

Mobilya üretiminde kullanılan levhalar ile bazı birleştirme elemanlarının mekanik performansı üzerine kenar bantlama işleminin etkisi

Bekir Cihad Bal^{a,*}, Ahmet Akkök^b

Özet: Günümüz mobilya üretiminde, özellikle seri üretimde, en fazla tercih edilen kenar bandı 0.4 ve 0.8 mm kalınlıktaki PVC kenar bantlarıdır. Bunlar, kapaklarda, gövde ve iç kısımlarda, bazalarda, nadiren köşe birleşme noktasındaki kenarlarda ve arkalık gelecek kısımlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, mobilyalarda uygulanan L tipi köşe birleştirmelerde gizli kenara, farklı kalınlıkta kenar bandı uygulanarak birleştirme elemanlarının mekanik performansları araştırılmıştır. Bunun için, kenar bantlama işleminde 0.4 mm ve 0.8 mm PVC kenar bandı kullanılmıştır. Denemelerde birleştirme gereci olarak minifix, kavela ve confirmat vida kullanılmıştır. Ayrıca, denemeler için kenar bandı uygulanmayan bir kontrol grubu hazırlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, gizli kenara uygulanan kenar bandının, mobilya birleştirme noktalarının mekanik performansını artırdığı belirlenmiştir. Melamin kaplı lif levhalardan hazırlanan test örnekleri, melamin kaplı yonga levhalardan hazırlanan test örneklerine göre daha yüksek moment değeri vermiştir. Birleştirme gereçlerinden en düşük mekanik performans kavelada, en yüksek ise confirmat vida ile yapılan birleştirmelerde ölçülmüştür. Ayrıca, kenar bandı kalınlığının çekme ve basınç testi sonuçları üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Diyagonal çekme, Diyagonal basınç, Mobilya

The effect of the edge banding process on the mechanical performance of some of the fastener elements and boards used in manufacturing furniture

Abstract: Currently, the edge band that is preferred for producing furniture is a PVC edge band that is either 0.4 or 0.8 mm thick. Such edge bands are used on the doors, body and interior sections, and in the bases of cabinets. However, they rarely are used at the edge of the corner joint or in the back panels. In this study, we investigated the mechanical performances of some fasteners on demountable furniture, and we did so by adding 0.4 and 0.8 mm side bands onto the hidden side of the furniture's L-type corner connections. We tested three types of fixing pieces in our experiments, i.e., minifix, dowel, and confirmat screws. Also, we prepared a control group that did not have any side bands. Our findings indicated that the use of edge bands on the hidden edge increased the mechanical performance of the points at which the pieces of the furniture were joined. The test specimens prepared from melamine-coated fiber board had higher moment values than the test specimens prepared from melamine-coated particle boards. The lowest mechanical performance of the fasteners was measured in the joining, while the highest performance was measured at the joints made with confirmat screws. It also was determined that the thickness of the edge band did not have statistically significant effects on the tension and compression test results.

Keywords: Diagonal tension, Diagonal compression, Furniture

1. Giriş

Günümüzde malzeme bilimi ve üretim teknolojisi alanında çok önemli gelişmeler olmakta ve her geçen gün bu alanda yeni bazı ürünlerin ortaya çıkmasına şahit olmaktayız. Özellikle, plastik, cam, metal, ahşap esaslı malzemeler ve mineral esaslı malzemelerin yeni ve geliştirilmiş ürünlerini sıkça görmekteyiz. Bu yeni ürünler geliştirilirken burada sayılan malzemelerin teknolojik özelliklerini anlamaya çalışan farklı testler yapılmaktadır. Örneğin, eğilme direnci, şok direnci, çekme, sertlik, aşınma, ısı ve ses iletimi testleri malzeme biliminde uygulanan testlerdendir. Malzeme özelliklerini tespit etmeye yarayan

bu türden testlerin yanında, mamul ürünlerde de ürünün genel özelliklerini tespit etmeye yarayan testler yapılmaktadır. Günlük hayatımızda karşılaştığımız birçok mamul ürünün geliştirilmesinde bu testlerin çok büyük önemi vardır.

Mobilyalar, günlük hayatımızda sürekli olarak karşılaştığımız mamul ürün grubundandır. Günümüzde mobilyalar masif ağaç malzeme, ahşap esaslı levhalar, plastik, metaller, cam ve mermer gibi doğal taşlardan ve ayrıca betondan üretilmektedir (Bal ve Kılavuz, 2015). Farklı mobilyalara uygulanan ve o mobilyaların değişik özelliklerini belirlemeye yarayan, sandalye devrilme testi, çekmece testleri, masa düşürme testi ve dinamik sağlamlık testi gibi birçok test bulunmaktadır (Güray ve Baykan,

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş

^b Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adıyaman

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): bcbal@hotmail.com.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 14.02.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 01.06.2018



Citation (Atıf): Bal, B.C., 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. DOI: [10.18182/tjf.395103](https://doi.org/10.18182/tjf.395103)

1993). Bu testlerin yapılması sonuçların değerlendirilmesi ile müşteri şikâyetlerini önleyebilecek kalitede yeni mobilya yapmak mümkün olmaktadır. Örneğin, masif ağaç malzemeden yapılan bir sandalyede ek yerlerinde meydana gelen zorlanmalar ya da yonga levha-lif levha gibi panellerden üretilen bir çalışma masasında birleştirme elemanlarının olduğu yerlerde ki zorlanmalar aynı değildir. Bu türden zorlanmaların birleştirme metoduna göre ya da kullanılan birleştirme elemanına göre tespit edilmesi önemlidir. Bu türden mobilyaların birleştirme yerlerinde, bu zorlanmalardan kaynaklanan açılma, basma veya kırılma gibi deformasyonlar meydana gelmektedir. Bu gibi çalışmalar, mobilyanın ömrünün belirlenmesinde doğrudan etkili olmaktadır (Eckelman, 1978; Altınok ve Taş, 2009).

Mobilyalarda meydana gelen mekanik zorlanmaların tespiti üzerine birçok farklı çalışma geçmişte yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları masif ağaç malzemeden üretilen mobilyaların maruz kaldığı mekanik zorlanmalar üzerine yapılmıştır (Özgan ve Kaplan, 2008). Diğer bazıları ise yonga levha ve lif levhalardan üretilen mobilyaların mekanik performansı üzerine yapılmıştır. Örneğin; Altınok ve Taş (2009) melamin kaplı yonga levha ile kutu mobilyalarda köşe birleştirme noktalarının yük taşıma kapasitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada, kavela ve yabancı çıtalı olarak birleştirilmiş melamin kaplı yonga levha örneklerinde kullanılan farklı tutkalların köşe birleştirmelerdeki performansları araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı tutkal türleri (PVAc, Polimerin, Silikon) ile tutkalanmış köşe birleştirmeli örnekler hazırlanmış ve diyagonal basınç ve diyagonal çekme deneyleri uygulanmıştır. Deneyler sonunda silikon tutkallı deney örneklerinde, diğer örneklerden daha yüksek basınç ve çekme direnci tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada, Özçiftci (1995) köşe birleştirmelerden, kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı kınışlı birleştirmelerde, kavelalı birleştirmenin en iyi sonucu verdiğini belirtmiştir. Yonga levhadan hazırlanmış kutu konstrüksiyonlu köşe birleştirmelerin basınç yükü altındaki mukavemet özelliklerini araştırmışlar ve kutu mobilya üretiminde kavelalı köşe birleştirmelerin uygulanmasını önermişlerdir. Benzer bir çalışmada, Efe ve Kasal (2000) yonga levha ve lif levha ile yapılan kutu konstrüksiyonlu sabit (kavelalı ve kendinden kınışlı) ve sökülebilir (minifixli, multifixli) köşe birleştirmelerinin çekme dirençleri araştırılmıştır. Sonuçta, lif levhaların, yonga levhalara, sökülebilir birleştirmelerin de sabit birleştirmelere göre daha başarılı olduğunu belirlemişlerdir. Bir diğer çalışmada, Güntekin (2003) sökülebilir mobilya birleştirmelerinin performans özelliklerini araştırmıştır. 18 mm kalınlığında MDF ve yonga levhalardan mekanik bağlantı elemanı kullanarak köşe birleştirme örnekleri hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda mekanik bağlantı elemanları ile yapılan birleştirmelerin kavela ile yapılan birleştirmelere göre daha az dirençli ve daha esnek olduklarını belirlemiştir. Diğerlerinden farklı olarak, Sözen (2008) Kabin tipi mobilyalarda düz köşe birleştirmelerinde kullanılan kenar bandı kalınlığının ve türünün birleştirme direnci üzerindeki etkisinin belirlenmesi adlı çalışmasında kenar bandı kalınlığının performans üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonunda, 1 mm' lik PVC kenar bantları melamin kaplı lif levhalar ile en yüksek direnci verdiği belirlenmiştir. Ahşap esaslı levhalar ve metal bağlantı elemanlarının eğilme momenti üzerine etkisi, Yüksel vd. (2015) tarafından araştırılmıştır vefarklı kalınlıklardaki kontrplak, liflevha ve yonga levhaların vida,

konfirmat vida ve minifix birleştirme elemanları ile birleştirilen L tipi köşelerde eğilme momentleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, en yüksek moment kapasitesini kontrplak levhalarda ve konfirmat vidalarda elde etmişlerdir.

Genel olarak, sökülebilir mobilyalarda, bağlantı elemanlarının ve bağlantı noktasının performansının araştırıldığı önceki çalışmalarda basma ve çekme moment değerleri L tipi köşe birleştirme test örnekleri üzerinde tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu test örneği, güncel olarak kullandığımız mobilyalarda, dikey ve yatay mobilya parçalarının köşe noktalarında meydana gelen çekme ve basma zorlanmalarını tespit etmek amacı taşımaktadır. Bu köşe noktalarında parçalardan dikey olan parçanın yatay olan parça ile temas eden ve gizli kalan kenar kısmı bantlanmamaktadır. Ancak, bu bantlama işlemi yapılacak olsa, bu köşe noktasının daha yüksek performansla sahip olabileceği düşünülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda bu konuda yapılmış bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada, minifix, kavela ve konfirmat vida ile birleştirilmiş, yonga levha ve lif levhaların köşe noktalarında çekme ve basma moment kapasiteleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada deneme materyali olarak, mobilya üretiminde en fazla kullanılan levhalar olan melamin kaplı yonga levha ve melamin kaplı lif levha kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan levhalar Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir esnaftan satın alma yolu ile tedarik edilmiştir. Kullanılan levha ölçüleri 18x2100x2800 mm'dir ve üretici firma Kastamonu Entegredir. Lif levha üreticisi ise Yıldız Entegredir.

Testlerde kullanılan birleştirme gereçleri, konfirmat vida, ahşap kavela ve minifix bağlantı elemanıdır. Denemelerde Hafele firmasının 5.3 x 50 mm ölçülerinde çinkodan üretilmiş olan "confirmat sw4" kodlu ürünü kullanılmıştır. Bu vidalar panel mobilya üretiminde, özellikle T veya L bağlantı noktalarında kullanılmaktadır. Örneğin; çocuk ranzaları, elbise dolapları, bilgisayar masaları gibi mobilyalarda kullanılmaktadır. Bu vidaya ait resim Şekil 1'de gösterilmiştir.

Bir diğer bağlantı elemanı, çapı 10 mm boyu 35 mm olan ve kayın odunundan elde edilen kaveladır. Ahşap kavelalar günümüzde masif ağaç malzemeden veya odun esaslı levhalardan (yonga levha-lif levha) üretilen mobilyalarda özellikle sabit mobilya üretilecekse durumdaki plastik kavela daha fazla tercih edilmektedir. Kavela Gözde Nalbur firmasından tedarik edilmiştir (Şekil 2).

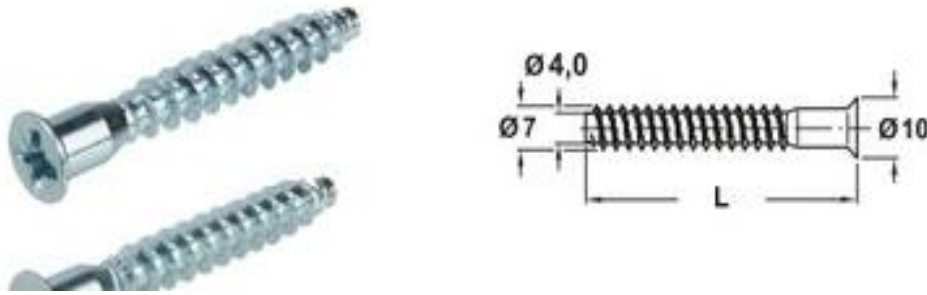
Denemelerde kullanılan minifix, dübel sonu 8 mm, dübel başı 12 mm çaplı, gövde mili 34 mm olan standart minifixdir. Minifix bağlantı elemanı günümüzde üretilen sökülebilir mobilyalarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Metal dübelli olan veya plastik dübelli olan minifix bağlantı elemanları piyasada bulunmaktadır. Denemelerde Hafele firmasının minifix bağlantı elemanı kullanılmıştır. Metal dübelli minifix resmi ise Şekil 3' te gösterilmiştir.

2.2 Metod

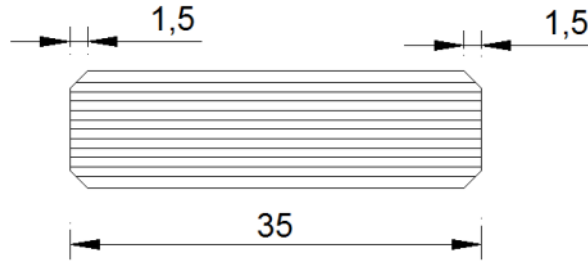
Test örnekleri, her bir test grubu için levhaların farklı yerlerinden, 200 x 150 mm ile 200 x 102 mm kesilerek hazırlanmıştır. Parça kesim işlemi çizicili daire testere makinesinde yapılmıştır. Kesilen parçalar ortamın rutubet ve sıcaklığından etkilenmemesi için hemen kenar bantlama işlemine geçilmiştir. Hazırlanan test örneklerine, kenar bantlama makinesinde 0,4 mm ve 0,8 mm PVC kenar bandı hotmelt tutkal kullanılarak yapıştırılmıştır. Hotmelt tutkal kimyasal içeriği etilen-vinil asetat'dır. PVC, melamin, masif ve ABS kenar bantlarının levha kenarına yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Tutkal APEL firmasının ürünüdür. Hazırlanan test parçalarına uygun kalıp yardımı ile birleştirme tipine uygun delikler delinmiştir. Uygun

birleştirme elemanları kullanılarak parçalar birbirlerine L köşe oluşturacak şekilde birleştirme işlemi tamamlanmıştır.

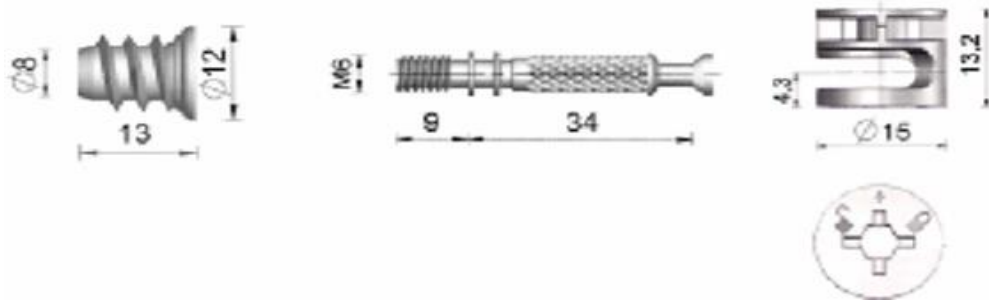
Hazırlanan deneme parçalarının testleri, statik malzeme test makinesi yardımı ile yapılmıştır. Diyagonal çekme ve diyagonal basınç testleri uygulanmıştır. Yükleme hızı 5 mm/dak olacak şekilde ayarlanmıştır. Diyagonal çekme ve basınç deney düzeneği Şekil 4'de gösterilmiştir. Asıl denemelere başlamadan önce ön deneme testleri uygulanmıştır. Bu ön deneme testlerinde, kenarı bantlanan parça (B) değil diğer parçanın kenarı (A) deforme olmuştur. Test sonunda ölçülmek istenen kuvvet ölçülememiştir. Bu nedenle A parçasının kenar kısımları uygulanan yükten zarar görmeyecek kadar çıkıntılı yapılmıştır. Sonra asıl denemeler yapılmıştır.



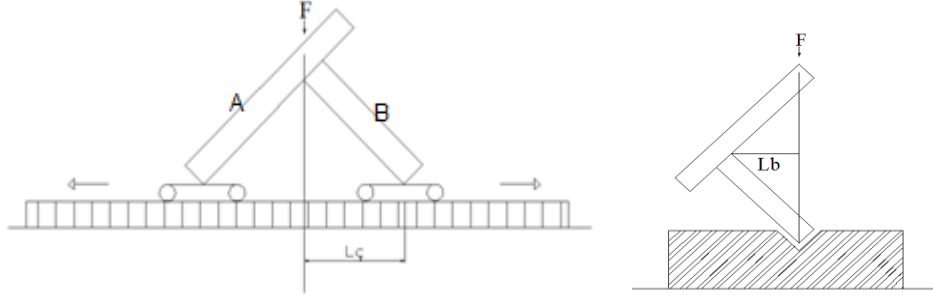
Şekil 1. Konfirmat vida (Anonim, 2015a)



Şekil 2. Denemelerde kullanılan kavela (Anonim, 2015b)



Şekil 3. Metal dübelli minifix bağlantı elemanı (Anonim, 2015a)



Şekil 4. Diyagonal çekme deney düzeneği (A), Diyagonal basınç deney düzeneği (B)

Diyagonal çekme testinde, test esnasında parçalar üzerindeki sürtünme kuvvetini minimuma indirebilmek için bilyeli bir yatak kullanılmıştır. Diyagonal çekme testinde çekme momenti ($M_{\text{ç}}$) birimi Nm, kırılma anındaki test cihazından okunan maksimum kuvvet (F_{max}) birimi N ve moment kolu uzunluğu ($L_{\text{ç}}$) birimi m olmak üzere, aşağıda verilen eşitlik (1) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$M_{\text{ç}} = (F_{\text{max}}/2) \times L_{\text{ç}} \quad (1)$$

Diyagonal basınç testinde momenti (M_b) birimi Nm, kırılma anındaki test cihazından okunan maksimum kuvvet (F_{max}) birimi N ve moment kolu uzunluğu (L_b) birimi m olmak üzere, aşağıda verilen eşitlik (2) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$M_b = F_{\text{max}} \times L_b \quad (2)$$

Kontrol grubu test örnekleri iki farklı levha ve 3 farklı birleştirme gereci kullanılarak her grup için 20 adet test örneği olmak üzere 120 adet hazırlanmıştır. Diyagonal çekme ve basınç testleri için iki farklı levhadan, iki farklı kenar bandı ile ve 3 farklı birleştirme gereci için her grupta 20 adet test örneği olmak üzere ($2 \times 2 \times 3 \times 20$) 240 adet hazırlanmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1 Diyagonal çekme ve basınç testine ait bulgular

Denemelerde kullanılan melamin kaplı lif levhaların yoğunluğu ve rutubeti sırasıyla 727 kg/m^3 ve %7.5 olarak, melamin kaplı yonga levhaların yoğunluğu ve rutubeti sırasıyla 630 kg/m^3 ve %8.3 olarak ölçülmüştür. Lif levhanın yoğunluğunun yonga levhadan daha yüksek olduğu buna karşın yonga levhanın rutubet içeriğinin lif levhadan daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar Efe vd., (2012) tarafından da elde edilmiştir. Masif ağaç malzemede ve odun esaslı levhalarda, mekanik özellikleri etkileyen en önemli faktörlerden ikisi yoğunluk ve rutubettir. Test örneğinin yoğunluğu arttıkça mekanik özellikleri artmakta ve rutubet içeriği arttıkça mekanik özellikleri azalmaktadır (Bozkurt ve Göker 1996; Bozkurt ve Erdin 1997; Bal vd. 2012; Bal vd. 2013). Bu nedenle, yoğunluğu genel olarak yüksek olan lif levhanın mekanik özelliklerinin yonga levhadan daha yüksek olduğu bilinmektedir. Ancak, eğer lif

levhanın yoğunluğu yonga levhadan düşükse bu durumda yonga levhanın mekanik özellikleri daha yüksek olabilmektedir (Bal vd., 2016). Aşağıda Çizelge 1'de verilen diyagonal çekme ve basınç testlerine ait bulgular incelendiğinde bu kurala uygun sonuçların elde edildiği, yoğunluğu yüksek olan lif levhadan daha yüksek basma ve çekme değerleri ölçüldüğü görülmektedir. Çizelge 1 genel olarak değerlendirildiğinde, yonga levha kontrol grubu hariç, diğer tüm gruplarda çekme testi sonuçlarının basma testi sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelgede kolayca görülebilen bir diğer sonuç ise deney grubu (kenarları bantlanan) test örneklerinden elde edilen çekme ve basınç testi sonuçları tüm gruplarda kontrol grubu test örneklerinden daha yüksek değerler vermiştir. Ayrıca, kenar bandı kalınlığı gruplarına ait bulgular karşılaştırıldığında ise 0.4 ve 0.8 mm kenar bandı kalınlıklarına ait test örneklerinden elde edilen bulgular arasında belirgin farklılıkların olmadığı görülmektedir. Bu durum şu şekilde yorumlanabilir. Hem yonga levha ve hem de lif levha test örneklerinde hem çekme testi hem de basınç testi uygulaması esnasında eğer kenar bandı yapıştırılmamışsa, test örneği kolayca deforme olmuştur. Ancak kenar bandı yapıştırılmışsa, bu sefer çekme ve basınç dayanımı hem 0.4 mm hem de 0.8 mm için kullanılan 3 birleştirme elemanının da dayanımından daha yüksek bir değere ulaşmış ve sonuçta levha değil birleştirme elemanı zarar görmüş ve test sona ermiştir.

Yapılan denemeler sonunda elde edilen bulgular Çizelge 1'de verilmiş ve gerekli açıklamalar yukarıda yapılmıştır. Çizelgede verilen değerlerin bazılarının açıkça birbirlerinden farklı olduğu belirtilmiştir. Ancak, bazı gruplar arasındaki farklar, ortalamaları karşılaştırarak sonuca varılamayacak şekildedir. Bu nedenle, çok daha kesin sonuçları söyleyebilmek için istatistikten yararlanılmış ve 3 yönlü ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan ANOVA testinde, bağımsız değişkenler levha tipi (yonga levha ve lif levha), bant kalınlığı (0.4 ve 0.8 mm) ve birleştirme gerecinin (konfirmat vida, kavela, minifix) bağımlı değişken olan çekme ve basınç testi üzerine etkisi olup olmadığı araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde, levha ve gereç değişkenlerinin çekme ve basınç testi üzerine önemli seviyede etkisi olduğu görülmektedir ($P < 0.001$). Bant kalınlığının ise etkisi istatistiksel olarak önemsizdir. Ayrıca levha ile gereç değişkenlerinin ortak etkileşimi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

Çizelge 1. Diyagonal basma ve çekme testi sonuçları

| Levha | Bağımsız değişkenler | | Çekme testi | | Basma testi | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | Bant kalınlığı (mm) | Birleştirme elemanı | Ortalama (Nm) | Standart Sapma | Ortalama (Nm) | Standart Sapma |
| Melamin kaplı yonga levha | Kontrol (bant yok) | Kavela | 11.7 | 2.5 | 15.22 | 5.60 |
| | | Minifix | 14.8 | 2.7 | 21.14 | 4.30 |
| | | Vida | 25.0 | 4.7 | 37.50 | 9.10 |
| | 0.4 | Kavela | 40.0 | 1.7 | 31.92 | 2.90 |
| | | Minifix | 49.2 | 4.4 | 37.72 | 2.50 |
| | | Vida | 71.2 | 8.2 | 63.48 | 7.30 |
| | 0.8 | Kavela | 39.5 | 2.0 | 32.27 | 2.70 |
| | | Minifix | 45.1 | 7.4 | 36.10 | 4.20 |
| | | Vida | 72.0 | 8.3 | 57.74 | 13.80 |
| Melamin kaplı lif levha | Kontrol (bant yok) | Kavela | 22.1 | 2.5 | 17.13 | 7.10 |
| | | Minifix | 28.6 | 3.5 | 25.63 | 3.60 |
| | | Vida | 45.7 | 7.3 | 50.52 | 12.50 |
| | 0.4 | Kavela | 46.4 | 3.5 | 44.28 | 3.60 |
| | | Minifix | 58.9 | 2.5 | 40.42 | 1.90 |
| | | Vida | 84.4 | 13.3 | 70.99 | 10.20 |
| | 0.8 | Kavela | 47.2 | 4.4 | 44.86 | 4.10 |
| | | Minifix | 55.5 | 8.8 | 41.76 | 3.30 |
| | | Vida | 91.8 | 15.4 | 71.78 | 11.90 |

Yapılan ANOVA testi sonunda bazı gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğu belirlenmiştir. Ancak hangi grupların birbirlerinden farklı olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Elde edilen Duncan testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, bant yapıştırılan gruplar ile bant yapıştırılmayan kontrol grubu arasında önemli farkların olduğu ancak, bant kalınlıkları arasında önemli bir farkın hem çekme ve hem de basınç testi sonuçlarında olmadığı görülmektedir. Ölçülen ortalama çekme testi sonuçları deney grubunda (58.53 Nm) kontrol grubundan (24.65Nm) elde edilen sonucun yaklaşık iki katıdır. Bağımsız değişken olan levha grupları arasında ki farklarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Lif levhadan elde edilen test sonuçları yonga levhadan daha yüksektir. Bağımsız değişken olan birleştirme gereci gruplarında ise en küçük ortalama çekme ve basınç testi sonuçları kavela ile birleştirilen gruplarda ve en yüksek ise konfirmat vida ile birleştirilen gruplarda ölçülmüştür.

Çizelge 2. Çekme ve basma testi sonuçlarına ait ANOVA testi önem düzeyleri

| Varyans Kaynağı | Çekme testi önem düzeyi | Basma testi önem düzeyi |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Levha (L) | 0.000 | 0.000 |
| Bant kalınlığı (BK) | 0.862 | 0.320 |
| Gereç (G) | 0.000 | 0.000 |
| Levha * Bant kalınlığı | 0.152 | 0.103 |
| Levha * Gereç | 0.001 | 0.001 |
| Bant kalınlığı * Gereç | 0.008 | 0.452 |
| L*BK*G | 0.426 | 0.252 |

Çizelge 3. Bağımsız değişkenlerin çekme ve basma testi üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

| Bağımsız değişken | | Çekme testi ortalaması (Nm) | Basınç testi ortalaması (Nm) |
|-------------------|-------------|-----------------------------|------------------------------|
| Bant kalınlığı | Bant yok | 24.65 (a) | 27.85 (a) |
| | 0.80 | 58.53 (b) | 48.25 (b) |
| | 0.40 | 58.36 (b) | 47.14 (b) |
| Levha | Yonga levha | 52.86 (a) | 43.20 (a) |
| | Lif levha | 64.04 (b) | 52.18 (b) |
| Gereç | Kavela | 43.29 (a) | 38.09 (a) |
| | Minifix | 52.20 (b) | 38.98 (a) |
| | Vida | 79.84 (c) | 65.99 (b) |

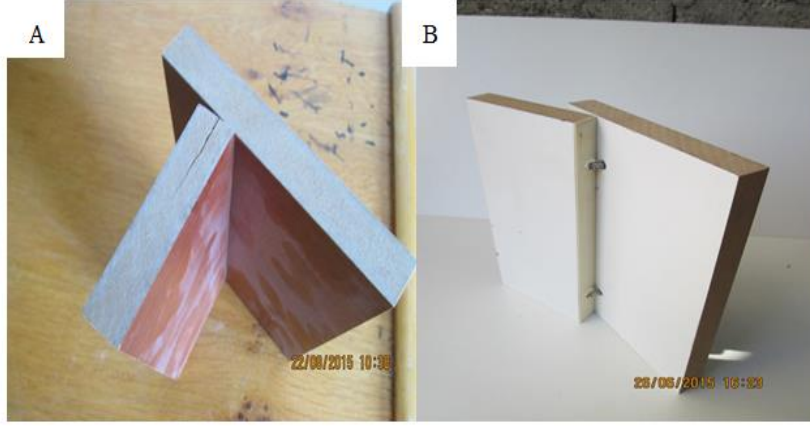
3.2. Görsel muayene sonucu elde edilen bulgular

Yapılan diyagonal çekme ve basınç testlerinin yanında, görsel olarak test örneklerinin muayene edilmesi, deformasyonun nerede ve nasıl gerçekleştiği hakkında bilgi vermiştir. Bunun yanında testin geçerli olup olmadığına da karar verilmiştir. Örneğin; Şekil 5'de konfirmat vida ve lif levha kullanılan kontrol grubu ve deney grubu test örneklerinin çekme testi sonrası görüntüsü verilmiştir. Kontrol grubunda meydana gelen deformasyon açıkça görülmektedir. Deney grubu test örneklerinde herhangi bir deformasyon görülmemiştir. Yapılan deney esnasında birleştirme gereci olan vida eğilmiş, birleştirmedeki gizli kenar (A parçası) deney grubu (kenarı bantlanan) test örneğinde zarar görmemiştir. Bu durum, kenar bantlama işleminin gizli kenara sağladığı mekanik performans artışını göstermektedir.

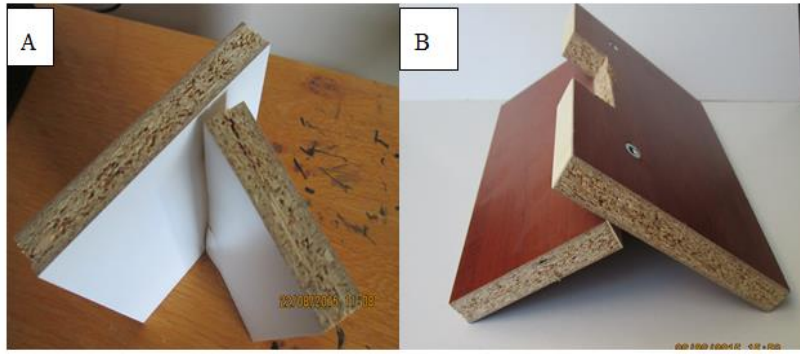
Şekil 6'da konfirmat vida ile yapılan birleştirmede, kontrol grubu test örneklerinde deformasyon gerçekleşirken (Şekil 6-A), deney grubu test örneklerinde (Şekil 6-B) herhangi bir deformasyon görülmemiştir. Kontrol grubundaki parçada çatlama meydana gelmiştir. Deney grubundaki parçada ise çatlama olmamıştır, birleştirme gereci eğilme yapmıştır. Sonuç olarak, kenar bantlama ile yonga levha kenar kısmı konfirmat vidanın dayanımından daha yüksek bir dayanıma sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 7-A'da kontrol grubu test parçasında çatlama meydana gelmiştir. Şekil 7-B'de görüleceği gibi deney grubu parçasında ise gizli kenara çekilen kenar bandı sayesinde parçada deformasyon gözlemlenmemiştir. Ancak, minifix milinin deformasyona uğradığı görülmektedir.

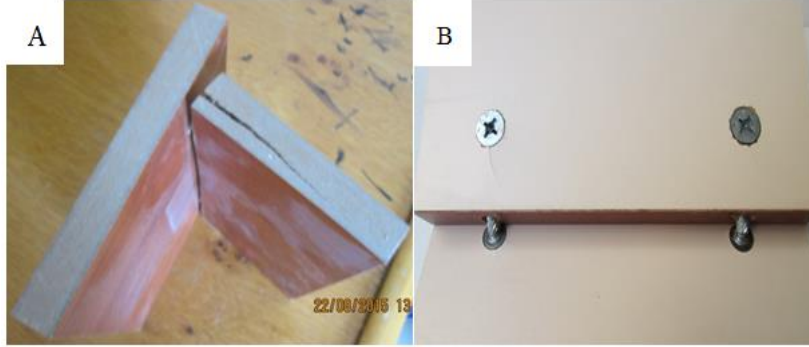
Şekil 8'de minifix ile birleştirilen yonga levha test örneğinde, kontrol grubunda parça yüzeyinde kırılma-deformasyon gözlemlenirken, birleştirme gerecinde ve deney grubunda herhangi bir deformasyon görülmemiştir. Bu örnekte dikkat edilmesi gereken farklılık ise, minifix birleştirme elmanı parçalara yerleştirilirken B parçasında iki farklı delik açılması mecburiyetidir. Bu deliklerden birisine minifix ayar vidası bir diğerine ise minifix mili takılmaktadır. Ahşap parça deliklerden dolayı zayıflamaktadır.



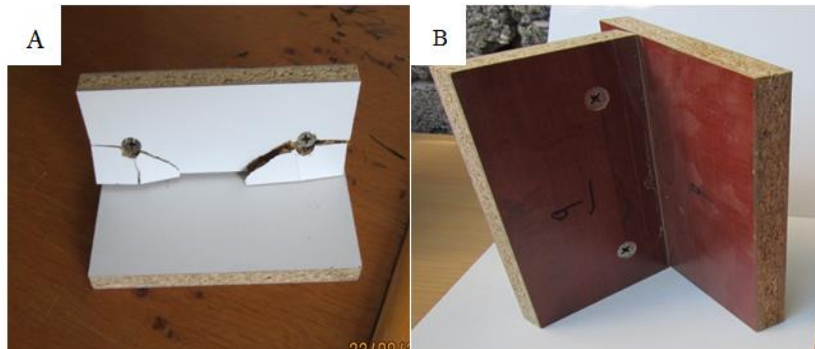
Şekil 5. Çekme testi uygulanan vida ile birleştirilen lif levha kontrol (A), deney grubu test örneği (B)



Şekil 6.Çekme testi sonrası vida ile birleştirilen yonga levha kontrol (A) ve deney grubu test örneği (B)



Şekil 7.Çekme testi sonrası minifix ile birleştirilen lif levha kontrol (A) ve deney grubu test örneği (B)



Şekil 8.Çekme testi sonrası minifix ile birleştirilen yongalevha kontrol (A) deney grubu test örneği (B)

Şekil 9'da kavela ile birleştirilen liflevha test örneklerinde, kontrol grubu test örneklerinde çatlama şeklinde deformasyon görülürken (Şekil 9-A), deney grubu test örneklerinde (Şekil 9-B) herhangi bir deformasyon görülmemiştir. Kontrol ve deney grubunda birleştirme gereci olan kavelada deformasyon görülmemiştir.

Şekil 10'da kavela ile birleştirilen yonga levha test örneklerinde, kontrol grubunda (Şekil 10-A) çatlama şeklinde deformasyon görülmüştür. Birleştirme gerecinde herhangi bir deformasyon görülmemiştir. Deney grubu test örneklerinde (Şekil 10-B) A parçasında deformasyon görülmüştür. Kenar bandı uygulanan B parçasında ise herhangi bir deformasyon görülmemiştir.

4. Sonuç ve öneriler

4.1. Sonuçlar

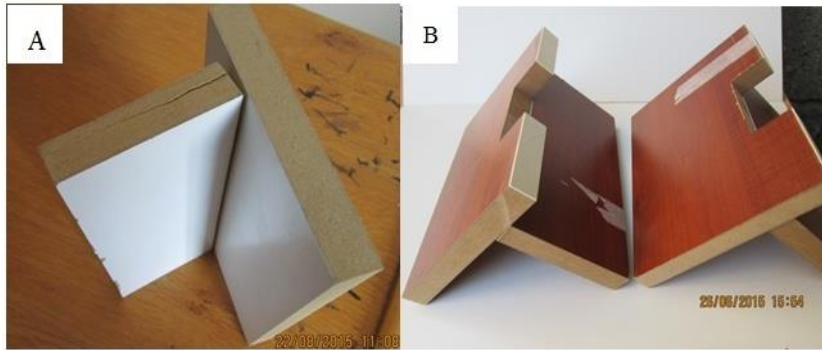
Yapılan bu çalışmada, sökülebilir mobilya üretiminde kenar bantlama işleminin birleştirme elemanlarının mekanik performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre;

- Sökülebilir mobilya üretiminde gizli kenara kenar bandı uygulaması yapılması ile bu kenar mekanik olarak önemli seviyede güçlenmiştir. Kenar bandı uygulanan deney grubu test örneklerinde deformasyon görülmemiştir. Kenar bandı uygulanmayan kontrol grubu test örneklerinin tamamında deformasyon gözlenmiştir.

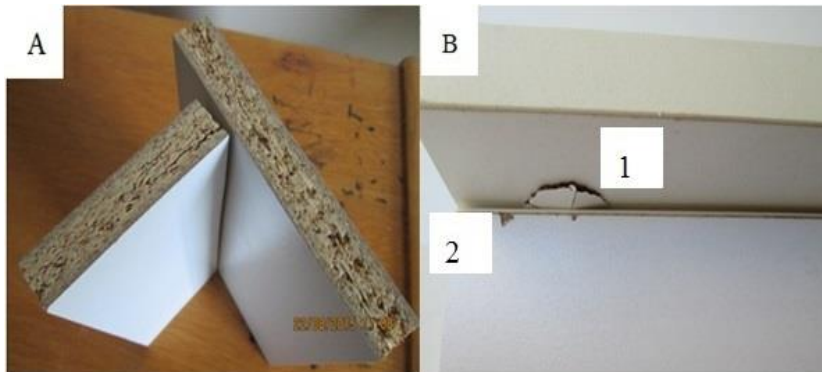
- En düşük diyagonal basma ve çekme testi kontrol grubunda elde edilmiştir. Birleştirme gereçlerinin taşıma kapasitelerine bakıldığında en düşük değerler kavelada görülmüştür. Birleştirme gereçlerinden minifixlerde orta düzeyde taşıma kapasitesi görülmüş, konfirmat vidalı birleştirmelerde ise maksimum moment taşıma kapasiteleri ölçülmüştür.
- Kenar bandı kalınlığı faktörünün çekme ve basma moment taşıma kapasiteleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu sonuçlara göre 0.4 mm kalınlıkta kenar bandı kullanımı yeterli moment taşıma kapasitesi sağlamaktadır.

4.2. Öneriler

- Sökülebilir mobilya üretiminde birleştirme gereçlerinin performansını artırmak için gizli kenara farklı kalınlıklarda kenar bandı uygulaması yapıldığında daha fazla yük taşıyabilen bir L tipi köşe elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen L köşeler mobilyanın dayanıklılığını ve kullanım ömrünü artıracaktır.
- Gizli kenara, kenar bandı uygulaması yapılması ile mobilya maliyetinde bir miktar artış olması kaçınılmazdır. Ancak, mobilyayı oluşturan malzemelerin daha fazla moment taşıma kapasitesine sahip olması göz önünde bulundurulduğunda, bu maliyetin kabul edilebilir ölçüde olduğu söylenebilir.
- Mutfak, lavabo ve banyo gibi ıslak mekân mobilyalarının üretilmesinde gizli kenara, hatta arkalık gelen kısma bile kenar bandı uygulaması önerilmektedir.



Şekil 9.Çekme testi sonrası kavela ile birleştirilen lif levha kontrol (A) ve deney grubu test örneği (B)



Şekil 10.Çekme testi sonrası kavela ile birleştirilen yonga levha kontrol (A) ve deney grubu örneği (B)

Açıklama

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi araştırma projeleri yönetim birimi başkanlığı tarafından 2015/1-43YLS numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2015a. Hafele firması ürün kataloğu. <https://www.hafele.com.tr>, Erişim tarihi: 28.01.2018.
- Anonim, 2015b. Bağlantı Elemanları. <http://www.eryildiz.net>, Erişim tarihi: 27.11.2015.
- Altınok, M., Taş, H.H., 2009. Melamin plaka ile kaplanmış yonga levhalı (YL-Lam) kutu mobilyalarda köşe birleştirmelerin yük taşıma kapasitesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(3): 305-310.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., Kaymakçı, A., 2012. Toros sedirinde genç odun ve olgun odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Journal of Engineering Sciences, 15 (2):17-27.
- Bal, B.C., Özdemir F., Altuntaş, E., 2013. Masif ağaç malzeme ve tabakalı kaplama kerestenin vida tutma direnci üzerine karşılaştırmalı bir çalışma. Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 9 (2):14-22.
- Bal, B.C., Kılavuz, M., 2015. İlk mobilya. Selçuk Üniversitesi Teknik Online Dergisi, 2015 (özel sayı): 56-69.
- Bal, B.C., Akçakaya, E., Gündeş, Z., 2016. Screw-holding capacity of melamine-faced fiberboard and particleboard used in furniture production. Muğla Journal of Science and Technology, 2(2): 49-52.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3944, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın no: 445, S: 1, İstanbul.

- Eckelman, C.A., 1978. Strength Design of Furniture, Tim. Tech. Inc., W. Lafayette, Indiana, USA.
- Efe, H., Kasal, A., 2000. Tabla tipi mobilya köşelerinde eğilme direnci özellikleri. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi, 3(4):33-45.
- Efe, H., Deniz, E., Kasal, A., Kuşkun, T., 2012. Ahşap ve plastik kavelalı kutu mobilya köşe birleştirmelerinin moment kapasitelerinin karşılaştırılması. Politeknik Dergisi, 15(3): 151-159.
- Güntekin, E., 2003. Montaja hazır mobilya birleştirmelerinin performansları. Süleyman Demirel Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi, 2:37-48.
- Güray A., Baykan İ., 1993. Mobilya endüstrisinde kalite kontrol ve test teknikleri. Hacettepe Üniversitesi, Mesleki ve Teknoloji Yüksek Okulu, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, ANKARA.
- Özgan, E., Kaplan, T., 2008. Eğilme momentine maruz çerçeve konstrüksiyonlu "L" tipi köşe birleştirmelerin performanslarının incelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(2): 385-394.
- Özçifçi, A., 1995. Yonga levha ile hazırlanan mobilya köşe birleştirmelerine ait mukavemet özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sözen, E., 2008. Kabin tipi mobilyalarda düz köşe birleştirmelerinde kullanılan kenar bandı kalınlığının ve türünün birleştirme direnci üzerindeki etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Yüksel, M., Kasal, A., Erdil, Y. Z., Acar, M., Kuşkun, T., 2015. Effects of the panel and fastener type on bending moment capacity of L-type joints for furniture cases. Pro Ligno, 11(4): 426-443.