

3.ULUSAL MOBİLYA KONGRESİ

BİLDİRİ KİTABI



Editörler

Yrd. Doç. Dr. Cevdet SAÇLI

Yrd. Doç. Dr. Mustafa KISA

Yrd. Doç. Dr. Süleyman NEŞELİ

Öğr. Gör. Dr. Levent CİVCİK

Öğr. Gör. Dr. Mustafa Selmani MUSLU

Arş. Gör. Çağrı SAÇLI

ISBN:978-975-448-208-9

CD Baskı:

S.Ü. Basımevi

Haziran 2015

YAĞ BAZLI TAHTA KORUYUCUNUN POLYESTER VERNİĞİN YAPIŞMA DİRENCİNE ETKİSİ

Mehmet BUDAKÇI^a ve Hüseyin PELİT^a

a, Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce /TÜRKİYE, mehmetbudakci@duzce.edu.tr; huseyinpelit@duzce.edu.tr

Özet

Bu araştırmada; sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) kaplama ile kaplanmış 18 mm yonga levha yüzeylerine, renksiz, yağ bazlı tahta koruyucu uygulandıktan sonra 6, 8, 10 ve 12 saat kurumaya bırakılmıştır. Bu sürelerin sonunda polyester vernik uygulaması yapılarak, tahta koruyucunun polyester verniğin yapışma direncine etkisi araştırılmıştır. Yapışma direncinin belirlenmesinde ASTM D 4541 esasları dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, ağaç türü düzeyinde yapışma direnci en yüksek Doğu Kayınında, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Uygulama saati düzeyindeki en yüksek yapışma direnci ise 8 saatlik bekleme süresinde elde edilmiştir. Buna göre polyester vernik uygulamalarında yüksek yapışma direnci elde etmek için; yağ bazlı tahta koruyucu sürüldükten sonra en az 8 saat beklenilmesi ve Doğu Kayını malzemenin kullanılması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Tahta koruyucu, Yüze yapışma direnci, Vernik, Ağaç türü

Effect of the Oil Based Wood Protective on Adhesion Strength of Polyester Varnish

Abstract

In this survey, particleboard surfaces of 18 mm were coated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Eastern Beech (*Fagus orientalis* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* L.), wood veneers, were applied colorless-oil based wood protective and left to dry for 6,8,10 and 12 hours. At the end of these periods, the effect of the oil based wood protective on the adhesion strength of polyester varnish was searched. Adhesion strength was determined according to the bases of ASTM D 4541. At the end of the research; the highest adhesion strength was recorded on Eastern Beech surfaces while Scots pine wood surfaces showed the lowest adhesion strength. The highest adhesion strength time was determined as 8 hours. Therefore, at the applications of polyester varnish for high adhesion strength it may be recommended to wait minimum 8 hours after applying oil based wood protective and to use material of Eastern Beech.

Keywords: Wood protective, Adhesion strength, Varnish, Wood type

1. Giriş

Eski çağlardan beri konutların iç ve dış kısımlarında kullanılan ağaç malzemenin doğal görüntüsünün muhafaza edilmesi ve korunması her zaman önemli problemlerden birisi olmuştur. Ağaç malzeme yüzeylerinde koruyucu katman (boya/vernik) oluşturarak veya empenye yaparak, ortamla rutubet alışverişinde bulunması, dış etkenlere bağlı fiziksel özelliklerin değişmesi ve bazı mikro organizmalar tarafından tahrip edilmesi gibi kullanım süresince ortaya çıkabilecek olumsuzluklar büyük ölçüde engellenmiş olur [1].

İnsanlar tarih öncesi dönemlerde yağların koruyuculuğunu keşfederek onu uzun yıllar kullanmışlardır. Su itici (hidrofobik) özelliği nedeni ile su ve nem koruması yapan yağlı materyaller, bazı kimyasallarla birlikte modifiye edilerek (tahta koruyucu) ahşabı hem böcek, mantar vb. zararlılara karşı korumak, hem de renklendirme amaçlı günümüzde de sıklıkla kullanılmaktadır [2]. Ancak bu yağlı bileşikler, üzerlerine uygulanan bazı boya/vernik katmanlarına bazen uygun zemin oluşturmazlar. Çoğunlukla kimyasal reaksiyon sonucu kuruyan (poliüretan,

polyester, akrilik vb.) koruyucu katmanlarında reaksiyon durdurucu yada katman performansını bozucu etki yapabilirler [3,4]. Özellikle kopolimerizasyon reaksiyonlarına göre kuruması ayarlanmış polyester boya/vernük katmanlarında, ağaç malzemede bulunan yağ ve fenollü bileşiklerin bile reaksiyon durdurucu etkisinin olduğu bilinmektedir [4]. Ayrıca, endüstriyel uygulamalarda zaman kazanmak için üretici firmanın önerdiği kuruma süresini beklemeden, yağ bazlı tahta koruyucular üzerine boya/vernük uygulaması yapılmakta, katman performansı olumsuz yönde etkilenmektedir

Bu alanda yapılmış olan araştırmalarda, polyester vernük katmanlarının yağlı bileşiklerle yapışma direncine ilişkin bir çalışmaya rastlanılmamış, ancak araştırmaya kaynak teşkil edecek literatür bilgilerinde; değişik ağaç türleri yüzeylerine uygulanmış tahta koruyucunun (pinoteks), sentetik esaslı boya ve vernük katmanlarının yüzeye yapışma direncini azaltıcı etkide bulunduğu bildirilmiştir [3]. Mobilya yüzeylerinde kullanılan vernüklerin yüzeye yapışma direnci ve sigara ateşine dayanıklılığının araştırıldığı bir çalışmada, poliüretan vernükte adezyonun, polyester vernükte kohezyonun, sentetik vernükte ise esnekliğin en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir [5]. Diğer bir çalışmada çeşitli ağaç türleri üzerine farklı yöntemlerle uygulanan farklı tipteki su bazlı vernüklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı vernüklerden daha düşük olduğu belirtilmiştir [6]. Polimerizasyonunu ağaç malzeme yüzeyinde tamamlayan vernüklerin yüksek yapışma direncine sahip olduğu, denemelerde kullanılan vernüklerin yapraklı ağaçlara, iğne yapraklılara göre daha iyi yapıştığı tespit edilmiştir [7]. Farklı bir araştırmada ise vernüklerin gerek yalnız olarak gerekse empenye edilmiş ahşap malzeme yüzeyinde kullanıldıklarında, estetik, koruma ve ekonomik ömrünün artırılması yönünde etkili olduğu bildirilmiştir [8]. Nüfuz kabiliyeti olan ahşap koruyucular ile katman yapan vernüklerin birlikte kullanılarak oluşturulan katmanların, harici etkiler altında farklı davranış gösterdikleri rapor edilmiştir [9]. Çam ve Douglas odunundan hazırlanan deney örnekleri, üst yüzey işleminden önce CCA ile empenye edilmiş ve daha sonra 2 yıl süre ile açık hava koşulları etkisinde bırakılmıştır. İki yıl süre sonunda CCA ile empenye edilen deney örneklerinde, üst yüzey işlem maddelerinin performanslarının önemli ölçüde iyileştirildiği ve ağaç malzeme yüzeyine açık hava koşulları etkisi ile oluşan yüzey erozyonunun daha düşük seviyede olduğu bildirilmiştir [10]. Değişik ağaç türleri üzerinde önce empenye, daha sonra vernükleme işlemleri sonucu elde edilen katmanların, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesi iklim koşullarında harici etkiler nedeniyle sertlik, renk, yapışma, makroskopik değişim ve ağırlık kayıplarına uğradığı bildirilmiştir [11].

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın amacı, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşeden (*Quercus petraea* L.) hazırlanan örnek yüzeylerine, renksiz ve yağ bazlı tahta koruyucu uyguladıktan sonra 6, 8, 10 ve 12 saat kuruma süresi vererek, tahta koruyucunun polyester vernüğün yüzeye yapışma direncine etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Deney örnekleri hazırlanırken ağaç işleri endüstrisinde yaygın kullanım alanı bulan 0.6 mm kalınlığındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) kaplamalar tercih edilmiştir. Örnekler tesadüfi seçilen 1. sınıf kaplamadan, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk bozukluğu olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde seçilmiştir. Daha sonra bu kaplamalar, TS 3462'te belirtilen esaslar doğrultusunda, 1. sınıf 18 mm yatık yongalı levha üzerine, 150 ± 10 g/m² hesabı ile üre formaldehit tutkalı kullanılarak hidrolik preste yapıştırılmıştır [12].

Pres sonrası hava kurusu rutubetteki örnekler, 100 × 100 mm ölçüsünde kesildikten sonra iç ortam şartlarında kullanılan mobilyalardaki rutubet değerini elde etmek için sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 50±5 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Örneklerin ortalama rutubeti rasgele

seçilen 10 örnekte % $9\pm 0,5$ olarak belirlenmiştir [13]. Bu durumdaki örnekler, önce 80 kum, sonra 100 kum zımpara ile zımparalanarak tahta koruyucu uygulama işlemine hazır hale getirilmiştir.

2.1.2. Tahta Koruyucu

Tahta koruyucular, formülasyonunda yağ alkidleri kullanıldığı için ince katman yapan bir tür verniktir. Yağ katmanını mantar, mikro organizma etkisine dayanıklı hale getirebilmek için bileşimine bazı kimyasallar katılmıştır [2,4]. Bu araştırmada deney örnekleri hazırlanırken pH derecesi 4,2 olan yağ bazlı renksiz tahta koruyucu kullanılmıştır. Tahta koruyucu firma önerilerine uygun olarak ambalaj viskozitesinde, cila bezi (kanaviçe) kullanılarak önce, liflere paralel, sonra liflere dik ve daha sonrada tekrar liflere paralel yönde bolca ve kenarlara taşımadan yüzeye tatbik edilmiştir. 3 dakika beklendikten sonra kuru ve temiz bir bezle fazlası alınmıştır [2]. Daha sonra örnekler, 6, 8, 10 ve 12 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır.

2.1.3. Vernik

Bu araştırmada deney örnekleri hazırlanırken polyester vernik tercih edilmiştir. Verniğin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde sertleştirici ve hızlandırıcı karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmanın önerileri doğrultusunda yapılmıştır.

Örneklere tahta koruyucu sürüldükten sonra 6, 8, 10 ve 12 saatlik kuruma süresi verilmiş, ardından polyester vernik uygulaması yapılmıştır. Uygulamada püskürtme tabancası kullanılmış, püskürtme tabancasının hava basıncı ve tabanca uç açıklığı üretici firmanın önerilerine göre belirlenmiş, uygulamada ASTM D 3023 kurallarına uyulmuştur [14]. Polyester vernik uygulandıktan sonra örnekler yerlerinden oynatılmamış ve titreşime izin verilmemiştir. Bu sayede vernik molekülleri arasında kurulan bağların zarar görmesi önlenmiştir [4].

Tam kurumayı sağlamak için örnekler, 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 50 ± 5 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Yüzeyler daha sonra 320 kum zımpara ile ıslak olarak zımparalanmış ve yapışma direnci deneyine hazır hale getirilmiştir. Ayrıca TS EN ISO 3251 ve ASTM D 1005' e göre yapılan ölçümlerde ortalama ~ 350 µm (mikron) kuru film kalınlığı, % 85 katı madde miktarı tespit edilmiştir[15,16].

2.2. Metot

2.2.1. Yapışma Direnci Deneyi

Hazırlanan örnekler, ASTM D 4541 esaslarına uygun olarak 23 ± 2 °C sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında 24 saat süre ile tekrar kondisyonlanarak teste hazır hale getirilmiştir (17). İklimlendirilen örnek yüzeylerine Ø 20 mm'lik deney silindirleri, kalıp yardımı ile normal oda sıcaklığında (20 °C) yapıştırılmıştır. Denemelerde, ASTM D 4541'e göre çift bileşenli epoksi reçineli koruyucu katmanlar üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip yapıştırıcı, 150 ± 10 g/m² hesabı ile kullanılmıştır. Örneklerin yapışma direnci ASTM D 4541 esaslarına göre adezyon deney cihazı ile belirlenmiştir (Şekil 2.1) [7, 17,18,19].



Şekil 2.1. Adezyon deney cihazı [19]

2.2.4. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirmeler için MSTATC istatistik paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi “ANOVA” testleri sonucunda; ağaç türü ve uygulama saati faktörleri ile bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin yüzeye yapışma direncine etkileri belirlenmiştir. Duncan testi ve LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılmış, farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı sorgulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yapışma Direnci

Tahta koruyucunun polyester verniğin yüzeye yapışma direncine etkisini belirlemek amacı ile yapılan yapışma direnci deneyi aritmetik ortalamaları Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 3.1. Yapışma direnci aritmetik ortalamaları (MPa)

Ağaç türü	Uygulama saati			
	6 saat	8 saat	10 saat	12 saat
Çam	2,464	2,133	2,414	2,312
Kayın	2,649	2,792	2,232	2,474
Meşe	2,347	2,181	2,407	2,378

Tablo sonucuna göre ağaç türü ve uygulama saati düzeyinde farklılık görülmüştür. Farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığını belirlemek amacı ile varyans analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	$P \leq 0.05$
Ağaç türü (A)	2	1.147	0.574	8.0849	0.0005
Uygulama saati (B)	3	0.331	0.110	1.5559	0.2043*
Etkileşim (AB)	6	2.365	0.394	5.5543	0.0000
Hata	108	7.664	0.071		
Toplam	119	1.508			

*: Anlamsız ($P \leq 0.05$)

Varyans analizi sonucuna göre, ağaç türü ve ağaç türü-uygulama saati etkileşimi faktörleri anlamlı, uygulama saati faktörü ise anlamsız çıkmıştır ($P \leq 0.05$). Ağaç türü ve uygulama saati düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3. Ağaç türü - uygulama saati Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (MPa)

Ağaç türü	\bar{x}	HG	
Çam	2.31	B	LSD
Kayın	2.537	A*	± 0.1181
Meşe	2.328	B	
Uygulama saati	\bar{x}	HG	
6 saat	2.487	A*	LSD
8 saat	2.369	A*	± 0.1364
10 saat	2.351	A*	
12 saat	2.388	A*	

\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri

Tablo sonucuna göre; ağaç türü düzeyinde en yüksek yapışma direnci kayın örneklerde elde edilmiştir. Çam ve meşe malzeme arasında yapışma direnci açısından fark gözlenmemiştir. Literatürde Doğu kayınında elde edilen yüksek yapışma direnci değerinin, dağınık traheli olan yapısının spesifik adezyonu arttırıcı bir etki yapmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir [3]. Farklı bir literatürde de yoğunluğu daha az olan iğne yapraklı ağaçlarda,

yapraklı ağaçlara oranla daha düşük yapışma direnci elde edildiği bildirilmiştir [7]. Çalışmada elde edilen bir diğer bulgu ise, Doğu kayını malzemeye oranla meşede yapışma direncinin daha düşük çıkmasıdır. Bilindiği üzere yağ alkidleri oksidasyon sonucu kururlar. Buna bağlı olarak, meşenin derin trahe boşluklarına dolan tahta koruyucunun yeteri kadar kuruyamaması veya trahe boşluklarının vernik sıvısı tarafından tam olarak doldurulamayışı yapışma direncinin azalmasında etkili olmuş olabilir. Sonuçlar literatür ile uyumlu çıkmıştır [2]. Uygulama saati düzeyinde yapılan Duncan testi sonuçları arasında yapışma direnci açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($P \leq 0.05$).

Ağaç türü - uygulama saati faktörlerinin karşılıklı etkileşimini belirlemek için yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 3.4’ de verilmiştir.

Tablo 3.4. Ağaç türü - Uygulama saati Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları (MPa)

Ağaç türü-Uygulama saati	\bar{x}	HG	
Çam-6 saat	2.464	BC	
Çam-8 saat	2.133	E	
Çam-10 saat	2.414	BCD	
Çam-12 saat	2.312	CDE	
Kayın-6 saat	2.649	AB	
Kayın-8 saat	2.792	A*	LSD
Kayın-10 saat	2.232	CDE	± 0.2362
Kayın-12 saat	2.474	BC	
Meşe-6 saat	2.347	CDE	
Meşe-8 saat	2.181	DE	
Meşe-10 saat	2.407	BCD	
Meşe-12 saat	2.378	CDE	

\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri

Tablo sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, tahta koruyucu uygulandıktan sonra 8 saat bekletilip polyester vernik uygulanan kayın örneklerde tespit edilmiştir. Bu durum tahta koruyucu uygulaması yapıldıktan sonra en az 8 saat kurumaya bırakmanın polyester verniğin yapışma direncini artırdığını göstermektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) kaplama ile kaplanmış 18 mm yonga levha yüzeylerine uygulanan renksiz, yağ bazlı tahta koruyucunun polyester verniğin yapışma direncine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, ağaç türü düzeyinde yapışma direnci en yüksek Doğu kayınında, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Uygulama saati düzeyindeki en yüksek yapışma direnci 8 saatlik bekleme süresinde elde edilmiştir. Buna göre polyester vernik uygulamalarında yüksek yapışma direnci elde etmek için; yağ bazlı tahta koruyucu sürüldükten sonra en az 8 saat beklenilmesi ve Doğu Kayını malzemenin tercih edilmesi önerilebilir.

5. Kaynaklar

[1] Budakçı, M., Taşçıoğlu, C., 2013. “Adhesion properties of some protective layers exposed to outside weather conditions for five years”, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, Volume 37, Pages 126-132.

- [2] Budakçı, M., Sönmez, A., 2005. “Tahta Koruyucularda Kuruma Süresinin Vernik Katmanlarının Yapışma Direncine Etkisi”, 1st International Vocational and Technical Education Technologies Congress, İstanbul, Cilt. 3, s. 1486-1494.
- [3] Sönmez, A., Budakçı, M., 2001. “Tahta koruyucunun dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkisi”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, s. 305-314.
- [4] Sönmez, A., Budakçı, M., 2004. “Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri II., Koruyucu Katman ve Boya/Vernik Sistemleri”, ISBN: 975-97281-1-7 (2.C.), Sevgi ofset, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- [5] Özen, R., Sönmez, A., 1988. “Mobilya Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Yüze Yapışma Mukavemeti ve Sigara Ateşine Dayanıklılıkları”, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 1, Sayı 4, s. 5-12.
- [6] Yakın, M., 2001. “Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüze Yapışma Mukavemetinin Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- [7] Budakçı, M., 2003. “Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi,” Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- [8] Feist, W.C., 1990. “Weathering performance of painted wood pretreated with water-repellent preservatives.” Forest Product Journal, Volume 40, Pages 21-26.
- [9] Feist, W.C, Mraz, E.A., 1980. “Durability Of Exterior Naturel Wood Finishes in The Pacific Northwest” Forest Product Journal, Volume 31, Pages 44-47.
- [10] Roos, A.S, W.C. Feist., 1991. “The effects of CCA-treated wood on the performance of surface finishes. In: Proceedings,” 87th American Wood- Preservers Association Annual Meeting; Seattle, W. A.
- [11] Peker, H., 1998. “Mobilya Üstyüzeylerinde Kullanılan Verniklere Emprenye Maddelerinin Etkileri,” Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [12] TS 3462, 1980. “Yonga levhaları (yatık yongalı-Ahşap kaplama levhası ile kaplanmış),” TSE Standardı, Ankara.
- [13] TS 2471, 1976. “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini,” TSE Standardı, Ankara.
- [14] ASTM. D – 3023., 1998. “Standart Practice for Determination of Resistance of Factory Applied Coatings on Wood Products of Stain an Reagents”, American Society for Testing and Materials.
- [15] TS EN ISO 3251., 2012. “Boyalar, vernikler ve plastikler - Uçucu olmayan madde içeriğinin tayini”, TSE Standardı, Ankara.
- [16] ASTM.D - 1005-95., 2001. “Standart Test Method for Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers”, American Society for Testing and Materials.
- [17] ASTM. D - 4541., 1995. “Standart Test Method for Pull-of Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers”, American Society for Testing and Materials.
- [18] Budakçı, M., 2006. “Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı ve Üretimi”, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, s. 53-58.
- [19] Budakçı, M., Sönmez, A., 2011. “Adezyon Deney Cihazı”, Patent No: TR 2003 01975 B. Başvuru sahibi: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu – TÜBİTAK, Uluslararası Sınıflandırma: (IPC1-7): GO1N19/04, Başvuru ve Rüşhan Numarası(ları): TR2003000197520031114.