



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Derleme Makale

Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Su Bazlı Vernikler İle İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Göksel ULAY^{a,*}, Mehmet BUDAKÇI^b

^a Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Van MYO, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, TÜRKİYE

^b Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: gulay@yyu.edu.tr

ÖZET

Ahşap malzeme birçok alternatif malzeme içerisinde eski çağlardan günümüze kadar kullanılan ve çok tercih edilen organik bir malzemedir. Kısıtlı orman kaynakları ve günümüzde tüketimin artmasıyla endüstriyel alandaki ahşabın korunarak uzun zaman kullanılabilmesi ve estetik değerinin artırılabilmesi için çeşitli üst yüzey işlemleri yapılmaktadır. Ağaç malzemeyi daha uzun süre ve daha doğru şekilde kullanmak için yüzey işlemi ve koruyucu katman seçimi oldukça önem arz etmektedir. Endüstriyel uygulamalarda, ağaç malzeme yüzeyini korumak için daha çok solvent bazlı vernik-boya sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri ve son yıllarda artan çevre bilincinin yanı sıra bağlayıcı reçine teknolojisindeki gelişmeler su bazlı sistemlerin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bu çalışmada, su bazlı verniklerin katman özellikleri ve ağaç malzemede kullanımına yönelik ülkemizde yapılan bilimsel çalışmalar ve uygulamalar tarihsel gelişim sırası göz önünde tutularak incelenmiştir. Yapılan çalışmalardaki içerik ve sonuçların bir kaynakta toplanarak konu ile ilgili araştırmacı ve uygulayıcıların bilgisine sunulmak üzere derleme çalışması olarak hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su bazlı vernik, Ağaç malzeme, Yüzey işlemi, Mobilya

Studies Carried Out in Turkey Regarding Water-based Varnishes Used on Wood Surfaces

ABSTRACT

Wood is an organic material that has been used and mostly preferred since the ancient times among many alternative materials. Due to the limited forest resources and increasing consumption today, various top surface treatments are carried out in to protect and use the wood in the industrial area for a long time, and to increase its aesthetical value. The selection of surface treatment and protective layer is important for using the wood material for a much longer time and more properly. In wood industry, solvent-based varnish and paints are mostly used in the surface treatments. In recent years, when the environmental awareness, the adverse effects of solvent-based varnish and paints on health, and the development of binding resins in these systems are taken into consideration, we can see that the use of water-based materials are becoming widespread. In this study; layer properties of water-based varnishes, and the scientific studies and practices carried out in Turkey regarding the use of water-based varnishes on the wood material, were analyzed by taking their historical development sequence into account. This study was prepared as a compilation study, in which the contents and results of the studies conducted were collected in one source in order to be submitted for the relevant researchers’ and implementers’ information.

I. GİRİŞ

MOBİLYA ve dekorasyon endüstrisinde ahşap ve ahşap ürünleri çok sık kullanılmasından dolayı boya ve vernikler öncelikle ahşabın zaman içinde yıpranmasını engellemek ve ahşaba estetik bir görünüm kazandırmak, temizlenebilir yüzeyler oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Ahşap malzeme yüzey koruyucu örtü gereçler ile kaplanması M.Ö. 200 yıllarına dayanmaktadır [1]. Tarihi gelişim içerisinde ilk olarak bir ağacın kabuk altı sıvısı ile hazırlanan koruyucu gereçle yapılan yüzey işlemleri, daha sonra doğal reçineler ve kuruyan yağlar ile hazırlanan yağlı koruyucu gereçlerinin kullanılmasıyla yeni boyut kazanmıştır [1,2].

Günümüzde ahşap malzemenin kullanıldığı birçok alanda farklı yapıya sahip boya/vernik gereçleri kullanılmaktadır. Kullanılan gereçlerin nitelikleri geliştirilirken çevreye ve sağlığa olumsuz etkileri de minimize edilmeye çalışılmaktadır. Bu çerçevede yapılan ürün modifikasyonları ile ahşap malzemenin maksimum korunması sağlanmaya çalışılırken estetik ve teknolojik özellikleri de aynı zamanda düşünülmektedir. Ülkemizde tüketilen verniklerin büyük bir bölümü solvent bazlıdır. Ancak 1970 yılında ABD’de imzalanmış olan temiz hava anlaşması (clean air act) ile boya uygulamalarında ortaya çıkan uçucu organik bileşiklerin (Volatile Organic Component-VOC) azaltılması ve önümüzdeki yıllarda öngörülen limit değerlerinin düşük tutulması gibi nedenlerle su bazlı vernik ve boyaların önemi artmıştır [3].

Gün geçtikçe gelişen ve teknolojiyi daha fazla kullanan sektör haline gelen mobilya ve orman ürünleri endüstrisinde ileri teknoloji ve malzeme kullanımı bakımından su bazlı vernik/boya konusu hayli önem arz etmektedir [3]. Bu çalışmanın amacı, son yıllarda orman ürünlerine dayalı üretimin arttığı ülkemizde ağaç malzeme yüzeyine uygulanan su bazlı vernikler ile ilgili yapılmış akademik çalışmalar incelenerek özetlerine yer verilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalardan elde edilen önemli sonuçları ortaya koymak ve tartışarak güncel sorunların çözümü için önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca su bazlı vernikler ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları uygulayıcılara ulaştırılarak sektördeki verimliliğe katkı yapılarak, yanlış ve gereksiz uygulamaların önüne geçilmesi hedefler arasındadır. Ar-Ge olanakları olmayan KOBİ işletmelerine yapılan araştırma çalışmalarının sonuçlarının ulaştırılması ve böylelikle üretim süreçlerine katkı yapılması amaçlanmaktadır.

II. MALZEME

A. LİTERATÜR ÖZETİ

Ahşap malzemede kullanılan vernik katmanlarının sertliği, dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen önemli bir göstergedir [5]. Boya/vernik katmanlarında sertlik azalması gözlemlendiğinde, özellikle çarpma, çizilme, sürtünme gibi mekanik etkilere dayanıklılığın azalacağı ifade edilmektedir [4]. Araştırmacılar tarafından su bazlı verniklerin sertlik değerlerinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu, solvent esaslı özellikle poliüretan ve akriliklerde elde edilen kalın ve optik özelliği yüksek katmanların su bazlı verniklerde elde edilemediği belirtilmiştir [6-8]. Buradan hareketle su bazlı vernikler ile ilgili çalışmaların büyük bir bölümü koruyucu katmanın performans özelliklerine yönelik olarak yapılmıştır. Korumanın hangi boyutta ve özellikte olacağı ise malzeme yüzeyinde oluşturulan katmanın teknolojik özelliklerine bağlıdır. Aynı zamanda koruyucu katmandan beklenen

bir diğerk özellik ise estetik (renk, parlaklık, doku vb.) özelliklerinin de istenilen düzeyde olmasıdır. Su bazlı verniklerin, sentetik reçine tanecik büyüklükleri çok küçük olduğundan; odun ile çok güçlü bağlar oluşturduğu düşünülmektedir [22].

Yakın [6] yüksek lisans çalışmasında, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus Petraea* L.), ağacından elde edilen deneme panelleri üzerine su bazlı vernikler elle fırça, rulo ve püskürtme tabancası ile uygulanarak, sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemeti incelenmiştir. Yapılan incelemelerde ASTM-D 358, ASTM-D 3023, ASTM- D 3924, ASTM-D 4366, TS 4318, ASTM-D3359 esaslarına uyulmuştur. Su bazlı verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemeti solvent bazlı verniklerinden az bulunmuş, uygulama farklılaşmasının verniğın fiziksel özelliklerinde etkisi olmadığını bildirmiştir. Sertlik ölçümlerinde en yüksek değer kayın ağacında akrilik emülsiyon verniğinde elde edilmiştir. Liflere paralel yöndeki parlaklık ölçümlerinde çamda, liflere dik yöndeki ölçümlerde meşe'de en yüksek değerler tespit edilmiştir [6].

Atar ve ark. [23] yaptığı çalışmada, ağaç malzemedeki empenye etme ve renk açma işleminin vernik katman sertliğine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla sarıçam odununa empenyeli ve empenyesiz olmak üzere farklı kimyasal çözeltilerle renk açma işlemi uygulanmıştır. Renk açma işleminden sonra su esaslı vernik (Sbv = JANSEN) uygulanan yüzeylerde renk açıcı kimyasal maddelerin vernik katman sertliğine etkileri ASTM D 4366 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Sonuç olarak; sertlik değeri (salınım), renk açma işlemi yapılmamış vernikli örneklerden en yüksek T-CBC + Sbv'de (43 salınım), en düşük I-WR 2000+Sbv'de (35 salınım) bulunmuştur. Renk açma işlemi yapıldıktan sonra verniklenen örneklerde en yüksek sertlik değeri T-CBC + Ç2 + Sbv'de (41,83 salınım), en düşük I-WR 2000+Ç4+Sbv'de (29,83 salınım) bulunmuştur. Renk açma gereçlerinin tümü ağaç malzeme yüzey sertlik değerini azaltıcı etki göstermişlerdir. Ancak vernikleme işleminden sonra bazı deney örnekleri hariç diğerk çözeltiler grupları vernikli kontrol örneklerine yaklaşık eşit değerlerde sertlik vermişlerdir. Buna göre, vernik katman sertliğine iki deney grup (4. ve 6.) örneğini dışındakilerde etkilerinin önemli olmayabileceğini bildirmiştir.

Budakçı [7] yaptığı doktora tezinde, ahşap yüzeyler için hazırlanan su bazlı verniklerin, solvent bazlı poliüretan ve akrilik verniklere göre daha düşük bir yapışma direncine sahip olduğu tespit edilmiştir. Selülozik ve su bazlı verniğın yapışma direncinin düşük çıkmasını; selülozik verniğın asiditesinin (pH 2,9-3,4 arasında) su bazlı verniğın ise alkaliliğın (pH 8,71-9,30 arası) fazla olmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Ayrıca boya/vernik üretici firmaların su bazlı verniklerin ağaç malzeme yüzeyinde renk değişikliğine sebep olduğunu bildirdiklerini belirtmiştir [7]. Yapılan denemelerde su bazlı verniğın, özellikle meşe yüzeylerinde gözle görünür bir renk değişimine neden olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun alkali olan su bazlı verniğın meşe odunundaki tanen maddesi ile etkileşime girerek tek aşamalı bir kimyasal renklendirme yapmış olmasından kaynaklanabileceğini bildirilmiştir. Ayrıca su bazlı verniklerin katı madde miktarlarının düşük olmasından dolayı ahşap yüzeyde oldukça ince bir vernik katmanı verdiği tespit edilmiştir. Solvent esaslı vernikler özellikle poliüretan ve akriliklerde elde edilen kalın ve optik özelliğini yüksek katmanların su bazlı verniklerle sağlanamadığı bildirilmiştir. Farklı bir çalışmada ise; su bazlı verniklerin mekanik etkilere dayanıksız olduğu sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden düşük olduğu bilgisine yer verilmiştir [6].

Sönmez ve ark. [11] yaptığı çalışmada, farklı uygulama yöntemlerinin su çözücülü verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri araştırılmıştır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus Petraea* L.), odunu yüzeylerine, tek ve iki bileşenli su çözücülü vernikler fırça, sünger rulo ve püskürtme tabancası ile uygulanmıştır. Araştırmada, uygulama yöntemi farklılaşmasının verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkisi ASTM D-

4366, TS 4318 EN ISO 2813, TS 6884' e göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, su çözücülü vernik katmanlarının sertlik ve yapışma direnci değerleri üzerinde uygulama yöntemi farklılaşmasının etkili olmadığı, parlaklık değerleri üzerinde ise püskürtme yönteminin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Aksakal ve ark. [9] yaptığı çalışmada, mobilyalardan kaynaklanabilecek sağlık riskleri, mobilya seçerken dikkat edilmesi gereken noktalar ve mobilyalar alınıp ev veya işyerlerine getirildikten sonra yapılması gerekenler konusunda insan sağlığı açısından önemli bilgilere yer verilmiştir. Mobilya yapımında kullanılan yapıştırıcılar, vernikler ve boyaların çoğunun toksisitesi bilinmeyen kimyasallar içerdiğini bildirmişlerdir. Mobilyalardan yayılan kapalı ortam kirleticileri arasında en çok tartışılan ve araştırılanları formaldehit ve yangın geciktirici; Polibromo difenil esterleri (PBDE) ve organofosfat içeren ürünlerin oldukça yaygın olarak kullanılmaya başladığı tespit ederek, tüketicilere yönelik su bazlı vernik/boyaların kullanıldığı belgelendirilen mobilyaların kullanılması gerektiği önerilmiştir.

Sarıca [14] yüksek lisans çalışmasında, borlu bileşikler ile emprenye edilen bazı ağaç malzeme ve verniklerde, emprenye maddesinin, sertlik ve aşınma direncine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Doğu kayını, Sapsız meşe, Sarıçam ve Uludağ Göknarı'ndan hazırlanan örnekler borik asit, boraks ve borik asit+boraks ile ASTM D 1413-99 esaslarına uyularak emprenye edilmiştir. Daha sonra örnekler ASTM-D-3023 esaslarına göre sentetik, su bazlı ve asit sertleştiricili vernikler uygulanmıştır. Hazırlanan örneklerin aşınma direnci (TS 4755) ve sertlikleri (ASTM-D 4366) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; sertlik değeri en yüksek asit sertleştiricili vernikli Doğu kayınında en düşük sentetik vernikli sarıçamda bulunduğu tespit edilmiştir. Emprenye maddelerinin sertlik değerini arttırabildiği bildirilmiştir. Aşınma direnci en yüksek değer, borik asit +boraks ile emprenye edilmiş asit sertleştiricili vernikli Doğu kayınında, en düşük değer borik asit ile emprenye edilmiş sarıçamın su bazlı vernikli örneklerinde olduğu bildirilmiştir.

Pelit [12] yüksek lisans tez çalışmasında, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunlarından elde edilen deney örnekleri %8, %10, %12 rutubet miktarına getirilmiş ve daha sonra yüzeylerine tek bileşenli (A) ve çift bileşenli (B) su bazlı vernikler uygulanmıştır. Ağaç türü ve rutubet miktarının vernik katmanlarının sertlik, parlaklık ve renk değerleri ile yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; kırmızı ve sarı renk değerlerinde ağaç türü ve vernik çeşidi etkisi önemli rutubet miktarı etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Kırmızı renk değeri, Doğu kayını ile B vernikte, sarı renk değeri ise sarıçam ile B vernikte daha yüksek bulunmuştur. Toplam renk değişiminde vernik çeşidi etkisi önemsiz iken, en fazla renk değişimi ağaç türü olarak sarıçamda rutubet miktarında ise %12'de elde edilmiştir. Yüzey sertlik değeri en yüksek, verniksiz Doğu kayınında ve %8 rutubette en düşük ise B vernik uygulanmış sarıçamda ve %12 rutubette bulunmuş, ağaç malzemedeki fazla rutubetin ve vernik uygulamasının yüzey sertliğini azalttığı belirlenmiştir. Parlaklık ölçümlerinde en yüksek değer; A vernik için %12 rutubetteki sarıçamda, B vernik için ise %8 ve %10 rutubetteki sarıçamda bulunmuştur. Ağaç malzemedeki rutubet artışı, parlaklık değerlerinde A vernik için artışa B vernik için ise azalmaya neden olmuştur. Verniklerin yüzeye yapışma direncinde ağaç türü ve rutubet etkisi önemsiz bulunmuş, B verniğe göre A vernik uygulanmış örneklerde daha yüksek yapışma direncinin elde edildiği bildirilmiştir.

Soylamiş [15] yüksek lisans çalışmasında, su itici bazı emprenye maddeleri ve vernikler ile yüzey işlemine tabi tutulan ağaç malzeme yüzeyinde meydana gelen parlaklık, sertlik ve renk özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunundan ASTM 358'e göre hazırlanan örnekler ASTM-D 1413 esaslarına göre protim WR-230 ve imersol aqua kullanılarak basınç yöntemi ile emprenye edildikten sonra, ASTM 3023 esaslarına uyularak su bazlı ve poliüretan vernikler ile verniklenmiştir. Örneklerin renk ölçümü ASTM-D 2244, parlaklık değeri TS 4318 ve pandüllü sertlik değerleri ASTM-D 4366

esalarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak; sertlik ölçümlerinde en yüksek değer, protim WR-230 ile empenye edilmiş poliüretan vernikli kestane örneklerinde (72,8), en düşük protim WR-230 ile empenye edilmiş su bazlı vernikli göknar örneklerinde (16,2) elde edilmiştir. Parlaklık ölçümlerinde en yüksek parlaklık değeri, liflere paralel yönde protim WR-230 ile empenye edilmiş poliüretan vernikli göknar örneklerde (92,58), en düşük liflere dik yönde imersol aqua ile empenye edilmiş kontrol kestane örneklerinde (13,43) elde edilmiştir. Renk ölçümlerinden; en yüksek kırmızı renk değeri, protim WR-230 ile empenye edilmiş, poliüretan vernikli kestane örneklerinde (11,25), en düşük empenyesiz ve verniksiz kontrol göknar örneklerinde (4,17), sarı renk değeri ise; en yüksek, imersol aqua ile empenye edilmiş poliüretan vernikli göknar örneklerde (31,84), en düşük empenyesiz ve verniksiz kontrol göknar örneklerinde (17,55) elde edilmiştir. Buna göre empenye maddeleri ağaç malzemenin, yüzey sertliğini, parlaklığını ve renk değişimini etkilemekte, ancak vernikleme işleminden sonra bu etki vernik çeşidine göre değişmektedir. Sonuç olarak; mekaniksel etkiye maruz kalacak yüzeylerde poliüretan vernik, renk değerlerini etkileyecek yüzeylerde ise su bazlı vernik kullanılması önerilmiştir.

Çakıcıer [22] doktora tez çalışmasında, farklı katman kalınlığı ile (iki ve üç kat) kaplanmış, tek ve çift bileşenli su bazlı verniklerin, Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), İroko (*Chlorophora excelsa*) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa Mill.*) deney örneklerinin xenon-ark lambası kullanılarak; hızlandırılmış yaşlandırma işlemine tabii tutularak, vernik katmanına ilişkin performans özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Çalışmada deney örnekleri; 144 saat ve katları sürelerde, güneş ışığına en yakın ışımaya ve yaşlandırmayı gerçekleştiren xenon-ark lambasını kullanan, WOM (weatherometer) cihazı ile hızlandırılmış yaşlandırma etkisine maruz bırakılan deney örneklerinin yüzeye yapışma direnci, sertlik değerlerinde artışlar kaydedildiği bildirilmiştir. Yaşlandırma öncesinde deney örneklerinin yapışma direnci ve sertlik değerleri düşük değerlerde iken; yaşlandırma işlemi sonucu vernik katmanlarındaki kürlenme etkisinin devam etmesi sonucu değerlerde artış olduğu tespit edilmiştir. Hızlandırılmış yaşlandırma etkisine bırakılan deney örneklerinin yüzey pürüzlülük, parlaklık ve renk değerlerinde yaşlandırma işlemi sonunda büyük düşüşler kaydedildiği bildirilmiştir.

Yalınkılıç [20] yüksek lisans çalışmasında, su bazlı verniklerin, suda çözünen ağaç boyaları ile renklendirilen bazı ağaç malzemelerin renginde meydana getirdiği değişikliğin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ağaç türlerine ait deney örnekleri ASTM-358 esaslarına, anilin boyalar (AB) ASTM-E 1347-97' ye göre, hazır karışım boya (EB) ve kimyasal boya (KB) ile renklendirildikten sonra ASTM-D 3023 esaslarına göre tek ve iki bileşenli su bazlı vernikler ile kaplanmıştır. Örneklere uygulanan renklendirici ve verniklerin renk değiştirici etkisi ASTM-D-2244' e göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, kahve renk tonu değişimi; ağaç türü düzeyinden fazla meşede, boya çeşidi düzeyinde hazır karışım boyada, vernik çeşidi düzeyinde tek bileşenli vernikte, en az değişim ise sarıçam, kimyasal boya ve iki bileşenli vernikte bulunduğu bildirilmiştir. Ağaç türü, boya ve vernik çeşidi etkileşimi bakımından en fazla tek bileşenli vernik uygulanmış hazır karışım boyalı meşede (25,87), en az iki bileşenli vernik uygulanmış kimyasal boyalı kayında (9,559) olduğu ortaya çıkmıştır. Bulunan sonuçlara göre, kahve renk tonunun istendiği yerlerde, kimyasal boya ile renklendirilmiş iki bileşenli su bazlı vernikle kaplanmış kayın ağaç malzeme kullanımı önerilmiştir.

Budakçı ve ark. [3] yaptığı çalışmada, borik asit (H3BO3) çözeltisinin su bazlı verniğin katman sertlik değeri üzerindeki etkilerini belirlemek için, sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), kayın (*Fagus orientalis L.*) ve kestane (*Castanea sativa L.*) den hazırlanan deney örneklerine, farklı miktarlarda (%10, %20, %30) %5'lik borik asitle modifiye edilerek su bazlı vernik uygulanmıştır. Daha sonra vernikli ve verniksiz yüzeylerdeki sertlik değeri ASTM D 2240 esaslarına göre tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre; en fazla sertlik değeri verniklenmemiş kayın da gözlenmiştir. Su bazlı verniğin sertlik değerini

düşürdüğü, ancak borik asit modifikasyonun ise sertlik değerini artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında su bazlı verniklerle verniklenecek ve sertlik değerinin fazla olması istenilen mobilya ve dekorasyon elemanlarında kayın malzemenin kullanılması, su bazlı verniğin %30 oranında %5'lik borik asit modifikasyonu yapılması önerilmiştir.

Yalınkılıç ve Sönmez [25] yaptıkları çalışmada, suda çözünen ağaç boya ile renklendirilmiş bazı ağaç malzemelerde su bazlı verniklerin renk değiştirici etkisi araştırılmıştır. Bu maksatla, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından TS 53 ve TS 2470 esaslarına uyularak hazırlanan örnekler, ASTM-E 1347-97' ye göre anilin, hazır karışım ve kimyasal boya ile renklendirildikten sonra ASTM-D 3023 esaslarına göre tek ve iki bileşenli su bazlı vernikler ile kaplanmıştır. Renk değişimleri ASTM 2244'e göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en fazla renk değişimi tek bileşenli vernik uygulanmış hazır karışım boyalı meşede, en az iki bileşenli vernik uygulanmış kimyasal boyalı kayında elde edilmiştir.

Tekin [17] yüksek lisans çalışmasında, ahşap malzemelerde kullanılan bazı vernik katmanlarının aşınma dirençlerini belirlemek amacıyla Doğu kayını (Dk), Sapsız meşe (Sm), Sarıçam (Sç), Karaceviz (Kc), Karakavak (Kk) ve Ihlamur (I) odunlarından TS 2470 esaslarına göre hazırlanan deney örnekleri sentetik (Sn), poliüretan (Pü), su bazlı (Sb), asit sertleştiricili (As) ve selülozik (Sl) vernikler ile ASTM D 3023 esaslarına uygun şekilde 1 (1L), 2 (2L) ve 3 (3L) kat olarak verniklenmiştir. Deney örneklerinin aşınma dirençleri TS 4755 esaslarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, aşınma direnci ahşap türü bakımından en yüksek karaceviz'de (168,9 devir), en düşük sarıçam'da (50,63 devir); vernik çeşidi bakımından en yüksek asit sertleştiricili vernik'te (213,4 devir), en düşük su bazlı vernik'te (45,44 devir), katman kalınlığı bakımından en yüksek 3L'de (149,6 devir), en düşük 1L'de (38,30 devir) elde edildiği bildirilmiştir. Ahşap türü, vernik çeşidi, katman kalınlığı etkileşimine göre aşınma direnci, en yüksek Kc+As+3L' de (578,0 devir), en düşük I+Sb+1L' de (11,50 devir) bulunmuştur. Buna göre, aşınma direnci ahşap türü, vernik çeşidi ve katman kalınlık miktarına göre farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Aşınma direncinde ahşap türü ve vernik çeşidi birinci, katman kalınlığı ise ikinci derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Aşınma direncinin önemli olduğu ahşap parke ve yer döşemelerinde karaceviz + 3 kat asit sertleştiricili vernik uygulamasının bu bakımdan avantaj sağlayacağı bildirilmiştir.

Kesik [19] yaptığı doktora tez çalışmasında, yağ lekesi ve tutkal lekesi temizleme işlemi ile renk açma ön işlemleri yapılmış ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan su bazlı vernik katmanlarının fiziksel ve mekanik özellikleri ile, UV yaşlandırma testleri sonucundaki performanslarını belirlemek amaçlanmıştır. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.), iroko (*Clorophora excelsa*) odunlarından hazırlanan deney numunelerinde ilk olarak gres yağı ve PVAc tutkalı ile lekelenme yapılmıştır. Daha sonra yağ artıklarını arap sabunu, tutkal artıklarını aseton ile temizleme işlemi, oksalik asit ($H_2C_2O_4$) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) kullanılarak renk açma ön işlemleri yapılmıştır. Ardından imersol aqua, tahta koruyucu ve imersol aqua+tahta koruyucu ile emprenye işlemi yapılan örnekler su bazlı tek bileşenli primer reçine (PR), iki bileşenli akrilik modifiyeli poliüretan vernik (APK) ve iki bileşenli elastik poliüretan (EP) ile kaplanarak, 280 saat süreyle hızlandırılmış UV yaşlandırma işlemine (HYİ) tabi tutulmuştur. Vernik katmanlarının HYİ öncesi ve sonrası performanslarını belirlemek üzere, sertlik, yüzey parlaklığı, toplam renk değişimi (ΔE) ve yüzeye yapışma direnç değişiklikleri test edilmiştir. Vernik katmanlarının sertliği ASTM D 4366-95, parlaklığı ASTM D 523-89, renk ölçümleri ASTM 2244-02, yapışma dirençleri ASTM 4541 ve UV yaşlandırma testleri ASTM G 151 ve ASTM G 154 esaslarına göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yağ ve tutkal lekesi temizleme işlemleri ile $H_2C_2O_4$ ve H_2O_2 kullanılarak yapılan renk açma ön işlemleri, vernik katmanlarının sertlik değerini artırdığı bildirilmiştir. Diğer taraftan HYİ'de vernik katmanlarının sertlik değerini artırıcı etkide bulunduğu tespit edilmiştir. HYİ,

sarıçamda ve PR katmanların parlaklığını azaltıcı etkide bulunurken, ΔE 'yi artırdığı bildirilmiştir. En fazla renk değişimi sarıçam örneklerde elde edildiği ortaya çıkmıştır. Emprenye ve ön işlemler vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncini azaltırken, HYİ'nde UV ışınlarının artırıcı etkide bulunduğu belirlenmiştir. En fazla artış sarıçamda ve EP katmanlarında elde edildiği bildirilmiştir.

Kazan [18] yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, ağaç malzemeye uygulanan ısı işlemin verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkilerini incelemiştir. Bu amaçla Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacından elde edilen deney örnekleri su bazlı vernikler ile verniklemiş ve daha sonra 100, 125 ve 150°C sıcaklıkta 2, 4 ve 6 saat süre ile bekletilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 100 °C'de 2 saat ısı işleme tabi tutulan tüm numunelerin yapışma direnci ve parlaklık değerlerinde iyileşmeler görülürken 100 °C'de 4, 6 saat 125 °C ve 150 °C'de 2, 4, 6 saat ısı işleme tabi tutulan numunelerde olumsuzluklar tespit edilmiştir. Ayrıca 100 °C, 125 °C ve 150 °C'de 2, 4, 6 saat ısı işleme tabi tutulan tüm numunelerin sertlik değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uygulama yapılan ağaç türlerinin hepsinde çift komponentli verniğin tek komponentli verniğe göre daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Gezer [26] yaptığı yüksek lisans tez çalışmada, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacından elde edilen deney örnekleri; 100, 150 ve 200 °C' de 2, 4 ve 6 saat bekletilmiş ve parça yüzeylerine su bazlı vernikler uygulanarak, ağaç malzemeye uygulanan ısı işlemin vernikte sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiştir. Uygulama yapılan ağaç türlerinin hepsinde çift komponentli verniğin tek komponentli verniğe göre daha üstün olduğu görülmüştür. Isıl işlemsiz numuneler ile 100°C'de 2 saat ısı işleme tabi tutulan numunelerin sertlik dirençlerinin 100°C de 4,6 saat, 150°C ve 200°C'de 2, 4, 6 saat ısı işleme tabi tutulan numunelere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Isıl işlemsiz numunelerin yapışma dirençlerinin 100°C de 2,4,6 saat, 150°C ve 200°C'de 2,4,6 saat ısı işleme tabi tutulan numunelere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 100°C, 150°C ve 200°C'de 2, 4, 6 saat ısı işleme tabi tutulan numunelerin parlaklık değerlerinin düşük olduğu bildirilmiştir.

Budakçı ve Sönmez [10] yaptıkları çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) yüzeylerine farklı katman kalınlığında selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulamıştır. Ağaç türü ve katman kalınlığının verniklerin yapışma direncine etkisi ASTM-D 4541'e göre çekme testi (pull-off test) ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci üzerinde, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, katman kalınlığı etkisinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yapraklı ağaç odunlarında daha yüksek, iğne yapraklı ağaç odunlarında daha düşük yapışma direnci değerleri tespit edildiği, vernik çeşidi düzeyinde en yüksek yapışma direncinin poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca katmanlar arası yapışma direnci incelenmesinde ağaç malzeme-dolgu verniği ara kesitinde en fazla yapışma başarısızlığının olduğu, dolgu katı üzerine oluşturulmuş olan son kat vernik katmanlarının yapışma direnci üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Güler [21] yüksek lisans tez çalışmasında, Dişbudak, Anadolu kestanesi, Limba ve İroko odun türüne, normal atmosfer ortamında (150 °C ve 180 °C) ve iki farklı süre (3 ve 6 saat) olmak üzere toplam dört varyasyonda gerçekleştirilen ısı işlem uygulanmıştır. Sonrasında; selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su-bazlı vernik'ten ibaret dört tür vernik uygulanmasıyla vernik film katmanlarına ilişkin yüzey pürüzlülüğü, parlaklık ve renk farkı gibi performans özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Isıl işlem uygulaması sonrasında, verniklenmiş deney örneklerinin yüzey pürüzlülüğü, parlaklık ve renk değerlerindeki değişimler tespit edilmiştir. Sonuçlar ANOVA ve Duncan testi kullanılarak gruplar arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda; dekorasyon ve

yapı elemanı olarak kullanılan ağaç malzemenin ısı işlem uygulaması sonrasında, selülozik ve sentetik verniklerde yüzey pürüzlülüğü ısı işlem parametresine bağlı olarak tüm ağaç türlerinde arttığı; poliüretan ve su-bazlı verniklerde ise, yüzey pürüzlülüğü ısı işlem parametrelerine bağlı olarak tüm ağaç türlerinde azaldığı gözlenmiştir. Dişbudak ve İroko türlerinin renk farklılığındaki değerlerin ısı işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak arttığı, Kestanede selülozik vernik ve poliüretan vernikte ısı işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak azaldığı, sentetik vernik ve su-bazlı verniklerde arttığı; Limba’da ise su-bazlı ve selülozik vernik 180 °C de 6 saat ısı işlem uygulamasında azaldığı diğer ısı işlem uygulamalarında ise ısı işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Parlaklık değerlerinin ise, ısı işlem sıcaklık ve süreye bağlı olarak tüm ağaç ve vernik türlerinde azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların üst yüzey işlemleri uygulayıcılarına ve ülke ekonomisine katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

Budakçı ve ark., [24] yaptıkları çalışmada, İstanbul, Düzce, Ankara, Kayseri ve İnegöl’de faaliyet gösteren su bazlı boya/vernik üretici ve kullanıcı işletmeler arasında bulunan 20 üretici 100 kullanıcı işletmeden bilgi toplanarak sektör analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu boya/vernikleri kullanan işletmelerin insan sağlığı ve çevre korunması gibi faktörleri ön plana çıkararak kullanımını artırdıkları tespit edilmiştir. İşletmelerin su bazlı boya/verniğin sağlık açısından sakıncalı olmadığı ve zararlı uçucu bileşik maddeler içermediği için dekorasyonda, doğrama üretiminde, bebek ve çocuk odası mobilyalarında tercih ettikleri belirlenmiştir. Araştırmada, su bazlı boya/vernik üreten işletmelerin reçinelerin çoğunu ithal ettikleri, küçük bir kısmını ise kendilerinin ürettiği tespit edilmiştir. Kullanıcıların en fazla serzenişte buldukları konulardan biri olan su bazlı boya/verniklerdeki yüksek fiyatlarda belirgin düşüş olacağı bildirilmiştir. Su bazlı boya/verniği kullanan işletmelerin, ahşap esaslı malzemeden kaynaklanan kusurlar, uygulama ve kuruma esnasında oluşan kusurlar ve film oluşumundan sonra görülen kusurlar nedeniyle uygulamada sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu bağlamda su bazlı boya/verniklerin halen ağaç işleri endüstrisindeki kullanımında bazı problemlere sahip olduğu, dolayısı ile üreticilerin bu araştırmada öngörülen kusurları gidermeye yönelik AR-GE çalışmalarını hızlandırması/artırması ön plana çıkmaktadır. Ağaç işleri endüstrisinde üretim ve kullanımında halen bazı eksikleri olmasına rağmen, gelecek nesillere daha temiz bir dünya bırakmak için yasal zorlamalara gerek kalmadan solvent bazlı boya/verniklerin artık kullanımına son verilmeli, su bazlıların tercih edilmesi önerilmiştir.

Tutgun [13] yüksek lisans çalışmasında, ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma (adezyon) direncine etkisinin belirlenmesi amaçlanan çalışmada; Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kiraz (*Prunus cerasus*) odunlarından hazırlanan deney örnekleri 80, 120 ve 180 numaralı zımparalar ile zımparalanarak yüzey pürüzlülük değerleri ISO 4287’ye göre TIME TR 200 iğne uçlu tarama cihazı ile ölçülmüştür. Daha sonra örnek yüzeylerine ASTM-D 3023 esaslarına göre su bazlı, poliüretan ve akrilik vernikler uygulanmıştır. Katman tutunma direnci, TS EN ISO 4624’e göre pnomatik adezyon test cihazı ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, tutunma direnci ağaç türü düzeyinde en yüksek (2,52 N/mm²) kirazda, en düşük (2,32 N/mm²) sarıçamda; vernik çeşidi düzeyinde en yüksek poliüretan vernikte (3,15 N/mm²), en düşük ise su bazlı vernikte elde edilmiştir. Tutunma direnci–yüzey pürüzlülüğü etkileşimine göre su bazlı vernikte pürüzlülük ile tutunma direnci arasında güçlü ilişki (0,69) olduğu, akrilik verniğin buna yakın sonuç (0,67) verdiği, poliüretan vernikte ise bu ilişkinin zayıf (0,33) olduğu tespit edilmiştir.

III. TARTIŞMA

Dünya boya ve vernik endüstrisinde son yıllarda su bazlı gereçler oldukça önem kazanmış ve geliştirilmesi için ARGE çalışmalarındaki sayı artmıştır. Sağlık ve çevre ile ilgili bilginin ve

duyarlılıkların artmasıyla yeşil ürünler ile tasarımlara olan ilgi ve talep artması beklenmektedir. Ülkemizde de yeni ürün ve teknoloji arayışları ARGE çalışmaları ile birlikte karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca boya/vernik sanayinin dışa bağımlılığını azaltacak adımların atılması, bu alanda çalışma yapan kişi ve kuruluşlara teşvikler verilerek yerli üretici, ürün sayısı ve çeşidinin artırılması ülke ekonomisi ve dış ticaret açığı dikkate alındığında oldukça önem arz etmektedir.

Son yıllarda yapılan bilimsel ve teknolojik çalışmaların sayıları geçmişe kıyasla artmış ve artmaya devam etmektedir. Şüphesiz üniversiteler bilgi üreten ve topluma ve sektörlere öncü olma görevinin bir parçası olarak yeni araştırmalar ve tasarımların ortaya çıkmasına katkı vermektedirler. Yapılan araştırma makaleleri, bildiriler, yüksek lisans ve doktora tez araştırmaları ile sektörün ihtiyaçlarına yanıt verebilecek çalışmalar yapılması da ülke ekonomisi ve geleceği açısından oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışmada orman ürünleri endüstrisinde kullanılan su bazlı boya/vernik gereçleri ile ilgili yapılmış ve Türkçe olarak yayınlanmış bilimsel çalışmalar incelenerek sonuçlarına yer verilmiştir. Bu sayede bu konuya ilgi duyan araştırmacı ve uygulayıcıların su bazlı gereçler ile ilgili ülkemizdeki çalışmaların geldiği noktayı görmek ve bu bilgilerden istifade edecek kişilerin artmasıyla konu ile ilgili çalışmaların derinlik kazanacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar daha çok orman ürünleri endüstrisinde (mobilya, kapı, pencere ve yapı endüstrisi vb.) kullanım alanı yaygın olan ağaç malzeme çeşitleri (sarıçam, kayın, meşe, ceviz, göknar, ladin, dişbudak, kestane, kiraz, iroko vb.) üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışmaların sistematikliğini genel olarak sınıflandırılacak olursak doğrudan işlem görmemiş ağaç malzemeye vernik uygulamaları yapılırken, önce ağaç malzemeye herhangi bir işleme (emprenye, ısıl işlem, renk açma, renklendirme vb.) tabi tutulduktan sonra yüzeye uygulanan vernik katmanlarına ait özellikler de araştırılmıştır. Araştırma konuları incelendiğinde daha çok su bazlı vernik kullanılarak oluşturulan koruyucu katmanın performansına yönelik; katmanın yapışma gücü (adezyon), katmanın sertliği, parlaklık, renk, pürüzlülük, pürüzlülük-tutunma direnci [13], aşınma direnci [14,17], katman kalınlığı [6,7,8], rutubet etkisi [12], katı madde miktarı vb. etkileri incelenmiştir. Bunlara ek olarak vernik katmanın uygulanmasında kullanılan gereçlerin (fırça, rulo, sünger, püskürtme tabancası) katman özelliklerine etkileri [11], ağaç malzeme ile vernik/boya etkileşimi [20], hızlandırılmış yaşlandırmanın koruyucu katmana etkisi [22], UV yaşlandırmanın katman üzerine etkisi [19], bor takviyeli emprenyenin vernik katman sertliğine etkisi [3], su bazlı boya/verniklerin renk değiştirici etkisi [25] dış hava şartlarının vernik katmanı üzerine etkisi [4], vernik katmanlarında kullanılmak üzere adezyon test cihazı tasarımı ve deney örneklerinde kullanımı [7], su bazlı boya/vernik üretici ve kullanıcılarına yönelik alan araştırması [24] ve son olarak mobilyalardaki kimyasalların sağlık üzerine etkisi [9] gibi konularda yapılan çalışmaların özetleri verilerek sonuçları değerlendirilmiştir.

Bugüne kadar yapılmış çalışmalar içerisinde daha çok var olan su bazlı vernik/boya gereçlerinin farklı ağaç malzemelerin yüzeylerine uygulanarak katman performanslarının belli standartlara göre incelenmesi üzerinde durulmuştur. Bu tür ürünlerin kullanımının yaygınlaşması ve orman ürünleri endüstrisinde kullanılmak üzere ki özellikle mobilya sektörüne yönelik yüzey katmanlarında beklenen özellikleri karşılayan ürünlerin geliştirilmesi için araştırma çalışmaları yürütülebilir. Bu tür çalışmalar şüphesiz disiplinler arası işbirliğini (kimya, malzeme müh., sanayici, tıp vb.) gerektirir ve sonucunda inovatif ve teknolojik boya/vernik ürünlerin piyasaya sürülmesi ve kullanımının yaygınlaşması ayrıca katma değeri yüksek ürünlerin ortaya çıkması sağlanabilecektir. Ayrıca bu tür ürünlerin geliştirilmesi ve amaca uygun ürün geliştirme ve uygun kullanım koşullarının belirlenmesinde boya üreticileri ile araştırmacıların birlikte çalışması önem arz etmektedir.

IV. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada ülkemizde yapılan ve Türkçe yayınlanan bildiri, makale, yüksek lisans tezi, doktora tezleri ele alınmıştır. Buradaki amaç araştırmalar ile elde edilen bilgi ve tecrübelerin topluma tek kaynak üzerinden aktarılabilmesi aynı zamanda konu ile ilgili çalışan araştırmacılar ile uygulayıcıların kullanımına sunulmuştur.

Çalışmada özetleri ve sonuçlarına yer verilmiş bilimsel çalışmalarda önemli sonuçlar elde edilmiştir. Su bazlı vernik katman performanslarına yer verilirken diğer verniklerin katman özellikleri ile karşılaştırmaları yapılmıştır. Su bazlı verniklerin güçlü ve zayıf yönlerinin neler olduğuna hangi ağaç malzemeler de ve hangi uygulama yöntemi ile ne gibi sonuçlar elde edildiği son kullanıcıların bilgisine sunulmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda boya/vernik üreticilerinin bu alandaki araştırmacılar ile işbirlikleri çalışmaları daha derinlikli ve stratejik sonuçlar elde edebileceği düşünülmektedir. Ayrıca sektöre yönelik yapılan alan araştırmaları daha geniş örneklem üzerinde yapılarak ülkenin su bazlı vernik/boya gereçleri ile ilgili pazardaki arz/talep durumunun tespit edilerek ortaya çıkarılması son derece önemli olduğu düşünülmektedir. Bu konudaki çalışmaların desteklenmesi ve araştırmaların teşvik edilmesi ile ithal ürünlerin azaltılmasına ve yerli ürünlerin kullanımının sağlanması önerilmektedir. Son olarak su bazlı gereçlerin sağlık ve çevre üzerindeki olumlu etkileri göz önüne alındığında bu tür ürünlerin orta ve uzun vadede kazançlarının maliyetleri ve sonuçlarını ortaya koyan yeni çalışmalar yapılarak toplumun bu ürünlerle ilgili farkındalık düzeylerinin artırılması önerilebilir.

V. KAYNAKLAR

- [1] N. Şanıvar, *Ağaçışleri Üstyüzey İşlemleri Kitabı*, Milli Eğitim Basımevi, (1978).
- [2] A. Sönmez, *Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (1989).
- [3] M. Budakçı, B. Uysal, R. Esen, *Borik asit modifikasyonunun su bazlı vernik sertlik değerine etkisi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, Karabük-Türkiye, (2009) 1160.
- [4] R. Özen, A. Sönmez *Tr. J. of Agriculture and Forestry* **23** (1999) 323.
- [5] M. Budakçı, *Ahşap verniklerde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (1997).
- [6] M. Yakın, *Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2001).
- [7] M. Budakçı, *Pnomatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2003).
- [8] A. Sönmez, M. Budakçı, *Ağaç İşlerinde Üst yüzey İşlemleri II, Koruyucu Katman ve Boya/Vernik Sistemleri Kitabı*, İndeks İletişim, Ankara, (2004).
- [9] N. Aksakal, F. A. S. Vaizoğlu, Ç. Güler *Sürekli Tıp Dergisi (STED)* **14(12)** (2005) 268.

- [10] M. Budakçı, A. Sönmez *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* **25(1)** (2010) 111.
- [11] A. Sönmez, M. Budakçı, M. Yakın *Politeknik Dergisi* **7(3)** (2004) 229.
- [12] H. Pelit, *Ağaç malzeme rutubet miktarının su bazlı vernik katman özelliklerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2007).
- [13] R.Tutgun, *Ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma direncine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2014).
- [14] M. Sarıca, *Borlu bileşikler ile emprenye işleminin bazı ağaç malzeme ve verniklerde sertlik ve aşınma direncine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2006).
- [15] D. Soylamış, *Su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük-Türkiye, (2007).
- [16] M.Yakın, *Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2001).
- [17] A.Tekin, *Ahşap malzemelerde kullanılan bazı vernik katmanlarının aşınma dirençlerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2009).
- [18] B. Kazan, *Su bazlı vernik uygulanmış yüzey üzerindeki ısı işlemi etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye, (2009).
- [19] İ. H. Kesik, *Değişik kimyasallar ile ön işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerinde su bazlı verniklerin katman performansı*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2009).
- [20] C.A.Yalınkılıç, *Ağaç malzemedeki su bazlı vernikler ile su çözücülü ağaç boyası etkileşiminin kahverengi renk tonuna etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2008).
- [21] F. D. Güler, *Bazı ağaç türlerinde ısı işlem uygulamasının vernik katman özellikleri üzerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Düzce-Türkiye, (2010).
- [22] N. Çakıcıer, *Ağaç malzeme yüzey işlem katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul-Türkiye, (2007).
- [23] M. Atar, H. Keskin, R. Kurt *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* **6(1)** (2003) 85.
- [24] M. Budakçı, M. Akkuş, A. Budakçı, *Su Bazlı Boya ve Verniklerin Türkiye'deki Üretimi ve Kullanımı*, **6. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'11)**, Elazığ-Türkiye, (2011) 176.
- [25] C.A. Yalınkılıç A.Sönmez *Politeknik Dergisi* **12(2)** (2009) 121.
- [26] İ. Gezer, *Ağaç malzemeye uygulanan ısı işlemi su bazlı verniklerdeki etkilerin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye, (2009).