

AHŞAP BİSKÜVİLER İLE POLİVİNİLASETAT (PVAC-D4) VE EPOKSİ TUTKALLAR KULLANILARAK HAZIRLANAN T-TİPİ MOBİLYA BİRLEŞTİRMELERİNDE ÇEKME VE BASMA KUVVETİNİN BELİRLENMESİ

Abdurrahman KARAMAN¹ Mehmet Nuri YILDIRIM² Şahser GÜVEN³ Hüseyin YEŞİL⁴

¹Uşak Üniversitesi, Banaz MYO, Ormancılık Bölümü, 64500, Uşak, TÜRKİYE

²Karabük Üniversitesi, Safranbolu MYO, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 78500, Karabük, TÜRKİYE

³Uşak Üniversitesi, Banaz MYO, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 64500, Uşak, TÜRKİYE

⁴Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği T Bölümü, 43500,

abdurrahman.karaman@usak.edu.tr

Özet- Bu çalışmada ahşap bisküvilerle ile farklı tutkallar kullanılarak hazırlanan T tipi birleştirmelerin çekme ve basma kuvveti üzerinde tutkal türü ve tutkallama yüzeylerin etkileri araştırılmıştır. Deney örneklerin hazırlanmasında melamin plaka ile kaplanmış orta yoğunlukta lif levha (MDFlam) kullanılmış, birleştirme elemanı olarak 20 numara (56 x 23 x 4 mm) ahşap bisküvi, yapıştırıcı olarak ise polivinilasetat (PVAc-D4) ve epoksi tutkalları kullanılmıştır. Denemelerde 2 tutkal türü, 3 tutkallama yöntemi, 2 kuvvet çeşidi ve her örnekten 10 yinleme olmak üzere toplam 120 T-tipi deney örneği hazırlanmış ve statik yük altında çekme ve basma deneyine tabi tutulmuştur. Deneyler sonucunda; en yüksek çekme ve basınç kuvveti değerini epoksi tutkalı ile hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerinin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması şeklinde hazırlanan deney örneklerinin taşıdığı tespit edilmiştir. T 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, T Tipi Birleştirme, Tutkal, Çekme Kuvveti, Basınç Kuvveti

DETERMINATION OF TENSILE AND COMPRESSIVE STRENGTH OF T-TYPE FURNITURE ASSEMBLIES PREPARED WITH WOOD BISCUITS AND POLYVINYLLACETATE (PVAC-D4) AND EPOXY ADHESIVES

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

Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.

a melamine plate, wood biscuits with a size of 20 (56 x 23 x 4 mm) in combination, polyvinyl acetate adhesive (PVAc-D4), and Epoxy adhesive. 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. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ürün tasarımcısı, ürünün kullanımda olduğu sırada hangi tip ve büyüklükte yüklerin uygulanacağını bilmek durumundadır. Birleştirmeler, kullanım esnasında taşınması beklenen yükleri taşıyabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Mobilya birleştirmelerini oluşturmak için birçok bağlantı ve bağlama teknikleri kullanılmaktadır. Uygun tasarımın gereği olarak, bağlantı elemanlarının ve birleştirme konstrüksiyonlarının kabul edilebilir direnç özellikleri önceden bilinmelidir [1].

Ahşap bisküvi lamellere üretim aşamasında preslenerek açılan diyagonal kanallar, tutkalın bisküvi lameller yüzeyine homojen olarak dağılmasını sağlamak amacıyla yapılmıştır. Ayrıca levhaların presli olması, bisküvi lameller tutkalın rutubetiyle şişmesini sağlayarak parça içinde sıkışmasını sağlar [2].

Ahşap bisküvilerle hazırlanan mobilya köşe birleştirmelerin direnç özelliklerinin üzerine bir çok çalışma yapılmıştır [2,3,4,5,6,7,8].

T tipi mobilya köşe birleştirmelerin direnç özelliklerinin belirlenmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır [9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22].

Mobilya ve yapı elemanlarının birleşme yerlerindeki eğilme, açılma veya kırılma gibi deformasyonların genellikle tutkallama işlemlerinde meydana gelen teknolojik hatalardan kaynaklandığını bildirmiştir [23].

Yapıştırıcı olarak kullanılan tutkalın viskozitesi, pH oranı, yüzey penetrasyonu, molekül ağırlığı, içindeki katı madde miktarı ve tutkallama şekli gibi özelliklerin de yapışmayı etkilediğini belirlemiştir [24].

Kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde uygulanan kavelalı köşe birleştirmelerin, çeşitli tutkallarla yapıştırılmış örneklerin diyagonal basınç yükü altındaki moment kapasiteleri karşılaştırılmıştır. ASTM D 143-83 esaslarına göre yapılan diyagonal basınç deneyleri sonucunda; lif levhaların yonga levhalardan daha iyi sonuçlar verdiği, tutkallar arasında da en iyi sonucun ise PVAc tutkalı ile elde edildiği bildirilmiştir [25].

Epoksi reçineleri, yüksek yapışma mukavemeti, düşük rötme miktarı, ısıl kararlılık, kısa kurlenme süresi ve uygulama sonrası derhal kullanıma başlanabilmesi gibi çok iyi mekanik ve kimyasal özellikleri sebebiyle mühendislikte artan oranda bir tüketime sahip olduğunu bildirmişlerdir [26].

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 [27].

Bu çalışmada, ahşap bisküvilerle ile polivinilasetat (PVAc-D4) ve epoksi tutkallar kullanılarak hazırlanan T tipi birleştirmelerin çekme ve basma kuvveti üzerinde tutkal türü ve tutkallama yüzeyin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIALS AND METHODS)

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), ve epoksi tutkalı kullanılmıştır.

2.1 Melamin plaka ile kaplanmış lif levha (Melamine-coated fiberboard)

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 ve 183x366 cm genişlik ve uzunlukta, 3–32 mm kalınlıkta olan levhalardır [28].

2.2 Ahşap Bisküvi (Wooden Biscuit)

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 [2]. 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 üretilmektedirler [29].



Şekil 1. Ahşap bisküvi (Wooden Biscuit) [29].

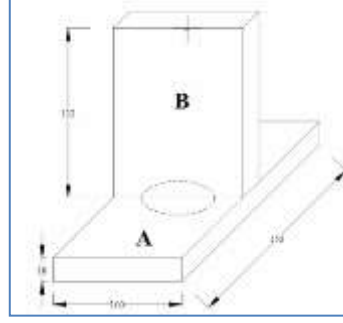
2.3 Tutkal (Adhesive)

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 [30]. 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 [31].

2.4 Deney Örneklerinin Hazırlanması (Preparation of Experimental Examples)

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), ve epoksi tutkalı, ayrıca tutkallama yöntemi olarak ise 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 yöntemleri kullanılmıştır. Denemelerde 2 tutkal türü, 3 tutkallama yöntemi, 2 kuvvet çeşidi ve her örnekten 10 yinleme olmak üzere toplam 120 T-tipi deney örneği 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 gurubu elemanların cumbalarına cumbalardan

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, maktadan 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.



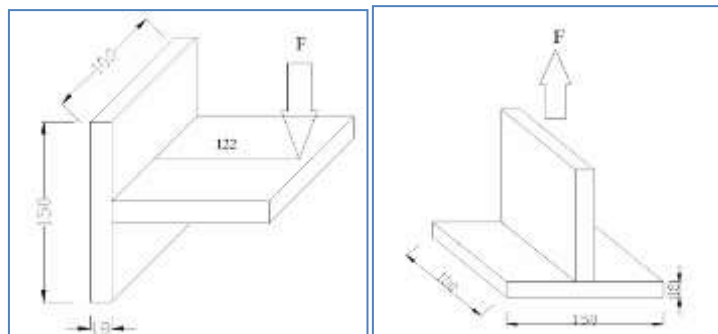
Şekil 2. A-B elemanlarından oluşan deney örneği (Experiment sample composed of A-B elements) (mm).



Şekil 3. Delik makinesinin konumu (Position of the hole machine) [29].

2.5 Deney Metodu (Test Method)

Bu çalışmada, kutu mobilya köşe birleşim yerlerinin sağlamlığı esas alınmıştır. 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 deney örneklerine ait diyagonal çekme ve diyagonal basınç deney düzenekleri (Şekil 4) de gösterilmiştir.



Şekil 4. Deney metodu (Test method)

Deneyler, Simav Teknik Eğitim Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü malzeme laboratuvarında, 10 ton kapasiteli Ünlversal Test Cihazı yapılmıştır. Makinede yükleme hızı 10 mm/dak

olarak ayarlanmıştır (Şekil 5). Deney örneklerinin kırılma anındaki maksimum çekme ve basınç kuvvetleri Newton cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 5. Deney düzeneği ve yük uygulama biçimi (Experimental setup and load application form).

2.6 Verilerin Değerlendirilmesi (Evaluation of Data)

Ahşap bisküvili polivinilasetat (PVAc-D4) ve epoksi tutkallar kullanılarak hazırlanan T tipi birleştirmede tutkal türü ve tutkallama yüzeylerinin çekme ve basma 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 (FINDINGS)

3.1 T-Tipi Birleştirme Elemanlarının Çekme Kuvveti Değerleri (Tensile Strength Values of T-Type Coupling Elements)

T tipi köşe birleştirmelerde deneyler sonucu elde edilen tutkal türü ve tutkallama yüzeyine göre çekme kuvveti verileri Tablo 1’de, çoklu varyans analizi sonuçları ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. T tipi birleştirme elemanların çekme kuvvetlerine ilişkin istatistiksel verileri (Statistical data on tensile forces of T type coupling elements) (N).

Tutkal Türü	Tutkallama Yüzeyi	Xmin	Xmax	Xort	(Std)
Epoksi Tutkalı	I	1904.36	2573.72	2239.04	823.34
	II	2416.09	3085.36	2750.69	414.84
	III	2926.50	3595.85	3261.17	768.09
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	I	1566.14	2235.50	1900.82	271.67
	II	1388.01	2057.36	1722.68	370.74
	III	1443.44	2212.80	1778.12	144.11

(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)

Tablo 2. Diyagonal çekme kuvvetlerine ait çoklu varyans analizi sonuçları (Results of multiple variance analysis of diagonal tensile forces)

Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<%5
Tutkal Türü (A)	1	13530757.914	13530757.914	48.556	0.000
Tutkallama Yüzeyi (B)	2	2067442.654	1033721.327	3.710	0.031
Etkileşim A*B	2	3322530.653	1661265.326	5,62	0.005
Hata	54	15047868.319	278664.228		

Toplam	60	344620552.516			
--------	----	---------------	--	--	--

Varyans analizi sonuçlarına göre, tutkal türü ve ikili etkileşiminin diyagonal çekme kuvveti üzerinde ($p<0,05$) hata payı ile önemli, ancak tutkallama yüzeyinin aynı güven düzeyinde önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için uygulanan Duncan testi sonuçları, tutkal türüne göre Tablo 3’de, tutkallama yüzeyine göre Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3. Tutkal türüne göre Duncan testi sonuçları (Duncan test results according to glue type) (N).

Tutkal Türü	Xort	HG
Epoksi Tutkalı	2750.30	A
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	1800.54	B

Tablo 3’e göre epoksi tutkalı kullanılarak hazırlanan örneklerde, diyagonal çekmede kuvveti taşıma kapasitesinde, polivinilasetat tutkalı (PVAc-D4) kullanılarak hazırlanmış örneklere göre ortalama % 53 daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4. Tutkallama yüzeyine göre Duncan testi sonuçları (Duncan test results relative to the gluing surface) (N).

Tutkallama Yüzeyi	Xort	HG
III: Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	2519.64	A
II: Sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	2236.68	AB
I: Sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması	2069.93	B

Tablo 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) % 13 ve sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) ise % 22 fazla kuvvet taşıdığı belirlenmiştir.

3.2 T-Tipi Birleştirme Elemanlarının Basma Kuvveti Değerleri (Compression Force Values of T-Type Coupling Elements)

T tipi köşe birleştirmelerde deneyler sonucu elde edilen tutkal türü ve tutkallama yüzeyine göre basma kuvveti verileri Tablo 5’de, çoklu varyans analizi sonuçları ise Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 5. T tipi birleştirme elemanların basma kuvvetlerine ilişkin istatistiksel verileri (Statistical data on compression forces of T type coupling elements) (N).

Tutkal Türü	Tutkallama Yüzeyi	Xmin	Xmax	Xort	(Std)
Epoksi Tutkalı	I	334.43	392.91	363.67	58.65
	II	328.58	387.06	357.82	38.33
	III	410.97	469.45	440.21	52.44
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	I	182.31	240.78	211.54	32.26
	II	272.44	330.92	301.67	50.89
	III	275.02	333.49	304.25	38.33

(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)

Tablo 6. Diyagonal çekme kuvvetlerine ait çoklu varyans analizi sonuçları (Results of multiple variance analysis of diagonal compression forces)

Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<%5
Tutkal Türü (A)	1	197485.531	197485.531	92.852	0.000
Tutkallama Yüzeyi (B)	2	71613.367	35806.684	16.835	0.000
Etkileşim A*B	2	26408.301	13204.151	6.208	0.004
Hata	54	2126.891			
Toplam	60				

Varyans analizi sonuçlarına göre, tutkal türü, tutkallama yüzeyi ve ikili etkileşiminin 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 Tablo 7’de, tutkallama yüzeyine göre Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo7. Tutkal türüne göre Duncan testi sonuçları (Duncan test results according to glue type) (N).

Tutkal Türü	Xort	HG
Epoksi Tutkalı	387.23	A
Polivinilasetat Tutkalı (PVAc-D4)	272.49	B

Tablo 7 incelendiğinde tutkallardan elde edilen diyagonal basınç kuvveti değerleri arasındaki fark önemli olup, epoksi tutkalın polivinilasetat tutkalından (PVAc-D4) % 42 daha fazla kuvvet taşıdığı tespit edilmiştir.

Tablo 8. Tutkallama yüzeyine göre Duncan testi sonuçları (Duncan test results relative to the gluing surface (N)).

Tutkallama Yüzeyi	Xort	HG
III: Hem ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin hem de MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	372.23	A
II: Sadece MDFlam cumba ve yüzeylerin tutkallanması	329.74	B
I: Sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması	287.61	C

Tablo 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 ve yüzeylerin tutkallanması (II) % 13 ve sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) ise % 30 fazla kuvvet taşıdığı belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

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 T birleştirmelerin diyagonal çekme kuvveti değeri epoksi tutkalında polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalından % 53, diyagonal basınç kuvveti değeri ise epoksi tutkalında polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalından % 42 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerin farklı çıkması tutkalların kimyasal yapısından kaynaklanabilir. 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.

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 [32-33]. Yonga levha ve tutkal türü ikili etkileşimine göre; her iki yonga levha kalınlığında da en yüksek yapışma direncini PVAc tutkalı göstermiş, polimerin ve Klebit-303 tutkallarında ise daha düşük sonuçlar vermiştir [34].

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.

Tutkalın hem kavala yüzeylerine hem de kavala deliği yüzeylerine sürülmesinin, sadece kavala deliği yüzeylerine sürülmesine kıyasla birleştirme mukavemetini %35 artırdığı belirlenmiştir [35].

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 polivinilasetat tutkalı (PVAc-D4) ile sadece ahşap bisküvi yüzeylerin ve bisküvi deliği yüzeylerin tutkallanması (I) ile hazırlanan deney örneklerinde elde edilmiştir.

Bundan sonraki bilimsel çalışmalarda değişik tutkallarla farklı ağaç türleri ve çeşitli birleştirme elemanları kullanılarak benzeri çalışmaların yapılması faydalı olacaktır.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Kasal, A., (2004). *Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerden Üretilmiş Çerçeve Konstrüksiyonlu Koltukların Performansları*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [2] Çelikel, Ü., (2006). *Ahşap Bisküvi Tipi Yabancı Çıtalı Mobilya Köşe Birleştirmelerin Direnç Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [3] Vassiliou, V., and 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.
- [4] Türk, M., (2007). *Plastik ve Ahşap Esaslı Kompozit Bisküvilerle Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerin Bazı Direnç Özelliklerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [5] Demirel, E., (2008). *Kutu Tipi Mobilya Konstrüksiyonlarının Köşe Birleştirmelerinde Kullanılan Farklı Birleştirme Tutkal ve Malzeme Türlerinin Birleştirme Mukavemetine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [6] Atar, M., Özçifci, A., Altınok M., and 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.
- [7] Tüfekli, Y., (2010). Petek Dolgulu Levhalar Ve Farklı Yapım Teknikleri İle Üretilmiş “L” Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerin Moment Taşıma Kapasiteleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [8] Yüce, Y., (2016). *Ahşap Kompozit Levhalar ve Bisküvi Birleştirme Tekniği ile Üretilmiş Mobilya Köşe Birleştirmelerinin Direnç Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [9] Eckelman, C. A., (1970). Bending Strength and Moment Rotation Characteristics of Two-Pin Dowel Joints, *Forest Product Journal*, 21(3), 35-39.
- [10] Efe, H., (1998). Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya “T” Birleştirmelerinin Mekanik Davranış Özellikleri, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(6), 113-131.
- [11] Kasal, A., (1998). Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Masa Ayak Kayıt Birleştirmelerde Köşe Takozunun Birleştirme Direncine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [12] Altınok, M., Söğütlü, C., and Döngel, N., (2000). Şerit Testerede Açılmış Zıvanalı Birleşmenin Çekme Direncini Etkileyen Temel Faktörlerin Analizi, *Teknoloji Dergisi*, 3(2-3), 195-203.

- [13] Efe, H., and İmirzi, H. Ö., (2001). Çerçeve Konstrüksiyonlu Masif Mobilya “T” Birleştirmelerde Çekme Dirençleri Karşılaştırmaları, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 4(4), 95-101.
- [14] Efe, H., Zhang, J. L., Erdil, Y. Z., and Kasal, A., (2003). Moment Capacity of Traditional and Alternative T-Type End to Side Grain Furniture Joints, *Forest Product Journal*, 55(5), 69-73.
- [15] Efe, H., and Kasal, A., (2003). Çerçeve Konstrüksiyonlu mobilya ”T” Tipi Kavelalı Birleştirmelerde Köşe Destek Elemanı Boyutunun Çekme Direncine Etkisi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 339-350.
- [16] Erdil, Y. Z., Kasal, A., and Eckelman, C. A., (2005). Bending Moment Capacity of Rectengular Mortise and Tenon Furniture Joints, *Forest Products Journal*, 55(12), 209-213.
- [17] Eckelman, C. A., and Haviarova, E., (2006) Effect of Shoulders on BendingMoment Capacity of Round Mortise and Tenon Joints, *Forest Products Journal*, 56(1), 82-86.
- [18] Kasal. A., Efe, H., and Diler, H., (2006). Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyada Lambalı-Kinişli Köşe Birleştirmelerin Eğilme Moment Dirençleri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 111-124.
- [19] Likos, E., (2009). Farklı Ağaç Malzemelerden Hazırlanan Zıvanalı Mobilya Birleştirmelerde Zıvana Kesiti Geometrisinin Eğilme Direncine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [20] Ratnasingam, J., Ioras, F., and McNulty, T., (2010). Fatigue Strength of Mortise and Tenon Furniture Joints Made from Oil Palm Lumber and Some Malaysian Timbers, *Journal of Applied Sciences*, 10(22), 2869-2874.
- [21] Çağatay, K., (2011). Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Birleştirmelerinde Farklı Tekniklerin Mukavemet Özelliklerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [22] Diler, H., Kasal, A., Demirci, S., and Kuşkun, T., (2013). T-Tipi Mobilya Birleştirmelerinde Ağaç Türü, Tutkal Çeşidi ve Zıvana Ölçülerinin Çekme Kuvveti Kapasitesine Etkileri, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 287-299.
- [23] Smardzewski, J., (2002). Technological Heterogeneity of Adhesive Bonds in Wood Joints. *Wood Science and Technology*, 36(3), 213-227.
- [24] Rowell, R., (2005). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*, CRC Press, ISBN 0-8493-1588-3, New York.
- [25] Efe. H., Kasal, A., and Gürleyen, L., (2002). Çeşitli Tutkallarla Yapıştırılmış Kutu Konstrüksiyonlu Kavelalı Köşe Birleştirmelerin Basınç Direnci, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(10), 39-56.
- [26] Swamy, R. N., Jones, R., and Bloxham, J. W., (1987). Structural behaviour of reinforced concrete beams strengthened by epoxy-bonded steel plates, *Structural Engineer*, 65, 59-68.
- [27] Taljsten, B., and Blanksvard, T., (2007). Mineral-Based Bonding of Carbon Frp To Strengthen Concrete Structures, *Journal of Composites for Construction*, 11(2), 120-128.
- [28] TS 64-3, EN 622-3, (1999). Lif Levhalar - Özellikler-Bölüm 3: Orta Sert Levhaların Özellikleri, Türk Standartları Enstitüsü.
- [29] Verbindugs, T., (2005). *The lamello wood joinig system training course CH 4416*, Lamello AG Bubendorf.
- [30] Anonim, (1996). Polisan Ürün Dökümantasyonu, Kocaeli.
- [31] Anonim, (2016). Dostkimya Ürün Katoloğu, İstanbul.
- [32] 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.
- [33] Dizel, T., and Uzun, İ., (2007). Yonga Levha İle Birleştirilen Kenar Masifinin Yapışma Direncine Kullanılan Tutkalın Etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8(1), 15-25.

- [34] Atar, M., (2007). PVAc Tutkalında Viskozite Değişiminin Bazı Ağaç Malzemelerde Yapışma Direncine Etkileri, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 10(1), 85-91.
- [35] Englesson, T., (1973). Summary of The İvestigations of Several Particleboards in The Swedish Forest Products Research Laboratory, *Unnumbered Publication Swedish Forest Products Laboratory*, 44-49.