



Ahşap ve ahşap esaslı levhalara uygulanan boya ların yanmada ışık yoğunluğuna etkisi

Hanife Kara¹, Cansu Özder¹, Hakan Keskin², Musa Atar², Beyza Nur Karabal¹

ÖZ: Bu çalışma, çeşitli örtücü ahşap boya ların ağaç malzeme ve levhalarda yanmada ışık yoğunluğuna etkilerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Bu maksatla Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), sarıçam (*Pinus silvestris L.*), sapsız meşe (*Quercus petraea L.*) orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve yonga levhadan hazırlanan, örnekler akrilik, sentetik ve selülozik boya ile ASTM D 3023'e göre boyanmıştır. Örneklerin yanmada ışık yoğunlukları ASTM E 160–50 esaslarına göre belirlenmiştir. Işık yoğunluğu; malzeme türüne göre en yüksek Doğu kayınında, en düşük yonga levhada, boya çeşidine göre en yüksek akrilik boyada, en düşük sentetik boyada belirlenmiştir. Işık yoğunluğu; kendi kendine yanmada malzeme türüne göre en yüksek yonga levhada (865.3 lüks), en düşük sarıçamda (839.5 lüks), malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine göre en yüksek YL+Ab+I'de (888.2 lüks), en düşük Sç+Sb+II'de (776.4 lüks) belirlenmiştir. Buna göre, araştırmaya konu malzemelerin dekorasyonda kullanılması düşünüldüğünde, yonga levhadan yapılmış ve akrilik boya ile boyanmış malzemelerin yangında dumandan boğulma tehlikesine karşı en uygun ve en az riskli olacağı belirlenmiştir. Bu durumun, yangın riski olan ortamlarda burada bulunan bulguları göz önünde bulundurarak uygulanmasının can güvenliği açısından faydalı olacağı düşünülebilir.

Anahtar kelimeler: Işık yoğunluğu, ağaç malzeme, levhalar, örtücü boya, kat sayısı

Effect of paints applied to wood and wood-based boards on light intensity in combustion

ABSTRACT: This study was carried out to determine the effects of various covering wood paints on light intensity during combustion in wood materials and panels. For this purpose, samples prepared from Oriental beech (*Fagus orientalis L.*), Scots pine (*Pinus silvestris L.*), sessile oak (*Quercus petraea L.*), medium density fiberboard (MDF) and particleboard were painted with acrylic, synthetic and cellulosic paint according to ASTM D 3023. Light intensities of the samples during combustion were determined according to ASTM E 160–50. Light intensity was determined to be highest in Oriental beech, lowest in particleboard, and highest in acrylic paint, lowest in synthetic paint, according to the type of paint. Light intensity was determined as; According to the type of material, the highest spontaneous combustion was determined as particle board (865.3 lüks), the lowest as Scots pine (839.5 lüks), and according to the interaction of material type, paint type and number of layers, the highest as YL+Ab+I (888.2 lüks), the lowest as Sç+Sb+II (776.4 lüks). Accordingly, when the materials subject to the research are considered to be used in decoration, it is determined that the materials made of particleboard and painted with acrylic paint will be the most suitable and least risky against the danger of suffocation from smoke in fire. It can be considered that the application of this situation in environments with fire risk, taking into account the findings found here, will be beneficial in terms of life safety.

Key words: Light intensity, wood material, panels, covering paint, number of layer

Makale tarihçesi: Geliş:08.10.2024, Kabul:24.11.2024, Yayınlanma:30.12.2024, *e-posta: khakan@gazi.edu.tr

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaçlıları Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçlıları Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye

Atf: K. Hanife, Özder C., Keskin H., Atar M., ve K. Beyza Nur., (2024), Ahşap ve ahşap esaslı levhalara uygulanan boya ların yanmada ışık yoğunluğuna etkisi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 7 (2), 172-187, DOI: [10.33725/mamad.1563749](https://doi.org/10.33725/mamad.1563749)

1. Giriş

Ağaç malzeme insanoğlunun kullandığı en önemli doğal hammadde kaynaklarından birisidir. Yenilenebilir bir kaynak olarak ağaca bu önemli yeri kazandıran husus, çok yaygın bir şekilde bulunması, sahip olduğu sertlik, mukavemet, elastikiyet, gösterdiği direncine göre hafiflik gibi özellikleri yanında şekil verilebilmesi, bazı özelliklerinin iyileştirilebilmesi, çivi, vida tutma özellikleri ve yapıştırılabilme gibi nitelikleri sayılabilir (Bozkurt ve Göker, 1996).

Günümüzde ağaç malzemenin 10.000 civarında kullanım yeri vardır (Örs ve Keskin, 2001). Bu kadar fazla kullanım alanı olmasının nedeni; anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997: 372).

Endüstriyel gelişim ve değişimin yaşandığı günümüzde, hammadde kaynaklarının kıtlığı; endüstri kollarında alternatif ürün temin etme çalışmalarına yöneltmiştir. Ağaç malzemenin kullanım alanlarının artması ile alternatif ürün arayışlarına gidilmiş ve odun esaslı levha ürünleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ürünler yapı ve kullanım alanları olarak masif ağaç malzemelere oldukça yakındır (Eroğlu ve Usta, 2000).

Tüm ligno selülozik materyaller, yanıcı özelliklere sahip olmaları nedeniyle tutuşma sıcaklığına ulaştıklarında ve yanma için gereken ortamı bulduklarında kolaylıkla yanabilir, direnç özelliklerini kaybedebilmektedir. Bu amaçla; malzemenin yanma karakteristiklerine etki edip dayanımlarını artırmak için çeşitli yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle muamele edilerek güçlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır (Ellis ve Rowell, 1984: 346, 349; Gu, Zhang, Dong, Zhang ve Kong, 2007: 201).

Ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin, yaklaşık olarak tamamına yakını yanıcı olup karbon ve hidrojen den oluşmaktadır (Chin-Mu ve Wang, 1991).

Yangın riskinin gerçekleştiği zaman, yapıda bulunan maddelerin miktarına, türüne ve yapının havalandırma koşullarına bağlı olarak bir duman tabakası oluşmaktadır. Dakikalar ilerledikçe duman tabakası yapının yarısını kaplar ve yangın yönündeki hava akışına karışır. Bu noktaya gelindiği takdirde kaçış koşulları ve yangını söndürme çalışmaları güçleşmektedir. Oluşan duman tabakası, görüş alanını kısıtlamasının yanı sıra zehirlenmelere de neden olabilmektedir. Gerçekte yangınlarda ortaya çıkan can kayıplarının %75'i dumandan zehirlenmeler ve boğulmalar sonucunda olmaktadır. Bu göz önüne alındığında yapılarda duman kontrolünün sağlanması, öncelikle can kayıplarının önüne geçilmesi için zorunludur (Kars, 1999).

Ağaç malzemenin istenilmeyen sakıncalı özelliklerini iyileştirici metotlar geliştirilmiştir. Bu maksatla uygulanan teknik işlemlerin en önemlileri kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleridir. (Uysal, 1997).

Odunsu malzemelerde yanma, tutuşma kabiliyeti, rengi, yoğunluğu, kokusu ve basınç direncine karşı dayanıklılığı ekstraktif madde miktarına bağlı olarak değişmektedir. Odunda ekstraktif madde miktarı azaldıkça yanma kabiliyeti de azalmaktadır. Lignin ve inorganik madde (kül) oranındaki artış yanma direncini azaltmaktadır (Peker ve Atılgan, 2015).

Kontrplak, yonga levha ve lif levha (MDF) malzemeler üzerine fırçalama tekniği kullanılarak 1, 2 ve 3 kat yangın geciktirici özelliğe sahip klorlu kauçuk boya sürülüp yanma deneyi yapılmıştır. Sonuç olarak, üç kat boya uygulanan yonga levhada yanma direnci en fazla görülürken bir kat boya uygulanan MDF'nin yanmaya karşı en az direnç gösterdiği görülmüştür (Lee, 1989).

Tanalith-E ve Wolmanit-CB ile emprenye edilmiş kestane (*Castanea sativa Mill.*) odunlarına su bazlı ve sentetik vernik uygulandıktan sonra bir yıl dış hava şartlarında bekletmişlerdir. Deney örneklerin yanma özelliklerinde CO₂ miktarı (ppm) yanma çeşidi bakımından en yüksek kendi kendine yanmada (19,18), en düşük kor hali yanmada (10,89), vernik çeşidi bakımından en yüksek sentetik vernikte kendi kendine yanmada (19,82) en düşük su bazlı vernikte alev kaynaklı yanmada (8,66) bulunduğu bildirilmiştir (Fidan vd., 2016).

Ahşap malzemenin üstün özellikleri yanında yanma, rutubet etkisiyle çalışma, böcek ve mantar tarafından tahrip edilmesi gibi mahsurlu yönleri bulunmaktadır. Bu yönlerini iyileştirmek için boyama gibi üst yüzey, stabilite gibi emprenye ve kurutma gibi çalışmayı azaltıcı işlemler yapılmaktadır. Bu işlemlerin yanma özelliklerine etkileri günümüzde kullanım alanlarında yangında insan can ve mal ehemmiyeti bakımından önemli bulunmaktadır (Atar, 2008).

Kontrplak, OSB ve MDF'nin yanma dayanımları ile ilgili yapılan çalışmada, kimyasal madde olarak boraks, potasyum karbonat, wolmanit CB kullanılmış ve yanma tehlikesi olan yerlerde diğer levha ürünlerine kıyasla MDF' nin kullanılması gerektiği, yanmaya en dayanıklı levhanın ise MDF olduğunu bulunmuştur (Aslan ve Özkaya, 2004).

Tanalith-E ve Wolmanit-CB ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris Lipsky*), sapsız meşe (*Quercus petraea Liebl.*) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) odunları sentetik ve su bazlı vernik ile kaplandıktan sonra yanma testleri yapılmıştır. Örneklerde CO₂ miktarı (ppm) yanma çeşidi bakımından en yüksek kendi kendine yanmada (16.4), en düşük kendi kendine yanmada (1.4), sentetik vernikte en yüksek kendi kendine yanmada (17.5) en düşük su bazlı vernikte alev kaynaklı yanmada (5.4) olduğu tespit edilmiştir (Yaşar ve Atar, 2017).

Sapsız meşe (*Quercus sessiliflora Salisb.*)'de Oksalik asit (C₂H₂O₄), Sodyum hidroksit (NaOH), Hidrojen peroksit (H₂O₂), Amonyak (NH₃) ve Hidroklorik asit (HCl) ile renk açma işleminin CO₂ miktarı (ppm), yanma çeşidi bakımından en yüksek kendi kendine yanmada (6.5), en düşük alev kaynaklı yanmada (5.1) bulunmuştur (Özçifçi, 2001).

Bu çalışmanın amacı, ahşabın kullanım yerinde oluşabilecek yangın riskini azaltmak, boğulma riskini engellemek veya en aza indirmektir. Elde edilen sonuçların, yangın riski bulunan mekanlarda dikkate alınması can emniyeti bakımından avantaj sağlayacağı söylenebilir ve çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Ağaç malzeme

Çalışmada ağaç türü olarak, sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), sapsız meşe (*Quercus petraea L.*), levha çeşidi olarak orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve yonga levha deney materyali olarak kullanılmıştır.

2.2. Örtücü boyalar

Örneklerin boyanmasında akrilik, sentetik ve selülozik boya kullanılmıştır.

2.2.1. Akrilik boya

Akrilik boya, pürüzlü ve pürüzsüz yüzeylere uygulanabilen, su bazlı bir boya çeşididir. Çok yoğun kokusunun olmaması nedeniyle çabuk kuruması, sabunlu su ile kolayca yüzeyden temizlenebilmesi özellikleri ile hem iç hem de dış mekânlar olmak üzere ağaç, metal, kâğıt,

karton, seramik, mukavva, kumaş, bez, tuval ve daha birçok yüzeyde geniş kullanım alanına sahiptir.

Akrilik boya, üretici firma önerileri doğrultusunda su ile açılarak orta sertlikte fırça ile tek ve iki kat uygulanmıştır. İki kat arasında 15 dakika beklenmiştir. Akrilik boya, m² ye yaklaşık 80-120 gr olacak şekilde uygulanmıştır.

2.2.2. Sentetik boya

Sert, dayanıklı, üstün yapışma özelliklerine sahip yağ esaslı bir boyadır. Dış mekânlarda veya veranda mobilyalarında, ev içerisinde dayanıklı olması istenen yüzeylerde, merdivenler gibi çok fazla aşınmaya maruz kalabilecek yerlerde tercih edilmektedir (Gürleyen, 2018).

Sentetik boya; %15 tiner ile inceltilerek, fırça ile tek ve iki kat uygulanmıştır. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda katlar arasında 24 saat dış hava koşullarında bekletilmiştir. Sentetik boya m² ye yaklaşık 110 gr olacak şekilde uygulanmıştır.

2.2.3. Selülozik boya

Tek bileşenli, yüksek örtücülük gücüne sahip son kat boya çeşididir. Selülozik boya, özellikle uygulandığı yüzeye parlak bir görüntü vermesinden dolayı mobilya kaplama alanlarında geniş kullanım alanına sahiptir.

Selülozik boya; üretici firma öneriler doğrultusunda % 80 oranında selülozik tiner ile inceltilerek fırça ile uygulanmıştır. Katlar arasında 24 saat beklenmiştir. Selülozik boya; m² ye yaklaşık 80-100 gr olacak şekilde uygulanmıştır.

2.3. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örnekleri mobilya ve levha sektöründen tesadüfi metotla seçilmiştir. Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), sapsız meşe (*Quercus petraea L.*), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve yonga levha örnekleri ASTM D 358, TS 345, TS 1476'ya göre budaksız, ardaksız, sağlam, düzgün lifli, diri odun kısmından, reçenesi ve büyüme kusuru bulunmayan parçalardan hazırlanmıştır. Kaba ölçüde kesilen örnekler 20 ± 2°C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarında %12 rutubete ulaşıncaya kadar bekletilmiştir (TS ISO 13061-1, 2021). Hava kurusu rutubetteki örnekler 13x13 x 76 mm (radyal x teğet x boy) ölçülerinde hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklere örtücü boya olarak akrilik, sentetik ve selülozik boyalar fırça ile her bir ağaç türü ve levha için tek kat ve iki kat olarak uygulanmıştır.

Akrilik boya uygulanması; hazırlanan deney örneklerine üretici firma önerileri doğrultusunda su ile açılarak orta sertlikte fırça 1 m²'ye 80-120 gr gelecek şekilde tek kat ve iki kat olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmıştır. İki kat arasında bekleme süresi olarak yine üretici firmanın önerilerine uyularak 15 dk beklenmiştir.

Sentetik boya uygulanması; %15 tiner ile inceltilerek, fırça ile sürme metodu ile tek kat ve iki kat olarak uygulanmıştır. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda iki kat boyama için tek kat ile ikinci kat arasında bekleme süresi olarak 24 saat dış hava koşullarında bekletilmiştir. 1 m² lik yüzey kaplamak için 110 gr kullanılmıştır.

Selülozik boya uygulanması; üretici firmanın belirlediği öneriler doğrultusunda % 80 oranında selülozik tiner ile inceltilerek fırça ile uygulanmıştır. İki kat arasında 24 saat bekleme süresine uyularak sürülmüştür. 1 m²'lik yüzey kaplamak için 80-100 gr kullanılmıştır.

2.4. Verilerin değerlendirilmesi

Bu çalışmada, malzeme çeşidi, kat sayısı, boya çeşidinin ışık yoğunlukları veri olarak kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirme aşamasında MSTAT-C istatistik programında çoklu varyans (ANOVA) analizleri uygulanmıştır. Gruplar arası farklılığın önemli çıkması halinde farkların hangi faktörlerden kaynaklandığının ortaya konması ve homojenlik gruplarının belirlenmesi için her bir faktöre kendi içerisinde Duncan testi (homojenlik grubu) uygulanmış farklılıklar karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Işık yoğunlukları

3.1.1. Alev kaynaklı yanmada ışık yoğunlukları

Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısının alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğuna ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğuna ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F değeri	$P\alpha < 0,05$
Malzeme türü (A)	4	14762.197	3690.549	22.7851	0.0000
Boya çeşidi (B)	2	1190.751	595.375	3.6758	0.0292
Etkileşim (AB)	8	1180.701	147.588	0.9112	
Kat sayısı (C)	2	10015.230	5007.615	30.9165	0.0000
Etkileşim (AC)	8	15726.088	1965.761	12.1364	0.0000
Etkileşim (BC)	4	1127.242	281.811	1.7399	0.1481
Etkileşim (ABC)	16	3082.384	192.649	1.1894	0.2919
Hata	90	14762.197	161.972	22.7851	0.0000
Toplam	134	61662.095			

Malzeme türü, boya kat sayısı ile malzeme türünün karşılıklı etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0,05$). Diğer parametreler bu bakımdan anlamsız çıkmıştır. Anlamlı ve anlamsız olanlarda LSD değerleri dikkate alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Malzeme türüne göre alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısına ilişkin alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Malzeme türü*	X	HG
Sarıçam (Sç)	883.0	A
Doğu kayını (Dk)	880.3	A
Meşe (M)	877.7	A
Lif Levha (MDF)	859.7	B
Yonga levha (YL)	858.9	B
Boya çeşidi**		
Akrilik (Ak)	876.1	A
Sentetik (Sn)	869.8	B
Selülozik (Sl)	869.8	B
Kat sayısı***		
Kontrol (Knt)	883.5	A
Bir kat (I)	869.5	B
İki kat (II)	862.8	C

*LSD:6.851, **LSD:5.307, ***LSD:5.307

Malzeme türüne göre, alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu en yüksek sarıçamda (883.0), en düşük yonga levhada (858.9), boya çeşidine göre en yüksek akrilik (876.1), en düşük selülozikte (869.8), kat sayısına göre en yüksek bir I'de (869.5), en düşük II'de (862.8) bulunmuştur. Malzeme türü+boya çeşidi, malzeme türü+kat sayısı etkileşimine göre, alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. Malzeme türü+ boya çeşidi, malzeme türü+kat sayısı etkileşimine ilişkin alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Malzeme türü+Boya çeşidi*	X	HG	Malzeme türü +Kat sayısı*	X	HG
Sç+Ak	886.7	A	Sç	917.8	A
Sç+Sl	885.5	A	Dk	893.4	B
Dk+Ak	882.8	A	M	893.4	B
Dk+Sl	881.9	AB	Dk+I	875.7	C
M+Ak	881.1	AB	Sç+I	875.0	C
M+Sn	878.2	AB	Dk+II	871.9	CD
Sç+Sn	876.3	AB	M+I	870.6	CD
Dk +Sn	876.3	AB	YL+I	869.6	CDE
M+Sl	873.8	ABC	M+II	869.1	CDE
YL+Ak	868.4	BCD	MDF	863.8	CDE
MDF+Ak	861.6	CDE	YL+II	860.3	DEF
MDF+Sn	859.2	DE	MDF+I	856.5	EF
YL+Sn	858.7	DE	MDF+II	856.3	EF
MDF+Sl	856.0	DE	Sç+II	856.3	EF
YL+Sl	851.9	E	YL	849.1	F

*LSD:11.87

Malzeme türü+boya çeşidine ilişkin alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu, en yüksek Sç+Ak'de (886.7), en düşük YL+Sl'de (851.9), malzeme türü+kat sayısına göre, en yüksek Dk+I 'de (875.7), en düşük Sç+II'de (856.3) bulunmuştur. Boya çeşidi-kat sayısına göre alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Boya çeşidi+kat sayısı etkileşimine ilişkin alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Boya çeşidi+ Kat sayısı*	X	HG
Ak	883.9	A
Sn	883.3	A
Sl	883.3	A
Ak+I	873.2	B
Ak+II	871.3	B
Sl+I	870.1	BC
Sn+I	865.0	BCD
Sn+II	861.1	CD
Sl+II	856.0	D

*LSD: 9.191

Boya türü+kat sayısı etkileşimine göre alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Ak+I' de (873.2), en düşük Sl+II' de (856.0) bulunmuştur.

Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine göre, alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine göre alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Malzeme türü+Boya çeşidi+Kat sayısı	X	HG*	Malzeme türü +Boya çeşidi +Kat sayısı	X	HG*
Sç+Sl	917.8	A	M+Sl+I	865.8	DEFGHIJ
Sç+Sn	917.8	A	Dk+Sn+II	865.7	DEFGHIJ
Sç+Ak	917.8	A	YL+Sn+I	864.5	DEFGHIJ
Sç+Sl+I	896.3	AB	MDF+Sn	863.8	DEFGHIJ
Dk+Sn	893.6	BC	MDF+Ak	863.8	DEFGHIJ
M+Sl	893.4	BC	MDF+Sl	863.8	DEFGHIJ
M+Sn	893.4	BC	YL+Sn+II	863.4	DEFGHIJ
M+Ak	893.4	BC	M+Sl+II	862.2	DEFGHIJ
Dk+Sl	893.3	BC	MDF+Ak+I	861.2	DEFGHIJ
Dk+Ak	893.3	BC	Sç+Sn+I	860.8	DEFGHIJ
YL+Ak+II	884.9	BCD	MDF+Ak+II	859.8	DEFGHIJ
Dk+Ak+I	879.3	BCDE	YL+Sl+I	859.3	DEFGHIJ
Dk+Sl+I	878.4	BCDEF	MDF+Sn+I	857.4	EFGHIJ
M+Ak+II	876.9	BCDEFG	MDF+Sn+II	856.3	EFGHIJ
Dk+Ak+II	875.8	BCDEFGH	MDF+Sl+II	853.3	FGHIJ
Sç+Ak+II	874.7	BCDEFGH	Sç+Sn+II	851.9	GHIJ
Dk+Sl+II	874.1	BCDEFGH	YL+Ak	851.1	GHIJ
M+Ak+I	873.0	BCDEFGHI	MDF+Sl+I	850.9	HIJ
M+Sn+I	873.0	BCDEFGHI	YL+Sl+II	848.3	IJ
Dk+Sn+I	869.5	CDEFGHI	YL+Sl	848.1	IJ
YL+Ak+II	869.1	CDEFGHI	YL+Sn	848.1	IJ
M+Sn+II	868.4	CDEFGHI	Sç+Sl+II	842.4	J
Sç+Ak+I	867.8	DEFGHIJ			

Malzeme türü-boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre, alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Sç+Sl+I’de (896.3), en düşük Sç+Sl+II’de (842.4) bulunmuştur.

3.1.2. Kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu

Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısının kendi kendine yanmada ışık yoğunluğuna ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Kendi kendine yanmada bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Ortalama Kareler	F değeri	P α <0,05
Malzeme türü (A)	4	13400.268	3350.067	17.7347	0.0000
Boya çeşidi (B)	2	2889.812	1444.906	7.6491	0.0009
Etkileşim (AB)	8	1823.227	227.903	1.2065	0.3043
Kat sayısı (C)	2	21858.381	10929.191	57.8573	0.0000
Etkileşim (AC)	8	18664.573	2333.072	12.3509	0.0000
Etkileşim (BC)	4	4628.295	1157.074	6.1253	0.0002
Etkileşim (ABC)	16	9515.007	594.688	3.1482	0.0003
Hata	90	17000.931	188.899	17.7347	
Toplam	134	89780.494			

Buna göre, malzeme türü, boya kat sayısı ile malzeme türünün karşılıklı etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (α <0,05). Diğer parametreler bu bakımdan anlamsız çıkmıştır. Anlamlı ve anlamsız olanlarda LSD değerleri dikkate alınarak karşılaştırmalar

Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 9’da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine ilişkin kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Boya Çeşidi+ Kat sayısı	X	HG*
Sl	871.1	A
Sn	871.1	A
Ak	870.9	A
Ak+I	855.8	B
Ak+II	853.9	B
Sl+I	852.7	B
Sn+II	840.8	C
Sn+I	838.8	C
Sl+II	827.9	D

*LSD: 9.926

Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine ilişkin kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Ak+I’ de (855.8), en düşük Sl+II’ de (827.9) bulunmuştur. Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine ilişkin kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 10’da gösterilmiştir.

Çizelge 10. Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine ilişkin kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Malzeme türü+Boya çeşidi + Kat sayısı	X	HG*	Malzeme türü+Boya çeşidi +Kat sayısı	X	HG*
YL+Ak+I	888.2	A	M+Sl+I	859.6	BCD
Sç+Sn	887.7	A	M+Sn+II	859.4	BCD
Sç+Sl	887.7	A	MDF+Ak+II	859	BCD
Sç+Ak	887.3	A	M+Sn+I	857.8	BCD
M+Sl	872.7	AB	Dk+Ak+II	854.4	BCDE
M+Sn	872.7	AB	MDF+Sl+II	851.9	BCDEF
M+Ak	872.7	AB	Dk+Ak+I	851.5	BCDEF
YL+Ak+II	871.3	ABC	YL+Sl+I	850.2	BCDEF
YL+Sn	867.7	ABC	M+Sl+II	848.2	BCDEF
YL+Ak	867.7	ABC	YL+Sl+II	848.1	BCDEF
YL+Sl	867.7	ABC	MDF+Sn+I	846.9	BCDEF
M+Ak+II	865.2	ABCD	MDF+Sl+I	845.6	BCDEF
MDF+Sn	864.3	ABCD	Dk+Sl+I	844.1	CDEFG
MDF+Ak	864.3	ABCD	MDF+Sn+II	837.8	DEFGH
MDF+Sl	864.3	ABCD	Dk+Sn+I	828.1	EFGH
Sç+Sl+I	864.2	ABCD	Dk+Sn+II	825.6	FGH
YL+Sn+I	864.0	ABCD	Sç+Ak+II	819.7	GHI
Dk+Sl	863.0	ABCD	Sç+Sn+II	818.5	HI
Dk+Sn	863.0	ABCD	Sç+Ak+I	816.7	HI
Dk+Ak	862.8	ABCD	Dk+Sl+II	815.1	HI
MDF+Ak+I	862.6	ABCD	Sç+Sn+I	797.3	IJ
YL+Sn+II	862.6	ABCD	Sç+Sl+II	776.4	J
M+Ak+I	859.7	BCD			

*LSD:22.20

Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine göre, kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu en yüksek YL+Ak+I' de (888.2), en düşük Sç+Sl+II' de (776.4) bulunmuştur.

3.1.3. Kor halinde yanmada ışık yoğunluğu

Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısının kor halinde yanmada ışık yoğunluğuna ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Kor halinde yanmada ışık yoğunluğuna ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P $\alpha < 0,05$
Malzeme türü (A)	4	50843.553	12710.888	2.2554	0.0693
Boya çeşidi (B)	2	12938.230	6469.115	1.1479	0.3219
Etkileşim (AB)	8	48807.237	6100.905	1.0825	0.3826
Kat sayısı (C)	2	11782.122	5891.061	1.0453	0.3558
Etkileşim (AC)	8	48441.024	6055.128	1.0744	0.3882
Etkileşim (BC)	4	18270.771	4567.693	0.8105	
Etkileşim (ABC)	16	89111.452	5569.466	0.9882	
Hata	90	507220.108	5635.779	2.2554	
Toplam	134	787414.496			

Buna göre, malzeme türü, boya kat sayısı ile malzeme türünün karşılıklı etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0,05$). Diğer parametreler bu bakımdan anlamsız çıkmıştır. Anlamlı ve anlamsız olanlarda LSD değerleri dikkate alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısına göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 12'de gösterilmiştir.

Çizelge 12. Malzeme türü, boya çeşidi, kat sayısına ilişkin kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Malzeme türü*	X	HG
Doğu kayını (Dk)	879	A
Sarıçam (Sç)	868.8	A
Meşe (M)	864.4	AB
Yonga levha (YL)	860.0	AB
Lif levha (MDF)	822.1	B
Boya çeşidi**		
Akrilik (Ak)	867.2	A
Sentetik (Sn)	864.2	A
Selülozik (Sl)	845.1	A
Kat sayısı***		
Kontrol (Knt)	868.6	A
İki kat (II)	861.6	A
Bir kat (I)	846.3	A

*LSD:40.41,**LSD:31.30,***LSD:0.6453

Kor halinde yanmada ışık yoğunluğu, malzeme türüne göre, en yüksek Doğu kayınında (879), en düşük MDF'de (822.1), boya çeşidine göre en yüksek akrilik boyada (867.2), en düşük selülozik boyada (845.1), boya kat sayısına göre en yüksek II'de (861.6), en düşük I'de (846.3) bulunmuştur.

Malzeme türü+boya çeşidi ve malzeme türü+kat sayısı etkileşiminin kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerlerine ilişkin sonuçları Çizelge 13'de verilmiştir.

Çizelge 13. Malzeme türü+boya çeşidi ve malzeme türü+kat sayısına ilişkin kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Malzeme türü + Boya çeşidi*	X	HG	Malzeme türü + Kat sayısı*	X	HG
Dk+Sl	882.9	A	Dk+Knt	860.6	A
Dk+Ak	877.4	A	Dk+II	874.2	A
Dk+Sn	876.6	A	Sç+I	874.1	A
Sç+Sl	871.8	A	Dk+I	872.1	A
Sç+Ak	871.1	A	Sç+Knt	870.7	A
YL+Ak	866.9	A	M+I	866.7	A
M+Ak	866.1	A	M+II	863.9	A
M+Sn	864.1	A	YL+Knt	862.7	A
Sç+Sn	863.5	A	M+Knt	862.5	A
M+Sl	862.8	A	Sç+II	861.5	A
YL+Sn	860.4	A	YL+I	861.4	A
MDF+Sn	856.5	A	MDF+Knt	856.6	A
MDF+Ak	854.5	A	YL+II	855.8	A
YL+Sl	852.6	A	MDF+II	852.8	A
MDF+Sl	755.4	B	MDF+I	757	B

*LSD: 69.99

Malzeme türü+boya çeşidi etkileşimine ilişkin kor halinde yanmada, ışık yoğunluğu en yüksek Dk+Sl'de (882.9), en düşük MDF+Sl'de (755.4), malzeme türü+kat sayısı etkileşimine göre en yüksek Dk+II' de (874.2), en düşük MDF+I'de (757) bulunmuştur.

Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 14'de gösterilmiştir.

Çizelge 14. Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine ilişkin kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Boya çeşidi+ Kat sayısı	X	HG*
Ak	868.7	A
Sn	868.6	A
Sl	868.6	A
Ak+II	866.9	A
Ak+I	866.0	A
Sn+I	863.3	A
Sn+II	860.8	A
Sl+II	857.2	A
Sl+I	809.5	A

*LSD: 54.22

Boya çeşidi+kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Ak+II'de (866.9), en düşük Sl+I'de (809.5) bulunmuştur.

Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 15'de gösterilmiştir.

Çizelge 15. Malzeme türü, boya çeşidi ve kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Malzeme türü+Boya çeşidi+Kat sayısı	X	HG*	Malzeme türü+Boya çeşidi+Kat sayısı	X	HG*
Dk+Ak	890.6	A	YL+Ak	862.7	A
Dk+S1	890.6	A	YL+S1	862.7	A
Dk+Sn	890.6	A	M+Ak	862.5	A
Sç+S1+I	881.9	A	M+S1	862.5	A
Dk+S1+I	881.6	A	M+Sn	862.5	A
Dk+Ak+II	880.1	A	YL+Ak+II	862.3	A
Dk+S1+II	876.3	A	Dk+Ak+I	861.6	A
YL+Ak+I	875.7	A	YL+Sn+II	860.7	A
Sç+Ak+I	873.6	A	MDF+Sn+II	860.3	A
Dk+Sn+I	873.0	A	M+S1+II	858.4	A
Sç+Sn	870.7	A	YL+Sn+I	857.7	A
Sç+Ak	870.7	A	MDF+Ak	856.8	A
Sç+S1	870.7	A	MDF+Sn	856.5	A
M+Ak+II	869.6	A	MDF+S1	856,5	A
Sç+Ak+II	868.9	A	MDF+Ak+II	853.8	A
M+S1+I	867.7	A	MDF+Ak+I	853.0	A
Sç+Sn+I	866.8	A	Sç+Sn+II	852.9	A
M+Ak+I	866.4	A	MDF+Sn+I	852.7	A
Dk+Sn+II	866.2	A	YL+S1+I	850.8	A
M+Sn+I	866.0	A	YL+S1+II	844.3	A
M+Sn+II	863.8	A	MDF+S1+II	844.2	A
Sç+S1+II	862.8	A	MDF+S1+I	565.4	B
YL+Sn	862.7	A	*LSD:121.2		

Malzeme türü-boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek Sç+S1+I' de (881.9), en düşük MDF+S1+I' de (565.4) bulunmuştur.

4. Sonuç ve Öneriler

- Işık yoğunluğu parametresi, yanma deneyi esnasında açığa çıkan duman miktarını belirlemek için kullanılmaktadır. Işık yoğunluğunun düşük olduğu durumlarda açığa çıkan duman miktarı fazla, yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda ise açığa çıkan duman miktarı daha azdır. Işık yoğunluğunun düşük olduğu durumlarda açığa çıkan duman miktarı fazla olduğundan, yangında insanlar dumandan boğulma riskinin daha fazla olduğu söylenebilir.
- Işık yoğunluğunun azalması, duman oluşumunu arttırması ile yangında zehirlenmelere neden olacağından, duman yoğunluğu fazla olan empenye maddeleri ile ışık yoğunluğu fazla olan empenye maddelerinin ikili işlemler halinde birlikte kullanılması duman yoğunluğunu azaltabilir (Baysal, 2003).
- Malzeme türüne göre, alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu; en yüksek sarıçamda (883.0) en düşük yonga levhada (858.9) bulunmuştur. Yonga levhaya göre sarıçam % 2.73, Doğu kayını %2.44, meşe % 2.15 daha yüksek çıkmıştır. Yonga levha ve MDF nin sonuçları yaklaşık olarak eşit çıkmıştır. Alev kaynaklı yanmada, ışık yoğunluğunun sarıçamda yüksek çıkması, reçine gibi bazı yanıcı yan bileşiklerin bulunması, daha kolay yanmasının, yonga levha ve MDF nin daha zor yandığı ve

ışık yoğunluğunun düşük çıktığı, bu durmun levha üretiminde kullanılan, tutkal, emprenye, katkı ve dolgu maddeleri kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Nitekim literatürde, alev kaynaklı yanmada sumak emprenyeli örneklerde 1000 lux ile duman yoğunluğu gözlemlenmezken, en yoğun duman oluşumuna 838 lux ile sumak + (BA+Bx) emprenyeli örneklerde rastlanılmıştır. KKY aşamasında mazı+(BA+Bx) ile emprenyeli örneklerde 956 lux ile en düşük, mazı ile emprenyeli örneklerde 650 lux ile en yoğun duman oluşumu gözlemlenmiştir. Bu sonuç levhalarda elde edilen değerleri desteklemektedir (Baysal, 2003).

- Ahşap türüne göre alev kaynaklı yanmada, ışık yoğunluğu en fazla kayında, en az sarıçamda bulunmuştur. Kayında ışık yoğunluğu meşeden % 3, sarıçamdan % 6 daha fazla ölçülmüştür (Yalınkılıç, 2020).
- Boya çeşidine göre, alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu, en yüksek akrilik boyada (876.1) en düşük selülozik boyada (869.8) bulunmuştur. Işık yoğunluğunun akrilik boyada yüksek, selülozik ve sentetik boyada düşük çıkması, boyaların üretiminde kullanılan kimyasal maddelerin özelliklerinden kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir. Kontrol örneklerine göre, boyalı örneklerde ışık yoğunluğu düşük çıkmıştır. Buna göre, örtücü boyalar, duman yoğunluğunu artırıcı etki yapmıştır. Kat sayısına göre, alev kaynaklı yanmada, ışık yoğunluğu en yüksek I'de (869.5), en düşük II'de (862.8) görülmüştür. Duman yoğunluğu II'ye göre I % 0.78 daha yüksek çıkmıştır. Boya miktarının artması, duman yoğunluğunu artırmıştır. Daha faklı katman kalınlıklarındaki boya uygulamaların araştırılması bu bakımdan önem arzedebilir.
- Malzeme türü-boya çeşidi ikili etkileşimine göre alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu, en yüksek Sç+Ak'de (886.7), en düşük YL+Sİ'de (851.9) belirlenmiştir. YL+Sİ'ye göre Sç+Ak %3.93 daha yüksek çıkmıştır. Buna göre, duman yoğunluğunda, levha çeşidi 1., boya çeşidinin 2. derece etkili olduğu söylenebilir. Malzeme türü-kat sayısı etkileşimine göre alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu, en yüksek Dk+I'de (875.7), en düşük Sç+II'de (856.3) belirlenmiştir. Kat sayısının artması yanmada duman miktarı artmıştır. Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu, en yüksek Ak+I'de (873.2), en düşük Sİ+II'de (856.0) belirlenmiştir. Sİ+II'ye göre Ak+I % 1.97 daha yüksek çıkmıştır.
- Malzeme türü-boya çeşidi-kat sayısı üçlü etkileşimine göre alev kaynaklı yanmada bağlı ışık yoğunluğu en yüksek Sç+Sİ+I'de (896.3), en düşük Sç+Sİ+II'de (842.4) belirlenmiştir. Sç+Sİ+II'ye göre Sç+Sİ+I % 6.02 daha yüksek çıkmıştır. Buna göre, duman yoğunluğunun artışıyla levhalar 1. derece, selülozik boya 2. Derece, kat sayısı ise 3. Derecede etkili olmuştur.
- Kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu; malzeme türüne göre, en yüksek yonga levhada (865.3), en düşük ise sarıçamda (839.5) görülmüştür. Sarıçama göre % 2.99 yonga levha, % 2.74 meşe, % 1.95 MDF ve % 0.69 Doğu kayını yüksek çıkmıştır. Kendi kendine yanmada ışık yoğunluğunda yonga levhanın yanma direncinin düşük ve Doğu kayınının yanmaya karşı daha dirençli olduğu söylenebilir. Boya çeşidine göre, kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu değerleri en yüksek akrilik boyada (860.2) en düşük sentetik boyada (850.2) belirlenmiştir. Kat sayısına göre kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu en yüksek I'de (849.1), en düşük II'de (840.9) görülmüştür. II'ye göre I % 0.97 daha yüksek çıkmıştır. Kat sayısının duman yoğunluğu bakımından eşit bulunmuştur. Sentetik ve selülozik boyaya göre akrilik boya %1.17 daha yüksek çıkmıştır.

- Malzeme türü-kat sayısı etkileşimine göre, kendi kendine yanmada ışık yoğunlukları en yüksek YL+I'de (867.4), en düşük Sç+II'de (804.8) bulunmuştur. Sç+II'ye göre YL+I %7.22 daha yüksek çıkmıştır.
- Malzeme türü-boya çeşidi etkileşimine göre, en yüksek YL+Ak (875.7), en düşük Sç+Sn (834.5) bulunmuştur. Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Ak+I'de (855.8), en düşük S1+II'de (827.9) belirlenmiştir. S1+II'ye göre S1+II % 3.27 daha yüksek çıkmıştır.
- Malzeme türü-boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu en yüksek YL+Ak+I'de (888.2), en düşük Sç+S1+II'de (776.4) belirlenmiştir. Sç+S1+II'ye göre YL+Ak+I %12.59 daha yüksek çıkmıştır. Kendi kendine yanmada ışık yoğunluğu değerleri alev kaynaklı yanmada ışık yoğunluğu değerlerinin tam aksine yonga levha yanmaya karşı daha az dirençli, sarıçam ise daha dirençli olduğu görülmüştür.
- Kor halinde yanmada ışık yoğunluğu; malzeme türüne göre en yüksek Doğu kayınında (879), en düşük MDF'de (822.1) belirlenmiştir. MDF'ye göre Doğu kayını % 6.48, sarıçam % 5.38, meşe % 5.01, yonga levha % 4.41 daha yüksek çıkmıştır. Kor halinde yanmada ışık yoğunluğunda Doğu kayınının kolay yandığı, MDF'nin ise daha zor yandığı söylenebilir.
- Boya çeşidine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu en yüksek akrilik boyada (867.2), en düşük selülozik boyada (845.1) belirlenmiştir. Selülozik boyaya göre akrilik boya % 2.55, sentetik boya % 2.22 daha yüksek çıkmıştır. Kor halinde yanmada ışık yoğunluğu boya çeşidine göre akrilik boya çeşidinin yanmayı kolaylaştırdığı sentetik boyanın ise yanmayı geciktirip yanmayı zorlaştırdığı söylenebilir.
- Boya kat sayısına göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu en yüksek II'de (861.6), en düşük I'de (846.3) bulunmuştur. I. kata göre II. kat % 1.78 daha yüksek çıkmıştır. Burada II kat işlem görmüş örneklerin yanmaya daha az dirençli olduğu söylenebilir.
- Malzeme türü-boya çeşidi etkileşimine ilişkin kor halinde yanmada ışık yoğunluğunda en yüksek Dk+S1'de (882.9), en düşük MDF+S1'de (755.4) bulunmuştur. MDF+S1'ye göre Dk+S1 % 14.45 daha yüksek çıkmıştır. Kor halinde yanmada ışık yoğunluğunda selülozik boya ile işlem görmüş Doğu kayınının kolay yandığını yine selülozik boya ile işlem görmüş MDF'nin ise yanmaya daha dirençli olduğu söylenebilir.
- Malzeme türü-kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Dk+II'de (874.2), en düşük MDF+I'de (757) belirlenmiştir. MDF+I'e göre Dk+II % 13.41 daha yüksek çıkmıştır.
- Boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Ak+II'de (866.9), en düşük S1+I'de (809.5) belirlenmiştir.
- Malzeme türü-boya çeşidi-kat sayısı etkileşimine göre kor halinde yanmada ışık yoğunluğu en yüksek Sç+S1+I'de (881.9), en düşük MDF+S1+I'de (776.4) bulunmuştur. MDF+S1+I'e göre Sç+S1+I % 11.97 daha yüksek çıkmıştır.

Yazar Katkıları

Hanife Kara: Laboratuvar çalışması ve deneylerin yapılması. **Cansu Özder:** Makalenin yazılması ve düzenlenmesi, veri iyileştirme, araştırma yapılması. **Hakan Keskin:**

Kavramsallaştırma (amaçların geliştirilmesi), istatistiksel analizlerin yapılması, sonuçların yorumlanması. **Musa Atar:** Kavramsallaştırma (araştırma konusunun belirlenmesi ve geliştirilmesi), verilerin analizi, makale yazımı. **Beyzanur Karabal:** Makalenin incelenmesi ve düzenlenmesi, araştırma yapılması.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Kaynaklar

- Aslan, S. ve Özkaya, K., (2004). Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ahşap esaslı levhaların yanma mukavemetinin araştırılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1 (3), 122-140.
- ASTM D 358. (1998). Standard specification for wood to be used as panels in weathering tests of coatings. ASTM Standards, U.S.A.
- ASTM E 160-50. (1975). Standart test method for combustible properties of terated wood by the crib test. ASTM Standards, U.S.A.
- Atar, M., (2008). Impacts of varnishes and impregnation chemicals on combustion properties of oak *Quercus petraea* lipsky, *Journal of applied polymer science*, 107 (1), 3981-3986.
- Baysal, E., (2003). Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ve bitkisel sepi maddeleri ile muamele edilen doğu kayını (*Fagus orientalis* lipsky) odununun yanma özellikleri, Fırat Üniversitesi, *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1), 123–134
- Baysal, E., (2003). Borlu bileşikler ve doğal sepi maddeleriyle emprenye edilen sarıçam odununun yanma özellikleri. Erciyes Üniversitesi, *Fen Bilimleri Dergisi*, 19(1-2), 59-69.
- Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N., (1997). Ağaç Teknolojisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 372.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., (1996). Orman Ürünlerinden Faydalanma. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 284-297.
- Chin-Mu, T., & Wang, YL., (1991). Incombustibility of fire retardant coated wood panels quart. *J. Expt. Forest NTU*, 5: 49–55 pp.
- Ellis, W.O., & Rowell, R.M., (1984). Reaction of isocyanates with southern pine wood to improve dimensional stability and decay resistance, *Wood and Fiber science Journal*, 16 (3), 346-34.
- Eroğlu, H. ve Usta, M., (2000). Liflehva Üretim Teknolojisi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, 200-220.
- Fidan, M.S., Yaşar, Ş., Yaşar, M., Atar, M., ve Alkan, E., (2016). Combustion characteristics of impregnated and surface-treated chestnut (*castanea sativa* mill.) wood left outdoors for one year. *BioResources*, 11(1), 2083-2095.
- Gu, W.J., Zhang, C.G., Dong, L.S., Zhang, Y.Q. & Kong, J., (2007). Study on preparation and fire, retardant mechanism analysis of intumescent flame retardant coatings, *Surface Coatings Technology Journal*, 201 (18), 7835-7841.

- Gürleyen, T., (2018). Isıl işlem görmüş bazı ağaç türlerine uygulanan sentetik vernik, su-bazlı vernik ve tik yağı katmanlarının hızlandırılmış uv yaşlandırma etkisine karşı direncinin saptanması, *Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce*.
- Kars, F., (1999). Yapılarda yangın riskini sınırlamaya yönelik önlemler ve duman kontrolünün sağlanması. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 4-7 Kasım, İzmir, s. 723-734.
- Lee, P., (1989). Study on combustion properties of some wood based materials treated with fire retarding coating by oxygen index method, *Seoul National University Journal Of Agricultural Sciences*, Seoul, Kore, pp. 205 – 210.
- Örs, Y. ve Keskin, H., (2001). Ağaç malzeme bilgisi, (Birinci Baskı). İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım, 2, 3.
- Özçifçi, A., (2001). Renk açıcı kimyasal maddelerin sapsız meşe (*Quercus sessiliflora* Salisb.) odununun yanma özelliklerine etkileri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi *Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, 3(4), 63-72.
- Peker H, ve Atılğan A., (2015). Doğal bir enerji kaynağı odun: yanma özelliği ve koruma yöntemleri, *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, (15), 1-12.
- TS ISO 13061-1. (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Ankara: Türk Standartları Enstitüsü
- Uysal, B., (1997). Çeşitli kimyasal maddelerin ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkileri, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Ankara.
- Yalınkılıç, A.C., (2020). Ahşabın malzemede renk açma ve vernikleme işleminin alev kaynaklı yanma ışık yoğunluğuna etkisi, *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 21(4),438-444
- Yaşar, Ş., ve Atar, M., (2017). Ahşap koruyucularla muamele edilmiş bazı ağaç malzemelerin yanmasıyla ortaya çıkan gaz emisyon miktarları, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 503-514.