

**YÖNLENDİRİLMİŞ YONGA LEVHALARIN (OSB)
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF ORIENTED STRAND BOARDS
(OSB)**

FERHAT ÇAKMAK

Dr. YILMAZ KILIÇ
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Ağaççileri Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

FERHAT ÇAKMAK'ın hazırladığı “**Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erol BURDURLU

Başkan



Öğr. Gör. Dr. Yılmaz KILIÇ

Danışman



Prof. Dr. İlker USTA

Üye



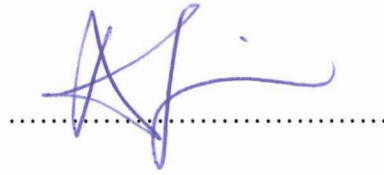
Doç. Dr. Mehmet ALTINÖZ

Üye



Doç. Dr. A. Selin MUTDOĞAN

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezim kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**
(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)
- Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**
(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)
- Tezimin/Raporumun 01/01/2019 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**
- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

02/07/2018



Ferhat ÇAKMAK


ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir hafriyat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

02/07/2018



FERHAT ÇAKMAK

ÖZET

YÖNLENDİRİLMİŞ YONGA LEVHALARIN (OSB) TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

FERHAT ÇAKMAK

Yüksek Lisans, Ağaçşeri Endüstri Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Dr. YILMAZ KILIÇ

Haziran 2018, 50 sayfa

Bu çalışmada Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) teknolojik özelliklerinin incelenmesi ve karşılaştırılarak sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır. Piyasada en çok satılan ve kullanılan 11mm x 1220mm x 2440mm ölçülerindeki OSB2 ve OSB3 plakalarından standartlara uygun olarak test numuneleri hazırlanmıştır. Eğilme mukavemeti, eğilmede esneklik modülü, iç yapışma - dik çekme direnci, kalınlığına şişme ve kaynatma testleri TS EN 300, TS EN 310, TS EN 317, TS EN 319, TS EN 325 standartlarına göre TSE’de yapılmıştır. OSB2 için: Eğilme mukavemeti - büyük eksen 18,17N/mm² olarak kaydedilmiştir. Eğilme mukavemeti - küçük eksen 12,08 N/mm² olarak kaydedilmiştir. Eğilmede esneklik modülü - büyük eksen 3875N/mm² olarak kaydedilmiştir. Eğilmede esneklik modülü - küçük eksen 2355N/mm² olarak kaydedilmiştir. İç yapışma - dik çekme direnci 0,23N/mm² olarak kaydedilmiştir. Kalınlığına şişme - 24 saat süreyle daldırma %24,11 olarak ölçülmüştür. Kaynatma testi sonucunda tüm numunelerin tabakaları çekme testi yapılamayacak kadar dağılmıştır. OSB3 için; Eğilme mukavemeti - büyük eksen 28,92N/mm² olarak kaydedilmiştir. Eğilme mukavemeti - küçük eksen 13,37N/mm² olarak kaydedilmiştir. Eğilmede esneklik modülü

- büyük eksen 4436N/mm^2 olarak kaydedilmiştir. Eğilmede esneklik modülü - küçük eksen 1845N/mm^2 olarak kaydedilmiştir. İç yapışma - dik çekme direnci $0,28\text{N/mm}^2$ olarak kaydedilmiştir. Kalınlığına şişme - 24 saat süreyle daldırma testinde ortalama %22,97 olarak ölçülmüştür. Kaynatma testi sonucunda numunelerin tamamının tabakaları çekme testi yapılamayacak kadar dağılmıştır. Genel olarak yapı sektöründe kullanılan OSB için, yapıların statik hesaplarında kullanılan standart statik değerlere üretici firmaların ürünlerinde ulaşamadığı görülmektedir. Bu sonuçlarla sadece OSB2'nin dış mekan uygulamalarında yeterli olmadığı bilinmekte iken üretim kalitesi yetersizliği dolayısıyla OSB3 ün de yeterli olmadığı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: OSB, OSB3, OSB2, eğilme mukavemeti, eğilmede esneklik modülü, kalınlığına genişleme, fiziksel ve mekanik özellikler, tabakalı yönlendirilmiş lif levha.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORIENTED STRAND BOARDS (OSB)

FERHAT ÇAKMAK

Master of Science, Department of Wood Products Industrial Engineering

Supervisor: Dr. YILMAZ KILI

June 2018, 50 pages

In this study, it is aimed to define the technical specifications of Stratified Woodworking Material Sheets (OSB). Test samples from OSB2 and OSB3 sheets at the sizes of 11mm x 1220mm x 2440mm mostly used in the markets were prepared. Bending strength, flexibility module in the bending, inner bonding-vertical tensile strength, swelling to its thickness and boiling tests were performed in TSE. For OSB2; bending strength- major axis was recorded as 18,17N/mm². The bending strength-minor axis was recorded as 12,08 N/mm². The flexibility module in the bending- the major axis was recorded as 3875N/mm². The flexibility module in the bending- the minor axis was recorded as 2355N/mm². Inner bonding-vertical tensile strength was measured as 0,23N/mm². The swelling to its thickness- dipping for 24 hours was measured as 24,11%. As a result of boiling test, the plates of each sample was distributed so that the tension test has not been performed. For OSB3; bending strength- major axis was recorded as 28,92N/mm². The bending strength-minor axis was recorded as 13,37N/mm². The flexibility module in the bending- the major axis was recorded as 4436N/mm². The flexibility module in the bending- the minor axis was recorded as 1845N/mm². Inner bonding-vertical tensile strength was measured as 0,28N/mm². The swelling to its thickness- dipping for 24 hours was measured as 22,97%. As a result of boiling test, the plates of each sample was distributed so that the tension test has not been performed.

For the OSB that is generally used in the construction sector, it is observed that the manufacturer firms could not reach the standard static values used in the static calculations of the structures in the products of the manufacturer firms. Based on this result, it is known that only OSB2 is not sufficient and due to the lack of product quality, it is also understood that OSB3 is not sufficient as well.

Key words: OSB, OSB3, OSB2, bending strength, flexibility module in the bending, swelling to its thickness, oriented strand board, physical and mechanical properties

TEŞEKKÜR

Değerli Danışmanım Sn. Öğr. Gör. Dr. Yılmaz KILIÇ'a bu çalışmanın tamamlanmasındaki desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu Yüksek Mühendislik Tezini hazırlamamda emeği geçen önceki Danışmanlarım olan Sn. Prof. Dr. Salih Aslan ve Sn. Öğr. Gör. Dr. Meliha ULUPINAR ÖZ'e, desteklerini esirgemeyen Sn. Prof. Dr. Erol BURDURLU ve Sn. Prof. Dr. İlker USTA'ya teşekkür ederim.

Deneyleerin numunelerinin temini ve TSE'de testlerin yapılabilmesi için gerekli bütçeye sponsor olan Sarp Villa A.Ş.'ye teşekkür ederim.

Deney numunelerinin standartlara uygun olarak hazırlanması konusunda atelyesini de kullanımımıza sunarak desteklerini esirgemeyen Ağaçışleri Endüstri Mühendisi

Sn. Güvenç Bıçakçı'ya teşekkür ederim.

Deneyleerin TSE'de yapımı sırasında desteklerini esirgemeyen Ağaçışleri Endüstri Mühendisi Sn. Burak Yılmaz'a teşekkür ederim.

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliğı Bölümü Öğretim Üyeleri, Araştırma görevlileri ve personeline gerekli yardımlarını esirgemedikleri için teşekkür ederim.

Bu Yüksek Mühendislik Tezimi tamamlamamda en büyük destekçilerim olan oğlum Sarp, aynı zamanda İngilizce çeviriler konusunda yardımcı olan kızım Aslı ve grafiklerin hazırlanmasında da destek olan eşim Sema'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER	viii
GRAFİKLER.....	ix
FOTOĞRAFLAR	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 OSB'nin Tanımı	1
1.2 OSB'nin Tarihiçesi	2
1.3 OSB'nin Üretiminde kullanılan ağaçlar	3
1.4 OSB'nin kullanım alanları.....	3
1.5 OSB Üretim Aşamaları.....	3
2. GENEL BİLGİLER.....	5
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	10
3.1 Materyal.....	10
3.2 Metod.....	10
3.2.1 Deney Numunelerinin Hazırlanması	10
3.2.1.1 Büyük Eksen Kesimi	11
3.2.1.2 Küçük Eksen Kesimi	11
3.2.2 Deneylerin Yapılması.....	12
3.3 Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) Teknolojik Özelliklerinin Tayini	17
3.3.1 Eğilme Mukavemeti - Büyük Eksen, Eğilme Mukavemeti - Küçük Eksen Test Değerlerinin Tayini.....	17
3.3.2 Eğilmede Esneklik Modülü - Büyük Eksen, Eğilmede Esneklik Modülü - Küçük Eksen Test Değerlerinin Tayini	18
3.3.3 İç Yapışma Testi Değerlerinin Tayini	19
3.3.4 Kalınlığına Şişme - 24 Süreyle Daldırma Değerlerinin Tayini	20

3.3.5 Kaynatma Deneyinden Sonra İç Yapışma Değerlerinin Tayini	20
4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME	21
4.1 OSB2 Büyük Eksen Testi Bulguları.....	21
4.1.1 OSB2 Eğilme Mukavemeti Büyük Eksen Testi Bulguları	22
4.1.2 OSB2 Eğilmede Esneklik Modülü Büyük Eksen Testi Bulguları.....	23
4.2 OSB2 Küçük Eksen Testi Bulguları.....	24
4.2.1 OSB2 Eğilme Mukavemeti Küçük Eksen Testi Bulguları	25
4.2.2 OSB2 Eğilmede Esneklik Modülü Küçük Eksen Testi Bulguları.....	26
4.3 OSB3 Büyük Eksen Testi Bulguları.....	27
4.3.1 OSB3 Eğilme Mukavemeti Büyük Eksen Testi Bulguları	28
4.3.2 OSB3 Eğilmede Esneklik Modülü Büyük Eksen Testi Bulguları.....	29
4.4 OSB3 Küçük Eksen Testi Bulguları.....	30
4.4.1 OSB3 Eğilme Mukavemeti Küçük Eksen Testi Bulguları	31
4.4.2 OSB3 Eğilmede Esneklik Modülü Küçük Eksen Testi Bulguları.....	32
4.5 İç Yapışma – Yüzeye Dik Çekme Direnci Testi Bulguları.....	34
4.5.1 OSB2 İç Yapışma – Yüzeye Dik Çekme Direnci Testi Bulguları.....	34
4.5.2 OSB3 İç Yapışma – Yüzeye Dik Çekme Direnci Testi Bulguları.....	35
4.6 Kalınlığına Şişme – 24 Saat Süreyle Daldırma Testi Bulguları	37
4.6.1 OSB2 Kalınlığına Şişme – 24 Saat Süreyle Daldırma Testi Bulguları	37
4.6.2 OSB3 Kalınlığına Şişme – 24 Saat Süreyle Daldırma Testi Bulguları	38
4.7 Kaynatma Testi Bulguları.....	39
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1 - Kuru şartlarda kullanılan, yük taşıyıcı olmayan levhalar, genel amaçlı levhalar ve kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dâhil) levhalar – Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler	7
Çizelge 2.2 - Kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar - Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler	7
Çizelge 2.3 - Nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar - Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler	8
Çizelge 2.4 - Nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar – Rutubete mukavemet gerekleri	8
Çizelge 2.5 - Nemli şartlarda kullanılan ve aşırı yük taşıyabilen levhalar - Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler	9
Çizelge 2.6 - Nemli şartlarda kullanılan ve aşırı yük taşıyabilen levhalar – Rutubete mukavemet değerleri	9
Çizelge 4.1 - OSB2 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları.....	22
Çizelge 4.2 - OSB2 eğilmede esneklik modülü büyük eksen testi bulguları	23
Çizelge 4.3 - OSB2 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları.....	25
Çizelge 4.4 - OSB2 eğilmede esneklik modülü küçük eksen testi bulguları	26
Çizelge 4.5 - OSB3 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları	28
Çizelge 4.6 - OSB3 eğilmede esneklik modülü büyük eksen testi bulguları tablosu.....	29
Çizelge 4.7 - OSB3 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları.....	31
Çizelge 4.8 - OSB2 eğilmede esneklik modülü küçük eksen testi bulguları	32
Çizelge 4.9 - OSB2 iç yapışma – Yüzeye dik çekme direnci tablosu.....	34
Çizelge 4.10 - OSB3 iç yapışma – Yüzeye dik çekme direnci.....	35
Çizelge 4.11 - OSB2 kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma	37
Çizelge 4.12 - OSB3 kalınlığına Şişme – 24 Saat süreyle daldırma testi	38
Çizelge 5.1 - Karşılaştırmalı sonuçlar	41

GRAFİKLER

Grafik 4.1 - OSB2 büyük eksen testi bulguları grafiği.....	21
Grafik 4.2 - OSB2 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları grafiği.....	22
Grafik 4.3 - OSB2 eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen testi bulguları grafiği	23
Grafik 4.4 - OSB2 küçük eksen testi bulguları grafiği.....	24
Grafik 4.5 - OSB2 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları grafiği.....	25
Grafik 4.6 - OSB2 eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen testi bulguları grafiği	26
Grafik 4.7 - OSB3 büyük eksen testi bulguları grafiği.....	27
Grafik 4.8 - OSB3 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları grafiği.....	28
Grafik 4.9 - OSB3 eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen testi bulguları grafiği	29
Grafik 4.10 - OSB3 küçük eksen testi bulguları grafiği.....	30
Grafik 4.11 - OSB3 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları grafiği.....	31
Grafik 4.12 - OSB3 eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen testi bulguları grafiği	32
Grafik 4.13 - Tüm sonuçlar toplu grafik	33
Grafik 4.14 - OSB2 iç yapışma – Yüzeye dik çekme direnci	34
Grafik 4.15 - OSB3 iç yapışma – Yüzeye dik çekme direnci	36
Grafik 4.16 - OSB2 kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testi	37
Grafik 4.17 - OSB3 kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testi	38
Grafik 5.1 - Eğilme mukavemeti – Büyük eksen karşılaştırma	42
Grafik 5.2 - Eğilme mukavemeti - Küçük eksen karşılaştırma grafiği.....	42
Grafik 5.3 - Eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen karşılaştırma grafiği	43
Grafik 5.4 - Eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen karşılaştırma grafiği	43
Grafik 5.5 - İç yapışma - Dik çekme direnci karşılaştırma grafiği.....	44
Grafik 5.6 - OSB2 ve OSB3 için kalınlığına şişme grafikleri.....	44

FOTOĞRAFLAR

Fotoğraf 1.1 - Sarp Villa A.Ş. Azerbaycan OSB3 uygulama (foto: Ferhat ÇAKMAK)... 2	2
Fotoğraf 3.1 - OSB2 ve OSB3 numuneleri (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 11	11
Fotoğraf 3.2 - OSB'lerin kalınlıkları TSE'ye ait kalibrasyonlu mikrometre yardımıyla ölçülmüştür. (foto: Ferhat ÇAKMAK).....12	12
Fotoğraf 3.3 - OSB'lerin genişlikleri TSE'ye ait kalibrasyonlu kumpas yardımıyla ölçülmüştür. (foto: Ferhat ÇAKMAK).....12	12
Fotoğraf 3.4 - Eğilme mukavemeti ve Eğilmede esneklik modülü testlerinin yapıldığı üniversal test cihazı ve zwick programı ile bilgisayar ortamı (foto: Ferhat ÇAKMAK 13	13
Fotoğraf 3.5 - İç yapışma testi numunelerinin hazırlanması (foto: Ferhat ÇAKMAK)... 13	13
Fotoğraf 3.6 - İç yapışma test mekanizması (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 14	14
Fotoğraf 3.7 - Daldırma deneyi su banyosu yapılışı (foto: Ferhat ÇAKMAK) 15	15
Fotoğraf 3.8 - Kaynatma deneyinin su banyosu yapılışı (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 16	16
Fotoğraf 3.9 - Eğilme mukavemeti ve eğilmede esneklik modülü testlerinin yapıldığı üniversal test cihazı ve zwick programı (foto: Ferhat ÇAKMAK) 18	18
Fotoğraf 3.10 - İç yapışma ve çekme mukavemeti testleri için kullanılan universal test cihazı ve sonuçlarının bilgisayar ortamına zwick programı ile grafik olarak aktarılması (foto: Ferhat ÇAKMAK) 19	19
Fotoğraf 4.1 - Eğilme mukavemeti ve eğilmede esneklik modülü testi sonrasında numune örnekleri (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 33	33
Fotoğraf 4.2 - İç yapışma testi sonrası OSB2 numunesi (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 35	35
Fotoğraf 4.3 - İç yapışma testi sonrası OSB3 numunesi (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 36	36
Fotoğraf 4.4 - Kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testi sonrası su banyosundan çıkarılan numuneler. (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 39	39
Fotoğraf 4.5 - Kaynatma testi sonrası OSB3 numunelerinin tamamen dağıldığı gözlemlenmiştir. (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 39	39
Fotoğraf 4.6 - Kaynatma testi sonrası dağılan OSB3 (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 40	40
Fotoğraf 4.7 - Kaynatma testi sonrası dağılan OSB2 (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 40	40
Fotoğraf 5.1 – OSB3 üzerine çatı ve cephe uygulamaları (foto: Ferhat ÇAKMAK)..... 48	48

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca barınma ihtiyacı en önemli ihtiyaçlardan olmuştur. Bu ihtiyacı en iyi şekilde karşılayabilmek için sürekli değişimler yaşanmış ve gelişmeler olmuştur. İnsanların vazgeçemediği en doğal yapı malzemesi olan ahşap malzeme vazgeçilmezliğini her zaman korumuştur. Bunun en güzel örneklerini özellikle İstanbul Boğazı yalılarında, Safranbolu, Mudurnu, Bolu, Ankara Kalesi evleri gibi her yerde görmek mümkündür. Ahşap yapıların cephe kaplama malzemesi olarak kullanılan yalı baskısı dediğimiz cephe kaplama malzemesi de yüzyıllardır kullanılmıştır. Yurt dışında özellikle İsviçre ve İsveç gibi ülkelerde yapılarda ve tamamlayıcı ürünlerde ahşap malzemeye önem verilmektedir. Kuzey Amerika, Avustralya, Japonya ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerde yapılan yapıların büyük bir kısmında ahşap kullanılmaktadır. Bugün geldiğimiz noktada Ahşap yapı malzemelerinin etkin bir şekilde kullanımı konusunda gerek hammadde eksikliği ve buna bağlı olarak maliyetlerin sürekli artması gerek üretim teknolojileri eksikliği ve gerekse alternatif yapı malzemelerinin ve hafif çelik yapı sistemlerinin geliştirilmesi sebebiyle ahşap yapı sistemlerinden uzaklaşıldığı ve talep edilmediği görülmektedir. Ülkemizde Ahşap yapı sistemlerinin daha fazla kullanılır olması için bugün itibariyle inovasyon yapılması şarttır. İnovatif ürünlerden beklentilerimizin başında taşıyıcı sistemin geliştirilmesi ve bu taşıyıcı sistemin tamamlayıcı ara malzemesi olan OSB için öncelikle standartları karşılayacak ve standartları geliştirecek çalışmalar ve sonuçlar gelmektedir. Bu ürünlerin katma değeri yüksek ürünler olması da önemlidir.

Bu çalışmamda Yönlendirilmiş Yonga Levhaların(OSB) teknolojik özellikleri incelenerek ve karşılaştırılarak yapı sektöründeki yeri konusunda bilimsel sonuçlar elde etmek amaçlanmıştır. Piyasada en çok satılan ve kullanılan 11mm x 1220mm x 2440mm ölçülerindeki OSB2 ve OSB3 plakalardan ilgili TS EN 325 standardında belirtilen ölçülerde numuneler kesilerek test numuneleri elde edilmiştir. Bu numunelere eğilme mukavemeti, eğilmede esneklik modülü, iç yapışma - dik çekme direnci, kalınlığına şişme ve kaynatma testleri TSE'de yapılmıştır. TSE'de yapılan bu test sonuçları yine TSE'nin Çizelge2.1, Çizelge2.2, Çizelge2.3, Çizelge2.4, Çizelge2.5 ve Çizelge2.6, de gösterilen standartlarla karşılaştırılmıştır.

1.1 OSB'nin Tanımı

OSB İngilizce Oriented Strand Board kelimesinin baş harflerinden oluşmaktadır. Türkiye'ye ilk OSB kullanımı 1990'lı yıllarda ABD ve Kanada firmalarından ithalat yapılarak başlamıştır. Türkiye'de ilk Amerikan Evleri tarzında evlerin 1994 yılında

Ankara’da yapılmaya başlamasıyla malzeme tanınmaya başlamıştır. 1997 yılında yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. 2000’li yıllarda Avrupa’da, 2010’lu yıllarda Türkiye’de üretime başlanmasıyla nakliye avantajlarından dolayı yerli ürünler tercih edilmeye başlanmıştır. OSB, çatı, cephe ve döşeme kaplamalarında kullanılan en ekonomik, en pratik ve en güvenli malzemedir. Yapı güvenliğini artırmasının yanı sıra rutubete, böceklenmeye ve küfe dayanıklıdır. Çivi tutar, kabarma yapmaz ve ahşabın kullanıldığı her yerde kullanılabilir. Taşınması ve nakliyesi kolay bir malzeme olması büyük avantaj sağlar. Genel olarak iki OSB standardı kullanılmaktadır. Bunlardan OSB3 dış cephe ve rutubete dayanıklı yerlerde kullanılmak için üretilmektedir. OSB2 ise iç cephe ve rutubete daha az dayanım gerektiren yerlerde kullanılmak için üretilmektedir. [9]



Fotoğraf 1.1 - Sarp Villa A.Ş. Azerbaycan OSB3 uygulamaları (foto: Ferhat ÇAKMAK)

1.2 OSB’nin Tarihçesi

(Oriented Strand Board, Oriented Structural Board) (Yönlendirilmiş Yonga levha) Yönlendirilmiş yongalardan yonga levha yapımı 1940’ların sonu ve 1950’lerin başlarında Amerika’da Armin Elmendorf’un ve Almanya’da Wilhelm Klauditz’in çalışmalarına dayanmaktadır. Dünya’da kontrplak yapımında kullanılan kalın çaplı soymalık ağaç kapasitesinin azalması, fiyatlarının artması ve bu tip ağaçların büyük bölümünün tropik ormanlardan elde edilmesi, kontrplağın yerine geçebilecek bir levha arayışını getirmiştir.

Kontrplak yapımında kullanılmayacak düşük kalitedeki ince çaplı tomruklardan üretilen OSB, birçok alanda kullanılmaya başlanmış özellikle de kontrplağa rakip olmuştur. OSB özel hazırlanmış yongalarına (strands) yön verilerek üretilen bir yonga levha türüdür.

1.3 OSB'nin Üretiminde kullanılan ağaçlar

Yonga levha üretiminde kullanılan her türlü hammadde OSB üretiminde kullanılabilir. Kullanılabilecek en küçük ağaç çapı 5 cm dir. OSB üretiminde ağaç kabuğu kullanılmaz. OSB üretiminde kavak ve çam gibi hızlı büyüyen ve özgül ağırlığı düşük ağaç türleri kullanılabilir. Amerika'da kullanılan ağaç türleri, Kavak (Populus), Siğilli Huş (Betula verrucosa), Güney Çamları (Pinus palustris, p. echinata, P.elliottii, P.taeda), Red Maple (Acer rubrum), Sweetgum (Liquidambar styraciflua), Yellow Poplar (Liriodendron tulipifera) ve Western-Red Cedar (Boylu Mazı, Biota plicata) dir.

1.4 OSB'nin kullanım alanları

Mobilya endüstrisi (mobilya, koltuk, kanepeler, beton kalıbı, çatı kaplaması, yer döşemesi, döşeme altlığı, reklam panoları, tarımsal yapılar, prefabrik yapı elemanları, duvar paneli, dekorasyon levhaları, ağır malzeme ambalajları, kendin yap sektörü dir.

1.5 OSB Üretim Aşamaları

OSB üretiminde kabuk kullanılmadığı için öncelikle tomrukların kabukları soyulur. Kabukları soyulmuş olan tomruklar genellikle su havuzlarında ısıtılır veya direkt olarak yongalamaya alınır. Flaker denilen özel yongalama makinelerinde bir kalemin ucunun açılmasına benzeyen bir şekilde kesme ile soyma arası bir hareketle yongalar elde edilir. Yonga boyutları, yongaların uzunluğu 40-70 mm, genişliği 5-30 mm, kalınlığı 0.3-0.6 mm dir. Yonga narınlığı (uzunluk/kalınlık) en az 3 olmalıdır. SBA(Structural Board Association) üyelerinin kullandığı yonga boyutları 150 mm uzunluk, 25 mm genişliktedir. Haupe OSB yonga boyutlarını 0.5-0.7 mm kalınlık, 19-38 mm genişlik ve 76 mm uzunluk olarak belirtmektedir. Başka bir çalışmada yonga boyutları 19-40 mm genişlik, 90-100 mm uzunluk olarak belirtilmektedir. Kurutucular normal yonga levha endüstrisinde kullanılan benzerlerine göre uzun yongaları korumak için daha yavaş dönerler. Bu kurutucularda yongalar % 4.5 -6 rutubete kadar kurutulurlar. Kuru yonga silolarından gelen yongalar orta ve üst tabakalar için ayrı ayrı tutkallama makinelerine giderler. Yongaların tutkallanmasında fenolformaldehit ve izosiyanat tutkalları ya da bunların karışımı veya üre, fenol ve melaminformaldehit tutkalların değişik kombinasyonları kullanılmaktadır. Suya

dayanıklılığı arttırmak için katkı maddesi olarak waks kullanılmaktadır. Toz fenolformaldehit tutkalı: %2-3, Sıvı fenolformaldehit tutkalı : %3-6, Waks içeriği: % 0.5-1.5'tir. Hammadde Tomrukların yıkanması Kabuk soyma Yongalama Presleme Serme Tutkallama Eleme Kurutma Ebatlama OSB Tutkallı yongalar dozaj silolarına alınır. Serme OSB üretiminin en önemli aşamalarından birisidir. Yongalara yön verilmesi elektrostatik ve mekanik yöntemlerle olur. Mekanik serme daha yaygın olarak kullanılmaktadır. OSB'nin iki ana formu (şekli) vardır. Birincisinde tüm yongalar aynı yönde yönlendirilir. Diğerinde ise levhanın alt ve üst yüzeyindeki yongalar boyuna orta kısımdakiler enine yönlendirilir. Bu tip yönlendirme “crossbonding” olarak adlandırılır. Yongaların bu şekilde yönlendirilmesi yüksek bir eğilme direnci sağlar ve gerilmeye karşı dayanımı da artırır. Sermeden sonra eğer taslak sürekli olmayan (discontinue) prese girecekse taslak boyutlandırılır ve bu şekilde prese girer. Sürekli (Continue) sistemde ise, sonsuz serilen taslak sürekli preslenir ve presten çıktıktan sonra ebatlanır. Pres sıcaklığı kullanılan tutkallara da bağlı olarak 177- 204 0 C , süresi 3-5 dakikadır. Ebatlanan levhalar depolanır. Üretilen levhaların yoğunluğu 640-660 kg/m³ tür. Üretilen levhaların kalınlıkları 6-25 mm arasında değişir. En çok 6,8,10,12,15,18,22 mm kalınlıklarda üretim yapılmaktadır. Levha boyutları 2440 x 1220 mm ya da 2440-1200 mm dir. [5]

2. GENEL BİLGİLER

OSB ve Ahşap esaslı malzeme konusunda daha önce yapılmış olan bilimsel çalışmalarla ilgili şu bulgulara rastlanmıştır.

KILIÇ (1997) [7] lamine edilmiş kızılağaç (*Alnus glutinosa*)'ın fiziksel ve mekanik özellikleri ile mobilya endüstrisinde kullanım olanaklarının araştırılması sonucunda hemen hemen bütün deneylerde kaplama katı kalınlığının ve tutkal türünün etkisinin olduğu belirlenirken hava kurusu özgül ağırlık ve vida tutma gücü deneylerinde tutkalın etkisi tam olarak saptanamamıştır. Testlerden alınan sonuçlara göre 2mm kat kalınlığındaki numuneler 4 mm kalınlıktaki numunelere nazaran daha yüksek sonuçlar vermiştir. Tamkuru özgül ağırlık liflere paralel makaslama, liflere paralel basınç, liflere dik eğilme gerilmesi ve elastikiyet modülünde ise PVA tutkalı numunelerde PL tutkalı numunelere nazaran daha yüksek değerler elde edilirken, liflere dik çekme yarıma gerilmesi, vida ve çivi tutma gücünde PL tutkalı numunelerde PVA tutkalı numunelere nazaran daha yüksek değerler elde edilmiştir.

YILMAZ (2018) [15], ahşap H20 kirişlerin üretim parametrelerinin mekanik özelliklere etkisinin araştırılması çalışmasında farklı tipte kompozit ahşap I-kiriş dizayn edilmiştir. Odun plastik kompozit (OPK), HDF ve yönlendirilmiş yonga levhası (OSB) gibi malzemelerden tasarlanan I-kiriş numunelerinin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. OPK, HDF ve OSB'den tasarlanan üç farklı kirişin birleşimlerinde poliüretan (PU) tutkal kullanılmıştır. Bu tasarlanan kirişlerde eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, eğilmede kayma miktarı ve basınç dirençleri araştırılmıştır. Kirişlerde kullanılan yapıştırıcı tipinin eğilme direnci, elastikiyet modülü, eğilmede kayma miktarı ve basınç direnci üzerindeki etkisini araştırmak için, PU tutkalı ve polivinil asetat (PVA) tutkalı kullanılarak OPK'dan tasarlanan kirişler karşılaştırılmıştır.

ÖZÇİFÇİ, KARA, KARAKAYA ve BİÇER (2017) [8], yönlendirilmiş yonga levha (OSB)'nin mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine tutkal ve parafin miktarının etkisi başlıklı çalışmada, yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB: Oriented Strand Board) kullanım yeri ve özelliklerine göre farklı oranlarda tutkal ve parafin kullanımının OSB levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, %100 sahil çamı (*Pinus maritima*) odunundan elde edilen yonga taslağına iki farklı oranda tutkal (50-55 kg/m³) ve parafin (2-2.5 kg/m³) kullanarak 580 kg/m³ yoğunluğunda 11x1220x2440 mm (A1, A2, B1, B2) OSB 2 deney levhaları üretilerek TS EN 12369-1 ve

ilgili standartlara göre test edilmiştir. Sonuç olarak, tutkal türü ve parafin miktarının levhaların çekme direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü ve kalınlığına şişme özelliklerine olumlu yönde etki gösterdiği tespit edilmiştir. Böylece, en yüksek mekanik direnç özelliklerine yüksek tutkal ve düşük parafin kullanılan B1 örneklerinde tespit edilmiştir. Fiziksel özellikler açısından en iyi kalınlığına şişme değerlerine tutkal ve parafin oranı yüksek olan B2 örneklerinde belirlenmiştir.

DOĞAN K. (2015) [3], yoğunluk farklılığının ve değişik melamin içerikli ürefoaldehyit tutkalının yönlendirilmiş yonga levhanın (OSB) bazı özelliklerine etkisi başlıklı çalışmasında levha yoğunluğu arttıkça kalınlıkça şişme değeri hariç tüm direnç değerlerinde artış olmuştur. Melamin katılım oranının yükselmesi (%15 ve %20) yüzeye dik çekme direnç değerini artırmış, kalınlıkça şişme değerini de azaltmış olmasına karşılık, düşük melamin katılım oranları (%2,5 ve %5) ise etkili olmamıştır. Buna göre, rutubetli olmayan iç ortamlarda kullanım için melamin katkısı kullanılmayan ürefoaldehyit tutkalı, rutubetli dış ortam koşullarında kullanılacak levhalar için ise melamin katkı oranı %15'in üzerinde olan melamin ürefoaldehyit tutkalı tercih edilebilir.

İSTEK, TUNÇ ve ÖZLÜSOYLU (2016) [6], yaptıkları çalışmada, 3-aminopropyltrietho-xysilane (silan) ile muamele edilmiş şerit yongalardan üretilen yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Silan kullanım oranının OSB levha özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. OSB üretiminde kullanılan yongalar tutkal ağırlığına oranla %1, %2 ve %3 oranında silan ile muamele edilmiştir. Levhaların fiziksel özelliklerinden su alma ve kalınlığına şişme, mekanik özelliklerinden ise eğilme direnci (MOR), eğilmede elastikiyet modülü (MOE), yüzeye dik çekme direnci (IB) ve yüzeye dik vida tutma direnci (SWS) belirlenmiştir.

DÖNMEZ (2015) [4], çalışmasında, aspen ahşabından (Populus euroamericana cv.) artırılmış boron bileşiklerinden (çinko borat ve boraks) fenol formaldehit (PF) ve kraft lignin fenol formaldehit (KLPF) ile üretilen Oriented Strand Board'un (OSB) fiziksel, mekanik ve yangın özellikleri araştırmıştır. Aspen odunu ile işlenmiş bor bileşiklerinden (çinko borat ve boraks) üretilen OSB panellerinde bor miktarını belirlemek için bor analizi kullanıldı. Bor bileşiklerinin kullanılması OSB panellerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Ancak OSB panellerinin çürüme ve yangın geciktiricilerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

TS EN 325 (1999) [13] standardı Çizelge2.1, Çizelge2.2, Çizelge2.3, Çizelge2.4, Çizelge2.5 ve Çizelge2.6 da verilmektedir.

Çizelge 2.1 - Kuru şartlarda kullanılan, yük taşıyıcı olmayan levhalar, genel amaçlı levhalar ve kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dâhil) levhalar – Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler

Levha tipi (teknik sınıf) OSB/1	Deney metodu	Birimi	Gerekler			
			Levha kalınlık (t) aralığı (mm, anma)			
			6 < t ≤ 10	10 < t ≤ 18	18 < t ≤	
Özellik						
Eğilme mukavemeti - Büyük eksen	EN 310	N/mm ²	20	18	16	
Eğilme mukavemeti - Küçük eksen	EN 310	N/mm ²	10	9	8	
Eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen	EN 310	N/mm ²	2 500	2 500	2 500	
Eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen	EN 310	N/mm ²	1 200	1 200	1 200	
İç yapışma	EN 319	N/mm ²	0,30	0,28	0,26	
Kalınlığına şişme - 24 saat süreyle daldırma	EN 317	%	25	25	25	

Çizelge 2.2 - Kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar - Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler

Levha tipi (teknik sınıf) OSB/2	Deney metodu	Birimi	Gerekler				
			Levha kalınlık (t) aralığı (mm, anma)				
			6 < t ≤ 10	10 < t ≤ 18	18 < t ≤ 25	25 < t ≤ 32	32 < t ≤ 40
Özellik							
Eğilme mukavemeti - Büyük eksen	EN 310	N/mm ₂	22	20	18	16	14
Eğilme Mukavemeti - Küçük eksen	EN 310	N/mm ₂	11	10	9	8	7
Eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen	EN 310	N/mm ₂	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
Eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen	EN 310	N/mm ₂	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400
İç yapışma	EN 319	N/mm ₂	0,34	0,32	0,30	0,29	0,26
Kalınlığına şişme - 24 saat süreyle daldırma	EN 317	%	20	20	20	20	20
Levhaların döşeme, duvar ve çatı yapımı gibi özel yerlerde kullanılacağı müşteri tarafından açıklanmışsa, bu durumda performans standardı EN 12871 dikkate alınacaktır. Bu durum ilâve gereklere uygunluğu zorunlu kılar.							

Çizelge 2.3 - Nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar - Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler

Levha tipi (teknik sınıf) OSB/3	Deney metodu	Birimi	Gerekler				
			Levha kalınlık (t) aralığı (mm, anma)				
			6 < t ≤ 10	10 < t ≤ 18	18 < t ≤ 25	25 < t ≤ 32	32 < t ≤ 40
Özellik							
Eğilme mukavemeti - Büyük eksen	EN 310	N/mm ₂	22	20	18	16	14
Eğilme Mukavemeti - Küçük eksen	EN 310	N/mm ₂	11	10	9	8	7
Eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen	EN 310	N/mm ₂	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
Eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen	EN 310	N/mm ₂	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400
İç yapışma	EN 319	N/mm ₂	0,34	0,32	0,30	0,29	0,26
Kalınlığına şişme - 24 saat süreyle daldırma	EN 317	%	15	15	15	15	15
Levhaların döşeme, duvar ve çatı yapımı gibi özel yerlerde kullanılacağı müşteri tarafından açıklanmışsa, bu durumda performans standardı EN 12871 dikkate alınacaktır. Bu durum ilâve gereklerle uygunluğu zorunlu kılar.							

Çizelge 2.4 - Nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar – Rutubete mukavemet gerekleri

Levha tipi (teknik sınıf) OSB/3	Deney metodu	Birimi	Gerekler				
			Levha kalınlık (t) aralığı (mm, anma)				
			6 < t ≤ 10	10 < t ≤ 18	18 < t ≤ 25	25 < t ≤ 32	32 < t ≤ 40
Özellik							
Seçenek 1- Alternatif A Yıpratma deneyinden sonra iç yapışma	EN 321 + EN 319	N/mm ²	0,18	0,15	0,13	0,10	0,08
Seçenek 1- Alternatif B Yıpratma deneyinden sonra eğilme mukavemeti - Büyük eksen	EN 321 + EN 310 ^a	N/mm ²	9	8	7	6	6
Seçenek 2 Kaynatma deneyinden sonra iç yapışma	EN 1087-1 ^b	N/mm ²	0,15	0,13	0,12	0,06	0,05
a Dikkate alınması gereken kalınlık, yıpratma deneyinden sonra ölçülen kalınlıktır. b EN 1087-1Ek A'da verilen tadil edilmiş işlemlerle birlikte uygulanmalıdır.							

Çizelge 2.5 - Nemli şartlarda kullanılan ve aşırı yük taşıyabilen levhalar - Belirli mekanik özellikler ve kalınlığına şişme için gerekler

Levha tipi (teknik sınıf) OSB/4	Deney metodu	Birimi	Gerekler				
			Levha kalınlık (t) aralığı (mm, anma)				
			6 < t ≤ 10	10 < t ≤ 18	18 < t ≤ 25	25 < t ≤ 32	32 < t ≤ 40
Özellik							
Eğilme mukavemeti - Büyük eksen	EN 310	N/mm ²	30	28	26	24	22
Eğilme mukavemeti - Küçük eksen	EN 310	N/mm ²	16	15	14	13	12
Eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen	EN 310	N/mm ²	4 800	4 800	4 800	4 800	4 800
Eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen	EN 310	N/mm ²	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
İç yapışma	EN 319	N/mm ²	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Kalınlığına şişme - 24 saat süreyle daldırma	EN 317	%	12	12	12	12	12
Levhaların döşeme, duvar ve çatı yapımı gibi özel yerlerde kullanılacağı müşteri tarafından açıklanmışsa, bu durumda performans standardı EN 12871 dikkate alınacaktır. Bu durum ilâve gereklere uygunluğu zorunlu kılar.							

Çizelge 2.6 - Nemli şartlarda kullanılan ve aşırı yük taşıyabilen levhalar – Rutubete mukavemet değerleri

Levha tipi (teknik sınıf) OSB/4	Deney metodu	Birimi	Gerekler				
			Levha kalınlık (t) aralığı (mm, anma)				
			6 < t ≤ 10	10 < t ≤ 18	18 < t ≤ 25	25 < t ≤ 32	32 < t ≤ 40
Özellik							
Seçenek 1- Alternatif A Yıpratma deneyinden sonra iç yapışma	EN 321 + EN 319	N/mm ²	0,21	0,17	0,15	0,10	0,08
Seçenek 1- Alternatif B Yıpratma deneyinden sonra eğilme mukavemeti - Büyük eksen	EN 321 + EN 310 ^a	N/mm ²	15	14	13	6	6
Seçenek 2 Kaynatma deneyinden sonra iç yapışma	EN 1087-1 ^b	N/mm ²	0,17	0,15	0,13	0,06	0,05
a Dikkate alınması gereken kalınlık, yıpratma deneyinden sonra ölçülen kalınlıktır. b EN 1087-1: 1995 Ek A'da verilen tadil edilmiş işlemlerle birlikte uygulanmalıdır.							

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada ülkemizde en çok satılan OSB markaları arasından rastgele seçilerek satın alınan OSB2 ve OSB3 plakaları deneme materyali olarak kullanılmıştır.

3.2 Metod

11mm kalınlıktaki 1220mm x 2440mm ölçülerindeki OSB plakalarından numuneler kesilirken TS EN 325 Ahşap Esaslı Levhalar - Deney numunelerinin boyutlarının tayini standardında belirtildiği şekilde test numuneleri hazırlanmıştır.

TS EN 310 standardına göre eğilme mukavemeti - büyük eksen ve eğilmede esneklik modülü – büyük eksen testlerinin yapılabilmesi için boyuna 6 adet ve enine 6 adet kesilerek OSB2 ve OSB3 için toplam 24 adet numune hazırlanmıştır.

TS EN 319 standardına göre iç yapışma – dik çekme direnci testinin yapılabilmesi için altı adet OSB2 ve altı adet OSB3 olmak üzere toplam 12 adet numune hazırlanmıştır.

TS EN 317 standardına göre kalınlığına şişme testinin yapılabilmesi için altı adet OSB2 ve altı adet OSB3 olmak üzere toplam 12 adet numune hazırlanmıştır.

TS EN 310 Madde 9.3 – Çizelge 5 Seçenek2'ye göre kaynatma ve çekme testi testinin yapılabilmesi için altı adet OSB2 ve altı adet OSB3 olmak üzere toplam 12 adet numune hazırlanmıştır.

TSE Ahşap laboratuvarında bulunan üniversal test cihazı yardımıyla aşağıdaki testler yapılmış ve sonuçlar alınmıştır.

- Eğilme mukavemeti – büyük eksen,
- Eğilme mukavemeti – küçük eksen,
- Eğilmede esneklik modülü – büyük eksen,
- Eğilmede esneklik modülü – küçük eksen,
- İç yapışma – dik çekme direnci
- Kalınlığına şişme direnci,
- Kaynatma deneyinden sonra iç yapışma

3.2.1 Deney Numunelerinin Hazırlanması

Numune boyutlarının belirlenmesi ve hazırlanmasında TS EN 325 standardına göre yapılmıştır.

OSB2 ve OSB3 plakaları

- Eğilme mukavemeti – büyük eksen testi için 270mm x 50mm
- Eğilmede esneklik modülü – büyük eksen testi için 270mm x 50mm
- 1220x2440 ölçülerindeki plakaların başı sonu ve ortasından olacak şekilde altışar adet numune dağınık olarak alınmıştır.

- Eğilme mukavemeti – küçük eksen testi için 270mm x 50mm
- Eğilmede esneklik modülü – küçük eksen testi için 270mm x 50mm

1220x2440 ölçülerindeki plakaların başından, sonundan ve ortasından olacak şekilde altışar adet numune dağıntık olarak alınmıştır.

- İç yapışma – dik çekme direnci testi için 50mm x 50mm

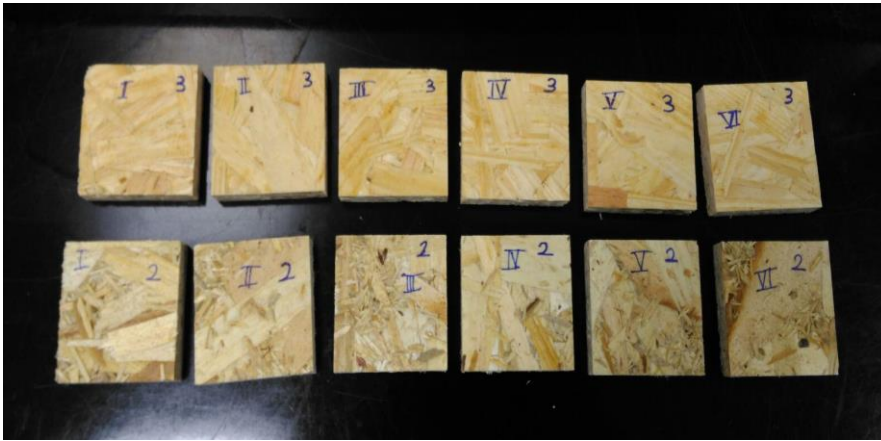
1220x2440 ölçülerindeki plakaların başından, sonundan ve ortasından olacak şekilde altışar adet numune dağıntık olarak alınmıştır.

- Kalınlığına şişme direnci testi için 50mm x 50mm

1220x2440 ölçülerindeki plakaların başından, sonundan ve ortasından olacak şekilde altışar adet numune dağıntık olarak alınmıştır.

- Kaynatma deneyinden sonra iç yapışma testi için 50mm x 50mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. (Fotoğraf 3.1)

1220x2440 ölçülerindeki plakaların başından, sonundan ve ortasından olacak şekilde altışar adet numune dağıntık olarak alınmıştır.



Fotoğraf 3.1 - OSB2 ve OSB3 numuneleri (foto: Ferhat ÇAKMAK)

3.2.1.1 Büyük Eksen Kesim Yapılması

Boyuna yönde kesim olarak da adlandırılır. Boyuna yönde kesimde OSB plakasının uzun kenarı olan 2440mm ile numunenin uzun kenarı olan 270mm'nin aynı yönde kesilmesinden elde edilen numunedir.

3.2.1.2 Küçük Eksen Kesim Yapılması

Enine yönde kesim olarak da adlandırılır. Enine kesimde OSB plakasının kısa kenarı olan 1220mm ile numunenin uzun kenarı olan 270mm'nin aynı yönde kesilmesinden elde edilen numunedir.

3.2.2 Testlerin Yapılması

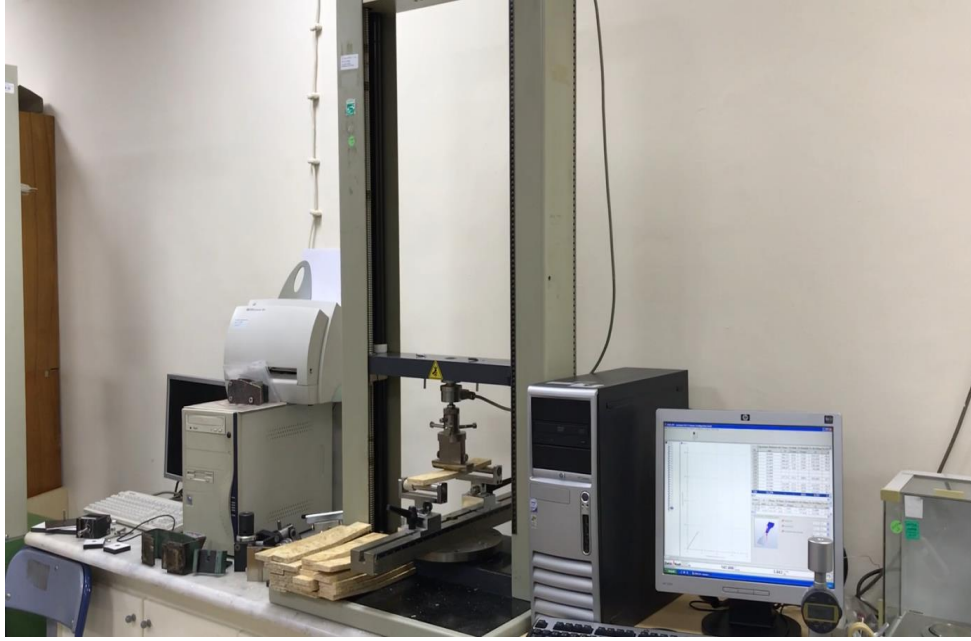
Standartlara uygun olarak kesilerek hazırlanan numuneler mikrometre (Fotoğraf 3.2) ve kumpas (Fotoğraf 3.3) yardımıyla ölçümleri yapılmış daha sonra universal test cihazıyla (Fotoğraf 3.4) eğilme mukavemeti, esneklik modülü ve iç yapışma testleri yapılmıştır.



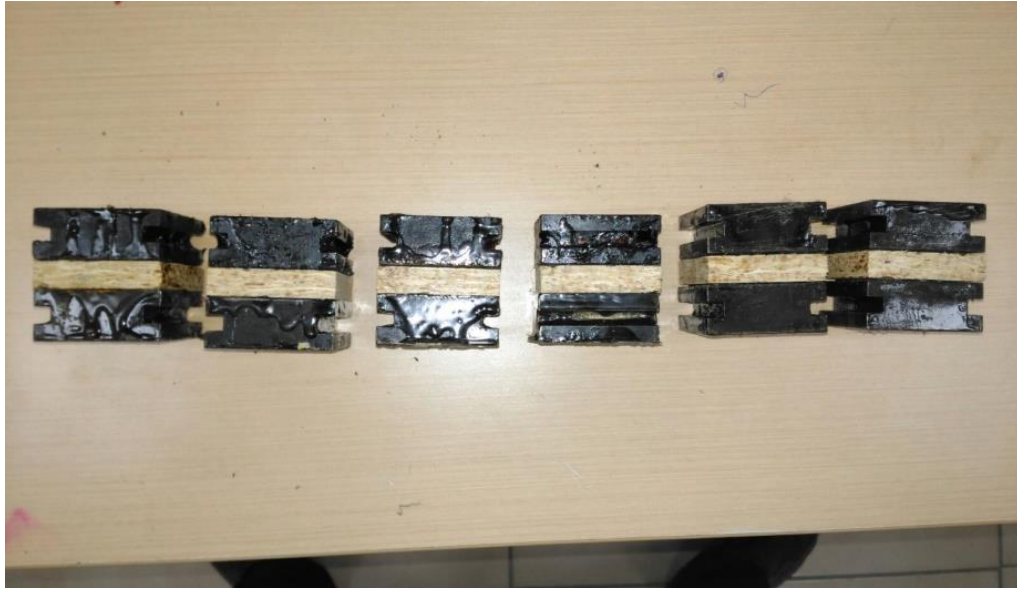
Fotoğraf 3.2 - OSB'lerin kalınlıkları TSE'ye ait kalibrasyonlu mikrometre yardımıyla ölçülmüştür. (foto: Ferhat ÇAKMAK)



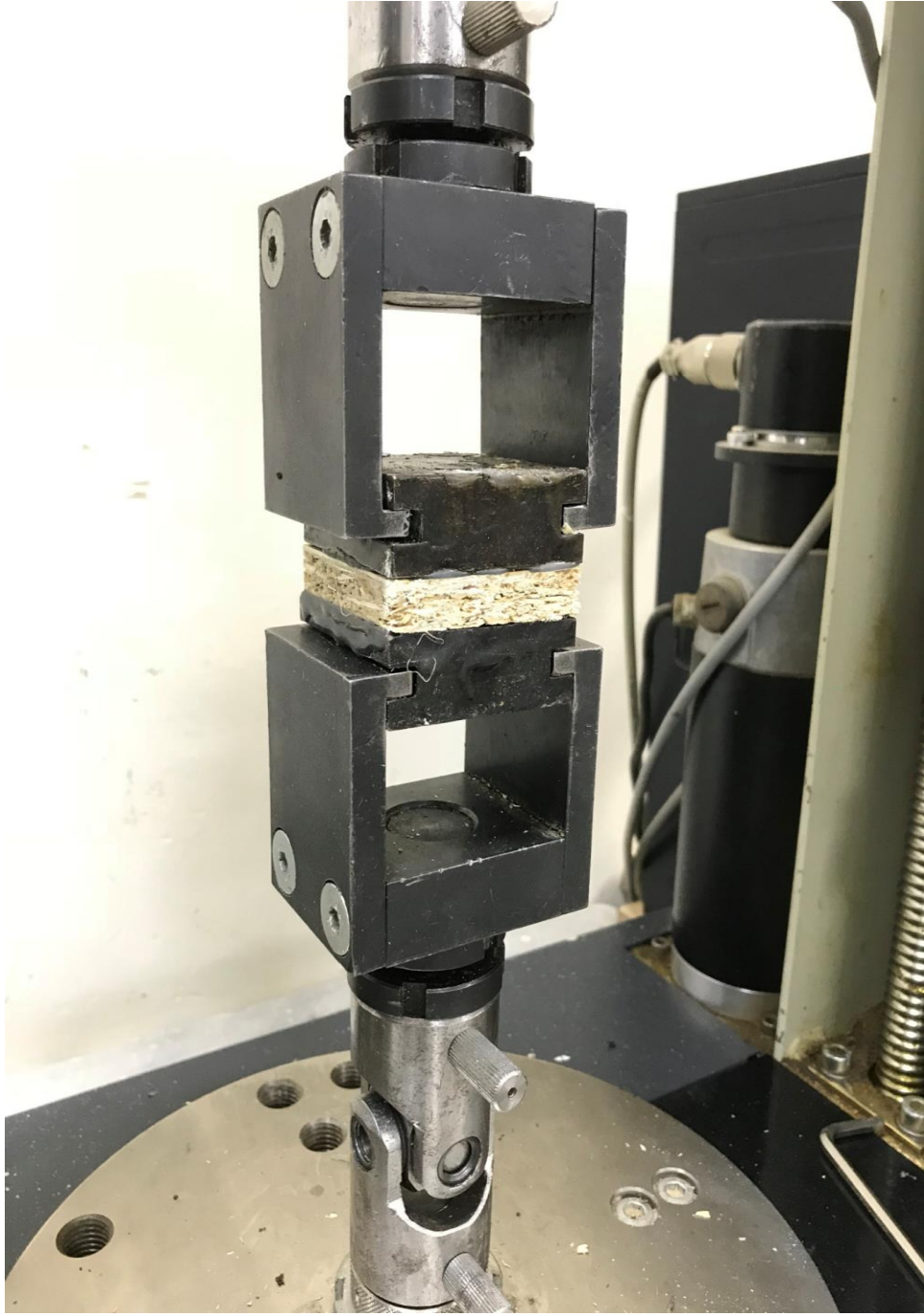
Fotoğraf 3.3 - OSB'lerin genişlikleri TSE'ye ait kalibrasyonlu kumpas yardımıyla ölçülmüştür. (foto: Ferhat ÇAKMAK)



Fotoğraf 3.4 - Eğilme mukavemeti ve eğilmede esneklik modülü testlerinin yapıldığı üniversal test cihazı ve zwick programı ile bilgisayar ortamına aktarılması. (foto: Ferhat ÇAKMAK)



Fotoğraf 3.5 - İç yapışma testi için numunelerin hazırlanması (foto: Ferhat ÇAKMAK)



Fotoğraf 3.6 - İç yapışma test mekanizması (foto: Ferhat ÇAKMAK)



Fotoğraf 3.7 - Daldırma deneyinin su banyosunda yapılışı (foto: Ferhat ÇAKMAK)

Numuneler test mekanizmasına yerleştirilerek 24 saat süreyle suda bekletildikten sonra ölçümleri yapılarak kalınlığına genişleme oranları tespit edildi.



Fotoğraf 3.8 - Kaynatma deneyinin su banyosunda yapılışı (foto: Ferhat ÇAKMAK)

Numuneler test mekanizmasına yerleştirilerek 120 dakika kaynayan suyun içerisinde bekletilmiş sonra kuruması için çıkarılmıştır.

3.3 Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) Teknolojik Özelliklerinin Tayini

Deney bulgularının tayini amacıyla aşağıda belirtilen şekillerde hesaplama yöntemleri kullanılmıştır.

3.3.1 Eğilme Mukavemeti - Büyük Eksen, Eğilme Mukavemeti - Küçük Eksen Test Değerlerinin Tayini

Deney numuneleri TSE'nin kalibrasyonları yapılmış mikrometre (Fotoğraf 3.2) ile kalınlıkları ve kumpas (Fotoğraf 3.3) yardımıyla genişlikleri ölçülmüş ve TS EN 310 standardına göre testler yapılmıştır.

Üniversal test cihazıyla (Fotoğraf 3.4) yapılan test sırasında mesnet aralığı şu şekilde belirlenmiştir.

Mesnet aralığı = Malzeme kalınlığı x 20

$$L_1 = t \times 20$$

Mesnet aralığı = 11mm x 20 = 220mm olarak uygulanmıştır. (Fotoğraf 3.9)

Eğilme mukavemetini bilgisayar ortamında ölçmek için zwick programı kullanılmış ve bu program aşağıdaki formülü kullanarak hesaplamayı gerçekleştirmiştir.

$$\text{Eğilme Mukavemeti} = 3F_{\max}l_1 / 2bt^2$$

Burada;

Eğilme mukavemeti = Eğilme direnci (N / mm²)

F_{max} = Numunenin kırılmaya başladığı andaki en büyük kuvvet (Newton)

l₁ = Mesnet noktaları eksenleri arasındaki uzaklık (malzeme kalınlığı x 20)

b = Deney parçasının genişliği (mm)

t = Deney parçasının kalınlığı (mm)

(TS EN 310)

3.3.2 Eğilmede Esneklik Modülü - Büyük Eksen, Eğilmede Esneklik Modülü - Küçük Eksen Test Değerlerinin Tayini

Eğilmede esneklik modülünü bilgisayar ortamında ölçmek için zwick programı kullanılmış ve bu program aşağıdaki formülü kullanarak ölçümü gerçekleştirmiştir.

$$E_m = l_1 (F_2 - F_1) / 4 b t^3 (a_2 - a_1) (N/mm^2)$$

l_1 = mesnet aralığı - mm

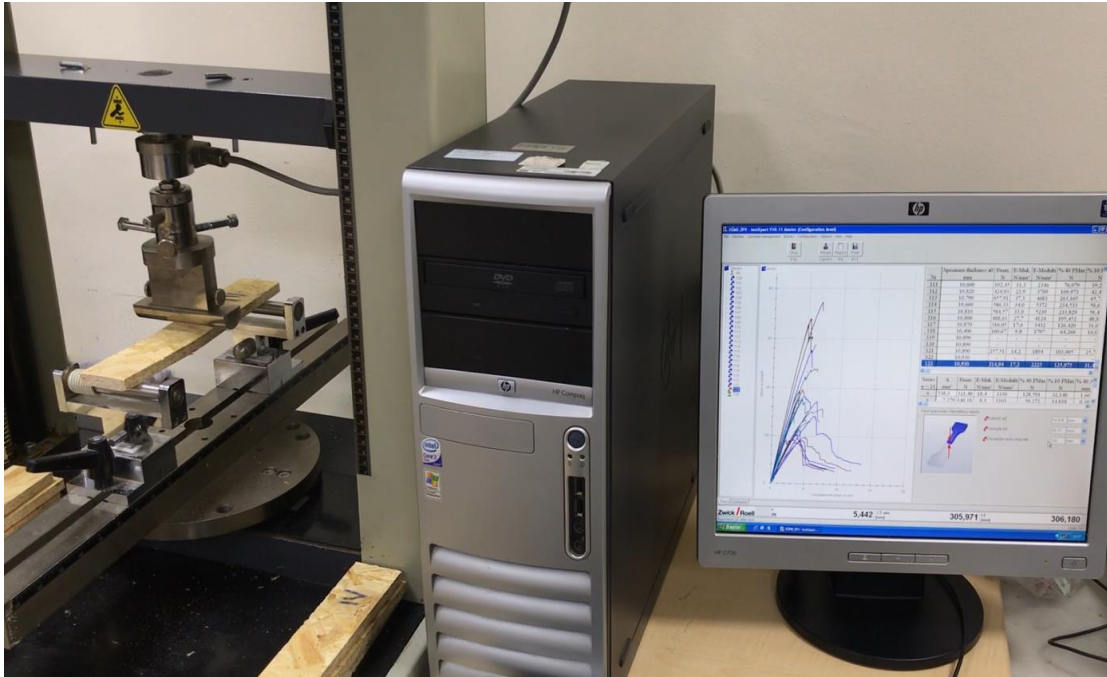
b = Numune parça genişliği - mm

t = Numune parça kalınlığı - mm

F_2 = maksimum yükün %40 ı

F_1 = En büyük kuvvetin % 10 u.

$a_2 - a_1 = F_2 - F_1$ kuvvet artışı nedeniyle deney parçasında meydana gelen sehim artışıdır.
(TS EN 310)



Fotoğraf 3.9 - Eğilme mukavemeti ve eğilmede esneklik modülü testlerinin yapıldığı universal test cihazı ve zwick programı ile bilgisayar ortamına aktarılması. (foto: Ferhat ÇAKMAK)

3.3.3 İç Yapışma Testi Değerlerinin Tayini

Bu test TS EN 319 standardına uygun olarak yapılmıştır. 11mm OSB2 ve OSB3 plakalarından 50mm x 50mm ölçülerinde numuneler kesilmiştir. Daha sonra bu numuneler dik çekme direncinin ölçülebilmesi için silikon yapıştırıcı ile kalıplara yapıştırılmış (fotoğraf 3.5) ve mekanizmaya yerleştirilerek (fotoğraf 3.6) üniversal test cihazıyla çekme işlemi uygulanmıştır. Çıkan değerler zwick programıyla bilgisayar ortamına aktarılarak (fotoğraf 3.10) ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bu çekme mukavemeti şu formülle hesaplanmıştır.

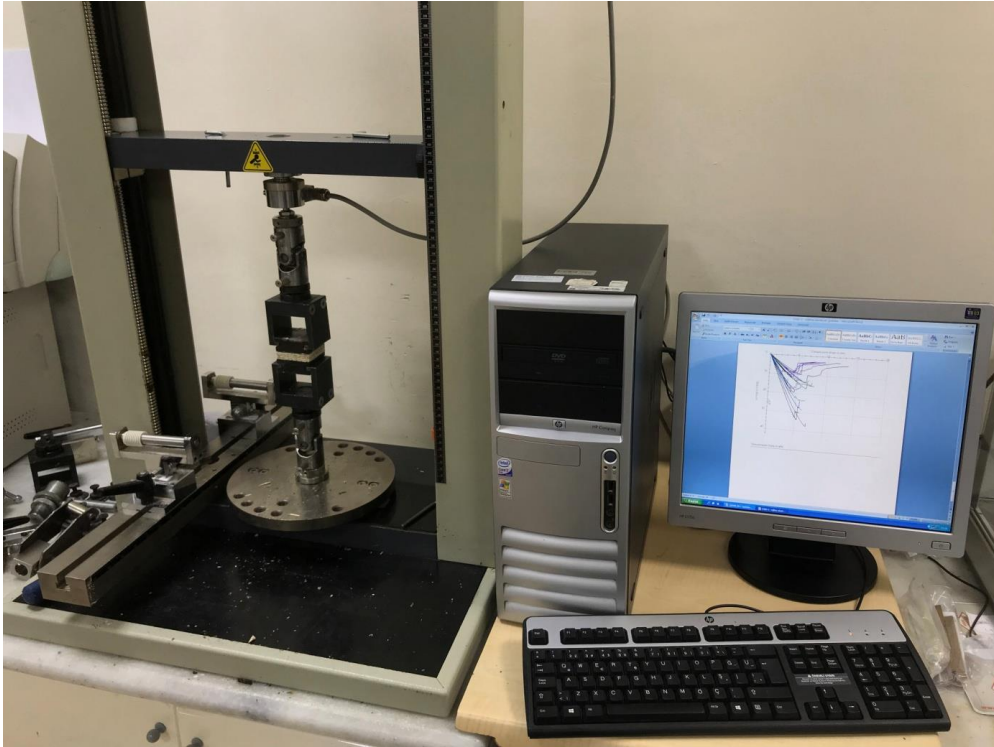
Yüze dik çekme mukavemeti = F_{max} / ab

F_{max} = Kopma anındaki maksimum kuvvet - N

a= Numune eni - mm

b= Numune boyu - mm

(TS EN 319)



Fotoğraf 3.10 - İç yapışma ve çekme mukavemeti testleri için kullanılan üniversal test cihazı ve sonuçlarının bilgisayar ortamına zwick programı ile grafik olarak aktarılması (foto: Ferhat ÇAKMAK)

3.3.4 Kalınlığına Şişme - 24 Süreyle Daldırma Değerlerinin Tayini

Kalınlığına Şişme – 24 saat süreyle daldırma hesabı Şu Şekilde yapılır.

$$\text{Kalınlığına Şişme} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

t_1 = Numunenin suya daldırmadan önceki kalınlığı - mm

t_2 = Numunenin sudan çıkarıldıktan sonraki kalınlığı - mm

(TS EN 317) (fotoğraf 3.7)

3.3.5 Kaynatma Deneyinden Sonra İ Yapışma Değerlerinin Tayini

Bu test TS EN 310 Madde 9.3 - izelge 5 Seçenek 2'ye göre yapılmıştır. OSB2 ve OSB3 plakaları tedarik edilmiş, 11mm OSB2 ve 11mm OSB3 plakalarından 50mm x 50mm ölçülerinde parçalar kesilerek test numuneleri hazırlanmıştır. Daha sonra kaynatma işleminin uygulanacağı mekanizmanın içine üzerleri yazılarak ve 6 adet OSB2 ve 6 adet OSB3 numunesi bırakılarak 120 dakika, kaynayan suyun içerisinde bekletilmiş sonra kurumasa için çıkarılmıştır. (fotoğraf 3.8) Kaynama işleminden sonra çekme testi yapılamayacak Şekilde parçaların tabakaları birbirinden ayrılmış ve dağılmış olduğu tespit edilmiŐtır. (Fotoğraf 4.5, Fotoğraf 4.6, Fotoğraf 4.7)

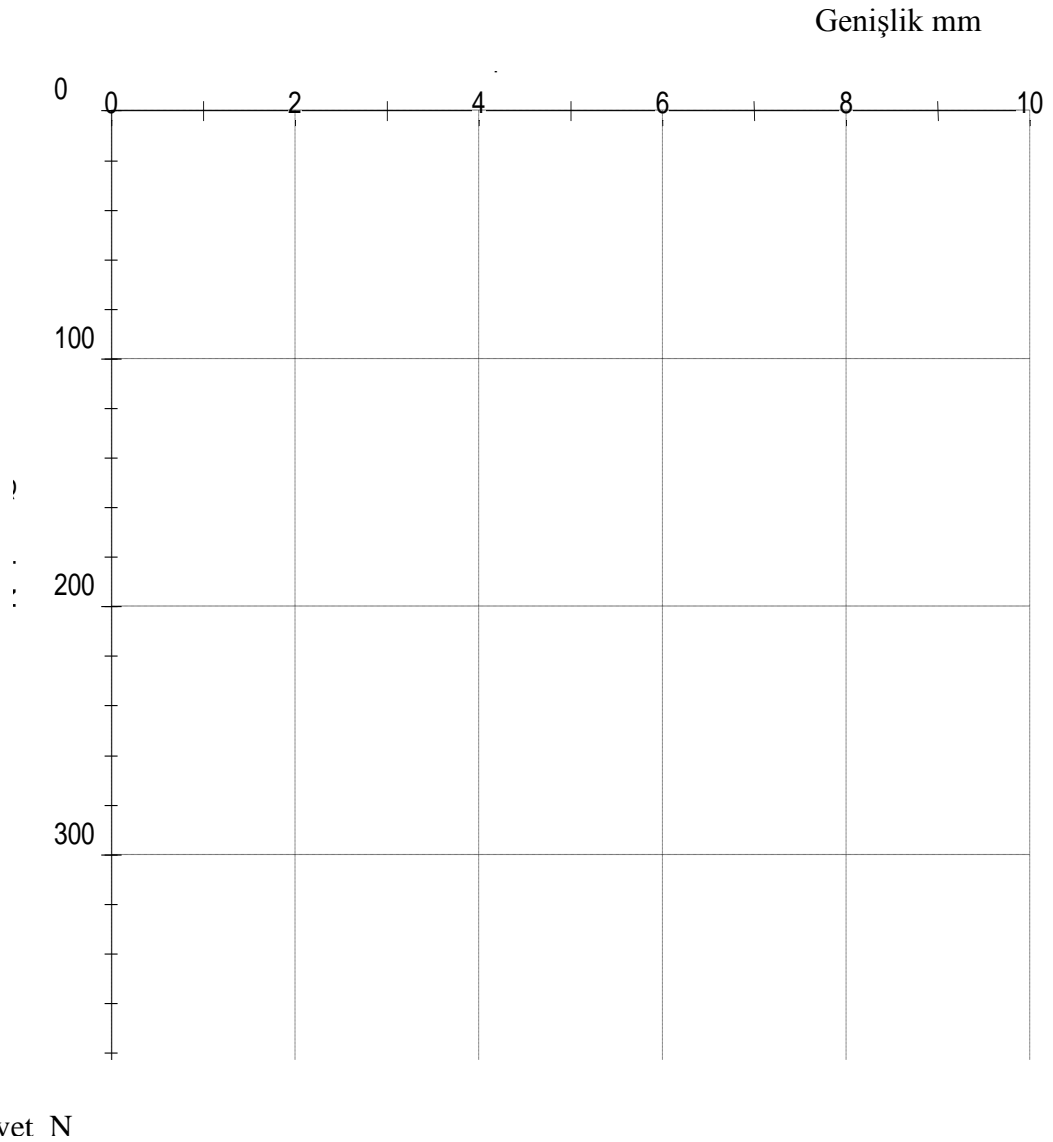
4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

11mm kalınlıktaki OSB2 ve OSB3 numunelerine uygulanan testler sonucunda bulgular elde edilmiştir. (grafik 4.1, grafik 4.4, grafik 4.7, grafik 4.10, grafik 4.13, fotoğraf 4.1)

Bulguların aritmetik ortalaması alınmıştır.

Aritmetik ortalama= Test bulguları toplamı / Numune sayısı

4.1 OSB2 Büyük Eksen Testi Bulguları

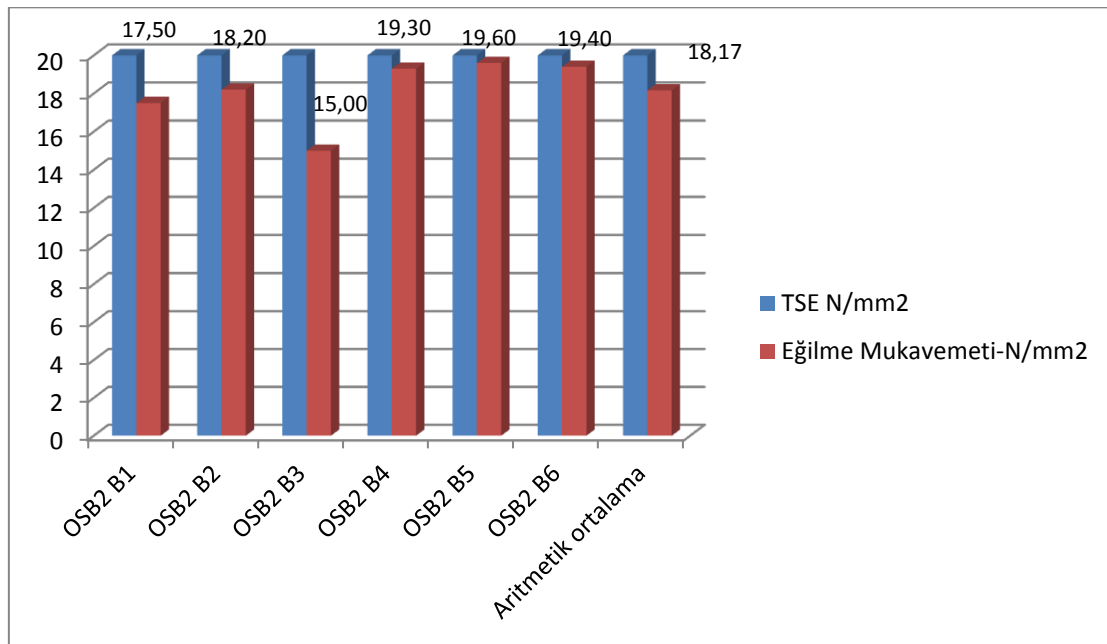


Grafik 4.1 - OSB2 büyük eksen testi bulguları grafiği

4.1.1 OSB2 Eğilme Mukavemeti Büyük Eksen Testi Bulguları

Çizelge 4.1 - OSB2 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları

Numune Tanımı	TSE N/mm ²	Eğilme Mukavemeti- N/mm ²	Genişlik- mm	Kalınlık- mm	Fmax - N
OSB2 B1	20	17,50	49,97	10,68	303
OSB2 B2	20	18,20	50,02	10,65	313
OSB2 B3	20	15,00	50,09	10,68	259
OSB2 B4	20	19,30	50,11	10,63	159
OSB2 B5	20	19,60	50,05	10,79	347
OSB2 B6	20	19,40	50,00	10,62	332
Aritmetik ortalama	20	18,17	50,04	10,68	285,50



Grafik 4.2 - OSB2 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları grafiği

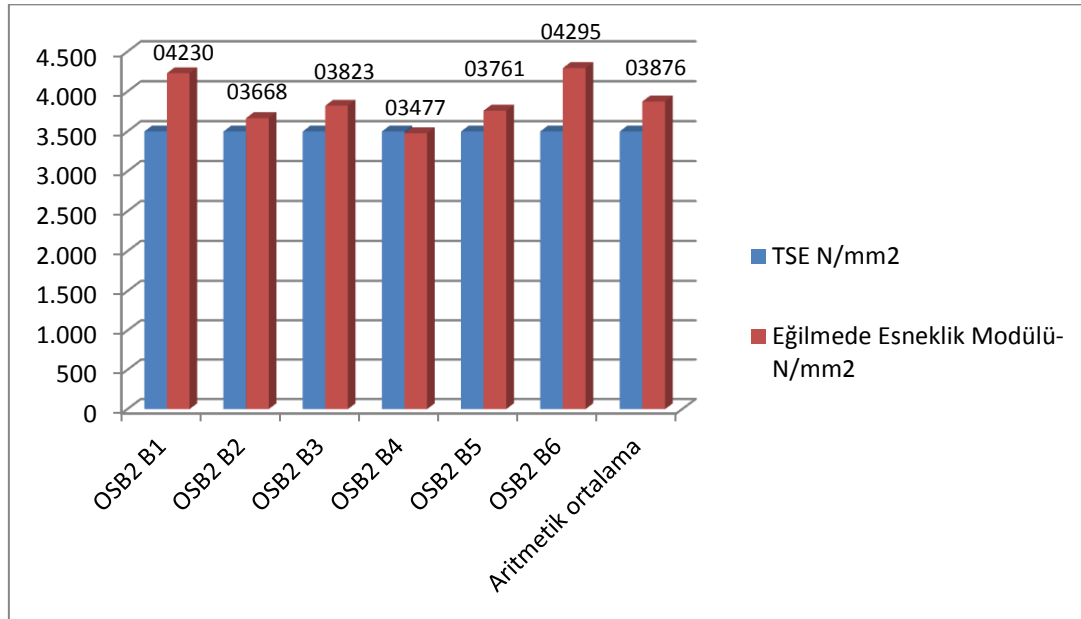
Çizelge ve grafiklerde TSE standartlarıyla test sonuçları birlikte verilmiştir.

Eğilme mukavemeti – Büyük eksen testinde standart değer 20 N/mm² iken ortalama değer 18,17N/mm² olarak kaydedilmiştir. Standart değerinin üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.1, grafik 4.2)

4.1.2 OSB2 Eğilmede Esneklik Modülü Büyük Eksen Testi Bulguları

Çizelge 4. 2 - OSB2 eğilmede esneklik modülü büyük eksen testi bulguları

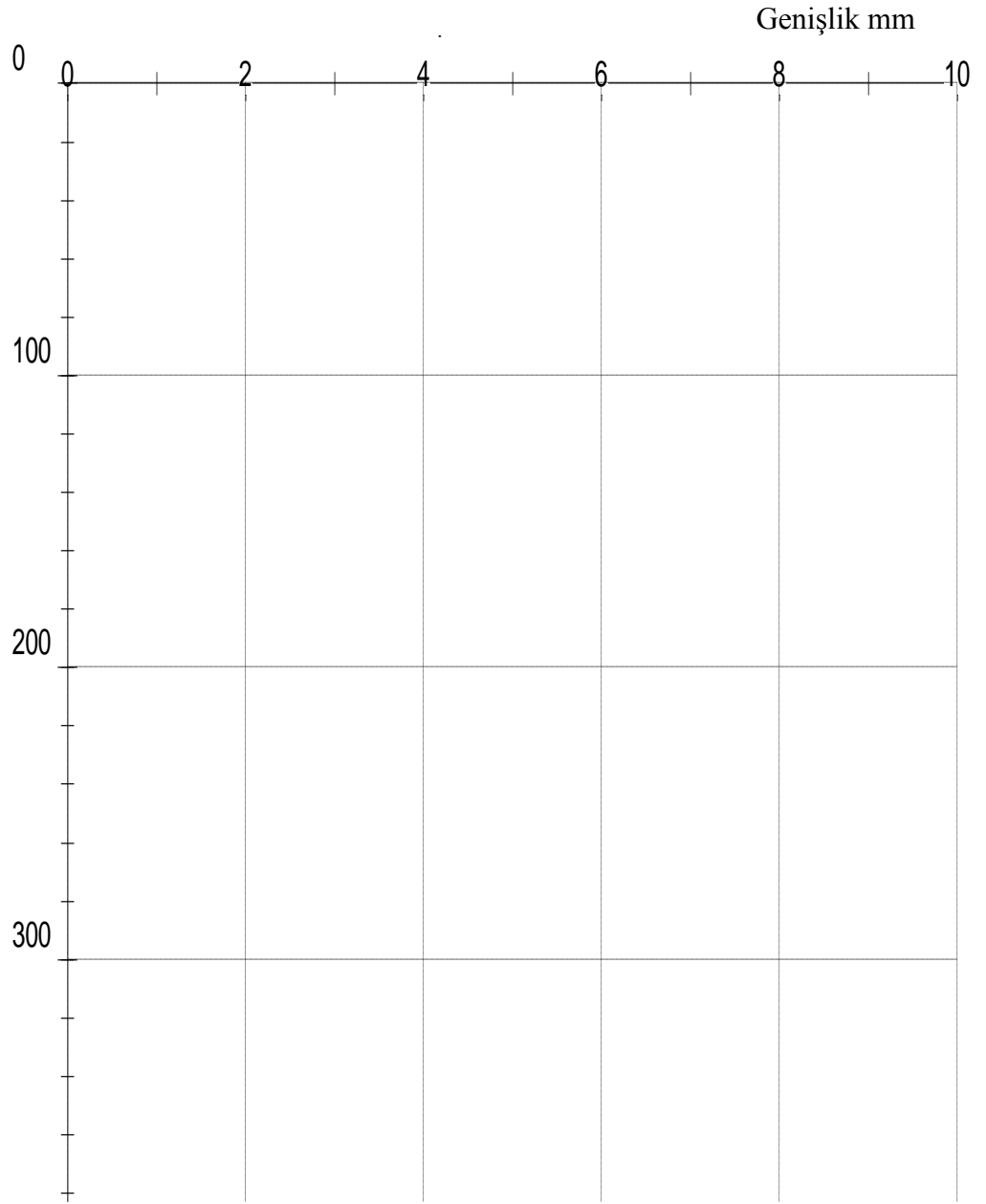
Numune Tanımı	TSE N/mm2	Eğilmede Esneklik Modülü-N/mm2	Genişlik-mm	Kalınlık-mm	Fmax - N
OSB2 B1	3.500	4.230,00	49,97	10,68	303
OSB2 B2	3.500	3.668,00	50,02	10,65	313
OSB2 B3	3.500	3.823,00	50,09	10,68	259
OSB2 B4	3.500	3.477,00	50,11	10,63	159
OSB2 B5	3.500	3.761,00	50,05	10,79	347
OSB2 B6	3.500	4.295,00	50,00	10,62	332
Aritmetik ortalama	3.500	3.875,67	50,04	10,68	285,50



Grafik 4.3 - OSB2 eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen testi bulguları grafiği

Eğilmede esneklik modülü- Büyük eksen testinde standart değer 3500N/mm^2 iken ortalama değer 3875N/mm^2 olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değerinin üzerinde, 1 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.2, grafik 4.3)

4.2 OSB2 Küçük Eksen Testi Bulguları



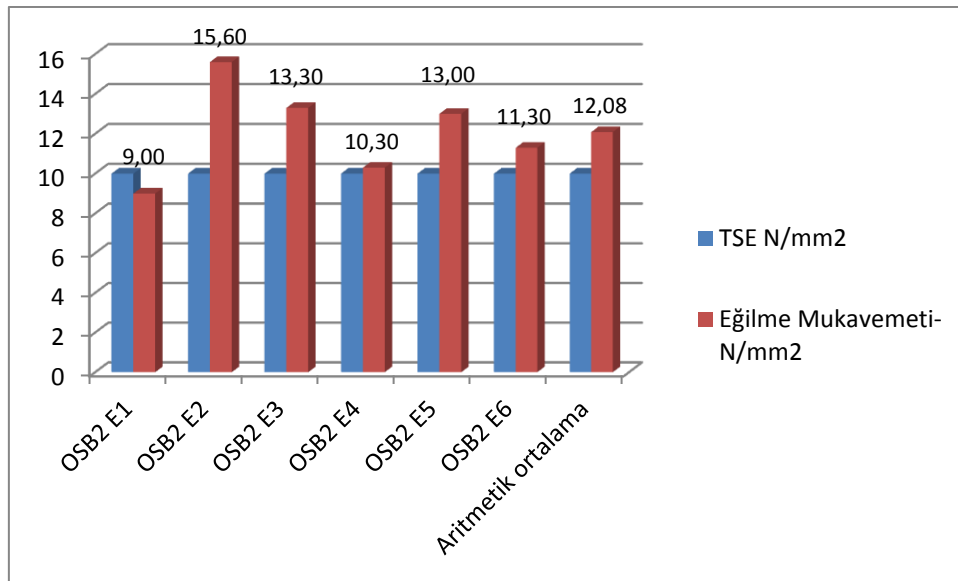
Kuvvet N

Grafik 4.4 - OSB2 küçük eksen testi bulguları grafiği

4.2.1 OSB2 Eğilme Mukavemeti Küçük Eksen Testi Bulguları

Çizelge 4.3 - OSB2 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları

Numune Tanımı	TSE N/mm ²	Eğilme Mukavemeti- N/mm ²	Genişlik- mm	Kalınlık- mm	Fmax - N
OSB2 E1	10	9,00	50,16	10,65	155
OSB2 E2	10	15,60	50,31	10,68	272
OSB2 E3	10	13,30	50,29	10,67	231
OSB2 E4	10	10,30	50,27	10,60	175
OSB2 E5	10	13,00	50,26	10,57	221
OSB2 E6	10	11,30	50,20	10,60	192
Aritmetik ortalama	10	12,08	50,25	10,63	207,67



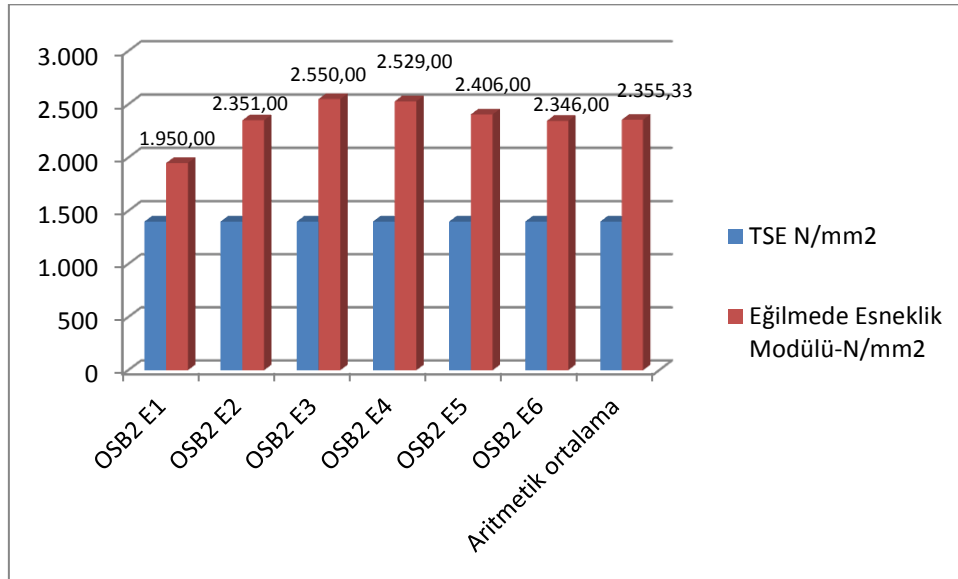
Grafik 4.5 - OSB2 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları grafiği

Eğilme mukavemeti – Küçük eksen testinde standart değer 10 N/mm² iken Ortalama değer 12,08 N/mm² olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değer üzerinde, 1 numune standart değer altında ölçülmüştür. (çizelge 4.3, grafik 4.5)

4.2.2 OSB2 Eğilmede Esneklik Modülü Küçük Eksen Testi Bulguları

Çizelge 4.4 - OSB2 Eğilmede esneklik modülü küçük eksen testi bulguları

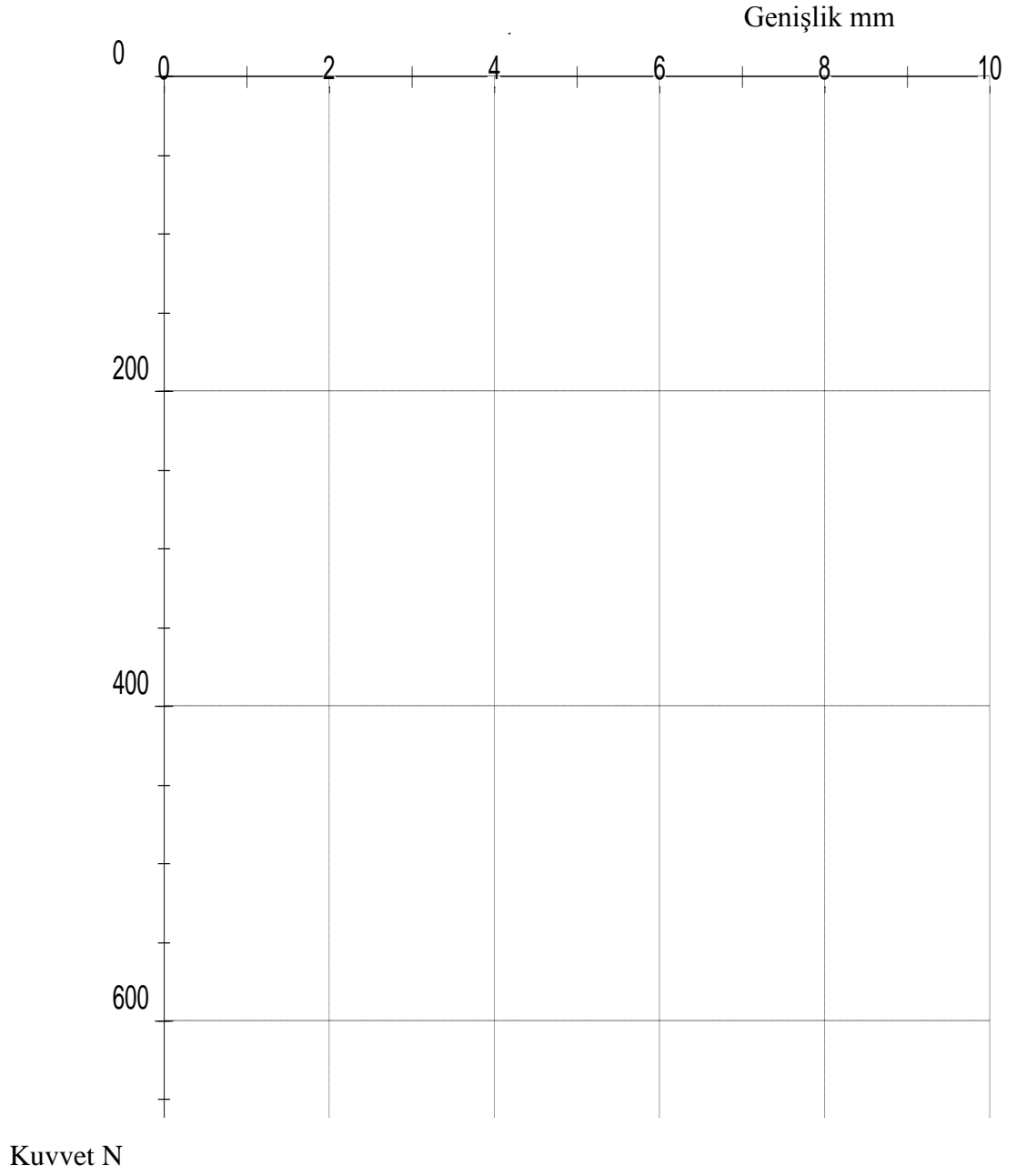
Numune Tanımı	TSE N/mm ²	Eğilmede Esneklik Modülü-N/mm ²	Genişlik-mm	Kalınlık-mm	Fmax - N
OSB2 E1	1.400	1.950,00	50,16	10,65	155
OSB2 E2	1.400	2.351,00	50,31	10,68	272
OSB2 E3	1.400	2.550,00	50,29	10,67	231
OSB2 E4	1.400	2.529,00	50,27	10,60	175
OSB2 E5	1.400	2.406,00	50,26	10,57	221
OSB2 E6	1.400	2.346,00	50,20	10,60	192
Aritmetik ortalama	1.400	2.355,33	50,25	10,63	207,67



Grafik 4.6 - OSB2 eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen testi bulguları grafiği

Eğilmede esneklik modülü- Küçük eksen testinde standart değer 1400N/mm² iken ortalama değer 2355N/mm² olarak kaydedilmiştir. 6 numune standart değerın üzerinde ölçülürken, standart değerın altında ölçülen numune olmamıştır. (çizelge 4.4, grafik 4.6)

4.3 OSB3 Büyük Eksen Testi Bulguları

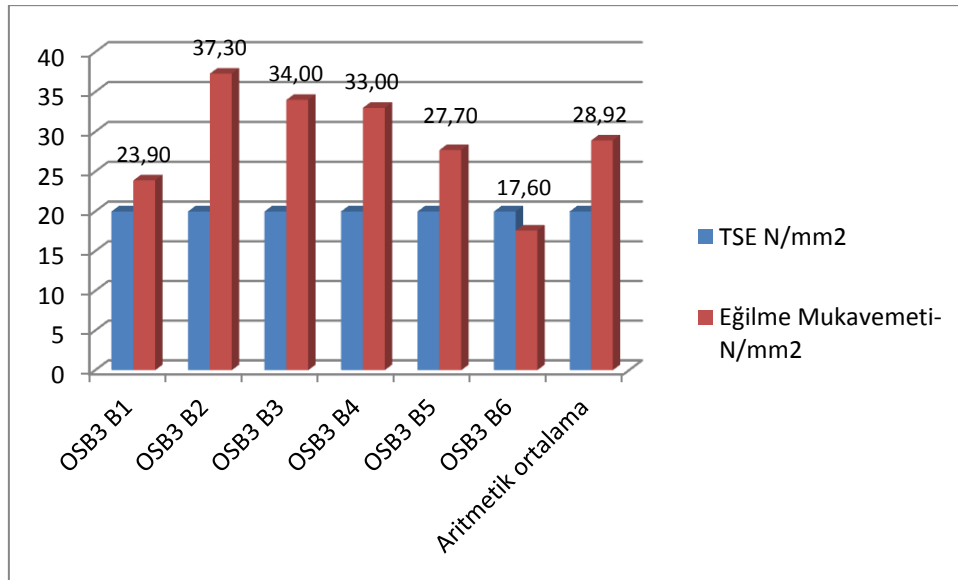


Grafik 4.7 - OSB3 Büyük eksen testi bulguları grafiği

4.3.1 OSB3 Eğilme Mukavemeti Büyük Eksen Testi Bulguları

Çizelge 4.5 - OSB3 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları

Numune Tanımı	TSE N/mm2	Eğilme Mukavemeti- N/mm2	Genişlik- mm	Kalınlık- mm	Fmax - N
OSB3 B1	20	23,90	50,07	10,82	425
OSB3 B2	20	37,30	49,95	10,79	658
OSB3 B3	20	34,00	50,00	10,70	586
OSB3 B4	20	33,00	50,08	10,81	585
OSB3 B5	20	27,70	49,98	10,80	489
OSB3 B6	20	17,60	50,10	10,87	316
Aritmetik ortalama	20	28,92	50,03	10,80	509,83



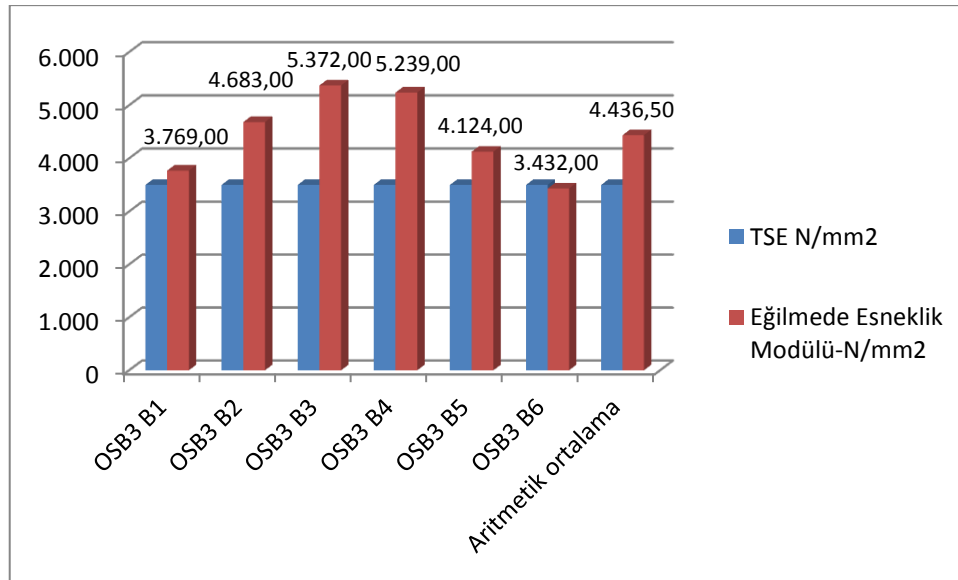
Grafik 4.8 - OSB3 eğilme mukavemeti - Büyük eksen testi bulguları grafiği

Eğilme mukavemeti – Büyük eksen testinde standart değer 20 N/mm² iken Ortalama değer 28,92N/mm² olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değerinin üzerinde, 1 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge4.5, grafik4.8)

4.3.2 OSB3 Eğilmede Esneklik Modülü Büyük Eksen Testi Bulguları

Çizelge 4.6 - OSB3 eğilmede esneklik modülü büyük eksen testi bulguları tablosu

Numune Tanımı	TSE N/mm ²	Eğilmede Esneklik Modülü-N/mm ²	Genişlik-mm	Kalınlık-mm	Fmax - N
OSB3 B1	3.500	3.769,00	50,07	10,82	425
OSB3 B2	3.500	4.683,00	49,95	10,79	658
OSB3 B3	3.500	5.372,00	50,00	10,70	586
OSB3 B4	3.500	5.239,00	50,08	10,81	585
OSB3 B5	3.500	4.124,00	49,98	10,80	489
OSB3 B6	3.500	3.432,00	50,10	10,87	316
Aritmetik ortalama	3.500	4.436,50	50,03	10,80	509,83

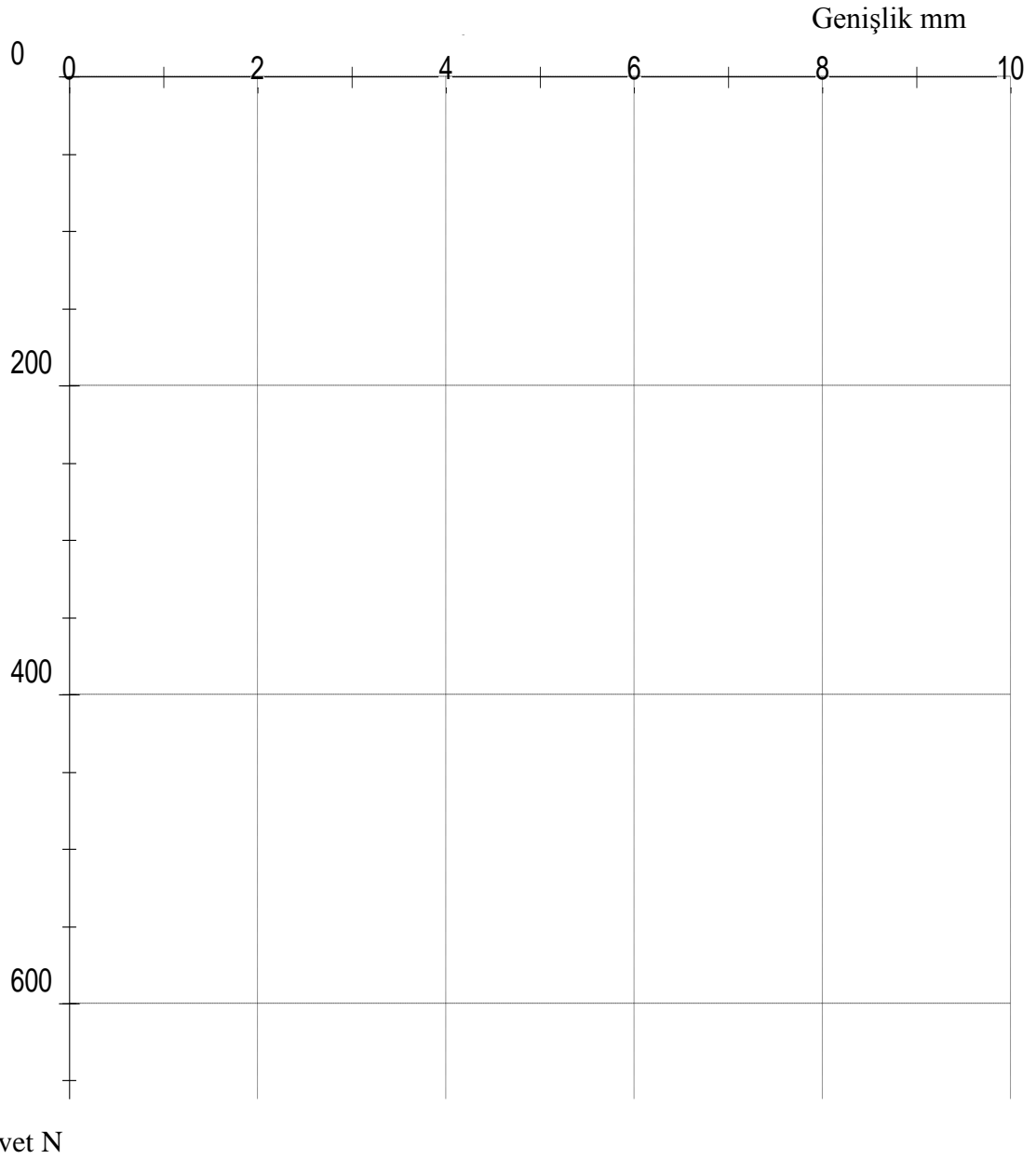


Grafik 4.9 - OSB3 eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen testi bulguları grafiği

Eğilmede esneklik modülü- Büyük eksen testinde standart değer 3500N/mm² iken Ortalama değer 4436N/mm² olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değerın üzerinde, 1 numune standart değerın altında ölçülmüştür. (çizelge 4.6, grafik 4.9)

4.4 OSB3 Küçük Eksen Testi Bulguları

Grafikte de görüldüğü gibi yapılan testte, zamanla artan yük numuneye uygulanmış ve belirli bir zaman sonucunda numune kırılmıştır.

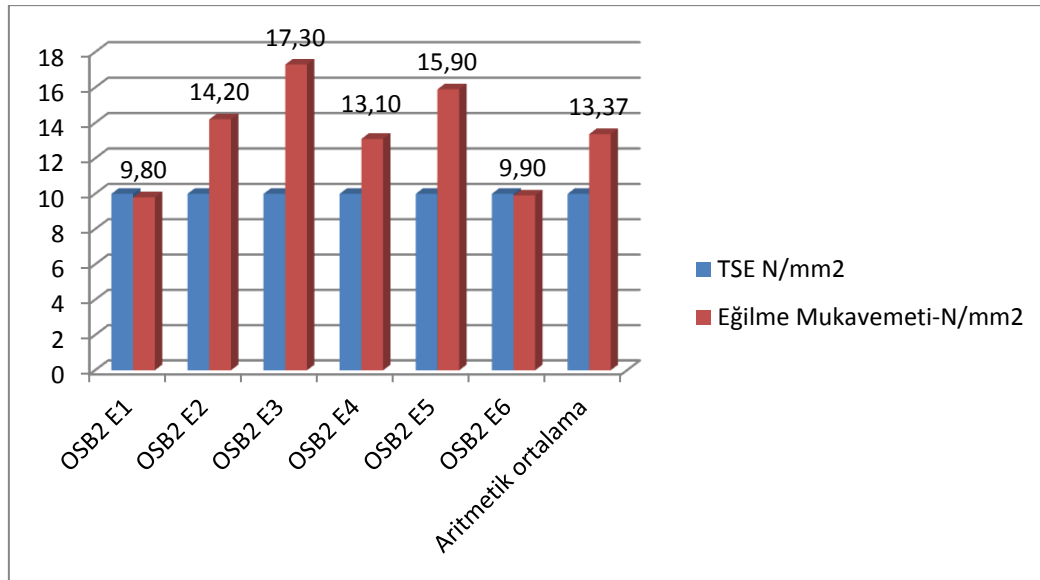


Grafik 4.10 - OSB3 küçük eksen testi bulguları grafiği

4.4.1 OSB3 Eğilme Mukavemeti Küçük Eksen Testi Bulguları

Çizelge 4.7 - OSB3 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları

Numune Tanımı	TSE N/mm ²	Eğilme Mukavemeti- N/mm ²	Genişlik- mm	Kalınlık- mm	Fmax - N
OSB2 E1	10	9,80	50,25	10,40	161
OSB2 E2	10	14,20	50,35	10,89	258
OSB2 E3	10	17,30	50,37	10,93	315
OSB2 E4	10	13,10	50,40	10,90	238
OSB2 E5	10	15,90	50,25	10,78	287
OSB2 E6	10	9,90	50,33	11,27	192
Aritmetik ortalama	10	13,37	50,33	10,86	241,83



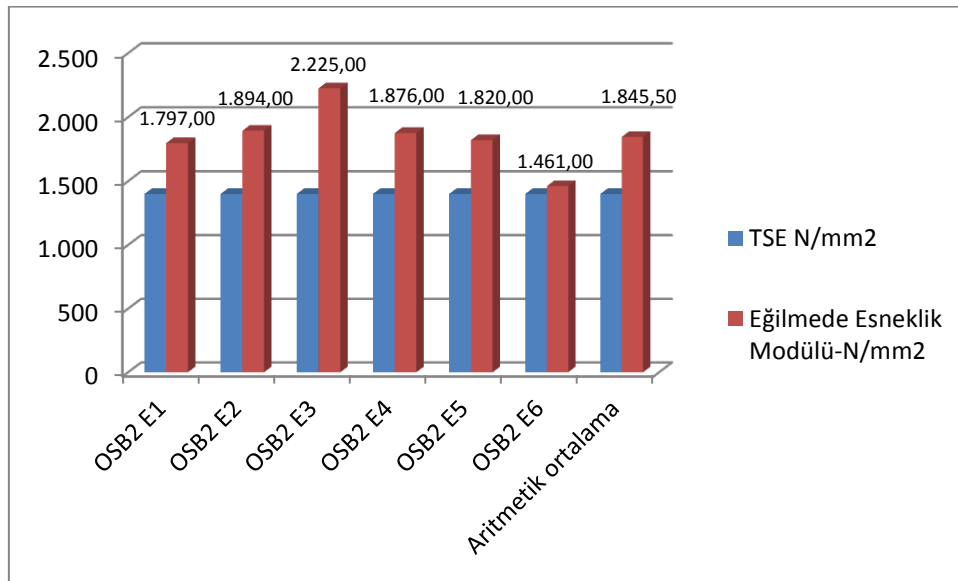
Grafik 4.11 - OSB3 eğilme mukavemeti - Küçük eksen testi bulguları grafiği

Eğilme mukavemeti – Küçük eksen testinde standart değer 10 N/mm² iken ortalama değer 13,37N/mm² olarak kaydedilmiştir. 4 numune standart değerinin üzerinde, 2 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.7, grafik 4.11)

4.4.2 OSB3 Eğilmede Esneklik Modülü Küçük Eksen Testi Bulguları

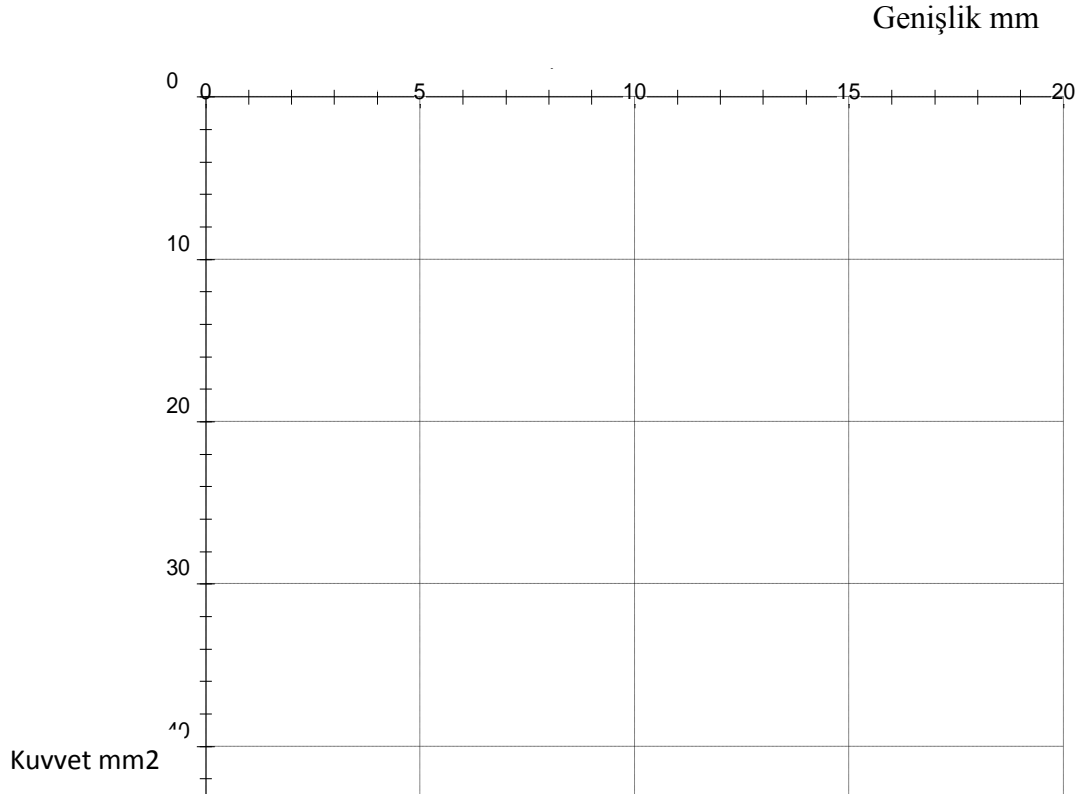
Çizelge 4.8 - OSB2 eğilmede esneklik modülü küçük eksen testi bulguları

Numune Tanımı	TSE N/mm ²	Eğilmede Esneklik Modülü-N/mm ²	Genişlik-mm	Kalınlık-mm	Fmax - N
OSB2 E1	1.400	1.797,00	50,25	10,40	161
OSB2 E2	1.400	1.894,00	50,35	10,89	258
OSB2 E3	1.400	2.225,00	50,37	10,93	315
OSB2 E4	1.400	1.876,00	50,40	10,90	238
OSB2 E5	1.400	1.820,00	50,25	10,78	287
OSB2 E6	1.400	1.461,00	50,33	11,27	192
Aritmetik ortalama	1.400	1.845,50	50,33	10,86	241,83



Grafik 4.12 - OSB3 eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen testi bulguları grafiği

Eğilmede esneklik modülü- Küçük eksen testinde standart değer 1400N/mm² iken ortalama değer 1845N/mm² olarak kaydedilmiştir. 6 numune standart değerinin üzerinde ölçülürken, standart değerinin altında ölçülen numune olmamıştır. (çizelge 4.8, grafik 4.12)



Grafik 4.13 - Tüm sonuçlar toplu grafik



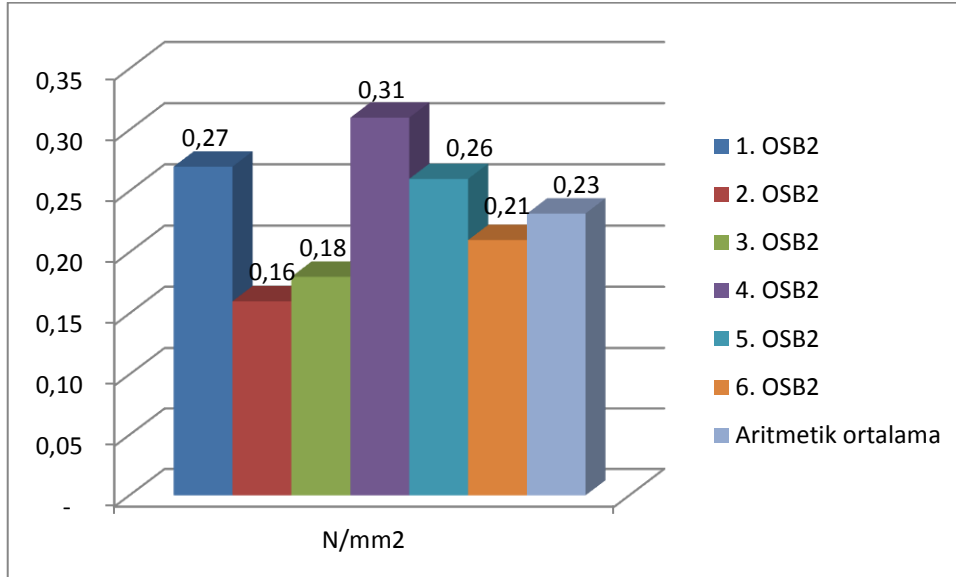
Fotoğraf 4.1 - Eğilme mukavemeti ve eğilmede esneklik modülü testi sonrasında numune örnekleri (foto: Ferhat ÇAKMAK)

4.5 İç Yapışma – Yüzeye Dik Çekme Direnci Testi Bulguları

4.5.1 OSB2 İç Yapışma – Yüzeye Dik Çekme Direnci Testi Bulguları

Çizelge 4.9 - OSB2 iç yapışma – Yüzeye dik çekme direnci tablosu

OSB2	N/mm2	Fmax
1. OSB2	0,27	675,00
2. OSB2	0,16	412,00
3. OSB2	0,18	445,00
4. OSB2	0,31	785,00
5. OSB2	0,26	642,00
6. OSB2	0,21	533,00
Aritmetik ortalama	0,23	582,00



Grafik 4.14 - OSB2 iç yapışma – Yüzeye dik çekme direnci

- İç yapışma – dik çekme direnci testinde standart değer 0,32N/mm² olması gerekirken ortalama değer 0,23N/mm² ölçülmüştür. Standart değer üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değer altında ölçülmüştür. (çizelge 4.9, grafik 4.14)



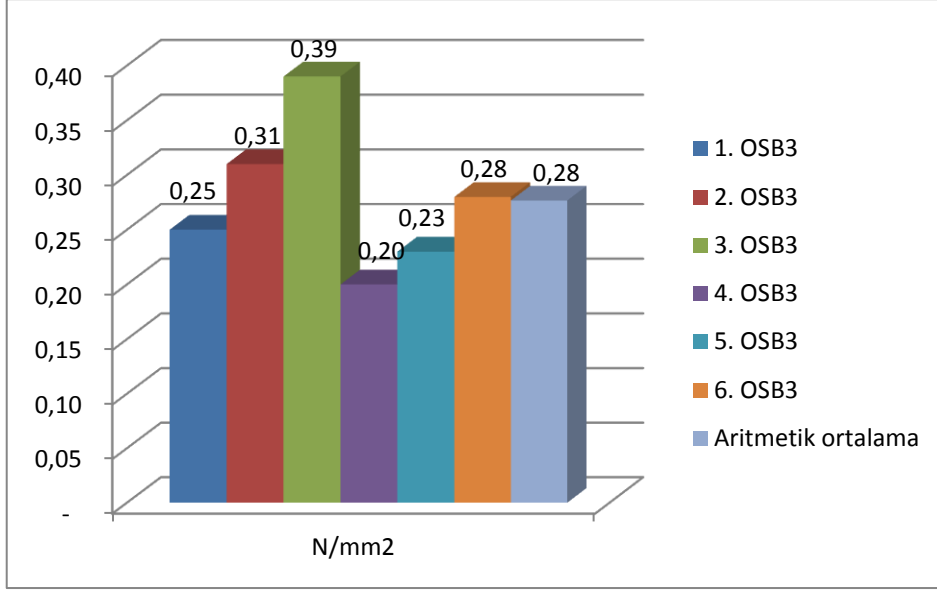
Fotoğraf 4.2 - İç yapışma testi sonrası OSB numunesi (foto: Ferhat ÇAKMAK)

Fotoğrafta görülen bu parçanın içerisindeki yongaların büyük parça denk gelmesi kopmanın daha düşük değerlerde olmasına sebep vermiştir.

4.5.2 OSB3 İç Yapışma – Yüze Dik Çekme Direnci Testi Bulguları

Çizelge 4.10 - OSB3 iç yapışma – Yüze dik çekme direnci

OSB3	N/mm2	Fmax
1. OSB3	0,25	620,00
2. OSB3	0,31	783,00
3. OSB3	0,39	975,00
4. OSB3	0,20	498,00
5. OSB3	0,23	582,00
6. OSB3	0,28	691,00
Aritmetik ortalama	0,28	691,50



Grafik 4.15 - OSB3 iç yapışma – Yüzeye dik çekme direnci

- İç yapışma – dik çekme direnci testinde standart değer $0,32\text{N/mm}^2$ olması gerekirken ortalama değer $0,28\text{N/mm}^2$ ölçülmüştür. 1 numune standart değerinin üzerine çıkarken, 5 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.10, grafik 4.15)



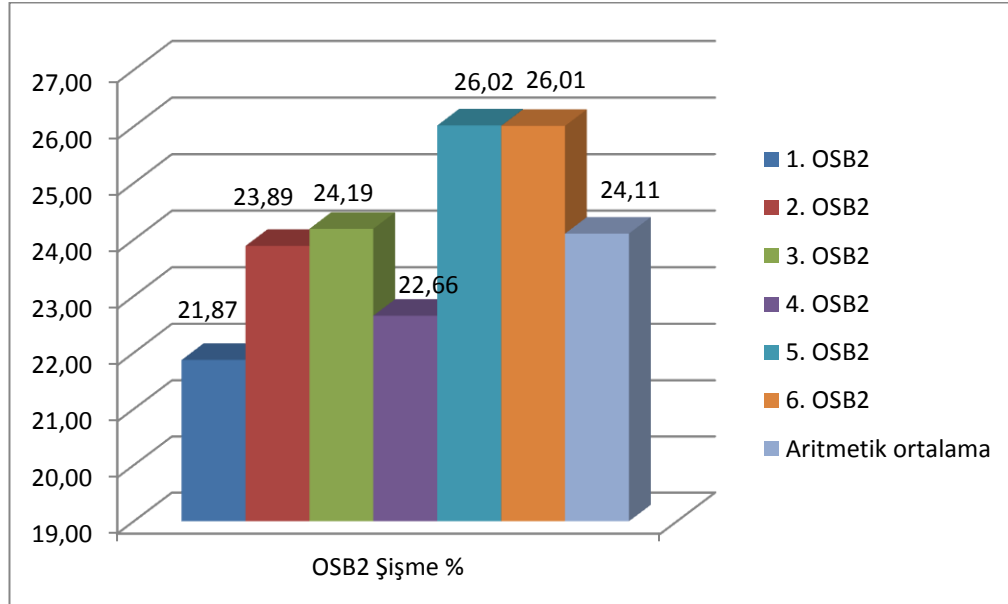
Fotoğraf 4.3 - İç yapışma testi sonrası OSB numunesi (foto: Ferhat ÇAKMAK)

4.6 Kalınlığına Şişme – 24 Saat Süreyle Daldırma Testi Bulguları

4.6.1 OSB2 Kalınlığına Şişme – 24 Saat Süreyle Daldırma Testi Bulguları

Çizelge 4.11 - OSB2 kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma

OSB2	Şişme %	ilk kalınlık	son kalınlık
1. OSB2	21,87	10,79	13,15
2. OSB2	23,89	10,80	13,38
3. OSB2	24,19	10,83	13,45
4. OSB2	22,66	10,77	13,21
5. OSB2	26,02	10,80	13,61
6. OSB2	26,01	10,88	13,71
Aritmetik ortalama	24,11	10,81	13,42



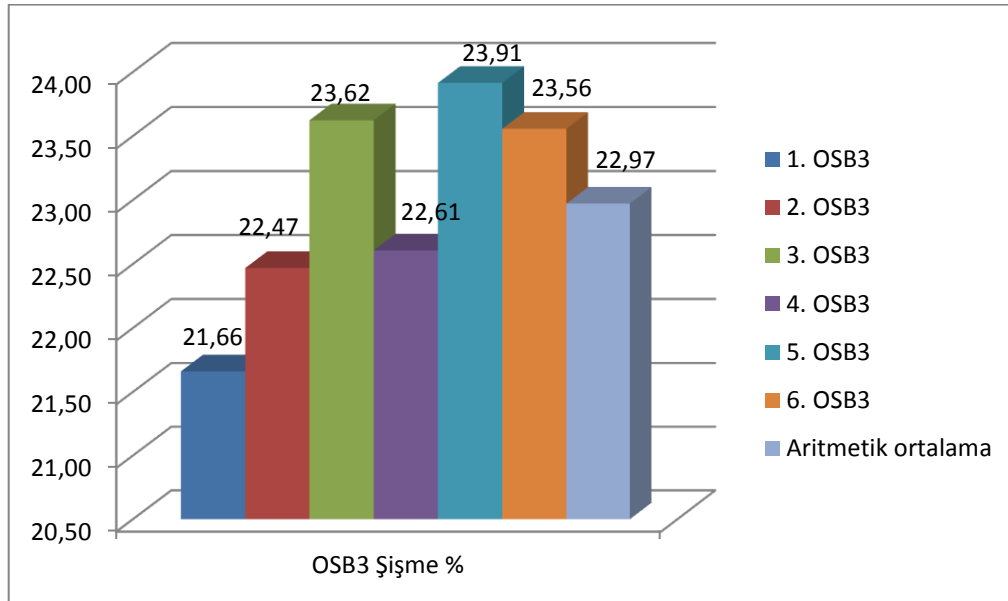
Grafik 4.16 - OSB2 kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testi

Kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testinde standart değer %20 iken ortalama değer %24,11 olarak ölçülmüştür. Standart değer üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değer altında ölçülmüştür. (çizelge 4.11, grafik 4.16)

4.6.2 OSB3 Kalınlığına Şişme – 24 Saat Süreyle Daldırma Testi Bulguları

Çizelge 4.12 - OSB3 kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testi

OSB-3	OSB3 Şişme %	İlk kalınlık	Son kalınlık
1. OSB3	21,66	11,31	13,76
2. OSB3	22,47	11,26	13,79
3. OSB3	23,62	11,26	13,92
4. OSB3	22,61	11,28	13,83
5. OSB3	23,91	11,29	13,99
6. OSB3	23,56	10,91	13,48
Aritmetik ortalama	22,97	11,22	13,80



Grafik 4.17 - OSB3 kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testi

- Kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testinde standart değer %15 iken ortalama değer %22,97 olarak ölçülmüştür. Standart değerine üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.12, grafik 4.17)



Fotoğraf 4.4 - Kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testi sonrası su banyosundan çıkarılan numuneler. (foto: Ferhat ÇAKMAK)

4.7 Kaynatma testi.

Bu test TS EN 310 Madde 9.3 - Çizelge 5 Seçenek 2'ye göre yapılmıştır. OSB2 ve OSB3 plakaları tedarik edilmiş, 11mm OSB2 ve 11mm OSB3 plakalarından 50mm x 50mm ölçülerinde parçalar kesilerek test numuneleri hazırlanmıştır. Daha sonra kaynatma işleminin uygulanacağı mekanizmanın içine üzerleri yazılarak ve 6 adet OSB2 ve 6 adet OSB3 numunesi bırakılarak 120 dakika, kaynayan suyun içerisinde bekletilmiş sonra kuruması için çıkarılmıştır. (fotoğraf 3.8) Kaynama işleminden sonra çekme testi yapılamayacak şekilde parçaların tabakaları birbirinden ayrılmış ve dağılmış olduğu tespit edilmiştir. (Fotoğraf 4.5, Fotoğraf 4.6, Fotoğraf 4.7)



Fotoğraf 4.5 - Kaynatma testi sonrası OSB3 numunelerinin tamamen dağıldığı gözlemlenmiştir. (OSB2 numuneleri OSB3'e göre biraz daha az dağılsa da numuneler sonraki aşamada çekme testi uygulanamayacak kadar dağılmışlardır.) (foto: Ferhat ÇAKMAK)



Fotoğraf 4.6 - Kaynatma testi sonrası tamamen dağılan OSB3 numuneleri (foto: Ferhat ÇAKMAK)



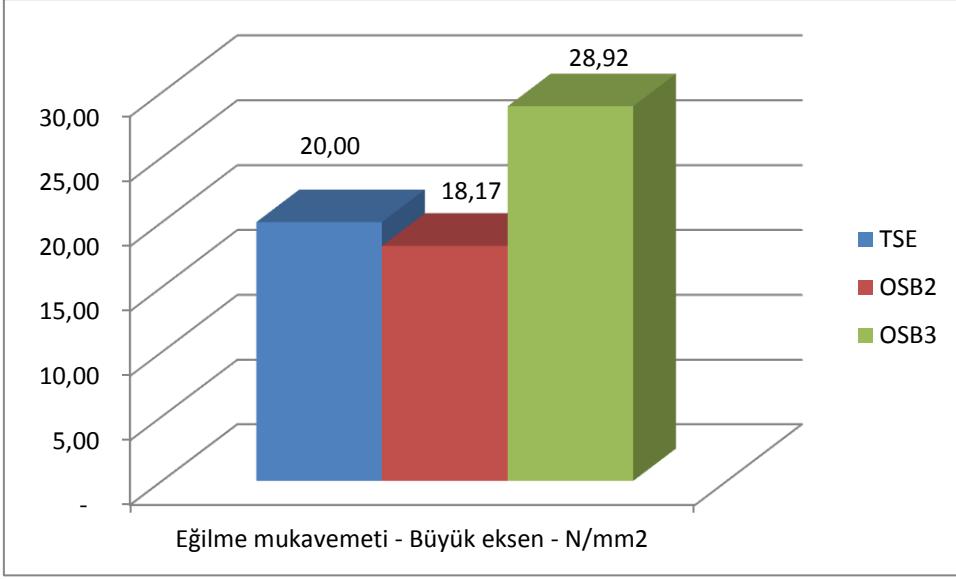
Fotoğraf 4.7 - Kaynatma testi sonrası dağılan OSB2 numuneleri (foto: Ferhat ÇAKMAK)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ile birlikte ana amaç olarak piyasada en çok satılan ve kullanılan 11mm kalınlıktaki 1220mm x 2440mm ölçülerindeki plakalardan OSB2 ve OSB3'ün teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan karşılaştırmalı testlerle şu sonuçlar elde edilmiştir.

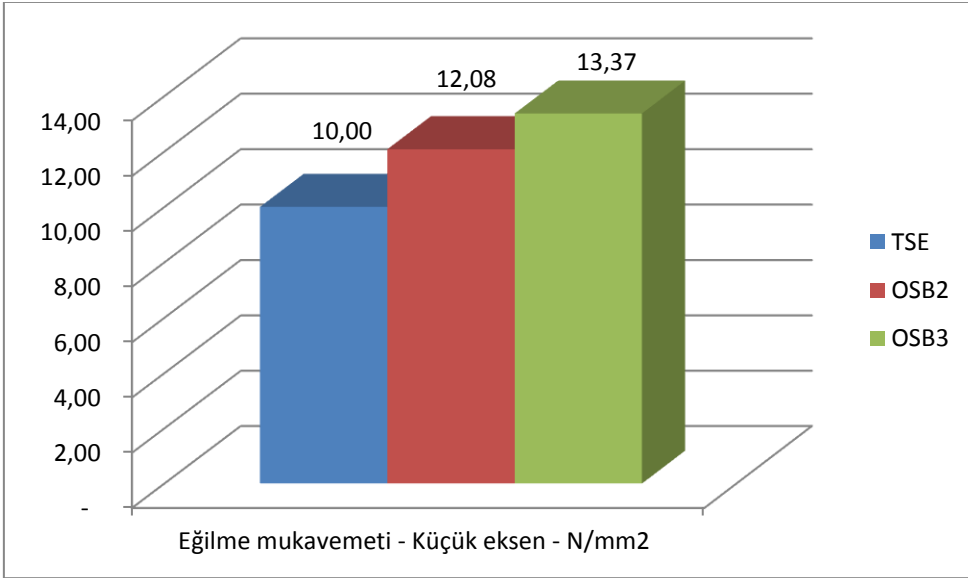
Çizelge 5.1: Karşılaştırmalı sonuçlar

TESTLER	TSE	OSB2	OSB3
Eğilme mukavemeti - Büyük eksen - N/mm ²	20,00	18,17	28,92
Eğilme mukavemeti - Küçük eksen - N/mm ²	10,00	12,08	13,37
Eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen - N/mm ²	3.500,00	3.875,00	4.436,00
Eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen - N/mm ²	1.400,00	2.355,00	1.845,00
İç yapışma - Dik çekme direnci – N / mm ²	0,32	0,23	0,28
Kalınlığına şişme OSB2 %	20,00	24,11	
Kalınlığına şişme OSB3 %	15,00		22,97
Kaynatma testi sonrası çekme testi		Sonuç alınamadı	Sonuç alınamadı



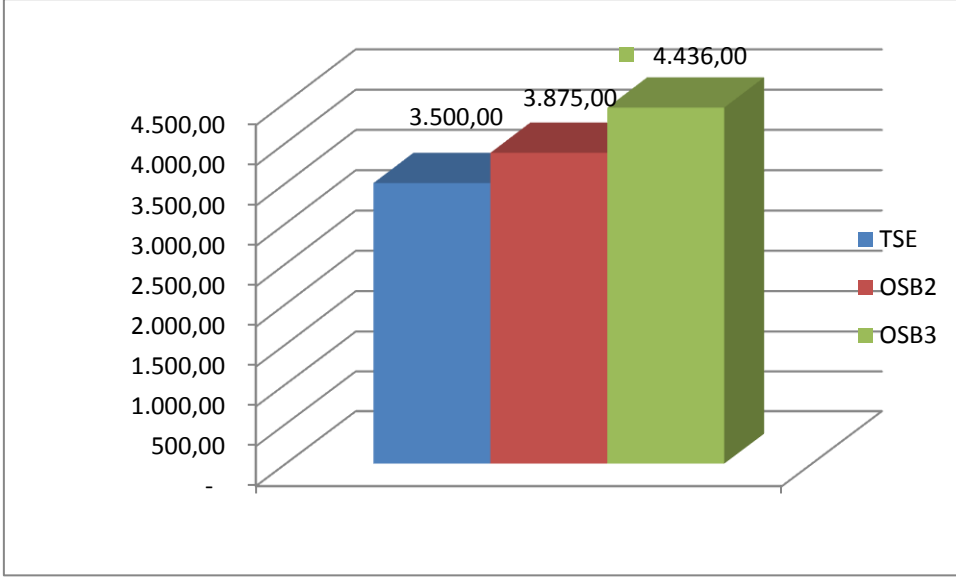
Grafik 5.1 - Eğilme mukavemeti – büyük eksen karşılaştırma

Bu grafikte de görüldüğü gibi, TSE standartlarına göre OSB3 yeterli eğilme mukavemetine sahipken OSB2 standartları karşılayamamıştır.



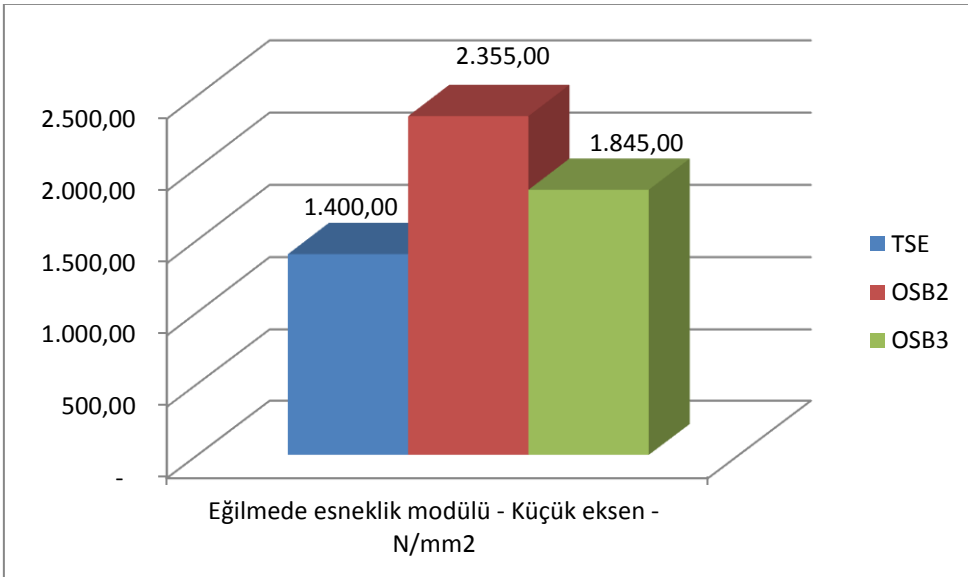
Grafik 5.2 - Eğilme mukavemeti - Küçük eksen karşılaştırma grafiği

Bu grafikte de görüldüğü gibi, TSE standartlarına göre OSB3 ve OSB2 yeterli eğilme mukavemetine sahiptir.



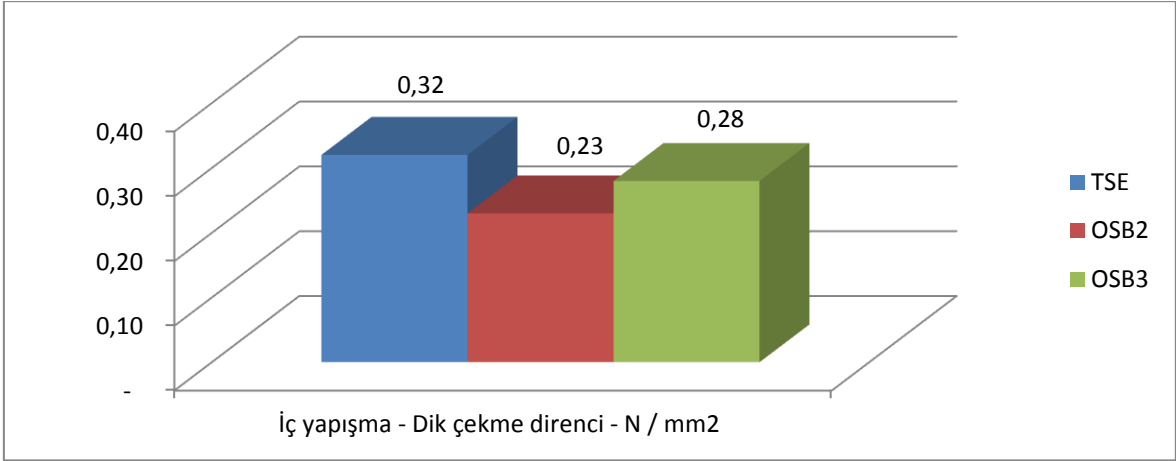
Grafik 5.3 - Eğilmede esneklik modülü - Büyük eksen karşılaştırma grafiği

Bu grafikte de görüldüğü gibi, TSE standartlarına göre OSB3 ve OSB2 yeterli esneklik modülü değerlerine sahiptir.



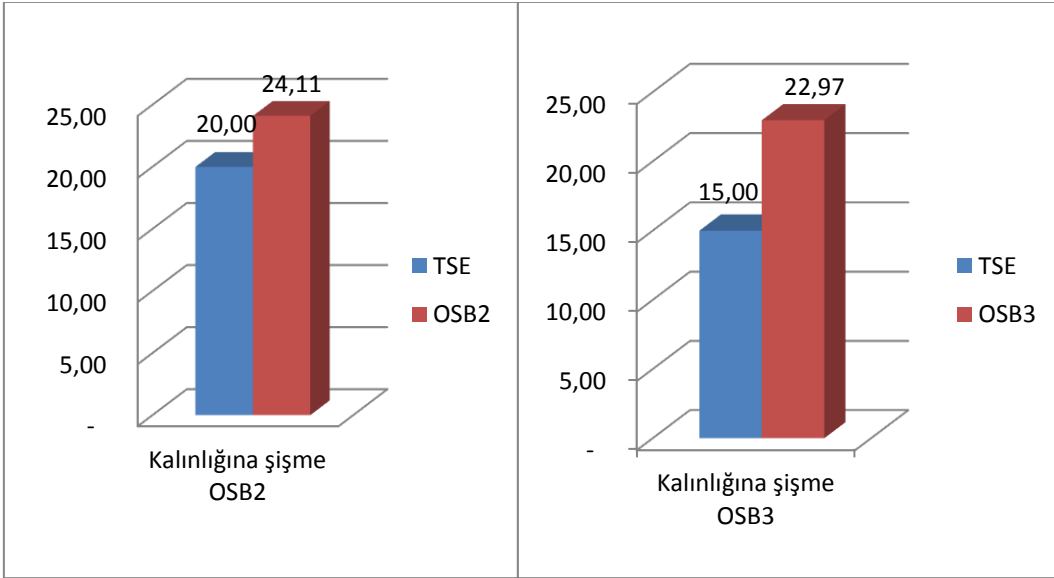
Grafik 5.4 - Eğilmede esneklik modülü - Küçük eksen karşılaştırma grafiği

Bu grafikte de görüldüğü gibi, TSE standartlarına göre OSB3 ve OSB2 yeterli esneklik modülü değerlerine sahiptir.



Grafik 5.5 - İç yapışma - Dik çekme direnci karşılaştırma grafiği

Bu grafikte de görüldüğü gibi, TSE standartlarına göre OSB3 ve OSB2 standartları karşılayamamıştır.



Grafik 5.6 - OSB2 ve OSB3 için kalınlığına şişme grafikleri.

Bu grafikte de görüldüğü gibi, TSE standartlarına göre OSB3 ve OSB2 standartları karşılayamamıştır.

OSB2 için;

- Eğilme mukavemeti – Büyük eksen testinde standart değer 20 N/mm² iken Ortalama değer 18,17N/mm² olarak kaydedilmiştir. Standart değerine üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.1, çizelge 5.1, grafik4.2, grafik 4.2)
- Eğilme mukavemeti – Küçük eksen testinde standart değer 10 N/mm² iken Ortalama değer 12,08 N/mm² olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değerinin üzerinde, 1 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.3, grafik 4.5, çizelge5.1, grafik5.2)
- Eğilmede esneklik modülü- Büyük eksen testinde standart değer 3500N/mm² iken Ortalama değer 3875N/mm² olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değerinin üzerinde, 1 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.2, grafik 4.3, çizelge5.1, grafik5.3)
- Eğilmede esneklik modülü- Küçük eksen testinde standart değer 1400N/mm² iken Ortalama değer 2355N/mm² olarak kaydedilmiştir. 6 numune standart değerinin üzerinde ölçülürken, standart değerinin altında ölçülen numune olmamıştır. (çizelge 4.4, grafik 4.6, çizelge5.1, grafik5.4)
- İç yapışma – dik çekme direnci testinde standart değer 0,32N/mm² olması gerekirken ortalama değer 0,23N/mm² ölçülmüştür. Standart değerine üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.9, grafik 4.14, çizelge5.1, grafik5.5, fotoğraf 4.2)
- Kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testinde standart değer %20 iken ortalama değer %24,11 olarak ölçülmüştür. Standart değerine üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.11, grafik 4.16, çizelge5.1, grafik5.6)
- Kaynatma testi sonucunda tüm numunelerin tabakaları çekme testi yapılamayacak kadar dağılmıştır. (çizelge 5.11)

OSB3 için;

- Eğilme mukavemeti – Büyük eksen testinde standart değer 20 N/mm² iken Ortalama değer 28,92N/mm² olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değerinin üzerinde, 1 numune standart değerinin altında ölçülmüştür. (çizelge 4.5, grafik 4.8, çizelge5.1, grafik5.1)

- Eğilme mukavemeti – Küçük eksen testinde standart değer 10 N/mm² iken Ortalama değer 13,37N/mm² olarak kaydedilmiştir. 4 numune standart değer üzerinde, 2 numune standart değer altında ölçülmüştür. (çizelge 4.7, grafik 4.11, çizelge5.1, grafik5.2)
- Eğilmede esneklik modülü- Büyük eksen testinde standart değer 3500N/mm² iken Ortalama değer 4436N/mm² olarak kaydedilmiştir. 5 numune standart değer üzerinde, 1 numune standart değer altında ölçülmüştür. (çizelge 4.6, grafik 4.9, çizelge5.1, grafik 5.4)
- Eğilmede esneklik modülü- Küçük eksen testinde standart değer 1400N/mm² iken Ortalama değer 1845N/mm² olarak kaydedilmiştir. 6 numune standart değer üzerinde ölçülürken, standart değer altında ölçülen numune olmamıştır. (çizelge 4.8, grafik 4.12, çizelge5.1, grafik 5.5)
- İçe yapışma – dik çekme direnci testinde standart değer 0,32N/mm² olması gerekirken ortalama değer 0,28N/mm² ölçülmüştür. 1 numune standart değer üzerine çıkarken, 5 numune standart değer altında ölçülmüştür. (çizelge 4.10, grafik 4.15, çizelge5.1, grafik 5.6, fotoğraf 4.3)
- Kalınlığına şişme – 24 saat süreyle daldırma testinde standart değer %15 iken ortalama değer %22,97 olarak ölçülmüştür. Standart değer üzerine çıkan numune olmamıştır, 6 numune standart değer altında ölçülmüştür. (çizelge 4.12, grafik 4.17, çizelge5.1, grafik 5.7, fotoğraf 4.4)
- Kaynatma testi sonucunda tüm numunelerin tabakaları çekme testi yapılamayacak kadar dağılmıştır. (çizelge 5.1, fotoğraf 4.5, fotoğraf 4.6, fotoğraf 4.7)

TSE'nin standart değerlerine bakıldığında OSB2 ve OSB3 arasında sadece kalınlığına şişme değerleri farklıdır. OSB2 ve OSB3 için elde edilen bulgulara ve diğer standart değerlere bakıldığında OSB2 ve OSB3 için farklı değerler gösteren standartlar verilebilir. OSB3'ün OSB2 ye göre bulguları daha yüksek değerler verirken, TSE standartlarında aynı değerler verilmektedir.

Genel olarak yapı sektöründe kullanılan OSB için, yapıların statik hesaplarında kullanılan standart statik değerlere üretici firmaların ürünlerinde ulaşamadığı görülmektedir. Bu sonuçlarla sadece OSB2'nin dış mekan uygulamaları için yeterli olmadığı bilinmekte iken üretim kalitesi yetersizliği dolayısıyla OSB3 ün de yeterli olmadığı anlaşılmıştır.

Ülkemizde yok denecek kadar az OSB3 üretilmekte ve satılmaktadır. Satıcıların neredeyse tamamı OSB2 satmaya çalışmaktadır. Standartlara uygun ürün üretmeyen yerli üreticilerin standartlara uygun ürün üretmesi sağlanmalıdır. Standartlara uygun olmayan ürünü ithal

eden firmaların da standartlara uygun ürün ithal etmesi sağlanmalıdır. Tüketiciler de bu konuda daha fazla bilgilendirilmeli ve standartlara uygun ürün alınmasının önemi kamu spotu gibi etkili yöntemlerle anlatılmalıdır. Toplam kalite için bu şarttır. Piyasadaki kalite düşüklüğünün önüne geçebilmek için bilimsel olarak bir sonuca varmak amaçlanmıştır.

OSB'nin teknolojik özelliklerinin standartlara uygun olarak üretilmemesinin ülke ekonomisine getirdiği yük düşünüldüğünden ve hesaplandığından çok daha fazladır. OSB ara malzeme olarak kullanılmaktadır. OSB üzerine dış cephe ve çatı malzemeleri uygulanmaktadır. Yapı sisteminin ekonomik ömrü 200yıl hesaplanmaktadır. Cephe ve çatı malzemelerine de ömür boyu garanti verilmekteyken OSB'nin standartlara uygun üretilmemesinden dolayı ömrünün beklenenden kısa olmasının ve bu sebeple cephe ve çatı tadilatının ya da yenilemelerinin gerekmesiyle ülke ekonomisine getirdiği ek maliyetini şu şekilde hesaplayabiliriz.

Bir binanın yapımında kullanılan OSB'nin toplam maliyete oranı ortalama olarak %3 dür. 2017 TÜİK verilerine göre bir dairesel konut sınıfında 18.703 adet ve 4.290.915m² yapı ruhsatı alınmıştır. Bu rakamın sadece % 3'ü diğer sınıflarda taşıyıcı sistem ruhsatı almıştır. 250.000m² yapının işlem hacmi (inşaat birim fiyatı 2000 TL/m² olarak düşünüldüğünde) 500.000.000TL'dir. Bu inşaatlarda 1.000.000m² OSB kullanıldığını öngörüyoruz. 1.000.000m² OSB2'nin değeri 15.000.000TLdir. OSB2 ile OSB3 arasındaki fiyat farkı sadece 2TL/m² dir. Toplamda OSB3 kullanılmamaktan dolayı tüketicilerin o gün ki karı 2.000.000TL dir. Fakat OSB3 kullanılmamaktan dolayı binaların ömrü çok daha kısalmakta ve deformasyonlar daha kısa sürede ortaya çıkmaktadır.OSB3 yerine OSB2 kullanıldığı için bina ömürlerinin en az %10 kısaldığı hesaplanmıştır. %10 kısalmısından dolayı ekonomiye verilen zarar 50.000.000TL dir.

Üreticiler açısından bakarsak OSB üretiminde tasarruf sağlamak, sözde kaynakları iyi değerlendirerek ülke ekonomisine katkı sağlamak ve kendi maliyetlerini düşürmek isteyen üreticilerin OSB'leri standartların altında üreterek yaptıkları tasarruf (yapılan hesaplara göre, tutkal çeşidi ve miktarı, tabaka karışım, miktar ve yapısı, gibi etmenlerden biri yada birkaçı değiştirildiğinde) 1.000.000m² üretim için 300.000TL'yi geçmeyecektir. Üreticiler 300.000TL daha fazla kar elde edebilmek için 500.000.000TL'lik bir işte tüketicilerin 50.000.000TL zarar etmesine sebebiyet vermektedirler. Satıcılar açısından baktığımızda hangisini sattığı fark etmemektedir. OSB3 pahalı gibi görüldüğü için satılamamaktadır onun için de OSB2 satmayı tercih etmektedirler. Çok satıldığı için de üreticiler OSB2 üretimine ağırlık vermektedir. Bu durumdan dolayı satıcılar ekstra kar edemezken, Kısa

vadede üretici 300.000TL kar elde ediyor gibi görünüyorken uzun vadede bu üreticinin ürününün kalitesinin düşük olmasının sonuçları tazminatlar ve müşteri azalmaları olarak üreticiye yansiyacaktır. Tüketici açısından baktığımızda kısa vadede 2.000.000TL kar etmiş görünmekte iken yapılan inşaatın ömrünün beklenenden daha kısa sürede dolmasından dolayı gerçek zararı 50.000.000TL olacaktır. Bu durum ülke ekonomisine zarar verirken kaynaklarımızın etkin değerlendirilmemesine sebebiyet vermektedir.

Toplam Kalite için, üreticilerin ve özellikle kalite kontrol departmanlarının bakış açısı bu şekilde olmalıdır. Ülke ekonomisine gerçek anlamda katkı sağlanabilmelidir.

Sanayi 4.0 üretim tesislerimize girmeli, uygulanmalı ve iyi iletişim sağlanmalıdır. Dijitalleşme hızlandırılmalı, arz – talep, üretim ve verimlilik dengesi sağlanmalıdır. Yapay zeka'nın ormancılık sektöründe kullanılmasıyla kişisel hatalardan doğan uygunsuzlukların önüne geçilmelidir. İleride bu tez çalışması konusunda istatistiksel kesin sonuçlar elde edebilmek için yeterli sayıda deneyler yapılmalı ve bu konudaki belirsizlik ve eksiklikler giderilmelidir.



Fotoğraf 5.1 – OSB3 üzerine çatı ve cephe uygulamaları (foto: Ferhat ÇAKMAK)

KAYNAKLAR

1. Aslan, S. Ağaç Dendrolojisi Odun Anatomisi, H.Ü. Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu Ders Notları. **1994**
2. Burdurlu E. Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim – Kullanım Teknolojisi (Bizim Büro Basımevi) 319s. **1994**
3. Doğan K. Yoğunluk Farklılığının ve değişik melamin içerikli üreormaldehit tutkalının yönlendirilmiş yonga levhanın (OSB) bazı özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. **2015**
4. Dönmez, A. bazı bor bileşenlerinin kullanılması ve kraft linyen fenol formaldehit reçinesi ile kullanılan hibri aspen strilleri (populus euroamericana cv.) ile üretilen oriented strand board'un (OSB) bazı teknolojik özellikleri KTÜ Yüksek Lisans. **2015**
5. Güller, B. Odun Kompozitleri SDÜ Orman Fakültesi, Orm. End. Müh. Bölümü ISPARTA *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2.* **2001**
6. İstek, A. Tunç H. Özlüsoylu, İ. Silan İlavesinin Yönlendirilmiş Yonga Levhaların (OSB) bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 18(2):1-8. **2016**
7. Kılıç, Y. Lamine Edilmiş Kızılağaç (Alnus glutinosa) ‘ın Fiziksel ve Mekanik özellikleri ile Mobilya Endüstrisinde kullanım olanaklarının araştırılması. **1997**
8. Özçifçi A. , Kara M. E. , Karakaya B. ve Biçer E. Yönlendirilmiş Yonga Levha (OSB)'nin Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Tutkal Ve Parafin Miktarının Etkisi İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi Journal Of Advanced Technology Sciences ISSN:2147-345 cilt 6 sayı 3. **2017**
9. Sarp Villa A.Ş. web sayfası OSB (Oriented Strand Board) <http://www.sarpvilla.com.tr/tr/urun/osb-oriented-strand-board> **2005**
10. TS EN 300 – Yönlendirilmiş Lif Levhalar (OSB) - Tarifler, Sınıflandırma ve Özellikler. **2001**
11. TS EN 310 Ahşap esaslı levhalar – Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini. **1999**
12. TS EN 317 – Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Su içerisinde daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini. **1999**
13. TS EN 319 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini. **1999**
14. TS EN 325 Ahşap Esaslı Levhalar – Deney numunelerinin boyutlarının tayini. **1999**
15. YILMAZ F. Ahşap H20 Kirişlerin Üretim Parametrelerinin Mekanik Özelliklere Etkisinin Araştırılması, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Mühendislik Tezi. **2018**

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Ferhat ÇAKMAK
Doğum Yeri : Çankırı
Medeni Hali : Evli
E-posta : sarpvilla@gmail.com
Adresi : Şiringölköy Villaları No:20 Gölbaşı / Ankara
Doğum Yılı : 1972

Eğitim

Lise : 1986-1990 Ankara Bahçelievler Cumhuriyet Lisesi
Lisans : 1991-1997 Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mesleki
Teknoloji Yüksekokulu, Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği
Yüksek Lisans : 1997-

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce : İleri
Fransızca : Orta

İş Deneyimi

Sarp Villa A.Ş. Kurucu Yönetim Kurulu Başkanı

Deneyim Alanları

Ankara Sanayi Odası 16. Komite Üyesi
Orman Mühendisleri Odası Merkez Şubesi Y. Yönetim Kurulu Üyesi
Ağaçşleri Endüstri Mühendisleri Derneği Kurucu Yönetim Kurulu Başkan Vekili
T.C. 11. Kalkınma Planlarının Hazırlanması Komisyonu ve Çalışma Grubu Üyesi.

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi:

Tezden Üretilmiş Yayınlar:

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve / veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar:



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
AĞAÇ İŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 02/07/2018

Tez Başlığı / Konusu: YÖNLENDİRİLMİŞ YONGA LEVHALARIN (OSB) TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 64 sayfalık kısmına ilişkin, 02/07/2018 tarihinde [REDACTED]/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar [REDACTED]/dâhil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.


Tarih ve İmza

Adı Soyadı: FERHAT ÇAKMAK

Öğrenci No: N10222876

Anabilim Dalı: AĞAÇ İŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı: YÜKSEK MÜHENDİSLİK

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.





(Unvan, Ad Soyad, İmza)