

Ceviz kaplamalarının renk ve yüzey pürüzlülüğü üzerine pH etkisinin araştırılması

Ferhat Özdemir^{a,*}, Doğu Ramazanoğlu^a, Hamit Özyurt^a, Eda Dalgıç^a, Ahmet Tutuş^a

Özet: Bu çalışmada, yaşam alanlarında geniş bir kullanıma sahip ceviz kaplamalarının maruz kalabilecekleri asidik ve bazik temizleme ürünlerine karşı yüzeylerinde meydana gelebilecek renk ve morfolojik değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır. Farklı pH değerlerinde hazırlanan hidroklorik asit (HCl) ve sodyum hidroksit (NaOH) çözeltilerinin ceviz ahşap kaplama levhalarının yüzey pürüzlülüğü ve renk özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Ceviz kaplama levhaları 10 dakika süreyle asidik pH (1.5, 3.0, 5.0) ve bazik pH (8.0, 11.0 ve 13.5) çözeltilere maruz bırakılmıştır. Levhaların yüzey pürüzlülük ölçümleri ISO 4287, renk ölçüm analizleri ISO 2469 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre, hem asidik hem de bazik ortamda pH değeri düştükçe kaplama levhaların yüzey pürüzlülük parametrelerine (Ra, Rz ve Rmax) ait değerlerin azaldığı belirlenmiştir. Renk ölçümlerinde ise asidik ve bazik ortamda pH değeri düştükçe sarılık derecesinin arttığı belirlenmiştir. Beyazlık ve parlaklık derecesi asidik ortamda etkilenmez iken, bazik ortamda pH değeri yükseldikçe beyazlık ve parlaklık derecelerinde artma olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yüzey pürüzlülüğü, Renk, HCL, NaOH, pH

Investigation of pH effect on color and surface roughness of walnut veneer

Abstract: This study aimed to examine the walnut coating which has a wide range of applications in the living spaces may be exposed to acidic and basic cleaning products that may occur the color and morphological changes. The effects of hydrochloric acid (HCl) and sodium hydroxide (NaOH) solutions prepared at different pH values on the surface roughness and color properties of walnut wood veneer sheets were investigated. The walnut veneer boards were exposed to acidic pH (1.5, 3.0, 5.0) and basic pH (8.0, 11.0 and 13.5) solutions for 10 min. Surface roughness measurements of boards were performed according to ISO 4287, color measurement analyzes according to ISO 2469 standard. According to the obtained results, the values of surface roughness parameters (Ra, Rz and Rmax) of the walnut veneer boards decreased as the pH value was decreased in both acidic and basic media. In color measurements, it was determined that the degree of yellowness increases as the pH value decreases in acidic and basic medium. While the whiteness and brightness levels were not affected in the acidic medium, it was found that the whiteness and brightness were increased in the basic medium as the pH value increased.

Keywords: Surface roughness, Color, HCL, NaOH, pH

1. Giriş

İnsanlık tarihinin ilk zamanlarından beri ağaç malzeme, ısınma, savunma ve barınak malzemesi olarak kullanılmıştır. Gelişen teknoloji ve hızla artan dünya nüfusu sosyal ve kültürel gelişimlerinde etkisiyle en değerli doğal kaynaklarımızdan biri olan ormanlarımız sektörün artan bu ihtiyacını karşılayamaz duruma gelmiştir (Yahyaoglu ve Ölmez, 2005). Ayrıca, masif odun anizotrop yapısı nedeniyle farklı çalışma özellikleri göstermekte bundan dolayı fiziksel ve mekanik özellikleri farklılık gösterebilmektedir. İstenilen ebatlarda ve yeterli oranlarda sektörün ihtiyaçlarını karşılayamama gibi nedenlerle masif oduna alternatif olarak üretilen özellikle, mobilya sektöründe kullanılan ve genel olarak odun kompozit malzemeleri olarak adlandırılan levhalar içerisinde kaplama-kontrplak, yonga levha ve lif levha gibi ürünler öne çıkmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000). Her ne kadar ekonomik

sıkıntılar ve kısıtlı kaynaklar nedeniyle üretilmeye başlanmış olsalar da istenilen şekil ve ebatlarda üretilmesiyle ham madde sıkıntısını karşılamasının yanında ekonomik oluşu ile günümüz mobilya sektörünün ayrılmaz bir parçası olmuşlardır. Bunun en önemli nedeni ise, masif odunla kıyaslandığında daha homojen mekanik ve fiziksel özellikler göstererek sağlam bir malzeme olmalarıdır. Masif oduna alternatif olarak üretilen bu kompozit malzemelerin yüzeyleri dekoratif ve kullanım amacına uygun olarak doğal görünüm kazandırılmak amacıyla sentetik ya da doğal ürünler ile kaplanmaktadır. Dekoratif amaçlı ve yüzey işlemlerinin iyileştirilmesi için kullanılan bu kaplamaların, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklı olması, malzemenin uzun süreli kullanımı ve ürün kalitesini üst düzeye taşıyarak katma değeri yüksek ürünler elde edilmesi için son derece önemlidir. Ağaç malzemelere üst yüzey işlemleri olarak uygulanan vernik katmanı, sodyum hidroksit (NaOH), asetik asit (CH₃COOH), aseton (C₃H₆O), sigara

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 46050, Kahramanmaraş

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ferhatozd@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 27.03.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 01.06.2018



Citation (Atf): Özdemir, F., 2018. Ceviz kaplamalarının renk ve yüzey pürüzlülüğü üzerine pH etkisinin araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 19(2): 200-204. DOI: [10.18182/tjf.410095](https://doi.org/10.18182/tjf.410095)

ateşi, deterjan, ıslak ve kuru sıcaklığa karşı dayanıklılığını incelenmiştir (Özalp ve Sofuoğlu, 2009). Meşe ve doğu kayını ağaçlarından üretilen kaplamalardaki vernik uygulamalarının mekanik ve fiziksel etkilere karşı dirençleri araştırılmıştır. Araştırmada, sodyum hidroksit (NaOH), aseton (C₃H₆O) ve ıslak sıcaklık etkisi kaplamalarının vernik katmanlarının sertlik ve parlaklığını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Yumuşak yıllık halkaların oluşturduğu ahşap malzemeye belirli bir süre su ile muamele edilir ise şişer. Bazı asitler bu yumuşak yıllık halkalarda çökmelere neden olur ve buda malzemenin yüzeyinde tahribat yaparak yüzeyde eski bir görünüm oluşturur. Bu nedenle asitler yüzey işlemlerinde eskitme (yapay yaşlandırma) amaçlı kullanılmakta ve bunların başında nitrik asit gelmektedir. 6/1 oranında kullanılarak hazırlanan %14'lük asit çözeltisi plastik fırça yardımıyla yüzeye uygulanabilir. Kurumanın başlaması ile malzemenin renginde koyulaşma gözlemlenir. Yüzeyde asit tamamen buharlaşmaya kadar kurutma işlemine devam edilir. ½ oranda suda çözülerek hazırlanan sodyum bikarbonat (NaHCO₃) çözeltisi ile nötralizasyon yapıldıktan sonra kurumaya bırakılır. Hidroklorik asit (HCL) çam gibi düşük tanen (tanik asit) içeren ahşaplarda gri ve siyah tonlarda renk elde etmek için kullanılmaktadır (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Gerek doğal ürünlerin etkisiyle gerekse sentetik temizlik ürünlerinin günlük kullanımı sırasında oluşturduğu asidik ve bazik ortam ceviz kaplama ürünlerine zarar vermektedirler. Bu çalışmanın amacı, laboratuvar ortamında hazırlanan asidik ve bazik solüsyonlara maruz bırakılan ceviz kaplama levhaların yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, Rz ve Rmax) ile renk parametreleri (beyazlık, parlaklık ve sarılık) değerlerinde meydana gelen değişimleri incelemektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada pH etkisinin yüzey pürüzlülüğü ve renk özellikleri üzerine olan etkisini araştırmak için 0.40 mm kalınlığında ve 0.5 g/cm³ yoğunluğundaki 50x60 mm boyutlarındaki ceviz kaplama levhaları kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Marsurf M300 cihazı ile yapılmıştır. Renk ölçümleri ISO 2469 (2014) standardına göre Datacolor Elrepho cihazıyla yapılmıştır. Asit çözelti olarak Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany firmasından temin edilen % 37 HCL stok çözeltisi kullanılmıştır. Baz çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan sodyum hidroksit (NaOH) TEKKİM firmasından tedarik edilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada, asidik ortam için farklı pH (1.5, 3.0 5.0) değerlerinde HCL çözeltileri hazırlanmıştır. pH ayarlarının hassas bir şekilde yapılabilmesi için % 37 HCL stok çözeltisi kullanılarak sırasıyla 100'er ml'lik 3M, 1.5 M, 0.75 M ve 0.375 M'lik hidroklorik asit (HCL) çözeltileri (1) ve (2)'de verilen formüller kullanılarak hazırlanmıştır. pH ölçümlerinde HANNA HI83140 marka pH metre cihazı kullanılmıştır.

$$M = \% .d.1000/MA \quad (1)$$

Bu formülde M: molarite, %: yüzde derişim, d: yoğunluk, 1000: sabit sayı ve MA da çözünenin mol kütesidir.

$$M_1.V_1 = M_2.V_2 \quad (2)$$

Burada, M₁: stok derişimini, V₁: stok hacmini, M₂: istenen derişim, V₂: istenen hacimdir.

Sırasıyla, pH değerleri 1.5, 3.0 ve 5.0 olacak şekilde hazırlanan HCL çözeltileriyle ceviz kaplama numunelerine manyetik karıştırıcı yardımıyla 10 dakika süreyle muamele edilmiştir. Daha sonra saf su ile iyice yıkanarak 24 saat boyunca oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden sonra numunelerin yüzey ölçümleri Marsurf M300 cihazı kullanılarak ISO 4287 (1997) standardına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Yüzey pürüzlülük parametre ve renk derişim ölçümleri

Test örnekleri 0.40x50x60 mm boyutlarında kesilmiş, cihazın sahip olduğu 5 µm çaplı elmas ucun doğrusal olarak hareketi sonucu yüzeyin pürüzlülüğünü spektrum olarak vermiştir. Test örneklerinin yüzey pürüzlülüğü özelliklerini belirlemek için ISO 4287 standardına uygun şekilde ölçümler yapılmıştır. Profildeki tüm pürüzlülük değerlerinin ortalaması (Ra), en yüksek 5 ve en düşük 5 olmak üzere toplam 10 noktada alınan değerlerin ortalaması (Rz) ve en yüksek nokta ile en derin çukur arasındaki toplam değer (Rmax) olarak ölçülmüştür. Ölçümler 0.5 mm/sn hızda, λc = 2.5 mm sınır dalga boyunda ve 12.5 mm tarama uzunluğunda olacak şekilde laboratuvar şartlarında (oda sıcaklığında) gerçekleştirilmiştir. Ölçümler her numune için 4 farklı noktadan 4'er kez tekrarlanmak üzere 6 levha ve kontrol numunesi için toplam 112 ölçüm yapılmıştır. Ayrıca, renk ölçümlerinde toplamda 112 kez olmak üzere ISO 2469 (2014) standardına göre Datacolor Elrepho cihazı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Yüzey pürüzlülük ölçüm değerlerine ait bulgular

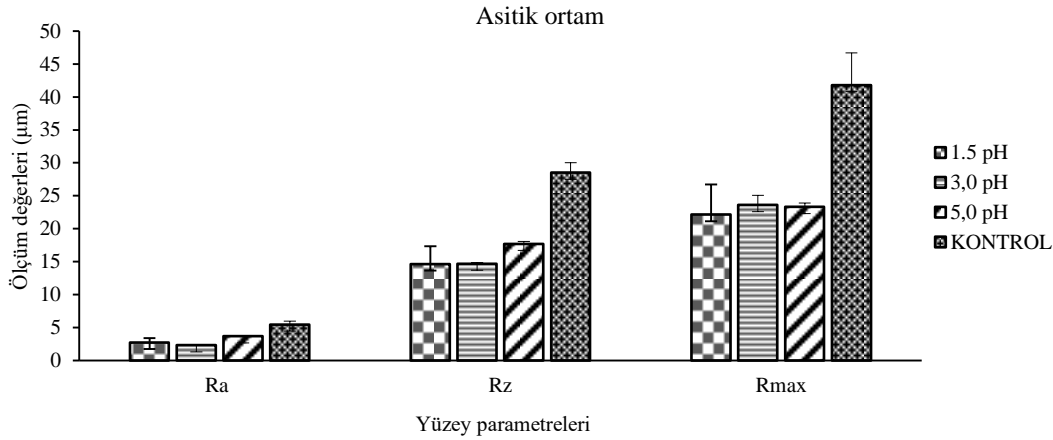
Şekil 1'de görüldüğü üzere ceviz kaplamalarının yüzey pürüzlüklerinde pH değerinin küçülmesiyle, ortamın asitliği arttıkça malzemenin yüzey pürüzlülüğü azalmıştır. Bunun nedeni levhanın yapısında bulunan lignin hidrolizinden kaynaklıdır. Kontrol örneği Ra, Rz, Rmax değerleri sırası ile 5.47, 28.5, 41.8 µm olarak ölçülürken, en iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri 1.5 pH ortamında Ra, Rz, Rmax sırasıyla 2.74, 14.6, 22.2 µm olarak belirlenmiştir. Daha önceki bir çalışmada, lignoselülozik esaslı malzemelere konsantre sülfirik asit (H₂SO₄) ve hidroklorik asit (HCL) ile müdahale edilmiştir (Sivers ve Zacchi, 1995). Bu asitlerin selüloz hidrolizi için güçlü olmasının yanında ekonomik olarak daha uygun olması için hidrolizden sonra geri kazanılması önerilmiştir. Bu çalışmada asitin seyreltilerek kullanıldığı test ölçümlerinde pH 5'de yüzey parametreleri üzerindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. 2016 yılında Yu ve arkadaşları yaptıkları çalışmanın sonucunda farklı miktarlarda uygulanan hidroklorik asitin (HCL) yapıdaki serbest hidroksil guruplarını etkileyerek nişastanın kristal yapısını ve PVA ile arasındaki bağ mukavemetini etkilediğini gözlemlenmişlerdir. Asit ile müdahale edilmeyen

nişasta/PVA karışımının kristalitesi %33 iken müdahale sonrası bu oran %13.7 'ye gerilemiştir (Yu vd., 2016). Yapılan başka bir çalışmada, lignoselülozik malzemenin seyreltik sülfirik asit (H_2SO_4) ile yapılan asit hidrolizi başarıyla gerçekleştirilmiştir (Esteghlalian vd., 1997). pH artışının yüzey parametrelerini daha az etkilemesinin diğer bir nedeni ise muamele sırasındaki şeker dekompozisyonundan da kaynaklanabilmektedir. Farklı bir çalışmada ise orta sıcaklıklarda meydana gelen sakrafikasyondan (şeker dekompozisyonu) dolayı düşük verimler elde edilmiştir. Bu yüzden seyreltilmiş asit muamelesinde, yüksek sıcaklıklar selüloz hidrolizi için daha elverişlidir (McMillan, 1994).

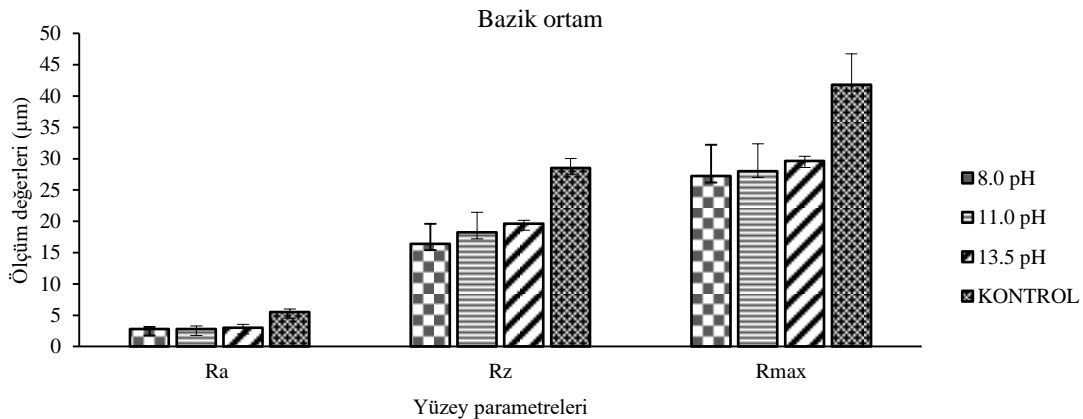
Bazik ortam oluşturmak için pH (8.0, 11.0 ve 13.5) değerlerinde sodyum hidroksit (NaOH) çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltilerin hassas pH ayarlarının yapılabilmesi için ayrıca, 100'er ml'lik 3 M, 1.5 M, 0.75 M ve 0.375 molarlık sodyum hidroksit NaOH çözeltileri hazırlanmıştır. Ceviz kaplama levhalarına yapılan bazik ortam muamelesi ile kontrol örneği ve test numunelerinin yüzey pürüzlülüğü ölçüm parametreleri Şekil 2'de verilmiştir.

Kontrol örneği Ra, Rz, Rmax değerleri sırası ile 5.47, 28.5, 41.8 μm olarak ölçülürken, en iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri 8.0 pH ortamında Ra, Rz, Rmax sırasıyla 2.76, 16.4, 27.2 μm olarak belirlenmiştir. Bazı bazlar ile lignoselülozik esaslı malzemelere ön işlem yapılmaktadır. Malzemenin alkali ön muameleden etkilenme oranı içerdiği lignin miktarına bağlıdır (Fan vd., 1987; McMillan, 1994). Tablo 2'de görüldüğü üzere ceviz kaplamalarının yüzey pürüzlüklerine bazik ortamda genel itibariyle iyileşme

sağlanmıştır. Fakat bazik ortamın pH derecesi yani sodyum hidroksit miktarı arttıkça yüzey pürüzlülüğünde görünen bu iyileşme oranında azalmalar görülmüştür. Selüloz liflerinin çözülme mekanizması çözücünün kalitesine bağlıdır (Cuissinat ve Navard, 2006a). Doğal pamuk ve odun selülozlarının şişme testlerinin yapıldığı bir çalışmada en iyi koşullar (-5 C° % 7,6) NaOH çözeltisinde gerçekleşmiştir (Cuissinat ve Navard, 2006b).Yapılan diğer çalışmalarda bunun nedeni olarak alkalın hidroliz mekanizması sonucu silan, hemiselüloz ve diğer bileşiklerde meydana gelen değişimler olarak gösterilmiştir. Bu değişimlere lignin ve diğer hemiselülozlardaki moleküller arası çapraz ester bağlarının sabunlaşması neden olmaktadır (Tarkow ve Feist, 1969). Bu açıdan yaptığımız çalışma literatür ile uyumluluk göstermektedir. Ayrıca, lignoselülozik esaslı malzemelere seyreltik NaOH çözeltileriyle ön muamele edilmesi sonucunda malzemede şişme ve buna bağlı olarak, iç yüzey alanının genişleme polimerizasyon derecesinde düşme, kristalitesinde azalma, lignin ve karbonhidratlar arasındaki yapısal bağlarda ayrılma sonucu olarakta lignin yapısında bozulmalara neden olduğu görülmüştür (Fan vd., 1987). Sodyum hidroksit ile müdahale edilerek hidroliz edilen sert ahşapların sindirilebilirliği %14 iken içerdikleri %24-55 lignin oranlarının %20'ye düşürülmesiyle %55'e kadar artmıştır. Ancak, lignin içeriği %26'dan fazla olan yumuşak ağaçlara seyreltik sodyum hidroksit (NaOH) ile yapılan ön işlemin etkisi görülmemiştir (Millet vd., 1976). Nispeten düşük % 10-18 lignin oranına sahip samanların bile seyreltik NaOH ile ön işlem edildiğinde hidrolizi gerçekleşmektedir (Bjerre vd., 1996).



Şekil 1. Asidik ortamın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

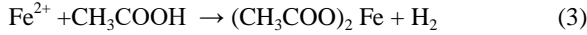


Şekil 2. Bazik ortamın yüzey pürüzlülüğüne etkisi

3.2. Renk ölçümü

Farklı pH değerlerinde hazırlanan çözeltiler ile oluşturulan asidik ve bazik ortama 10 dakika süre ile maruz bırakılan ceviz kaplamaların renk ölçümleri yapılmış, ISO 2469 (2014) standardına göre Datacolor Elrepho cihazı kullanarak elde edilen beyazlık, parlaklık ve sarılık değerleri Şekil 3’de verilmiştir.

Çam gibi tanen (tanik asit) içeriği düşük odunlara hidroklorik asit (HCL) uygulandığında gri renge dönüşür (Özalp ve Sofuoğlu, 2009). Ceviz odunu tanen (tanik asit) içeriği bakımından zengin bir odun türüdür (Anonim, 2013). Damıtılmış beyaz sirke (ev sirkesi) ve çelik yünü kullanılarak yapılmaktadır. Ev sirkesi genellikle % 5-8 arasında ki bir oranda asetik asit (CH_3COOH) içerir. Asetik asitin demir ile (3)’deki gibi reaksiyonu sonucu demir asetat (CH_3COO)₂ Fe oluşur. Elde edilen demir asetat çözeltisinin ahşap üzerine fırça ile sürülmesi ile demir asetat ahşaptaki doğal tanenlerle reaksiyon vererek gri ton renk oluşumuna neden olur. Bu teknik, kaliteli mobilyalardan yeni bir bahçe kapısına kadar çeşitli projelerde uygulanmaktadır.

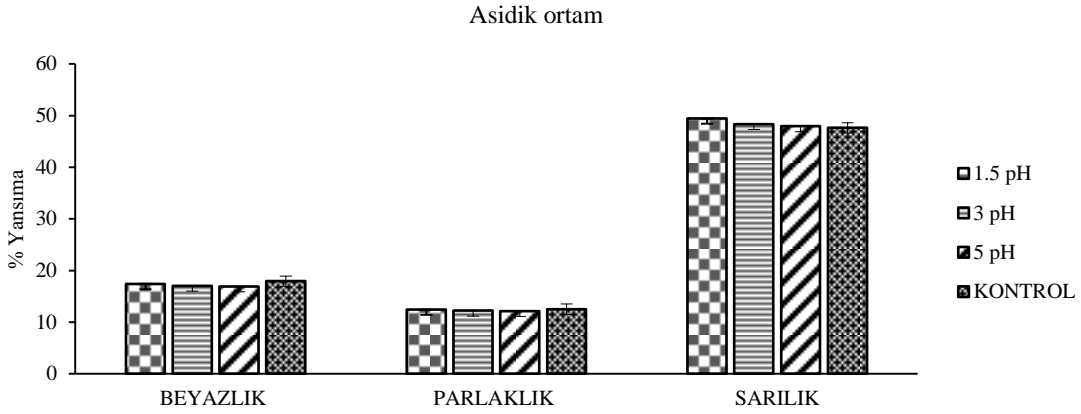


Şekil 3’de görüldüğü üzere ortamın asitlik değeri arttıkça malzemenin rengindeki sarılık artmıştır. Fakat beyazlık ve parlaklık değerlerinde büyük değişimler gözlenmemiştir. Kontrol örneği beyazlık, parlaklık, sarılık ölçüm değerleri 17.9, 12.5, 47.6 olarak tespit edilmiştir. pH: 1.5 da % 17.4, % 12.4, % 49.4; pH: 3.0 da % 17.0, % 12.2,

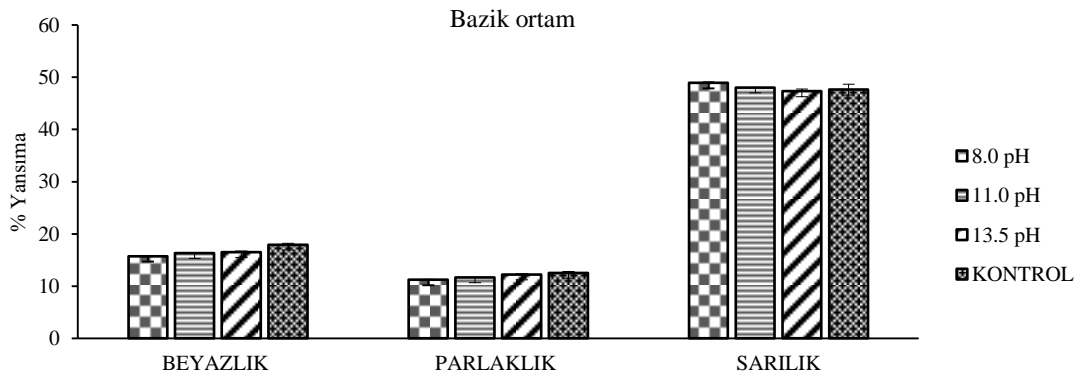
% 48.3 ve pH: 5.0 numunelerinde sırasıyla % 16.9, % 12.1, % 47.9 olarak belirlenmiştir.

Şekil 4’te görüldüğü gibi kontrol örneği numunelerinde beyazlık, parlaklık, sarılık değerleri 17.9, 12.5, 47.6 olarak tespit edilmiştir. En iyi değerler ise beyazlık (%16.5) ve parlaklık (%12.2) pH: 13.5 de gözlemlenirken, en yüksek sarılık değeri ise pH: 8.0’ de % 48.9 olarak bulunmuştur.

Bazik ortam değeri arttıkça malzemenin beyazlık ve parlaklık değerlerinde artış gözlenmiştir. Fakat pH değeri azaldıkça rengin sarılık değerinde artma gözlemlenmiştir. Sarılık değerindeki artış rengin kirlendiğinin azalış ise rengin beyazladığının bir parametresidir. Literatürde sodyum hidroksit (NaOH) ahşap esaslı malzemelerde renk açma amaçlı yaygın olarak kullanılmaktadır. 2000 yılında, Chen ve arkadaşlarının çalışmalarında, Pavlonya odunu NaOH sulu çözeltisinde ıslatıldıktan sonra sulu alkalinin penetrasyonunu (nüfuz edişine), ağacının rengine olan etkilerine ve sodyum hidroksitin odun ağartmada kullanımını değerlendirmişlerdir. 2 gün boyunca % 0.3 NaOH sulu solüsyona batırdıktan sonra örnekleri daha sonra 3 gün boyunca % 2 Sodyum ditionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) çözeltisi içerisinde bekletmişlerdir. Altı ay sonra, bu numunelerin açıklığı ve beyazlığı, işlenmemiş örneklerden açıkça daha yüksek olduğunu ve sodyum hidroksit (NaOH) ve sodyum ditionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) ile müdahale edilmeyen örneklerin renk değişimleri daha düşük ölçülmüştür. Çalışma sonucunda sodyum hidroksitin NaOH ahşap rengine zarar vermeden ahşap penetrasyonunu ve ağartma etkisini iyileştirdiği sonucuna varılmıştır (Chen vd., 2000).



Şekil 3. Asidik ortamın renge etkisi



Şekil 4. Bazik ortamın renk özellikleri üzerine etkisi

4. Sonuçlar

Bu araştırmada pH etkisinin ceviz kaplama yüzey pürüzlülüğüne ve rengine olan etkileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre;

1. Ceviz kaplama levhalarının yüzey pürüzlülüğüne pH değerlerinin etkili olduğu ve hidroklorik asit (HCL) ile sağlanan asidik ortamda pH değerleri düştükçe malzemenin yüzey pürüzlülüğünün azaldığı belirlenmiştir. pH: 3 ve 5'e kıyasla pH: 1,5'da daha düzgün bir yüzey elde edilmiştir.
2. Sodyum hidroksit (NaOH) ile hazırlanan bazik ortamda pH değeri düştükçe malzemenin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri azalmıştır. pH: 11,0 ve 13,5'e kıyasla pH: 8,0'de daha düzgün bir yüzey elde edilmiştir.
3. Ceviz kaplama levhalarının rengi üzerine pH değerlerinin etkili olduğu ve hidroklorik asit (HCL) ile oluşturulan asidik ortamda pH değerinin düşmesi ve asitliğin artması ile malzemenin rengindeki beyazlık ve parlaklık oranlarında büyük bir değişiklik olmamış, ancak sarılık değerlerinde artış görülmüştür.
4. Sodyum hidroksit (NaOH) ile elde edilen bazik ortamda pH değeri yükseldikçe malzemenin rengindeki sarılık oranı azalırken beyazlık ve parlaklık oranlarında ise artma görülmüştür.

Kaynaklar

- Anonim, 2013. Pickling Wood Woodworking Newsletter. 7(4), March. <http://www.leevalley.com/us/newsletters/Woodworking/7/4/article2.pdf>.
- Bjerre, A.B., Olesen, A.B., Fernqvist, T., 1996. Pretreatment of wheat straw using combined wet oxidation and alkaline hydrolysis resulting in convertible cellulose and hemicellulose. *Biotechnol. Bioeng.*, 49, 568-577.
- Chen, Y.H., Huang, W.H., Chang, D.L., Hu, W.H., 2000. Study on promoting effects of NaOH pretreatment on wood bleaching. *20(1)*: 52-56.
- Cuissinat, C., Navard, P., 2006a. Swelling and dissolution of cellulose, part I: free floating cotton and wood fibres in N-methylmorpholine-N-oxide-water mixtures. *Macromol Symp.*, 244, 1-15.
- Cuissinat, C., Navard, P., 2006b. Swelling and dissolution of cellulose, part II: free floating cotton and wood fibres in NaOH water-additives systems. *Macromol Symp.*, 244:19-30.

- Eroğlu, H., Usta, M., 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 200, Fakülte Yayın No: 30, Trabzon.
- Esteghlalian, A., Hashimoto, A.G., Fenske, J.J., Penner, M.H., 1997. Modeling and optimization of the dilute-sulfuric-acid pretreatment of cornstover, poplar and switchgrass. *Bioresour. Technol.*, 59, 129-136.
- Fan, L.T., Gharapuray, M.M., Lee, Y.H., 1987. In :Cellulose Hydrolysis Biotechnology Monographs Spinger, Berlin, pp. 57-192.
- ISO 4287, 1997. Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms. Definitions and Surface Texture Parameters, International Standard Organization.
- ISO 2469, 2014. Paper, board and pulps measurement of diffuse radiance factor diffuse reflectance factor.
- McMillan, J.D., 1994. Pretreatment of lignocellulosic biomass. In: Himmel, M.E., Baker, J.O., Overend, R.P. (Eds.), *Enzymatic*. pp. 373-384.
- Millet, M.A., Baker, A.J., Scatter, L.D., 1976. Conversion of Biomass for Fuels Production. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 292-324.
- Özalp, M., Sofuoğlu, S.D., 2009. Üst yüzey işlemlerinde eskitme teknikleri. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 5(2): 46-57.
- Sönmez, A., Budakçı, M., 2004. Ağaç İşlerinde Üst yüzey İşlemleri II., Koruyucu Katman ve Boya/Vernik Sistemleri, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Sivers, M.V., Zacchi, G., 1995. A technological comparison of three processes for the production of ethanol from pine. *Bioresour. Technol.*, 51: 43-52.
- Tarkow, H., Feist, W.C., 1969. In: A Mechanism for Improving the Digestibility of Lignocellulosic Materials with Dilute Alkali and Liquid NH₃ *Advance Chemistry Series 95*. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 197-218.
- Yahyaoglu, Z., Ölmez, Z., 2005. Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği. Kafkas Üniversitesi, Yayın No:1, Artvin.
- Yu, H., Fang, Q., Cao, Y., Liu, Z., 2016. Effect of HCl on starch structure and properties of starch-based wood adhesives. *BioRes.*, 11(1): 1721-1728.