



## Sarıçam ve Ladin Odunundan Üretilen Kontrplakla Kaplı Perde Duvarların Yanal Yük Altındaki Deformasyonu

Aydın DEMİR<sup>1,\*</sup>, Abdullah Uğur BİRİNCİ<sup>1</sup>, Hasan ÖZTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 61080, TRABZON

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşletim Teknolojisi, Mobilya ve Dekorasyon Programı, 61900, TRABZON.

### Öz

Kontrplaklar deprem ve rüzgâr gibi yanal yükler karşısında yapının yer değiştirmesi esnasında oluşan yatay deformasyona dayanarak çökmesini engellerler ve bundan dolayı hafif çerçevesiz ahşap yapıların perde duvarlarında sıkça kullanılırlar. Hem kontrplakların teknolojik özelliklerini hem de kurulan perde duvarın yapısal özelliklerini birçok faktör etkileyebilmektedir. Perde duvarlar tasarlanırken ve üretilirken bu faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekir. Literatürde; ağaç türü, levha kalınlıkları, lif yönü, kusurlar, bağlantı elemanlarının türü, yeri ve birbirleri arasındaki mesafeleri gibi değişkenlerin perde duvarların yapısal davranışları üzerinde etkili oldukları belirtilmiştir. Bu çalışmada, yerli ağaç türlerinden üretilen kontrplak kaplı perde duvarların yanal yük altındaki yatay deformasyon miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte perde duvarların üretiminde kullanılacak bazı değişkenlerin yatay deformasyon miktarları üzerine etkileri de ortaya konulmuştur. Farklı ağaç türü (sarıçam ve ladin), lif yönü (liflere dik ve paralel), çivi ölçüsü (6d ve 8d) ve çivi aralıkları (levha kenarlarında 76 ile 152 mm, levha ortasında 152 ile 305 mm) kullanılarak oluşturulan perde duvarların yanal yük altındaki yatay deformasyonları ASTM E72 – 13a standardına göre belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, ladin kontrplaklar ile kaplanan perde duvarlar sarıçama göre genel olarak daha fazla yatay deformasyona uğramıştır. Bununla birlikte, kontrplak levhalarının liflere paralel olarak konumlandırıldığı, 6d çivi ile 152-305 mm aralıklarla montelenen perde duvarların genel olarak daha yüksek yatay deformasyon değerleri verdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Perde duvar, yatay deformasyon, kontrplak, ağaç türü, lif yönü, çivi ölçüsü ve aralıkları.

## Deformation of Shear Wall Sheathed with Plywood Produced from Scots Pine and Spruce Wood Under Lateral Load

### Abstract

Plywood prevents collapse due to the horizontal deformation that occurs during the displacement of the structure in the face of lateral loads such as earthquakes and wind and therefore it is frequently used in the shear walls of light-frame wood structures. Many factors can affect both technological properties of plywood and structural properties of shear wall installed. These factors need to be considered when designing and producing shear walls. In the literature, it was stated that variables such as wood species, panel thickness, fibre direction, defects, type and location of fasteners and their distance between each other affect the structural behaviour of shear walls. In this study, it is aimed to determine the amount of horizontal deformation under lateral load of plywood sheathed shear walls produced from native tree species. The horizontal deformation amounts under lateral load of the shear walls formed using different wood species (scots pine and spruce), fibre direction (perpendicular and parallel to the fibres), nail size (6d and 8d) and nail spacings (76 to 152 mm at panel edges, 152 to 305 mm at panel interior) were determined according to ASTM E72 – 13a standard. As a result of the study, shear walls sheathed with spruce plywood generally gave more horizontal deformation than scots pine. In addition, it has been determined that the shear walls were positioned their plywood panels as parallel to the fibres and mounted with 6d nail at spacings of 152-305 mm generally gave higher horizontal deformation values.

**Keywords:** Shear wall, horizontal deformation, plywood, wood species, fibre direction, nail size and spacings.

### \*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Aydın DEMİR (Dr.); Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon-Türkiye. Tel: +90 (462) 377 1560, Fax: +90 (462) 325 7499, E-mail: [aydindemir@ktu.edu.tr](mailto:aydindemir@ktu.edu.tr)  
ORCID: 0000-0003-4060-2578

Geliş (Received) : 10.04.2021

Kabul (Accepted) : 16.06.2021

Basım (Published) : 15.08.2021

## 1. Giriş

Deprem ülkemizi tehdit eden en önemli doğal afetlerden biridir. Özellikle 1999 yılında meydana gelen depremin ardından çok sayıda can ve mal kaybı yaşanmıştır. Ülkemizde, bu tarih milat alınarak deprem bilincinin artırılması ve depreme dayanıklı yapıların geliştirilmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı 2012-2023 Deprem stratejisi ve eylem planında STRATEJİ B.1.3. başlığı altında depreme dayanıklı binaların tasarım, malzeme ve standartlarını içeren çalışmaların destekleneceğini açıklanmıştır (Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı, 2013). Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'da hafif çerçeve ahşap yapılar, deprem ve rüzgâr gibi ani yanal yüklemelere karşı yüksek dirençleri nedeniyle düşük katlı konutlarda, kamu binalarında, ticari ve endüstriyel yapılarda yaygın olarak tercih edilmektedir (Liu ve ark., 2021). Ancak, ülkemizde köklü bir geçmişe sahip olmasına rağmen ahşap yapılardan vazgeçilmiştir. Deprem riski, çevresel kaygılar, ahşap yapı endüstrisindeki teknolojik gelişmeler ve devlet desteklerindeki artışa bağlı olarak gelecekte ahşap yapılara tekrar geri dönüş olabileceği tahmin edilmektedir.

Hafif çerçeve ahşap yapılarda, deprem ve rüzgâr gibi yanal yüklere karşı yapının ihtiyacı olan direnci sağlayan başlıca sistemler perde duvarlardır (Shadravan ve Ramseyer, 2018). Perde duvarlar, boyutsal kerestelerin kolon ve kiriş olarak kullanıldığı çerçevelere, çeşitli bağlantı elemanları ile yapısal ahşap levhaların monte edildiği sistemlerdir (Van De Lindt ve Walz, 2003). Perde duvarlarda kullanılan kontrplak ve OSB gibi yapısal ahşap levhalar; özellikle yapının süneklik ve rijitliğinin iyileşmesine katkıda bulunmakta ve yapıya etki edecek ani kuvvetlere karşı dayanıklılık sağlayarak bu etkiyi bütün yapıya dağıtma görevini üstlenmektedirler. Özellikle çatı ve zeminlerde meydana gelen aşırı yanal yükler, perde duvarlar sayesinde yatay rijitlik sağlanarak önlenmekte ve perde duvarlar çatı ile zemindeki parçaların bağlı oldukları desteklerinden ayrılmasını engellemektedirler (Shadravan ve Ramseyer, 2018). Kontrplakların perde duvarlarda kaplama materyali olarak kullanılması, özellikle çimento, alçı ve OSB levhalara göre yapıya yanal yüklemelere karşı daha yüksek dayanım kazandırdığı tespit edilmiştir (Demirkır, 2012). Kontrplak kaplı perde duvarlar, deprem esnasında yapının çökmesine engel olmak için daha fazla deformasyona uğrayarak yüksek miktarlarda yer değişimine olanak sağlamak ve düzlemsel olarak yapıya ilave rijitlik katmaktadır (Demirkır ve ark., 2013; Bott, 2005).

Perde duvarların yanal dayanımları, kırılma anındaki direnç, eğilme direnci, rijitlik ve süneklik olmak üzere genel olarak dört faktörden etkilenmektedir (Demirkır, 2012). Perde duvarların kapasitesi, öncelikle kaplama materyali ve çerçeve arasındaki çivi bağlantılarının gücü ile sağlanmaktadır. Bu nedenle, çivi bağlantıları dikkat edilmesi gereken çok önemli bir araştırma konusudur ve genellikle bir yapıdaki en zayıf halkalardır (Way ve ark., 2020). Buna ilaveten, kaplama materyallerinin özellikleri, kalınlıkları, bağlantı elemanlarının türü ve mesafeleri perde duvarlar tasarlanırken dikkat edilmesi gereken etkenlerden en önemlileridir (Bagheri ve Doudak, 2020). Hafif çerçeve ahşap yapılar ve perde duvarların yapısal özellikleri üzerine literatürde birçok çalışma mevcuttur (Liu ve ark., 2021; Bagheri ve Doudak, 2020; Way ve ark., 2020; Shadravan ve Ramseyer, 2018). Ancak, ülkemizde yerli kaynaklarımız kullanılarak üretilmiş bu tür yapı sistemlerinin ve kullanılan yapısal ahşap malzemelerinin teknolojik özellikleri hakkında yeterli sayıda çalışma bulunmadığı tespit edilmiştir (Çalışkan ve ark., 2019).

Bu çalışmada, yerli ağaç türlerinden üretilmiş olan kontrplak kaplı perde duvarların statik yanal yük altındaki yatay deformasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen amaca ulaşmak için farklı ağaç türleri, lif yönleri, çivi ölçüleri ve çivi aralıkları kullanılarak perde duvarlar tasarlanmış ve bu değişkenlerin perde duvarların yatay deformasyon miktarları üzerine etkileri de incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal ve Kontrplak Üretimi

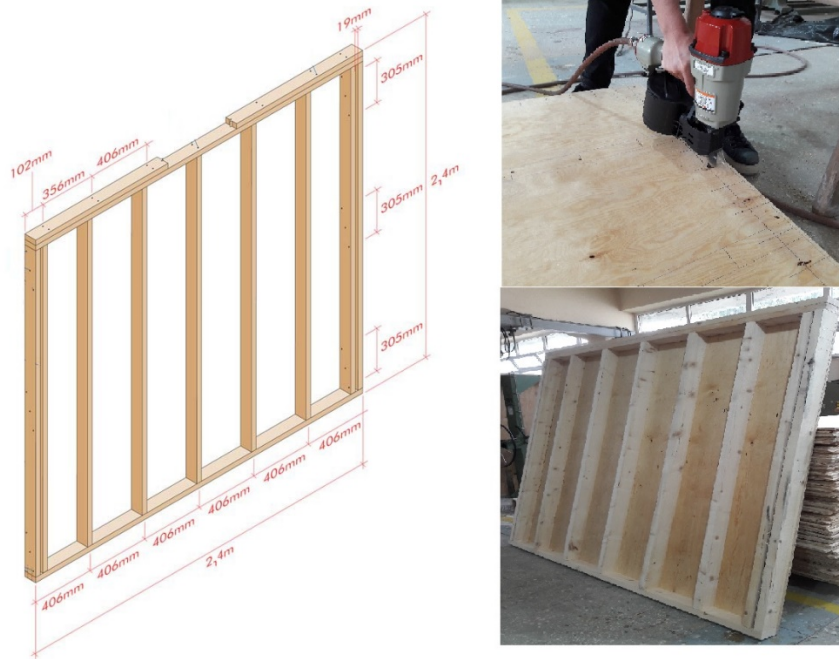
Bu çalışmada ağaç türü olarak, kontrplak sektöründe yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve ladin (*Picea orientalis* L.) odunları kullanılmıştır. Ortalama 40 cm olan kaplama üretim tomrukları, Doğu Karadeniz Bölgesi'nden temin edilmiştir. Tutkal türü olarak ise, kontrplak endüstrisinde dış mekanlar için tercih edilen fenol formaldehit reçinesi kullanılmıştır.

Kaplamaların soyma işleminde, soyma makinesi yatay açıklığı kaplama kalınlığının %85'i kadar, düşey açıklık ise 0,5 mm olarak ayarlanarak 2 mm kalınlıkta ve 1,20x2,40 m ebatlarında kaplama levhaları üretilmiştir. Üretilen soyma kaplamalar, kaplama kurutma makinesinde 110°C sıcaklıkta kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kaplamalara, levhanın tek yüzüne 160 gr/m<sup>2</sup> olacak şekilde tutkal çözeltisi sürülmüştür. Eurocode 5 standardında perde duvarlarda kullanılacak kontrplak levhaların en düşük kalınlıklarının 9 mm olması gerektiği

belirtilmektedir (EN 1995-2-1, 2004). Bundan dolayı, 5 tabakalı olarak hazırlanan taslak levhalar ön presleme işlemine tabi tutulmuştur. Kontrplak taslaklarının preslenmesi; endüstriyel koşullarda çok katlı bir hidrolik preste yapılmıştır. Üretilen 1,20x2,4 m ebatlarındaki kontrplak levhaları için, pres basıncı 8 kg/cm<sup>2</sup> ve pres sıcaklığı 140 °C uygulanmıştır. Presleme süresi, levha kalınlığı esas alınarak her bir mm kaplama kalınlığı için yaklaşık 1 dakika olmak üzere 2 mm'lik kaplamalardan 5 tabakalı olarak üretilen kontrplaklar için 10 dakika olarak uygulanmıştır.

## 2.2. Perde Duvarların Üretimi

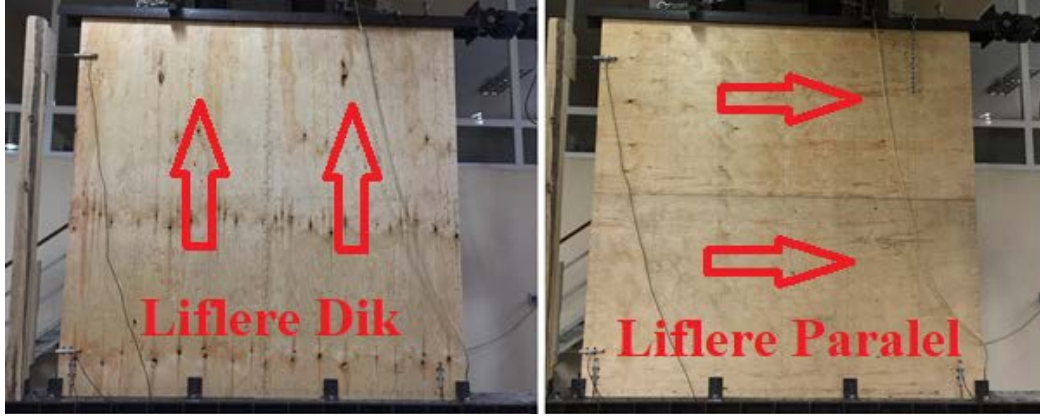
Her perde duvar grubu için standart çerçeve boyutları ve üretilen kontrplakların bu çerçevelere monte edilmesi ASTM E 72 - 13a (2014) standardına göre yapılmış ve görsel olarak Şekil 1'de verilmiştir. Çerçeve elemanları 5x10 cm ebatlarında ladin kerestelerden üretilmiş olup, üst ve kenar kısımlarda ikişer keresteden oluşan kirişler kullanılmıştır. Her bir grup çerçevesi için 12 adet 0,05x0,1x2,4m= 0,012 m<sup>3</sup> kereste kullanılmış, Toplam 16 perde duvar grubu için 0,192 m<sup>3</sup> kereste kullanılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan gruplar arasında çerçevelerin homojenliği sağlamak için aynı görsel kalite sınıfına giren keresteler temin edilerek çerçeve üretiminde kullanılmıştır.



Şekil 1. Çerçeve boyutları ve kontrplakların montajı (ASTM E72 – 13a, 2014).

Çalışmandaki perde duvar gruplarının tasarımı yapılırken aşağıdaki değişkenler kullanılmıştır;

- Her bir gruba ait kontrplaklar iki farklı lif yönü kullanılarak montelenmiş ve test edilmiştir (Şekil 2).
- Bağlantı elemanları olarak 6d (63 mm boy, 2,5 mm gövde çapı) ve 8d (76 mm boy, 2,8 mm gövde çapı) olmak üzere 2 farklı yaygın çivi türü ayrı ayrı denenmiştir. Çelikten yivli olarak üretilmiş çiviler, hava tabancasıyla birlikte rulo şeklinde tele dizili ring çivi olarak temin edilmiştir.
- Bağlantı elemanları olarak kullanılan çiviler çerçeveye monte edilen kontrplak levha kenarlarında 76 mm ve levha ortasında 152 mm, ayrıca 152 mm levha kenarında ve 305 mm levha ortasında olmak üzere 2 farklı aralık varyasyonu ile montelenerek test edilmiştir.



Şekil 2. Lif yönüne göre oluşturulan perde duvarların gösterimi

Çalışma kapsamında her bir ağaç türü için 2 farklı lif yönü, 2 farklı çivi ölçüsü ve 2 çivi aralıkları kombinasyonlarından oluşan 8 grup olmak üzere toplamda 2 ağaç türü için 16 perde duvar grubu oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında oluşturulan levha grupları Tablo 1’ de verilmiştir.

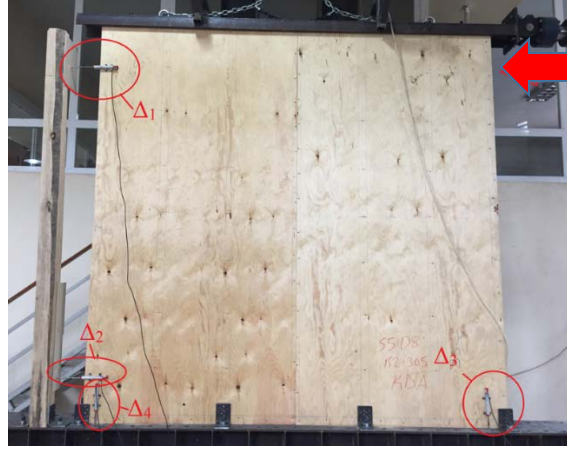
Tablo 1. Çalışma kapsamında oluşturulan grupların

Model No	Ağaç Türü	Lif Yönü	Çivi Ölçüsü	Çivi Aralıkları (mm)	
				Levha Kenarı	Levha Ortası
1	Sarıçam	Dik	6d	76	152
2		Dik	6d	152	305
3		Paralel	6d	76	152
4		Paralel	6d	152	305
5		Dik	8d	76	152
6		Dik	8d	152	305
7		Paralel	8d	76	152
8		Paralel	8d	152	305
9	Ladin	Dik	6d	76	152
10		Dik	6d	152	305
11		Paralel	6d	76	152
12		Paralel	6d	152	305
13		Dik	8d	76	152
14		Dik	8d	152	305
15		Paralel	8d	76	152
16		Paralel	8d	152	305

### 2.3. Perde Duvarların Test Edilmesi

Standart bir çerçeveye bağlanmış çeşitli kaplama materyallerinin dayanıklılıklarının karşılaştırılması amacıyla yapılacak testlerin ASTM E72 – 13a (2014) standardına göre yürütülmesi gerekliliği ilgili standart ve literatürde belirtilmektedir (Salenikovich, 2000). Bundan dolayı, çalışma kapsamında oluşturulan perde duvarların yanal yük altındaki dayanımlarının analizi ilgili standarda göre doğrusal yük altında gerçekleştirilmiştir.

Perde duvarlara sırasıyla 3,5,7 ve 10,5 kN’lık yükler uygulanıp tekrar geri çekilmiştir. Daha sonra, duvar başarısızlığa uğrayana kadar veya toplam yer değiştirme miktarı 100 mm olana kadar maksimum yükleme yapılmıştır. Her aşamada, perde duvarın yer değiştirmeleri 4 ayrı noktaya monte edilen Linear Variable Differential Transformer (LVDT) yardımı ile hesaplanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Perde duvarın LVDT ölçüm noktaları

Analizler sonucunda maksimum yüke ulaşan perde duvarların yatay deformasyonları ( $\Delta_h$ ), maksimum yükte ölçülen LVDT'lerin yer değiştirme miktarlarına bağlı olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\Delta_h = \Delta_1 - \Delta_2 - (\Delta_3 - \Delta_4) \text{ mm} \quad (1)$$

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında oluşturulan perde duvar modellerinin maksimum yüke ulaştıktan sonraki LVDT ölçümleri ve hesaplanan yatay deformasyonları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kontrplak kaplı perde duvarların LVDT ölçümleri ve yatay deformasyon miktarları (mm)

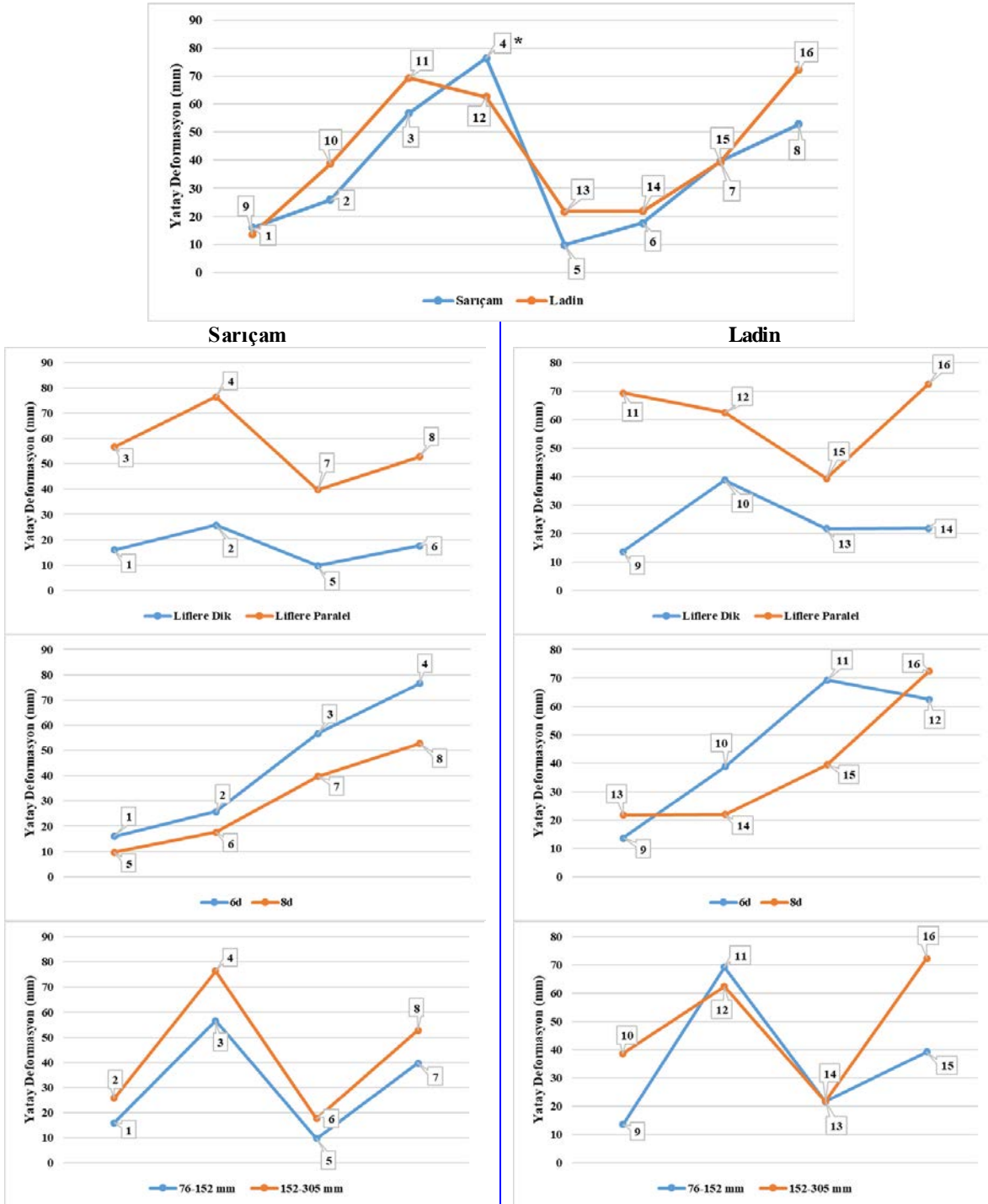
Model No	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$	$\Delta_h$
1	60,64	6,89	43,88	6,07	15,94
2	70,58	9,86	39,33	4,45	25,85
3	70,08	1,53	14,51	2,62	56,66
4	78,97	2,42	6,09	5,98	<b>76,45</b>
5	54,38	8,75	41,32	5,42	9,73
6	56,91	7,40	35,58	3,74	17,67
7	70,62	5,89	29,50	4,55	39,78
8	65,40	2,21	14,53	4,11	52,77
9	57,21	5,34	44,67	6,42	13,63
10	68,90	7,52	32,70	10,02	38,70
11	79,64	1,50	13,25	4,37	69,26
12	65,47	0,66	5,45	3,12	62,48
13	70,07	5,17	48,93	5,75	21,72
14	46,60	3,78	25,08	4,12	21,86
15	69,08	6,28	28,45	5,00	39,35
16	78,58	1,17	10,90	5,85	<b>72,37</b>

ASTM E 72 (2014) standardına göre yatay yük altında perde duvarlarda meydana gelen yatay deformasyonlara ait Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde, sarçam kontrplakların liflere paralel olarak 6d çivilerle, 152-305 mm çivi aralıklarıyla çerçeveye monte edildiği grubun (Model 4) en yüksek yatay deformasyon değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Ladin kontrplaklarda ise liflere paralel olarak 8d çivilerle, 152-305 mm çivi aralıklarıyla çerçeveye monte edilen gruptan (Model 16) en yüksek yatay deformasyon değerleri elde edilmiştir.

En düşük yatay deformasyon değerlerine ise, her iki ağaç türü için de liflere dik olarak 76-152 mm çivi

aralıklarıyla montajlanan perde duvarlardan ulaşılmıştır. Ancak, sarıçam için 8d çivilerin kullanımı (Model 5) ladin için ise 6d çivilerin kullanımı (Model 9) farklı olarak en düşük deformasyonlara neden olmuştur. Yükler altında yapının stabil kalma yeteneği olarak tanımlanan rijitlik, yapılarda dayanıklılığı etkileyen önemli faktörlerden biri olarak bilinmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda düşük yatay deformasyon değerlerinin süneklik açısından kötü bir durum gibi görünse de yapının rijitlik açısından daha başarılı olduğu sonucu da çıkarılabilmektedir.

Perde duvarların oluşturulmasında göz önünde bulundurulmuş değişkenlerin (ağaç türü, lif yönü, çivi ölçüsü ve çivi aralıkları) yatay deformasyon miktarı üzerine etkilerinin daha iyi görülebilmesi için sonuçlar grafiksel olarak Şekil 4'te verilmiştir.



\*Model numaralarını göstermektedir.

Şekil 4. Perde duvarların yatay deformasyonları üzerine üretim değişkenlerinin etkileri



Perde duvarların yatay deformasyon miktarlarının ağaç türlerine göre değişimleri incelendiğinde, genel olarak iki ağaç türü arasında yakın sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir. Ancak, yakın değerler olsa da ladin üretilen perde duvarların büyük bir kısmında, sarıçam ile üretilen gruplara göre daha yüksek deformasyon değerlerine ulaşıldığı görülmüştür. Kontrplakların üretiminde kullanılan ağaç türlerinin yoğunlukları levhaların teknolojik özellikleri üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Demirkı, 2012). Literatürde sarıçam odununun ( $0,49 \text{ g/cm}^3$ ) yoğunluğunun ladin ( $0,43 \text{ g/cm}^3$ ) daha yüksek olduğu bilinmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1992). Tarafımızca yapılan önceki çalışmada kullanılan benzer kontrplaklarda yoğunluklar, sarıçamda  $0,59 \text{ g/cm}^3$  ladinde ise  $0,51 \text{ g/cm}^3$  olarak bulunmuştur (Demir ve ark., 2019). Yoğunlukları yüksek olan kontrplak levhalarının eğilme direnci gibi mekanik özellikleri de yüksek olmaktadır (Bal ve Bektaş, 2013). Sarıçam kontrplakların daha az deformasyona uğramasını bu durum açıklamaktadır. Lif yönünün etkisi incelendiğinde hem sarıçam hem de ladin kontrplaklarla kaplanmış perde duvarlarda, levhaları çerçeveye liflere paralel konumlandırmanın liflere dik olanlara göre duvarlarda daha yüksek yatay deformasyonlara neden olduğu belirlenmiştir. Han ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, benzer şekilde liflere paralel olarak üretilen perde duvarın yer değiştirme değerlerinin, liflere dik olanlardan daha büyük olduğu bulunmuştur. Liflere dik olarak çivilenen bağlantılar, kontrplakların yarılma eğilimi nedeniyle önemli ölçüde daha düşük yer değiştirme değerlerini verdiği ve bu nedenle, liflere paralel çivilenen bağlantılara göre %12 - 45 daha düşük süneklik gösterdiği literatürde belirtilmiştir (Kho, 2018).

Perde duvarların montajında kullanılan çivi türlerinin etkileri incelendiğinde genel olarak her iki ağaç türü için de 6d çivilerin kullanımının 8d çivilere göre daha yüksek yatay deformasyon değerleri verdiği tespit edilmiştir. Sarıçam kontrplaklarda bu değişim belirgin iken ladin kontrplaklarda bazı grupların farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Philip vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada benzer şekilde 6d çivi kullanımı perde duvarların yer değiştirmelerini arttırmıştır. Çiviler arasındaki mesafelerin etkisi incelendiğinde, sarıçam kontrplaklarda en yüksek yatay deformasyonlar levha kenarlarında 152 mm levha ortalarında 305 mm aralık mesafeleriyle çivilerin montelenmesinden elde edilmiştir. Xiao ve ark. (2015), bambu kontrplaklarla kaplanmış perde duvarların maksimum yer değiştirme değerlerinin, artan çivi aralıkları ile arttığını belirlemiştir. Durham ve ark. (2001), azaltılmış çivi aralığına sahip perde duvarların daha az kaymaya maruz kaldığını tespit etmişlerdir. Ancak, çalışmada ladin kontrplaklarda çok büyük farklılıklar gözlemlenmiştir. Guinez ve ark. (2019), çivi aralığının perde duvarların son yer değiştirmeleri üzerinde bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Bagheri ve Doudak (2020), çivi boyutlarının ve aralıklarının perde duvarların direnç özellikleri üzerinde doğrusal olmayan bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma ile ülkemizde yetişen ağaç türlerinden üretilen kontrplak kaplı perde duvarların yanal yük altındaki yatay deformasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Perde duvar analizlerinden elde edilen sonuçlara göre, sarıçam kontrplaklarıyla kaplanmış perde duvarlar arasında en yüksek süneklik özelliğine sahip grup, Model 4 (liflere paralel olarak 6d çivilerle, 152-305 mm çivi aralıklarıyla çerçeveye monte edildiği perde duvar) iken ladin kontrplaklarda en yüksek sünekliği Model 16 (liflere paralel olarak 8d çivilerle, 152-305 mm çivi aralıklarıyla çerçeveye monte edilen perde duvar) vermiştir.

Perde duvarların üretimi esnasında belirlenen varyasyonların yatay deformasyona etkileri incelendiğinde, her iki ağaç türünde de liflere paralel perde duvar kurulumunun belirgin bir şekilde deformasyon arttırıcı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Hem çivi ölçüsü hem de çivi aralıklarının etkileri özellikle sarıçam perde duvarlarda daha belirgin olmuştur. 6d çivi ölçüsü ve 152-305 çivi aralığının deformasyonları arttırdığı gözlemlenmiştir. Ladin kontrplaklarda ise değişken bir grafik elde edilmiştir. Ağaç türü olarak genel olarak ladin perde duvarların daha fazla yatay deformasyona uğradığı tespit edilmiştir. Kontrplaklarla kaplanmış perde duvarların yüksek deformasyonlara dayanabilmesi özellikle deprem gibi ani yanal yüklemelere karşı oldukça avantajlı bir durumdur. Bundan dolayı ahşap yapı sektöründe bu çalışmanın sonuçlarından faydalanılarak en uygun perde duvar tasarlanabilir ve üreticilere kolaylık sağlanabilir.

#### Teşekkür

Yazarlar 1150454 nolu proje için sağladığı finansal destek için Türk Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkürü bir borç bilir.

## Kaynaklar

1. **American Society for Testing and Materials (ASTM) E72 - 13a (2014)**. Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction, West Conshohocken, A, United States.
2. **Bagheri MM, Doudak G (2020)**. Structural characteristics of light-frame wood shear walls with various construction detailing. *Engineering Structures*, 205, 110093.
3. **Bal BC, Bektaş I (2013)**. Okalıptüs, kayın ve kavak kaplamalarından üretilen kontrplakların eğilme özellikleri, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 175-181.
4. **Bott JW (2005)**. Horizontal stiffness of wood diaphragms. Master Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
5. **Bozkurt AY, Erđin N (1992)**. Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 415, İstanbul.
6. **Çalışkan Ö, Meriç E, Yüncüler M (2019)**. Ahşap ve ahşap yapıların dünü, bugünü ve yarını. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(1), 109-118.
7. **Demir A, Demirkir C, Aydın I (2019)**. The Effect of some technological properties of plywood panels on seismic resistant performance of wooden shear wall. *Sigma*, 10(1), 37-45.
8. **Demirkir C, Colakoglu G, Karacabeyli E (2013)**. Effect of manufacturing factors on technological properties of plywood from northern turkey and suitability of panels for use in shear walls. *Journal of Structural Engineering*, 139(12), 04013002.
9. **Demirkir C (2012)**. Çam türlerinden elde edilen kaplamaların yapı maksatlı kontrplak üretiminde değerlendirilmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
10. **Durham J, Lam F, Prion HG (2001)**. Seismic resistance of wood shear walls with large OSB panels. *Journal of Structural Engineering*, 127(12), 1460-1466.
11. **EN 1995-1-2 (2004)**. Eurocode 5. Design of timber structures - Part 1-2: General - Structural fire design, European Standards, Brussels, Belgium.
12. **Guñez F, Santa María H, Almazán JL (2019)**. Monotonic and cyclic behaviour of wood frame shear walls for mid-height timber buildings. *Engineering Structures*, 189, 100-110.
13. **Han Z, Dong W, Song, B (2018)**. Experimental study on nail joint shearing properties of light frame wooden shear walls. *Engineering and Applied Sciences*, 3(4), 113-120.
14. **Kho D (2018)**. Seismic performance of timber-steel hybrid systems with infilled plywood shear walls. Master Dissertation, Master of Civil Engineering, University of Canterbury, New Zealand.
15. **Liu Y, Gao Z, Ma H, Gong M, Wang H (2021)**. Racking Performance of Poplar Laminated Veneer Lumber Frames and Frame-shear Hybrid Walls. *BioResources*, 16(1), 354-371.
16. **Philip Line PE, Ned Waltz PE, Tom Skaggs PE (2008)**. Seismic Equivalence Parameters for Engineered Wood frame Wood Structural Panel Shear Walls. *Wood Design Focus*. <https://www.awc.org/pdf/codes-standards/publications/archives/wdf/WDF-2008-SeismicEquivalence-0807.pdf> (15.03.2021).
17. **Salenikovich AJ (2000)**. The racking performance of light-frame shear walls, Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
18. **Shadravan S, Ramseyer CC (2018)**. Investigation of wood shear walls subjected to lateral load. *Structures*, 16, 82-96.
19. **Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (2013)**. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2012-2023. [https://www.afad.gov.tr/upload/Node/2403/files/udsep\\_1402013\\_kitap.pdf](https://www.afad.gov.tr/upload/Node/2403/files/udsep_1402013_kitap.pdf). (21.02.2021).
20. **Van de Lindt JW, Walz MA (2003)**. Development and application of wood shear wall reliability model. *Journal of structural Engineering*, 129(3), 405-413.
21. **Way D, Sinha A, Kamke FA (2020)**. Performance of light-frame timber shear walls produced with weathered sheathing. *Journal of Architectural Engineering*, 26(1), 04019022.
22. **Xiao Y, Li Z, Wang R (2014)**. Lateral loading behaviors of lightweight wood-frame shear walls with ply-bamboo sheathing panels. *Journal of Structural Engineering* 141(3), B4014004.