

T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ  
KOORDİNASYON BİRİMİ



**PROJE BAŞLIĞI**  
**BOY BİRLEŞMELİ LAMİNE AHŞAP KOLONDA SÜTUN DİRENCİ**  
**PERFORMANSININ BELİRLENMESİ**

**Proje No: 6553**

Proje Türü: **Tez projesi, Doktora**

**SONUÇ RAPORU**

Proje Yürütücüsü:  
**Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK**

G.Ü. Teknoloji Fakültesi  
Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü

Araştırmacı:  
**Arş. Gör. Bulut AKKUŞ**

G.Ü. Teknoloji Fakültesi  
Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü

Haziran 2023

ANKARA



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	3
ABSTRACT	3
1. GİRİŞ	4
2. MALZEME VE YÖNTEM	5
3. BULGULAR	9
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	12

## ÖZET

Bu proje kapsamındaki çalışmada, Sarıçam odunu (*Pinus Sylvestris L.*), kestane odunu (*Castanea Sativa*) ve sapsız meşe odunu (*Quercus Petraea*)’dan yapı elemanlarına uygulanan farklı boy birleştirme (ekleme) tipleri ve birleşim yerleri arasındaki mesafelerin sütun direnci performansına olan etkisi farklı iklim koşullarında iklimlendirme işlemine maruz bırakılarak incelenmiş olup, sadece iklim koşullarına maruz bırakılmış ve üzerlerinde herhangi bir birleştirme işlemi uygulanmamış tek parça halinde, yekpare hazırlanan kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada çok katlı yapılarda taşıyıcı masif ağaç malzemenin boy ve kesit kısıtlarının üstesinden gelebilmek için üç ahşap türünden, farklı yüzey yapışma yönlerine ve boy birleşim aralığına sahip olacak şekilde hazırlanan boy birleşmeli lamine sütun örnekler (kolonlar) maruz kalacakları farklı iklim koşullarında direnç testleri ile sınanmışlardır. Çalışmada, her üç ahşap türünden boy birleşmeli ahşap lamine sütunların söz konusu tüm durumlarda, taşıyıcı masif ahşap sütunlara yakın performans gösterdikleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Boy birleştirme (ekleme), Birleştirmeler arası mesafe, İklimlendirme, Sütun direnci, Ahşap taşıyıcı sistem, Ahşap laminasyon

## DETERMINATION OF COLUMN STRENGTH PERFORMANCE IN LENGHT JOINING LAMINATED WOOD COLUMN

### ABSTRACT

In the study within the scope of this project, the effect of different length joint (jointing) types applied to structural elements from Scots pine (*Pinus Sylvestris L.*), chestnut wood (*Castanea Sativa*), and sessile oak wood (*Quercus Petraea*), and the distances between joints on column resistance performance. It was examined by being exposed to the climatization process in different climatic conditions and compared with the control samples, which were only exposed to climatic conditions and prepared as a single piece without any joining process on them. In the study, in order to overcome the length and cross-section limitations of the carrier solid wood material in multi-story structures, laminated column samples (columns) prepared from three wood species, with different surface adhesion directions and length joint ranges, were tested with resistance tests in different climatic conditions to which they would be exposed. The study determined that wood laminated columns with length joints from all three wood species performed close to the load-bearing solid wood columns in all cases.

**Keywords:** Length joining (joining), Distance between joints, Air-conditioning, Column resistance, Wood carrier system, Wood lamination

## 1. GİRİŞ:

Günümüzde artan dünya nüfusu ile ahşap malzemenin kullanım alanları da genişlemiştir. Bu genişleme ile ahşabın kaynağını oluşturan ormanların kullanımını artmış ve artmaya da devam etmektedir. Ağaç ormandan kesilip endüstriyel olarak kullanıma hazır hale getirildiğinde bazı olumsuzluklar ile karşılaşmaktadır. Ahşap malzemenin temel yapı maddesi selüloz olup, organizmalar tarafından besin olarak kullanılan bir maddedir. Bu durum, ahşabın tahribatına neden olmakta ve yapılarda kullanımını olumsuz etkilemektedir. Bunun yanısıra doğal ahşap malzemenin çok katlı ve büyük yapılarda taşıyıcı yapı elemanı olarak kullanılabilmesi, gerekli statik zorlamaları karşılayabilmesi gerek kesit gerek boy kısıtları bakımından oldukça zorlaşmıştır. Büyük ve çok katlı yapılarda gerekli mekanik zorlamaları karşılayabilecek kesit ve boydaki ahşap malzemenin doğada bulunması, üretimi ve temini oldukça güç ve maliyetlidir. Ahşap endüstrisi bu tür sorunlardan ötürü lamine ahşap malzemeyi geliştirmiştir.

Lamine ahşap; değişik ölçülerdeki bağımsız ahşap tabakaların, kontrollü endüstri koşullarında, özel bağlayıcılarla tutkalanıp birleştirilmesinden elde edilir. Lamine ahşap ile kolon, kiriş, kemer, makas ve bunun gibi birçok değişken formlarda eleman üretilebilir. Bu yöntemle çok çeşitli boy ve kesitte malzeme üretmek mümkündür. Lamine kirişler, beton, çelik ve diğer kargir yapı elemanlarıyla kolayca birleşir. Özgün mekân tasarımına imkân tanır. Auditorium, tiyatro, konser salonları, eğitim yapıları ve ürün teşhir/satış yapıları gibi geniş ve tek açıklıklı yapılarda geodezik kubbe, normal kubbe, piramit, tonoz, vb tüm geometrik strüktürler inşa edilebilir. Yukarıda açıklanmaya çalışılan olumsuzluk ve boyutsal kısıtları aşmak, boy eklemenin doğal ve yekpare ahşap taşıyıcı eleman ile kullanım performansı bakımından önemli bir fark ortaya koyup koymadığını belirlemek üzere kurgulanmış olan **“boy birleşmeli lamine ahşap kolonda sütun direnci performansının belirlenmesi”** adlı projemiz planlanan süre zarfında ve çalışma sürecinde tamamlanmıştır.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM

### 2.1. Ağaç Malzeme

Çalışmada, yapısal uygulamalardaki yaygın kullanımından dolayı Sarıçam odunu (*Pinus Sylvestris L.*), kestane odunu (*Castanea Sativa*) ve sapsız meşe odunu (*Quercus Petraea*)’ndan

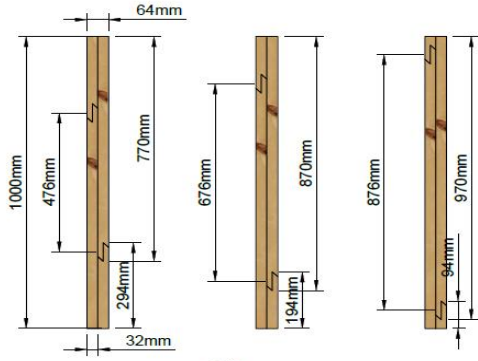
örnekler kullanılmıştır. Hava kurusu rutubete sahip (yaklaşık %12) keresteler rasgele seçim yöntemi ile temin edilmiştir. Kerestelerin düzgün lifli, ardaksız, budaksız ve diri odundan olmasına özen gösterilmiştir.

## **2.2. Laminasyon ve Deney Örneklerinin Hazırlanması**

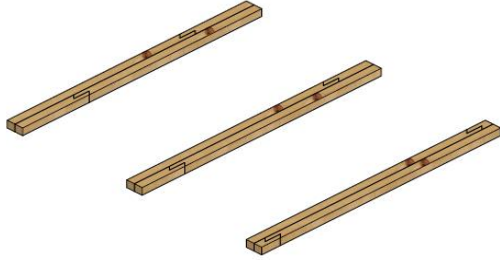
Parça nem kürlenmeli DIN/EN 204 standartlarında D4 özellikli poliüretan tutkalı (PUR) ile pres altında boy eklemeli iki parçadan oluşan her bir lamel ekleme uçları zıt uçlara gelecek şekilde konumlandırılıp (Şekil 2-3-4), iki lamel halinde radyal yönde yapıştırılarak deney numuneleri TS 386'ya göre lamine edilerek elde edilmiştir [19].

Çalışmada iki katlı bir ahşap yapının taşıyıcı çerçeve yüksekliğini temsilen boyları 500 cm'ye karşılık gelen, D4 tutkalı ile lamine edilmiş Sarıçam odunu (*Pinus Sylvestris L.*), kestane odunu (*Castanea Sativa*) ve sapsız meşe odunu (*Quercus Petraea*)'ndan hazırlanan örnekler, 16x16 (axa) cm kare lamel en kesitli ve 16x32 (ax2a) cm laminasyon en kesitli olacak şekilde birbirleri ile tutkalanıp üç farklı boy birleşim mesafesi [(47,6cm), (67,6cm), (87,6 cm)], 3 farklı birleşim tipi (2a, 3a, trapez dişli), üç farklı iklim şartında [(20°C sıcaklık %65 nispi nem), (40°C sıcaklık %35 nispi nem), (10°C sıcaklık %50 nispi nem)] ve her durum için 5 tekrarlı örnek lamine sütunlar (kolonlar) üretilmiştir.

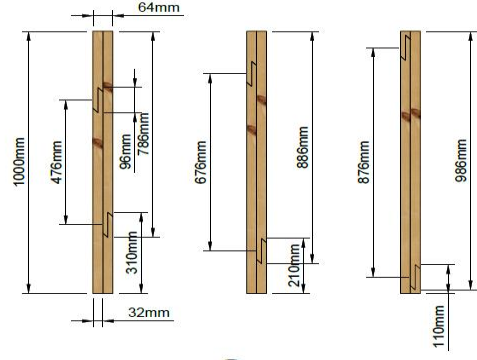
Boy eklemede “a” olarak ifade edilen modül ölçü; kare en kesitin bir kenar uzunluğu olan 16 cm olarak tanımlanmıştır. Üretilen sütunlar herhangi bir birleştirme veya ekleme yapılmamış aynı ebatta üretilmiş kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Söz konusu sütunlar laboratuvar kısıtlarından ötürü 1/5 ölçekte tasarlanıp geliştirilmiştir. Bu çalışma, boy birleşim tipleri ve uzunlukları, maruz kalacakları iklim şartları bakımından daha önce lamine ahşap malzeme üzerine yapılmış çalışmalardan farklıdır



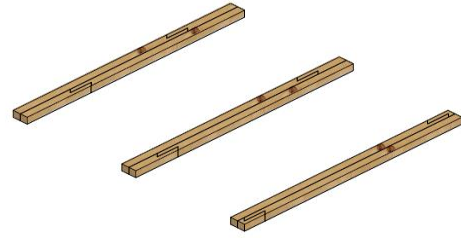
**2a**



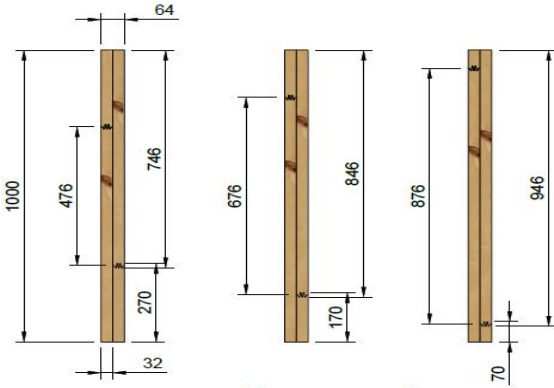
Şekil 1. 2a eklemli sütun örnekleri



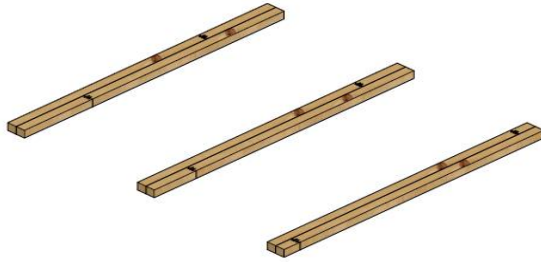
**3a**



Şekil 2. 3a eklemli sütun örnekleri



**Dişli**



Şekil 3. Diş eklemli sütun örnekleri

### 2.3. Sütun Direnci Deneyi

Sütun direnci, liflere paralel basınç direncinin özel bir hali olup, uzunluğuna oranla en kesit ölçüleri çok daha küçük (narin) olan yapı elemanlarına uygulanır. Deney sırasında deney örneği yan tarafa doğru eğilerek basınç etkisine karşı koymaya çalışma halindedir.

TS 2595 ve TS 647 esaslarına göre belirlenir. Sütun direnci boyuna oranla enine kesit boyutları küçük olan sütun (kolon) şeklindeki ahşap malzemede, malzemenin liflere paralel yönde basınç etkisi ile yana doğru eğilerek bu basınca karşı koyması durumunda meydana gelir. Ahşap malzemeye uygulanan basınç doğrultusu sütunun geometrik eksenine paralel olsa bile, malzemenin direnci yapısının homojen olmamasından dolayı aynı doğrultuda olmayacaktır ve yan tarafa doğru eğilme momenti meydana gelecektir. Sütun direncinde kullanılacak yük miktarı ( $P_{kr}$ ) kg ile gösterilmekte olup sütunun basınç esnasında tespit şekline göre değişir. Bu çalışmada sütunun iki ucu hareketli mesnet ve  $S_k = L$  kadar kabul edilerek:

$$P_{kr} = \pi^2 \times (E \times J) / L^2$$

$P_{kr}$  : Burkulmayı sağlayacak kritik yük miktarı (kg), E: Elastikiyet modülü ( $kg/cm^2$ ),

$S_k$  : Sütunun yana doğru eğilme uzunluğu (cm), J: Atalet momenti ( $cm^4$ ),

L : Çubuk uzunluğu.

Liflere paralel basınçta ahşap malzemeyi yana doğru eğici bir yükleme meydana gelebilmesi için sütunun yana doğru eğilme uzunluğu ( $S_k$ ) nin örneğin en kısa enine kesit kenarı (d) nin 5,5 katına eşit veya daha büyük olması gerekir. Ya da ağaç malzeme sütununda narinlik derecesinin  $\lambda \geq 20$  olması beklenir.

#### Atalet yarıçapı;

i :  $\sqrt{J/A}$

i :  $\sqrt{17,47/20,48}$

i: Atalet yarı çapı i : 0,923

Atalet momenti;  $J = a^3 \times b / 12$

$\sigma$ : Sütun direnci, 8,74

$\sigma$ : 234,95  $kg/cm^2$   $\pi$ : 3,14

a: Kısa kenar uzunluğu (cm)

b: Uzun kenar uzunluğu (cm)

$\lambda \geq 100$  olduğu takdirde (136,51) Sütun Direnci;

E: Elastikiyet modülü ( $kg/cm^2$ )

Narinlik derecesi;  $\lambda = S_k / i$

J: Atalet momenti  $\lambda$ : 69,88

A: Enine kesit alanı

$S_k$ : Sütunun yana doğru eğilme uzunluğu (cm)

$\sigma$ :  $(\pi^2 \times E) / \lambda^2$



Örnek hesaplama:

Yukarıda ki formüllere göre 3, 2x6,4x64, 5 cm olarak boyutlandırdığımız deney örneklerinin (kolonların):

$$\text{Atalet yarıçapı} \quad i = \sqrt{J/A}, \quad [0,923]$$

$$\text{Narinlik derecesi} \quad \lambda = Sk/i \quad [69,88]$$

$$\text{Atalet momenti;} \quad J = a^3 \times b / 12 \quad [8,74\text{cm}^4]$$

Sütun direnci ise,  $\sigma = (\pi^2 \times E) / \lambda^2$  olduğundan; Örneklerin taşıyacağı kritik yük (P<sub>kr</sub>);

$$\sigma = (3,142 \times 116367) / 69,882$$

$$\sigma = 234,95 \text{ kg/cm}^2$$

teorik olarak hesaplanmış olur.

P<sub>kr</sub> = 2053,5 kg olarak hesaplanmış olur.

$$P_{kr} = (\pi^2 \times E \times J) / L^2 \text{ formülünden}$$

$$P_{kr} = (3,142 \times 116367 \times 8,74) / 69,882$$

$$P_{kr} = 10027682,32 / 4883,21$$

Bu örnek hesaplama gerçek ölçülerdeki kolon için değil 1/5 ölçekli deney örnekleri için yapılmıştır.

## 2.4. İstatistiksel Analiz

Boy birleştirme (Ekleme) tiplerinin, birleştirmeler arası mesafelerin ve iklimlendirme şartlarının lamine ahşaptan geliştirilmiş örneklerde sütun direnci üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla  $p \leq 0,05$  önem düzeyinde çoklu varyans analizi MSTAT-C programı kullanılarak yapılmıştır. Boy birleştirme (ekleme) tiplerinin, birleştirmeler arası mesafelerin ve iklimlendirme şartlarının test edilmiş özellikler üzerindeki etkisi anlamlı bulunduğundan homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır.

## 3. BULGULAR

Proje kapsamında Sarıçam, kestane ve sapsız meşe odunlarından hazırlanmış ve boy eklenmiş gerçek boyutlardaki yapı elemanına göre 1/5 ölçekli küçültülmüş sütun direnci performans örneklerine 20/65, 40/35 ve 10/50 iklim şartlarında münavebeli olarak beklettikten sonra uygulanmış sütun direnci testinde elde edilen maksimum kuvvetler Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 1. **20C/%65** nispi nem iklimlendirme ortamında bekletilmiş örneklerde sütun performansı kuvvetleri (N)

AHŞAP TÜRÜ	KONTROL ÖRNEKLERİ	EKLEME TÜRÜ	BOYUNA EKLEM MESAFESİ		
			476 mm	676 mm	876 mm
SARIÇAM	48151,20	2a EKLİ	38017,45	37051,33	41948,03
		3a EKLİ	42890,06	37683,40	41511,68
		DİŞ EKLİ	33162,98	31722,01	31613,84
KESTANE	18705,46	2a EKLİ	23544,01	18029,30	17306,04
		3a EKLİ	24873,40	24563,97	22302,04
		DİŞ EKLİ	17999,67	18036,77	17818,57
MEŞE	42770,84	2a EKLİ	32907,23	33730,68	33628,66
		3a EKLİ	35597,12	33928,55	34158,41
		DİŞ EKLİ	25157,19	24749,65	23745,61

20C/%65 iklim ortamında münavebeli olarak bekletilmiş ve akabinde test uygulanmış her bir deneyde elde edilmiş maksimum sütun direnci kuvvetlerinde Sarıçam sütun direnci kontrol örnekleri ortalaması olan 48151,20 N' luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 35 kayıpla dişli boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin tümünde kontrol örneği performansına yakın değerler elde edilmiştir.

Kestane odunundan kontrol örnekleri ortalaması 18705,46 N'luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 8 kayıpla 2a boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin çoğunluğunda kontrol örneği performansından daha yüksek performans elde edilmiştir. Bunu nedeni, laminasyonun masif ahşabın kusurlu kısımlarının etkisini elimine etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Meşe odunundan kontrol örnekleri ortalaması 42770,84 N'luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 45 kayıpla dişli boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin çoğunluğunda kontrol örneği performansına yakın performans elde edilmiştir.

Tablo 2. **40C/%35** nispi nem iklimlendirme ortamında bekletilmiş örneklerde sütun performansı kuvvetleri (N)

AHŞAP TÜRÜ	KONTROL ÖRNEKLERİ	EKLEME TÜRÜ	BOYUNA EKLEM MESAFESİ		
			476 mm	676 mm	876 mm
SARIÇAM	49008,34	2a EKLİ	39418,17	39405,45	42211,33
		3a EKLİ	43364,76	39036,08	42137,66
		DİŞ EKLİ	34680,724	32499,45	32302,63
KESTANE	19700,15	2a EKLİ	26505,93	19058,73	18516,12
		3a EKLİ	26646,91	26386,41	24863,09
		DİŞ EKLİ	19438,26	19404,61	19383,15
MEŞE	45466,40	2a EKLİ	34110,19	35744,61	36791,13
		3a EKLİ	37483,76	36612,59	36638,90
		DİŞ EKLİ	28373,814	27011,34	25841,44

Tablo 2 incelendiğinde 40C/35 nispi nem iklim ortamında münavebeli olarak bekletilmiş ve sütun direnci testi uygulanmış örneklerde sütun direnci performansının bir önceki ortam değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunu nedeninin, ortamda örneklerin rutubetinin azaldığı ve buna istinaden direncin yükselmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Sarıçam sütun direnci kontrol örnekleri ortalaması olan 49008,34 N' luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 35 kayıpla dişli boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin tümünde kontrol örneği performansına yakın değerler elde edilmiştir.

Kestane odunundan kontrol örnekleri ortalaması 19700,15 N'luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 8 kayıpla 2a boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin çoğunluğunda kontrol örneği performansından daha yüksek performans elde edilmiştir. Bunu nedeni, laminasyonun masif ahşabın kusurlu kısımlarının etkisini elimine etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Meşe odunundan kontrol örnekleri ortalaması 45466,40 N'luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 44 kayıpla dişli boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin çoğunluğunda kontrol örneği performansına yakın performans elde edilmiştir.

Tablo 3. **10C/%50** nispi nem iklimlendirme ortamında bekletilmiş örneklerde sütun performansı kuvvetleri (N)

AHŞAP TÜRÜ	KONTROL ÖRNEKLERİ	EKLEME TİPİ	BOYUNA EKLEM MESAFESİ		
			476 mm	676 mm	876 mm
SARIÇAM	51508,57	2a EKLİ	38017,45	37051,33	41948,03
		3a EKLİ	42890,06	37683,40	41511,68
		DİŞ EKLİ	33162,98	31722,01	31613,84
KESTANE	18270,73	2a EKLİ	21793,33	17583,69	17173,88
		3a EKLİ	22777,96	23641,93	22409,37
		DİŞ EKLİ	16151,34	17349,314	17881,52
MEŞE	38205,67	2a EKLİ	31451,70	32191,03	32528,91
		3a EKLİ	35622,98	33457,55	34416,91
		DİŞ EKLİ	24925,61	24403,54	22996,72

Tablo 3 incelendiğinde 10C/50 nispi nem iklim ortamında münavebeli olarak bekletilmiş ve sütun direnci testi uygulanmış örneklerde sütun direnci performansının bir önceki ortam değerlerinden düşük ama 20C/65 nispi nem ortamı değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunu nedeninin, ortamda örneklerin rutubetinin sıcaklığın düşük olup örneklerin ortamdaki daha düşük nem alması ve soğuk ortamda daha da rijitleşmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Sarıçam sütun direnci kontrol örnekleri ortalaması olan 51508,578 N' luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 39 kayıpla dişli boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin tümünde kontrol örneği performansına yakın değerler elde edilmiştir.

Kestane odunundan kontrol örnekleri ortalaması 18270,73 N'luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 12 kayıpla dişli boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin çoğunluğunda kontrol örneği performansından daha yüksek performans elde edilmiştir. Bunu nedeni, laminasyonun masif ahşabın kusurlu kısımlarının etkisini elimine etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Meşe odunundan kontrol örnekleri ortalamasını 38205,67 N'luk kuvvet esas alındığında; en düşük performans % 40 kayıpla dişli boy eklemeli örneklerde meydana gelmiştir. Diğer örneklerin çoğunluğunda kontrol örneği performansına yakın performans elde edilmiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deney örnekleri 20C/%65 sıcaklık ve nispi nem ortamında hazırlanmıştır. Bu iklim şartı genel olarak tüm ağaçları endüstrisinde ahşap malzeme kullanılarak imalat yapılan fabrika ve atelyelerde geçerli olan bir ortam değerleridir. Bu nedenle, bu çalışmada her bir ahşap türünün bu ortamdaki sütun direnci değerini esas alıp diğer iklim ortamlarındaki değişim bunlara göre belirlenmiştir.

Proje çalışması kapsamında iklim şartının kontrol örnekleri performans değerleri üzerinden ahşap türüne etkileri Tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 4. İklim şartının kontrol örnekleri performans değerleri üzerinden ahşap türüne etkileri

AHŞAP TÜRÜ	İKLİM ŞARTI	SÜTUN DİRENCİ PERFORMANSI	% DEĞİŞİM
SARIÇAM	20C/%65	48151,20	-
	40C/%35	49008,34	+ 1,018
	10C/%50	51508,57	+ 1,069
KESTANE	20C/%65	18705,46	-
	40C/%35	19700,15	+1,053
	10C/%50	18270,73	-1,024
MEŞE	20C/%65	42770,84	-
	40C/%35	45466,40	+1,063
	10C/%50	38205,67	-1,119

Tablo 4 değerleri incelendiğinde Tüm ağaç türlerinde 20C/%65 iklim ortamı değerlerine göre 40C/%35 ortamında yaklaşık % 1'lik bir performans artışı, 10C/%50 ortamında ise Sarıçamda yine aynı oranda artış, kestane ve meşede aynı oranda azalma meydana geldiği görülmektedir. Bu durumda dış ortam şartlarında kullanımı en uygun ahşap Sarıçam olduğu, daha sonra meşe ve kestanenin kullanımı önerilebilir.

Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3 deki boy ekleme mesafesi değerleri incelendiğinde en düşük sütun direnci performansları genellikle diş ekli birleştirmelerde olduğu, bu nedenle bu boy eklemenin yapısal ahşap sütun elemanlarda tercih edilmemesi gerektiği söylenebilir.

2a ve 3a ekli boy birleştirmeler her üç ahşap türünde de diş eklemelilere göre daha yüksek ama birbirine yakın performans göstermiştir. İkisinden birini tercih malzeme maliyeti bakımından yapılabilir. Bu durumda, öncelikle 2a boy eklemeli daha sonra da 3a boy eklemeli önerilebilir.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma 6553 ID numaralı ve “Boy Birleşmeli Lamine Ahşap Kolonda Sütun Direnci Performansının Belirlenmesi” adlı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Merkezi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı kuruma teşekkürler arz olunur.

## **KAYNAKÇA**

1. Kayakıran, S., & Kışhal, E. (2019). Dünden Bugüne Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının İncelenmesi ve Yapılarda Taşıyıcı Olarak Kullanılması Üzerine Öneriler. Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi, DOI: 10.30785/mbud.450537.
2. Zor, M., Sözen, E., & Bardak, T. (2017). Lamine Ahşap Malzemenin Mekanik Performansları ve Görüntü Analizi Yöntemiyle Eğilme Direnci Testinde Deformasyonun Belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, DOI: 10.24011/barofd.268576.
3. Yücel, G. (2019). Wood and architectural education: Istanbul case. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, DOI: 10.33725/mamad.487431.
4. Ehrhart, T., Steiger, R., Lehmann, M., & Frangi, A. (2020). European beech (*Fagus sylvatica* L.) glued laminated timber: lamination strength grading, production and mechanical properties. European Journal of Wood and Wood Products, DOI: 10.1007/s00107-020-01545-6.
5. King, B. L. (2019). Wood deck bridges - stress laminated wood panels on steel beams. West Virginia University Libraries.
6. Piao, C. (2022). Wood laminated composite poles. Louisiana State University Libraries.
7. BSI British Standards. (2013). Timber structures. Structural timber and glued laminated timber. Determination of shear strength and mechanical properties perpendicular to the grain, DOI: 10.3403/01306616.

8. BSI British Standards. (2015). Timber structures. Structural timber and glued laminated timber. Determination of shear strength and mechanical properties perpendicular to the grain, DOI: 10.3403/01306616u.
9. Sartor, B. (2017). Increasing the strength and stiffness of structural laminated timber using natural fiber composites. The University of Queensland Library.
10. Hiramatsu, Y., Fujimoto, K., Miyatake, A., Shindo, K., Nagao, H., Kato, H., & Ido, H. (2010). Strength properties of glued laminated timber made from edge-glued laminae II: bending, tensile, and compressive strength of glued laminated timber. *Journal of Wood Science*, DOI: 10.1007/s10086-010-1127-0.
11. Aicher, S., & Ohnesorge, D. (2010). Shear strength of glued laminated timber made from European beech timber. *European Journal of Wood and Wood Products*, DOI: 10.1007/s00107-009-0399-9.
12. Hosseinzadeh, S., Mohebbi, B., & Elyasi, M. (2020). Bending performances and rolling shear strength of nail-cross-laminated timber. *Wood Material Science & Engineering*, DOI: 10.1080/17480272.2020.1800089.
13. Gilbert, B. P. (2017). Structural Solutions to Produce Long Timber Veneer-Based Composite Hollow Sections. *Construction and Building Materials*, 138, 19-29, DOI:10.1016/j.conbuildmat.2017.02.046.
14. Anshari, B., Rofaida, R., & Rahmalia, D. (2019). Experimental study on the effectiveness of finger joints with variations in wood species toward bending strength of glulam beams. *Journal of Physics: Conference Series*, 1376(1), 012032.
15. Nogueira, M., Icimoto, F. H., & Rocco Lahr, F. A. (2022). Experimental study on full-scale glulam beams manufactured with *Eucalyptus urograndis*. *Journal of Building Engineering*, 47, 102365.
16. Pereira, A. B., Neto, J. B., & Júnior, G. B. (2016). Evaluation of Tensile Strength of a *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophia* Hybrid in Wood Beams Bonded Together by Means of Finger Joints and Polyurethane-Based Glue. *Materials Research*, 19(1), 143-149.

17. Okamoto, S., Akiyama, N., & Inayama, M. (2021). Study on the strength of glued laminated timber beams with round holes: difference in structural performance between homogeneous-grade and heterogeneous-grade timber. *Journal of Wood Science*, 67(1), 1-14.
18. Bao, Y., Lu, W., Chen, Z., & others. (2022). Structural performance of cross-laminated timber-concrete composite floors with inclined self-tapping screws bearing unidirectional tension-shear loads. *Journal of Building Engineering*, 47, 102365.
19. TS EN 386 (2006). *Tutkallanmış Lâmine Kereste- Performans Özellikleri ve Asgarî İmalât Şartları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
20. You, R., Li, X., Liu, Y., Liu, Y., Xu, M., & Yang, Z. (2021). Variation in wood physical properties and effects of climate for different geographic sources of Chinese fir in the subtropical area of China. *Scientific Reports*, 11, 4461.



