



**T.C.**  
**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**KÂĞIT FABRİKASI ATIK ÇAMURUNUN YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Muharrem TEKEL**

**OCAK 2021**  
**GÜMÜŞHANE**

**T.C.  
GÜMÜŞHANEÜNİVERSİTESİ  
FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMANCILIK VE ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**KÂĞIT FABRİKASI ATIK ÇAMURUNUN YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Muharrem TEKEL**

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
“Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı”  
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12.12.2020  
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 12.01.2021**

**OCAK 2021**



## TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “kâğıt fabrikası atık çamurunun yonga levha üretiminde değerlendirilmesi” isimli tez çalışmada; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 12/01/2021

**Muharrem TEKEL**

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KÂĞIT FABRİKASI ATIK ÇAMURUNUN YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Muharrem TEKEL

Gümüşhane Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selim KARAHAN

(2021, 40 sayfa)

Kâğıt fabrikaları kâğıdı üretebilmek için üretim akışı boyunca suyu bol miktarlarda tüketmektedirler. Bu gibi tesislerde suyun arıtılması sonucunda atık çamur oluşmaktadır. Bu atık çamur geri yıkama suyu ile birlikte doğaya bırakılmaktadır. Bu çalışmada Kâğıt fabrikasından alınan atık çamurlar öncelikle nemlerinden uzaklaştırılması için kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Daha sonra kurutulan bu atık çamur üzerinde Öğütme işlemi yapılmıştır. Ayrıca odun materyali de öğütme işlemine tabi tutularak yonga haline getirilmiş ve Etüv de kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutulan atık çamur ve odun materyali mikser yardımı ile karıştırma işlemi yapılmıştır. Karışım çamuru için 40x40 cm boyutundaki çelikten yapılmış pres sacları kullanılmıştır. Levha kalınlıkları, 18 mm kalınlığındaki çelik

kalınlık takozları kullanılarak ayarlanmıştır. Elde edilen Levha taslakları prese sokularak pres sıcaklığı 150°C, pres süresi 15 dakika ve pres basıncı 25 kg/cm<sup>2</sup> olarak preslenmiştir. Bu işlemlerin sonrasında ise elde edilen levhalar üzerinde bazı fiziksel ve mekanik testler yapılmıştır. Levhalar 0.69 ve 0.71 g/cm<sup>3</sup> yoğunlukta üretilmişlerdir. Üretilen yonga levha örneklerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen yonga levhalara daha sonra fiziksel (su alma, kalınlık artımı) ve mekanik testler (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik yönde çekme direnci) uygulanmıştır. Mekaniksel özellikler incelendiğinde üretilen yonga levhaların %10 çamur katılımlı yonga levhalar için standartlara uygun olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Atık çamur, Yonga, Karaçam yongası, Yonga levha, Fiziksel ve Mekaniksel özellikler.

**ABSTRACT**  
**MS THESIS**

**EVALUATION OF PAPER FACTORY WASTE SLUDGE IN PARTICLEBOARD  
PRODUCTION**

Muharrem TEKEL

Gumushane University

The Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Forestry and Environmental Sciences

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Selim KARAHAN  
(2021, 40 Pages)

Papermills consume large amounts of water throughout the production flow to produce paper. Waste sludge is formed as a result of water treatment in such facilities. This sludge is released into the nature along with the backwash water. Here, it is considered to contribute to the national economy by evaluating the sludge in the state of waste. In this study, the waste sludge discarded with the treatment water of Kahramanmaraş Papermill (KMK) and waste wood material taken from outside were used. This waste sludge was first dried to remove it from the moisture in it. Then, grinding was done on this dried waste sludge. In addition, wood material was also chipped and dried in the drying oven. The dried waste sludge and wood material was mixed with the help of a mixer. Press sheets made of 40x40 cm steel are used for the mixed sludge. Mixing sludge is produced in 18 mm thickness with formwork of certain sizes. The obtained particle board drafts were pressed and pressed at the determined temperature and time. The particle boards were obtained at a density of 0.69 and

0.71 g / cm<sup>3</sup>. Physical (water absorption, thickness swelling) and mechanical tests (Modulus of rupture, modulus of elasticity in bending, internal bond strength) were then applied to the particleboards obtained. When the mechanical properties were examined, it was determined that the particleboards produced were in accordance with the standards for particleboards with 10% sludge inclusion.

**Keywords:** Waste Sludge, Chip, Black Pine wood chip, Particleboard,, Physical and Mechanical properties.





## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Selim KARAHAN'a ve ayrıca diğer hocalarım sayın Prof. Dr. Selim ŞEN'e, Prof. Dr. Cengiz GÜLER'e ve Doç Dr. Kadir Karakuş'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım esnasında desteğini her zaman hissettiğim Pınar YAGAN, Zatiye YILMAZ' a teşekkür ederim.

Çalışmalarımda sürekli desteklerini gördüğüm Leyla SEVEN hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Muharrem TEKEL  
Gümüşhane, 2021

## İÇİNDEKİLER

|                                                          | <u>Sayfa No</u> |
|----------------------------------------------------------|-----------------|
| ÖZET .....                                               | IV              |
| ABSTRACT .....                                           | VI              |
| TEŞEKKÜR .....                                           | VIII            |
| İÇİNDEKİLER .....                                        | IX              |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                    | XI              |
| TABLolar DİZİNİ .....                                    | XII             |
| SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....                    | XIII            |
| 1. GENEL BİLGİLER .....                                  | 1               |
| 1.1. Giriş .....                                         | 1               |
| 1.2. Su Arıtma Çamurları .....                           | 2               |
| 1.2.1. Fiziksel Arıtma Ünitesi .....                     | 3               |
| 1.2.2. Kimyasal Arıtma Ünitesi .....                     | 4               |
| 1.2.3. Biyolojik Arıtma Ünitesi .....                    | 4               |
| 1.2.4. Çamurun Suyunun Alınması .....                    | 5               |
| 1.3. Türkiye’de Yonga Levha Üretimi .....                | 6               |
| 1.3.1. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Tutkallar ..... | 7               |
| 1.3.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı .....                   | 7               |
| 1.3.1.2. Fenol Formaldehit Tutkalı .....                 | 8               |
| 1.3.1.3. Melamin Formaldehit Tutkalı .....               | 9               |
| 1.3.1.4. Rezorsin Formaldehit Tutkalı .....              | 10              |
| 1.3.1.5. İzosiyanat .....                                | 11              |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....                              | 12              |
| 2.1. Literatür Özeti .....                               | 12              |
| 2.2. Materyal ve Metot .....                             | 15              |
| 2.2.1. Materyal .....                                    | 15              |
| 2.3. Yoğunluk Değeri .....                               | 24              |
| 2.4. Kalınlık Değeri .....                               | 25              |
| 2.5. Su Alma .....                                       | 25              |
| 2.6. Eğilme Direnci .....                                | 25              |

|      |                                   |    |
|------|-----------------------------------|----|
| 2.7. | Eğilmede Elastikiyet Modülü ..... | 26 |
| 2.8. | Yüzeye Dik Çekme .....            | 26 |
| 3.   | BULGULAR VE TARTIŞMA .....        | 28 |
| 4.   | SONUÇ ve ÖNERİLER .....           | 36 |
| 5.   | KAYNAKLAR .....                   | 38 |
|      | ÖZGEÇMİŞ                          |    |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Şekil 1.1. Atık suyun çevreye etkisi .....                                                     | 2                      |
| Şekil 1.2. Otomatik temizlemeli kaba ızgara.....                                               | 3                      |
| Şekil 1.3. Kimyasal çökertme havuzu .....                                                      | 4                      |
| Şekil 1.4. Havalandırma havuzu giriş ünitesi .....                                             | 5                      |
| Şekil 1.5. Çamur susuzlaştırma ünitesi belt filtreler.....                                     | 6                      |
| Şekil 1.6. Yonga levha üretimi .....                                                           | 7                      |
| Şekil 1.7. Üre Formaldehit Tutkalı (URL-1).....                                                | 8                      |
| Şekil 1.8. Fenol Formaldehit Tutkalı (URL-2).....                                              | 9                      |
| Şekil 1.9. Melamin Formaldehit Tutkalı (URL-3) .....                                           | 10                     |
| Şekil 1.10. Rezorsin Formaldehit Tutkalı (URL-4).....                                          | 11                     |
| Şekil 2.1. Kahramanmaraş kâğıt fabrikası (URL- 5).....                                         | 16                     |
| Şekil 2.2. Karaçam odun yongası .....                                                          | 17                     |
| Şekil 2.3. Atık çamur kurutulması.....                                                         | 18                     |
| Şekil 2.4. Öğütülmesi ve yongalama .....                                                       | 19                     |
| Şekil 2.5. Çamur ve yonga karışımının harmanlanması.....                                       | 20                     |
| Şekil 2.6. İnce yağlı kâğıt .....                                                              | 21                     |
| Şekil 2.7. Levha taslağı ve sıcak presleme .....                                               | 22                     |
| Şekil 2.8. Sıcak presleme.....                                                                 | 23                     |
| Şekil 2.9. Levha taslağı .....                                                                 | 24                     |
| Şekil 3.1. Elde edilen levhalar üzerinde yoğunluğun etkisi .....                               | 28                     |
| Şekil 3.2. Levhalar üzerinde yapılan kalınlık artışının 0,2 ve 24 saat üzerindeki etkisi .     | 29                     |
| Şekil 3.3. Levhalar üzerinde yapılan su alma miktarının 0,2 ve 24 saat üzerindeki etkisi ..... | 30                     |
| Şekil 3. 4. Eğilme direncinin levhalar üzerindeki etkisi.....                                  | 31                     |

## TABLÖLAR DİZİNİ

### Sayfa No

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2. 1. Çalışmada kullanılan atık çamur ve karaçam yongalarının karışım oranları.....           | 19 |
| Tablo 2. 2. Çalışmadaki fiziksel ve mekaniksel testler için kullanılan standartlar (TS EN 312)..... | 23 |



## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

|                                              |                                        |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Al                                           | : Alüminyum                            |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O              | : Fenolik                              |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> | : Gliserin                             |
| CH <sub>2</sub> O                            | : Formaldehit                          |
| NC <sub>4</sub> Cl                           | : Amonyum klorür                       |
| N                                            | : Newton                               |
| G                                            | : Gram                                 |
| TS EN                                        | : Türk Standartları Enstitüsü (Türkçe) |

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Günümüz sanayinin hızlı bir şekilde gelişme göstermesi, beraberinde atık miktarını da artırmaktadır. Bu atıklar ise çevrede uzun yıllara kalarak çevre açısından bir kirlilik oluşturmaktadır.

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen ya da tamamen değişmiş sulara atık su denilmektedir. Teknolojinin günden güne ilerlemesi, lignoselülozik kompozitlere olan ihtiyacın çoğalması ve diğer taraftan ise orman kaynaklarının hızla eksilmesiyle nedeniyle birçok araştırmacı ligno selülozik kompozit üretilmesinde odun için farklı hammadde kaynakları üzerinde incelemelere yoğunlaşmıştır. Yapılan çalışmalar ise günden güne artmaktadır. Tarımsal esaslı lif ve yongalar kompozit malzeme üretilmesinde odun için önemli bir seçenek olduğu düşünülmektedir (Arslan ve ark., 2007).

Kâğıt fabrikaları arıtım suyu ile atılan çamurun bünyesinde fazla miktarlarda organik ve inorganik yapılar bulunmaktadır. Rutubet miktarı ise % 60-75'te değişim göstermektedir (Ishimito, 2000; Ahmadi ve Al-Khaja, 2001). Kağıt üretim endüstrilerinin süzüntü suyunda meydana gelen çamur içerisinde fazla organik madde bulunması yönünden, bu atık çamurun değerlendirilmesini de mümkün kılmaktadır (Naik ve ark., 2004).

Çalışmada özellikle kâğıt sektöründe oluşan atık üzerinde durulmuştur. Bu atık suyla birlikte dışarı atılırken su tekrar devir daim ile sisteme geri kazandırılırken atıl durumdaki çamur ise doğaya bırakılmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Atık suyun çevreye etkisi

Bu çamurun ekonomik olarak bir değeri bulunmamaktadır. Fabrika bu atık çamuru dışarı attırmak için ayrıca para ödemesi yapması gerekmektedir. Çalışmamızda bu atıl durumdaki çamurun değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur. Bu sayede atıl durumdaki çamur hem fabrika açısından hem de ülke açısından ekonomik bir kazanç sağlanacağı düşünülmektedir.

Atık kağıt fabrikası atık su arıtma işlemleri sonrası açığa çıkan çamurun bertaraf edilmesi ciddi bir problemdir. Çevre mevzuatına göre araziye atmak veya gömmek metoduyla bu çamurun yok edilmesi mümkün ve pratik görülmemektedir.

Bizim amacımız bu çamuru kullanarak doğa kirliliğini, canlı yaşamını ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri azaltıp geri dönüşüme kazandırmaktır. Değersiz olan bu çamuru ekonomik değeri yüksek olan bir malzemeye dönüştürmektir.

## 1.2. Su Arıtma Çamurları

Endüstriyel Suların atık su olarak dışarıya atılmadan evvel, dış ortamın yaşayan canlıların yaşam standartlarını ile birlikte doğanın ekolojik yapısına zarar vermek için yapılan müdahalelerdir.



Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atık su haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birini veya birkaçına atık su arıtma denir (Eroğlu, 2004). Kâğıt fabrikaları arıtım suyunda oluşan çamur içerisinde fazla miktarlarda selüloz lifi ve inorganik maddeler bulunmaktadır. Rutubet miktarı ise % 60-75 arasında değişim göstermektedir (Ishimito, 2000; Ahmadi ve Al-Khaja, 2001).

Atık su tesisi ise fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma ile çamur sıkılaştırma ünitelerinden oluşur.

### 1.2.1. Fiziksel Arıtma Ünitesi

Fabrikalarda atıl hale gelen atık sular sistemde bulunan ızgaralardan geçirilerek içerisindeki kaba materyallerden uzaklaştırılması gerçekleştirilir. Şekil 1.2’de Otomatik temizlemeli kaba ızgara görülmektedir.



Şekil 1.2. Otomatik temizlemeli kaba ızgara

### 1.2.2. Kimyasal Arıtma Ünitesi

Endüstriyel su içerisinde asılı halde bulunan maddeler çeşitli kimyasallar ile bir araya getirilerek sudaki kirliliğin önlemesi amaçlanmaktadır. Şekil 1.3’de kimyasal çökertme havuzu görülmektedir.



Şekil 1.3. Kimyasal çökertme havuzu

### 1.2.3. Biyolojik Arıtma Ünitesi

Atıksuyun içinde bulunan askıda veya çözünmüş organik maddelerin bakterilerce parçalanması ve çökebilen biyolojik floklarla sıvının içinde kalan veya gaz olarak atmosfere kaçan sabit inorganik bileşiklere dönüşmesidir Endüstriyel su içerisinde kirliliğe neden olan maddeleri faydalı mikro organizmalar ile temizlenmesi esasına dayanmaktadır. Şekil 1.4’te havalandırma havuzu giriş ünitesi görülmektedir.

Kimyasal çökeltme havuzlarından savaklanan atıksu, bir kanal ile biyolojik arıtmanın ilk ünitesi olan havalandırma havuzlarına aktarılır. Kirliliğin en önemli kısmını (organik maddeleri) gidermek ve çıkış suyunda istenen kaliteyi sağlamak için biyolojik arıtma kullanılmıştır. Biyolojik arıtmada nitrifikasyon ve denitrifikasyon işlemleri bir arada

gerçekleşmektedir. Havalandırma havuzunda atıksuda doğal olarak bulunan bakterinin gelişimi oksijen ile artar ve bu bakteriler gelişmek için kirliliği oluşturan temel maddeleri (C, N, P, vs.) kullanırlar.

Söz konusu bakteriler, su içindeki kirlilik kaynağı karbonu oksitleyerek, enerji kaynağı olarak kullanıp, bu enerji kaynağı ile üreyerek çoğalırlar. Bu çoğalma sonucu oluşan bakteri flokları çökebilir boyutlara gelirler. Böylece atık su içinde çözünmüş halde bulunan, fiziksel ve kimyasal metodlarla giderilemeyen kirlilik kaynağı karbon, çökerek giderilebilecek bakteri floklarına dönüştürülmüş olur. Havalandırma havuzlarında, atıksuyun bünyesinde bulunan karbon, azot gibi kirlilik yaratan bileşiklerin oksidasyonu sağlandıktan sonra atıksu son çökeltme havuzlarına geçer ve bakteri flokları bu çökeltme havuzlarında sudan ayrılırlar.



Şekil 1.4. Havalandırma havuzu giriş ünitesi

#### **1.2.4. Çamurun Suyunun Alınması**

Sulu çamurun elekli düzenek geçirilmesi ve sıyrıcılarla çamur dolu çukurlarda biriktirilmesidir. Çamurun hem hacmini azaltmak hem de bünyesindeki suyu azalmak için farklı türde bazı kimyasallarda katılmaktadır. Şekil 1.5'te çamur susuzlaştırma ünitesi belt filtreleri görülmektedir.



Şekil 1.5. Çamur susuzlaştırma ünitesi belt filtreler

### 1.3. Türkiye’de Yonga Levha Üretimi

Yonga levha endüstrisinin ülkemizde ki ilk kuruluşu 1955 yılındadır. Bu malzemenin ilk kez üretilmesi eski yıllara dayanmakla beraber özellikle 2. Dünya savaşı sonrasında şehirlerin yeniden imarında büyük boyutlarda kerestelere ve bu özellikler de stabil bir ağaç malzemeye duyulan acil gereksinimden dolayı üretimi orta Avrupa ülkelerinde özellikle Almanya’da da hız kazanmıştır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Şekil 1,6’de yonga levha üretimi görülmektedir.

Yonga levhayı, odun veya diğer ligno selülozik hammaddelerinin kurutulmuş yongalarını, sentetik reçine yapıştırıcıları kullanarak farklı sıcaklık ve basınç altında şekillendirilmesi neticesinde meydana gelen geniş yüzeyli levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1986; Özen, 1980).

Yonga levhalar belirli özelliklerine göre, özgül ağırlıkları  $0,590 \text{ g/cm}^3$ ’ten daha düşük olan (Düşük), özgül ağırlıkları  $0,590\text{-}0,800 \text{ g/cm}^3$  arasında olan (Orta) ve Özgül ağırlıkları  $0,800 \text{ g/cm}^3$ ’ten daha fazla olan (Yüksek) levhalar olarak sınıflandırılmaktadırlar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012; Güler, 2015).





Şekil 1.6. Yonga levha üretimi

### **1.3.1. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Tutkallar**

#### **1.3.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı**

Bu tutkal, hem ekonomik oluşu hem de kullanılan teknolojinin pratik ve teknik avantajları sebebiyle en fazla kullanılan tutkaldır (Özen, 1981). Üre formaldehit tutkalı ürenin formaldehit ile kademeli biçimde gerçekleştirdiği kondenzasyon mamulüdür (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Üç tabakalı olarak üretilen yonga levhaların iç kısımlarında tam kuru tutkal miktarı %5-8 ve dış tabakalardaysa %9-12 arasındadır (Güler, 2015). Şekil 1,7’de yonga levha ve üre formaldehit ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) tutkalı görülmektedir.

100 atm basınç altında ve 130-140°C sıcaklıkta ( $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) karışımından elde edilir. Bu tutkal normal oda sıcaklığında uzun süre saklanabilir. Suda çözülecek olursa 3 aylık bir ömrü vardır. Bu tutkal, yağmura ve dış tesirlere maruz kalmayan kapalı yerlerdeki her türlü tutkalı taşıyıcı ahşap yapılarda kolaylıkla kullanılmaktadır. Suda çözünürler, organik çözücülerde çözünmezler (Samur, 2007).



Şekil 1.7. Üre Formaldehit Tutkalı (URL-1)

#### 1.3.1.2. Fenol Formaldehit Tutkalı

Bu tutkalın ilk yapımı 1909 yıllarıdır. Bu tutkal daha ziyade sıcak tutkallamada plak imalinde kullanılmaktadır. Plaklarda kullanım ise 1930 yıllarına rastlar. Soğuk tutkallamada kullanılmazlar. Zira kuvvetli asidik olup ahşap liflerinin tahribine ve dolayısıyla mukavemetin azalmasına sebep olurlar. Genel anlamda, fenolik tutkallar her türlü şartlar altında yüksek mukavemet özelliğine sahiptir. Uzun zaman açık hava koşullarına maruz kalmaları durumunda dahi göz ile görülebilen herhangi bir bozulma ve değişiklik oluşmamaktadır. Fakat fenolik ( $C_6H_6O$ ) tutkallar üre reçinelerinden daha pahalıdır. Tutkalın kırmızımtırak kahverengi olması bazen levhanın yüzeyinde lekelenmelere neden olabilir (Güler, 2001). Şekil 1.8’de fenol formaldehit tutkalı görülmektedir.



Şekil 1.8. Fenol Formaldehit Tutkalı (URL-2)

#### **1.3.1.3. Melamin Formaldehit Tutkalı**

Rutubete karşı dayanıklı toz tutkallardır. Ahşap yapılarda pek tercih edilmez. Bu tutkal suda çözünebilen bir tutkal olup beyaz renktedir. Ayrıca bu tutkal, dış hava koşullarına, sıcak suya ve mikroorganizmalara dayanıklıdır (Güler, 2001). Şekil 1.9’de melamin formaldehit tutkalı görülmektedir. Üre-formaldehit reçinelerinden farklı olarak melamin-formaldehit reçinelerde daha fazla reaksiyon kabiliyetli gruplar olduğundan dolayı, sertleşmiş polimerleri daha sert olur ve suya dayanıklıdır.



Şekil 1.9. Melamin Formaldehit Tutkalı (URL-3)

#### **1.3.1.4. Rezorsin Formaldehit Tutkalı**

Bu tutkal, dış hava koşullarına, sıcak suya ve düşük konsantrasyona sahip alkalilere dayanıklı tutkaldır. Diğer tutkallara göre daha pahalıdır. Rezorsin formaldehit sıvı halde olup kırmızımsı-erguvani renk tonundadır. Önemli bir özelliği kendisinin ve sertleştiricisinin kapalı kaplar içerisinde 1-2 yıl bozulmadan dayanabilir (Güler, 2001). Şekil 1.10’de rezorsin formaldehit tutkalı görülmektedir.





Şekil 1.10. Rezorsin Formaldehit Tutkalı (URL-4)

#### **1.3.1.5. İzosiyanat**

İzosiyanat tutkalıyla üretilen levhalar suya karşı dayanıklı olup, dış hava şartlarında kullanıma uygundur. Buğday sapı gibi tutkallanması zor olan materyaller kolayca tutkallanabilir. Dezavantaj olarak; yüksek maliyeti yanında, alüminyum ve bazı çelik malzemelere kuvvetli bir şekilde yapışmasıyla preslemede problemler ortaya çıkarmaktadır. Bunun için gliserin ( $C_3H_8O_3$ ) gibi bazı maddelerin sürülmesi veya dış tabakalarda fenolik tutkalların kullanılması gerekmektedir (Güler, 2001).

Atık kâğıt fabrikası atık su arıtma işlemleri sonrası açığa çıkan çamurun bertaraf edilmesi ciddi bir problemdir. Çevre mevzuatına göre araziye atmak veya gömmek yoluyla bu çamurun yok edilmesi mümkün ve pratik görülmemektedir. Bizim amacımız bu çamuru kullanarak doğa kirliliğini, canlı yaşamını ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri azaltıp geri dönüşüme kazandırmaktır. Dolayısıyla da değersiz olan bu çamuru ekonomik değeri yüksek olan bir malzemeye dönüştürmektir.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Literatür Özeti

Aras'ın (2013, yaptığı çalışmada farklı oranlarda pomza tozunu yine farklı oranlarda akışkanlaştırıcı katarak çimentolu yonga levha üretmiştir. Çalışma sonunda ise; pomza tozu ile akışkanlaştırıcı kullanılarak yapılan çimentolu yonga levha ile yapılan çalışmada kullanılan katkı maddelerinin üretilen yonga levhalarının yoğunlukları üzerinde bir etkiye neden olmadığı ayrıca levhaların rutubet değerlerinin ise %10.2 ile %11.9 arasında çıkmıştır. Pomza tozu kullanımının su alma miktarları üzerinde etkili olduğu, 2 ve 24 saatlik su almaları göre pomza miktarının %30 oranında artması ile levha gruplarının su alma miktarlarında %12'lik bir azalma meydana getirmiştir. Pomza tozu miktarının, levhaların kalınlık artımı üzerinde etkili olduğu, 2 ve 24 saatlik kalınlık artımı değerlerine göre pomza tozu kullanılması ile levhaların boyutsal kararlılıklarının arttığı ve %30 pomza tozu kullanımı ile kalınlık artımlarında 15'lik bir azalma olmuştur. Yıllık bitki atıklarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi adlı çalışmada levhalarda kalınlık artımı %0.8 olarak bulunmuştur. Diğer taraftan ise, pomza tozu miktarının artmasıyla levha gruplarının eğilmede elastikiyet modülü ile yüzeye dik çekme dirençlerinde artış olduğunu söylemiştir.

Akgül ve Tozluoğlu (2008), tarafından yapılan çalışmada yerfıstığı kullanılarak orta yoğunlukta yonga levha denemesi yapılmıştır. Burada yer fıstığı %10, % 20, %30, %40 ve %50 oranında katılım olmuştur. Kalan kısım ise %30 karaçam, %35 doğu kayını ve %35 ise saplı meşe katılımı sağlanarak yonga levha üretimi yapılmıştır. Paneller 18 mm kalınlığında 0.80 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda üretilmeleri sağlanmıştır. Çalışmada kalınlığına şişme 2 saat için %4,73 ile %9,18 arasında bulunurken, 24 saat için ise % 8,13 ile % 12,08 arasında bulunmuştur. Çalışmada su alma 2 saat için %15,92 ile %41,89 arasında bulunurken, 24 saat için ise %43,34 ile %73,04 arasında bulunmuştur. Diğer taraftan eğilme direnci 13,52 N/mm<sup>2</sup>, 38,16 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 1933,92 N/mm<sup>2</sup>, 3344,10 N/mm<sup>2</sup> arasında, yüzeye dik çekme direncini ise 0.31 N/mm<sup>2</sup>, 0.60 N/mm<sup>2</sup> arasında bulunmuştur.

Bektaş ve ark. (2005), yaptığı çalışmada, yonga levha için alternatif kaynak bulmak için ayçiçeği sapı ve akkavak üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışmada kalınlığına şişme 2 saat için %12,20 ile %19,15 arasında bulunurken, 24 saat için ise

%17,99 ile %25,05 arasında bulmuştur. Çalışmada su alma 2 saat için %42,54 ile %65,40 arasında bulunurken, 24 saat için ise %52,73 ile %82,22 arasında bulmuştur. Diğer taraftan eğilme direnci 15,65 N/mm<sup>2</sup> ile 25,30 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 1800,2 N/mm<sup>2</sup> ile 2963,3 N/mm<sup>2</sup> arasında, yüzeye dik çekme direncini ise 0.46 N/mm<sup>2</sup>, 0.69 N/mm<sup>2</sup> arasında bulmuştur.

Çavdar ve ark. (2012), yaptığı çalışmada kâğıt fabrikası arıtım suyunun elde ettikleri atıl durumdaki çamur ile çimentolu yonga levha üretmişlerdir. Bunun içinde atık çamuru belli oranlarda melez kavak yongasına katılarak üretim yapılmıştır. Çalışma sonunda ise, levhaların 2 ve 24 saatlik kalınlık artış ve su alma oranı üzerine etkisinde, suda bekletme süresi arttıkça her ikisinde de artış olmuştur. Diğer taraftan eğilme ve eğilmede elastikiyet modülünde de artış görülürken yüzeye dik çekme direncinde ise bir değişiklik olmamıştır.

Çöpür ve ark. (2007), yaptığı çalışmada yonga levha üretiminde fındık kabuğu ve fındık zurufu çalışılmıştır. Levha taslaklarının 0.60 gr/cm<sup>3</sup>, 0.70 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda üretilmeleri sağlanmıştır. Çalışmada kalınlığına şişme 2 saat için %9,59 ile %14,1 arasında bulunurken, 24 saat için ise %16,2 ile %29,3 arasında bulmuştur. Çalışmada su alma 2 saat için %17,8 ile %43,7 arasında bulunurken, 24 saat için ise %43,5 ile %73,7 arasında bulmuştur. Diğer taraftan eğilme direnci 7,70 N/mm<sup>2</sup>, 11,9 N/mm<sup>2</sup> arasında ve yüzeye dik çekme direncini ise 0.33 N/mm<sup>2</sup>, 0.50 N/mm<sup>2</sup> arasında bulmuştur.

Çöpür ve ark. (2008), yaptığı çalışmada MDF üretiminde fındık kabuğu ve fındık zurufu çalışılmıştır. Burada fındık kabuğu ve fındık zurufu %10, %20 ve %30 oranında katılım olmuştur. Kalan kısım ise %40 karaçam ve %60 doğu kayını katılımı sağlanarak MDF üretimi yapılmıştır. Çalışmada kalınlığına şişme 2 saat için %12 ile %37 arasında bulunurken, 24 saat için ise %27 ile %42 arasında bulmuştur. Çalışmada su alma 2 saat için %35 ile %73 arasında bulunurken, 24 saat için ise %63 ile %86 arasında bulmuştur. Diğer taraftan eğilme direnci 13,9 N/mm<sup>2</sup>, 34,9 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 1481 N/mm<sup>2</sup>, 3287 N/mm<sup>2</sup> arasında, yüzeye dik çekme direncini ise 0.22 N/mm<sup>2</sup>, 0.59 N/mm<sup>2</sup> arasında bulmuştur.

Güler ve ark. (2001), yaptığı çalışmada yonga levha için alternatif kaynak bulmak için yıllık bitkiler üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışma sonunda ise, üretilen yonga levhaların yoğunlukları 0.6gr/cm<sup>3</sup> ile 0.7 gr/cm<sup>3</sup> arasında bulmuştur. Diğer taraftan ise, eğilme dirençleri sırasıyla 12.36 N/mm<sup>2</sup> ile 16.79 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunurken, yüzeye dik çekme dirençleri ise sırasıyla 0.27 N/mm<sup>2</sup>, 0.43 N/mm<sup>2</sup> ve 0.53 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Güler ve ark. (2006), yaptığı çalışmada yonga levha üretmek için ayçiçeği sapı ve kızılçam çalışılmıştır. Çalışmada %25 ayçiçeği sapı ve %75 kızılçam odun yongası kullanılmıştır. Çalışmada kalınlığına şişme 2 saat için %15,62 ile %19,15 arasında bulunurken, 24 saat için ise %21,17 ile %25,05 arasında bulmuştur. Çalışmada su alma 2 saat için %57,19 ile % 66,07 arasında bulunurken, 24 saat için ise % 74,65 ile % 82,22 arasında bulmuştur. Diğer taraftan eğilme direnci 15,67 N/mm<sup>2</sup>, 18,74 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 1800,2 N/mm<sup>2</sup>, 2973,1 N/mm<sup>2</sup> arasında, yüzeye dik çekme direncini ise 0.447 N/mm<sup>2</sup>, 0.584 N/mm<sup>2</sup> arasında bulmuştur.

Güler ve ark. (2008), yaptığı çalışmada yonga levha üretmek için yerfıstığı ve karaçam kullanılmıştır. Burada yer fıstığı % 100, % 75, % 50 ve % 25 oranında katılım olmuştur. Kalan kısım ise % 0, % 25, % 50, % 75 ve % 100 oranında karaçam katılımı sağlanarak yonga levha üretimi yapılmıştır. Çalışmada kalınlığına şişme 2 saat için % 10,16 ile % 18,89 arasında bulunurken, 24 saat için ise % 12,66 ile % 119,84 arasında bulmuştur. Çalışmada su alma 2 saat için % 53,60 ile % 63,29 arasında bulunurken, 24 saat için ise % 61,77 ile % 73,90 arasında bulmuştur. Diğer taraftan eğilme direnci 9,90 N/mm<sup>2</sup>, 15,54 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 1276,76 N/mm<sup>2</sup>, 2145,71 N/mm<sup>2</sup> arasında, yüzeye dik çekme direncini ise 0,316 N/mm<sup>2</sup>, 0,503 N/mm<sup>2</sup> arasında bulmuştur.

Güler'in (2015), tarafından yapılan 'çalışmada bazı yıllık bitkilerin yonga levha üretiminde kullanılabilirliği' açısından incelemelerde bulunmuştur. Çalışmada levha yoğunlukları 0.60gr/cm<sup>3</sup> ile 0.70 gr/cm<sup>3</sup> arasında bulunmuştur. Levhaların kalınlığına şişme (24 saat) % 12 ile %32 arasında bulunurken, 24 saatlik süredeki su alma % 36 ile %94 arasında bulmuştur. Diğer taraftan ise, eğilme direnci miktarları 5.93 N/mm<sup>2</sup> ile 15.68 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 814.3 N/mm<sup>2</sup> ile 2121 N/mm<sup>2</sup> arasında ve çekme direncini ise 0.23 N/mm<sup>2</sup>, 0.51 N/mm<sup>2</sup> arasında bulduğunu söylemiştir.

Gündüz ve Masraf'ın (2005), yapılan çalışmada su alma (24 saat) % 75.10 ile % 86.33 arasında bulunurken, kalınlığına şişme (24 saat) % 12.83 ile %16.08 arasında bulmuştur. Diğer taraftan ise, eğilme direnci miktarları 9.28 N/mm<sup>2</sup> ile 14.76 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 1523.50 N/mm<sup>2</sup> ile 2693.49 N/mm<sup>2</sup> arasında ve yüzeye dik çekme direncini ise 0.325 N/mm<sup>2</sup> ile 0.466 N/mm<sup>2</sup> arasında bulduğunu söylemiştir.

İstek ve Gençler (2014), tarafından yapılan çalışmada rutubet miktarı % 10 ile % 12 arasında çıkmıştır. Çalışmada kalınlığına şişme (24 saat) % 1.82 ile % 2.10 arasında bulmuş ve bu değerlerin çimentolu yonga levha standartları üstünde çıktığını bildirmiştir. Çalışmada

su alma (24 saat) % 13 ile %15.5 arasında bulmuştur. Diğer taraftan eğilme direnci 7 N/mm<sup>2</sup>, 9 N/mm<sup>2</sup> arasında bulmuş ve bu değer in çimentolu yonga levhalar için uygun olduğunu bildirmiştir. Eğilmede elastikiyet modülünü 3500 N/mm<sup>2</sup>, 4500 N/mm<sup>2</sup> arasında bulmuş ve bu değer in çimentolu yonga levhalar için uygun olduğunu söylemiştir.

İstek ve ark. (2017), yaptığı çalışmada levha yoğunluğu 0.57 gr/cm<sup>3</sup>, 0.60 gr/cm<sup>3</sup> arasında bulunmuştur. Çalışmada kalınlığına şişme % 3 ile % 12 arasında bulunurken, su alma ise % 28 ile % 68 arasında bulmuştur. Diğer taraftan ise, eğilme direnci miktarları 11 N/mm<sup>2</sup> ile 14 N/mm<sup>2</sup> arasında, eğilmede elastikiyet modülünü 2200 N/mm<sup>2</sup>, 2950 N/mm<sup>2</sup> arasında ve eğilme direnci miktarları ise 0.38 N/mm<sup>2</sup>, 0.45 N/mm<sup>2</sup> arasında bulunduğunu bildirmiştir.

Nemli ve ark. (2004), yaptığı çalışmada levha yoğunluğu 0.68 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Üretilen yonga levhalarda iki farklı tipte (klasik, sürekli) pres çeşidi kullanılarak pres çeşidinin yonga levha teknik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda ise, klasik ve sürekli pres tipine göre ürettiği A ve B tipi levhalara ait eğilmede elastikiyet modülünü 2134.57 N/mm<sup>2</sup> ve 1824.53 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunduğunu bildirmiştir.

Yapıcı ve ark. (2014), yaptığı çalışmada hava kurusu, tam kuru ve üç gün suda bekletilen örneklerin eğilme direnci miktarları sırasıyla 9.44 N/mm<sup>2</sup>, 13.93 N/mm<sup>2</sup> ve 7.97 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunurken, örneklerin eğilmede elastikiyet modülü miktarları sırasıyla 5581.91 N/mm<sup>2</sup>, 7488.57 N/mm<sup>2</sup> ve 5039.86 N/mm<sup>2</sup> olarak bulmuştur.

Taşcıoğlu ve ark. (2018), yaptığı çalışmada levha yoğunluğu 0.60gr/cm<sup>3</sup> ile 0.70 gr/cm<sup>3</sup> arasında bulunduğu bildirilmiştir.

## **2.2. Materyal ve Metot**

### **2.2.1. Materyal**

#### **2.2.1.1. Atık Çamur**

Bu çalışmada araştırma yonga levha üretiminde hammadde kaynağı olarak atık çamur, karaçam odun yongası kullanılmıştır. Atık çamurlar Kahramanmaraş kâğıt fabrikasından temin edilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kahramanmaraş kâğıt fabrikası (URL- 5)

#### 2.2.1.2. Odun Hammaddesi

Yonga levha üretiminde yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlar belirli oranlarda karıştırılmak suretiyle üretim hattına verilmektedir (Şekil 2.1).

Karaçam odun yongaları ise, Kastamonu Entegre A.Ş'den alınmıştır. Yonga levhaların üretimi Düzce Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Sentetik tutkal olarak üre formaldehit (tutkal) ve sertleştirici olarak ta amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) kullanılmıştır.



Şekil 2.2. Karaçam odun yongası

#### **2.2.1.3 Yapıştırıcı Madde**

Yapıştırıcı Madde Yonga levha üretiminde üre formaldehit (UF) tutkalı kullanılmıştır. Üre formaldehit tutkalı Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tutkal fabrikasından temin edilmiştir (Aydın, 2016).

#### **2.2.1.4 Sertleştirici Maddeler**

Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak %20' lik amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) çözeltisi kullanılmıştır . Amonyum klorür çözeltisi, 80 kg suyun içerisine 20 kg katı amonyum klorür katılıp tamamen çözülünceye kadar 15 dakika karıştırılması suretiyle hazırlanmıştır (Aydın, 2016).

#### **2.2.2. Metot**

Çalışmada Kahramanmaraş kâğıt fabrikasından temin edilen atık çamur önce kurutulmuş açık havada kurutulmuştur (Şekil 2.3).sonrasında kuruyan atık çamuru 6 bıçak



halkalı ince yongalama makinesinde yongalama işlemi yapılmıştır (Şekil 2.4). Daha sonra bu işleme karacam yongaları iki farklı yongalama ile eklenmiştir



Şekil 2.3. Atık çamur kurutulması

1. yongalamada levhanın üst ve alt tabakaları için ince yongalama yapılırken,
2. yongalamada ise orta tabaka için kalın yongalama yapılmıştır. Tablo 1’de levha üretimi için atık çamur ve karaçam odun yongası karışım oranları verilmiştir.





Şekil 2.4. Öğütülmesi ve yongalama

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan Atık Çamur ve Karaçam yongalarının karışım oranları

| Levha Tipi    | Atık Çamur (%) | Kara Çam (%) |
|---------------|----------------|--------------|
| Kontrol Grubu | 0              | 100          |
| ÇAMUR-10      | 10             | 90           |
| ÇAMUR-20      | 20             | 80           |
| ÇAMUR-30      | 30             | 70           |
| ÇAMUR-40      | 40             | 60           |

Tüm bu yongalar, kurutma fırınında (etüvde) 70°C’de kurutularak, rutubetlerinin %1-3 olması sağlanmıştır. Levha üretimi için kullanılan yonga karışım ve tutkal miktarları dış ve orta tabakalar için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her bir tabaka için belirlenen yonga miktarları tartılarak tutkallama aşamasına geçilmiştir. Üç tabakalı olarak üretilen levhaların dış tabakasında tam kuru yonga ağırlığının % 10-11 kadar üre formaldehit tutkalı, bu tutkalın

% 10 kadarda amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) kullanılmıştır. Levhaların orta tabakasında ise tam kuru yonga ağırlığının % 8-9'u kadar üre formaldehit tutkalı, bu tutkalın % 10 kadarda amonyum klorür kullanılmıştır.(Tüm levha taslaklarında aynı oranlar kullanılmıştır.)

#### 2.2.2.1. Levha Taslağının Hazırlanması

Levha taslakları için  $40 \times 40 \text{ cm}^2$  lik pres saclarından faydalanılmıştır. Pres sacı düz bir zemine konulup üzerine de boyutlandırma çerçevesi yerleştirilmiştir. Daha sonra tutkallanmış yongalar homojen bir şekilde bu çerçevenin içerişe konulmuştur (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Çamur ve yonga karışımının harmanlanması

Yongaların levhalara tutunmasını önlemek için yonga ile levhaların arasına ince yağlı kâğıt yerleştirilmiştir (Şekil 2.6).

Daha sonra ise 20 mm lik kalınlık takozlarından faydalanılarak 0,60 ve 070  $\text{g/cm}^3$  arasındaki yoğunluklarda üretilmiştir



Şekil 2.6. İnce yağlı kâğıt

Sıcak pres öncesi belirli bir oranda birbirilerine daha iyi bağlanmalarını sağlamak için bir tabla yardımı ile yongalara baskı yapılarak sıkışmaları sağlanmıştır. Daha sonra şekillendirme levhası yavaşça ve levha kenarlarına zarar verilmeden çıkartılmıştır. Bu işlem sonrasında levha taslağına tekrar yağlı kâğıt yerleştirildikten sonra üzerine de üst pres sacı yerleştirilerek soğuk presleme işlemine alınmıştır. Bu şekilde levha taslağı oluşturulmuştur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Levha taslağı ve sıcak presleme

#### 2.2.2.2. Levha Taslağının Preslenmesi

Soğuk presten çıkan levha taslakları 40x40 cm<sup>2</sup> presleme alanına sahip, laboratuvar tipi tek katlı hidrolik pres ile presleme işlemi yapılmıştır (Şekil 2.8).





Şekil 2.8. Sıcak presleme

9. Presin sıcaklığı  $150^{\circ}\text{C}$ , pres süresi ise pres durdurulduktan sonra 6-7 dk, ve presin basıncı ise tüm levha taslakları için  $2,4-2,6 \text{ N/m}^2$  uygulanmıştır (Şekil 2.9). Daha sonra levhaların kondisyonlanma işleminin ardından ise ilgili standartlara göre numuneler alınmıştır (Tablo 2.2). Çalışmada istatistiksel analizler SPSS programında yapılmıştır.

Tablo 2.2. Çalışmadaki fiziksel ve mekaniksel testler için kullanılan standartlar (TS EN 312).

| Test                           | Standart  |
|--------------------------------|-----------|
| Numune alma                    | TS-N326-1 |
| Kalınlık artımı                | TS-EN317  |
| Su alma                        | TS-EN317  |
| Rutubet                        | TS-EN322  |
| Yoğunluk                       | TS-EN323  |
| Eğilme direnci                 | TS-EN310  |
| Eğilmede elastikiyet modülü    | TS-EN310  |
| Yüzeye dik yönde çekme direnci | TS-EN319  |



Şekil 2.9. Levha taslağı

### 2.3. Yoğunluk Değeri

Birim hacim ağırlık değerleri (yoğunluk) tayini yonga levhaların fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli özellik olup, TS EN 323’de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Hava kurusu yoğunluk değerleri,

$$d = \frac{m_r}{a \times b \times h} (gr\ cm^3) \quad (2.1)$$

eşitliğinden faydalanılarak hesaplanmıştır. Burada;

$d$  = Hava kurusu yoğunluk değeri (gr/cm<sup>3</sup>),

$m_r$  = Hava kurusu ağırlık (gr),  $a$  = Örnek uzunluğu (cm),

$b$  = Örnek genişliği (cm),  $h$  = Örnek kalınlığıdır (cm).

## 2.4. Kalınlık Değeri

2 ve 24 saat su içerisinde bekletilen deney örneklerine ait kalınlık artışlarının belirlenmesinde TS EN 317’de belirtilen esaslara uygun olarak 40 x 40 x levha kalınlığı (mm) ebatlarında hazırlanmıştır. rnek kalınlıkları tam orta noktasından  $\pm 0.01$  mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülmüştür. Kalınlık artışı miktarı;

$$\%KA = \frac{K_y - K_k}{K_k} \quad (2.2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$K_y$  = Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

$K_k$  = Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)’dır.

## 2.5. Su Alma

Su alma miktarı TS EN 317 standardına uygun olarak tespit edilmiştir. 40 x 40 x levha kalınlığı (mm) ebatlarında hazırlanmış levha örneklerin ağırlığı  $\pm 0.01$  gr duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Levha rnekleri su yüzeyinden 2,5 cm aşağıda tutulmak suretiyle 2 ve 24 saat süre ile  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ’lik suda bekletilmişlerdir. Bu sreler sonunda sudan alınan levha örnekleri, yüzeylerindeki fazla sular bir bez ile silinmiş ve ağırlıkları aynı 32 hassasiyetle  $\pm 0.01$  gr duyarlıklı terazide tartılmıştır. Su alma miktarlarının tespit edilmesinde;

$$\%SA = \left( \frac{m - m_1}{m_1} \right) \times 100 \quad (2.3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$\%SA$  = Su alma miktarı (%)

$m_1$  = örneğin ilk ağırlığı (gr)

$m$  = örneğin suda bekletildikten sonraki ağırlığıdır (gr)

## 2.6. Eğilme Direnci

Eğilme direnci TS EN 310 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla örnekler 40 x 40 x levha kalınlığı (mm) boyutlarında hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi %65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Eğilme direnci;

$$q_e = \frac{3xPxL_s}{2xpxh^2} N/mm^2 \quad (2.4)$$

$P$  = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

$L_s$  = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

$h$  = Örnek kalınlığı (mm)  $b$  = Örnek genişliği (mm)'dir.

## 2.7. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülünün belirlenmesinde deney örnekleri ayrı hazırlanmamış eğilme direnci deney örnekleri kullanılmıştır. Bu amaçla TS EN 310 standardı esas alınmıştır. Klimatize edilen örneklerin eğilme direnci deneyleri yapılırken universal test makinesinde sehim ölçüleri komparatör yardımıyla belirlenmiş ve çizilen kuvvetdeformasyon eğrisinin elastikiyet sınırı içinde kalan kısmından yararlanılarak elastikiyet modülü,

$$E = \frac{P_{max} \times L_s^3}{4x\Delta exbxh^3} N/mm^2 \quad (2.5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$P_{max}$  = Deformasyonu sağlayan maksimum kuvvet (N)

$L_s$  = Dayanaklar arasındaki açıklık (mm)

$b$  = Örnek genişliği (mm)

$h$  = Örnek kalınlığı (mm)

$\Delta e$  = Eğilme miktarı (sehim) (mm)'dir

## 2.8. Yüzeye Dik Çekme



Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319 ' a göre deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilen deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme kuvveti uygulayacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçecek özelliktedir.

Yüzeye dik çekme direnci;

$$q_y = \frac{P_{max}}{A} N/mm^2 \quad (2.6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

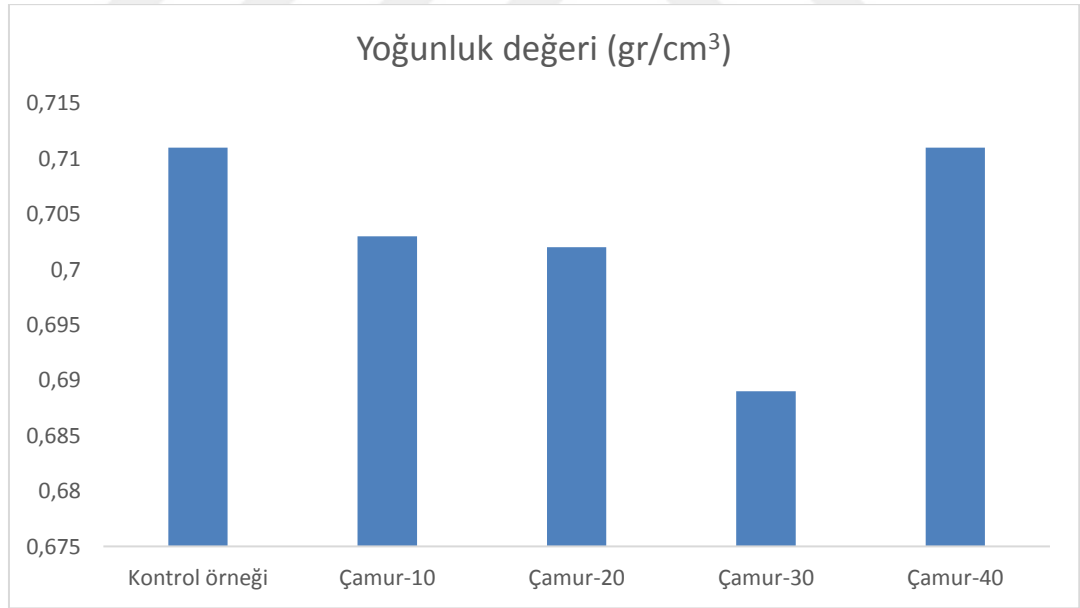
$P_{max}$  = Kırılma anındaki max kuvvet (N),

$A$  = Örnek enine kesit alanıdır (mm<sup>2</sup> ).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada üre formaldehit, atık çamur ve karaçam odun yongaları kullanılarak yonga levha üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikler (eğilme ve yüzeye dik çekme direnci) üzerine atık çamur oranının etkisi belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu üretilen kontrol örneği, çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40 tipi levha taslakları üzerinde yapılan yoğunluk, 2 ve 24 saat için kalınlık artımı ve su alma (2 ve 24 saat), eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direncine ait şekiller sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Çalışmalar sonucu elde edilen kontrol örneği, çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40 tipi levha taslakları üzerinde yapılan yoğunluk değerlerinin sonucu Şekil 3.1’de verilmiştir. Şekil 3.1 tüm levha taslaklarının hacim ve kütleleri bulunup yoğunluk değerleri elde edilme sonuçlarıdır.

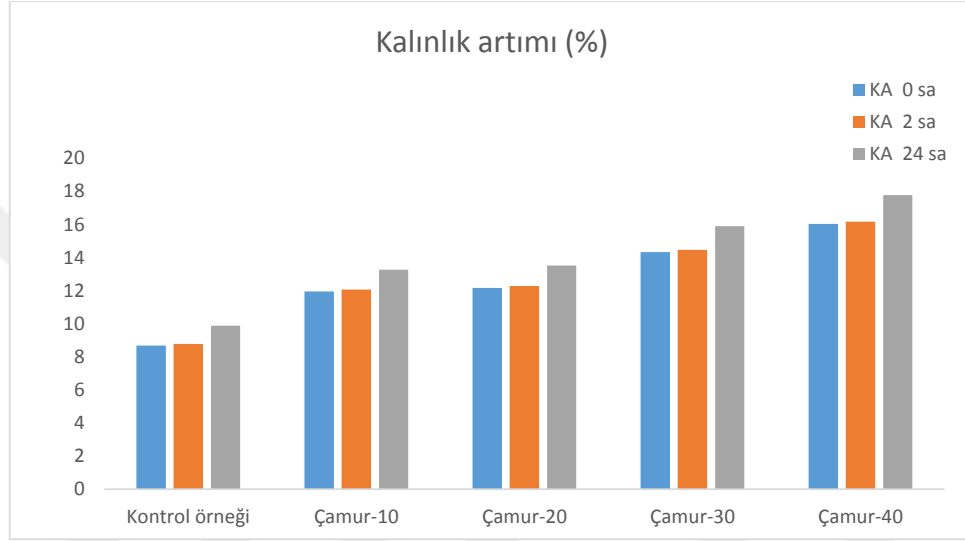


Şekil 3.1. Elde edilen levhalar üzerinde yoğunluğun etkisi

Levhaların yoğunluk değeri hem fiziksel hem de mekanik özelliklerini etkileyen bir değerdir (Aras, 2013). Genel olarak levhaların yoğunlukları 0.69 gr/cm³ ile 0.71 gr/cm³ arasında çıkmıştır. Çalışmada kullanılan katkı maddelerinin levha taslaklarının

yoğunlukları üzerinde fazla bir değişikliğe neden olmadığı söylenebilir. Üretilen levha taslaklarına ait rutubet değerleri ise % 9.6 ile % 11.3 arasında çıkmıştır.

Aras ve Ark. (2013) yaptığı çalışmada, kullanılan katkı maddelerinin üretilen yonga levhalarının yoğunlukları üzerinde bir etkiye neden olmadığı bildirilmiştir.



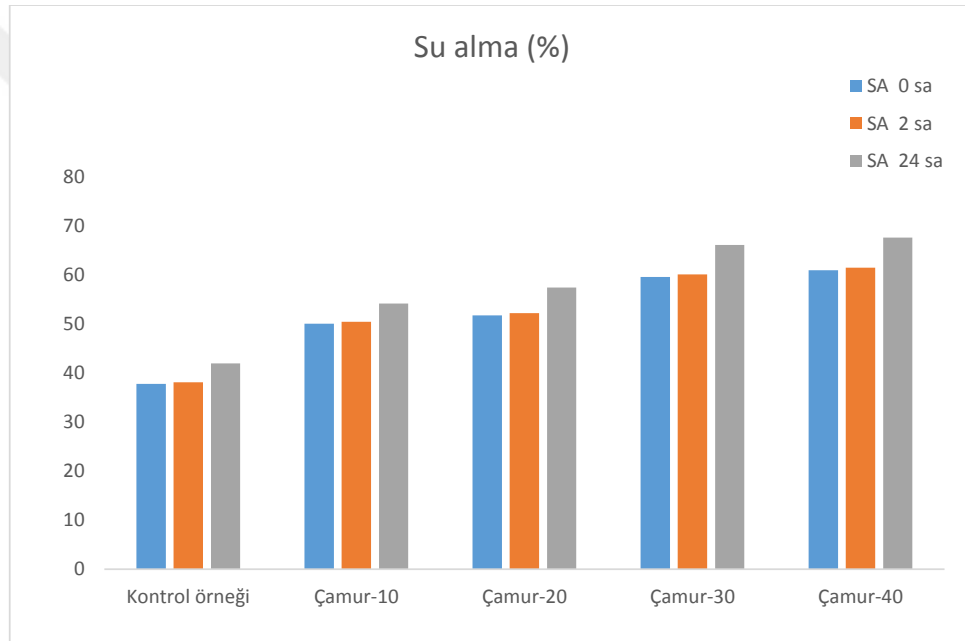
Şekil 3.2. Levhalar üzerinde yapılan kalınlık artışının 0,2 ve 24 saat üzerindeki etkisi

2 ve 24 saat su içerisinde bekletilen deney örneklerine ait kalınlık artışlarının belirlenmesinde TS EN 317 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak 40 x 40 x levha kalınlığı (mm) ebatlarında hazırlanmıştır. Örnek kalınlıkları tam orta noktasından  $\pm 0.01$  mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülmüştür.

Çalışmalar sonucu elde edilen kontrol örneği, çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40 tipi levha taslakları üzerinde yapılan 2 ve 24 saat için su alma miktarının sonucu Şekil 3.2'de verilmiştir. Şekil 3.2 tüm levha taslaklarının 2 ve 24 saat boyunca su içerisinde bekletildikten sonra, levha taslaklarında görülen ağırlık artışları ölçülerek elde edilmiştir. Üretilen levhalarda kalınlığına şişme (24 saat) oranı ortalama % 11 olarak bulunmuştur.

Tüm levha taslaklarındaki kalınlık artımı 2 ve 24 saatlik suda bekletilme sürelerine paralel olarak bir artış meydana getirmiştir. En fazla kalınlık artımları çamur-40 tipi levha taslağında görülürken, en az kalınlık artımları ise çamur-10 tipi levha taslağında görülmüştür. Bu durum bize levhalar üzerinde atık çamur miktarının artması ile kalınlık miktarlarının da arttığını göstermiştir.

Çavdar ve ark. (2012) yaptığı çalışmada, levhaların 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerinde etkisinde, suda bekletme süresi arttıkça buna paralel olarak levhaların kalınlıklarında da artış olduğu bildirilmiştir.



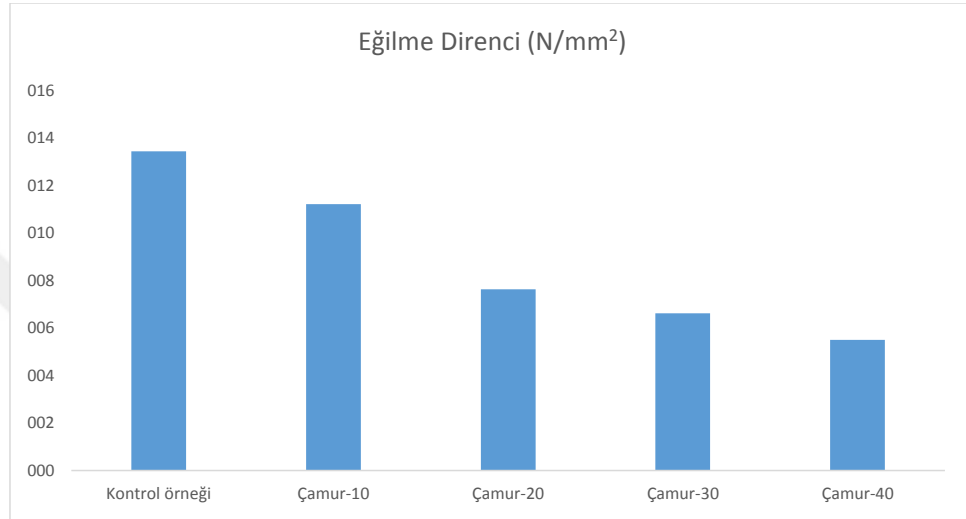
Şekil 3.3. Levhalar üzerinde yapılan su alma miktarının 0,2 ve 24 saat üzerindeki etkisi

Çalışmalar sonucu elde edilen kontrol örneği, çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40 tipi levha taslakları üzerinde yapılan eğilme direnci testi sonucu Şekil 3.3’de verilmiştir. Şekil 3.3 tüm levha taslakları üzerine gelen yük ile birlikte levhaların kırılma noktasına kadar elde edilen değerdir. Üretilen levhalarda su alma (2-24 saat) oranı ortalama % 55-61 olarak bulunmuştur.

Tüm levha taslakları üzerindeki su alma miktarları 2 ve 24 saatlik suda bekletilme sürelerine paralel olarak bir artış meydana getirmiştir. En fazla su alma miktarı çamur-40

tipi levha taslağında görülürken, en az su alma miktarı ise çamur-10 tipi levha taslağında görülmüştür.

Çavdar ve ark. (2012) yaptığı çalışmada, levhaların 2 ve 24 saatlik su alma oranı üzerine etkisinde, suda bekletme süresi arttıkça levhaların su alma oranında da artış olduğu bildirilmiştir.



Şekil 3.4. Eğilme direncinin levhalar üzerindeki etkisi

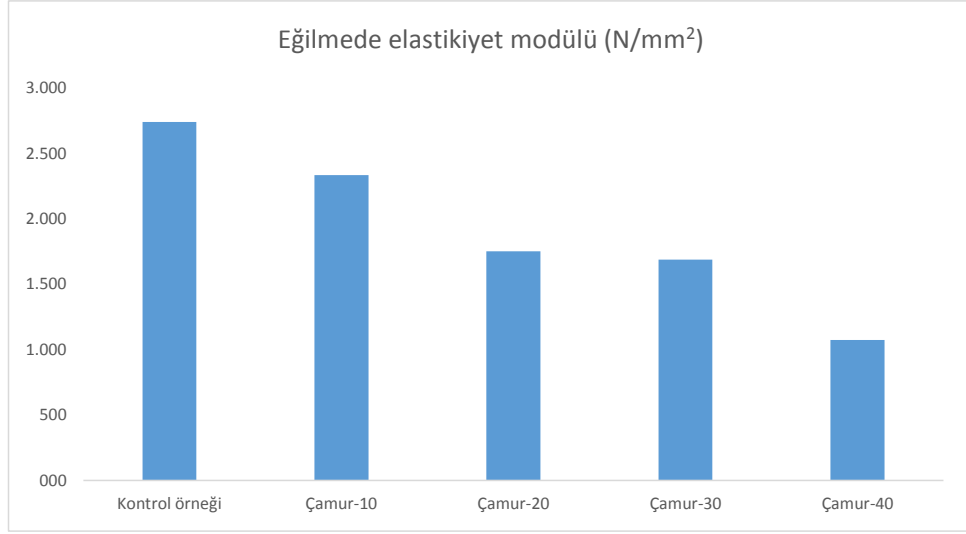
Çalışmalar sonucu elde edilen kontrol örneği, çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40 tipi levha taslakları üzerinde yapılan eğilme direnci testi sonucu şekil 3,4'te verilmiştir. Şekil 3.4 tüm levhaların üzerine gelen yüklerle birlikte kırılma noktasında levha taslağı üzerine gelen kuvvet olarak belirlenmiştir. Üretilen dört tip levhada (çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40) eğilme direnci değerleri sırasıyla 11.22 N/mm<sup>2</sup>, 7.63 N/mm<sup>2</sup>, 6.62 N/mm<sup>2</sup> ve 5.50 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.



Şekil 3.5 Eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyi test görüntüsü.

Tüm levha taslakları üzerinde yapılan eğilme direncinde, levha taslaklarına % olarak katılan çamur miktarına göre düzenli olarak bir azalma görülmüştür.(Şekil 3.5) Diğer levha taslaklarına göre en fazla eğilme direnci çamur-10 tipi levha taslağında görülürken, en az eğilme direnci ise çamur-40 tipi levha taslağında görülmüştür. Bu durum bize levhalara katılan atık çamur miktarı arttıkça levha içinde karışım, bağ yapma ve dolayısıyla yapışmanın da buna paralel olarak azaldığını göstermektedir.

Üretilen % 10 çamur katkılı (çamur-10) levha taslağında eğilme direnç değeri 11.22 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değer ise, TS EN 310 (2012)'de belirlenen standarda göre; kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhalarda en az 10 N/mm<sup>2</sup> ve kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda ise en az 11 N/mm<sup>2</sup> olması gereken şartını sağlamaktadır.



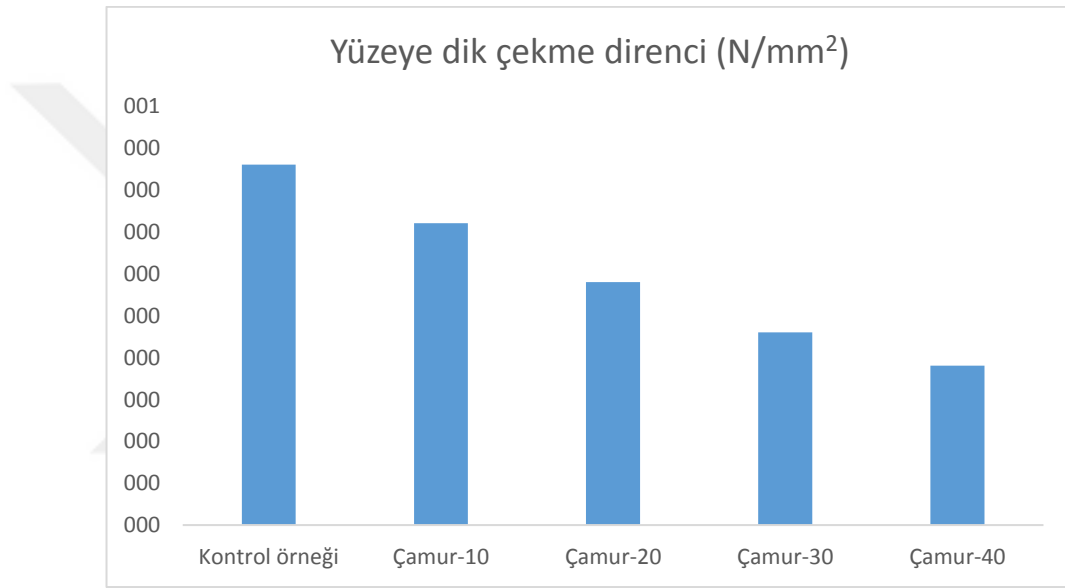
Şekil 3.6. Eğilmede Elastikiyet modülünün levhalar üzerindeki etkisi

Çalışmalar sonucu elde edilen kontrol örneği, çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40 tipi levhalar üzerinde yapılan eğilmede elastikiyet modülü testi sonucu Şekil 3.6’de verilmiştir. Şekil 3.6 tüm levhaların üzerine gelen yüklerle birlikte kırılma noktasına kadar levha üzerinde meydana gelen deformasyonlar olarak belirlenmiştir. Üretilen dört tip levhada (çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40) eğilmede elastikiyet modülü değerleri sırasıyla 2336.79 N/mm<sup>2</sup>, 1753.64 N/mm<sup>2</sup>, 1688.96 N/mm<sup>2</sup> ve 1073.83 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Tüm levha taslakları üzerinde yapılan eğilmede elastikiyet modülünde, levha taslaklarına % olarak katılan çamur miktarına göre düzenli olarak bir azalma görülmüştür. Diğer levha taslaklarına göre en fazla eğilmede elastikiyet modülü çamur-10 tipi levha taslağında görülürken, en az eğilmede elastikiyet modülü ise çamur-40 tipi levha taslağında görülmüştür. Bu durum bize levhalara katılan atık çamur miktarı arttıkça levhaya gelen yüklerle birlikte elastikiyet miktarının da azaldığını göstermektedir.

Gündüz ve Masrafin (2005) yaptığı çalışmada, pres basınç süresinin 10 saniye kadar uzatılması ile elastikiyet modülünde de artış olduğu bildirilmişlerdir. Nemli ve ark. (2004) klasik ve sürekli sistem üzerine yaptığı çalışmada, eğilmede elastikiyet modülünün direnci sürekli sistem levhalarında daha yüksek bulmuşlardır. Gündüz ve Masrafin (2005) yaptığı çalışmada, dış tabaka talaş oranının artırılmasıyla levhalarının rutubetinin arttığını ve bu yüzden de esnekleşen yongaların eğilmede elastikiyet modülü direncinin de arttığını bildirmişlerdir.

Üretilen % 10 , % 20 ve % 30 çamur katkılı (çamur-10, çamur-20- çamur-30) levha taslaklarında eğilmede elastikiyet modülleri sırasıyla 2336.79 N/mm<sup>2</sup>, 1753.64 N/mm<sup>2</sup> ve 1688.96 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değerler ise, TS EN 310 (2012)'de belirlenen standarda göre; kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda en az 1600 N/mm<sup>2</sup>, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalarda en az 1950 N/mm<sup>2</sup> ve kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda ise en az 2300 N/mm<sup>2</sup> olması gereken şartını sağlamaktadır.



Şekil 3.7. Yüzeye dik çekme direncinin levhalar üzerindeki etkisi

Çalışmalar sonucu elde edilen kontrol örneği, çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40 tipi levhalar üzerinde yapılan yüzeye dik çekme direncinin testi sonucu Şekil 3.7'da verilmiştir. Şekil 3,7 tüm levhalar sırasıyla iki takoz arasında sıkıştırılmaya maruz bırakılarak elde edilen değerler kaydedilmesiyle olmuştur. Üretilen dört tip levhada (çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40) yüzeye dik çekme direnci değerleri sırasıyla 0.36 N/mm<sup>2</sup>, 0.29 N/mm<sup>2</sup>, 0.23 N/mm<sup>2</sup> ve 0.19 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Tüm levha taslakları üzerinde yapılan yüzeye dik çekme direncinde, levha taslaklarına % olarak katılan çamur miktarına göre düzenli olarak bir azalma görülmüştür. Diğer levha taslaklarına göre en fazla yüzeye dik çekme direnci çamur-10 tipi levha taslağında görülürken, en az yüzeye dik çekme direnci ise çamur-40 tipi levha taslağında



görülmüştür. Bu durum bize levhalara katılan atık çamur miktarı arttıkça levhaya gelen yüklerle birlikte yüzeye dik çekme direncinde de kayıplar yaşandığını göstermektedir.

İstek ve ark. (2007) yaptığı çalışmada, üst-alt yonga oranlarının azalmasıyla yüzeye dik çekme direnci etkisinin değişkenlik gösterdiğini fakat bu azalışın doğrusal bir azalma olmadığını bildirmişlerdir. Gündüz ve Masrafin (2005) yaptığı çalışmada, press basıncı ve sıcaklığın değerlerinin düşürülmesi ile levhanın yüzeye dik çekme direncini olumsuz etkilediğini bildirilmişlerdir. Güler ve ark. (2001) yaptığı çalışmada ise, yoğunluğun artması ile yüzeye dik çekme direncinin arttığını bildirmişlerdir.

Üretilen % 10 ve % 20 çamur katkılı (çamur-10, çamur-20) levha taslaklarında yüzeye dik çekme direnç değerleri sırasıyla  $0.36 \text{ N/mm}^2$  ve  $0.29 \text{ N/mm}^2$  olarak bulunmuştur. Bu değerler ise, TS EN 319 (2012)'de belirlenen standarda göre; kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhalarda en az  $0,24 \text{ N/mm}^2$  ve kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda ise en az  $0.35 \text{ N/mm}^2$  olması gereken şartını sağlamaktadır.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen levha taslaklarının rutubet değeri % 9.6 ile % 11.3 arasında bulunmuştur. Bu değer ise; TS EN 322 (2012)'de belirlenen standarda göre; levhaların rutubet içeriği % 5 ile % 13 arasında olması gereken şartını sağlamaktadır. Üretilen levha taslaklarının yoğunlukları ise  $0.69 \text{ gr/cm}^3$  ile  $0.71 \text{ gr/cm}^3$  arasında çıkmıştır. Bu değer ise; TS EN 323 (2012)'de belirlenen standarda göre; levhadaki ortalama yoğunluğa dair tolerans olan  $\pm \% 10$  değerini aşmamıştır. Üretilen levha taslaklarının su alması literatürdeki değerlerin üzerine çıkmamıştır. Çamur katkılı levhaların kalınlık artım sonuçları tüm levhalar için ortalama % 11 olarak bulunmuştur. Bu değer ise, TS EN 317 (2012)'de belirlenen standarda göre; üretilen levhalarda kalınlık artımının en fazla % 14 olması gereken şartını sağlamaktadır. Çamur katkılı levhaların su alma sonuçları 2-24 saat için tüm levhalarda ortalama % 55-61 olarak bulunmuştur. Bu değer ise, TS EN 317 göre; üretilen levhalarda 2 saat için en fazla su alma miktarı % 80 olması gereken şartını sağlamaktadır. Üretilen % 10 çamur katkılı (çamur-10) levha taslağında eğilme direnç değeri  $11.22 \text{ N/mm}^2$  olarak bulunmuştur. Bu değer ise, TS EN 310 (2012)'de belirlenen standarda göre; kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhalarda en az  $10 \text{ N/mm}^2$  ve kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda ise en az  $11 \text{ N/mm}^2$  olması gereken şartını sağlamaktadır. Üretilen % 10 , % 20 ve % 30 çamur katkılı (çamur-10, çamur-20- çamur-30) levha taslaklarında eğilmede elastikiyet modülleri sırasıyla  $2336.79 \text{ N/mm}^2$ ,  $1753.64 \text{ N/mm}^2$  ve  $1688.96 \text{ N/mm}^2$  olarak bulunmuştur. Bu değerler ise, TS EN 310 (2012)'de belirlenen standarda göre; kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda en az  $1600 \text{ N/mm}^2$ , nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalarda en az  $1950 \text{ N/mm}^2$  ve kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda ise en az  $2300 \text{ N/mm}^2$  olması gereken şartını sağlamaktadır. Üretilen % 10 ve % 20 çamur katkılı (çamur-10, çamur-20) levha taslaklarında yüzeye dik çekme direnç değerleri sırasıyla  $0.36 \text{ N/mm}^2$  ve  $0.29 \text{ N/mm}^2$  olarak bulunmuştur. Bu değerler ise, TS EN 319 (2012)'de belirlenen standarda göre; kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhalarda en az  $0.24 \text{ N/mm}^2$  ve kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda ise en az  $0.35 \text{ N/mm}^2$  olması gereken şartını sağlamaktadır.

Çalışma sonunda yapılan izlenimlere göre, üretilen % 10 çamur katkılı (çamur-10) levha taslağı eğilme direnci istenen, hem kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga

levhalarda hem de kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda kullanılabilir. Üretilen % 10 , % 20 ve % 30 çamur katkılı (çamur-10, çamur-20- çamur 30) levha taslaklarında eğilmede esneklik modülleri istenen; kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalardaçamur-10, çamur-20 ve çamur-30 tipi levhalar, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalardaçamur-10 ve çamur-20 tipi levhalar ilekuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda ise çamur-10 tipi levha kullanılabilir. Üretilen % 10 ve % 20 çamur katkılı (çamur-10 ve çamur-20) levha taslaklarında yüzeye dik çekme direnç değerlerinde istenen; kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhalardaçamur-10 ve çamur-20 tipi levhalar ile kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda ise çamur10 tipi levha kullanılabilir.

Sonuç olarak çalışmalar sonucu elde edilen % 10, % 20, % 30 ve % 40 katkılı çamur (çamur-10, çamur-20, çamur-30 ve çamur-40) ile üretilen tüm levhalara ait fiziksel testler istenen standart değerlerinde çıkmıştır. Mekanik testlerde ise; % 40 çamur katkılı levha (çamur-40 tipi levha) hiçbir mekanik test te istenen standartlarda çıkmamıştır. % 30 çamur katkılı levha (çamur-30 tipi levha) eğilmede elastikiyet modülün de istenen standartlarda çıkmıştır. % 20 çamur katkılı levha (çamur-20 tipi levha) eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direncinde istenen standartlarda çıkmıştır. % 10 çamur katkılı levha (çamur-10 tipi levha) eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve eğilme direncinde istenen standartlarda çıkmıştır.

Sonuçta ise; % 10 çamur katkılı levha (çamur-10 tipi levha) hem fiziksel hem de mekanik testlerin hepsinde istenen standartlar için uygun çıkmıştır. Çalışma sonunda üretilen bu levha hem kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhalarda hemde kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalarda kullanılabilir.

## 5. KAYNAKLAR

- Ahmadi, B. ve Al-Khaja, W., 2001. Utilization of Paper Waste Sludge in the Building Construction Industry. Resources, Conservation and Recycling, 32, 105 – 113.
- Akgül, M. ve Tozluoğlu. 2008. Utilizing Peanut Husk (*Arachis Hypogaea* L.) in The Manufacture Of Medium-Density Fiberboards, Bioresource Technology, 99, 5590-5594.
- Aras, U., 2013. Pomza Tozu ve Akışkanlaştırıcı Kullanımının Çimentolu Yonga Levhaların Bazı Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 100s.
- Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu ve F. ve Nacar, M., 2005. The Manufacture of Particleboards Using Sunflower Stalks (*Heliant annuus* L.) and Poplar Wood (*Populus alba* L.), Journal of Composite Materials, 39(5), 467-473.
- Bozkurt, Y., Göker ve Y. 1986, Orman Ürünlerinden Faydalanma, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, İstanbul.
- Çavdar, A.D., Yel, H., Kalaycıoğlu, H. ve Aras, U., 2012. Kağıt Fabrikası Arıtım Suyu Çamuru ile Üretilen Çimentolu Yongalevhaların Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri, KSÜ Mühendislik Bilim Dergisi Özel Sayı, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş. Türkiye, s. 69-73.
- Çöpür, Y., Güler, C., Akgül, M. ve Taşcıoğlu, C., 2007. Some Chemical Properties of Hazelnut Husk and its Suitability for Particleboard Production, Building ann Environment, 42, 2568-2572.
- Cöpur, Y., Güler, C., Tascioglu, C. ve Tozluoğlu, A., 2008. Incorporation of Hazelnut Shell and Husk in MDF Production, Bioresource Technology, 99, 7402-7406.
- Güler, C., 2015. Odun Esaslı Kompozit Malzeme Üretiminde Bazı Yıllık Bitkilerin Değerlendirilmesi, Selçuk-Teknik Dergisi, Özel Sayı, 70-78.
- Güler, C., Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H., 2001. Yıllık Bitki Atıklarından Yonga Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 25-27 Nisan, Mersin, Türkiye.
- Güler, C., Bektaş, İ. ve Kalaycıoğlu, H., 2006. The Experimental Particleboard Manufacture from Sunflower Stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.), Forest Prod. J., 56(4), 56-60.
- Güler, C., Copur, Y. ve Tascioglu, C., 2008. The Manufacture of Particleboards using mixture of Peanut Hull (*Arachis hypoqaea* L.) and European Black Pine (*Pinus nigra* Arnold) Wood Chips, Bioresource Technology, 99, 2893-2897.

- Gündüz, G ve Masraf, Y., 2005. Üç Tabakalı Yonga Levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7(8), 58-71.
- Ishimoto, H., 2000. Use of Papermaking Sludge as New Material, J. Mater. in Eng, 12, 310–313.
- İstek, A., Gençer, A. 2014. Çimentolu Yonga Levha Özelliklerine Pomza Kullanımının Etkisi. II. Ulusal Akdeniz ve Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim, Isparta, Türkiye.
- İstek, A., Kurşun, C., Aydemir, D., Köksal, S.E. ve Kelleci, O., 2017. Yüzey Tabaka Yonga Oranının Yonga Levha Özelliklerine Etkisi ve Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 182-186.
- Kalaycıoğlu, H., Yel, H. Ve Dönmez Çavdar, A., 2012. Çimentolu Odun Yünü Kompozitleri ve Kullanım Alanları, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(1), 122-133.
- Naik, T. R., Friberg, T. S. ve Chun, Y-C. 2004. Use of Pulp and Paper Mill Residual Solids in Production of Cellucrete. Cem. Concr. Res., 34(7), 1229–1234.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Akbulut, T., 2004. Pres Çeşidinin Yonga Levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkisi. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(2), 89-95.
- Taşcıoğlu, C., Akçay, Ç. ve Güler, C., 2018. Bazı Tarımsal Atıklardan Üretilen Kompozitlerin Esmer Çürüklük Mantarı fomitosis palustris’e Karşı Dayanımı. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6, 40-46.
- TS EN 312, Yonga levhalar - Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2012.
- Yapıcı, F., Yörür, H. ve Yalçın, İ. 2014. Çimentolu Yonga Levhanın Bazı Özelliklerine Rutubet Değişiminin Etkisinin Belirlenmesi, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15, 61-64.
- Aydın U..2016. Yonga Geometrisi ve Taslak Rutubet Değişimlerinin Yonga Levha Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 92s.
- Uysal, B., 1997. Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 135s.
- Samur, M.,2007. Kağıt Sanayiinde Kullanılabilecek Laminasyon Tutkalı Hazırlanması Ve Bazı Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 49s.

Url:1,[https://www.ecplaza.net/products/5100c-urea-formaldehyde-resin-powder\\_926245](https://www.ecplaza.net/products/5100c-urea-formaldehyde-resin-powder_926245), 2020

Url:2. <https://www.dersimiz.com/bilgibankasi/fenol-formaldehit-recinesi-hakkinda-bilgi-4317>, 2020.

Url:3,<http://ambalajtutkallari.blogspot.com/2017/01/melamin-formaldehit-tutkal-toz-ure.html>, 2020.

Url:4, <https://www.gninsaat.com.tr/rezorsin-formaldehit-ve-kaucuklu-tutkallar>, 2020

Url:5, <https://www.kmkpaper.com/kahramanmaras-15.html>, 2020.



## ÖZGEÇMİŞ

Muharrem TEKEL; İlkokul, Ortaokul ve Lise eğitimini Erzincan'da, Üniversite eğitimini Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği bölümünde tamamladı. Yüksek Lisans eğitimine Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde devam etmektedir. Muharrem TEKEL Milli Eğitim Müdürlüğü bünyesinde Şanlıurfa/Ceylanpınar Şehit Cuma İbiş Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde Teknik Öğretmen olarak görev yapmaktadır.

