

Bazı Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi

Mehmet BUDAKÇI*¹, Memiş AKKUŞ²

¹Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü
Konuralp Yerleşkesi, 81260-Düzce

²Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü
Konuralp Yerleşkesi, 81260-Düzce

Geliş/Received : 28.04.2011, Kabul/Accepted : 17.05.2011

ÖZET

Bu çalışmada, günümüzde birçok alanda kullanılan ve alınan veri sonuçlarının gerçeğe yakın değerler elde edilmesine olanak sağlayan, yapay zeka yöntemlerinden biri olan “Yapay Sinir Ağlarının” (YSA) mobilya ve dekorasyon elemanlarının kalite kontrol testlerinde kullanılması amaçlanmıştır. Araştırmada ilk önce, eğitim girdilerine örnek veri sağlamak için deneysel bir çalışma yapılmış, bu amaçla 18 mm kalınlığındaki yatık yongalı levha (Sunta), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve kontrplak malzemelerin yüzeylerine, farklı miktarlarda (100, 150, 200 g/m²) izosiyanat tutkalı uygulanarak yapıştırılmış ahşap kaplama ve laminat levhaların ortalama yapışma direnç değerleri belirlenmiştir. Daha sonra tutkal miktarı faktörünün ara değerleri olan 125 g/m² ve 175 g/m², YSA kullanılarak modellenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda YSA'nın mobilya ve dekorasyon elemanlarının kalite kontrolünde, tahribatsız analizi için alternatif bir metot olabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler :Yapay sinir ağları, yonga levha, lif levha, kontrplak, izosiyanat tutkalı

Modeling The Resistance of the Veneer Adhesion Strength on Some Wood Based Panels by Artificial Neural Networks

ABSTRACT

In this study, the use of Artificial Neural Networks (ANN), which are one of the artificial intelligence methods used in many areas obtaining the values closer to the actual data results, in quality control tests of furniture and decoration elements is intended. First of all to provide example data for training inputs on experimental study was made. With this purpose the average adhesion strength of wood veneer and laminate on surface of 18 mm particleboard, medium density fiberboard (MDF) and ply-wood material in different amount (100, 150, 200 g/m²) which were glued with isocyanate were determined. Afterwards, interval values of glue amount factor which are 125 g/m² and 175 g/m², were modeled by ANN. A result of obtained data it was determined that using ANN for the quality control of furniture and decoration elements, as a non-destructive analysis to be an alternative method.

Key Words: Artificial neural networks, particleboard, medium density fiberboard, ply- wood, isocyanate glue

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ahşap esaslı levhalar (yonga levha, kontrplak, lif levha vb.) tek bir ürün olarak mobilya ve dekorasyon endüstrisinde genel bir anlam ifade etmeyeceği gibi, kaliteli bir mobilya üretimi içinde uygun değildir. Mobilya üretiminde, lambri ve tavan kaplamaları gibi ürünlerin üretiminde kullanılan levhaların kaplanması levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek, dekoratif görüntü sağlamak, ürünün estetik değerini artırmak, ahşap malzemenin doğal görünümünü ve sıcaklığını vermek, levha yüzeylerinde renk ve desen benzerliği sağlamak ve formaldehit açığa çıkmasını önlemek

gibi bir çok sebepten dolayı ahşap veya suni reçine plakası (laminat) kaplamalar tercih edilmektedir (1, 2, 3).

Ahşap kaplama ve suni reçine plakalar çeşitli ahşap esaslı levha yüzeylerine farklı yapıştırıcılar kullanılarak yapıştırılırlar. Her durumda kaplamanın uygulanan yüzeye iyi bir şekilde yapışması şarttır (4,5). Ancak kullanılan malzemelerdeki ve yapıştırıcılardaki yapısal farklılıklar, pres işlemleri, kullanıcı hataları nedeni ile bazen düzensiz yapışma, dalgalanma, kabarma vb. istenmeyen yapışma başarısızlıkları oluşmaktadır (1). Bu gibi faktörlerin birbirleri arasındaki ilişkinin niteliğinin belirlenmesi için farklı deneyler yapılmaktadır. Deneyler genel olarak laboratuvarlarda gerçek iş elemanları üzerinden örnekler alınarak bulguların izlenmesiyle sonuçlandırılmaktadır.

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: mehmetbudakci@duzce.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2011.14.1, 63-71

Çağımızda zaman ve ekonomi, işletmeleri bu iki temel etkeni esas alarak çalışmaya zorlamaktadır. Bir yerde zamandan kazanç ayrıca ekonomiklik anlamına da gelmektedir. Bu yüzden daha önce yapılmış deneylerden elde edilen verilerle genellemeler yaparak ortaya koymak ve bu genelleme ile daha önce gerçekleştirilmemiş deneylere ilişkin önceki örneklerden çağrışım yaparak ilgili olaya çözümler üretmek gerekmektedir.

Teknolojideki sürekli değişimler her gün yeni tekniklerle problemlerin çözümünü gündeme getirmektedir. Pek çok problemin çözümünde, istatistiksel yöntemler uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Fakat istatistiksel yöntemler, problemi doğrudan etkileyen parametrelerin sayısı çok büyük değerlerde olduğunda ve bu parametrelerle sonuç arasında karmaşık veya çoğu zaman tanımlanamayan bir ilişki olduğunda yetersiz kalmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar sonunda problemlerin genetik algoritmalar, sinirsel ağlar ve yapay zeka gibi tekniklerle çözülmesi gündeme gelmektedir. Son zamanlarda özellikle bilgisayar teknolojisinin yaygın olarak kullanılmaya başlaması, yüksek hızlarla işlem yapabilen bilgisayarların üretilmesi, daha karmaşık çözüm yöntemlerinin de kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sinirsel ağlar, genetik algoritmalar ve yapay zeka, kullanılmakta olan klasik yöntemlere alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (6). Yapay sinir ağlarının uygulamaları gözden geçirildiğinde binlerce uygulamanın yapıldığı ve başarılı sonuçların alındığı görülebilir. Yapay sinir ağlarının bu kadar çeşitli alanlarda kullanılması, mobilya ve dekorasyon sektöründeki yapılacak tahminlerin, veri analizlerinin daha kısa sürede elde edilmesi ve tutarlılığı açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, önce 18 mm kalınlığındaki yatık yongalı levha (Sunta), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve kontrplak malzemelerin yüzeylerine, farklı miktarlarda (100, 150, 200 g/m²) İzosiyanat tutkalı uygulanarak yapıştırılmış ahşap kaplama ve laminat levhaların ortalama yapışma direnç değerleri belirlemek, daha sonra tutkal miktarı faktörünün ara değerleri olan 125 g/m² ve 175 g/m², yapay sinir ağları kullanarak modellemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

2.1. Taşıyıcı yüzey (Carrier Surface)

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın kullanımı ve üretiminin yapılmasından dolayı taşıyıcı yüzey olarak, 1. sınıf 18 mm kalınlığında yatık yongalı levha (Sunta), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve oküme kontrplak kullanılmıştır (7, 8, 9).

2.2. Yapıştırıcı (Adhesive)

Deney numunelerinin hazırlanmasında izosiyanat yapıştırıcı kullanılmıştır. Yapışma direnci deneylerinde kullanılan çelik silindirlerin yapıştırılmasında çift bileşenli epoksi reçineli yapıştırıcı kullanılmıştır.

2.3. Kaplama (Veneer)

Araştırmada taşıyıcı yüzeylerinin kaplanmasında, ülkemizde mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın

olarak kullanılan, 0,6 mm kalınlığındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus petraea* L.) ahşap kaplamaları ile yine sektörde sıkça kullanılan 0,9 mm kalınlığındaki parlak yüzeyli suni reçine plakası (laminat) tercih edilmiştir. Ahşap kaplama levhalarının lif yönlerinde radyal ve teğet ayırımına gidilmeden rastgele olarak seçim yapılmıştır.

2.4. Deney Örneklerinin Hazırlanması (Preparation of Examination Samples)

Taslak olarak kesilen ahşap kaplama, laminat ve taşıyıcı yüzey malzemeleri, iklimlendirme dolabında TS 5339'da belirtilen esaslara göre 20±2 °C sıcaklık ve % 65±3 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir (10).

Daha sonra ahşap kaplamalar ve laminat malzeme, taşıyıcı yüzeylere üretici firmaların önerileri doğrultusunda farklı miktarlarda izosiyanat yapıştırıcı kullanılarak yapıştırılmıştır. Örneklerin yapıştırılma şartları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Örneklerin yapıştırılma şartları

Yapıştırıcı	Uygulanan Yapıştırıcı Miktarı (±10 g/m ²)	Pres Basıncı (N/mm ²)	Pres Süresi	Pres Tabla Sıcaklığı (°C)
İzosiyanat	100	0,8	24 saat	20
	150			
	200			

Yapıştırma işleminde uygulanan yapıştırıcı miktarı 0,01 hassasiyetteki analitik terazi ile kontrol edilerek ±10 g/m² aralığını aşamayacak şekilde sürülmüştür. İzosiyanat, tutkal sürme merdanesi ile yüzeye sürülmüş, sadece taşıyıcı levha yüzeylerine uygulanmıştır. Yapıştırıcı yüzeye uygulandıktan hemen sonra preslenmiştir. Yapıştırma işlemlerinin tümü hidrolik preste gerçekleştirilmiştir.

Preslenen taslakların doğrudan güneş ışığı almayan ve hava dolaşımının olduğu laboratuvar şartlarında üç hafta süre ile bekletilerek tam kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra taslak parçalar gruplandırılarak, TS 5339'e göre 120×120±0,1mm olarak ölçülendirilmiştir (10). 4 kaplama çeşidi, 3 taşıyıcı yüzey ve 3 yapıştırıcı miktarı için 10'ar adet olmak üzere 4x3x3x10 deneme desenine göre 360 adet örnek hazırlanmıştır. Yapışma direnci deneyinden önce, ahşap kaplama yüzeylerinde düzgün bir yapışma yüzeyi elde etmek için ilk olarak 80 kum, sonra 100 kum zımpara ile perdah işlemi yapılmıştır. Zımparalanan yüzeylerdeki tozlar, deney öncesinde yumuşak kıllı bir fırça ve vakum tekniği ile temizlenmiştir. Daha sonra örnekler, yapıştırma ve hazırlık aşamasında meydana gelen rutubet farklılıklarını gidermek için 20±2 °C sıcaklık ve % 65±3 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar tekrar bekletilmiştir.

Örnekler, paslanmaz krom nikelli çelikten üretilmiş ve yapışma yüzey düzgünlüğü 1,05 µm olan deney silindirinin alt yüzeyine 150 ± 10 g/m² hesabı ile epoksi yapıştırıcı sürülerek kalıp yardımıyla yapıştırılmıştır. Bu işlemleri yaparken uygulanan basıncın levha

yüzeyine dik olmasına ve ortalama 1,5 kgf/cm² (0,15 N/mm²) basınç uygulanmasına dikkat edilmiştir. Örnekler bu kalıpta 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır.

2.5. Yapışma Direnci Deneyi (Adhesion Strength Test)

TS 5339'e göre hazırlanan örneklerin yapışma direnci deneyleri, 0,1 kN hassasiyetteki hidrolik "Bond Test" cihazıyla yapılmıştır (10, 11). Örnek üzerine yerleştirilen deney cihazının çekme kuvveti, 1 kgf'den fazla olmayan sabit bir hızla artırılmış ve deneyin 60 saniye içerisinde gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir (10). Deneylerden elde edilen kopma kuvvetlerine aşağıdaki eşitlik uygulanarak kaplama yapışma direnci hesaplanmıştır.

$$\sigma_y = \frac{P_{\max}}{A} \text{ N/mm}^2$$

Burada;

$$\sigma_y = \text{Kaplama yapışma direnci (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_{\max} = \text{Kopma anındaki kuvvet (N)}$$

A = Çekme yüzeyinin alanı (1000 mm²) dir (10)



Şekil 1. Bazı örnek yüzeylerinin deney sonrası makroskopik görüntüleri

Girişler, çevreden aldığı bilgiyi sinire iletir. Ağırlıklar, yapay sinir tarafından alınan girişlerin sinir üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılardır. Eşitlik 2'de, toplama işlevi, sinirde her bir ağırlığın ait olduğu girişlerle çarpımının toplamlarını etkinlik işlevine gönderir (14).

$$V_i(t) = \sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot x_j(t) + \theta_j$$

Eşitlik 3'de, toplama işlevinin sonucu, etkinlik işlevinden geçirilip çıkışa iletilir. Sonuç olarak nöron çıkışının denklemi ise aktivasyon fonksiyonunun değerine göre olur (15).

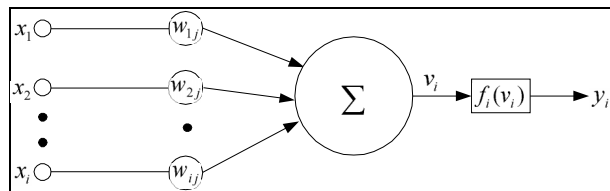
$$y_i = f(V_i)$$

Bir yapay sinirin öğrenme yeteneği, seçilen öğrenme algoritması içerisinde ağırlıkların uygun bir şekilde ayarlanmasına bağlıdır. Öğrenme yöntemi, bütün işleme elemanlarının anlık hatalarını en aza indirmeye çalışır. Eşitlik 4'de, tüm ağıdaki hata genellikle E ile gösterilir ve şu şekilde yazılabilir (16).



2.6. Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)

Yapay sinir ağları, insan beynin fizyolojisinden esinlenerek geliştirilmiş bilgisayar programlarıdır. Yapay sinir ağı genel olarak model seçimi ve sınıflandırılması, işlev tahmini en uygun değeri bulma ve veri sınıflandırılması gibi işlerde başarılıdır (12). Yapay sinir ağlarındaki işlem elemanları basit sinirler olarak adlandırılır. Bir sinirin yapısı ağırlıklar, toplama işlevi ve etkinlik işlevi olmak üzere 3 bölümden oluşur (13). Şekil 2'de sinir ağlarında kullanılan genel bir sinir modeli verilmiştir.



Şekil 2. Yapay Bir Sinir

$$E = \frac{1}{2} (v_i - z_i)^2$$

Burada; v_i istenilen çıktı örneği, z_i gerçek çıktı örneğidir. Danışmanlı öğrenmede gerçek çıkış istenen çıkışla kıyaslanır.

2.7. Yapışma Direncinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi (Modeling of Adhesion Strength by Artificial Neural Networks)

Deney sonuçlarından elde edilen ortalama yapışma direnci değerleri (Çizelge 2), eğitim girdileri olarak belirlenmiştir. Daha sonra tutkal miktarının ara değerleri olan 125 ve 175 g/m² nin yapışma direnç değerleri, doğrusal olmayan (non-linear) sistem olarak çalışan yapay sinir ağları'nda elde edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 2. Deneyden alınan sonuçlar

FAKTÖR *ABC		YAPIŞMA DİRENÇ DEĞERLERİ (N/mm ²)		
		100 (g/m ²)	150 (g/m ²)	200 (g/m ²)
Yonga Levha	Çam	1,260	1,200	1,500
	Kayın	1,240	1,500	1,300
	Meşe	1,520	1,540	1,500
	Laminat	1,620	1,880	1,860
Lif Levha	Çam	1,940	1,960	2,240
	Kayın	1,880	2,080	2,180
	Meşe	1,860	2,080	2,020
	Laminat	2,080	2,420	2,460
Kontırplak	Çam	2,040	3,180	2,860
	Kayın	2,200	2,700	2,480
	Meşe	2,740	2,900	2,780
	Laminat	3,860	2,940	3,500

*A: Taşıma Yüzeyi, B: Kaplama Çeşidi, C:Tutkal Miktarı

Çizelge 3. Yapay sinir ağlarının eğitim verileri

G1: Taşıyıcı Yüzey ve Kaplama Çeşidi		G2:Tutkal Miktarı (g/m ²)	Ç1:Ortalama Yapışma Direnç Değeri (N/mm ²)
*A	**B		
1	1	100	1,260
	1	150	1,200
	1	200	1,500
	2	100	1,240
	2	150	1,500
	2	200	1,300
	3	100	1,520
	3	150	1,540
	3	200	1,500
	4	100	1,620
	4	150	1,880
	4	200	1,860
2	1	100	1,940
	1	150	1,960
	1	200	2,240
	2	100	1,880
	2	150	2,080
	2	200	2,180
	3	100	1,860
	3	150	2,080
	3	200	2,020
	4	100	2,080
	4	150	2,420
	4	200	2,460

3	1	100	2,040
	1	150	3,180
	1	200	2,860
	2	100	2,200
	2	150	2,700
	2	200	2,480
	3	100	2,740
	3	150	2,900
	3	200	2,780
	4	100	3,860
	4	150	2,940
	4	200	3,500

*A:Taşıyıcı Yüzey; A1:Yonga Levha, A2:Lif Levha, A3:Kontırplak **B: Kaplama Çeşidi; B1:Sarıçam, B2:Kayın, B3:Meşe, B4:Laminat

Yapışma direnci değerlerinin modellenmesinde, Çizelge 3'deki deneysel düzenekten alınan veriler referans gösterilerek, danışmanlı öğrenme yöntemi kullanılmıştır.

Yapay sinir ağı uygulamalarında, en uygun sayıdaki katman ve katmanlardaki sinir sayısını bulmak için her hangi bir kural yoktur. Genellikle sistemin karmaşıklığı, gizli katmanların ve gizli katmanlardaki sinirlerin sayısının artmasıyla giderilir (13). Deneme ve yanılma yoluyla bu sistem için en uygun ağı yapısı bir giriş katmanı, iki gizli katman ve bir çıkış katmanıdır. Sırasıyla her bir katmandaki düğüm sayıları ise iki, altı, altı ve bir olarak yeterli bulunmuştur. Bu çalışmada yapay sinir ağı modellerinden en yaygın olarak kullanılan ileri beslemeli ağı yapısı ve geri yayımlı algoritma kullanılarak gerçeğe yakın bir değer elde edilmeye çalışılmıştır. Ağı yapısı iki giriş katmanı, iki gizli katman ve bir de çıkış katman olarak üç katmandan oluşmaktadır. Seçilen Yapay sinir ağı

yapısında, girdiler (G1) taşıyıcı yüzey ve kaplama çeşidini, (G2) tutkal miktarını ve (Ç1) ortalama yapışma direnci olarak, çıkış katmanı olup iki gizli katman (6-6 sinir) kullanılmıştır. Şekil 3'de yapışma direnci değerinin değişiminin modellenmesi için kullanılan yapay sinir ağı modeli verilmiştir. Gerçeğe yakın değerler elde edebilmek amacı ile yapay sinir ağına eğitilecek olan tüm veriler normalize edilmiştir.

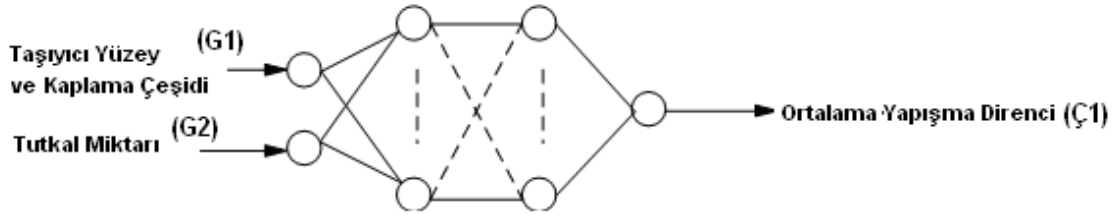
- Giriş katmandaki nöron sayısı = 2
- 1.gizli katmandaki nöron sayısı = 6
- 2. gizli katmandaki nöron sayısı = 6
- Çıkış katmanındaki nöron sayısı = 1'dir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

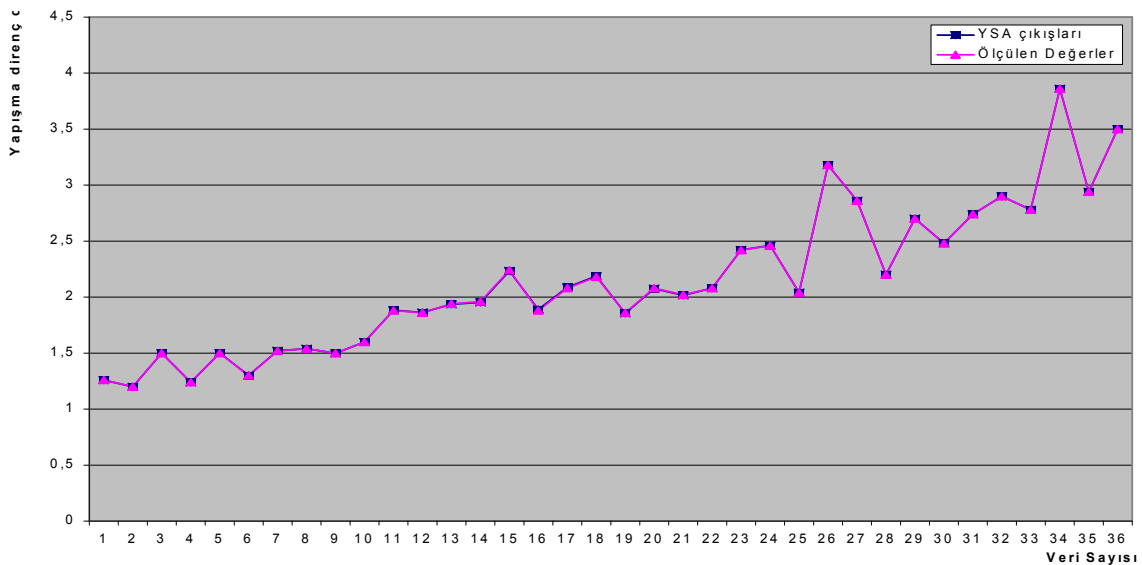
Yapay sinir ağına eğitilmesiyle elde edilen modelleme sonuçlarına ait yapışma direnci değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Yapay sinir ağı tabanlı tahmin modelinin başarımını görmek için deneysel düzenden alınan veri eğrileri ile yapay sinir ağı eğitim sonrası elde edilen eğriler karşılaştırılması Şekil 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Yapay sinir ağına eğitilerek alınan sonuçlar (N/mm²)

FAKTÖR *ABC		YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ (N/mm ²)	
		125(g/m ²)	175(g/m ²)
Yonga Levha	Çam	1,320	1,480
	Kayın	1,360	1,530
	Meşe	1,500	1,510
	Laminat	1,910	1,650
Lif Levha	Çam	2,010	1,890
	Kayın	2,500	2,060
	Meşe	2,020	2,060
	Laminat	2,300	2,470
Kontrplak	Çam	2,660	3,240
	Kayın	2,320	2,660
	Meşe	2,160	2,750
	Laminat	2,720	2,890



Şekil 3. Yapışma direncinin yapay sinir ağı ile modellenmesi

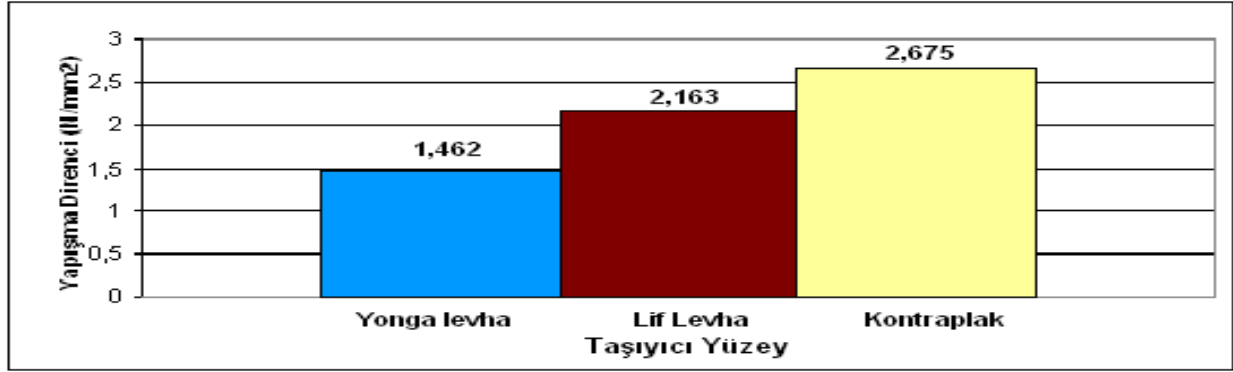


Şekil 4. Deneysel sonuçlar ile yapay sinir ağına eğitilerek alınan sonuçların karşılaştırılması

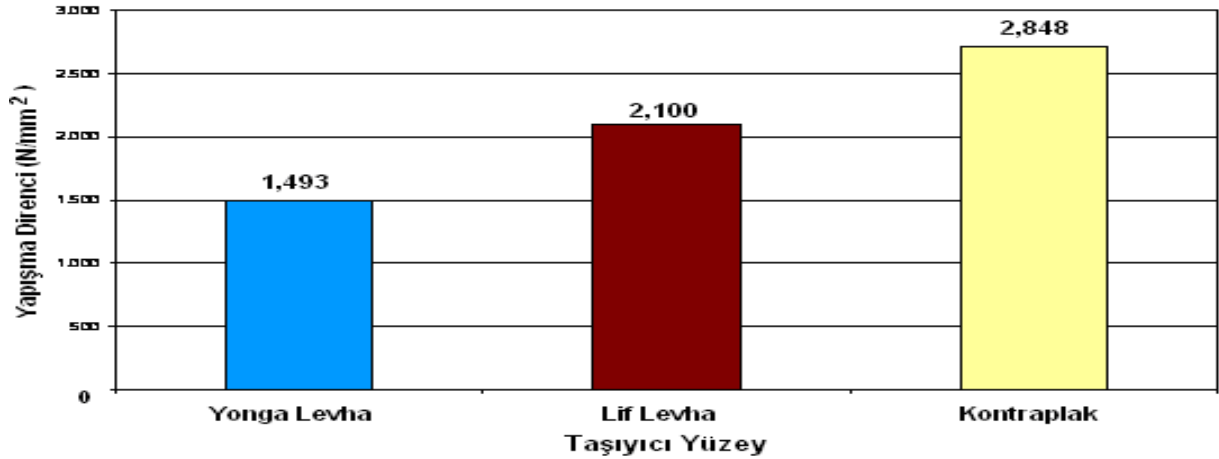
Buna göre optimum iterasyon sayısı belirlenerek deneysel olarak ölçülen değerler ile yapay sinir ağı'nın çıkış değerleri arasında birbirine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Daha sonra faktörler arası farklılıkları belirlemek amacı ile; 125 g/m² ve 175 g/m² tutkal kullanılarak yapay sinir ağı'ndan elde edilen verilere göre taşıyıcı yüzey faktörü düzeyinde yapışma direnci değeri sonuçları Şekil 5'de, deneysel verilerden elde edilen sonuçlar ise Şekil 6'da verilmiştir.

düşük yapışma direncinin ise, kohezyon kuvvetinin lif levha ve kontrplağa oranla daha az oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yonga levhanın üretim prosedürüne bakıldığında odun veya odunlaşmış (lignoselülozik) diğer bitkisel hammadde yongalarının sentetik reçine tutkalları yapıştırılmasıyla elde edilmiş olması, yongalar arasındaki iç boşluk hacminin lif levha ve kontrplağa oranla fazla oluşu, kohezyon kuvvetini azaltmış dolayısı ile adezyon kuvveti de bu malzemelere oranla düşük çıkmış olabilir. Ayrıca, kullanılan yapıştırıcının daha poroz yapıya sahip olan yonga levha



Şekil 5. Yapay sinir ağı'ndan elde edilen verilere göre taşıyıcı yüzey türü düzeyinde yapışma direncine ait grafik

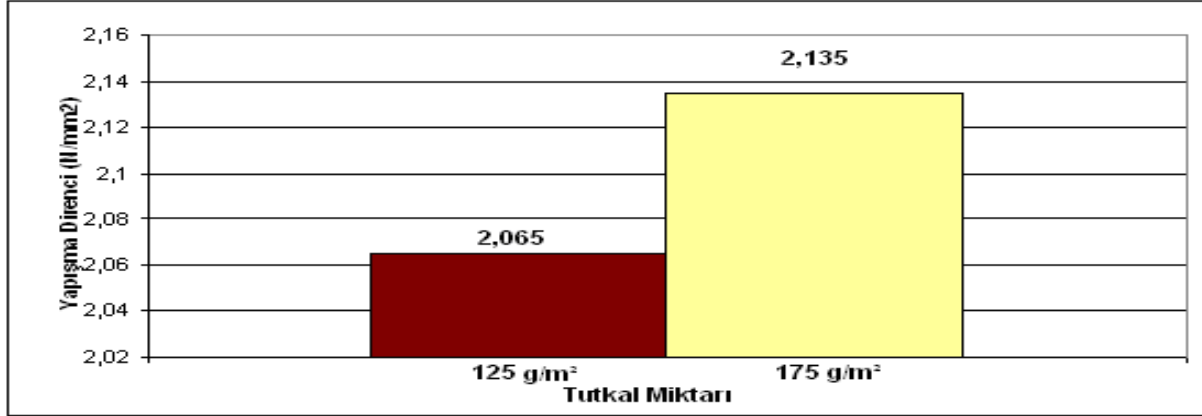


Şekil 6. Deneysel verilere göre taşıyıcı yüzey türü düzeyinde yapışma direncine ait grafik

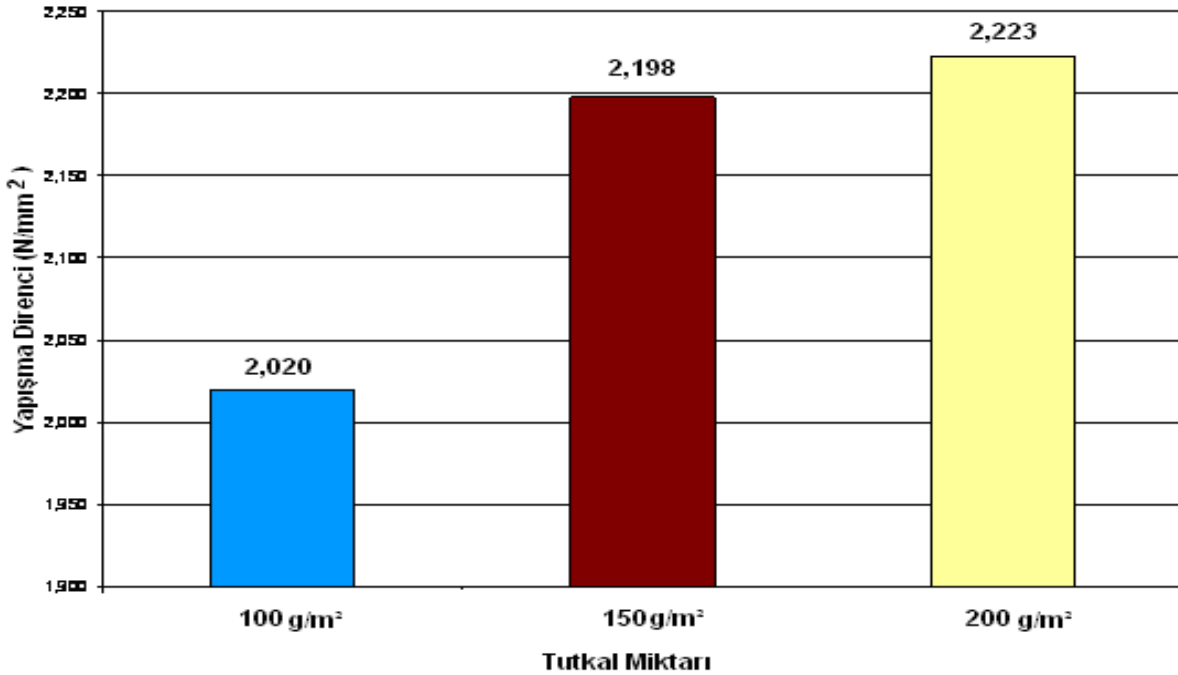
Her iki Çizelge sonucu karşılaştırıldığında, taşıyıcı yüzey faktörü düzeyinde yapışma direnci değeri en yüksek kontrplakta, en düşük yonga levhada elde edilmiştir. Literatürde kontrplak ve lif levhanın yonga levhaya oranla daha iyi yapışma direnci gösterdiği ifade edilmektedir (1,2,17). Bu durum, lif levha ve kontrplağın masif ağaç malzemede olduğu gibi yüksek değerlerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahip olması, masif ağaç malzemede görülen budaklık, çürüklük, lif kıvrıklığı, çarpılma, çatlama vb. kusurlardan arındırılmış olması yapışma direncinde artırıcı bir özellik olarak açıklanabilir (18, 19). Yonga levhadaki

yüzeyi tarafından emilmesi, kaplama malzemesi ve yonga levha yüzeyi arakesitinde kalan tutkal miktarının yetersizliği yapışma direncinin düşük çıkmasındaki etkili faktörler arasında sayılabilir. Buna ilave olarak literatürde bildirilen lif levha (2,9 µm) ve kontrplağın (2,6 µm) yüzey düzgünlüğünün yonga levhaya (5,7 µm) oranla fazla oluşu da spesifik adezyonu artırarak yapışma direncini artırmış olabilir (1).

Tutkal miktarı faktörü düzeyinde yapay sinir ağı ile yapılan modelleme sonuçları Şekil 7'de, deneysel verilerden elde edilen yapışma direnci değerleri ise Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yapay sinir ağından elde edilen verilere göre tutkal miktarı düzeyinde yapışma direncine ait grafik

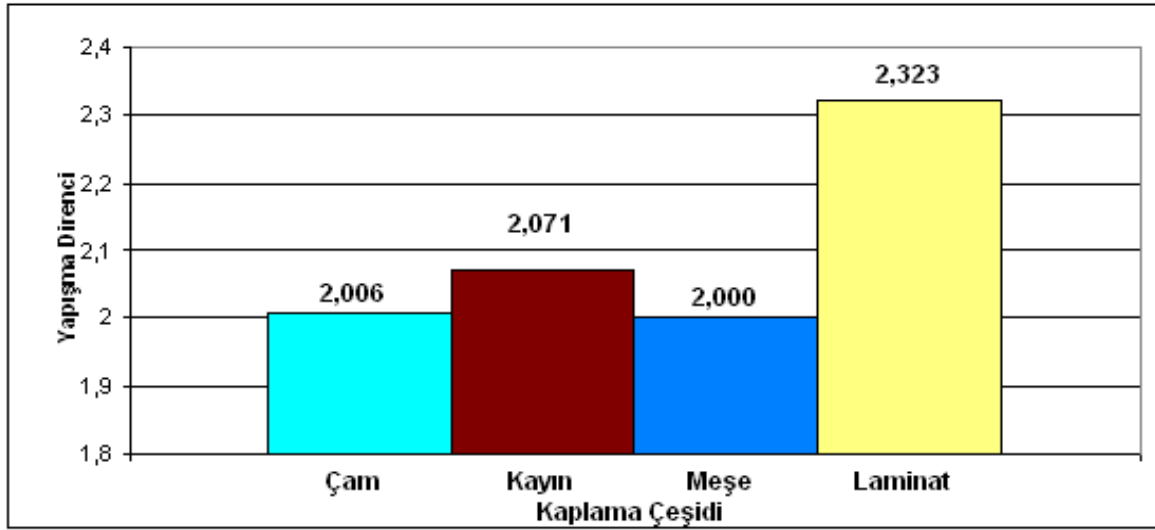


Şekil 8. Deneysel verilere göre tutkal miktarı düzeyinde yapışma direncine ait grafik

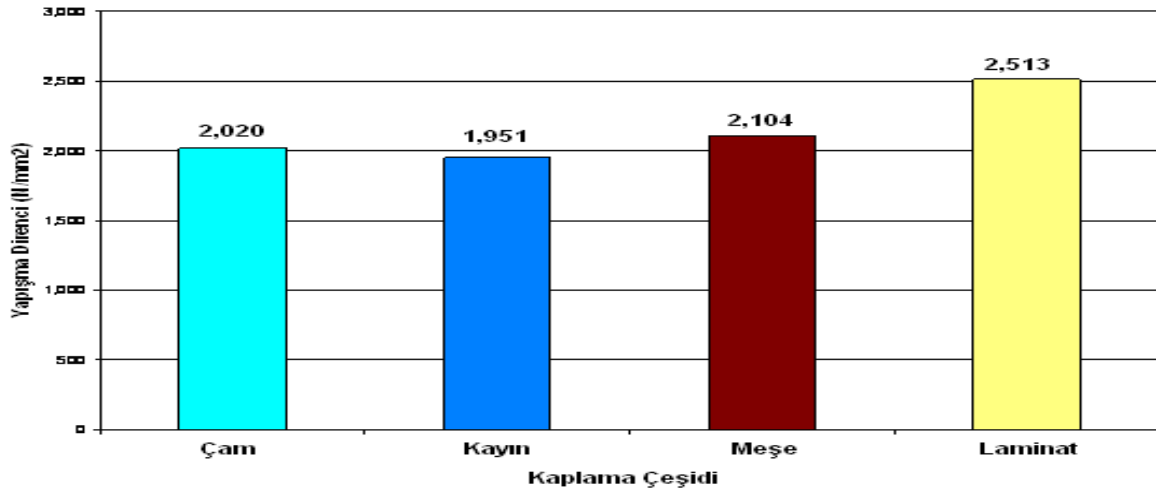
Çizelge sonuçlarında, yapay sinir ağı ile yapılan modellemeye göre yapışma direnci değeri en yüksek 175 g/m² uygulamasında, deneysel çalışmada ise 200 g/m² uygulamasında elde edilmiştir. Buna göre metrekareye 200 g uygulaması ve 175 g uygulaması arasında % 3,9'lük az bir farkın olması malzemede ekonomi sağlamak açısından metrekareye 175 g uygulamasını ön plana çıkarmaktadır. Literatürde ağaç malzeme üzerine uygulanan tutkalların metrekareye 120-200 g olarak uygulanması belirtilmektedir (20).

Kaplama çeşidi faktörü düzeyinde yapay sinir ağı ile yapılan modelleme sonuçları Şekil 9'da, deneysel verilerden elde edilen yapışma direnci değeri sonuçları ise Şekil 10'da gösterilmiştir.

Yapay sinir ağı ve deneysel çalışmadan elde sonuçlarına göre yapışma direnci değeri en yüksek laminatta tespit edilmiştir. Literatürde düzgün yüzeyli malzemelerin yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi eşit olmakta ve yapışma direncinde en iyi sonuçların alındığı belirtilmektedir (21). Bu bağlamda laminat malzemenin diğer üç kaplamaya oranla daha iyi yapışma performansı göstermesinin sebebi; yüzey alanındaki boşluk miktarının diğer ahşap kaplamalara göre yok denecek kadar az olması, dolayısı ile düzgün yüzeyli ve homojen bir yapıdan kaynaklanmış olabilir.



Şekil 9. Yapay sinir ağından elde edilen verilere göre kaplama çeşidi düzeyinde yapışma direncine ait grafik.



Şekil 10. Deneysel verilere göre kaplama çeşidi düzeyinde yapışma direncine ait grafik

Yapay sinir ağı ve deneysel çalışmadan elde sonuçlarına göre yapışma direnci değeri en yüksek laminatta tespit edilmiştir. Literatürde düzgün yüzeyli malzemelerin yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi eşit olmakta ve yapışma direncinde en iyi sonuçların alındığı belirtilmektedir (21). Bu bağlamda laminat malzemenin diğer üç kaplamaya oranla daha iyi yapışma performansı göstermesinin sebebi; yüzey alanındaki boşluk miktarının diğer ahşap kaplamalara göre yok denecek kadar az olması, dolayısı ile düzgün yüzeyli ve homojen bir yapısından kaynaklanmıştır olabilir.

Elde edilen bulgular ışığında sonuçlar; aşırı eğitime, mimarinin hatalı oluşturulması vb. problemleri olmayan yapay sinir ağı modellemesinin oldukça iyi öngörü performansı sağlayabildiğini göstermektedir. Diğer taraftan, yapılan analizin doğrusal olmayan bir modelleme tekniği olan yapay sinir ağı metodolojisinin doğrusal yöntemlerle karşılaştırılması olarak

düşünülmesi durumunda, bu çalışma için doğrusal olmayan modellemenin daha etkili olduğu yönünde bir genelleme yapılabilmektedir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada, öngörü modellemesi yöntemi olan yapay sinir ağı metodolojisinin kullanımı araştırılmıştır. Yapay sinir ağı eğitim girdilerine örnek veri sağlamak için deneysel bir çalışma yapılmış, bu amaçla 18 mm kalınlığındaki yatık yongalı levha (Sunta), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve kontrplak malzemelerin yüzeylerine, farklı miktarlarda (100, 150, 200 g/m²) izosiyanat tutkalı uygulanarak yapıştırılmış ahşap kaplama ve laminat levhaların ortalama yapışma direnci değerleri belirlenmiştir. Daha sonra tutkal miktarı faktörünün ara değerleri olan 125 g/m² ve 175 g/m², yapay sinir ağları kullanılarak modellenmiştir. Deneysel bir çalışma ile elde edilen yapışma direnci değerleri ile yapay sinir ağı kullanılarak gerçekleştirilen modellemenin karşılaştırılması sonucunda, yapay sinir ağının deneysel çalışma sonuçlarına çok yakın değerler

verdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapay zeka yöntemlerinden biri olan “Yapay Sinir Ağı”, mobilya ve dekorasyon elemanlarının kalite kontrolünde tahribatsız analiz için alternatif bir yöntem olarak önerilebilir.

Açıklama (Acknowledgment)

Bu çalışmadaki deneysel verilerin finansmanı, Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığınca desteklenmiştir. Proje No: BAP - 2005-06.01.227.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Budakçı, M., “Ahşap Kaplama ve Suni Reçine Plaka (Laminat) Yapıştırıcılarının Yapışma Direncinin Belirlenmesi”, Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı, Proje No: BAP - 2005-06.01.227, Düzce, 2008.
- Kılıç, İ., “Bazı Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- Güller, B., “Odun Kompozitleri”, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı:2, 135-160, 2001.
- Selbo, M.L., “Adhesive Bonding of Wood Material”, U.S. Department of Agriculture Forest Service, Technical Bulletin No:1512, Washington, DC, 1975.
- Vick, C.B., “Adhesive Bonding of Wood Materials”, in Wood Handbook, Wood as an Engineering Material, U.S. Department of Agriculture Forest Products Laboratory, Madison, WI, 1999.
- Hasgül, Ö. ve Sermet Anagün, A., “Deneysel Sonuçların Analizinde Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Beton Dayanım Testi İçin Bir Uygulama”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 133-139, 25-27 Kasım, 2005.
- TS 2129, “Odun Lifi ve Yonga Levhalar”, (Terimler ve Tarifler), T.S.E., Ankara, 1975.
- TS EN 12369-1, ”Ahşap Esaslı Levhalar – Yapısal Amaçlı Tasarım İçin Karakteristik Değerler”, T.S.E., Ankara, 2005.
- TS 2128 EN 313-2, Kontrplâk - Sınıflandırma ve Terimler, Bölüm 2, Terimler, TSE, Ankara, 2005.
- TS 5339, “Kaplama Yapışma Mukavemetinin Tayini”, T.S.E., Ankara, 1987.
- Bond Test Cihazı, Kullanım Kılavuzu, 2006.
- Elmas, Ç., Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama), Seçkin Yayıncılık, Ankara, 22-37, 2003.
- Güvenç U. "Anahtarlamalı Relüktans Motor Manyetik Akısının Yapay Sinir Ağı Tabanlı Modellenmesi", IX Akademik Bilişim Konferansı, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 609-612, 2007.
- Lawrenson, P.J., Stephenson, J.M., Blenkinsop, P.T., Corda, J., Fulton, N.N., “Variable-Speed Switched Reluctance Motors”, IEE Proceedings-B., Vol. 127, No. 4, 253-265, USA, 4 July 1980.
- Uematsu, T., Wallace, R.S., Design Of A 100 KW “Switched Reluctance Motor for Electric Vehicle Propulsion”, 10th Annual Applied Power Electronics Conf. And Exposition, 411-415, 5-9 March 1995.
- Faiz, J., Finch, J.W., “Aspects Of Design Optimization For Switched Reluctance Motors”, IEEE Transactions of Energy Conversion, Vol. 8, No. 4 704-713, December 1993.
- Altınok, M., “Ağaç İşleri Temel Makinelerinde İşlenmiş Ahşap Yüzeylerin Yapışma Direncine Etkileri”, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi, Cilt 1, Sayı 2, 17 – 20, 1998.
- Kürel, İ., Yonga ve Lif Levhaların Islak Mekanlarda Kullanma İmkanları Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1996.
- Özen, R., “Lif Levhaların Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri ve Bunlara Tesir Eden Faktörler”, İ.Ü.Orman Fak.Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, 49-84, 1975.
- Şanıvar, N. ve Zorlu, İ., Ağaç İşleri Gereç Bilgisi, M.E.B. Basımevi, İstanbul, 1995.
- Özçiftçi, A., Yonga Levha ile Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine Ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1995.