



## PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının köşe birleştirme direnci üzerine etkisi

### The effect on the corner joint strength of 2 mm protruding PVC edge band

Nurdan Çetin YERLİKAYA 

Yalova Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi İç Mimarlık Bölümü, Yalova Türkiye

#### Eser Bilgisi/Article Info

Araştırma makalesi/Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.517353

#### Sorumlu yazar/Corresponding author

Nurdan Çetin YERLİKAYA

e-mail: ncyerlikaya@gmail.com

Geliş tarihi / Received

24.01.2019

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

08.05.2019

Kabul Tarihi / Accepted

05.08.2019

Elektronik erişim / Online available

24.06.2019

#### Anahtar kelimeler:

Kabin tipi mobilya

Köşe birleştirme

Çekme ve basınç direnci

PVC kenar bandı

Kavela

#### Keywords:

Case-type furniture

Corner joining

Tension and compression strength

PVC edge band

Dowel

#### Özet

Bu çalışmada kabin tipi mobilyalarda tutkallı ve tutkalsız L tipi kavelalı köşe birleştirmelerde 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının köşe birleştirme direnci üzerine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Deney örneklerinin hazırlanmasında melamin kaplı orta yoğunlukta lif levha (MDF-lam) ve melamin kaplı yonga levha (YL-lam) malzemeler, birleştirme elemanı olarak her bir örnekte 2'şer adet kavela ve 2 mm kalınlığında PVC kenar bandı kullanılmıştır. Kontrol (kenar bantsız), PVC kenar bantlı ve 2 mm çıkıntılı PVC kenar bantlı deney grubu olmak üzere 3 çeşit deney grubu hazırlanmıştır. Bu deney örnekleri, çekme ve basınç testine tabi tutulmuşlardır. Elde edilen eğilme moment değerleri, varyans analizi yardımıyla istatistiksel anlamda değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olacak şekilde kullanılmasının diğerlerinden %10-23 oranlarında daha yüksek eğilme moment değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

#### Abstract

In this study, it has been investigated whether the 2 mm protruding PVC edge band at L-type dowel corner joining with glue and without glue in case-type furniture has an effect on the corner joint strength. Melamine coated medium density fiber board (MDF-lam) and melamine coated particleboard (PB-lam) materials, 2 dowels in each case as fastener component, and thickness of 2 mm PVC edge band were used in the preparation of the test samples. Three kinds of experimental groups were prepared in such a way that the control (without edge band), PVC edge band, and 2 mm protruding PVC edge band. These test samples were subjected to tensile and compression testing. The bending moment values obtained were statistically analyzed by variance analysis. According to the results, it was determined that the use of 2 mm protruding PVC edge band had higher bending moment values in 10-23% of the others.

## GİRİŞ

Günümüzde çoğu mobilya üreticileri tarafından üretilen kabin tipi mobilyalarda kullanılan yüzeyleri kaplanmış yongalevhaların (YL-lam) ve liflevhaların (MDF-lam) kenarları 2 mm kalınlığında PVC (polivinil klorür) kenar bantları ile kaplanmaktadır. Yüzeyleri kaplanmış yongalevha ve liflevhaların yaygın kullanımının en önemleri sebepleri kolay işlenebilme ve kolay montaj özellikleri olarak belirtilebilir. Bu levhalar kabin tipi mobilya üretiminde kullanıldıklarında mutlaka görünen kenarlarının kenar bandı ile kaplanması zorunludur. Aksi halde yani görünen kenarlarının açık bırakılması durumunda levhalar, mobilyanın açık kalan kısımlarından su veya rutubet alıp şişerek deforme olabilmektedir. Ayrıca mobilyanın açık kalan kenarları, dışarıdan gelecek darbelerden dolayı tahrip olabilmekte veya zedelenebilmektedir. Bir diğer sebep ise mobilyanın

estetik görünebilmesi bakımından bütünlük sağlanamayacağıdır. Bütün bu sebeplerden dolayı levhaların kenarları mutlaka kenar bandı ile kaplanmalıdır ve de kaplanmaktadır. Günümüzde mobilya endüstrisinde 0.4, 1 ve 2 mm kalınlıklarında PVC kenar bantları, 0.4 mm kalınlığında melamin kenar bandı ve ahşap kenar bantları gibi çeşitli kenar bantları bulunmaktadır. Ancak birçok üretici firmanın kenar bandı olarak 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bandını tercih ettiği görülmektedir. Yongalevhalar ve liflevhaların kenarlarının çoğunlukla 2mm kalınlığında PVC kenar bantları ile kaplanmasının alıcı açısından en önemli sebepleri hem göze daha dolgun gelmesi hem de daha estetik görünümü olabilir. Hatta kullanıcı açısından daha sağlam olduğuna dair de algı yarattığı da olabilir.

Kabin tipi mobilyalarda kullanılan kenar bantları ile ilgili olarak yapılan çalışmalar şu şekildedir. Tankut ve Tankut

(2010), 0,4, 1 ve 2 mm kalınlıklarındaki PVC, melamin ve ahşap kaplama kenar bantlarının MDF-lam ve YL-lamlar da çekme ve basınç dirençleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kenar bantlı örneklerin diyagonal çekme ve basınç dirençlerinin kenar bantsız örneklerden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Melamin kenar bandının diğerlerinden daha yüksek diyagonal çekme ve basınç dirençlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. PVC kenar bantlı malzemelerin en düşük çekme ve basınç direncine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ahşap esaslı malzeme ve kenar bandı tipi bakımından dirençlerinde önemli farklılıkların olduğunu ancak kenar bandı kalınlığı ve direnç arasında açıkça bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir. Diyagonal çekme ve basınç kuvvetleri altındaki kabin tipi mobilya konstrüksiyonlarında MDF-lam malzemelerden yapılan mobilyalarda en güçlü köşe birleştirme yöntemi olarak 0.4 mm kalınlığındaki melamin kenar bantlı yabancı çıtalı birleştirmeyi önermektedirler. Bal ve Akkök (2018), mobilyalarda uygulanan L tipi köşe birleştirmelerde dikey parçanın yatay parça ile temas eden ve gizli kalan kenar kısmına 0.4 ve 0.8 mm kalınlıklarında PVC kenar bandı uygulayarak minifiks, kavela ve confirmat vida olmak üzere 3 çeşit birleştirme elemanının mekanik performanslarını araştırmışlardır. Deney sonuçlarına göre gizli kenara uygulanan kenar bandının mobilya birleştirme noktalarının mekanik performansını artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca kenar bandı kalınlığının çekme ve basınç testi sonuçları üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır.

Sözen (2008), kabin tipi mobilya düz köşe birleştirmelerinde, yonga levha ve liflevha malzemelerde yabancı çıtalı düz köşe birleştirme yöntemi ile 0.4, 1 ve 2 mm kalınlıklarında PVC, masif ve melamin kenar bantları kullanılarak deney örneklerini hazırlamış ve bunları kenar bantsız olan kontrol numuneleri ile karşılaştırmıştır. Deney sonuçlarına göre çekme deneylerinin basınç deneylerinden %18 daha yüksek performans gösterdiğini belirlemiştir. 2 mm PVC kenar bantlı örneklerin kontrol örneklerinden daha yüksek dayanıma sahip olduğu sonucuna varmışlardır. 0.4 mm kalınlığındaki kenar bantları açısından basınç deneylerinde PVC kenar bandının çekme deneyleri açısından ise melamin kenar bandının diğerlerinden daha iyi dayanım gösterdiğini

ortaya koymuştur. MDF-lam malzemelerde en iyi performansın 1 mm kalınlığındaki PVC kenar bantlarında elde edildiği belirlenmişken YL-lam malzemelerde ise 0.4 mm kalınlığındaki PVC kenar bandının en iyi performansı sağladığı belirtmiştir. MDF-lam malzemelerde 0.4 mm kalınlığındaki melamin kenar bantlarının kullanımının uygun olacağını ifade etmiştir. 1 mm kalınlığındaki PVC kenar bantlarının 1 mm kalınlığındaki masif kenar bantlarına göre çekme deneylerinde daha yüksek iken basınç deneylerinde ise daha düşük performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Aynı şekilde 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bantlarının 2 mm kalınlığındaki masif kenar bantlarına göre çekmede daha yüksek performans göstermiş iken basınçta ise daha düşük performans gösterdiğini belirtmiştir. 2 mm kalınlığındaki masif kenar bandının 1 mm kalınlığındaki masif kenar bandından daha iyi performans gösterdiğini ifade etmiştir. 1 mm kalınlığındaki kenar bantlarında en iyi performansı masif kenar bantlarında elde etmişken 2 mm kalınlığındaki kenar bantlarında ise en iyi performansı PVC kenar bantlarında elde etmiştir.

Kesik ve ark. (2017), MDF-lam malzemelerde 4 çeşit bağlantı elemanı (plastik dübelli minifiks, metal dübelli minifiks, kendinden plastik dübelli minifiks ve plastik gövdeli bağlantı elemanı) kullanarak yarısı kontrol diğer yarısı da birleştirme yüzeyine PVC kenar bandı kaplayarak toplam 80 adet deney örneği hazırlamışlardır. Bu örnekler diyagonal basınç deneyine tabi tutulmuşlardır. Deney sonuçlarına göre birleştirme yüzeylerinde PVC kullanımının MDF-lam malzemede direnci düşürdüğünü belirlemişlerdir. Bunu da birleştirme yüzeylerine kaplanan PVC'nin sürtünmeyi azaltarak moment taşıma kapasitesini azalttığını söylemişlerdir.

Yapılan bu çalışmalardan da anlaşıldığı gibi çeşitli kenar bantlarının ve kalınlıklarının direnç üzerine etkileri araştırılmıştır. Ancak çeşitli mobilyalarda da görüldüğü gibi bazı mobilyalarda daha çok estetik görünüm sağlamak amacıyla üst tablalar, kenarlardan taşırılmalı şekilde de tasarlanarak üretilmektedir. Ancak bu kenarlardan taşırmanın direnç üzerine etkisi herhangi bir araştırmacı tarafından henüz araştırılmamıştır. Bu sebeple bu boşluğu doldurmak amacıyla bu çalışma yapılmaya karar verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı:

1. Ahşap esaslı malzemelerde (MDF-lam ve YL-lam) günümüz mobilyalarında yüzey elemanı kenarlarında yaygın olarak kullanılan 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının köşe birleştirme direnci üzerine etkilerinin olup olmadığının belirlenmesi,
2. Yüzey elemanı kenarındaki 2 mm kalınlığındaki PVC kenar 2 mm çıkıntılı olmasının MDF-lam ve YL-lam malzemeler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi,
3. Tutkallı ve tutkalsız köşe birleştirmelerde 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bantları ile bantlanmış yüzey elemanının 2 mm çıkıntılı olmasının köşe birleştirme direnci üzerine etkisinin belirlenmesi,
4. Yüzey elemanı kenarındaki 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının diyagonal çekme ve basınç dirençleri üzerine etkilerinin belirlenmesi şeklindedir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

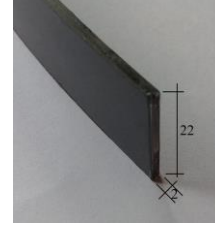
### Materyal

Deney örneklerinin hazırlanmasında ahşap esaslı malzemeler olarak piyasada yaygın olarak kullanılan 18 mm kalınlıklarında MDF-lam ve YL-lam kullanılmıştır. Bu malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinden yoğunlukları TS EN 323, rutubetleri TS EN 322, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri TS EN 310 ve ASTM D 1037 standartlarına göre belirlenmiştir.

Deney örneklerinin hazırlanmasında birleştirme elemanı olarak 8x36 mm ölçülerinde kavelalar (Şekil 1), kenar bandı olarak 2 mm kalınlığında PVC kenar bandı (Şekil 2) kullanılmıştır. Kenar bandının yapıştırılmasında yapıştırıcı madde olarak Holt-melt tutkalı kullanılırken köşe birleştirmelerde birleşme yüzeylerinde yapıştırıcı madde olarak da Mad Wolf poliüretan tutkalı kullanılmıştır.



Şekil 1. Birleştirme elemanı (düz yivli kavela)



Şekil 2. Kenar bandı

### Deney örneklerinin hazırlanması

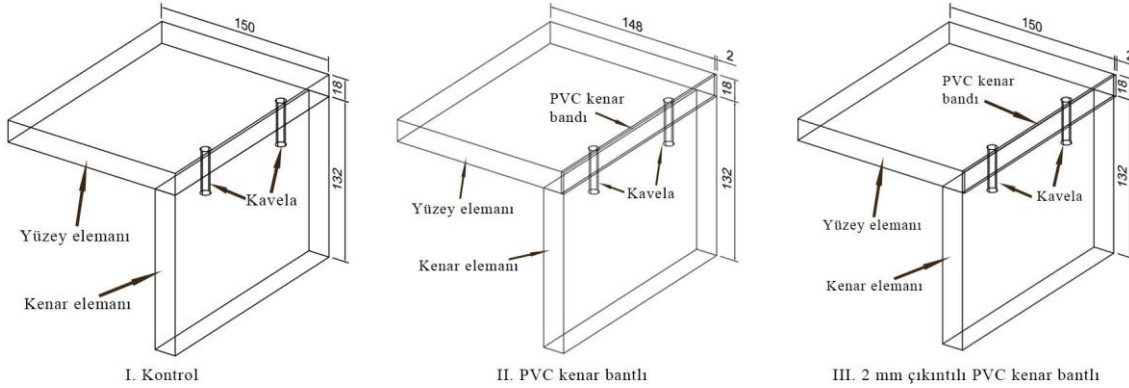
Deney örneklerinin her biri yüzey elemanı ve kenar elemanı olmak üzere 2 parçadan oluşmaktadır (Şekil 3). Bu iki elemanın tanımlamaları şu şekilde yapılmıştır: eğer birleştirme elemanı olarak kullanılan kavela, parçanın yüzeyine yerleştirilmiş ise bu parça yüzey elemanı olarak tanımlanmıştır; eğer kavela, parçanın kenarına yerleştirilmiş ise bu durumda da bu parça kenar elemanı olarak tanımlanmıştır. 18 mm kalınlığında MDF-lam ve YL-lam malzemelerden 150x196 mm ebadında (kontrol ve 2 mm PVC kaplı örnekler için) ve 152x196 mm ebadında (2 mm çıkıntılı örnekler için) yüzey elemanı ve 132x196 mm ebadında kenar elemanı Şekil 3'de görüldüğü gibi birleştirilerek toplam 240 adet deney örneği hazırlanmıştır.

Deney örnekleri her konfigürasyon için yüzey ve kenar elemanlarının birleşme yüzeyi tutkallı ve tutkalsız olarak hazırlanmıştır. Bütün deney örneklerinin birleştirilmesinde birleştirme elemanı olarak Şekil 1'de gösterilen 2'şer adet 8 mm çapında düz yivli kavela aralarında 96 mm uzaklık ve kenarlardan da 50 mm uzaklık olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kavelalı birleştirme yöntemi, piyasada en yaygın kullanılan yöntem olduğu için seçilmiştir.

Kavelalar arası uzaklık 96 mm olarak seçilmiştir. Çünkü kavelalar arası uzaklık ile ilgili yapılan çalışmalarda Norvydays at al. (2005) ve Tankut (2005) kavelalar arası uzaklığın en az 96 mm olması gerektiği, Liu ve Eckelman (1998) bu uzaklığın 57 mm olması gerektiği ve Zhang ve Eckelman (1993) ise bu uzaklığın 76 mm olması gerektiği, Yerlikaya (2014) ise MDF-lam de 96 mm kavelalar arası uzaklığın YL-lam de ise 128 mm kavelalar arası uzaklığın en optimum direnç değerine sahip olduğu ve kavelalar arası uzaklığın 96 ve 128 mm olmasının 32 ve 64 mm olmasından daha yüksek dirence sahip oldukları belirtilmiştir. Kavelalar kenarlardan 50 mm uzaklıkta

olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bunun sebebi ise Malkoçoğlu vd. (2014)'nin belirttiği gibi kavelaların kenarlardan uzaklıklarının 50 veya 60 mm olmasının 70

veya 80 mm olmasından daha yüksek dirence sahip oldukları sonucuna varmalarıdır.



Şekil 3. Köşe birleştirme deney örnekleri

Deney örnekleri:

- i. Yüzey ve kenar elemanlarının kenarları bantsız (kontrol),
- ii. Yüzey elemanı kenarına 2 mm kalınlığında PVC kenar bandı yapıştırılmış,

- iii. Yüzey elemanı kenarına 2 mm çıkıntılı olacak şekilde 2 mm kalınlığında PVC kenar bandı yapıştırılmış şekilde hazırlanmıştır (Şekil 4).



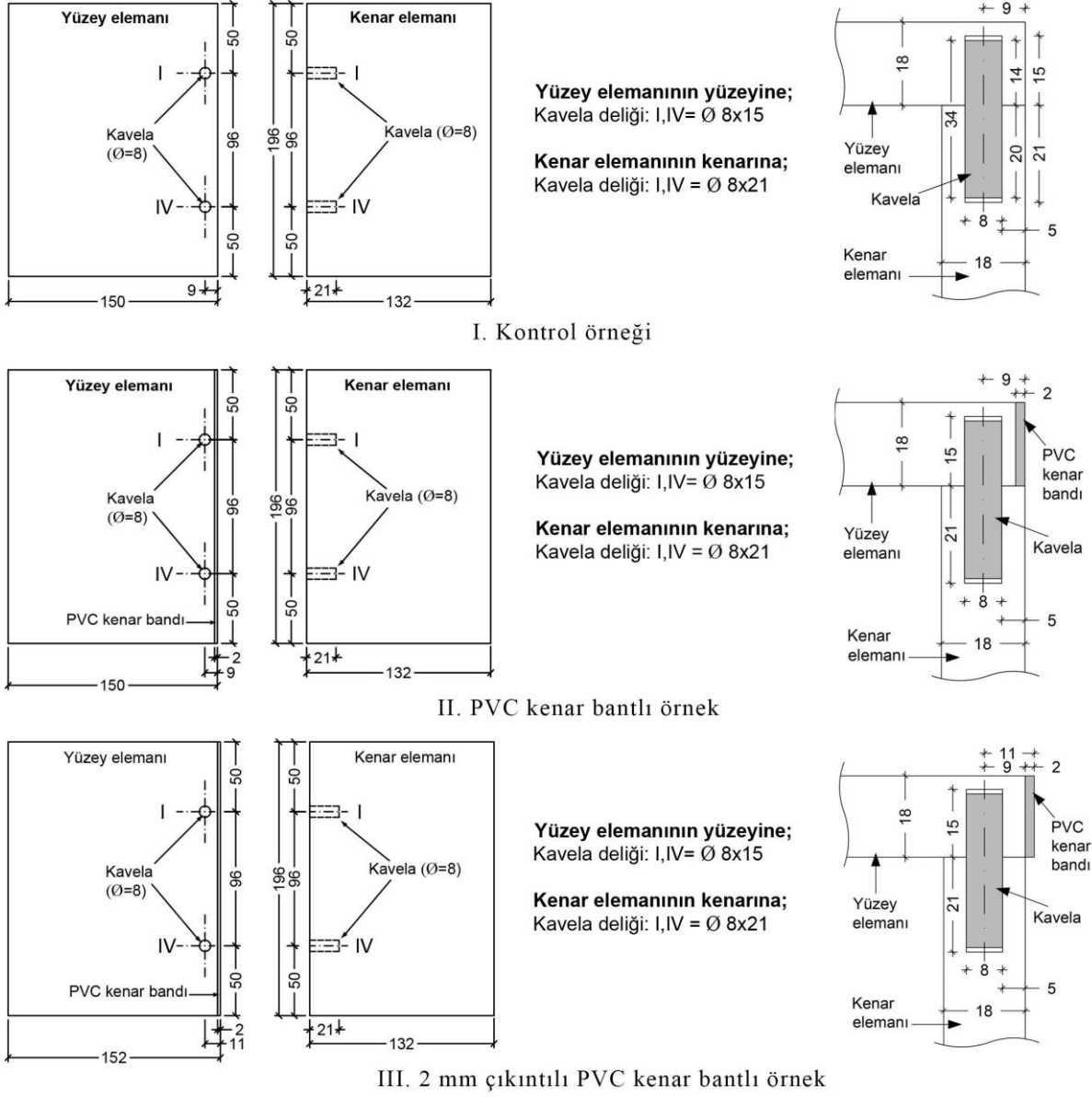
Şekil 4. Deney örnek konfigürasyonları

Deney örnekleri 2 malzeme çeşidi (MDF-lam ve YL-lam) x 3 (konfigürasyon) x 2 birleşme yüzeyi (tutkallı veya tutkalsız) x 2 deney şekli (çekme ve basınç) x 5 (tekrar) = 120 deney örneği olacak şekilde hazırlanmıştır.

Piyasadan rastgele yöntemle seçilen MDF-lam ve YL-lam levhalar hassas olmaları bakımından CNC makinede 40'ar tane 148x196 mm ebatlarında (2 mm PVC kaplı örnekler için) ve 80'er tane 150x196 mm (kontrol örnekleri ve 2 mm çıkıntılı örnekler için) ebatlarında yüzey elemanları kesilirken 120'şer adet 132x196 mm ebatlarında kenar elemanları kestirilmiştir. Hem MDF-lam hem de YL-lam malzeme için 150x196 mm ebatlarında ki 20 adet yüzey elemanının ve 60 adet kenar elemanının kenarlarına hiçbir işlem yapılmamış olup parçaların kenarları açık olarak bırakılmıştır. Geriye kalan 40 adet yüzey elemanının kenarlarına 2 mm kalınlığında PVC bant

kaplanmıştır. PVC bandı, kenar bantlama makinesinde Holt-melt tutkalı kullanılarak bantlanmıştır.

Şekil 5'de gösterilen delgi planlarına göre parçaların delinme işlemi yapılmıştır. Yani kavela delikleri için yüzey elemanlarında kenarlardan 50 mm içeride ve bu parçanın uç kısmından 9 mm içeride (kontrol ve PVC kenar bantlı örneklerde) ve 11 mm içeride (2 mm çıkıntılı PVC kenar bantlı örneklerde) olacak şekilde 8 mm çapında ve 15 mm derinliğinde parça yüzeylerine 2 adet delik delinmiştir. Kenar elemanlarında ise yine kenarlardan 50 mm içeride ve parça kenarının tam ortasında olacak şekilde 8 mm çapında ve 21 mm derinliğinde 2 adet delik açılmıştır. Daha sonra Şekil 4'de görüldüğü gibi belirlenen konfigürasyonlara göre parçalar birbirleriyle birleştirilip her bir konfigürasyon için 20 adet deney örneği hazırlanmıştır.



Şekil 5. Delgi ve kavela yerleşim planı

## Yöntem

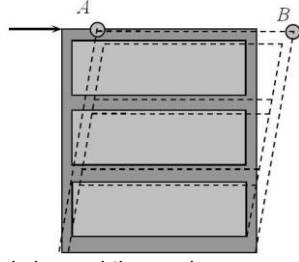
Kabin tipi mobilyalarda mobilya köşeleri yüke maruz kaldığında mobilyanın bir köşesi birleşme yerinden açılmaya zorlanırken (Şekil 6a) mobilyanın diğer köşesi ise birleşme yerinden kapanmaya zorlanmaktadır (Şekil 6b). Bu yüzden bu çalışmada hazırlanan deney örnekleri, ASTM D 1037 standardına göre Universal test cihazında kabin tipi mobilyaların maruz kaldıkları bu durumu temsil eden çekme ve basınç deneylerine (Şekil 7) tabi tutulmuşlardır. Çekme deney düzeneklerinde yük uygulanması esnasında hem yüzey ve kenar elemanlarının serbestçe hareket edebilmeleri hem de sürtünmeyi önlemek için bu parçaların temas ettikleri yerlere tekerlekli metal plakalar yerleştirilmiştir. Deneyler,

örneklerin kırılma anına ya da aşırı yük düşüşü olana kadar devam ettirilmiştir. Elde edilen maksimum yük ve yer değiştirme sonuçları bilgisayar tarafından kaydedilmiştir. Daha sonra Newton cinsinden elde edilen maksimum yük değerleri  $M=F \cdot d$  formülünde yerine koyularak eğilme momenti değerleri hesaplanmıştır. Bu formülde M, eğilme moment değeri (Nm); F, kırılma anındaki maksimum yük (N) ve d, kuvvet kolunu (m) temsil etmektedir (Eckelman 2003).

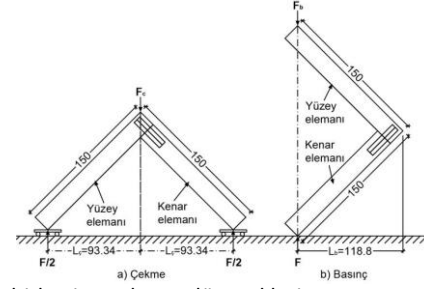
## İstatistiksel analiz

Deneyler sonucunda elde edilen veriler SPSS programında Varyans analizine tabi tutularak L-tipi köşe birleştirmelerinde kenar bandı (bantsız, 2 mm PVC ve 2

mm çıkıntılı 2 mm PVC), birleşme yüzeyi (tutkallı ve tutkalsız), malzeme çeşidi (YL-lam ve MDF-lam) ve deney şekli (çekme ve basınç) şeklindeki ana faktörlerin ilişkisi  $p < 0.01$  önem düzeyinde belirlenmiştir. Bu ana faktörlerin veya bunların birbirleri ile etkileşimlerinin istatistiksel anlamda önemli bulunması durumunda gruplar arası farklılıkları belirlenerek homojenlik gruplarının oluşturulması için Duncan testi uygulanmıştır.



Şekil 6. Yüke maruz kalan mobilyanın durumu.



Şekil 7. Köşe birleştirme deney düzenekleri

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneylerde kullanılan MDF-lam ve YL-lam ahşap esaslı malzemelerin yoğunluk, rutubet, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ortalama değerleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Deney örneklerinde kullanılan malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.

| Malzemeler | Yoğunluk [gr/cm <sup>3</sup> ] | Rutubet [%] | Em [N/mm <sup>2</sup> ] | Fm [N/mm <sup>2</sup> ] |
|------------|--------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| MDF-lam    | 0.759                          | 6.9         | 3411                    | 25.85                   |
| YL-lam     | 0.642                          | 8.1         | 2516                    | 18.59                   |

Em: Elastikiyet modülü; Fm: eğilme direnci

### Moment Değerleri

Deneyler sırasında deney örneklerine uygulanan yükler karşısında deney örnek elemanları olan yüzey ve kenar elemanlarında yani MDF-lam ve YL-lam malzemelerde ve

birleştirme elemanı olan kavelalarda herhangi bir kırılma olmamıştır. Deneyler sonucunda elde edilen değerler, Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Çekme ve basınç eğilme moment değerleri [Nm].

| Birleşme yüzeyi | Kenar Bandı             | Çekme  |         | Basınç |         |
|-----------------|-------------------------|--------|---------|--------|---------|
|                 |                         | YL-lam | MDF-lam | YL-lam | MDF-lam |
| Tutkallı        | Bantsız                 | 50.5   | 52.97   | 24.75  | 43.96   |
|                 | 2mm PVC                 | 53.2   | 58.18   | 34.98  | 43.56   |
|                 | 2 mm çıkıntılı 2 mm PVC | 56.78  | 59.74   | 34.88  | 43.91   |
| Tutkalsız       | Bantsız                 | 25.59  | 32.8    | 16.13  | 25.1    |
|                 | 2mm PVC                 | 18.2   | 26.09   | 17.84  | 23.51   |
|                 | 2 mm çıkıntılı 2 mm PVC | 35.84  | 40.02   | 23.9   | 27.83   |

Çizelge 2 ve Şekil 8’de görülen deney sonuçlarına göre L tipi köşe birleştirmelerin diyagonal çekme eğilme moment değerlerinin diyagonal basınç eğilme moment değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, Tankut ve Tankut (2010), Bal ve Akkök (2018) ve Sözen (2008) tarafından da elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

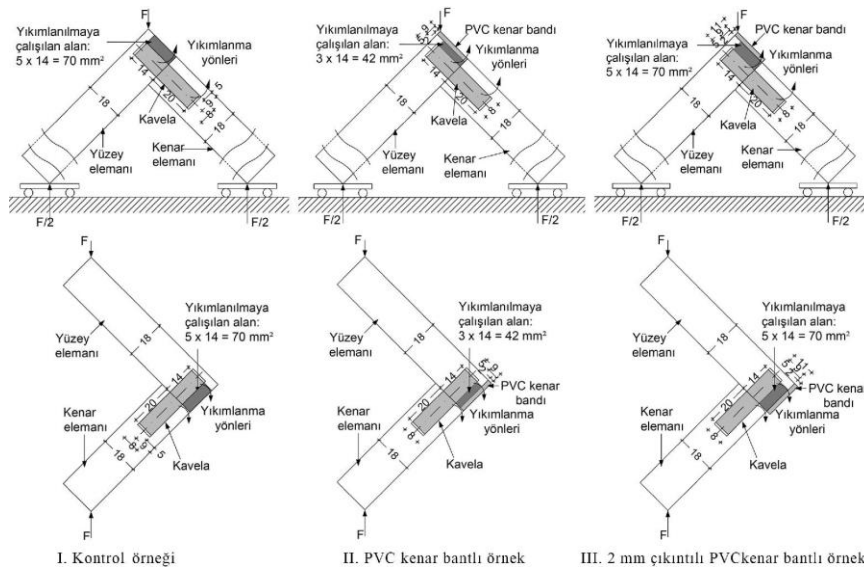
MDF-lam köşe birleştirmelerin eğilme moment değerlerinin YL-lam köşe birleştirmelerinkinden daha

yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Tankut ve Tankut (2010), Bal ve Akkök (2018) ve Sözen (2008) tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar Çizelge1’de görüldüğü gibi MDF-lam’ın özgül ağırlık değerinin yüksek ve rutubet değerinin düşük olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bilindiği gibi özgül ağırlık arttıkça ve rutubet azaldıkça mekanik özellikler artmaktadır. Ancak PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının diğer yöntemlere göre YL-lam malzemelerde sağladığı direnç

artış oranı, MDF-lam malzemelerde sağladığından çoğunlukla daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Bu oranlar; tutkalsız birleştirmelerde özellikle önemli farklılıklar göstermektedir. Tutkalsız birleşme yüzeyli deney örneklerinde kenar bandının 2 mm çıkıntılı olması, bantsız ve PVC kenar bantlı örneklere göre sırasıyla çekme deneylerinde YL-lam malzemelerde %40 ve 97, MDF-lam malzemelerde ise %22 ve 53 artış sağlarken basınç deneylerinde ise YL-lam malzemelerde %48 ve 34, MDF-lam malzemelerde ise %11 ve 18 artış sağlamaktadır. Tutkallı birleşme yüzeyli deney örneklerinde ise kenar bandının 2 mm çıkıntılı olması, bantsız ve PVC kenar bantlı örneklere göre sırasıyla çekme deneylerinde YL-lam malzemelerde %13 ve 7, MDF-lam malzemelerde ise %13 ve 3 artış sağlarken basınç deneylerinde ise YL-lam malzemelerde %41 ve 0 (değişiklik görülmemiş) artış sağlamış, MDF-lam malzemelerde ise değişiklik görülmemiştir.

Tutkallı birleştirmelerin tutkalsız birleştirmelerden daha yüksek eğilme moment değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi tutkallı birleştirmelerde ilk etapta yükü karşılayanın tutkallı birleştirme yüzey hattı olması, tutkalsız birleştirmelerde ise ilk etapta yükü karşılayanın artık birleştirme yüzey hattı değil de birleştirme elemanları ve malzemenin kendisi olması şeklinde açıklanabilir. Bu sebepten dolayı da zaten tutkallı birleştirmelerde eğilme moment değerlerindeki

farklılıkların tutkalsız birleştirmelere oranla daha az olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca kenar bandının direnç üzerine etkisinin tutkalsız birleştirmelerde tutkallı birleştirmelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tutkallı birleştirmelerde kenar bantsız örneklerin kenar bantlı örneklerden daha düşük eğilme moment değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Tankut ve Tankut (2010), Bal ve Akkök (2018) ve Sözen (2008) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Tutkalsız köşe birleştirmeler de ise çoğunlukla kenar bantsız örneklerin 2 mm PVC kenar bantlı örneklerden daha yüksek eğilme moment değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçların ise Tankut ve Tankut (2010), Bal ve Akkök (2018) ve Sözen (2008) tarafından elde ettikleri sonuçlar ile uyum göstermediği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların sebebi şu şekilde açıklanabilir. Şekil 9'da görüldüğü gibi kavelanın yıkılamaya çalıştığı alan, kontrol örneğinde  $5 \times 14 = 70 \text{ mm}^2$  iken 2 mm PVC kenar bantlı örneklerde ise  $3 \times 14 = 42 \text{ mm}^2$  dir. Yani kavelanın yıkılamaya çalıştığı alan, PVC kenar bantlı örneklerde kontrol örneklerine oranla %40 azalmaktadır. Haliyle örneklere uygulanan kuvvete karşı koyma direnci böylece azalmaktadır. Bu etkinin yani sonucun tutkallı birleştirmelerde de oluşmamasının sebebi ise örneklerin birleşme yüzeylerinde tamamen tutkal olmasından dolayıyla uygulanan yükü bu tutkal hattının karşılaması şeklinde açıklanabilir.



Şekil 9. Kavelanın yıkılamaya çalıştığı alan

Ayrıca tutkalsız köşe birleştirmelerde kenar bantsız (kontrol) örneklerin 2 mm çıkıntılı 2 mm PVC kenar bantlı örneklerden daha düşük eğilme moment değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi her iki deney örnek grubunda da yıkımlanılmaya çalışılan levha malzemesinin alanının aynı olduğu ve kontrol örneklerinde kenarlarda 2 mm kalınlığında PVC kenar bandının olmaması şeklinde belirtilebilir. 2 mm çıkıntılı örneklerin hem diyagonal çekme hem de basınç eğilme moment değerlerinin diğer örnek gruplarınıninkilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

### İstatistiksel analiz sonuçları

Yapılan Çoklu Varyans Analizi sonuçları Çizelge 3 ve 4 de verilmiştir. Hem çekme hem de basınç deneylerinde eğilme momenti üzerine malzemenin, tutkalın ve kenar

bandının etkilerinin ve tutkal ile kenar bandının karşılıklı etkileşimlerinin istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca eğilme momenti üzerine malzeme ile tutkalın karşılıklı etkileşimlerinin çekme deneylerinde istatistiksel olarak önemsiz iken basınç deneylerinde ise istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında çekme deneylerinde eğilme momenti üzerine hem malzeme ile kenar bandının hem de malzeme ile tutkal ile kenar bandının karşılıklı etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca basınç deneylerinde eğilme momenti üzerine malzeme ile kenar bandının karşılıklı etkileşimlerinin ve malzeme ile tutkal ile kenar bandının karşılıklı etkileşimlerinin %5 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.** Çekme deneyine ait Çoklu Varyans Analizi sonuçları

| Varyans Kaynakları      | Kareler Toplamı | df | Kareler Ortalaması | F Değeri | Önem Düzeyi          |
|-------------------------|-----------------|----|--------------------|----------|----------------------|
| <i>Ana Faktörler</i>    |                 |    |                    |          |                      |
| Malzeme <sup>a</sup>    | 367.283         | 1  | 367.283            | 33.394   | .000**               |
| Tutkal <sup>b</sup>     | 9733.219        | 1  | 9733.219           | 884.951  | .000**               |
| Bant <sup>c</sup>       | 965.627         | 2  | 482.814            | 43.898   | .000**               |
| <i>Etkileşimler</i>     |                 |    |                    |          |                      |
| Malzeme * Tutkal        | 32.697          | 1  | 32.697             | 2.973    | .091 <sub>n.s.</sub> |
| Malzeme * Bant          | 20.489          | 2  | 10.245             | 0.931    | .401 <sub>n.s.</sub> |
| Tutkal * Bant           | 501.055         | 2  | 250.528            | 22.778   | .000**               |
| Malzeme * Tutkal * Bant | 7.691           | 2  | 3.845              | 0.350    | .707 <sub>n.s.</sub> |
| Hata                    | 527.933         | 48 | 10.999             |          |                      |
| Düzeltilmiş Toplam      | 12155.994       | 59 |                    |          |                      |
| Toplam                  | 120487.157      | 60 |                    |          |                      |

<sup>a</sup>: MDF-lam, YL-lam; <sup>b</sup>: tutkallı, tutkalsız; <sup>c</sup>: bantsız, 2mm PVC kenar bandı, 2mm çıkıntılı 2 mm PVC kenar bandı, df: serbestlik derecesi, \*\*: %1 seviyesinde önemli, ns: önemsiz

**Çizelge 4.** Basınç deneyine ait Çoklu Varyans Analizi sonuçları

| Varyans Kaynakları      | Kareler Toplamı | df | Kareler Ortalaması | F Değeri | Önem Düzeyi |
|-------------------------|-----------------|----|--------------------|----------|-------------|
| <i>Ana Faktörler</i>    |                 |    |                    |          |             |
| Malzeme <sup>a</sup>    | 3504.846        | 1  | 3504.846           | 731.318  | .000**      |
| Tutkal <sup>b</sup>     | 1278.270        | 1  | 1278.270           | 266.723  | .000**      |
| Bant <sup>c</sup>       | 264.800         | 2  | 132.400            | 27.626   | .000**      |
| <i>Etkileşimler</i>     |                 |    |                    |          |             |
| Malzeme * Tutkal        | 138.873         | 1  | 138.873            | 28.977   | .000**      |
| Malzeme * Bant          | 82.212          | 2  | 41.106             | 8.577    | .001*       |
| Tutkal * Bant           | 178.032         | 2  | 89.016             | 18.574   | .000**      |
| Malzeme * Tutkal * Bant | 35.363          | 2  | 17.682             | 3.689    | .032*       |
| Hata                    | 230.040         | 48 | 4.793              |          |             |
| Düzeltilmiş Toplam      | 5712.436        | 59 |                    |          |             |
| Toplam                  | 59810.577       |    |                    |          |             |

<sup>a</sup>: MDF-lam, YL-lam; <sup>b</sup>: tutkallı, tutkalsız; <sup>c</sup>: bantsız, 2mm PVC kenar bandı, 2mm çıkıntılı 2 mm PVC kenar bandı, df: serbestlik derecesi; \*\*: %1 seviyesinde önemli, \*: %5 seviyesinde önemli.

Kenar bandına ait homojenlik gruplarının belirlenmesi için yapılan Duncan testinin sonuçlarına göre çekme deneylerinde 2 homojenlik grubu oluşurken basınç

deneylerinde ise 3 homojenlik grubu olduğu görülmektedir. Bu grupların çekme deney sonuçlarında kontrol örnekleri ile 2 mm PVC kenar bantlı örneklerde



istatistiksel olarak birbirinden farksız ve düşük değerlerde olduğu belirlenmiş iken 2mm çıkıntılı 2 mm PVC kenar bandı örneklerinde ise yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan bu homojenlik gruplarının

basınç deney sonuçlarında ise kontrol örneklerinin düşük, 2mm PVC kenar bandı örneklerinin orta ve 2 mm çıkıntılı 2 mm PVC kenar bandı örneklerinin ise yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Duncan testi sonuçları

| Kenar Bandı             | Çekme                   |                  | Basınç                  |                  |
|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
|                         | Ortalama eğilme momenti | Homojenlik grubu | Ortalama eğilme momenti | Homojenlik grubu |
| Kontrol                 | 40,4637                 | A                | 27,4836                 | A                |
| 2 mm PVC                | 38,9164                 | A                | 29,9697                 | B                |
| 2 mm çıkıntılı 2 mm PVC | 48,0940                 | B                | 32,6285                 | C                |

### Yıkımlanma şekilleri

Tüm deney örneklerinde yapılan yüklemeler karşısında birleştirme elemanlarında herhangi bir yıkımlanmaya rastlanmamıştır (Şekil 10). Çekme deneylerinde tutkallı tüm birleştirmelerde Şekil 10a'da görüldüğü gibi yıkımlanmalar, yüzey elemanlarında birleşme hattının hemen alt kısmından başlayarak levhanın iç tabakasına doğru levha katmanından ayrılma şeklinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu ayrılma miktarı MDF-lam malzemelerde YL-lam malzemelere göre daha fazla gözle görülebilir durumda olduğu ve levhanın daha iç tabakalarında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 2 mm çıkıntılı PVC kenar bantlı örneklerin PVC kenar bantlı örneklerden ve PVC kenar bantlı örneklerinde kontrol örneklerinden daha fazla miktarda yıkımlanmaya uğradıkları tespit edilmiştir.

Çekme deneylerinde tüm tutkalsız birleştirmelerde Şekil 10b'de görüldüğü gibi levhaların katmanlarında herhangi bir yıkımlanmaya rastlanılmamıştır. Sadece kavela delikleri etrafında bir miktar çatlakların olduğu tespit edilmiştir.

Basınç deneylerinde tutkallı birleştirmelerde Şekil 10c'de görüldüğü gibi hem MDF-lam hem de YL-lam malzemelerde kontrol örneklerinde oluşan yıkımlanmaların levhanın açıkta kalan kenarları boyunca birleşme yüzeyine yakın tabakalardan ayrılma şeklinde olduğu görülmektedir. Ayrıca MDF-lam malzemelerde yıkımlanmaların kavela deliklerinin bulunduğu kısımlarda levhaların daha iç kesimlerinde yani kavelanın uç kısmına yakın katmanlarda da olduğu görülmektedir. Bunun yanında hem MDF-lam hem de YL-lam malzemelerde PVC

ve 2 mm çıkıntılı PVC kenar bantlı örneklerde ise oluşan yıkımlanmaların hemen hemen aynı şekilde birleşme yüzeyinin hemen yakınından yüzey elemanında olduğu tespit edilmiştir. Yıkımlanma şekillerinin aynı olması eğilme moment değerlerinin de yaklaşık aynı çıkması ile örtüştüğü görülmektedir.

Basınç deneylerinde tutkalsız birleştirmelerde Şekil 10d'de görüldüğü gibi herhangi bir yıkımlanmanın oluşmadığı sadece kavelanın deliğinden çıkmaya çalışıldığı görülmektedir.

### SONUÇ

Bu çalışmada MDF-lam ve YL-lam malzemelerde günümüz mobilyalarında yüzey elemanlarının kenarlarında yaygın olarak kullanılan 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının köşe birleştirme direnci üzerine etkilerinin olup olmadığı araştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre:

1. Yüzey elemanlarının kenarında 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olacak şekilde kullanılmasının diğerlerinden %10-23 oranlarında daha yüksek dirence sahip oldukları belirlenmiştir.
2. MDF-lam malzemelerden hazırlanan deney örneklerinin YL-lam malzemelerinkinden daha yüksek dirence sahip oldukları tespit edilmiştir. Ancak PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının diğer yöntemlere göre YL-lam malzemelerde sağladığı direnç artış oranı, MDF-lam malzemelerde sağladığından daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 10. Yıkılma şekilleri (I. Kontrol, II. PVC kenar bantlı, III. 2 mm çıkıntılı PVC kenar bantlı örnek grupları).

3. Tutkallı birleştirmelerin tutkalsız birleştirmelerden daha yüksek dirence sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kenar bandının direnç üzerine etkisinin tutkalsız birleştirmelerde tutkallı birleştirmelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bantları ile bantlanmış yüzey elemanlarının 2 mm çıkıntılı olmasının köşe birleştirme direnci üzerine etkisinin önemli miktarda artışa sebep olduğu belirlenmiştir.

4. Yüzey elemanı kenarındaki 2 mm kalınlığındaki PVC kenar bandının 2 mm çıkıntılı olmasının diyagonal çekme ve basınç dirençleri üzerine olumlu yönde etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu etkinin diyagonal çekme dirençlerinde daha fazla olduğu da tespit edilmiştir.

Çeşitli mobilyalarda üst tablaların kenarlardan taşırmalı şekilde tasarlanmasının estetik görünüm sağlaması yanında direnç üzerine olumlu yönde etkisinin de olduğu görülmektedir. Ancak bu taşıma miktarının sınırları veya birbirleri arasındaki farklılıklar henüz ortaya koyulamamıştır. Bu durumun açıklığa kavuşturulmasının da önemli olacağı kaçınılmazdır.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yalova Üniversitesi bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 2014/BAP/090

### KAYNAKLAR

ASTM D 1037 (1973) Evaluating the properties of wood- base fiber and particle panel materials. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken

- Bal BC, Akkök A. (2018) Mobilya üretiminde kullanılan levhalar ile bazı birleştirme elemanlarının mekanik performansı üzerine kenar bantlama işleminin etkisi. Turkish Journal of Forestry 19(2):192-199
- Eckelman CA. (2003). Textbook of Product Engineering and Strength Design of Furniture. Purdue University. West Lafayette IN. USA
- Kesik Hİ, Çağatay K, Soysal M, Doğan K (2017) Kutu mobilya demonte köşe birleştirmelerde bağlantı elemanı ve birleştirme yüzeyinin PVC ile kaplanması işleminin moment kapasitesi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi 6(3):889-898
- Lui WQ, Eckelman CA (1998) Effect of number of fasteners on the strength of corner joints for cases. Forest Products Journal 48(1):93-95
- Malkocoglu A, Yerlikaya NC, Özşahin S (2014) Evaluation and optimization of bending moment capacity of corner joints with different boring plans in cabinet construction. Wood Research 59(1):201-216
- Norvydas V, Juodeikiene I, Minelga D (2005) The influence of glued dowel joints construction on the bending moment resistance. Materials Science 11(1):36-39
- Sözen E (2008) Kabin tipi mobilyalarda düz köşe birleştirmelerinde kullanılan kenar bandı kalınlığının ve türünün birleştirme direnci üzerindeki etkisinin belirlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, 100 s
- Tankut AN (2005) Optimum dowel spacing for corner joints in 32-mm cabinet construction. Forest Product Journal 55(12):100-104
- Tankut AN, Tankut N (2010) Evaluation the effects of edge banding type and thickness on the strength of corner joints in case-type furniture. Materials and Design 31:2956-63
- TS EN310 (1999) Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini. Türk Standartları Enstitüsü
- TS EN322 (1999) Ahşap esaslı levhalar-Rutubet miktarının tayini. Türk Standartları Enstitüsü
- TS EN323 (1999) Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini. Türk Standartları Enstitüsü
- Yerlikaya NC (2014) Investigation of optimum dowel spacing for corner joints, which are reinforced with glass-fiber fabric in case-type furniture. Wood Research 59(1):91-200
- Zhang J, Eckelman CA (1993) Rational design of multi dowel corner joints in case construction. Forest Product Journal 43(11/12):52-58