



## Kısa Makale

# Kapı Köşe Birleşimlerinde Çekme Dayanımı İle Kereste Türü Arasındaki İlişkinin Analizi

Kürşat YILDIZ, Murat ÇAVUŞ

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 06500 Teknikokullar, ANKARA

## ÖZET

Bu çalışmada; ahşap kapı üst sereninde uygulanan zıvanalı birleşimlerin çekme dayanımı değerleri ile malzeme türü arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Ahşap kapı üst sereni birleşim yerleri deney örneklerinin üretilmesinde, Batı Karadeniz yöresine ait ikinci sınıf kavak, kestane ve çam kerestesi kullanılmıştır. Her bir kereste türü için 30 adet zıvanalı 90° köşe birleşim yapılmıştır. Sonuç olarak ahşap kapı üst sereni köşe birleşimlerinin çekme dayanımı bakımından çam kerestesinin kavak ve kestane kerestelerinden daha iyi performans sergilediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ahşap kapı, Zıvanalı birleşim, Çekme dayanımı

## 1. GİRİŞ

Mimarlıkta kapı sözcüğü yaygın olarak mekanı sınırlayan düşey yüzeylerde (duvar) bırakılan boşluk ve o boşluğu denetlemek üzere görevlendirilen hareketli öge (doğrama) olarak tanımlanır. Tarihsel örneklerde de görüldüğü gibi dış kapı gerek geçişi sağlama ya da kesme (denetleme) işlevi açısından, gerekse de simgesel yönden yapıda özel konumdadır [1]. Geleneksel evlerin giriş kapıları genellikle büyük ve iki kanatlıdır. Bahçe duvarı içine açılanların üzeri çoğu zaman saçaklı yapılmıştır. Kanatlar aynalıdır. Kapı evin sembolüdür [2].

20. yy endüstriyel üretimde, seri üretime uygun yeni ahşap kapı tipleri ortaya çıkarken, aynı zamanda birçok olumsuzluklarına rağmen, gerek güvenlik açısından (çelik kapılar), gerekse de seri üretime uygunluğu, ekonomik oluşu, bakım istememesi, dönemin mimari görünümüne daha uygun olması gibi nedenlerle alüminyum, PVC, temperli özel cam vb. malzemelerden üretilen doğramalar, ahşap doğramalara göre daha yaygın kullanılır olmuştur [1].

Kama dişli birleştirmelerin pencere ve kapı çerçevesi yapımında kullanılması ile ilgili olarak Egner ve Jagfeld (1966), mobilya yapımında kullanımı için Murphey ve Ridhel (1972), çeşitli yapıların taşıyıcı elemanlarının yapılması konusunda Hayle, Strickler ve Adams (1973) çalışmalar yapmıştır. Yapılan bu araştırmalarda; ağaç malzemede, kama dişli birleştirmelerin, “lambalı” ve “zıvanalı” birleştirme yöntemleri ile birleştirilen ağaç malzemeye oranla % 60–80 oranlarında mukavemetin arttığı sonucuna varılmıştır. Kama dişli birleşmelerde, poly (vinyl acetate) PVAc tutkalı kullanımı halinde ağaç malzemenin kapalı ortamlarda, üre formaldehit tutkalı ile normal iklim koşullarında pencere vb. üretiminde, fenol formaldehit tutkalı ile açık hava koşullarında kullanılabileceği belirtilmiştir [3].

Pencerelerdeki geometri ve şekil farklılıklarına rağmen, zıvanalı köşe birleşimleri yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Diğer taraftan, zıvanalı birleşimlerin kavelasız zıvanalı ve kavelalı zıvanalı olmak üzere iki şekilde uygulandığı görölmektedir. Köşe birleşimlerinin mukavemetlerini inceleyen bazı araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan; Sayıl (1996)'da ahşap köşe birleşimlerinin rijitliğini arttırmaya yönelik araştırmasında zıvanalı köşe birleşiminde beş farklı tutkal türü kullanarak mukavemet değerlerindeki değişim incelenmiştir [4]. Tekin (2000)'de bazı ağaç türlerinde temel işlem makineleri ile açılmış zıvanaların diyagonal basınç ve çekme dirençlerinin belirlenmesine yönelik olarak üç farklı ağaç türü ve iki farklı tutkal türü denenmiş ve köşe birleşim mukavemetlerindeki değişimler araştırılmıştır [5].

Sarıçam, köknar, keşanesi ve toros sediri ile imal edilen, düz zıvanalı, düz zıvanalı-kavelalı, gizli zıvanalı, gizli zıvanalı-kavelalı köşe birleştirmelerin çekme kuvvetlerine karşı mukavemetleri incelenmiştir. Yapılan testler sonucunda, birleştirmelerde en büyük çekme mukavemetinin çam malzemede düz zıvanalı birleştirmede, en düşük çekme mukavemetinin ise keşane kullanıldığında düz zıvanalı birleştirmede olduğu görölmüştür [6]. Ahşap pencere kanatlarının alt ve üst köşe zıvanalı birleşimlerinde çekme dayanımı ve sarkma verileri bakımından kavelalı birleşimlerin kavelasız birleşimlerden daha iyi sonuçlar verdiği görölmüştür [7].

Sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky), Doğu Karadeniz Köknarı (*Abies Nordmanniana*), Anadolu Keşanesi (*Castanea Sativa* Mill.) ve Toros Sediri (*Cedrus Libani* A. Rich.) türlerinden imal edilen, Düz Zıvanalı, Düz Zıvanalı-Kavelalı, Gizli Zıvanalı, Gizli Zıvanalı-Kavelalı birleştirme teknikleriyle oluşturulan köşe birleştirmelerin dış eğilme momenti etkisi altındaki performansları incelenmiştir [8].

Bu araştırmanın amacı, Batı Karadeniz bölgesinin Bolu yöresine ait üç farklı ahşap malzeme üzerinde, PVAc poly (vinyl acetate) tutkalı ile kapı üst serenlerinde kullanılan zıvanalı birleşim türünün çekme dayanımı değerleri ile malzeme türü arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

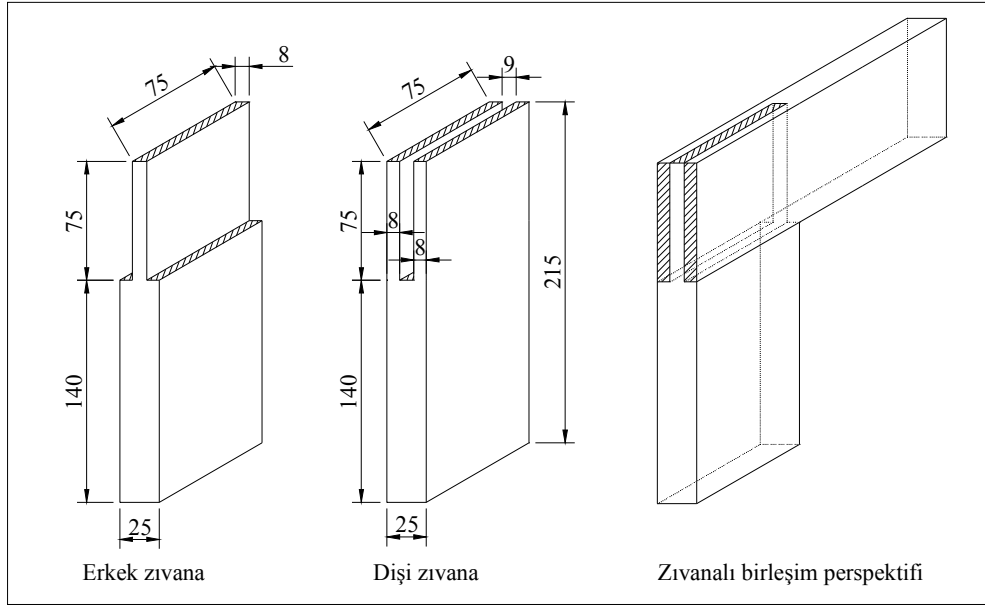
## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Materyal

Deney örneklerinin üretilmesinde ikinci sınıf kavak (*Populus nigra* L.), keşane (*Castanea* Mill) ve çam (*Pinus* L.) kerestesi kullanılmıştır. Kereste seğiminde TS EN 14221 "İç pencereler, İç kapı kanatları ve iç kapı çerçevelerindeki ahşap ve ahşap esaslı malzeme - Gereklere ve özellikler" standardında belirtilen esaslara uyulmuştur [9]. Zıvana yüzeylerinin yapıştırılmasında, sentetik poly (vinyl acetate) (PVAc) tutkalı kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

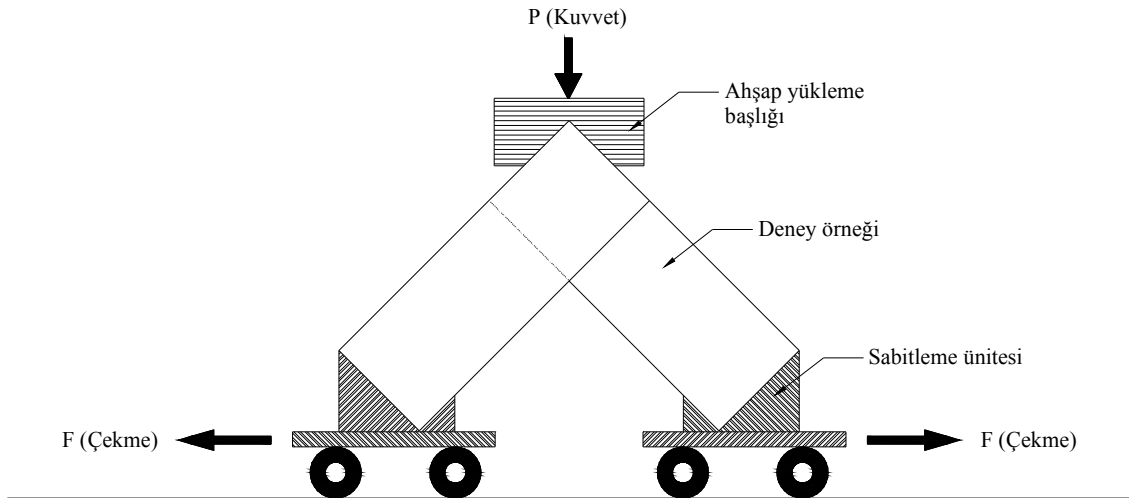
Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılmak üzere hazırlanan keresteler, TS 1350 "Yuvarlak Odun ve Kerestelerin İstiflenmesi Kuralları" standardında belirtilen esaslara uygun olarak istiflenmiş ve üç ay süre ile bekletilerek hava kurusu rutubet derecesine (%12) getirilmiştir [10]. Deneye hazır kerestelerden Şekil 1'de verilen detaya uygun olarak, her bir ahşap türü için 30'ar adet numune TS 4905 "Ahşap Birleştirmeler- Zıvanalı Birleştirme Kuralları" standardında belirtilen esaslar çerçevesinde hazırlanmıştır [11].



Şekil 1. Deney Örneklerine Ait Köşe Birleşim Detayları

Deney örneklerinin birleşim yüzeylerinin biçilmesinde, kalınlığı:1mm, diş profili:PV, diş yüksekliği: 14mm, göğüs açısı: 22°, çapraz miktarı: iki diş çaprazlı bir diş düz şerit testere kullanılmış ve biçme hızı yaklaşık olarak 5-8m/dk olarak gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan köşe birleşim örneklerinin hem erkek zıvana hem de dişi zıvana yapışma yüzeylerine PVAc tutkalı sürülmüş, elemanlar gönyesine getirildikten sonra işkence ile sıkılarak 15 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır.

Ahşap Köşe Birleşimlerinin Mukavemet Deney Metotlarını ilk defa 1968 yılında araştıran Kütschukov'un basınç altında ayırma uygulaması tekniği seçilmiş ve deney aparatının kullanımına ilişkin plan Şekil 2'de verilmiştir [12]. Deneyde, 300 kN kapasiteli, dijital göstergeli, yükleme hızı ayarlanabilir basınç test cihazı kullanılmıştır. Prese arabalar ile yerleştirilen numunelerin ezilmesini minimuma indirmek için üst bölmesine ahşap malzemeden ilave aparat hazırlanmıştır. Bu aparat deney numunelerini her yönden sabit tutacak şekilde ayarlanmıştır. Deneyler ASTM-D 1037'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [13].



Şekil 2. Deney Aparatı ve Deney Örneğinin Konumlandırılması

Numunelere uygulanan yük (P) sonucu numunede meydana gelecek çekme dayanımı değeri ( $\sigma$ ) N/mm<sup>2</sup> olarak aşağıda ki formülle hesaplanır.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad A = a \times b \quad (1)$$

P:Deney numunelerine dik doğrultuda uygulanan yük (N),

a: Deney numunesinin tutkallanan yüzeyinin kısa kenarı,(mm)

b: Deney numunesinin tutkallanan yüzeyinin uzun kenarı,(mm)

A: Bir numunenin tutkallanan en kesit alanı (mm<sup>2</sup>)

$\sigma$ : Basınç altında çekme dayanım değeri (N/mm<sup>2</sup>)

Deneysel çalışmalar sonucunda üç farklı kereste türüne ait çekme dayanımı gözlemleri elde edilmiştir. Her üç gruba ait açıklayıcı istatistikler hesaplanmış ve grupların ortalamaları arasında fark olup olmadığı varyans analizi tekniği ile belirlenmiştir. Bu çalışmada yanılma olasılığı  $\alpha = 0.05$  olarak kabul edilmiştir [14]. Ayrıca gruplara ait verilerin dağılım değerlerinin görülebilmesi bakımında kutu grafikleri çizilmiştir. Bir kutu grafiğinde;

- ✓ Ortanca çizgisi ile merkezi eğilimler (ortanca çizgisi kutunun ekseninde ise dağılım normal, ortanca çizgisi 1. çeyrek çizgisine daha yakın ise dağılım pozitif yönde çarpık olduğu, ortanca çizgisi 3. çeyrek çizgisine daha yakın ise dağılım negatif yönde çarpık olduğu),
- ✓ Kutunun boyu ile verilerin yayılma veya değişkenliği (gözlemlerin % 50 sinin değerleri kutu içerisinde yer almakta, bu durumda kutu boyunun uzun olması yayılma veya değişkenliğin fazla olduğu), ifade edilmektedir [15].

### 3. BULGULAR VE TARTIşMA

#### 3.1. Hava Kuru Rutubet Miktarı ve Yoğunluk

Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen hava kuru rutubet miktarı ve yoğunluk değerlerine ilişkin açıklayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir. Deneyin gerçekteştirilmesi sırasında deney örneklerinin ortalama rutubet miktarının %12.03 ortalama yoğunluğun ise 0.447gr/cm<sup>3</sup> olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Hava Kuru Rutubet Miktarı ve Yoğunluk Değerlerine İlişkin Açıklayıcı İstatistikler

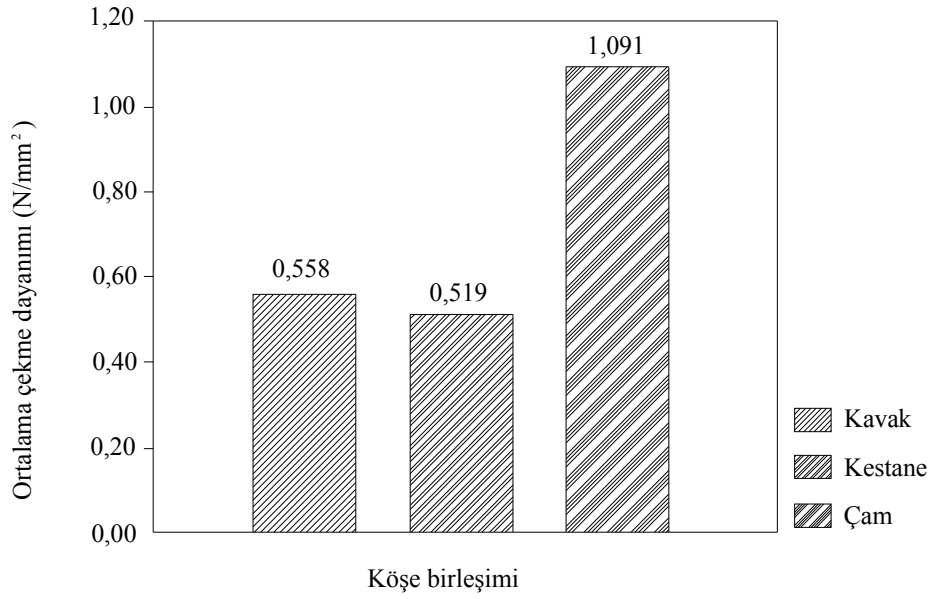
<u>Deney türü</u>	<u>Hesaplanan değerler</u>			
	<u>Min.</u>	<u>Art. Ort.</u>	<u>Maks.</u>	<u>Std. Sapma</u>
Hava kuru yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	0,387	0,447	0,568	0,041
Hava kuru rutubet miktarı (%)	10,02	12,03	13,38	0,87

#### 3.2. Çekme Dayanımı

Deney sonucunda elde edilen çekme dayanımı ve sarkma değerlerine ait açıklayıcı istatistikler Tablo 2'de, ortalama değerlere ait grafikler ise Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Çekme Dayanımı Değerlerine Ait Açıklayıcı İstatistikler

<u>Kereste türü</u>	<u>N</u>	<u>Çekme Dayanımı (N/mm<sup>2</sup>)</u>				
		<u>Art. Ort.</u>	<u>Std. Sap.</u>	<u>Std. Hata</u>	<u>Min</u>	<u>Mak.</u>
Kavak (Populus nigraL.)	30	0,558	0,106	0,019	0,399	0,753
Kestane (Castanea Mill)	30	0,519	0,115	0,021	0,408	0,864
Çam (Pinus L.)	30	1,091	0,189	0,034	0,806	1,480



Şekil 3. Ortalama Çekme Dayanımı Değerleri

Kapı üst köşe birleşimine ait ortalama çekme dayanımları, kavak kerestesinde  $0,558 \text{ N/mm}^2$ , Kestane  $0,519 \text{ N/mm}^2$  ve Çam  $1,091 \text{ N/mm}^2$  olduğu görülmektedir (Şekil 3). Kapı üst köşe birleşimine ait çekme dayanımı değerleri üzerinde gerçekleştirilen varyans analizinde, kereste türünün her üç seviyesinde, çekme dayanımı değerleri bakımından  $\alpha=0,000$  anlamlılık düzeyinde farklı olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. Kapı Üst Köşe Birleşimi Çekme Dayanımı Değerlerine İlişkin Varyans Analizi

<u>Deney</u>	<u>Varyansın kaynağı</u>	<u>Serbestlik derecesi</u>	<u>Kareler toplamı</u>	<u>Kareler Ortalaması</u>	<u>F - testi</u>	<u>Anlamlılık düzeyi (<math>\alpha</math>)</u>
Çekme	Gruplar arası	2	6,134	3,067	152,255	,000
Dayanımı	Grup İçi	87	1,752	,020		
(N/mm <sup>2</sup> )	Toplam	89	7,886			

Varyans analizi sonuçlarına göre kereste türünün her üç seviyesinde, çekme dayanımı değerleri bakımından  $\alpha=0,000$  anlamlılık düzeyinde farklı olduğu görülmekle beraber bu farklılıkların hangi grupla arasında olduğunu belirlemek için,  $\alpha=0,05$  anlamlılık düzeyinde çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi uygulanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Kereste Türlerine Göre Duncan Testi Sonuçları

<u>Kereste Türü</u>	<u>Örnek sayısı (N)</u>	<u>Farklı olan gruplar (<math>\alpha=0,05</math>)</u>	
		1	2
Kestane ( <i>Castanea Mill</i> )	30	0,51907	
Kavak ( <i>Populus nigra L.</i> )	30	0,55890	
Çam ( <i>Pinus L.</i> )	30		1,09170

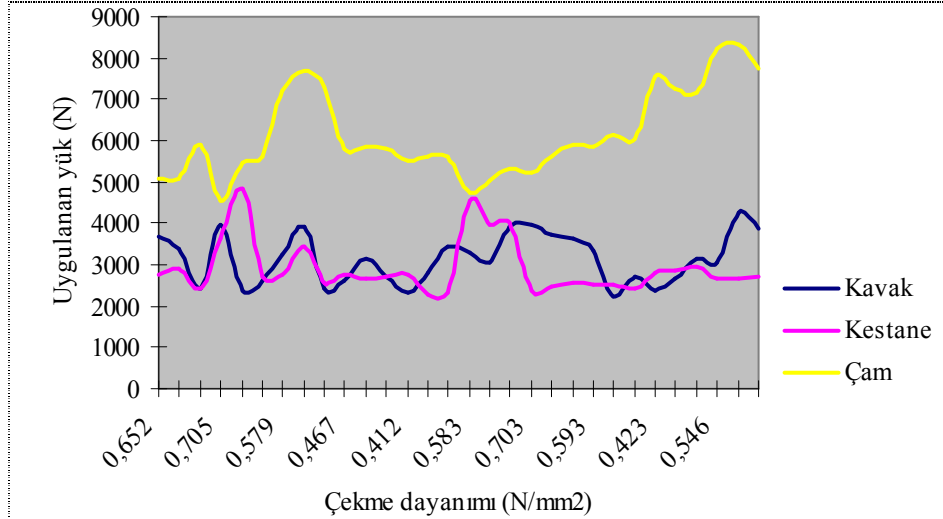
Duncan testi verilerine göre çekme dayanımı verileri bakımından Kestane ve Kavak kereste türlerinin istatistiki anlamda birbirinden farklı olmadığı, çam kerestesinin farklı olduğu görülmüştür.

Üst kõşe birleşimi çekme dayanımı değerleri bakımından, kestane kerestesinin kavak kerestesine nazaran %7,12 daha az olduğu, çam kerestesinin kestane kerestesine nazaran %110,31 kavak kerestesine ise %95,33 daha fazla olduğu görülmüştür. Çekme dayanımı ve basınç verileri arasındaki regrasyon denklemleri her bir kereste türü için Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Kereste Türlerine Ait Regrasyon Modelleri

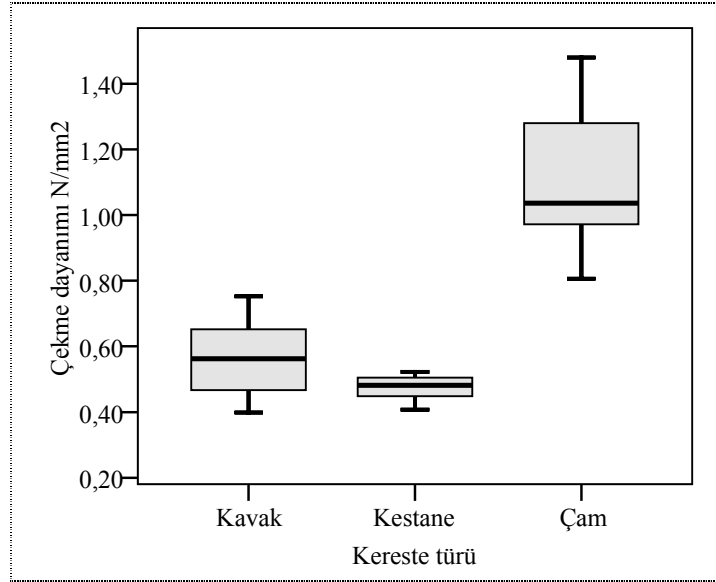
<b>Kereste türü</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Regrasyon model denklemi</b>
		y: Deneş numunelerine dik doğrultuda uygulanan yük (N) xÇekme dayanım değeri (N/mm <sup>2</sup> )
Kavak (Populus nigra L.)	1	$y = 5625x + 5E - 11$
Kestane (Castanea Mill)	1	$y = 5625x$
Çam (Pinus L.)	1	$y = 5625x + 6E - 11$

Çekme dayanımı bağımsız değişkenine karşılık, deney numunelerine uygulanan yük bağımlı değişkeni, istatistiki anlamda bağımsız değişkende ki %100’lük bir değişim, modelle tahmin ettiğimiz bağımlı değişken tarafından açıklanabilmektedir. Bununla beraber çekme dayanımı ile uygulanan yük arasındaki değişim her bir kereste türü için Şekil 4’te verildiği gibidir.



Şekil 4. Çekme Dayanımı – Uygulanan Yük İlişkisi

Çekme dayanımı deneyi sonucunda elde edilen verilere ait dağılım grafiği Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5. Köşe Birleşimlerde Çekme Dayanımı Değerleri Dağılımı

Üç farklı kereste türüne ait çekme dayanımı verilerinin kavak kerestesi için normal dağılım sergilediği fakat aykırı değerler olduğu, kestane kerestesinin negatif yönde çarpık olduğu, diğer taraftan çam kerestesinin pozitif yönde çarpık değerler sergilediği görülmüştür.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hava kuru rutubet miktarı %12,03, yoğunluğu  $0,447 \text{ gr/cm}^3$  olan Batı Karadeniz yöresine ait ikinci sınıf kavak, kestane ve çam kerestesi kapı üst sereni köşe birleşim örnekleri üzerinde gerçekleştirilen çekme dayanımı verileri üzerinde yapılan değerlendirmelerde;

- ✓ Kereste türünün her üç seviyesinde, çekme dayanımı değerleri bakımından  $\alpha=0,000$  anlamlılık düzeyinde farklı olduğu,
- ✓ Üst köşe birleşimi çekme dayanımı değerleri bakımından, kestane kerestesinin kavak kerestesine nazaran %7,12 daha az olduğu,
- ✓ Çam kerestesinin kestane kerestesine nazaran %110,31, kavak kerestesine ise %95,33 daha fazla olduğu,
- ✓ Kestane ve Kavak kereste türlerinin istatistiki anlamda birbirinden farklı olmadığı, çam kerestesinin farklı olduğu,
- ✓ Deney numunelerine uygulanan yük değişkeninin çekme dayanımı değişkenindeki değişimlerle tam olarak açıklanabildiği,
- ✓ Her ne kadar regrasyon analizi sonuçları tatmin edici sonuçlar doğursa da veri dağılımlarının çarpıklığı laboratuvar ortamında deney sistemi veya araştırmacı tarafından kaynaklandığı ve deney esnasında daha titiz davranılması gerektiği görülmüştür.

Sonuç olarak ahşap kapı üst sereni köşe birleşimlerinin çekme dayanımı bakımından çam kerestesinin kavak ve kestane kerestelerinden daha iyi performans sergilediği görülmüştür.

Ülkemizde doğrama ve mobilya sektöründe, PVAc tutkalı kullanılarak zıvanalı birleşimlerin kullanılacağı yerlerde, çam kerestesinin tercih edilmesi tadilat masraflarını, yalıtım masraflarını ve ahşap kaybını önleyebileceği düşünülmektedir. Belirtilen bu kayıpların maliyet analizinin karşılaştırmalı olarak yapılması ve yapı maliyeti alanında çalışan akademisyenler tarafından ele alınması önerilmektedir.

**KAYNAKLAR**

1. İzgi, U., Aysel, B.B., 2003, Kapılar ve Hafif Bölmeler, Yem Yayınları, İstanbul, Cilt 2, 11-207.
2. Eldem, S. H., 1955, Türk Evi Plan Tipleri, İTÜ Yayınları, İstanbul, 1-5.
3. Örs. Y., 1987, Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzeme Mekanik Özellikler, Yardımcı Ders Kitabı, K.T.Ü., Orm. Fakültesi, Trabzon.
4. Sayıl, B., 1996, Ahşap Doğrama Kõşe Birleşimlerinin Rijitlięini Arttırma Yolları Üzerine Bir Araştırma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, İstanbul.
5. Tekin, A., 2000, Bazı Ağaç Türlerinde Temel Makineler İle Açılmış Zıvanaların Diyagonal Basınç ve Çekme Dirençlerinin Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bil. Enst., Y.Lisans Tezi, Ankara.
6. Tokgöz, H., Kap, T., Özgan, E., 2005, Farklı Ağaç Türleri ve Zıvanalı Birleştirme Biçimleriyle Oluşturulan Çerçeve Konstrüksiyonlu Doğramalarda Diyagonal Yük Analizi, Teknoloji Dergisi, Cilt 8, Sayı 4, 363–376.
7. Arslan, M., Subaşı, S., Altuntaş, C., 2006, Ahşap Pencere Kanatlarında Birleşim Yeri Mekanik Özellikleri, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 21, No 2, 265–273.
8. Özgan, E., Kap, T., 2008, Eğilme Momentine Maruz Çerçeve Konstrüksiyonlu “L” Tipi Kõşe Birleştirmelerin Performanslarının İncelenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 23, No 2, 385-394.
9. TS EN 14221, 2007, İç pencereler, İç kapı kanatları ve iç kapı çerçevelerindeki ahşap ve ahşap esaslı malzeme - Gereker ve özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
10. TS 1350, 1973, Yuvarlak Odun ve Kerestelerin İstiflenmesi Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
11. TS 4905, 1986, Ahşap Birleştirmeler (Zıvanalı Birleştirme Kuralları), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
12. Kütschukov, G. & Josifov, N., 1968, Vergleichende Untersuchungen über die Fesigkeiten verschiedener Arten nicht zerlegbarer Eckverbindungen für spanplatten, Holztechnik, Leipzig 9.
13. ASTM-D 1037, 1983, Standart Methods of testing small clear specimens.
14. Neter, J. ve ark., 1988, Applied Statistics, 3.th edition, Allyn and Bacon Inc., London.
15. Norusis, M.J., 1993, SPSS for Windows Base System Users Guide Release 6, SPSS Inc., Chicago.