

Farklı Tutkallar Kullanılarak Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Diyagonal Çekme ve Basınç Kuvvetinin Belirlenmesi

Abdurrahman KARAMAN¹, Şahser GÜVEN², Hüseyin YEŞİL³, M. Nuri YILDIRIM⁴

¹Uşak Üniversitesi, Banaz MYO Ormancılık Bölümü, Uşak

²Uşak Üniversitesi, Banaz MYO, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Uşak

³Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya

⁴Karabük Üniversitesi Safranbolu MYO Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Karabük

Özet: Bu çalışmada ahşap bisküvilerle hazırlanan köşe birleştirmelerinde tutkal türü ve tutkallama yüzeylerin diyagonal çekme ve basınç kuvvetine olan etkileri araştırılmıştır. Deneysel örneklerin hazırlanmasında melamin plaka ile kaplanmış orta yoğunlukta lif levha (MDFlam) kullanılmış, birleştirme elemanı olarak 20 numara (56 x 23 x 4 mm) e ahşap bisküvi, yapıştırıcı olarak ise polivinilasetat (PVAc-D4), poliüretan (PU-D4) ve epoksi tutkalları kullanılmıştır. Deneyler ASTM-D1037 standartlarına göre statik yük altında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, en yüksek diyagonal çekme ve basınç kuvveti değeri epoksi tutkalı ile ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerinin aynı zamanda MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması şeklinde hazırlanan deneysel örneklerinde elde edilmiştir. L tipi köşe birleştirmelerinde tutkal türü olarak epoksi tutkalı, tutkallama yüzeyi olarak ise hem bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerinin, hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Mobilya, Köşe Birleştirme, Tutkal, Diyagonal Çekme Kuvveti, Diyagonal Basınç Kuvveti.

Determination of the Diagonal Tensile Force and Pressure Force in Furniture Corner Assemblies Prepared by Using Different Glues

Abstract: Corner joints in box furniture constructions are exposed to certain loads due to various factors. Factors affecting strength are the selected material in the production phase, the type of connection element, the type of glue chosen as the glue, and the gluing technique. In the preparation of the test specimens, a medium density fiber plate (MDFlam) coated with a melamine plate, wood biscuits with a size of 20 (56 x 23 x 4 mm) in combination, polyvinyl acetate adhesive (PVAc-D4), polyurethane adhesive (PU-D4) Epoxy - laced. In this study, effects of glue type and gluing technique on the diagonal pressure and tensile performance of box furniture constructions were investigated. The tests were carried out under static load according to the principles specified in ASTM-D1037 standard. According to the results of the tests, higher pressure and tensile strengths were determined in the experimental samples prepared by using the two component epoxy adhesive and both the gluing of wooden biscuit surface sand holes and the gluing of MDFlam edge surfaces.

Keywords: Furniture, Corner Joint, Glue, Diagonal Tensile Force, Diagonal Pressure Force

1. Giriş

Konut ve ofislerde kullanılan mobilyalar kullanım yerlerine göre doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli zorlamalara maruz kalmaktadır. Bu zorlamalar, mobilyayı oluşturan elemanlar üzerinde çeşitli deformasyonlara neden olmaktadır. Bu yükün sonucunda mobilyaların birleştirme yerlerinde açılma, basınç ya da kırılma gibi deformasyonlar oluşur. Mobilya'nın kullanım ömrünü oluşturan yapıyı sağlayan konstrüksiyon doğrudan etkilemektedir. Bu gibi olumsuzlukları giderebilmek amacıyla mobilya yapım teknikleri ve yardımcı gereçlere ait mekanik özelliklerin gerekli analizleri yapılmalıdır (Efe ve Kasal, 2000). Mobilya köşe birleştirmesindeki konstrüksiyon tipi birleştirmenin mukavemeti açısından çok önemlidir (Kaygın vd., 2016).

Kutu mobilya köşe birleştirmeleri için ahşap esaslı bazı levhalarda yabancı çitallı birleştirme tipinin tutkal türüne göre değişen maksimum yük taşıma kapasitelerini incelemiştir. Deney sonuçlarının istatistiksel analizleri neticesinde, en iyi levhanın MDF lam olduğunu bildirmişlerdir (Altınok ve Taş, 2009).

Kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde uygulanan kavelalı köşe birleştirmelerin çeşitli tutkallarla yapılandırılmış örneklerinde basınç dirençlerini karşılaştırmışlardır. Basınç deneyleri sonucunda; lif levhalar yonga levhalardan daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (Efe vd., 2002).

Ahşap bisküvi lamellere üretim aşamasında preslenerek açılan diyagonal kanallar, tutkallı bisküvi lameller yüzeyine homojen olarak dağılmasını sağlamak amacıyla yapılmıştır. Ayrıca levhaların presli olması, bisküvi lameller tutkallı rutubetiyle şişmesini sağlayarak parça içinde sıkışmasını sağlar (Çelikel, 2006).

Plaka yâda bisküvi güçlendirmelerin daha ağır mimari ve ağaç işleri yapılarında kullanılıp kullanılmayacağını araştırmıştır.

Özel 6 numara ahşap bisküvilerle yapılmış birleştirmelerin güç ve sertliğini kıyaslamak

için bir çok örnek yapıp test etmiştir. Deney sonuçları, bisküvi birleştirmelerin lamba zıvanalı birleştirmelerle aynı direnci gösterdiğini tespit etmiştir (Hanson vd., 1995).

Kutu mobilya köşe birleştirmelerinde birleştirme elemanı olarak ahşap bisküvilerin de kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Atar vd., 2009).

Lambalı zıvanalı birleştirmelerin yerini daha hafif uygulamalarda ahşap bisküvilerin alabileceklerini belirtmişlerdir. Bisküvilerin de en az yabancı çitallı birleştirmeler kadar güçlü olduğu belirtilmektedir (Kirby ve Kelsey, 1996).

Orta birleştirmelerin direnci genellikle tutkallanmış bisküvilerden değil, birbirlerine bağlanmış yüzeylerin tutkallanmasından kaynaklanmaktadır. Köşe birleştirmelerde ise plastik bisküvili birleştirmelerin çekme direnci benzer birleştirmelerin dirençlerinden daha yüksek olduğu ve tutkallı kayın bisküvili orta birleştirmelerin benzer tip plastik bisküvili diğer birleştirmelerden daha dirençli olduğunu tespit etmiştir (Vassiliou ve Barboutis, 2006).

Kutu mobilyalarda kullanılan çeşitli bisküvi bağlantı elemanlarının bazı direnç özelliklerinin araştırılması adlı bir çalışmada; hem diyagonal basınç hem de çekme direnci deneyinde birleştirme elemanı türü toplam değerinde en yüksek değeri ahşap bisküvi, en düşük değeri plastik bisküvi gösterdiğini belirtmiştir (Türk, 2007).

Ağaç malzemenin türü, nemi, yüzey düzgünlüğü, yönü (Teğet-radyal) ve yoğunluğu gibi özelliklerin ayrıca yapıştırıcı olarak kullanılan tutkallı viskozitesi, pH oranı, yüzey penetrasyonu, molekül ağırlığı, içindeki katı madde miktarı ve tutkallama şekli gibi özelliklerin de yapışmayı

etkilediğini belirlemiştir (Rowell, 2005., Yörür vd., 2013., Yörür vd., 2014).

Yonga levhalarla oluşturulan kavelalı köşe birleştirmelerde, tutkalın hem kavela yüzeylerine hem de kavela deliği yüzeylerine sürülmesinin, sadece kavela deliği yüzeylerine sürülmesine kıyasla birleştirmelerin mukavemetini % 35 arttırdığı belirlenmiştir (Engleson, 1973).

Kutu mobilya köşe birleştirme konstrüksiyonun da uygulanan kavelalı, yabancı çatalı, bisküvi ve yüz yüze birleştirme teknikleri ayrıca poliüretan ve PVAc D3, PVAc D4 tutkalların yonga ve lif levha ile çekme ve basınç deneylerinin sonuçlarına göre; bisküvili birleştirmeler, deneyde kullanılan diğer bağlantı elemanlarından daha iyi performans göstermiştir. Tutkal türlerinden ise PVAc D4 tutkalı hem basınç hem de çekme deneylerinde daha iyi performans gösterdiğini belirtmiştir (Demirel, 2008).

Epoksi reçineleri, yüksek yapışma mukavemeti, düşük rötne miktarı, ısıl kararlılık, kısa kurlenme süresi ve uygulama sonrası hızlı bir şekilde kullanıma başlanabilmesi gibi çok iyi mekanik ve

2. Materyal ve Metot

Deney örneklerinin hazırlanmasında ahşap kompozit malzemelerden melamin plaka ile kaplanmış orta yoğunlukta lif levha (MDF' lam), birleştirme elemanı olarak 20 numara (56 x 23 x 4 mm) ölçülerinde ahşap bisküvi, yapıştırıcı olarak ise polivinilasetat (PVAc-D4), poliüretan (PU-D4) ve epoksi tutkalları kullanılmıştır.

Melamin plaka ile kaplanmış lif levha (MDFlam)

Sert ve orta sertlikteki lif levhalar; iki yüzeyi de parlak veya bir yüzü parlak diğer yüzeyi elekli şekilde üretilir. Mobilya sektörü için üretilen TS EN 64 standardındaki levhalar; 122x210, 210x280

kimyasal özellikleri sebebiyle mühendislikte artan oranda bir tüketime sahip olduğunu bildirmişlerdir (Swamy vd., 1987).

Ahşap yapılarda yüksek performanslı karbon fiber takviyeli polimerlerin epoksi ile ahşaba yapıştırılması ve kullanılan epoksinin çekme dayanımına etkisi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Optimum sıcaklıkta en iyi güçlendirme özelliklerini tespit etmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda CFRP ile Epoksi reçinesinin ahşaba yapışma sıcaklığının optimum değerlerinin tutkal üreticilerinin verdiği değerler ile uyumlu olduğunu bildirmiştir (Steiger, 2003).

Beton kirişlerin güçlendirilmesinde yeni bir kompozit olan mineral tabanlı kompozit (MBC) kullanmışlar ve CFRP ile yapılan güçlendirilmelerle karşılaştırmışlardır. Yapıştırıcı olarak epoksinin betonla dayanıklı ve iyi bir bağ yaptığını ortaya koymuşlardır (Taljsten ve Blanksvard, 2007).

Bu çalışmada, ahşap bisküvilerle hazırlanan kutu tipi mobilya konstrüksiyonların köşe birleştirmelerinde tutkal türü ve tutkallama yüzeylerinin diyagonal çekme ve basınç kuvvetine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

ve 183x366 cm genişlik ve uzunlukta, 3–32 mm kalınlıkta olan levhalardır (TS 64–3 EN 622–3, 2005).

Ahşap bisküvi

Ahşap bisküvi lamellere üretim aşamasında preslenerek açılan diyagonal kanallar, tutkalın bisküvi lameller yüzeyine homojen olarak dağılmasını sağlar. Ayrıca levhaların presli olması, bisküvi lameller tutkalın rutubetiyle şişmesini sağlayarak parça içinde sıkı bir konum almasını sağlar (Çelikel, 2006). Bisküvi lameller farklı ölçülerde bulunur ve farklı numaralarda adlandırılır. En çok kullanılanları: 20 numara (56 x 23 x 4 mm), 10 numara (53 x 19 x 4 mm), 0 numara

(47 x 15 x 4 mm) olarak üretilmekte (Verbindugs, 2005).



Şekil 1. Ahşap bisküvi (Verbindugs, 2005).

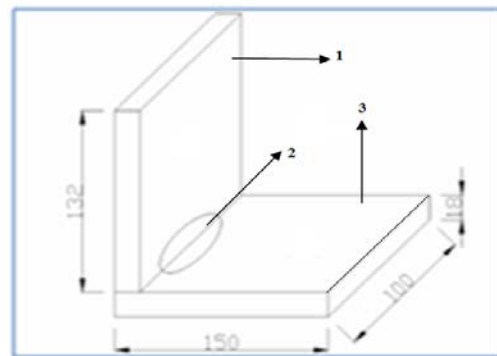
Tutkal

Polivinilasetat tutkalı (PVAc-D4) soğuk olarak uygulanması, kokusuz, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi ve yanmaz oluşu gibi avantajlı özellikleri olan bir yapıştırıcıdır. Teknik özellikleri; pH değeri 2.5, yapışma mukavemeti 27.6 N/mm², viskozitesi (20°C) 14000±1000 mPas, yoğunluğu 1.1± 0.02 g/cm³, tutkallama süresi 21°C'deki 5-6 dakika olarak üretici firma tarafından tavsiye edilmektedir (Anonim, 1996). Poliüretan tutkalı (PU-D4), tek komponentli, poliüretan esaslı, hızlı ve ortamdaki nem ile kürleşen, neme, hava şartlarına kimyasallara dayanıklı, D4 özellikli bir yapıştırıcıdır. Ahşap, MDF, beton, metal, cam, mermer, granit ve seramik yüzeylerin yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Yapı malzemenin yapıştırma işlerinde kullanıma uygundur. Tutkalın teknik özellikleri; yoğunluğu 1.1± 0.02 g/cm³, viskozitesi (25°C) 4500±500 cp, pH değeri 3, tutkallama süresi 20°C, % 65 bağıl nem şartlarında 30 dakika olarak üretici firma tarafından tavsiye edilmektedir (Anonim, 2014). Epoksi tutkalı, kimyasal maddelere dirençli, beton, çelik, ahşap ve plastik malzemelere mükemmel yapışma sağlar, arzu edilen mekanik mukavemet iki bileşenli yapışkana çok hızlı ulaşır. Yoğunluk 1.18g/cm³ -Viskozite 600-900mPas (Anonim, 2016).

Metot Deney örneklerinin hazırlanması

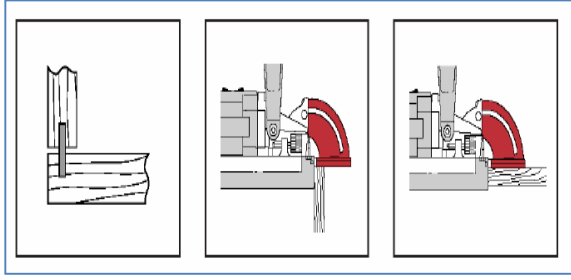
Bu çalışmada, malzeme olarak; mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ahşap kompozit levhalardan melamin plaka ile

kaplanmış orta yoğunlukta lif levha (MDFlam), birleştirme elemanı olarak 20 numaralı doğu kayınından yapılmış ahşap bisküvi ve tutkal olarak ise polivinilasetat (PVAc-D4), poliüretan (PU-D4) ve epoksi tutkalları kullanılmıştır. Toplamda (3 X 1 X 3 X 2 X 10) 180 adet deney numunesi hazırlanmıştır. Melamin plaka ile kaplanmış orta yoğunlukta lif levhadan (MDFlam), hazırlanan deney örneklerinde A elemanı 132x100x18 mm, B elemanı 150x100x18 mm ölçülerinde uygulanmıştır (Şekil 2). Bisküvi makinesinde markalamaya uygun ayarlar yapılarak, A grubu elemanların cumbalarına merkezleri 50 mm içeride, parça kalınlığının ortasından geçecek şekilde 4 mm kalınlığında, 56 mm genişliğinde, 12±1 mm derinlikte, B grubu elemanların yüzeylerine ise cumbalardan merkezleri 50 mm, maktan yüzeye merkezi 9 mm içeride, 4 mm kalınlığında, 56 mm genişliğinde, 12±1 mm derinlikte ve 12 (mm) derinliğinde ahşap bisküvinin geçeceği birer adet bisküvi parçasının girebileceği bisküvi deliği açılmıştır. Deney örneği hazırlanırken bisküvi delik makinesinin konumu Şekil 3'de gösterilmiştir. Tutkallama işleminde, üretici firma önerileri doğrultusunda A grubu numunelerin yüzeylerine, B grubu numunelerin cumbalarına, ahşap bisküvi yüzeylerine ve bisküvi delik yüzeylerine ortalama 180 ± 10 g/m² tutkal sürülmüştür. Deney örnekleri 0.2 N/mm² basınç altında soğuk preslenmiştir. Montajları yapılan örnekler 20±2 °C ve % 65±5 bağıl nem şartlarında deney anına kadar bekletilmiştir.



1: A elemanı 2: B elemanı 3: Bisküvi birleştirme elemanı

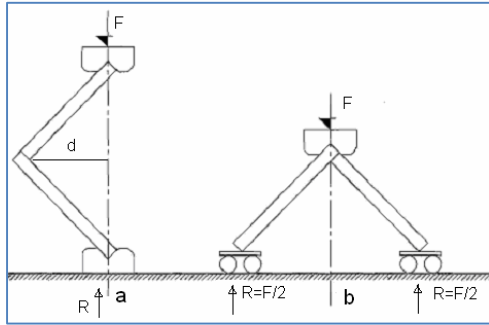
Şekil 2. A-B elemanlarından oluşan deney örneği



Şekil 3. Delik makinesinin konumu (Verbindugs, 2005).

Metot

Mobilyaların köşe birleşim yerlerinde çeşitli sebeplerden dolayı mekanik zorlanmalar meydana gelebilmektedir. Köşelere gelen zorlayıcı kuvvetler mobilyaların zamanla deformasyona uğramasına neden olabilmektedir. Bu deformasyonları tespit edebilmek için köşelerin maruz kalabileceği etkiler sembolize edilerek çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Deney metodunda benzer çalışmalardan yararlanılmış olup Şekil 4’de deney örneklerine ait diyagonal çekme ve diyagonal basınç deney düzenekleri de gösterilmiştir (Zhang vd., 2002).



Şekil 4. Deney metodu (a) diyagonal basınç deneyi (b) diyagonal çekme deneyi düzeniği (Zhang et al. 2002).

Deneyler, Simav Teknik Eğitim Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü malzeme laboratuvarında, 10 ton kapasiteli

Üniversal Test Cihazında yapılmıştır (Şekil 5). Yükleme hızı 10 mm/dak olarak ayarlanmıştır. Deney örneklerinin kırılma anındaki maksimum çekme ve basınç kuvvetleri Newton(N) cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 5. Üniversal test cihazı.

Verilerin Değerlendirilmesi

Ahşap bisküvili köşe birleştirmede tutkal türü ve tutkallama yüzeylerinin diyagonal çekme ve basınç kuvveti üzerine etkilerini belirlemek için çoklu varyans analizi yapılmıştır. Varyans kaynaklarının karşılıklı etkileşimlerinin ($p<0.05$) olarak anlamlı çıkması halinde, farklılıkların hangi faktör için önemli olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Diyagonal Çekme Deneyi

L tipi köşe birleştirmelerde deneyler sonucu elde edilen tutkal türü ve tutkallama yüzeyine göre diyagonal çekme kuvveti verileri Çizelge 1’de, çoklu varyans analizi sonuçları ise Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Diyagonal çekme kuvvetlerine ilişkin istatistiksel verileri (N).

Tutkal Türü	Tutkallama Yüzeyi	Xmin	Xmax	Xort	(Std)
Epoksi Tutkalı	I	598.01	720.44	659.21	43.43
	II	610.56	732.96	671.76	33.05
	III	953.70	1075.96	1014.77	89.82
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	I	285.26	407.66	346.64	157.55
	II	356.68	479.07	417.88	90.60
	III	340.86	463.26	402.06	89.76
Poliüretan Tutkalı (PU-D4)	I	228.27	310.67	249.48	164.10
	II	232,68	355.07	293.87	59.99
	III	257.63	380.03	318.83	49.70

(I: Sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması, II: Sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması, III: Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması)

Çizelge 2. Diyagonal çekme kuvvetlerine ait çoklu varyans analizi sonuçları.

Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<%5
Tutkal Türü (A)	2	3387949.864	1693974.932	179.070	0.000
Tutkallama Yüzeyi (B)	2	230922.235	115461.118	12.205	0.000
Etkileşim A*B	4	751010,555	187752.639	19.847	0.000
Hata	81	766246.43	9459.833		
Toplam	90	28385589.272			

Varyans analizi sonuçlarına göre, tutkal türü ve tutkallama yüzeyinin diyagonal çekme kuvveti üzerinde (p<0.05) hata payı ile önemli olduğu tespit edilmiştir. Farklılığın

hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için uygulanan Duncan testi sonuçları, tutkal türüne göre Çizelge 3’de, tutkallama tekniğine göre Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. Tutkal türüne göre Duncan testi sonuçları (N)

Tutkal Türü	Xort	HG
Epoksi Tutkalı	781.91	A
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	388.80	B
Poliüretan Tutkalı (PU-D4)	354.06	B

Çizelge 3’e göre diyagonal çekme kuvveti değerleri kıyaslandığında en yüksek değeri epoksi tutkalı (781.91 N), en düşük değeri ise poliüretan tutkalında (PU-D4) (354.06 N) örneklerinde elde edilmiştir. Epoksi tutkalı, polivinilasetat tutkalından (PVAc-D4) %

101, poliüretan tutkalından (PU-D4) ise % 121 daha fazla kuvvet taşıdığı görülmüştür. Diyagonal çekme değerinde epoksi tutkalın tutkalının yüksek bulunması yapıştırıcı moleküllerinin MDFlam ile güçlü bir bağ kurmasından olabilir.

Çizelge 4. Tutkallama yüzeyine göre Duncan testi sonuçları (N)

Tutkallama Yüzeyi	Xort	HG
III: Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	578.56	A
II: Sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	461.17	B

I: Sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması 418.44 B

Çizelge 4'e göre hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin, hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması (III) en iyi sonucu verdiği görülmektedir. Bunu sırasıyla sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması (II), sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) izlemiştir. Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması (III), sadece MDFlam cumba yüzeylerin

tutkallanması (II) % 25 ve sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) ise % 38 fazla kuvvet taşıdığı belirlenmiştir.

Diyagonal Basınç Deneyi

L tipi köşe birleştirmelerde deneyler sonucu elde edilen tutkal türü ve tutkallama yüzeyine göre diyagonal basınç kuvveti verileri Çizelge 5'de, çoklu varyans analizi sonuçları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Diyagonal basınç kuvvetlerine ilişkin istatistiksel verileri (N)

Tutkal Türü	Tutkallama Yüzeyi	Xmin	Xmax	Xort	(Std)
Epoksi Tutkalı	I	354.84	405.51	380.17	31.02
	II	373.91	424.57	399.24	19.91
	III	541.84	592.85	567.18	39.53
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	I	190.54	241.21	215.88	38.43
	II	229.24	279.91	254.57	31.67
	III	319.19	369.78	344.44	37.55
Poliüretan Tutkalı (PU-D4)	I	194.65	245.32	219.88	76.00
	II	227.78	278.45	253.11	25.89
	III	243.16	293.98	268.65	39.47

(I: Sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması, II: Sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması, III: Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması)

Çizelge 6. Diyagonal basınç kuvvetlerine ait çoklu varyans analizi sonuçları

Kaynağı	Serbestlik Kareler		Kareler Ortalaması	F Değeri	P<%5
	Derecesi	Toplamı			
Tutkal Türü (A)	2	726558.936	363279.468	224.105	0.000
Tutkallama Yüzeyi (B)	2	239598.956	119799.478	73.904	0.000
Etkileşim A*B	4	71556.269	17889.067	11.036	0.000
Hata	81	131302.786	1621.022		
Toplam	90	10534385.315			

Varyans analizi sonuçlarına göre, tutkal türü ve tutkallama yüzeyinin diyagonal basınç kuvveti üzerinde (p<0.05) hata payı ile önemli olduğu tespit edilmiştir. Farklılığın

hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için uygulanan Duncan testi sonuçları, tutkal türüne göre Çizelge 7'de, tutkallama yüzeyine göre Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 7. Tutkal türüne göre Duncan testi sonuçları (N)

Tutkal Türü	Xort	HG
Epoksi Tutkalı	448.87	A
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	271.63	B

Poliüretan Tutkalı (PU-D4) 247.25 C

Çizelge 7 incelendiğinde tutkallardan elde edilen diyagonal basınç kuvveti değerleri arasındaki fark önemli olup, en yüksek değer epoksi tutkalı (448.87 N), en düşük değer ise poliüretan tutkalı (PU-D4) (247.25 N) örneklerinde elde edilmiştir. Epoksi tutkalı, polivinilasetat tutkalından (PVAc-D4) % 65, poliüretan tutkalından (PU-D4) ise % 81 fazla kuvvet taşıdığı belirlenmiştir. Yapıştırma mukavemetlerinin farklı olması tutkalların iç yapışma dirençlerinin farklı olması söylenebilir. Epoksi tutkalının yüksek performans göstermesinin nedeni moleküler düzeyde ahşap bisküvi dış yüzeyine ve deliğine, yapışma yüzey boşluklarına hızla nüfus etmesi ve bu bölgelerde kuvvetli bir

yapışma yüzeyi oluşturmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Tutkal türünde basınç ve çekme denemeleri sonucuna göre; en yüksek kuvvet taşıma kapasitesi PVAc D4 tutkalı, ikinci derecede poliüretan tutkal, en düşük kuvvet taşıma kapasitesi ise PVAc D3 tutkalında bulunduğunu belirtmiştir (Altınok, 2003; Dizel ve Uzun, 2007; Demirel, 2008;). Yonga levha ve tutkal türü ikili etkileşimine göre; her iki yonga levha kalınlığında da en yüksek yapışma direncini PVAc tutkalı göstermiş, polimarin ve Klebit-303 tutkallarında ise daha düşük sonuçlar vermiştir (Atar, 2007).

Çizelge 8. Tutkallama yüzeyine göre Duncan testi sonuçları (N)

Tutkallama Yüzeyi	Xort	HG
III: Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	393.42	A
II: Sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	302.31	B
I: Sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması	272.01	C

tutkallanması (II) % 30 ve sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) ise % 45 fazla kuvvet taşıdığı belirlenmiştir.

Tutkalın hem kavela yüzeylerine hem de kavela deliği yüzeylerine sürülmesinin, sadece kavela deliği yüzeylerine sürülmesine kıyasla birleştirmelerin mukavemetini % 35 arttırdığı belirlenmiştir (Englesson, 1973)

4. Sonuç

Bu çalışmada melamin plaka ile kaplanmış orta yoğunlukta lif levhadan (MDFlam) yapılmış “L” tipi mobilya köşe birleştirmelerde tutkal türü ve tutkallama Yüzeyinin diyagonal çekme ve basınç kuvveti değerleri araştırılmıştır.

Tutkal türü bakımından en yüksek diyagonal çekme kuvveti değeri epoksi Tutkalında (752.70 N), en düşük diyagonal çekme kuvveti değeri ise poliüretan tutkalında (PU-D4)(339.13 N), en yüksek diyagonal basınç kuvveti değeri epoksi Tutkalında (365.77 N), en düşük diyagonal çekme kuvveti değeri ise poliüretan tutkalında (PU-D4) (198.78 N) belirlenmiştir.

Çizelge 8 incelendiğinde tutkallama yüzeyinden elde edilen diyagonal basınç kuvveti değerleri arasındaki fark önemli olup, hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması (III) en iyi sonucu vermiştir. Bunu sırasıyla sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması (II), sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) izlemiştir. Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması (III), sadece MDFlam cumba yüzeylerin

Tutkallama yüzeyleri bakımından en yüksek diyagonal çekme kuvveti değeri, hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanmasında (III) (586.80 N), en düşük diyagonal çekme kuvveti değeri ise sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanmasında (I) (449.15 N), en yüksek diyagonal basınç kuvveti değeri hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanmasında (III) (365.77 N), en düşük diyagonal çekme kuvveti değeri ise sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanmasında (I) (198.78N) olduğu belirlenmiştir.

Tutkal türü ile tutkallama yüzeylerin ikili etkileşiminden elde edilen verilere göre hem diyagonal çekme kuvveti hem de diyagonal basınç kuvveti bakımından en iyi sonucun epoksi tutkallı ile hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması ile hazırlanan deney örneklerinde, en düşük sonucun ise poliüretan tutkalı (PU-D4) ile sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) ile hazırlanan deney örneklerinde elde edilmiştir.

Epoksi tutkalının daha yüksek performans göstermesinin nedeni daha elastik olması böylece moleküler düzeyde ahşap bisküvi yüzeyine ve bisküvi deliği yüzeylerine yapışma yüzey boşluklarına diğer yapıştırıcılara göre daha fazla ve hızla nüfus ederek, bu bölgelerde tutkal ve malzeme moleküllerinin daha kuvvetli spesifik mekanik adezyon bağ kurması neticesinde kuvvetli bir yapışma yüzeyi oluşturmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Kaynaklar

Anonim, 1996. Polisan Ürün Dökümantasyonu. Kocaeli.

Anonim, 2014. Orgalok Marine Ürün Bilgi Formu 1/11. Organik Kimya San. Tic. A.Ş.

Anonim, 2016. Dost Kimya Ürün Katoloğu. İstanbul.

Altınok, M., Taş, H.H. 2009. Melamin ile Kaplanmış Yonga Levhalı (YL-Lam) Kutu Mobilyalarda Köşe Birleştirmelerin Yük Taşıma Kapasitesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13, 3, 305-310.

Altınok, M. 2003. Yabancı Çıtalı Kutu Konstrüksiyonda Levha ve Tutkal Türünün Diyagonal Basınç ve Çekme Direncine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9, 137-142.

Atar, M. 2007. PVAc Tutkalında Viskozite Değişiminin Bazı Ağaç Malzemelerde Yapışma Direncine Etkileri. Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi, 10(1), 85-91.

Atar, M., Özcifci, A., Altınok, M., Celikel, U. 2009. Determination of Diagonal Compression and Tension Performances for Case Furniture Corner Joints Constructed with Wood Biscuits, Materials And Design, 30, 665–670.

Çelikel, Ü. 2006. Ahşap Bisküvi Tipi Yabancı Çıtalı Mobilya Köşe Birleştirmelerin Direnç Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 48s.

Demirel, E. 2008. Kutu Tipi Mobilya Konstrüksiyonlarının Köşe Birleştirmelerinde Kullanılan Farklı Birleştirme Tutkal ve Malzeme Türlerinin Birleştirme Mukavemetine Etkileri. Yüksek

- Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 89s.
- Dizel, T., Uzun, İ. 2007. Yonga Levha ile Birleştirilen Kenar Masifinin Yapışma Direncine Kullanılan Tutkalın Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8(1), 15-25.
- Efe, H., Kasal, A. 2000. Kutu Konstrüksiyonlu Sabit ve Demonte Mobilya Köşe Birleştirmelerde Çekme Direnci. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(8), 61-74.
- Efe, H., Kasal, A., Gürleyen, L. 2002. Çeşitli Tutkallarla Yapıştırılmış Kutu Konstrüksiyonlu Kavelalı Köşe Birleştirmelerin Basınç Direnci. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(10), 39-56.
- Engleson, T. 1973. Summary of The Investigations of Several Particleboards in The Swedish. Unnumbered Publication, Swedish Forest Products Laboratory, 44-49.
- Hanson, S., Ring, C., Encantada, M., Staving, M., Zamora, D., Guess, T., Emerson, J. 1995. Testing of Plate (Biscuit) Joinery and Adhesive for Applicability in Constructing Architectural Products. International SAMPE Technical Conference Proceedings, 27, 125-134.
- Kaygın, B., Yörür, H., Uysal, B. 2016. Simulating Strength Behaviors of Corner Joints of Wood Constructions by Using Finite Element Method. Drvna Industrija 67 (2) 133-140.
- Kirby, I. J., Kelsey, J. 1996. Making Joints. Rodale Press.
- Rowell, R. 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press, ISBN 0-8493-1588-3, New York.
- Steiger, R. 2003. Fiber Reinforced Plastics (Frp) in Timber Structures. Empa, 1-9.
- Swamy, R.N., Jones, R., Bloxham, J.W. 1987. Structural Behaviour of Reinforced Concrete Beams Strengthened by Epoxy-Bonded Steel Plates. Structural Engineer, 65, 59-68.
- Taljsten B, Blanksvard T (2007) Mineral-Based Bonding of Carbon Frp to Strengthen Concrete Structures. Journal of Composites for Construction, 11(2), 120-128.
- TS 64-3 EN 622-3. 2005. Lif Levhalar – Özellikler – Bölüm 3: Orta Sert Levhaların Özellikleri. T.S.E, Ankara.
- Türk, M. 2007 Plastik Ve Ahşap Esaslı Kompozit Bisküvilerle Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerin Bazı Direnç Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 49s.
- Vassiliou. V., Barboutis, I. 2006. Tension Strength of Furniture Middle Joints Constructed with Biscuits. In 10th Anniversary Conference of Engineering Design, Interior and Furniture Design. 17-18 October Sofia, Bulgaria.
- Verbindugs, T. 2005. The Lamello Wood Joining System Training Course CH 4416. Lamello AG Bubendorf.
- Yörür, H., Uysal, B. 2013. The effect of steam treatment on bonding strength of impregnated wood materials. Journal of Adhesion Science and Technology, 27(8), 896-904.
- Yörür, H., Kurt, Ş., Uysal, B. 2014. Bonding Strength of Oak With Different Adhesives After Humid-Water-Heat Tests. Journal of Adhesion Science and Technology, 28(7), 690-701.

Zhang J.L., Erdil Y.Z., Eckelman. C.A. 2002.
Lateral Holding Strength of Dowel Joints
Constructe of plywood and oriented
strandboard, Forest Product Journal, 52, (7-
8),83–89