

Pnömatik Adezyon DeneY Cihazı Tasarımı ve Üretimi

Mehmet BUDAKÇI

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü
81620 Konuralp, DÜZCE

ÖZET

Koruyucu katmanların (boya/vernik) uygulandığı taşıyıcı malzeme yüzeyine yapışma direnci bir çok faktöre bağlıdır. Bu bakımdan koruyucu katmanın uygulandığı yüzey ile yeterli bir bağ oluşturması gereklidir. Bu çalışmada, koruyucu katmanların yapışma direncini ölçmek için pnömatik sistemle çalışan adezyon deneY cihazı tasarlanmış ve üretimi gerçekleştirilmiştir. DeneY cihazının çalışma ilkesi, örnek yüzeylerinde hazırlanan koruyucu katmanlara yapıştırılan çelik silindireli yüzeyden çekerek katmanı kopartma esasına dayanmaktadır. Ayrıca cihaz, deneY düzeneğindeki bazı eklentileri değiştirilmek sureti ile farklı mekanik testlere uyumludur. Günümüzde mobilya ve dekorasyon sektöründe yaygın kullanım alanı bulan laminat malzemelerin kenarlarına kaplanan kenar foli bantları ile, kaplama ve suni reçine plaka yapıştırıcılarının yapışma dirençleri de belirlenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Adezyon, adezyon test cihazları, çekme direnci, boya ve vernikler, organik katmanlar.

Design and Production of a Pneumatic Adhesion Testing Device

ABSTRACT

The adhesion strength of applications of organic coatings (paint / varnish) on supporting material surfaces depends on many different factors. Therefore, organic coatings should have enough necessary strength on the application surface. In this study, a pneumatic adhesion device that is intended to be utilized in testing of organic coatings (paint/varnish) was designed and produced. The working principles of the machine are to tear off the organic coatings from the specimen surfaces by steel cylinders. Furthermore, at the test set up the machine is suitable to make different mechanical test by changing some additional parts. Adhesion strength of folly edge coverings, adhesives of wood veneers and artificial resin sheets and laminate materials, which are commonly used in the present furniture and decoration sector, can be determined.

Key Words : Adhesion, adhesion testers, pull-off strength, paint and varnishes, organic coatings

1. GİRİŞ

Mobilya üretiminde en son iş safhalarından biri de üstyüzey işlemleridir. Mobilya ve iç mekan donanımlarının yüzey kalitesi ve görünüşü önemlidir. İyi bir üstyüzey işlemi, mobilyanın kullanım özelliklerini yükseltmesi yanında, satışını da kolaylaştırır. Tüketicilerin değişen istekleri ve ürün çeşitlenmesi de üstyüzey işlemlerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle, değişik görünümlü yüzey hazırlama ihtiyacı sürekli olarak artmaktadır (1).

Koruyucu katman (boya/vernik) hazırlamada kullanılacak üstyüzey malzemesinin kendi molekülleri arasında kurulan bağlar (kohezyon) ve yüzeye bağlantısı (adezyon) iyi olmalıdır. Bu durum katman sağlamlığı bakımından önemlidir. Ayrıca, koruyucu katmanın uzun ömürlü olabilmesi için adezyon-kohezyon dengede tutulmalıdır. Boya/vernik üretici firmaların formülasyonlarındaki yaptıkları hatalar sebebi ile bu denge bazen üretim aşamasında bozulur. Çoğu zaman uygulamada yapılan hatalar nedeniyle adezyon-kohezyon dengesi tam kurulamadığı için, zamanla bazı katman bozulmalarına sebep olur. Örneğin, gereksiz ka-

ınlaştırılan katmanlarda kohezyonun fazla artışı sonucu yüzey gerilimi katsayısı yükselir. Bu ise, zamanla katmanda çatlamalara yol açtığı gibi adezyonu da azaltır (2).

Koruyucu katmanlarda yapışmanın ölçülebilir olduğu ancak, mutlak anlamda ölçülemediği belirtilmektedir. Bu amaçla yapılan testlerin, yapışmadaki fiziksel kuvveti tam olarak açıklayamadığı fakat göreceli yapışma performansının bir işareti olabileceği açıklanmıştır (3). Bazı yöntemlerde yüzeyler arası çekim kuvveti ölçülebilmekte ancak, yapışmadaki bağların fiziksel kuvveti tam olarak açıklanamamaktadır (4).

Koruyucu katmanların ağaç malzeme yüzeyine yapışması oldukça kompleks ve anlaşılması zor bir konudur. Koruyucu katmanın uygulandığı yüzeye iyi bir şekilde yapışması gereklidir (3). Yapışma testlerinin ülkemizdeki uygulamalarında, işlem kolaylığı ve ekonomikliği nedeniyle ASTM 3359, TS 6884 esaslarına göre çapraz kesim testi yapılmaktadır (5,6). Bu testlerde kesici aletlerle yapılan kesim, uygulanan kuvvet, kesme açısı ve hızı testi yapan kişiye göre değişmektedir. Yapılan testlerin objektifliği açısından bu bir sorundur. Ay-

rica, kesim sonrasında uygulanan bant yapıştırma testinde de sağlıklı bir sonuç elde edilememektedir.

Bilinen teknoloji ile, TS EN 24624 (Boya ve vernikler-çekme deneyi) ve ASTM D 4541 (Standart test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers) esaslarına uygun olarak farklı cihazlar üretilmiştir (7,8). Ancak bu cihazların çalışmasında tespit edilen önemli bir aksaklık, cihazların çekme deneyi uygulanan parçaların veya kendisinin deney örneklerinin yüzeyine yerleştirilerek deneyin yapılması olmuştur. Cihazların kendi ağırlığı ve işlem basamakları nedeniyle, örnekler zarar görmekte ve ölçüm sonuçlarında hata payı artmaktadır. Ayrıca bu cihazların ve aksesuarlarının çok pahalı oluşu da araştırmacılar için önemli bir dezavantajdır.

Bu sorundan hareketle çalışmanın amacı, koruyucu katmanların yapışma direncini sağlıklı bir şekilde ölçebilecek, pnömatik sistemle çalışan ve yukarıda bahsedilen aksaklığı gideren bir adezyon test cihazı tasarlayıp üretimini gerçekleştirmektir.

2. ADEZYON

Adezyon, “İki yüzey arasında, ya bağ kurarak ya da birbirinin içine geçmesi sonucu veya bunların her ikisinin birden katılımı ile bir arada tutulabilmesi için gerekli olan yüzeyler arası kuvvetler” olarak tanımlanmakta ve kaldırma, kazıma kuvvetleri ile ölçülebilmektedir. Bu durumda adezyon, organik bir katmanı kaldırmak, yapışkan bir bağlantıyı kopartmak, bir bantı çıkarmak,...vb. için gereken kuvvet olarak tanımlanabilir. Adezyon kuvveti olarak ölçülen gerçekte kazınma ve kaldırma kuvvetidir (9).

2.1. Kimyasal Adezyon

Vernik katmanı ile odun yüzeyi arasında kurulan bağ kimyasal bir bağdır. Polimerizasyon tepkimeleri ile sertleşen verniklerin molekülleri arasında C=C, C=O, C=H bağları kurulmaktadır. Selülozun kimyasal yapısında (C₆ H₁₂ O₅) C, H, O elementleri olduğu için polimerler ile selüloz yapı arasında kimyasal bir bağ kurulacağı düşünülmektedir (10).

2.2. Elektrostatik (spesifik) Adezyon

Farklı iki malzemenin birbirine teması halinde elektron transferinden doğan elektrik yüklü bir çift tabaka meydana gelir. Bu durumda, iki tabakayı birbirinden ayırmak için belirli miktarda iş gereklidir (11,12). İki cam parçası birbirine sürtürüldüğünde birleşme ara kesitinde bir çekim gücü oluşur. Buna elektrostatik (spesifik) adezyon denir. Bu durumda elektrostatik adezyon, sürtünen ya da üst üste duran iki cisim arasında meydana gelen çekim gücü olarak tanımlanır. Adezyonun yüksek olması için, yüzeylerin düzgün ve temiz olması ayrıca birleşme ara kesitindeki havanın yapışma yüzeyinden uzaklaştırılması gerekir (10).

2.3. Mekanik Adezyon

Ağaç malzemede, boyuna kesilmiş hücrelerin lümen boşlukları ve hücreler arası boşluklardan kaynaklanan bir gözeneklilik mevcuttur. Sıvı halde iken bu

boşluklara dolan ve orada sertleşerek katı hale gelen vernik ile yüzey arasında elektrostatik ve kimyasal adezyonlardan farklı bir bağ oluşur. Buna mekanik adezyon denir (10).

Mekanik adezyon, sıvıyı içine geçirebilecek yapıdaki, kumaş ve kağıt gibi yüzeyler için de önemlidir. Mekanik adezyonda sertleşen katman ile yüzey arasında mekanik bir kenetlenme sağlanır. Ancak, katman ile yüzey arasında sıkı bir temas kurulmamış ise adezyon azalır (9).

2.4. Asit-Baz Adezyonu

Sulu bir çözeltide proton fazlalığı asidik, hidroksit fazlalığı ise bazik özellik gösterir. Buna göre, nötr bir çözeltinin pH değeri 7'dir. Çözelti asitlendirilirse hidrojen H⁺ iyonları artar ve pH 7'den küçük bir değer gösterir. Bu iyonların azalmasıyla pH 7'nin üzerine çıkar (13). Asit baz teorisine göre, katman ile yüzey arasındaki asit-baz etkileşimi yapışmadaki bağ kuvvetini, yüzeydeki asit veya baz değişimleri katmanın adezyonunu artırır (14,15).

3. ADEZYON TESTLERİ

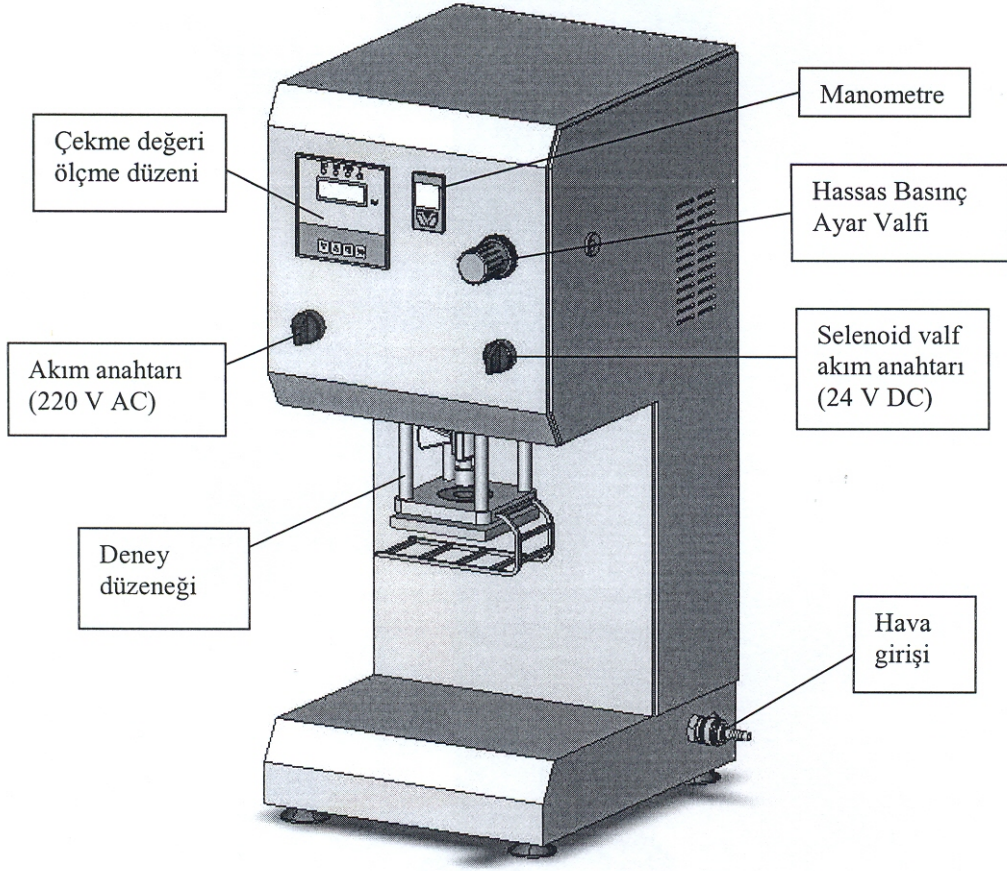
Adezyon testleri:

- Kesici ile kazıma ve kaldırma metotları,
- Kazıma, çizme ve sıyırma metotları,
- Yapıştırıcı bağlantı metotları,
- Soyma testleri,
- Hareketsizlik testleri şeklinde sınıflandırılmıştır (9).

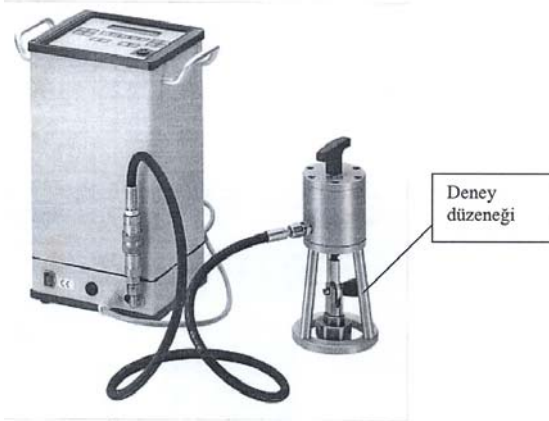
Bu çalışmada, “yapıştırıcı bağlantı metotları” incelenerek deney cihazının çalışma ilkesi belirlenmiştir (16).

4. ADEZYON DENEY CİHAZI

Bu çalışmada, TS EN-24624 ve ASTM D-4541'de belirtilen esaslara göre (7,8), koruyucu katmanların yapışma direncini ölçmek için pnömatik sistemle çalışan adezyon deney cihazı tasarlanmış (Şekil 1), üretimi TÜBİTAK TOGTAG-1100012 no'lu proje desteği ile gerçekleştirilmiştir (17). Cihazın deney düzeneğinin tasarımında, elektro hidrolik olarak çalışan Erichsen Adhesion-Master 513 MC (Şekil 2) isimli deney cihazının deney düzeneğinden esinlenilmiştir. Cihazın tasarım ve projelendirilmesinde, “Solid-Works Katı Modelleme” programı kullanılmış, üretimini ve deneylerin yapılmasını güçleştirecek hususlar tasarım aşamasında giderilmiştir. Ayrıca cihaz, deney düzeneğindeki bazı eklemlerin değiştirilmek sureti ile farklı mekanik testlere uyumlu hale getirilmiştir. Örneğin, günümüzde mobilya ve dekorasyon sektöründe yaygın kullanım alanı bulan laminat malzemelerin kenarlarına kaplanan kenar foli bantları (Şekil 6) ile, kaplama ve suni reçine plaka (laminat) yapıştırıcılarının (Şekil 7) yapışma dirençleri de bu cihaz ile belirlenebilmektedir.



Şekil 1. Adezyon deney cihazı (16).



Şekil 2. Erichsen Adhesion-Master 513 MC (18)

Pnömatik deney cihazının avantajları;

- Pnömatik enerjinin kaynağı olan havanın, atmosferden sınırsız olarak elde edilebilir olması,
- Havanın temiz oluşu, uygulamada ortamda oluşabilecek sızıntıların çevreyi kirletmemesi

- Devre elemanlarının basit ve ucuz olması,
- Aşırı yüklenmelere karşı emniyetli olması,
- Hız ve üretilen kuvvet değerlerinin ayarlanabilir olması, olarak sayılabilir (19).

Sistemin sakıncalı yönleri ise;

- Elemanların hacimlerinin büyük çaplı olduğundan dolayı fazla yer kaplaması,
- Yağlama işleminin yeterli olmadığı zamanlarda havanın içine karışmış olan nemin paslanmaya sebep olması,
- Havanın sıkışabilir olmasından dolayı büyük kuvvetlerin elde edilememesi, olarak belirtilebilir (19).

4.1. Cihazın Çalışma İlkesi

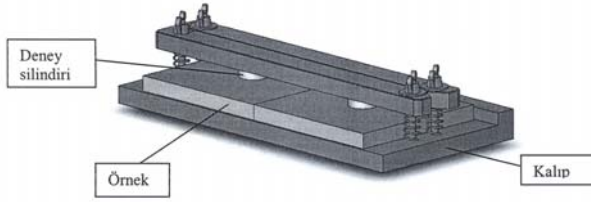
Deney cihazının çalışma ilkesi; örnek yüzeylerinde hazırlanan koruyucu katmanlara yapıştırılan çelik silindirlere yüzeyden dik olarak çekerek, katmanı taşıyıcı tabandan kopartma esasına dayanır.

4.1.1. Ön hazırlık

Adezyon deneylerinde, siyanoakrilat, iki bileşenli çözücüsüz epoksi ve peroksit katalizörlü poliester

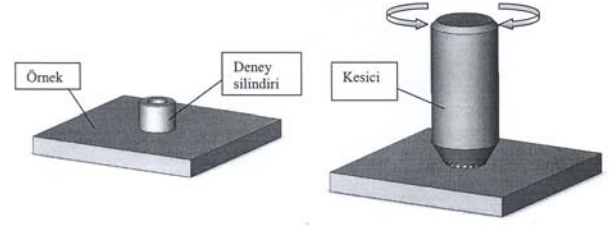
yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Siyanoakrilat ve poliester yapıştırıcılar kısa bir kürlenme zamanına sahip olup, yüksek rutubet şartlarına maruz kalacak katmanlarda tercih edilmektedirler (7,8). Denemelerde, TS EN 24624 ve ASTM D 4541'e göre çift komponentli epoksi reçineli vernik katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip "404 Çelik Yapıştırıcı" $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile kullanılmıştır (16).

Deney metodu gereği; koruyucu katmanla kaplanan ve tam kurumasa sağlanan örnek yüzeylerine $\text{Ø} 20 \text{ mm}$ ' lik deney silindirleri, kalıp yardımı ile normal oda sıcaklığında ($\sim 20^\circ\text{C}$) yapıştırılır (Şekil 3).



Şekil 3. Deney silindirlerinin kalıp yardımı ile yapıştırılması (16).

Jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları (2 saat sonra) bir ıspatula yardımı ile temizlenir ve 24 saat süre ile kurumaya bırakılır. Deney öncesinde örnekler, TS EN 24624 esaslarına göre; $23 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 50 \pm 5$ bağıl nem şartlarında 24 saat süre ile iklimlendirilir (7). Daha sonra, deney silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, örnek (ağaç, metal, plastik vb.) yüzeyine kadar kesici yardımı ile kesilir (Şekil 4). Bu işlem, yalnızca deney silindiri yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlayacaktır (16)

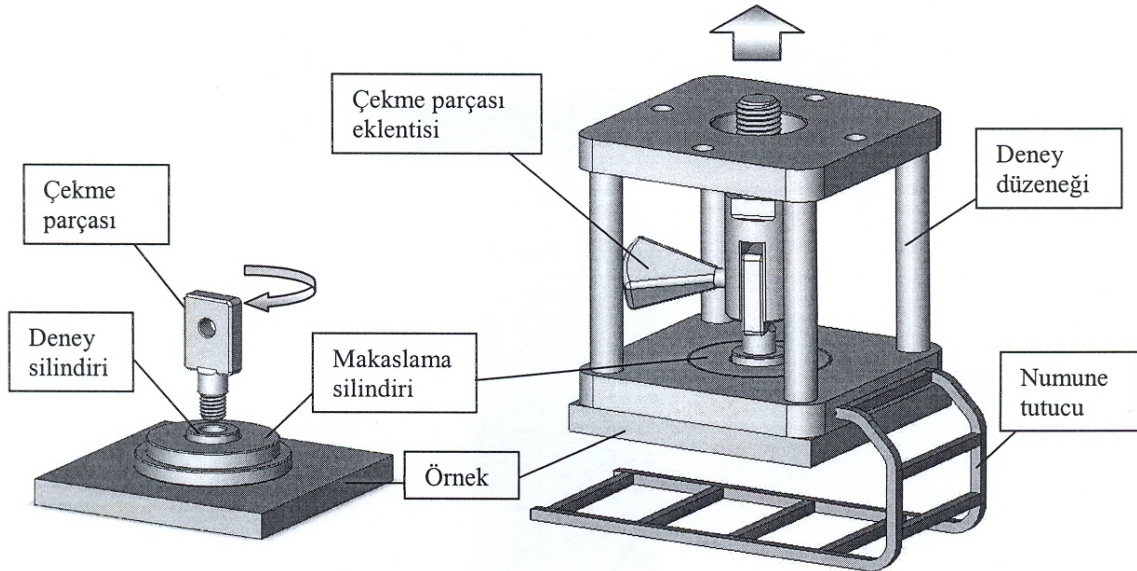


Şekil 4. Deney silindiri yapıştırılan koruyucu katman ve kesilmesi (16).

4.1.2. Deneyin yapılışı

Pnömatik sistemle çalışan deney cihazında ihtiyaç duyulan havayı temin etmek için kompresör kullanılır. Sistemin çalışabilmesi için hava basıncı en az 2 bar olmalıdır. Hava bağlantısı yapıldıktan sonra, cihazın elektronik ekipmanlarının çalışması için önce cihaza 220 V AC elektrik akımı verilerek akım anahtarı açılır. Bu durumda devrelerin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Sistemde ilk okunan değerler, çekme değeri ölçme düzeneğinde " -0 kgf ", manometre de ise " $0,00 \text{ bar}$ " dır. Ölçüm işlemine başlamadan önce sistemin yaklaşık 10 dakika süre ile çalıştırılması önerilir.

Örneklerin deney düzeneğine yerleştirilmesi Şekil 5' de gösterilmiştir. İlk olarak numune tutucu yerinden çıkartılır. Yapışma direnci deneyine hazırlanan örnek üzerine, makaslama silindiri deney silindirini çevreleyecek şekilde yerleştirilir. Ardından örnek yüzeyindeki deney silindirine çekme parçası ve eklentisi monte edilerek cihazın deney düzeneğine yerleştirilir. Daha sonra numune tutucu da yerine monte edilerek çekme işlemi gerçekleştirilir. Çekme işleminde, selenoid valf akım anahtarı (24 V DC) (12) açılarak hassas basınç



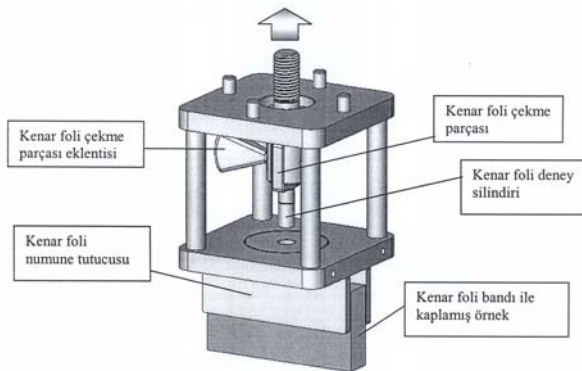
Şekil 5. Örneklerin deney düzeneğine yerleştirilmesi (16).

ayar valfine hava gönderilir. Bu valf $\pm 0,02$ duyarlılıkta çalışmaktadır. Valfin çevirme kolu kilidi öne doğru çekilerek açılır ve saat yönü doğrultusunda çevrilerek hava gönderilmeye başlanır. Bu sırada manometrede basınç değeri “bar,” çekme değeri ölçme düzeneğinde ise uygulanan çekme kuvveti “kgf” olarak görüntülenir. Valf çok hızlı şekilde çevrilmemelidir. Aksi halde örneklerde ani kopmalar olacağı için sağlıklı sonuçlar elde edilemez. TS EN 24624 ve ASTM D 4541 standartlarında da çekme gerilmesinin, 1 MPa/s’den fazla olmayan sabit bir hızla artırılması ve deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanması gerektiği belirtilmiştir (7,8). Yavaş yavaş 1 kgf artışlarla çekme işlemi yapılır ve kopma anındaki kuvvet okunur. Bu arada çekme işlemi tamamlanan örnek, numune tutucu üzerine düşerek cihaza zarar vermesi önlenir.

Bir sonraki ölçüm için deney düzeneğinde çekme işlemi tamamlanmış örnek ve silindiri alınır. Daha sonra hassas basınç ayar valfi saat yönünün aksi istikametinde çevrilerek sistemdeki hava boşaltılır ve selenoid valf akım anahtarı kapatılarak cihaz çekme düzeneği getirilir. Çekme değeri ölçme düzeneğinde okunan çekme değeri, bu düzenekteki “* + ▽” tuşlarına basılarak sıfırlanır. Ancak bir önceki çekme değeri hafızaya kaydedilmiş olur.

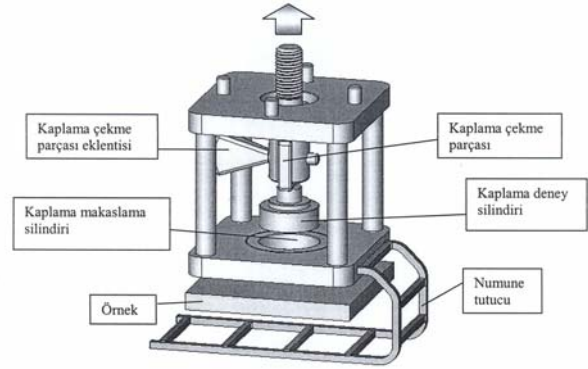
Yeni deney için aynı işlem basamakları tekrarlanır. Deney sonrasında silindirlerin koruyucu katman ve yapıştırıcı ile yapışmış olan yüzeylerini temizlemek için selülozik tinerde bir gün bekletilmesi yeterlidir (16). Silindirlerin temizlenmesi sırasında yapışma yüzeylerinde herhangi bir hasar (çarpma, çizme, kazıma, düşürme vb.) oluşmamasına özen gösterilmelidir.

Kenar foli bantlarının yapışma direncini belirlemek üzere, Şekil 5’ deki adezyon deney cihazı deney düzeneğinin numune tutucusu ve makaslama silindiri çıkartılır. Yerine Şekil 6’ daki kenar foli numune tutucusu yerleştirilir. Kenar foli bandı ile kaplanmış örnek kenarına yapıştırılan kenar foli deney silindiri, kenar foli deney silindiri çekme parçası ve eklentisi monte edilerek cihazın deney düzeneğine yerleştirilir. Çekme işlemi koruyucu katmanlardaki işlem basamakları ile aynıdır.



Şekil 6. Kenar foli bantlarının yapışma direncinin belirlenmesi (16)

Kaplama ve suni reçine plaka yapıştırıcıları yapışma direnci için Şekil 5’ deki adezyon deney cihazı deney düzeneğinin numune tutucusu ve makaslama silindiri çıkartılır. Şekil 7’ deki kaplama/suni reçine plaka ile kaplanmış örnek yüzeyine kaplama deney silindiri yapıştırılır. Yapışma direnci deneyine hazırlanan örnek üzerine kaplama makaslama silindiri, kaplama deney silindirini çevreleyecek şekilde yerleştirilir. Kaplama deney silindiri çekme parçası ve eklentisi kaplama deney silindirine monte edilerek cihazın deney düzeneğine yerleştirilir. Daha sonra numune tutucu da yerine monte edilerek çekme işlemi gerçekleştirilir. Çekme işlemi koruyucu katmanlardaki işlem basamakları ile aynıdır



Şekil 7. Kaplama ve suni reçine plaka yapıştırıcılarının yapışma direncinin belirlenmesi (16).

4.1.3. Yapışma direnci deneyi

Denemelerde yapışma direnci (X), megapaskal (MPa*) olarak;

$$*MPa = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$X = 4F / \pi \cdot d^2 \quad \text{MPa}$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (7,8). Burada;

F= Kopma anındaki kuvvet, (Newton)

d= Deney silindirinin çapı, (mm).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, koruyucu katmanların yapışma direncini ölçmek için pnömatik sistemle çalışan adezyon deney cihazı tasarlanmış ve üretilmiştir. Cihazın ölçüm amaçlı üretilen parçaları, imalatçı firmaların (Festo ve Elimko) laboratuvarlarında test edilerek, kalibre edilmiştir. Ayrıca, cihazın kalibrasyonunu ve yapışma direnci ölçüm sonuçlarının doğruluğunu karşılaştırmak amacıyla, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi laboratuvarlarında “Erichsen Adhesion-Master 525 MC” deney cihazı ile örnek çalışmalar tekrarlanmıştır. Karşılaştırmada her iki deney cihazı ile belirlenen yapışma direnci değerleri arasındaki fark önemsiz çıkmıştır (16).

Ön denemelerde, TS EN 24624 ve ASTM D 4541’e göre çift komponentli epoksi reçineli farklı tipte epoksi yapıştırıcılar (Penloc GTI, Metal Epoksi, 404 Çelik Yapıştırıcı, Süper Epoksi,) kullanılmıştır. Bunlar

içerisinde, vernik katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip “404 Çelik Yapıştırıcı” denemelerde kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak, bazı koruyucu katmanlarda (poliüretan ve akrilik vernik) bölgesel kopmalar şeklinde ayrılmalar olmuştur. Bu durum poliüretan ve akrilik verniklerin yapışma direncinin yüksek ve deney silindirlerinin yüzeye iyi yapıştırılmayışından veya yapıştırıcısilindir yüksek oluşundan kaynaklanmış olabilir. Bu gibi örnekler istatistiksel değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Literatürde yapıştırıcı bağlantı metodunun dezavantajının, katman-yüzey adezyonu ile yapıştırıcı-silindir adezyonunun birlikte test edilmesi olduğu bildirilmiştir (6).

Ön denemelerde, deney silindirinin yapıştırıldığı yüzeylerdeki katmanın, malzeme yüzeyine kadar kesilmesi gerektiği belirlenmiş, bu amaçla 1060 imalat çeliğinden kesici (Şekil 4) yaptırılmıştır. Literatürde de yapıştırıcının etkisini net bir şekilde elde etmek katmanın kesilmesinin gerektiği belirtilmiştir (9,20). Ayrıca çalışmada, deney sonrasında silindirlerin koruyucu katman ve yapıştırıcı ile kirlenmiş olan yüzeylerini temizlemek için selülozik tinerde bir gün bekletilmesinin yeterli olduğu tespit edilmiştir (16).

Sonuç olarak bu cihaz ile üniversiteler bünyesindeki ilgili bölümler, boya ve vernik üreticileri, orman ürünleri ile mobilya ve dekorasyon endüstrisindeki işletmeler, koruyucu katmanların yapışma direnci ile ilgili çalışmalarda sayısal verilere dayalı olarak sağlıklı bir şekilde ölçümler yapabilecektir. Ayrıca cihazın deney düzeneğindeki bazı eklentilerin değiştirilmek sureti ile günümüzde mobilya ve dekorasyon sektöründe yaygın kullanım alanı bulan laminat malzemelerin kenarlarına kaplanan kenar foli bantları (Şekil 6) ile, kaplama ve suni reçine plaka yapıştırıcılarının (Şekil 7) yapışma dirençleri de belirlenebilecektir.

Cihazın tasarım ve üretimi ile ilgili olarak, boyutları, form ve şekline isteğe bağlı değişikliklerin yapılması, cihazın çekme hızının elektronik bir devre ile tam otomatik hale getirilerek farklı hızlarda (25; 50; 100; 200; 300 N/s) ilerlemesi sağlanabilir. Çekme değeri ölçme düzeninde tespit edilen verileri bilgisayar ortamına aktarmak ve grafik çıktısı almak için yazılım ve gerekli elektronik devrenin eklenmesi önerilebilir. Ayrıca bu çalışma ile boya ve vernik endüstrisinde ülkemizde çok pahalı olarak elde edilen cihazların daha ucuza mal edilmesi, araştırmacılara yeni ufuklar kazandırılması ve sonucunda yeni tekniklerin geliştirilmesi, sağlayacağı faydalar arasında sayılabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Kurtoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler Cilt1, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., Yayın No: 4262, İstanbul, 2000.
2. Sönmez, A., Budakçı, M., “Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri II., Koruyucu Katman ve Boya/Vernik Sistem-

3. Nelson, G.L., Adhesion, Paint and Coating Testing Manual, Chapter 44, ASTM Special Technical Publication, 513-523, Philadelphia, P.A.,1995.
4. Mittal, K. L., Commentary, Adhesion measurement of films and coatings, VSP, 1-13, Utrecht, The Netherlands, 1995.
5. ASTM D 3359., Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test, American Society for Testing and Materials, 1997.
6. TS.6884., Ahşap mobilya yüzeyleri-Vernik veya boya katmanlarının yapışma mukavemetinin tayini, T.S.E., Ankara, 1989.
7. TS EN 24624., Boya ve vernikler-Çekme Deneyi, TSE, Ankara, 1996.
8. ASTM D 4541., Standart test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers, American Society for Testing and Materials, 1995.
9. Corcoran, E. M., Adhesion, Painting Testing Manual, Chapter 5.3, ASTM Special Technical Publication, 314-332, Philadelphia, P.A., 1972.
10. Sönmez, A., Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri I, Hazırlık ve Renklendirme, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2000.
11. New York Paint and Varnish Prouction Club., The measurement of adhesion of coatings, Proceedings, Federation of Paint and Varnish Production Clubs, Chicago, 1939.
12. New York Paint and Varnish Prouction Club., Quantitative adhesion measurement of coatings before and after exposure, Ibid, Washington, D.C., 1940.
13. Çolakoğlu, G., Çolak, S., Odun asiditesinin (pH) yapışma üzerine etkisi ve odun levha ürünlerinde asit emisyonunun önemi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman End. Müh. Böl. <http://www.floor.com.tr/odunasidite.htm>, 2002.
14. New York Paint and Varnish Prouction Club., Quantitative adhesion measurement of coatings before and after exposure, Ibid, Chicago, 1941.
15. Brown, P. T., and Garnish, E. W., Adhesion as a factor in the performance of surface coatings, Journal Oil and Colour Chemists' Association, JOCCA, Vol. 50, 331. 1967.
16. Budakçı, M., Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi, (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
17. Sönmez, A., Budakçı, M., Adezyon deney cihazının tasarımı, üretimi ve ahşap vernikleri adezyonunun deneysel olarak incelenmesi (TÜBİTAK-TOGTAG-110O012 No'lu Proje), Ankara, 2003.
18. Erichsen Adhesion-Master 513 MC., Technical Bulletin, 2000.
19. Karacan, İ., Pnömatik Kontrol, Gazi Ü. Teknik Eğt. Fak. Matbaası, Ankara, 1994.
20. Sward, G. G., Adhesion of paint to wood, scientific section circular, National Paint, Varnish and Lacquer Association, NAPVA, No. 777. 1958.