%100 Pamuk Kumaş (Siyah)	Var	5 g
ALB8	Pamuk-Polyester Kumaş (Pembe)	Var	5 g
PLB9	Likralı Sentetik Kumaş (Lacivert)	Var	5 g
KLB10	%100 Pamuk Kumaş (Siyah)	Var	10 g
ALB11	Pamuk-Polyester Kumaş (Pembe)	Var	10 g
PLB12	Likralı Sentetik Kumaş (Lacivert)	Var	10 g

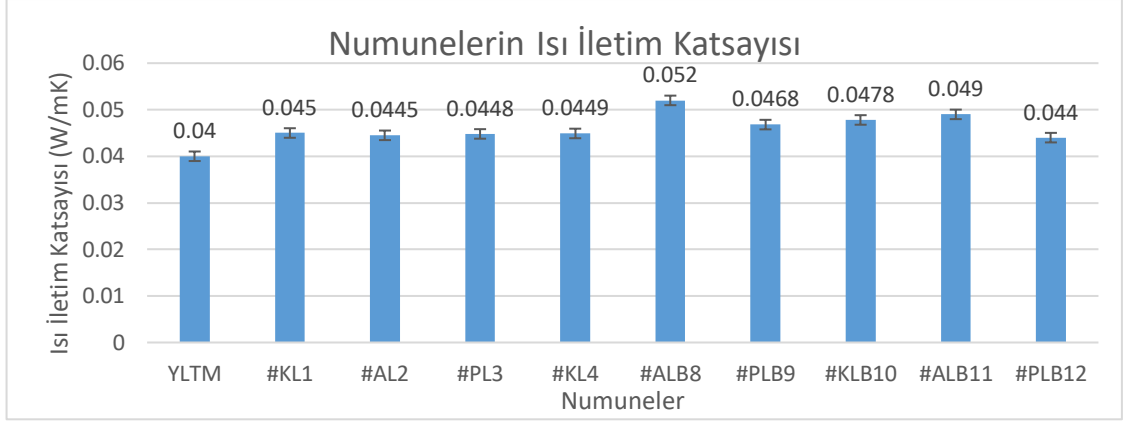
Çizelge 4. 2. Yalıtım malzemesi üretim koşulları

Numune	Kumaş Atığı (gr)	Lignin (gr)	Su (gr)	Pres Isısı (°C)	Pres Basıncı (ton)	Pres Süresi (dk)	Kalınlık (mm)	Boyutları (mm)	Bor	Sonuç
KL1	6000	2000	2000	110	18	60	8	83x83 Keçe elde edilmiştir		✓
AL2	6000	2000	2000	110	18	60	8	830x830		✓
PL3	6000	2000	2000	110	18	60	8	830x830		✓
KL4	5000	1500	3000	110	16	60	8	830x830		✓
ALB 8	3000	1500	1200	140	12	40	8	830x830	✓	✓
PLB9	3000	1500	1200	140	17,5	60	7	830x830	✓	✓
KLB 10	6000	2000	2000	110	18	60	7	830x830	✓	✓
ALB 11	6000	1500	1500	110	18	60	7	830x830	✓	✓
PLB1 2	5000	1000	1000	110	18	60	7	830x830	✓	✓

Çizelge 4. 3. Test numuneleri üretim değerleri (pamuk)

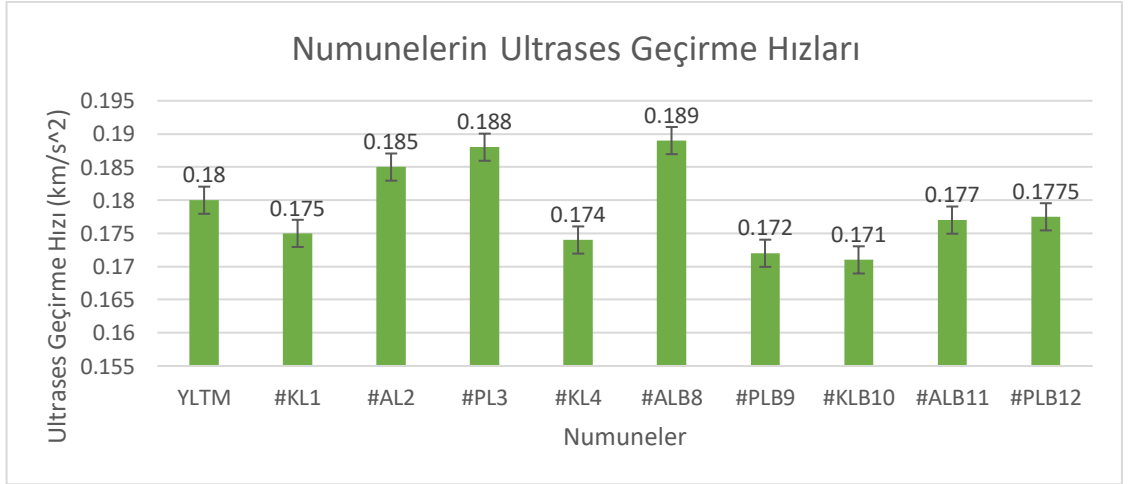
Numune	Kumaş Atığı (gr)	Lignin (gr)	Su (gr)	Hacim	Yoğunluk	Kalınlık (mm)
KL1	6000	2000	2000	1300	0,6	8
KL4	5000	1500	3000	1180	0,6	8
KLB10	6000	2000	2000	1100	0,7	7

Laboratuvara gönderilen numunelerin ısı iletim katsayısı, ultrases geçirme hızları, ısı absorpsiyon değerleri, ses şiddeti, eğilme dayanımları ve yanma özellikleri istenilmiştir. Uşak Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Fakültesi'nden alınan analiz sonuçları yapılan tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.



Şekil 4.1. Numunelerin ısı iletim katsayıları

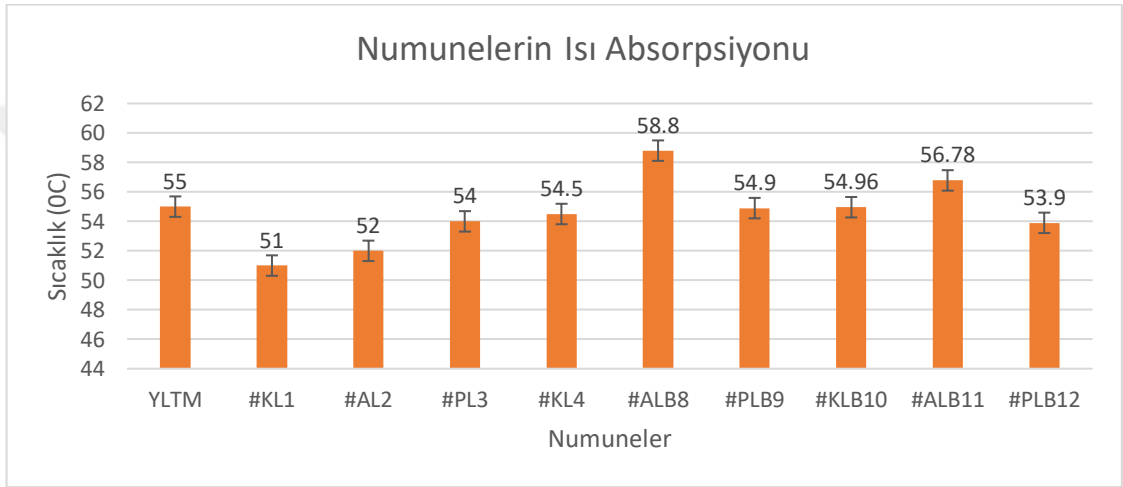
Şekil 4.1 incelendiğinde; en yüksek ısı iletim katsayısı #ALB8 numunesinde 0.052 W/mK, ve en düşük ısı iletim katsayısı ise #PLB12 numunesinde 0.044 W/mK bulunmuştur. En düşük ısı iletim katsayısı ile en yüksek ısı iletim katsayısı arasında 0.008 W/mK fark vardır. Literatür taraması yapıldığında malzemelerin ısı iletkenlik hesap değerleri incelendiğinde ahşap yünü levhaların 0.035-0.07 W/mK arasında olduğu görülecektir (Temiz ve Olgar, 2017). Buna göre Lignin ve tekstil atığı ile hazırlanan Kompozit Yalıtım Malzemesinin (#ALB8) ısı iletim katsayısının ahşap yünü levhalara yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Numunelerin ultrases geçirme hızları

Hazırlanan Kompozit Yalıtım Malzemelerinin ultrasonik cihazla saptanan ölçüm sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir. Buna göre değerlere göre, test edilen kompozit

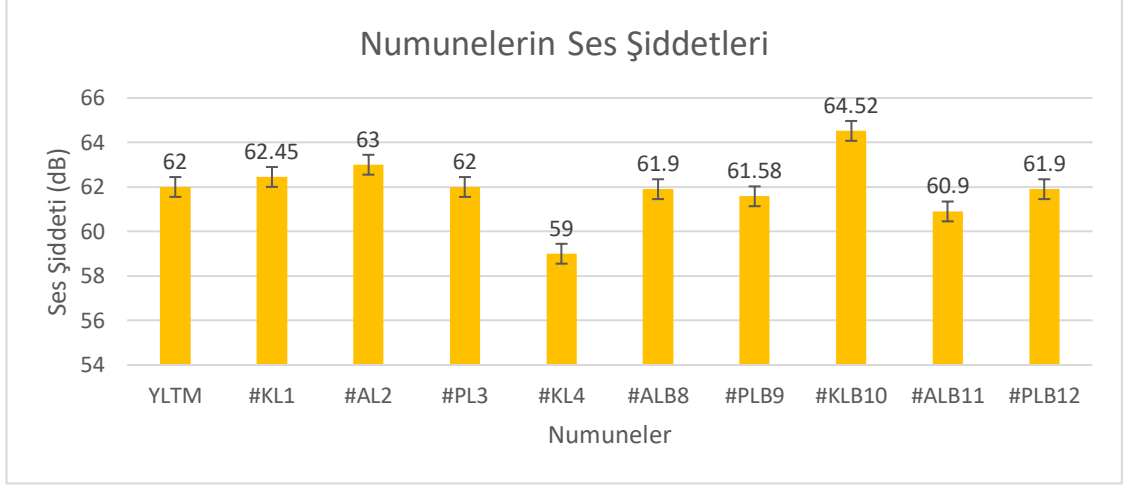
yalıtım malzemelerinin ultrases geçirme hızlarının, zayıf dayanımlı malzemelerden bile çok küçük olduğu için ses yalıtımı amacıyla kullanılabileceği düşnlebilir. En küçük ultrases geçirme hızı, #KLB10 malzemesinde, en yüksek ultrases hızı ise #ALB8 kompozit yalıtım malzemesinde bulunmuştur. İkiisi arasındaki ses hızı farkı 0.018 km/s²'dir. #ALB8 kompozit yalıtım malzemesinin ses hızının daha az olması, diğer kompozit yalıtım malzemelerine göre daha boşluklu yapıya sahip olmasına bağlanabilir. #KLB10'da diğer numunelere göre daha dolu bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 4.3. Numunelerin ısı absorpsiyon değerleri

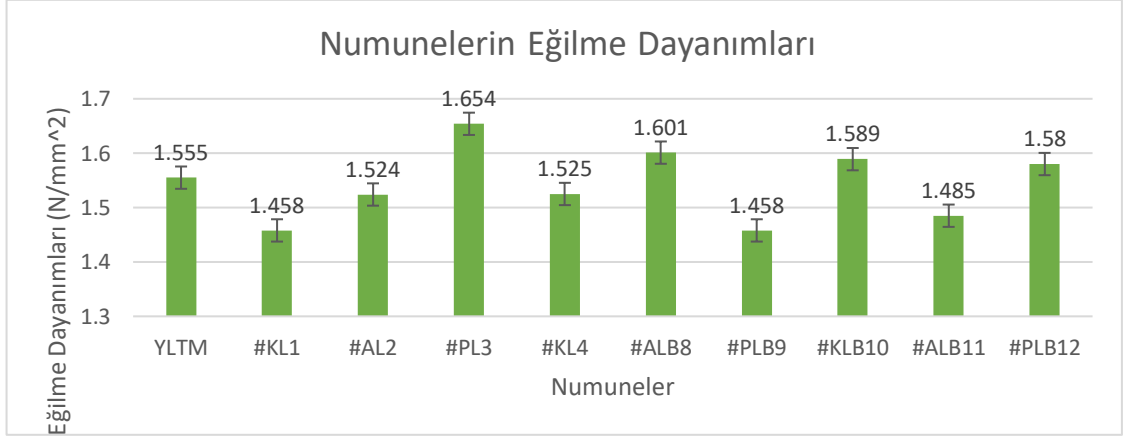
Isı absorpsiyonu belirleme cihazı ile yapılan testte, numunenin bir yüzüne 2,5 dakika süre ile sıcaklık verilip diğer yüzden geçen ısı değeri okunmuştur. Kompozit yalıtım malzemelerine verilen ısıdan alınan ısı çıkarılarak ısı absorpsiyonu değerleri bulunmuştur. Bu yolla bulunan ısı absorpsiyon değerleri Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Şekil.4.3 incelendiğinde, tekstil atığı kullanılarak hazırlanmış kompozit yalıtım malzeme (#KLB10) ısıyı diğer panellere göre daha çok absorbe ettiği görülmektedir. #KL4 ile hazırlanan kompozit yalıtım malzeme, diğer kompozit yalıtım malzemelerine oranla daha az sıcaklık absorbe ettiği görülmektedir.



Şekil 4.4. Numunelerin ses şiddetleri

Ultrases dalgasının hızı ile malzemelerin yoğunluğu arasında belirli bir ilişki bulunmaktadır. Malzeme, içerisindeki boşluk miktarı arttıkça, ses üstü dalganın hızı daha az olmaktadır. Şekil 4.4 incelendiğinde kompozit yalıtım malzemelerinin yapılan kapalı mekânların önemli miktardaki gürültüyü absorbe ettiği saptanmıştır. En iyi gürültüyü absorbe eden kompozit yalıtım malzemesinin 64,52 dB ile #KLB10 örneği olduğu görülmüştür.



Şekil 4.5. Numunelerin eğilme dayanımları

Numunelerin mukavemet testlerinden sonra testten geçen numunelerin kırılan bölgelerinin incelenmesi sonucunda yalıtım malzemesinin iç bölümlerindeki lignin

erimediği için bağlayıcılık sağlamadığı görülmüştür. Bu nedenle yeteri derecede lignin kullanıldığı için mukavemetlerinin çok düşük kaldığı görülmüştür.

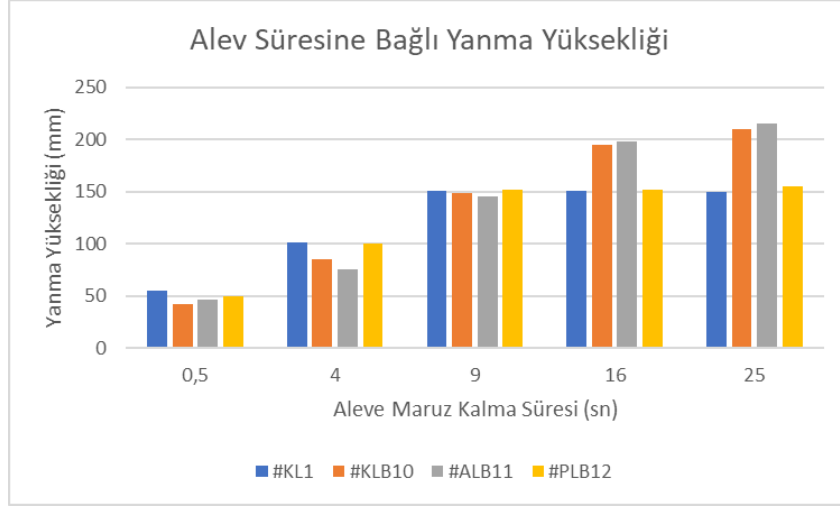
Test sonuçlarına göre; mukavemet değerinin kompozit yalıtım malzemesinin yoğunluğuna bağlı olduğu, yoğunluk arttıkça mukavemet değerinin arttığı görülmüştür. Sonuç olarak uzun parçalı malzemelerden yapılan numunelerin mukavemetlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Lifli malzeme üretimi ile ilgili yayınlarda malzemelerin yarılmalarının temel nedeni olarak kurutma işlemi sırasında malzemenin iç bölgelerinin sıcaklığının 100 °C den düşük olması gösterilmiştir. Kırılma bölgesinde kısmi yarıma görülmüştür. Bu durum lignin her tarafa homojen nüfuz etmemiş olmasından kaynaklanmıştır. Yalıtım malzemesinin yarılması sadece %100 pamuk çok küçük boyuttaki malzemenin kullanıldığı numunelerde meydana gelmiştir. Kullanılan malzemenin lif boyu uzadıkça lifler birbirlerini daha iyi tuttukları için yarıma meydana gelmemiştir.

Yanma analizlerinde 4 numune yanma ihtimali yüksek olduğu için bor katkı denenmiş olup, numune çeşitleri Çizelge 4.4 de gösterildiği gibidir:

Çizelge 4. 4. Numuneler ve bor katkı miktarları

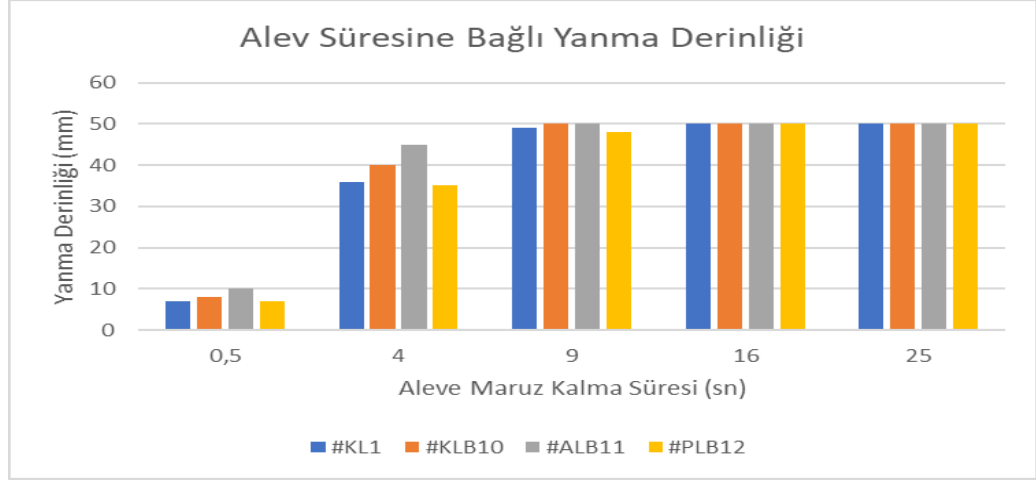
Numune	Bor katkısı	Bor Katkı Miktarı
KL1	Yok	Yok
KLB10	Var	10 g
ALB11	Var	10 g
PLB12	Var	10 g



Şekil 4.6. Alev Süresine bağlı yanma yüksekliği

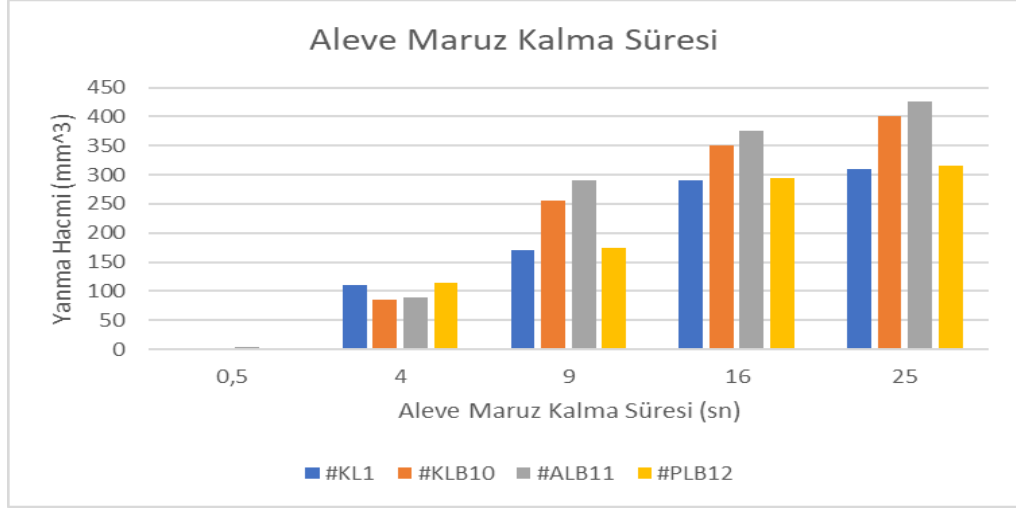
Hasar derecesinin ifade edilebilmesi amacıyla zemin ile kompozit malzemeler arasındaki yanma yükseklikleri ölçülerek grafik haline getirilmiş ve Şekil 4.6'da sunulmuştur. Aleve maruz kalma süresi 0,5 s olması durumunda bile yanma yüksekliği 48-52 mm arasında değer almıştır. Alev uygulanma süresi 25 s olduğunda ise yanma yükseklikleri #KLB10 ve #ALB11 için en yüksek değerine ulaşarak, sırasıyla, 210 ile 225 mm arasında değerler almıştır.

Yalıtım levhaları kendi aralarında karşılaştırıldığında, neredeyse tüm sürelerde en fazla yanma yüksekliği #KLB10 kompozit malzemesinden elde edilmiştir. #KL1 kompozit malzemesi başlangıçta hızlı bir şekilde yanarken, aleve maruz süresi artmasına rağmen 9 saniyeden sonra fazla değişmemiştir. Ancak #KLB10 kompozit malzemesi aleve maruz kalma süresiyle birlikte fark edilir derecede artarak levhalar içerisinde en yüksek yanma miktarına sahip olmuştur. #KL1 kompozit malzemesinin üretiminde kullanılan pamuk sayesinde #KLB10 ve #ALB11'ye göre daha az yanma yüksekliğine sahip olmuşlardır. #KLB10'ın yanma yüksekliği de 9 saniyeden sonra #ALB11 ile benzerdir. Bunun nedeni de #KLB10 kompozit malzemesinin #ALB11 kompozit malzemesine göre daha yoğun bir yapıya sahip olmasıdır. Yapılan gözlemler sonucunda taban malzemede herhangi bir yanma veya deformasyon görülmemiştir.



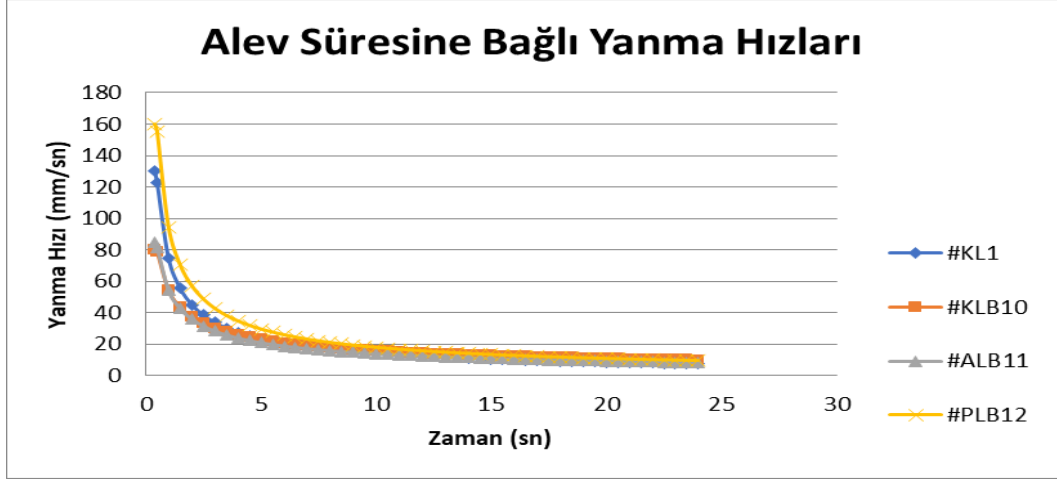
Şekil 4.7. Alev süresine bağlı yanma derinliği

Yangın deneyi sonrasında alınan bir ölçüm de sıva arkasındaki yalıtım malzemesinin duvar yüzeyine doğru yanma derinlikleridir ki bu durum Şekil.4.7’ de sunulmuştur. Bu kompozit malzemelerin kalınlıkları 50 mm’dir. İlk 0,5 s’lik aleve maruz kalmaları durumunda 5-10 mm’lik yanma derinliği oluşurken, 4 s ve üzerindeki aleve maruz kalma sürelerinde yanma derinlikleri hızlı bir şekilde artarak #KL1 için 38 mm, #KLB10 için 40 mm iken #ALB11 yalıtım levhalarında 33 mm gibi değerler almıştır. En fazla yanma derinlikleri de 9 saniye sonrasında sabit kalarak her üç yalıtım malzemesi için de 50 mm ölçülmüştür. Dolayısıyla, yalıtım malzemesi duvar yüzeyine kadar yanarak deforme olmuştur. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı olan TS 825’e göre Türkiye dört farklı derece-gün bölgelerine ayrılmıştır. Türkiye’nin derece-gün bölgelerine bağlı olarak #ALB11 yalıtım malzemesi için pencere kullanım alanına bağlı olarak hesaplama yapılabilir.



Şekil 4.8. Alev maruz kalma süresi

Kompozit yalıtım malzemesi arkasında, alev süresine bağlı olarak oluşan yanma hacimleri de belirlenerek Şekil 4,8’de verilmiştir. Alev süresi 4 saniyeye kadar en fazla yanma hacmi #KL1’de görülürken, alev uygulama süresinin artmasıyla birlikte tüm kompozit yalıtım malzemelerinin yanma hacmi de artmış olup, en fazla hacim artışı #KLB10 levhalarında elde edilmiştir. #PL3 yalıtım levhaları ise 9 saniye sonrasında #KLB10 'den daha az, #KL1'den daha fazla yanma hacmine sahiptir. #ALB11kompozit yalıtım malzemesi #KL1'ye göre daha yoğun ve dolu bir yapıya sahip olması nedeniyle aynı sürede alev maruz kalmaları durumunda #ALB11kompozit yalıtım malzemesine göre daha az yanma deformasyonu göstermişlerdir.



Şekil 4.9. Alev süresine bağlı yanma hızları

Elde edilen değerlerden, sabit alev yüksekliğine maruz bir kompozit yalıtım malzemesinde, kompozit malzeme arkasındaki deformasyonun ilk 25 saniyelik süre içerisinde zamanla arttığı görülmüştür. Buna bağlı olarak, sürenin artmasıyla birlikte deformasyon miktarının artması da beklenebilmektedir. Ancak alev yüksekliğinin sabit olması nedeniyle belirli bir süre sonra sıva sıcaklığı kararlı bir hale gelecek ve arka kısmındaki yalıtım malzemesinin de yanması duracaktır. Şekil 4.9’da bu durum gösterilmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan deneysel çalışmalardan da görüldüğü gibi ülkemizde kullanılan malzemelerin kullanımı yangın açısından elverişli değildir. Üreticileri bu soruna çözüm getirmek için bu malzemeleri yangın geciktiricili olarak üretmekte ve pazarlamaktadırlar. Ülkemizde ise konunun öneminin yetersiz kalması ve ekonomik nedenlerden dolayı malzemeleri oldukça yoğun bir şekilde tüketilmektedir. Diğer yandan polimerik malzemelere alternatif olarak mineral yünler de tercih edilebilir. Ancak bu malzemelerin de suya karşı çok iyi yalıtılmaları gerekmektedir. Mineral yünler oldukça yüksek sıcaklıklara ($>600^{\circ}\text{C}$) dayanabilmektedirler.

Bu bağlamda çalışmamızda kompozit yalıtım malzemesine katkıladığımız Bor, bu dezavantajlı malzemelere bir alternatif olacaktır.

Ülkemizde yalıtım özelliği bulunan doğal malzemeler yeterince değerlendirilmemekte; bazı yabancı ülkeler tarafından ithal edilip, ülkelerinde ısı yalıtımı malzemelerinin üretilmesinde kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmanın bulguları bu atık malzemelerin ülkemizde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

- Kullanılacak hammaddenin çok büyük kısmı pamuk işletmelerinden elde edilen atık kumaşlardan oluşmaktadır. Uzun elyaf miktarı toza göre çok daha büyüktür.
- Malzemenin hacimliliği tozdan uzun elyafa doğru gidildikçe artmaktadır.
- Malzemenin hacimliliği arttıkça karıştırılması zorlaşmakta ve karıştırma işleminin çok daha titizlikle yapılması gerekmektedir.
- Karıştırma işlemi için karıştırma sisteminde iyileştirme yapılması gereklidir.
- Malzeme hacmi arttıkça lignin ile karıştırmak için kullanılan su miktarının artması gerekmektedir.
- Su miktarı arttıkça kurutma zamanı uzamakta ve Kompozit Yalıtım Malzemesinin üretim süresi ile maliyeti artmaktadır. Seri üretime uygun hale gelmesi için presleme süresinin azaltılması gerekmektedir.

- Presleme süresinin azaltılması için karıştırılmış malzemenin ön kurutma işleminden geçirilmesi gerekmektedir.
- Fırında kurutma yapabilmek için özel çok katlı kalıplar gerekmektedir.
- İnce levhaların üretiminde seçilmesi gereken minimum levha yoğunluğu 850 kg/m³ ten az olmamalıdır.
- Daha kaliteli levha üretimi için temin edilemeyen yapıştırıcıların temin edilmesi gerekmektedir. Yapıştırıcı maliyeti ve temini potansiyel bir problemdir. Yapıştırıcı maliyetinin azaltılması için yardımcı maddeler kullanılabilir. Piyasada atık polipropilen, dolgu malzemeleri oluşturmak amaçlı yapılan levhalarda bağlayıcı olarak kullanılabilir.

Tezdeki çalışmalar ve elde edilen sonuçlara göre hedefleri kısa, orta ve uzun vadede olmak üzere aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

1. Kullanılan karıştırma makinesinin karıştırma sisteminin iyileştirilmesi gerekmektedir.
2. Seri üretime uygun karıştırma makinesinin üretilmesi gerekmektedir.
3. Yapıştırıcı üretiminin araştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir (ARGE).
4. Piyasada kullanılan yalıtım malzemelerini üretebilecek boyutlara uygun makinelerin tasarlanması ve oluşturulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Altun, Ş. (2011). Tekstil Üretim Süreçlerinde Çevresel Etkiler ve Atık Geri Kazanımı, Lisansüstü Ders Notları, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa.
- Altun, Ş. (2016). Tekstil Üretim ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel ve Ekonomik Etkileri. Uşak: Uşak Ticaret ve Sanayi Odası Raporu.
- Arıcı, A. K. (2022). *Saf Alüminyumun Toz Metalurjisi ile Üretimi Ve Özelliklerinin İncelenmesi* (Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya,
- Başer, İ. (1992). *Elyaf Bilgisi*, Marmara Üniversitesi Yayınları No:524, İstanbul, 179s.
- Batar, T., Köksal, S. ve Yersel, Ş. (2009). Atık Bor, Atık Kağıt ve Perlit Katkılı Sıva Malzemesinin Üretimi ve Karakterizasyonu. *Ekoloji*, 18(72), 45-53.
- Binici, H., Sevinç, A., Eken, M. ve Demirhan, C. (2014). Mısır Koçanı Katkılı Isı Yalıtım Malzemesi Üretimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), 13-26.
- Bulut, M. (2014). *Türkiyede Kompozit Malzeme Üretimi ve Kompozit* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, 95s.
- Çalgeriş, İ. (2010). *Fındık Kabuğundan Lignin İzolasyonu Ve Lignin/Nişasta Biyoçözünür Polimerlerin Elde Edilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul, 57s.
- Çiftçi, Y. (2019). *Lignin Türevli Yeni Tekstil Kaplama Malzemesi Eldesi ve Özelliklerinin Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 59s.
- Çolak, S. S. (2020). *Kesikli Akrilik Lif Ve Karışımli İpliklerin Üretim Parametrelerinin İplik ve Kumaş Özelliklerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa, 176s.

- Dalgıç, D. (2009). *High-Bulk ve Relax Akrilik İplikler ile Yün Karışımli İpliklerin Kumaş Performansları* (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, 91s.
- Demir, C. (2006). *Bor Minerallerinin Enerji Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya, 54s.
- Demir, M. E., Çelik, Y. H., ve Kılıçkap, E. (2019). Cam Ve Karbon Elyaf Takviyeli Kompozitlerde Elyaf Cinsinin, Yükün, Kayma Hızı Ve Mesafesinin Abrasiv Aşınmaya Etkisi. *Politeknik Dergisi* , 22(4), 811-817.
- Dönmez, E. T. (2017). *Geri Dönüşümü Yapılmayan Tekstil Atıklarının Kullanılarak Elektromanyetik Kalkanlama, Isı izolasyonu ve Ses Yalıtımı Sağlayan Yüzeylerin Eldesi*(Doktora Tezi). Uşak Üniversitesi, Uşak, 142s.
- Emre, S. (2010). Sanayi Yapılarında Isı, Ses ve Yangın Yalıtımının İncelenmesi(Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Malatya, 124s.
- Erdoğan, Y. (2016). Halı ve Bor Atıklarından İzolasyon Malzemesi Üretimi, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 152, 201-206.
- Eser , B., Çelik, P., Çay, A., ve Akgümüş, D. (2016). Tekstil ve Konveksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, *Tekstil ve Mühendislik*, 23(101): 44-60.
- Eti Maden For Life. Eti Maden, 16.10.2020 tarihinde <https://www.etimaden.gov.tr/uleksit> adresinden alınmıştır.
- Erdoğan, E. ve Eker, A. A. (2015). Savunma Sanayinde Kullanılan İleri Kompozit Malzemeler ve Uygulama Alanları. *1st International Defense Industry Symposium Special Issue*, 7(4), 8-12.
- Güngör, A., Palamutcu, S. ve İkiz, Y., (2009). *Pamuklu Tekstiller Ve Çevre: Bir Bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi*, *Tekstil Ve Konfeksiyon Dergisi*, 197-205.
- Harmancıoğlu, M. ve Yazıcıoğlu, G. (1979). *Bitkisel Lifler*. İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, Bornova/İzmir, 336.

- Huş, S. (1971). Lignin ve Kullanış Yerleri. *Orman Fakóltesi Dergisi*, Cilt XXI-B (1): 15-23.
- İzoder, (2013). Su Yalıtımı. 25.10.2023 tarihinde http://www.izoder.org.tr/tr/dokumanlar/su_yalitimi/su-yalitimi.pdf adresinden alınmıştır.
- İzoder, (2013). Su Yalıtımı. 25.10.2023 tarihinde http://www.izoder.org.tr/tr/dokumanlar/ısı_yalitimi/ısı-yalitimi.pdf adresinden alınmıştır.
- İzoder, (2013). Ses Yalıtımı. Erişim tarihi: 25.10.2023 tarihinde http://www.izoder.org.tr/tr/dokumanlar/ısı_yalitimi/ısı-yalitimi.pdf adresinden alınmıştır.
- Kaya A. İ. (2016). Kompozit Malzemeler ve Özellikleri. *Putech & Composite Poliüretan ve Kompozit Sanayi Dergisi*, 29, 38-45.
- Kaygısız, (2023). Pamuk Elyafı. 06.11.2023 tarihinde <https://www.kaygisiz.com/index.php/pamuk/30-pamuk-elyafi> adresinden alınmıştır.
- Kocagöl, M. (2013). *Isıl Yalıtımında İdeal Yalıtım Malzemesi Kullanılmasının Deneyisel Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ, 90s.
- Kısasöz, A. A. (2018). *Alüminyum Matrisli Titanyumdiborür İn Situ Takviyeli Kompozitlerin Üretimi Ve Karakterizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 99s.
- Kompozit Malzemeler Ve Kısa Tarihi. (2020). Kompozit Hayalleri 03.11.2023 tarihinde <http://kompozithayalleri.com/kompozit-malzemeler-ve-kisa-tarihi/> adresinden alınmıştır.
- Kozak, M. (2010). Tekstil Atıkların Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Alanlarının Araştırılması, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 62-70.
- Kulaksızoğlu, Z. (2006). Isı Yalıtım Sektör Araştırması. İstatistik şubesi.

- Küçükdemirci, D. Y. ve Yanar, A. (2020). Yüksek Ziraat Enstitüsü Dönemine Ait Pamuklu Dokumanın Fiziksel Özellikleri ve Bozulmalarının Tespiti. *Folklor Akademi Dergisi*, 3(4), 343-344.
- Moseman, R. (1994). Chemical Disposition of Boron in Animals and Humans, *Environmental Health Perspectives*, 102(7), 113-117.
- Olgun, Ç. (2007). *Farklı Lignin Yapılarına Sahip Hammaddelerden Lignin Esaslı Karbon Lifi Üretimi* (Doktora Tezi). Kastamonu Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 246s.
- Şen, A. O. (2006). *Binalarda Uygulanan Yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiyede Yalıtım* (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 90s.
- Tarakçıoğlu, I. (2008). *Organik Pamuk ve Tekstil Sanayi*, İstanbul Ticaret Odası Yayını, Yayın No:7, 144s.
- Temiz, H. ve Olgar, K. (2017). Doğal ve Yapay Liflerden Üretilen Panellerin Yalıtım Özelliklerinin Araştırılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(2), 608-618.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2020). İmalat Sanayi Atık Göstergeleri. 07.10.2023 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198#:~:text=Ara%C5%9Ft%C4%B1rma%20kapsam%C4%B1ndaki%20imalat%20sanayi%20i%C5%9Fyerleri,g%C3%B6re%20%10%2C5%20artt%C4%B1> . adresinden alınmıştır.
- Turak, B. (2013). *Tekstil Atıklarından Elde Edilen Kompozit Isı Yalıtım Malzemelerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 66s.
- Türkmen, İ. ve Köksal, N. (2013). Cam Elyaf Takviyeli Polyester Matrisli Kompozit Malzemelerde (Ctp) Elyaf Tabaka Sayısına Bağlı Mekanik Özelliklerin Ve Darbe Dayanımının İncelenmesi. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 17 –30.
- Üçgül, İ. ve Turak, B. (2015). Tekstil Katı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Yalıtım Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi. *Akademik Platform*, 3(3), 39-48.

- Yakacak, K. S. (2022). *Alüminyum Grafen Oksit Kompozit Malzemelerin Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretimi Ve Mekanik Özelliklerinin İncelemesi* (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 93s.
- Yavaşcaoğlu, A. (2012). Tekstil Katı Atıkları, Katı atık oluşumunun azaltılması ve Geri Kazanımı, *Mesleki Bilimler Dergisi*, 1(2), 137 - 148.
- Yavaşcaoğlu, A. (2018). *Akrilik Karışımli İpliklerden Dokunmuş Kumaş Özelliklerinin Araştırılması* (Doktora Tezi). Uludağ Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 226s.
- Yiğitbaşıoğlu, H. (2004). *Türkiye İçin Önemli Bir Maden: Bor* (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi/Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara.
- Yöney, H. (2007). *El Yatırma Yöntemi İle Elyaf Takviyeli Kompozit Yapıların Üretilmesi Ve Özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 194s.
- Yükseloğlu, S. M. ve Çalışkan, M. (2015). Mechanical and Thermal Properties of Wool Waste Fabric Reinforced Composites, *Journal of Textiles and Engineer*, 22(97), 14-20.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad, Soyad : B*** İ***R
Uyruk : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : *S**Ş***R 19.0*.1**8
Medeni Hali : Evli
Telefon : (02*2) 2*4 0* 28
E-posta : bu*****cc@g*ail.c*m

Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Hacı Ahmet Kanatlı Lisesi (Süper Lise)/ Eskişehir	2006
Lisans	Osmangazi Üniversitesi/ Eskişehir	2011
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2024

İş Tecrübesi

Yıl	Yer	Pozisyon/Görev
2012-2015	Ankara	Öğretmen
2015-	Muğla	Öğretmen

Yabancı Dil

Yabancı Dil (İngilizce)	Başlangıç	Orta	İleri
Yazma		X	
Konuşma		X	
Okuma		X	
Anlama		X	

Bilimsel Faaliyetler

- ✓ **Büşra İşler**, Ozan Kiyikci, Umut Güzel, Gorkem Oylumluoglu, “Production of Composite Material Using Lignin and Waste Fabrics and Cost Analysis”, Turkish Physical Society 39th International Physics Congress August 31- September 4, 2023, Bodrum/ Turkey.