

## Kabin Tipi Demonte Mobilyalarda Birleştirmelerin Eğilme Momenti Üzerine Kavela ve Minifiksin Etkisi

Nurdan ÇETİN YERLİKAYA

Yalova Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Yalova

*Eser Bilgisi:*

*Araştırma makalesi*

*Sorumlu yazar: Nurdan ÇETİN YERLİKAYA, e-mail: [nurdan.yerlikaya@yalova.edu.tr](mailto:nurdan.yerlikaya@yalova.edu.tr)*

## Kabin Tipi Demonte Mobilyalarda Birleştirmelerin Eğilme Momenti Üzerine Kavela ve Minifiksin Etkisi

### ÖZET

Bu çalışmada kabin tipi mobilyalarda L-tipi köşe birleştirmelerin eğilme momenti üzerine kavela ile minifiksin etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla çekme ve basınç deneylerinde melamin kaplı lif levha (MKMDF) kullanılmıştır. Birleştirme elemanları olarak ta kavela ve minifiks kullanılmıştır. Birleştirme yöntemi olarak ise “2 minifiks”, “2 minifiks + 1 kavela”, “2 minifiks + 2 kavela” ve “2 kavela” birleştirme yöntemleri kullanılmıştır. Dene sonuçlarına göre hem çekme hem de basınç deneylerinde en yüksek eğilme moment değeri, “2 minifiks + 2 kavela” birleştirme yönteminde elde edilmiştir. Diğer taraftan en düşük eğilme moment değeri ise “2 minifiks” birleştirme yönteminde elde edilmiştir. Çekme deneylerinden elde edilen eğilme moment değerleri, basınç deneylerine göre daha yüksek elde edilmiştir. Birleştirme yöntemlerinin hem çekme hem de basınç eğilme moment değerleri arasındaki farklılık % 0.1 önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Kabin tipi mobilya; minifiks; kavela; melamin kaplı lif levha; eğilme momenti.

## The Effect of Dowel and Minifix on the Bending Moment in the Cabinet-type Furniture

### ABSTRACT

In this study, the effects of the dowel and minifix on the bending moment of L-type corner joints in the cabinet-type furniture investigated. For this purpose, melamine-coated fiberboard (MCF) is used in the tension and compression experiments. Dowel and minifix as fasteners are used. “2 minifix”, “2 minifix + 1 dowel”, “2 minifix + 2 dowel”, and “2 dowel” as joint type are used. According to experimental results, the highest bending moment value was obtained in the “2 minifix + 2 dowel” joint type. On the other hand, the lowest bending moment value was obtained in the “2 minifix” joint type. Bending moment values obtained from the tensile tests was obtained higher than values of compression tests. Difference between tensile and compression bending moment values of joint type was significant with the significance level of 0.1%.

**Keywords:** Cabinet-type furniture; minifix; dowel; melamine-coated fiberboard; bending moment.

## GİRİŐ

Bilindiği üzere günümüz mobilya sektöründe demonte mobilyaya talep arttığından o oranda kabin tipi demonte mobilyaların üretimi de artmaktadır. Demonte mobilyaların kendine özgü tasarım ve üretim teknikleri bulunmaktadır. Kabin tipi demonte mobilyalarda da, kavelalı minifiks birleştirme yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu birleştirme yönteminde; minifiksler dış kısımlarda, kavelalar ise minifikslerin 32 mm iç kısımlarında olacak şekilde uygulanmaktadır. Çoğunlukla bu birleştirme yönteminde birleştirme elemanı olarak mutlaka 2 adet minifiks ve 2 adet kavela kullanılmaktadır. Eğer kavelalar arasındaki uzaklık yaklaşık olarak parça kalınlığının 10 katını geçerse o zaman araya 1 kavela daha yerleştirilmektedir. Ancak kabin tipi demonte mobilya üretiminde de henüz bir standart oluşmadığı için bu birleştirme yöntemi ile ilgili çok farklı uygulamalarla karşılaşılabilmektedir. Bu farklı uygulamaların hangisinin ne kadar doğru olduğu, hangilerinin birbirleri yerine tercih edilebileceği, işlem ve malzeme sayısını azaltmanın mümkün olup olmadığı gibi hususlar birer sorun olarak varlığını korumaktadır. Nitekim bu çalışma bu gibi sorulara bir cevap aramak amacıyla yapılmaya gayret edilmiştir.

Literatürde mobilyada birleştirmelerin dayanıklılığı üzerine malzeme çeşidi, birleştirme elemanları, birleştirme elman sayıları ve boyutları, tutkal türleri, tutkal kullanılması etkileri gibi ilgili birçok araştırma yapılmıştır.

Simek ve ark. (2010), montaja hazır köşe birleştirmelerin eğilme momenti üzerine hem tutkalsız ahşap kavelaların etkilerini hem de minifikslerin kenara uzaklıklarının etkilerini araştırmışlardır. Örneklein hazırlanmasında “melamin kaplı yonga

levha” (MKYL), minifiks ve ahşap kavela kullanmışlar ve minifiksin kenara olan uzaklığının 60 mm olduğunda en iyi performansı gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca 2, 3, 4, ya da 5 tutkalsız kavelalı minifiks birleştirmelerin kavelasız minifiks birleştirme yöntemlerinden daha yüksek eğilme moment dayanımlarına sahip oldukları sonucuna varmışlardır. Böylece tutkalsız kavelaların, minifiksli birleştirmeleri önemli miktarda güçlendirdiklerini tespit etmişlerdir. Dinç (2000), plastik ve metal minifiks birleştirme elemanlarla birleştirilmiş yonga levha, liflevha ve yapay reçineli levhaların diyagonal çekme ve basınc performanslarını araştırmıştır. Yerlikaya ve Aktaş (2012) “melamin kaplamalı liflevha” (MKMDF), Yerlikaya (2012) MKYL malzemelerde L-tipi köşe birleştirmelerin yıkılma yükleri üzerine kavela, minifiks ve cam elyaf bezin etkilerini araştırmışlardır.

Tankut (2006), MKYL ve MKMDF malzemelerden yapılmış kabin tipi konstrüksiyonlarda yaygın olarak kullanılan çeşitli montaja hazır birleştirme elemanları ile yapılmış köşe birleştirmelerin yük taşıma kapasitelerini belirlemişlerdir. Yerlikaya (2010), kabin tipi demonte mobilya köşe birleştirmelerinde optimum delgi planlarını belirlemişlerdir. Güntekin (2002, 2003), demonte mobilya birleştirme performanslarının deneysel ve teorik analizlerini yapmışlardır.

Norvydas ve ark. (2005), yonga levhalarda 2 kavelalı birleştirmelerin eğilme moment dayanımını ortaya koymuşlardır. Zhang ve Eckelman (1993), hem çok kavelalı birleştirmeler için optimum kavelalar arası uzaklığını hem de çoklu kavela köşe birleştirmelerin eğilme dirençleri üzerine kavelaların etkisini belirlemişlerdir. Efe ve İmirzi (2008), kabin tipi mobilyada kavelalı ve vidalı köşe birleştirmeler üzerine malzeme çeşitli ve levha kalınlıklarının

moment taşıma performanslarını araştırmışlardır.

Rajak ve Eckelman (1996), metal vidalı köşe birleştirmelerin eğilme direnci üzerine örnek uzunluğunun, vida sayısının, vida uzunluğunun ve vida çapının etkilerini belirlemişlerdir. Zhang ve ark. (2005), 3 vidalı L-tipi köşe birleştirmelerin moment dayanımları üzerine vida çapı ve uzunluğunun, yüklemenin, levha türünün, levha yüzeyinin ve tutkalın etkilerini araştırmışlardır. Kasal ve ark. (2006), kabin tipi mobilya köşe birleştirmelerinde tutkallı ve tutkalsız vidalı birleştirmelerin çekme ve basınç kuvvetlerinin eğilme dirençlerini belirlemişlerdir.

Altınok ve ark. (2009a), MKYL'lardan üretilmiş kabin tipi mobilyalarda diyagonal çekme ve basınç dirençleri üzerine kavelalı, yabancı çıtalı ve kavela + yabancı çıtalı birleştirmelerin etkilerini araştırmışlardır. Altınok ve ark. (2009b), diyagonal çekme ve basınç kuvvetleri üzerine tutkal tipi ve levha çeşidine göre yabancı çıtanın etkilerini incelemişlerdir. Özçifçi ve ark. (2008), kabin tipi mobilyalarda kullanılan bazı modüler bağlantı elemanları ile yapılan köşe birleştirmelerin diyagonal çekme ve basınç dirençlerini belirlemişlerdir.

Liu ve Eckelman (1998), kabin tipi konstrüksiyonlarda köşe birleştirmelerin eğilme direnci üzerine birleştirme elemanı sayısının etkisini araştırmışlardır. Tankut ve Tankut (2009), kabin tipi mobilya köşe birleştirmelerinin diyagonal çekme ve basınç dirençleri üzerine birleştirme, levha ve tutkal tiplerinin etkilerini araştırmışlardır. Tankut ve Tankut (2010), kabin tipi mobilyalarda diyagonal çekme ve basınç dirençleri üzerine kenar bant tipinin (polivinilklorür (PVC), melamin ve ahşap kaplama), kenar bant kalınlığının (0.4, 1 ve 2 mm) ve levha tipinin (MKYL ve MKMDF) etkilerini belirlemişlerdir.

Efe ve Kasal (2000a, 2000b), tutkallı (sabit) ve tutkalsız (demonte) köşe birleştirmelerin dirençlerini incelemişlerdir. Önder (2003), sabit (vida + tutkal) birleştirme yöntemleri ile demonte (vida) birleştirme yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Örs ve ark. (2001), tutkallı ve tutkalsız vidalı köşe birleştirme örneklerinde çekme dirençlerini incelemişlerdir.

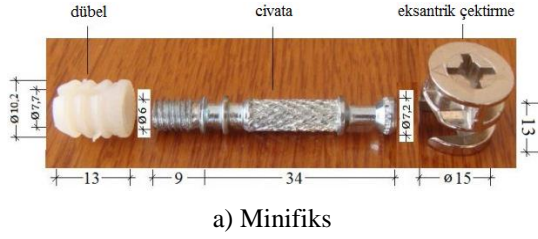
Verilen literatür çalışmalarından görüldüğü gibi bu alanda birçok araştırma yapılmıştır. Ancak demonte mobilyaların üretiminde yaygın olarak kullanılan kavelalı minifiks birleştirme yöntemlerinde bu birleştirme elemanlarının alternatif uygulamaları ile ilgili olarak Simek ve arkadaşlarının (2010) bir çalışma yaptığı görülmektedir. Söz konusu bu çalışmada 2, 3, 4 ya da 5 tutkalsız kavelalı minifiks birleştirmelerin kavelasız minifiks birleştirme yöntemlerinden yani sadece 2 minifiksli birleştirme yöntemlerinden daha dirençli oldukları belirlenmiştir. Burada konuyla ilgili olarak akla bazı sorular gelmektedir: Acaba minifikslerin arasına sadece 1 adet tutkalsız kavela yerleştirilseydi sonuç ne olurdu? Ayrıca bu kavelalı minifiks birleştirme yöntemleri, 2 kavelalı birleştirme yönteminden yani minifiksiz kavelalı birleştirme yönteminden ne kadar dirençli ya da dirençsizdir?

Bu çalışmanın amaçları;(1) Minifikslerin arasına yerleştirilen kavelaların mobilyanın eğilme momenti üzerine etkisinin olup olmadığını belirlemek, (2) Minifikslerin arasına yerleştirilen kavelaların eğer bir etkisi var ise etkisinin ne kadar olduğunu tespit etmek, (3) Minifikslerin arasına yerleştirilen kavelaların aslında mobilyanın eğilme momenti üzerine etkisinin olmayıp sadece minifikslere kılavuzluk görevi görüp görmediğini belirlemektir.

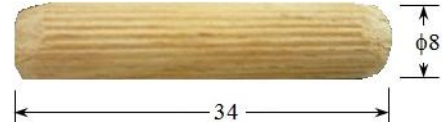
## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Deneylerde piyasada en çok kullanılan 18 mm kalınlığındaki MKMDF kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri ASTM D1037 standardına göre belirlenmiştir.



Deney örneklerinin hazırlanmasında birleştirme elemanı olarak Şekil 1'de gösterilen plastik dübelli 15 mm çapında minifiksler ve 8 mm çapında ve 34 mm uzunluğunda Kayın malzemeden üretilmiş ahşap kavelalar kullanılmıştır. Minifiks birleştirme elemanları 3 parçadan oluşmaktadır. Bunlar; plastik dübel, cıvata ve eksantrik çekirtmedir.



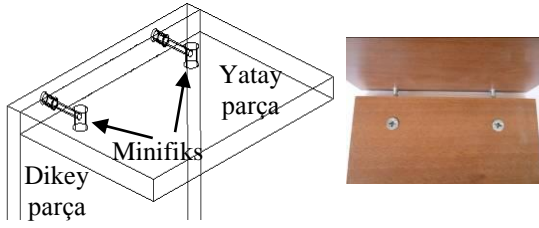
Şekil 1. Birleştirme elemanları (mm)

### Deney örneklerinin hazırlanması

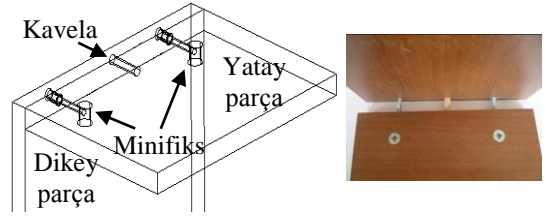
Şekil 2'de gösterildiği gibi deneylerde kullanılan "2 minifiks", "2 minifiks + 1 kavela", "2 minifiks + 2 kavela" ve "2 kavela" birleştirme yöntemleri olmak üzere 4 farklı birleştirme yöntemi uygulanmıştır. Her grup için 5'er deney örneği hazırlanmıştır. Deney örnekleri dikey ve yatay parça olmak üzere iki elemandan oluşmaktadır. Dikey parçalar 200 mm genişliğinde ve 248 mm uzunluğunda, yatay parçalar ise 182 mm genişliğinde ve 248 mm uzunluğunda hazırlanmıştır. Birleştirme elemanları Şekil 3'de gösterildiği gibi dikey ve yatay parçalara yerleştirilecek şekilde her bir birleştirme yöntemine ait delgi planları Şekil 4'de görüldüğü gibi hazırlanmıştır. Dikey ve yatay parçalar bu delgi planlarına göre delgi

makinasında (Üç Hatlı Çoklu Delik Makinası BJK65) delinmiştir.

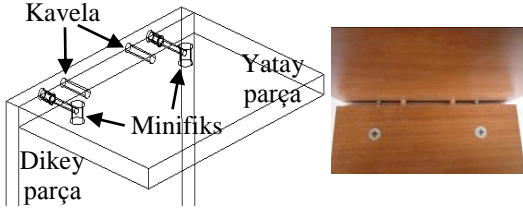
Minifiksli birleştirme yöntemlerinde plastik dübelleri, dikey parçadaki dübel deliklerine çakıldıktan sonra cıvatalar bu dübelleri içine vidalanmıştır. Eksantrik çekirtmeler, üzerlerindeki ok işaretleri parçanın birleştirilecek kenarına dik olacak şekilde yatay parçanın alt yüzeyine açılan deliklerine yerleştirilmiştir. Kavelalı birleştirmelerde kavelalar, dikey parçalardaki 15 mm derinlikteki kavela deliklerine 14 mm girecek şekilde kalıplar yardımıyla çakılmıştır. Yatay ve dikey parçalardaki birleştirme yerleri birbirine karşılık gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Minifiksli birleştirme yöntemlerinde eksantrik çekirtmeler ok yönünde eşit miktarda döndürülerek sıkıştırılmıştır.



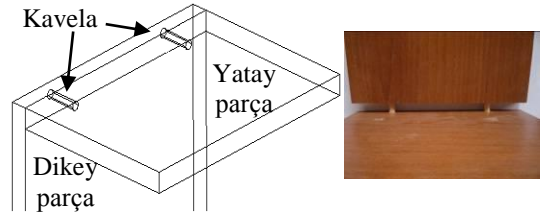
a) "2 minifiks" birleştirme yöntemi



b) "2 minifiks + 1 kavela" birleştirme yöntemi

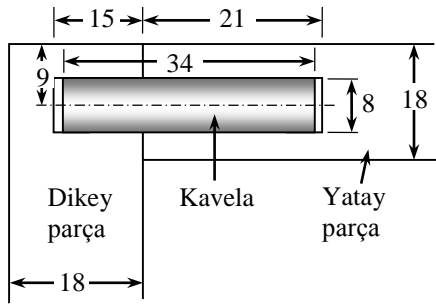


c) "2 minifiks + 2 kavela" birleştirme yöntemi

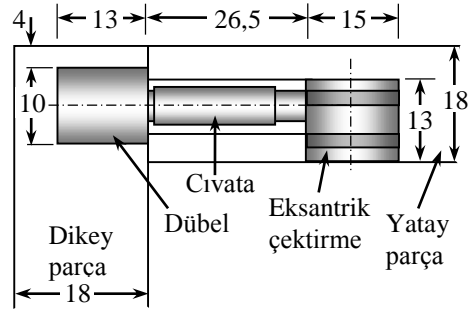


d) "2 kavela" birleştirme yöntemi

Şekil 2. Birleştirme yöntemleri

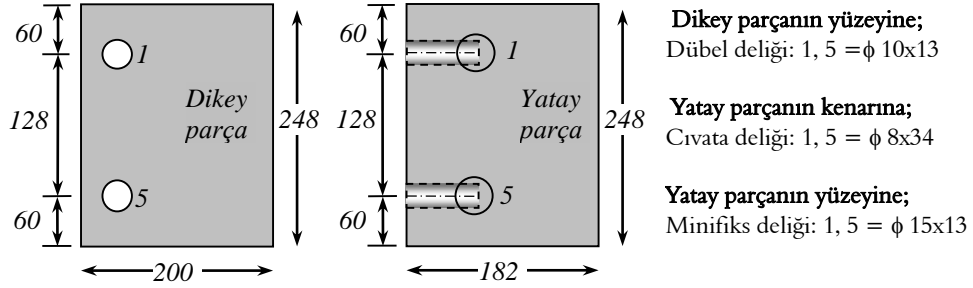


a) Kavela

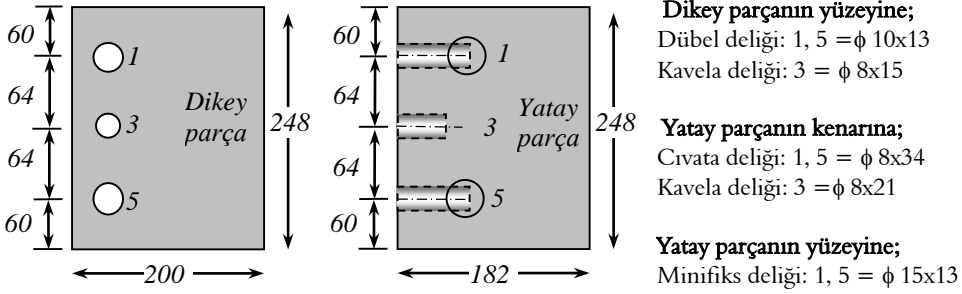


b) Minifiks

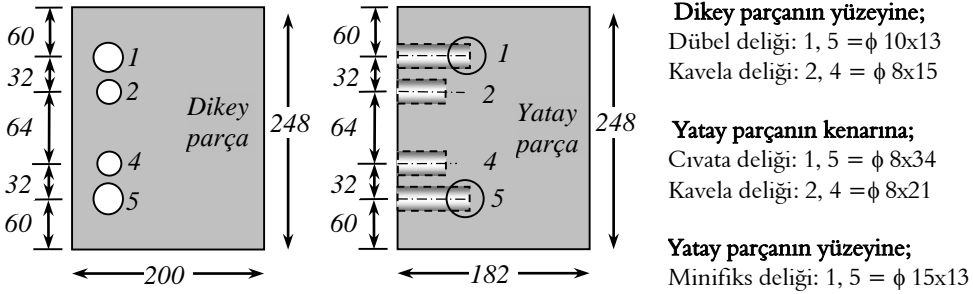
Şekil 3. Birleştirme elemanlarının yerleştirilme şekli (mm)



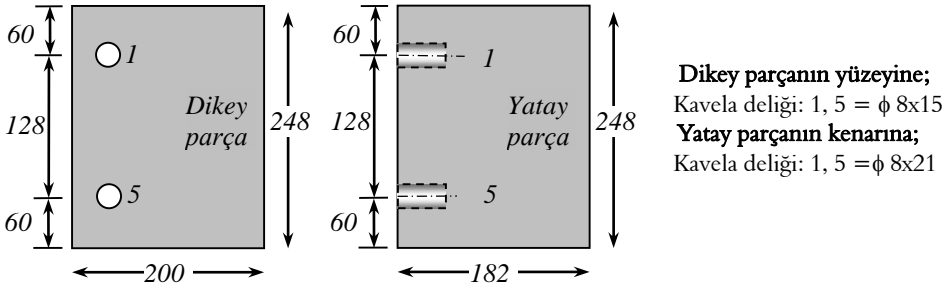
a) "2 minifiks" birleştirme yöntemi



b) "2 minifiks + 1 kavela" birleştirme yöntemi



c) "2 minifiks + 2 kavela" birleştirme yöntemi



d) "2 kavela" birleştirme yöntemi

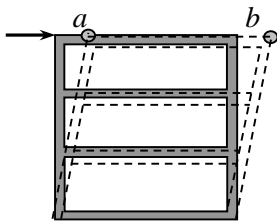
Şekil 4. Deney gruplarının delgi planları (mm)

## Yöntem

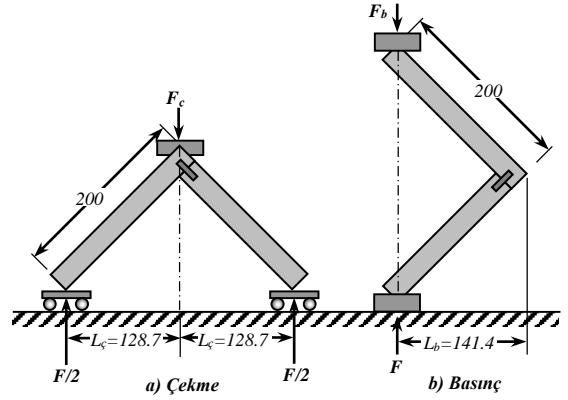
Kabin tipi konstrüksiyonlara yük uygulandığında konstrüksiyonun bir köşesi birleştirmeyi açmaya çalışan (Şekil 5a) bir momente maruz kalırken konstrüksiyonun diğer köşesi ise birleştirmeyi kapatmaya çalışan (Şekil 5b) bir momente maruz kalmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada kabin tipi konstrüksiyonların maruz kaldıkları durumu temsil eden çekme ve basınç deneyleri uygulanmıştır (Şekil 6). Çekme deney düzeneklerinde yüklenme sırasında yatay ve dikey parçaların serbestçe hareket edebilmeleri ve aynı zamanda sürtünmeyi önlemek için bu parçaların temas ettikleri yerlere tekerlekli metal plakalar yerleştirilmiştir. Yükleme işlemleri yük artışında ani düşüş olana kadar devam ettirilmiştir. Elde edilen sonuçlar bilgisayar tarafından kaydedilmiştir. Deneyler 10kN yük kapasiteli Üniversal test cihazında 1.5 mm/min hızda ve 20°C oda sıcaklığında yapılmıştır. Elde edilen yıkılma yükleri aşağıdaki formül yardımıyla eğilme moment değerlerine dönüştürülmüştür.

$$M_{\zeta} = (F_{\zeta}/2) \times L_{\zeta} \quad M_b = F_b \times L_b$$

$M_{\zeta}$  = Çekmede eğilme momenti (Nmm),  
 $M_b$  = Basınçta eğilme momenti (Nmm),  
 $F_{\zeta}$  = Çekmede kırılma anındaki maksimum kuvvet (N),  
 $F_b$  = Basınçta kırılma anındaki maksimum kuvvet (N),  
 $L_{\zeta}$  = Çekmede moment kolu (mm),  
 $L_b$  = Basınçta moment kolu (mm)



Şekil 5. Yük uygulanan kabin tipi konstrüksiyon



Şekil 6. Çekme ve basınç deney düzenegi

## İstatistiksel analiz

Deneylerde kullanılan birleştirme yöntemlerinin eğilme momenti üzerine etkisinin olup olmadığını belirlemek için Varyans analizi (ANOVA) % 95 güvenle yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması durumunda gruplar arasındaki homojenlik gruplarını belirlemek için ise Duncan testi uygulanmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneylerde kullanılan MKMDF'lerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

	Rutubet (%)	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	MOE (N/mm <sup>2</sup> )
MKMDF	7.56	0.75	3522

MOE: Elastikiyet modülü

Deneylerden elde edilen çekme ve basınç eğilme moment değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu değerlere göre çekme deneylerinde en yüksek eğilme moment değeri "2 minifiks + 2 kavela" birleştirme yönteminde bulunmuş ve bunu sırasıyla "2 minifiks + 1 kavela" ve "2 kavela" birleştirme yöntemleri izlemiştir. En düşük

eğilme moment değeri ise “2 minifiks” birleştirme yönteminde bulunmuştur. Basınç deneylerinde ise en yüksek eğilme moment değeri çekme deneyinde olduğu gibi “2 minifiks + 2 kavela” birleştirme yönteminde bulunmuş ve bunu sırasıyla çekme deneyindeki tersine “2 kavela” ve “2 minifiks + 1 kavela” birleştirme yöntemleri izlemiştir. En düşük eğilme moment değeri ise çekme deneyinde olduğu gibi “2 minifiks” birleştirme yönteminde bulunmuştur.

**Tablo 2.** Çekme ve basınç deneylerinden elde edilen ortalama eğilme moment değeri [Nmm]

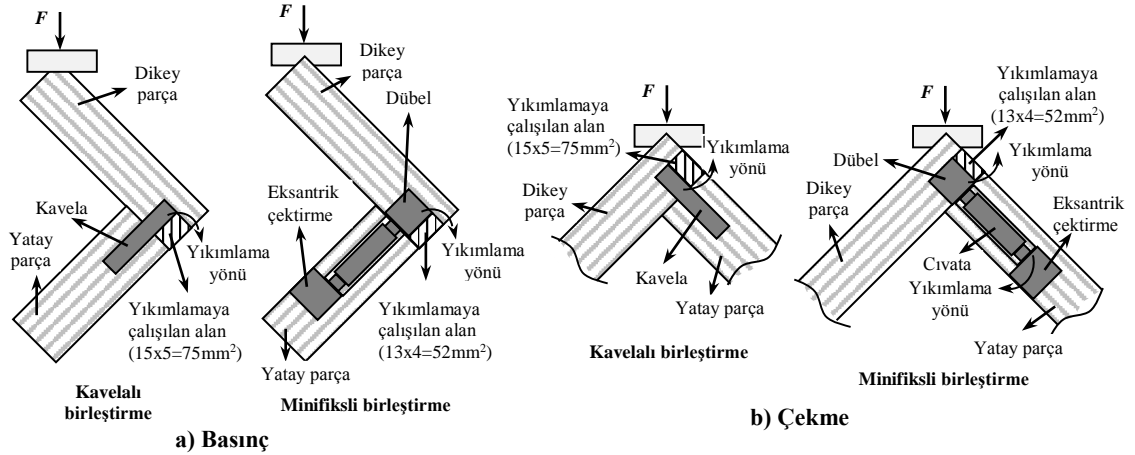
Birleştirme Yöntemleri	Çekme		Basınç	
	X	S	X	S
2 minifiks	28735	5550	11326	1308
2minifiks+1kavela	38838	3475	15251	1547
2minifiks+2kavela	47838	394	24431	2233
2 kavela	33637	2846	20027	2154

X: Ortalama eğilme moment değeri, S: Standart sapma

Çekme deneylerinde “2 kavela” birleştirme yönteminde, “2 minifiks + 1 kavela” birleştirme yönteminden daha düşük eğilme moment değeri elde edilmiş iken basınç deneylerinde ise daha yüksek eğilme moment değeri elde edilmiştir. Bu farklılığın sebebi řu şekilde açıklanabilir: şekil 7a’da görüldüğu gibi basınç deneylerinde birleştirme elemanlarının yıkılamaya çalıştıkları alanlar farklı büyüklükte dirler. Dikey parçadaki birleştirme elemanlarında dübelin çapı, kavelanın çapından daha fazla olduğu için dikey parçadaki yıkılanmaya çalışılan alan azalmaktadır. Yani kavelalar 75 mm’lik bir alanı, dübeller ise 52 mm’lik bir alanı yıkılamaya çalışmaktadır. Bu sebeple dübeller, kavelalardan önce ve daha fazla miktarda malzemeyi yıkılamaktadır. Bu

durum yıkılanma şekillerinde de açıkça görülmektedir. “2 minifiks + 2 kavela” birleştirme yöntemlerindeki yıkılanma şekillerinde yıkılanmaların kavelalı kısımda değil dübelli kısımda olduğu açıkça görülmektedir. Kavelalar ve dübeller bu alanları levhanın lifleri yönünde bir etki ile yıkılamaya çalışmaktadır. Bu etki lifler yönünde olduğu için levha tabakalarının ayrılmasına sebep olacak şekildedir ki yıkılanma şekillerinde de bu açıkça görülmektedir. Dikey parçanın kenar kısmında oluşan yıkılanmalar, Zhang ve Eckelman (1993) ve Tankut (2005)’un belirttikleri gibi levhanın iç yapışma direncine bağlıdır. Çekme deneylerinde şekil 7b’de görüldüğu gibi birleştirme elemanlarının yıkılamaya çalıştıkları alanlar basınç deneylerindeki alanlar ile aynıdır. Ancak kavelalar ve dübeller bu alanları çekme deneyindeki aksine levhanın liflerine dik yönünde bir etki ile yıkılamaya çalışmaktadır. Bu etki liflere dik yönde olduğu için levhayı çatlatmaya veya kırmaya sebep olacak şekildedir ki yıkılanma şekillerinde de bu açıkça görülmektedir. Liflere dik yönde yıkılamaya çalışmak, lifler yönünde yıkılamaya çalışmaktan daha zor bir durumdur ki bu zaten çekme eğilme moment değeri lerinin basınç değeri lerinden yüksek çıkması ile de açıkça görülmektedir. Bu yüzden çekme deneylerinde minifiksli birleştirme elemanının eksantrik çekirme kısmı yıkılamaya çalışma açısından devreye girmektedir. Yıkılama şekillerinde de görülmektedir ki eksantrik çekirmeler civatanın etkisi ile dışarı doğru çıkmaya zorlanmaktadır. Böylece dübel kısmı basınç deneylerinde olduğu gibi hemen yıkılanamamaktadır. Bu sebeple “2 minifiks + 1 kavela” birleştirme yöntemleri “2 kavela” birleştirme yöntemlerinden daha dirençli çıktığu söylenebilir.





Şekil 7. Dene yöntemlerine göre yıkımlanmaya çalışılan alanlar

Dene sonuçlarından anlaşıldığı gibi minifikslerin arasına yerleştirilen kavelaların birleştirmelerin eğilme momenti üzerine etkisinin olduğu görülmektedir. İki minifiks arasına 1 adet kavela yerleştirmenin hem çekme hem de basınç deneylerinde eğilme moment direncinde % 35 oranında bir artış sağladığı belirlenmiştir. İki minifiks arasına 2 adet kavela yerleştirmenin eğilme moment direncini ise çekmede % 67, basınçta % 116 oranında artırdığı tespit edilmiştir. İki minifiks arasına 1 adet kavela yerine 2 adet kavela yerleştirmenin ise eğilme moment direncinde çekmede % 23, basınçta % 60 oranında bir artış sağladığı sonucuna varılmıştır. Minifikslerin yanına kavelaların yerleştirilmesi dübellerin levhayı yıkılmalarını geciktirmektedir. Bu sonuçlardan anlaşıldığı ve Simek ve arkadaşlarının (2010) da belirttiği gibi kavelaların minifikslerin arasına yerleştirilmesinin birleştirmeleri önemli ölçüde güçlendirdikleri açıkça görülmektedir. Yani kavelalı minifiks birleştirmelerde kavelaların görevinin sadece kılavuzluk yapmak olmadığı belirlenmiştir.

Çekme deneylerinde “2 kavela” birleştirme yöntemi, “2 minifiks” birleştirme yönteminden yüksek çıkarken “2 minifiks

+ 1 kavela” ve “2 minifiks + 2 kavela” birleştirme yöntemlerinden düşük çıkmıştır. Oysaki basınç deneylerinde “2 kavela” birleştirme yöntemi, “2 minifiks” ve “2 minifiks + 1 kavela” birleştirme yöntemlerinden yüksek çıkarken “2 minifiks + 2 kavela” birleştirme yönteminden düşük çıktığı belirlenmiştir.

Çekme deneylerinden elde edilen eğilme moment değerleri, basınç deneylerine ait değerlerden sırasıyla (“2 minifiks”, “2 minifiks + 1 kavela”, “2 minifiks + 2 kavela” ve “2 kavelalı” birleştirme yöntemleri) 2.54, 2.55, 1.96 ve 1.68 kat daha yüksek elde edilmiştir. Zhang ve Eckelman (1993), Zhang ve ark. (2005), Tankut (2006), Tankut ve Tankut (2009 ve 2010), Simek ve ark. (2010), Yerlikaya ve Aktaş (2012) ve Yerlikaya (2012) da çekme deneylerinde elde edilen moment değerlerinin basınç değerlerinden yüksek olduğunu belirlemişler ve çekmenin levha dayanımı ile ilişkili, basıncın ise levhanın iç yapışma direnci ile ilişkili olduğunu açıklamışlardır.

Deneylelerden elde edilen sonuçların istatistiksel olarak farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için yapılan Varyans analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Çekme ve basınç deneyi Varyans analizi sonuçları

Birleştirme Yöntemleri	Deney Yöntemi	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Fhesap	Önem Düzeyi
2 minifiks	Çekme	Gruplar arası	1.001E9	3	3.336E8	26.099	.000
2 minifiks + 1 kavela		Gruplar içi	2.045E8	16	1.278E7		
		Toplam	1.205E9	19			
2 minifiks + 2 kavela	Basınç	Gruplar arası	4.866E8	3	1.622E8	47.255	.000
2 kavela		Gruplar içi	5.492E7	16	3432738.767		
		Toplam	5.416E8	19			

Tablo 3'e göre birleştirme yöntemlerinin hem çekme hem de basınç eğilme moment değerleri arasındaki farklılık % 0.1 önem düzeyinde önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıklar önemli çıktığı için

birleştirme yöntemlerine ait eğilme moment değerlerinin oluşturacağı homojenlik grupları Duncan testi uygulanarak belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Birleştirme yöntemlerine ait Duncan testi sonuçları.

Birleştirme Yöntemleri	Çekme		Basınç	
	Ort. Mom.	H.G.	Ort. Mom.	H.G.
2 minifiks	28735	D	11326	D
2 minifiks + 1 kavela	38838	B	15251	C
2 minifiks + 2 kavela	47838	A	24431	A
2 kavela	33637	C	20027	B

H.G. = Homojenlik Grupları, Ort. Mom. = Ortalama eğilme momenti [Nmm]

Homojenlik gruplarına göre birleştirme yöntemlerine ait hem çekme hem de basınç eğilme moment değerleri 4 farklı grupta toplandığı belirlenmiştir. Ancak gruplandırmanın sıralaması birbirinden farklı çıkmıştır. Grupların sıralaması çekmede “2 minifiks + 2 kavela”, “2 minifiks + 1 kavela”, “2 kavela” ve “2 minifiks” birleştirme yöntemleri şeklinde iken basınçta ise “2 minifiks + 2 kavela”, “2

kavela”, “2 minifiks + 1 kavela” ve “2 minifiks” birleştirme yöntemleri şeklinde oluşmuştur.

#### Yıkılma Şekilleri

Çekme deneyleri sonucunda deney örneklerinde oluşan yıkılma şekilleri Şekil 8'de verilmiştir.



**Şekil 8.** Çekme deney örneklerinde oluşan yıkılma şekilleri

Çekme deney örneklerinde, Şekil 8'de görüldüğü gibi minifiksli birleştirme yöntemlerinin hepsinde dübelin etrafında levha kenarına doğru çatlakların oluştuğu belirlenmiştir. Ancak bu çatlaklar "2 minifiks" birleştirme yöntemlerinde (Şekil 8a) parça kenarına kadar oluşurken diğer "2 minifiks + 1 kavela" ve "2 minifiks + 2 kavela" birleştirme yöntemlerinde (Şekil 8b ve c) parça kenarına kadar ulaşmamaktadır. Ayrıca tüm minifiksli birleştirme yöntemlerinde (Şekil 8a, b ve c) civatanın baskısıyla eksantrik çekilmeler, dışarı doğru çıkmaya zorlanmakta olduğu belirlenmiştir. Minifiks + kavelalı

birleştirme yöntemlerinde kavelaların bulunduğu kısımlarda yıkılmanın oluşmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 8c). "2 kavela" birleştirme yöntemlerinde (Şekil 8d) kavela deliklerinin etrafında çok az miktarda yarılmaların oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca levhanın dış köşesinde diğer levhanın basıncından dolayı oluşan yıkılma tespit edilmiştir.

Basınç deneyleri sonucunda deney örneklerinde oluşan yıkılma şekilleri Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Basınç deney örneklerinde oluşan yıkımlanma şekilleri

Şekil 9a'da görüldüğü gibi "2 minifiks" birleştirme yöntemlerinde oluşan yıkımlanmaların dikey parçadaki dübelli kısımlarda hem dikey parçanın kenarında levha tabakalarında yarılmalar şeklinde levhanın yüzeyinde hem de levha kenarına doğru dik bir çatlak şeklinde oluştuğu belirlenmiştir. Şekil 9b'de görüldüğü gibi "2 minifiks + 1 kavela" birleştirme yöntemlerinde de yıkımlanmaların "2 minifiks" birleştirme yöntemlerindeki gibi benzer şekilde dikey parçada oluştuğu belirlenmiştir. Bu birleştirme yöntemindeki kavelaların bulunduğu yerlerde hiçbir yıkımlanma görülmemiştir. Şekil 9c'de görüldüğü gibi "2 minifiks + 2 kavela" birleştirme yöntemlerinde oluşan yıkımlanmaların dikey parçada hem dübellerin hem de kavelaların bulunduğu kısımlarda oluştuğu tespit edilmiştir. Ancak bu yıkımlanmaların kavelalı kısımlardan ziyade dübelli kısımlarda daha fazla oluştuğu açıkça görülmektedir. Şekil 9d'de

görüldüğü gibi "2 kavela" birleştirme yöntemlerindeki yıkımlanmaların kavelaların olduğu yerlerde tıpkı "2 minifiks" birleştirme yöntemlerinde oluştuğu gibi dikey parçanın kenarında levha tabakalarında yarıлма biçiminde oldukları tespit edilmiştir. Bu iki birleştirme yöntemi arasındaki yıkımlanmaların farkını şöyle izah edebiliriz: Kavelalar, dikey parçaya girdikleri 15 mm derinlikten itibaren yarıлма oluştururken dübellere ise dikey parçaya girdikleri 13 mm derinlikten itibaren yarılmalar oluşturmaktadır.

Görüldüğü gibi basınç deneyleri sonucunda oluşan bütün yıkımlanmaların dikey parçalarda oluştuğu belirlenmiştir. Bu sonuç ile uyumlu olarak Rajak ve Eckelman (1996), Norvydas ve ark. (2005), Tankut (2006) ve Tankut ve Tankut (2010) da basınç deneylerinde birleştirmelerin en zayıf kısımlarının dikey parçalar olduğunu belirtmişlerdir.

## SONUÇ

En başında da belirtildiği gibi bu çalışmanın amacı L-tipi kavelalı minifiks köşe birleştirme yöntemlerinde kavela ve minifiksin etkilerinin belirlenmesine ve kabin tipi demonte mobilyalarda kullanılan kavelalı minifiks birleştirme yöntemlerinde bir standardın oluşturulmasına yardımcı olabilmektir.

Bu bağlamda dört farklı birleştirme yönteminin uygulandığı MKMDF malzemelerinden oluşan deney örnekleri, çekme ve basınç deneylerine tabi tutularak elde edilen deney sonuçları eğilme moment değerlerine dönüştürülerek ortaya çıkan sonuçlar incelenmiştir. Bu sonuçlara göre hem çekme hem de basınç deneylerinde en yüksek eğilme moment değeri “2 minifiks + 2 kavela” birleştirme yönteminde bulunurken en düşük eğilme moment değeri ise “2 minifiks” birleştirme yönteminde bulunmuştur. En yüksek ile en düşük değer arasında yer alan 2. ve 3. sıradaki eğilme moment değerleri ise sırasıyla çekmede “2 minifiks + 1 kavela” ve “2 kavela” birleştirme yöntemi şeklinde iken basınçta ise “2 kavela” ve “2 minifiks + 1 kavela” birleştirme yöntemi şeklindedir.

Bu sonuçlardan anlaşıldığı gibi minifikslerin arasına yerleştirilen kavelaların birleştirmelerin eğilme momenti üzerine etkisinin olduğu görülmektedir.

Hem çekme hem de basınç deneylerinde iki minifiks arasına 1 adet kavela yerleştirmenin eğilme moment direncinde % 35 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. İki minifiks arasına 2 adet kavela yerleştirmenin ise eğilme moment direncini çekmede % 67, basınçta % 116 oranında artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca iki minifiks arasına 1 adet kavela yerine 2 adet kavela yerleştirmenin ise eğilme moment direncinde çekmede % 23, basınçta % 60 oranında artış sağladığı belirlenmiştir.

Minifikslerin arasına yerleştirilen kavelaların minifikslere sadece kılavuzluk yapmadıkları aynı zamanda birleştirmelerin eğilme momentini de artırdığı tespit edilmiştir.

Diğer taraftan çekme deneylerinden elde edilen eğilme moment değerlerinin basınç deneylerine ait değerlerden daha yüksek elde edildiği görülmüştür.

Birleştirme yöntemlerinin hem çekme hem de basınç eğilme moment değerleri arasındaki farklılık % 0.1 önem düzeyinde önemli bulunmuş ve homojenlik gruplarının 4 farklı grupta toplandığı belirlenmiştir.

Bu sonuçlar doğrultusunda “2 minifiks + 2 kavela” birleştirme yönteminin en dayanıklı yöntem olduğu test edilmiştir. Böylece mobilya sektöründe bu birleştirme yönteminin uygulanmasına devam edilmesinin elde edilen bilimsel sonuçlar doğrultusunda doğrulanmış bulunmaktadır.

Buradan hareketle kabin tipi demonte mobilyalarda kullanılan kavelalı minifiks birleştirme yöntemlerine dair çözüme odaklı bir öneriyi ifade etmek kaçınılmaz olacaktır. Bu öneri ise kabin tipi demonte mobilyalarda kullanılan kavelalı minifiks birleştirme yöntemlerinde bir standardın oluşturulmasına ilişkindir. Sözü edilen bu standardın net bir şekilde ortaya konulabilmesi için bu birleştirme yöntemi ile ilgili birçok ayrıntının incelenmesi gerekmektedir. Örneğin kavelalı minifiks birleştirme yöntemlerinde çoğunlukla minifikslerin iç tarafına yerleştirilen kavelalar 32 mm uzaklıkta yer alırken son zamanlarda tank olunan bazı uygulamalarda bu uzaklığın 64 mm olarak uygulandığı görülmektedir. Uygulamada ortaya çıkan bu farklılığın mobilya köşe birleştirmelerinin eğilme momenti üzerine etkilerinin araştırılması hususu

yukarıda bahsedilen standardın oluşturulması bağlamında önemlidir. Yine sözü edilen standardın oluşturulması adına kavela ve minifikslerin yerleri değiştirilerek aralarındaki eğilme momentlerinin farkı incelenebilir. Ayrıca deney örneklerinin her iki tarafında da minifiksin kenara olan uzaklıklarının eşit olup olmaması ve bu uzaklıkların ne kadar olması gerektiği hususu da incelenebilir.

## **KAYNAKLAR**

- Altınok M, Tas HH, Cimen M (2009a) Effects of combined usage of traditional glue joint methods in box construction on strength of furniture. *Materials and Design* 30:3313-3317
- Altınok M, Tas HH, Sancak E (2009b) Load carrying capacity of spline joints as affected by board and adhesives type. *Scientific Research and Essay* 4(5):479-483
- ASTM D 1037-06a (2006) Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials
- Dinc O (2000) The determination of performances of portable connection components in some wood-based panels. Dissertation, University of Gazi, Turkey
- Efe H, İmirzi HÖ (2008) Farklı birleştirme teknikleri ve değişik kalınlıklardaki levhalarla üretilmiş kutu-tipi mobilya köşe birleştirmelerinin moment taşıma kapasitesi. *Politeknik Dergisi* 11(1):66-75
- Efe H, Kasal A (2000a) 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 (2000b) Tabla tipi mobilya köşe birleştirmelerinde eğilme direnci özellikleri. *Teknoloji Dergisi* 3(4):33-45
- Guntekin E (2002) Experimental and theoretical analysis of the performance of ready-to-assemble (RTA) furniture joints constructed with medium density fiberboard and particleboard using mechanical fasteners. Doctor Thesis. New York: State University
- Guntekin E (2003) Montaja hazır mobilya birleştirmelerinin performansları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 2:37-48
- Kasal A, Şener S, Belgin ÇM, Efe H (2006) Bending strength of screwed corner joints with different materials. *G.U. Journal of Science* 19(3):155-161
- Liu WQ, Eckelman CA (1998) Effect of number of fasteners on the strength of corner joints for cases. *Forest Product Journal* 48(1):93-95
- 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
- Önder N (2003) Kutu konstrüksiyonlu mobilyada, vidalı köşe birleştirmelerin, moment taşıma kapasitelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Örs Y, Efe H, Kasal A (2001) Kutu konstrüksiyonlu vidalı mobilya köşe birleştirmelerin çekme direnci. *Politeknik Dergisi* 4(4):1-9
- Özçifçi A, Kılıçalp H, Tokar H (2008) Kutu mobilyalarda kullanılan bazı modüler bağlantı elemanlarının direnç özelliklerinin belirlenmesi. *Teknoloji* 11(1):45-57
- Rajak Z, Eckelman CA (1996) Analysis of corner joints constructed with large screws. *Journal Trop Forest Product* 2(1):80-92
- Simek M, Haviarova E, Eckelman CA (2010) The effect of end distance and number of ready-to-assemble furniture fasteners on bending moment resistance of corner joints. *Wood and Fiber Science* 42(1):92-98
- Tankut AN, Tankut N (2009) Investigations the effects of fastener, glue, and composite material types on the strength of corner joints in case-type furniture construction. *Materials and Design* 30:4175-4182
- 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* 31:2956-2963
- Tankut N (2006) Moment resistance of corner joints connected with different RTA fasteners in cabinet construction. *Forest Product Journal* 56(4):35-40
- Yerlikaya NÇ (2010) Kabin tipi demonte mobilya köşe birleştirmelerinde mukavemet değerleri ve optimum delgi planlarının araştırılması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 141 s
- Yerlikaya NÇ, Aktaş A (2012) Enhancement of load-carrying capacity of corner joints in case-type furniture. *Materials and Design* 37:393-401
- Yerlikaya NÇ (2012) Effects of glass-fiber composite, dowel, and minifix fasteners on the failure load of corner joints in particleboard case-type furniture. *Materials and Design* 39:63-71
- Zhang J, Eckelman CA (1993) Rational design of multi dowel corner joints in case construction. *Forest Products Journal* 43(11/12):52-58
- Zhang J, Efe H, Erdil YZ, Kasal A, Han N (2005) Moment resistance of multiscrew L-type corner joints. *Forest Product Journal* 55(10):56-63