

AĞAÇ MALZEMEYE UYGULANAN ISIL
İŞLEMİN SU BAZLI VERNİKLERDEKİ
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

İdris GEZER

Yüksek Lisans Tezi

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Haziran – 2009

**AĞAÇ MALZEMEYE UYGULANAN ISIL İŞLEMİN SU BAZLI VERNİKLERDEKİ
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

İdris GEZER

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP

Haziran – 2009

KABUL ve ONAY SAYFASI

İdris GEZER'İN YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı AĞAÇ MALZEMEYE UYGULANAN ISIL İŞLEMİN SU BAZLI VERNİKLERDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

/ /2009

Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP (Danışman)

Üye : Yrd. Doç. Dr. İdris KAYNAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurullah KIRATLI

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

AĞAÇ MALZEMEYE UYGULANAN ISIL İŞLEMİN SU BAZLI VERNİKLERDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

İdris GEZER

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP

ÖZET

Mobilya ve dekorasyonun vazgeçilmezi olan ağaç malzeme iç ve dış mekânlarda kullanılan, kendine özgü çok sayıda avantajı olan bir elemandır. Mamül olarak kullanılan ağaç birçok durumda dış etkilere karşı korunmada tek başına yetersiz kaldığından ekonomik ömrünün uzatılabilmesi uygun koruma uygun teknikleri ile muamele edilmesi gerekir. Bu araştırmada, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* M.) 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 işlemi vernikte sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiştir.

Uygulama yapılan ağaç türlerinin hepsinde çift kompenantlı verniğin tek kompenantlı verniğe göre daha üstün olduğu görülmüştür.

Araştırma sonuçlarına göre; ısı işlemisiz 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 işlemisiz 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 tüm numunelerin parlaklık değerlerinin düşük olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Isıl işlem, Su bazlı vernik, Yapışma direnci, Parlaklık, Sertlik direnci.

THE INVESTIGATION OF HEAT TREATMENT WITH WATER-BASED VARNISH COMPONENTS IN VARNISH APPLICATIONS OF WOOD MATERIAL

İdris GEZER

Furniture and Decoration Education, Master's Thesis, 2008

Advisor: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP

SUMMARY

Wooden is one of the most important construction materials. Being hygroscopic, anisotropic and organic forms are the important characteristics for a wood material. Wooden is weak against the external effects. So, it is necessary to apply proper protection techniques to improve its economic life. In this study, the effects of the heat treatment of wooden materials on hardness, brightness and adhesive resistance of varnishes were investigated. For this purpose, firstly scots pine (*Pinus sylvestris* L.), beech (*Fagus orientalis* L.) and chestnut (*Castanea sativa* M.) wooden samples were kept in temperatures of 100 °C, 125 °C and 150 °C for times of 2, 4 and 6 hours. and after that they were varnished by the water based varnish.

In the experimental applications of the whole wood species are seen couple component varnish according to single component varnish which is highest grade values.

According to test results, hardness resistance of non-treated samples and the samples subjected to heat treatment at 100°C (2 hours) were seen better than those samples subjected to heat treatment at 100°C (4 and 6 hours and), 150°C and 200°C (2, 4 and 6 hours). It was observed that the adhesion resistance of non-treated samples were better than those samples subjected to heat treatment at 100°C, 150°C and 200°C (2, 4 and 6 hours). It was also seen that brightness of all samples subjected to heat treatment at 100°C, 150°C and 200°C (2, 4 and 6 hours)wereweak.

Key Words: Heat treatment, hardness, brightness, adhesive resistance, water based varnish.

TEŐEKKÜR

Öncelikle bu alıőmamın yürütücülüğünü üstlenen, her türlü desteği sağlayan danışman hocam; Yrd. Do. Dr. Murat ÖZALP'e, alıőmanın gerekleőmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Arő. Grv. őemsettin DORUK, Arő. Grv. Hüseyin YEŐİL hocama, Sinan SARI ve alıőma süresince desteğini esirgemeyen aileme ve emeği geen herkese bütün içtenliğimle saygı ve őükranlarımı sunarım.

İdris GEZER

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
GRAFİKLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOD	8
2.1. Ağaç Malzeme	8
2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	8
2.3. Isıl işlem Uygulamaları	8
2.4. Vernik.....	8
2.4.1. Vernik uygulaması	9
2.5. Yapıştırıcı.....	9
2.6. Deneme Yöntemleri	10
2.6.1. Katı madde tayini	10
2.6.2. Yüze yapışma testi.....	10
2.6.3. Pandüllü sertlik testi.....	11
2.6.4. Yüze parlaklık ölçümü	11
2.6.5. Kuru Film Kalınlığı Tayini	12
3. BULGULAR.....	13
3.1. Sertlik Direnci Ölçümleri (Salınım).....	13
3.2. Yapışma Direnci Ölçümleri (Mpa)	26
3.3. Parlaklık Ölçümleri	39
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR DİZİNİ	53
EKLER.....	56
EK 1. SERTLİK TESTİ SONUÇLARI	56
EK 2. YAPIŞMA TESTİ SONUÇLARI.....	58
EK 3. PARLAKLIK TESTİ SONUÇLARI	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Verniklerin teknik özellikleri	9
3.1. Çam ağacına ait sertlik(salınım) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi).....	13
3.2. Isıl işleme göre sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	14
3.3. Zamana göre sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	15
3.4. Kayın ağacına ait sertlik(salınım) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi) ..	17
3.5. Isıl işleme göre sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	18
3.6. Zamana göre sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	19
3.7. Kestane ağacına ait sertlik(salınım) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)	21
3.8. Isıl işleme göre sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	22
3.9. Zamana göre sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	23
3.10. Çam ağacına ait yapışma (Mpa) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)....	26
3.11. Isıl işleme göre yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	27
3.12. Zamana göre yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları.....	28
3.13. Kayın ağacına ait yapışma (Mpa) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)..	30
3.14. Isıl işleme göre yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	31
3.15. Zamana göre yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları.....	32
3.16. Kestane ağacına ait yapışma (Mpa) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi	34
3.17. Isıl işleme göre yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	35
3.18. Zamana göre yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları.....	36
3.19. Çam ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları(anova çizelgesi)	39
3.20. Isıl işleme göre parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	40
3.21. Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	41
3.22. Kayın ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları(anova çizelgesi)	43
3.23. Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	44
3.24. Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	45
3.25. Kestane ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları(anova çizelgesi)	47
3.26. Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	48
3.27. Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları	49

GRAFİKLER DİZİNİ

<u>Grafik</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Isıl işlem ve sertlik(salınım) ortalamaları.....	14
3.2. Zaman ve sertlik(salınım) ortalamaları	16
3.3. Vernik türü ve sertlik(salınım) ortalamaları.....	17
3.4. Isıl işlem ve sertlik(salınım) ortalamaları.....	19
3.5. Zaman ve sertlik(salınım) ortalamaları	20
3.6. Vernik türü ve sertlik(salınım) ortalamaları.....	21
3.7. Isıl işlem ve sertlik(salınım) ortalamaları.....	23
3.8. Zaman ve sertlik(salınım) ortalamaları	24
3.9. Vernik türü ve sertlik(salınım) ortalamaları.....	25
3.10. Sertlik direnci(salınım) aritmetik ortalama değişim oranları(%)	25
3.11. Isıl işlem ve yapışma (Mpa) ortalamaları.....	28
3.12. Zaman ve yapışma (Mpa) ortalamaları	29
3.13. Vernik türü ve yapışma (Mpa) ortalamaları.....	30
3.14. Isıl işlem ve yapışma (Mpa) ortalamaları.....	32
3.15. Zaman ve yapışma (Mpa) ortalamaları	33
3.16. Vernik türü ve yapışma (Mpa) ortalamaları.....	34
3.17. Isıl işlem ve yapışma (Mpa) ortalamaları.....	36
3.18. Zaman ve yapışma (Mpa) ortalamaları	37
3.19. Vernik türü ve yapışma (Mpa) ortalamaları.....	38
3.20. Yapışma direnci (Mpa) aritmetik ortalama değişim oranları(%)	38
3.21. Isıl işlem ve parlaklık ortalamaları.....	40
3.22. Zaman ve parlaklık ortalamaları	42
3.23. Vernik türü ve parlaklık ortalamaları.....	43
3.24. Isıl işlem ve parlaklık ortalamaları.....	45
3.25. Zaman ve parlaklık ortalamaları	46
3.26. Vernik türü ve parlaklık ortalamaları.....	47
3.27. Isıl işlem ve parlaklık ortalamaları.....	49
3.28. Zaman ve parlaklık ortalamaları	50
3.29. Vernik türü ve parlaklık ortalamaları.....	51
3.30. Parlaklık ölçümü aritmetik ortalama değişim oranları(%).....	51

1. GİRİŞ

Mobilya sektörü dinamik bir yapıya sahip olup değişim ve teknolojik gelişmelerle etkileşim içerisinde. Bu özelliği ile sektörde kullanılan malzeme çeşidinin her geçen gün artmasına dayalı olarak farklı kombinasyonlar kurma olanağı sunmaktadır. Kullanılan malzemeler arasında mobilya ve dekorasyonun vazgeçilmez ve değişmezi olan ağaç malzemenin yeri ve önemi çok büyüktür.

Ağaç malzemeyi önemli kılan özelliklerinin başında onun, higroskopik, anizotrop ve organik yapıda oluşu gelmektedir. Higroskopiklik özelliği ağaç malzemenin ortamın rutubet ve sıcaklık değişikliklerine uyum sağlamasına olanak sağlamaktadır. Üç kesiş yönünde (enine, teğet, radyal) değişik çalışma oranlarına sahip oluşu anizotropluk özelliğinden kaynaklanmaktadır. Organik yapıda oluşu, yanma ve bazı mikroorganizmalar tarafından tahrip edilmesini kaçınılmaz hale getirmektedir [1].

Ağaç malzemenin kendine özgü çok sayıda avantajının olması, onu birçok uygulama alanında çekici hale getirmektedir. Ağaç malzeme, strüktürünün yanı sıra doğal görünümünün de etkisi ile mobilya ve dekorasyon elemanlarının üretiminde tercih edilmektedir. Ağaç türü seçiminde ise mekanik özellikler kadar renk ve dokusu da önem taşımaktadır. Ancak ağaç malzeme, organik oluşu nedeni ile kullanım yerinde maruz kaldığı dış etkilere karşı uzun süre dayanıklılık göstermemektedir. Bu nedenle, ağaç malzeme ile üretilen mobilya ve dekorasyon elemanlarının çeşitli maddeler ile korunması zorunlu hale gelmektedir [2].

Ahşabın dayanıklılığını artırmak için uygulanan ısıtma işlemi yüzyıllardan beri bilinmektedir. Öyle ki Vikingler ısıtma işlemi çit malzemesi gibi dış yapılarda 1000 yıl kadar önce kullanmışlardır [3].

Odunun ısıtma işlemine tabi tutulması konusunda ilk bilimsel çalışmalar 1930 yılında Alman bilim adamları Stamm ve Hansen tarafından, 1940 yılında A.B.D.'li bilim adamı White tarafından yapılmıştır. 1950'lerde Germans Bavendam, Runkel ve Buro bu konuda çalışmalara devam etmişlerdir. 1960'larda Kollman ve Schneider, 1970'lerde Rusche ve Burmester yine bu konuda çalışmışlardır. 1990'larda bu konuda Hollanda, Finlandiya ve Fransız bilim adamları oldukça fazla çalışma yapmışlardır [4].

Isıtma işlemi proseslerinde prensip olarak su buharı ve yüksek sıcaklıklar kullanılır. Proses şartları bu nedenle koroziv özellik taşımakta ve odundan su ve çeşitli bileşenler ayrışmakta ve buharlaşmaktadır. Isıtma işlemlerinde kullanılan ekipmanlar paslanmaz çelikten yapılmakta ve

uygulanan yüksek sıcaklıklar nedeniyle özel hazırlanmış radyatör ve güvenlik ekipmanları tercih edilmektedir. Ayrıca, prosesler sırasında odundan ayrılan komponentler koku vb. oluşumlar yarattığından bunları çevre ve insanlara zararlarının minimum düzeyde olması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir [5].

Esas ısı işlem fazında sıcaklık 185° C ile 215° C - 240° C'ye kadar çıkarılabilmektedir. Isıl işlem sırasında, ister herhangi bir şekilde kurutulmuş keresteye uygulansın, ister yüksek sıcaklıklarda kurutmanın devamı olarak uygulansın, sıcaklık yükselmesi nedeni ile yangın tehlikesi ortaya çıkmaktadır. Bu tehlikeyi önlemek için ısı işlem ortamı koruyucu madde buharı ile beslenir. Yüksek sıcaklıklarda saf kızgın buhar içerisinde kurutmada ısı işlem ortamı, kurutma ortamı olan saf kızgın su buharıdır. Saf kızgın su buharı ısı işlem aşamasında da koruyucu buhar görevi yapmakta ve odunun yanmasını engellemektedir [6,7]. Asıl ısı işlem fazının süresi, ağaç türüne, kereste kalınlığına, odunun kullanım yerinin özelliklerine göre değişmekte olup, genellikle 2-3 saattir [5].

Kondisyonlama ısı işlem prosesinin son aşamasını teşkil etmektedir. Bu fazda, ağaç malzeme kontrollü olarak soğutulmakta ve sıcaklık azalması odunda iç gerilmelere neden olmayacak şekilde düzenlenmektedir. Ayrıca bu aşamada odunun rutubet miktarı yine kontrollü olarak ağaç malzemenin kullanım yerinin özellikleri dikkate alınarak belirlenir ve belirlenen rutubete ulaşması sağlanır. Odunun kullanım yeri ve amacı bilinmiyorsa genellikle %5-7 arasında olması istenmektedir. Uygulanan sıcaklık ve ağaç türüne bağlı olarak bu faz 5 ile 15 saat arasında değişebilmektedir [6].

Isıl işleme uygulanan ağaç malzeme bina elemanları, kuru şartlarda kullanılacak mobilyalar, döşeme malzemesi, bahçe mobilyası, sauna elemanları banyo elemanları ve kapı-pencere doğramalarında, panjur, ses bariyerleri vb. kullanım yerlerine sahip olmaktadır [7].

Ağaç malzemenin korunmasında; yağlı koruyucu katmanlar, mumlu koruyucu katmanlar, cila katmanları (gomlak cilası) ve vernik katmanları geçmişten günümüze kadar koruyucu katman olarak kullanılmaktadırlar [8].

Dünyada tüketilen boyaların ve verniklerin büyük bir bölümü uzun yıllardır kullanılmaya alışılmış olan solvent bazlı olmuştur. Ancak 1970 yılında ABD'de imzalanmış olan 'clean air act' ile diğer ülkelerde benzerlikleri nedeni ile boya uygulamalarında ortaya çıkan uçucu organik bileşiklerin (Volatile Organic Component (VOC)) azaltılması ve önümüzdeki yıllarda öngörülen limit değerlerinin düşük tutulması gibi nedenlerle subazlı vernik ve boyaların önemi artmıştır. Çevre dostu olarak adlandırılan bu boyaları 'yüksek katı madde

içerikli boyalar', 'su bazlı boyalar', 'toz boyalar' ve radyasyonla sertleşen boyalar olmak üzere birkaç sınıfta toplamak mümkündür [9].

Su içerisinde çok küçük polimer damlacıklarının homojen şekilde dağıtıldığı sistemlerdir (Sütte olduğu gibi). Suyun buharlaşması ile polimer tanecikleri kaynaşır ve kuru film oluşturur [10].

Su çözücülü vernik, akrilik üretan reçinelerden elde edilen tamamen renksiz bir verniktir. Üretimdeki bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler, solvent olarak su ve eter glikol kullanılır. Parlak vernik üretiminde bileşime pigment katılmazken yarı mat olanlarda matlaştırıcı maddeler kullanılmıştır [11].

Su çözücülü sistemlerde esas çözücü su olmakla birlikte katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Bu sistemde kuruma mekanizması suyun buharlaşması esasına göre kurulu olup, su genellikle yardımcı solventlerden önce ayrılır. Kuruma aşamasında katmandan en son ayrılan solvent önem taşımaktadır. Çünkü karşılaştırılması muhtemel birçok katman kusuru bu son ayrılan solventin özelliklerine bağlı olarak giderilebilir. Başlangıç kuruması da yine yardımcı solventler tarafından belirlenir ve genellikle kurumayı yavaşlatmak üzere yardımcı solvent olarak, glikol eter, dietilen glikol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi etanol kullanılır. Uygulama ortamının bağıl nemi yüksek olduğunda, suyun buharlaşması zorlaştığı için yardımcı solventler daha önce ayrılır. Hâlbuki yardımcı solventlerin yayılmayı kolaylaştırma, bileşenlerin homojen karışımını sağlama ve devam ettirme gibi önemli katkıları vardır. Yardımcı solventlerin seçiminde hata yapıldığı veya olası kusurlu oluşumların önüne geçmek için gerekli önlemlerin alınmadığı durumlarda katman özellikleri bozulur, film karakteristikleri zayıflar, çatlak, mat ve donuk katman oluşumları görülebilir [12].

Bu sisteme ait boya/vernikler katman yapıcılarının özelliklerine bağlı olarak farklı kuruma, katman ve uygulama özelliklerine sahiptir. Ağaç işleri endüstrisinde kullanılmak üzere hazırlananların henüz geliştirme çalışmaları son şeklini almadığı için, özellikleri ile ilgili kesin bilgiler vermek yanıltıcı olabilir [12].

Su çözücülü vernik, sararma yapmayı renksiz ve kokusuzdur. Kuruması kimyasal olanlar dönüşümsüz katmanlar verir. Birden fazla kat aynı günde uygulanabilir. Temizlik maddeleri, yağlar ve sirke asidine karşı dayanıklıdır. Yaş film kalınlığı 70 -80 µm, olduğunda kuru film kalınlığı 25 - 35 µm olmakta, yoğunluğu ise 20°C'de 1,03±0,05 g/cm olup ambalajındaki görünümü sütümsü bir sıvıdır [13].

Günümüzde su çözücülü boya/verniklerde katman yapıcı olarak poliüretan, polyester, akrilik ve bazı alkid reçineler tek başlarına veya birlikte kullanılmaktadır. Bu reçineler termoplastik ve termoset olarak iki farklı yapıda olup boya/verniklerin katman, kuruma, uygulama ve diğer özelliklerini bu reçinelerin çeşit, form ve formülasyonunda kullanılan maddelerin miktarları belirlemektedir. Örneğin; su, solvent çözücülü poliüretan sistemlerin reaksiyonunda istenmeyen bir unsur olup, isosiyanat ile reaksiyona girerek üre oluşumuna sebep olur ve poliüretan reçinenin sertleşme reaksiyonu durur. Buna karşın su çözücülü poliüretan sistemlerde, su ve isosiyanat karbonik asit oluşturmak üzere reaksiyona sokulur, daha sonra bu asitin hızla kompozisyonu bozularak karbondioksit ve amine ayrışır. Amin diğer isosiyanat grubu ile reaksiyona girerek poliüre oluşturur ve kurumayı tamamlayıcı reaksiyonu başlatır. Su çözücülü poliüretan sistemlerde, NCO/OH değeri kuruma zamanını, zımparalanma yeteneğini, açık süreyi, katman sertliğini ve kimyasallara direnci belirler [12].

İngiltere'den ithal edilerek ülkemizde pazarlanan ve ağaç malzeme yüzeyleri için hazırlanmış bir su çözücülü vernikte "Akripol" reçine kullanıldığı belirtilmektedir. Verniğin üretiminde kullanılan reçine polimerleri 1 Å büyüklüğünde küresel tanecikler halinde olup, sertleştirici olarak polifonksiyonel azerdine (bir isosiyanat türü) kullanılmıştır. Bu haliyle kullanılan reçine termoset yapılı, vernik ise reaksiyon kurumalıdır. Ağaç malzeme yüzeyine uygulandıktan sonra hava ile temasa geçtiği andan itibaren moleküller kübik şekle dönüşmeye başlamakta ve kenarlar yumuşayıp polarik çengel gibi uzantılar oluşturmaktadır. Bu çengeller yardımı ile moleküller birbirlerini çekmekte ve su buharı dışında hiçbir şeyin geçişine müsaade etmeyen küpler oluşturmaktadır.

Bu verniğin test raporları ile desteklenmiş katman özelliklerinde, çevre dostu ve ISO 9000 kalite belgesine sahip olduğu, su, ışık, mantar ve mikroorganizma etkilerine, BS 476 sınıf I' e göre ateşe, % 25'lik sülfürik asite, % 36'luk hidroklorik asite, % 47'lik sodyum hidroksite, % 80'lik laktik asite ve tuzlu suya dayanıklı olduğu belirtilmiş, ayrıca, anti statik (yüzeyin toz-kir tutmaması) özellikte olduğu, -40 °C ile +60 °C arası sıcaklıklardaki termal şoklara dayanıklı olduğu, UV ışınları emme yeteneğinde olduğu, gıda ambalajlarında kullanıldığında bile toksik etkisi olmadığı, dikey yüzeylerde kullanıldığında 10 yıl kullanım ömrü olduğu, antigrafiti özellikte olduğu belirtilmektedir [12].

Su çözücülü vernikler, basit ve ucuz işlerde cila bezi, fırça, rulo, sünger vb. ile elle uygulanabilir. Katman kalitesi ve üretim hızı yüksek işlerde püskürtme tabancası, silindri vernik sürme makinesi ve lak dökme makinesi kullanılmaktadır. Uygulamanın yapıldığı ortamdaki havanın sıcaklığı ve bağıl nemi önemli olup, sınırlar sıcaklıkta 20 °C, bağıl nemde ise

maksimum % 70 olmalıdır. Su çözücülü boya/vernüklerin kuruma süreleri de solvent çözücülüler gibi kısa olduğu için, katman kalitesi uygulama ve kurutma ortamındaki tozdan olumsuz etkilenir. Bu yüzden su çözücülü boya/vernükler tozsuz ortamlarda uygulanmalıdır. Diğer taraftan kurutma ortamında sürekli olarak havaya karışan su buharı bir süre sonra havayı doygun hale getirir. Bağıl nemi artan ortamda kurutulmak istenen vernüğin kuruma süresi uzar. Bu yüzden sürme ve kurutma ortamının iyi havalandırılarak nem ile doygun hale gelmiş havanın taze hava ile yer değiştirmesi sağlanmalıdır. Taze havanın ortama ısıtıldıktan sonra verilmesi kurutma süresini kısaltır [12].

Literatür çalışmaları göz önünde bulundurulduğunda; Highley, Kicle (1990), her geçen gün azalan orman alanlarına ters orantılı olarak kişi başına tüketimin artması, ağaç malzemenin daha uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ağaç malzemenin yüzeylerini dış etkilere karşi korumak amacıyla değişik vernük katmanı ile kaplamak en yaygın olarak kullanılan bir yöntem olduğunu bildirmiştir [14].

Isıl işlem görmüş ağaç malzeme genel olarak daha düşük bir yoğunluğa sahip olmaktadır. Buna esas olarak işlem sırasında odunun ağırlığında meydana gelen azalmalar yol açmaktadır. Yoğunluktaki ve odun komponentlerindeki değişimlere bağlı olarak ısıl işlem görmüş ağaç malzemenin direnç değerlerinde de önemli azalmalar meydana gelmektedir. Buna rağmen ağırlık-direnç oranında ise pratik olarak değişimler az olmaktadır. Eğilme direncinde 230° C sıcaklık ve 4 saat süre ile ısıl işlem uygulanan ağaç malzemede %40'lara kadar ulaşan direnç kaybı meydana gelebilmektedir. Sıcaklık 190° C' ye düşürüldüğünde ise azalmalar belirgin olarak düşmektedir. Vida tutma direncinde de yoğunluğa bağlı olarak azalmalar görülmekte fakat bu olumsuzluktan deliklerin önceden ve daha küçük açılması ile kaçınılabilmektedir [15, 16].

Isıl işlemler odunun denge rutubet miktarının azalmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda (220°C) uygulanan ısıl işlemler sonucu denge rutubet miktarı normal odunun hemen hemen yarısı kadar olabilmektedir. Isıl işlemler ayrıca çok belirgin olarak radyal ve teğet daralma miktarını da azaltmaktadır [5].

Isıl işlemler sonucunda odun hidrofobik (su itici) malzeme haline gelmekte ve bu esas olarak meydana gelen kimyasal bozunmaların sonucu olarak kabul edilmektedir. Higroskopisitede azalış odundaki hidrofilik (su çekici) bölgelerin özellikle karbonhidratların OH gruplarındaki kimyasal bozunmalara bağlanmaktadır. Ligninin plastikleşmesi ve ligno selülozik polimerik yapıların reorganizasyonu da artan hidrofobik özelliğin nedenlerinden sayılmaktadır [17, 18].

Yakın (2001), değişik ağaç türleri üzerine farklı yöntemlerle uygulanan farklı tipteki su bazlı verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu belirtilmiştir [9].

Sönmez, Budakçı (2004), su bazlı boya/vernik katman yapıcılarının özelliklerine bağlı olarak farklı kuruma, katman ve uygulama özelliklerine sahip olduğunu ağaç işleri endüstrisinde kullanılmak üzere hazırlananların henüz geliştirme çalışmaları son şeklini almadığı için, özellikleri ile ilgili kesin bilgiler vermenin yanıltıcı olabileceği bildirilmiştir [12].

Budakçı (1997), ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkilerini araştırmış, 3. kat vernik uygulamalarının sertlik üzerinde etkili olmadığını ancak parlaklık artışına neden olduğunu ve polimerik esaslı verniklerde, katman kalınlığını arttırmanın yüzeye yapışma mukavemetini arttırdığını tespit etmiştir [19].

Atar (1999), emprenyeli ve doğal haldeki sarıçam, doğu kayını, kestane ve sapsız meşe odunlarında 6 grup çözücü ile renk açma işlemi yapılmış, yüzeylerine su bazlı ve sentetik vernik uygulanmış, renk açma gereçlerinin verniklerin yüzeye yapışma direncini ortalama % 3-5 azalttığı, su bazlı vernikte en iyi sonucun elde edildiği belirtilmiştir [11].

Budakçı (2003), koruyucu katmanların yüzeye yapışma direncini ölçmek için pnömatik sistemle çalışan adezyon deney cihazı tasarlayıp üretimini gerçekleştirmiş, örnek bir çalışma yapmak üzere sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) göknar (*Abies* sp.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus Petrae* L.) odunları üzerine selülozik, poliüretan, akrilik ve su çözücülü vernik uygulayarak, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncini belirlemiştir. Farklı ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncine, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, deney cihazı ve katman kalınlığı farklılığının etkisinin önemsiz olduğunu, yapraklı ağaçlarda verniklerin yapışma direncinin yüksek, iğne yapraklı ağaçlarda ise düşük çıktığını ve en yüksek yapışma direncinin, polimerizasyonunu malzeme yüzeyinde tamamlayan poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiğini tespit etmiştir [20].

Johnson (1997), solvent bazlı verniklerin yapısında bulunan aminlerin zamanla oksidasyon sonucu sarardığı, oysa su bazlı verniklerin üretiminde sararmaya sebep olan bu kimyasalların kullanılmadığı rapor edilmiştir. [21].

Sönmez, Budakçı (2004), su çözücülü sistemlerin solvent çözücülü sistemlere göre; yüzey gerilimini azaltma, pigment ıslatıcılığını artırma, köpüklenmeyi azaltma ve emülsiyon yapıcı maddeleri kontrol altında tutma gibi konularda sorunları bulunduğu bildirilmiştir [12].

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; ağaç malzemeye uygulanan ısıtıl işlemin, ağaç malzemenin verniklenebilme özelliklerine etkilerini belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Ağaç Malzeme

Anatomik yapıları ve tekstür farklılığı nedeniyle ağaç malzemenin üstyüzey işlemlerine etkisi de farklılıklar göstermektedir. Bu araştırmada, ülkemizde mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, iğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam (*Pinus silvestris* L.), yapraklı ağaçlardan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* M.) kullanılmıştır. Deney örnekleri, tesadüfî seçilen 1. sınıf ağaç malzemedan, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından, ASTM-D 358 ve TS 801 esaslarına göre hazırlanmıştır [22].

2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Hava kurusu rutubetteki örnekler 110x110x10 mm ölçüsünde taslak olarak kesilmiş ve sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\%50 \pm 5$ olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Örneklerin ortalama rutubeti rastgele seçilen 10 örnekte $\%8 \pm 0,5$ olarak belirlenmiştir. Bu durumdaki taslaklar 100x100x8 mm ölçülerine getirildikten sonra önce 100 sonra 120 no'lu zımpara ile zımparalanmıştır. Örnek yüzeyinden tozlar verniklenmeden önce yumuşak kıllı bir fırça ve vakum kullanılarak temizlenmiştir.

Araştırmada; 3 ağaç türü *2 vernik çeşidi *3 ısıl işlem + kontrol örnekleri* 3 ısıl işlem zaman dilimi*5 numune olmak üzere toplam 300 adet örnek hazırlanmıştır.

2.3. Isıl İşlem Uygulamaları

Isıl işlem yaklaşık $\%8$ rutubetteki keresteye uygulanmıştır. Isıl işlem süresi, deneyin amacına uygun olarak numuneler 100° C, 150° C ve 200° C' de 2,4 ve 6 saat süre ile ısıl işleme tabi tutulmuştur.

Uygun sıcaklık ve zaman dilimi içerisinde bekletilen numuneler kontrollü olarak soğutulmakta ve sıcaklık azalması odunda iç gerilmelere neden olmayacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca bu aşamada odunun rutubet miktarı yine kontrollü olarak ağaç malzemenin deney durumları göz önünde bulundurularak $\%8 \pm 0,5$ ortalama rutubete ulaşması için 15 saat bekletilmiştir.

2.4. Vernik

Deney örneklerinin verniklenmesinde; (A) trimetal firmasına ait tek kompenatlı ve (B) hemel firmasına ait çift kompenatlı (Sayerlack VS 5341+ Sertleştiricisi AH 1547) su bazlı vernikler kullanılmıştır.

Verniklerin viskozite ölçümleri, 4 mm delik çaplı kap akışı ile 20 ± 2 °C sıcaklık 65 ± 5 bağıl nemde yapılarak 18 sn (98-100 cP) olarak belirlenmiştir.

Deneylerde kullanılan verniklerin pH değerleri, deneylerde kullanılan verniklerin katı madde miktarları, deneylerde kullanılan verniklerin kuru film kalınlıkları Çizelge 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Verniklerin teknik özellikleri

Özellikler	Vernik çeşidi	
	Tek kompenat	Çift kompenat
Katı madde miktarı % ağırlıkça	30±2	36±1
pH metre (25°C)	8,8	9,2
Katman kalınlığı(µm)	85	130

2.4.1. Vernik uygulaması

Verniklerin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Örneklerin verniklenmesinde ASTM D-3023 esaslarına uyulmuş Uzun kıllı fırça ile oda sıcaklığında ($\sim 20^{\circ}\text{C}$) tatbik edilmiştir.

Birinci firmaya ve ikinci firmaya ait vernikler perdah işlemleri tamamlanan numunelere üretici firma önerileri doğrultusunda dolgu katı olmadan 24 saat aralıklarla, katlar arasında zımpara işlemi yapılmadan üç kat uygulanmış ve üç hafta süre ile kurumaya bırakılmıştır.

Örneklerin yüzeylerine vernik uygulaması, üretici firmaların uygulanması gereken vernik miktarı önerilerine uyularak 0,01 hassasiyetli elektronik tartı ile tartılıp yapılmıştır.

2.5. Yapıştırıcı

Denemelerde, ASTM D-4541 ve TS EN-24624'e göre çift bileşenli epoksi reçineli vernik katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip 404 Çelik Yapıştırıcı 150 ± 10 g/m hesabı ile kullanılmıştır [23, 24].

2.6. Deneme Yöntemleri

Tam kuruması sağlanan örnekler, yapışma direnci ölçümleri için TS EN 24624 esaslarına uygun olarak 23 ± 2 C sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında 3 hafta süre ile; sertlik ölçümleri için ANS/ISO 1522 ve parlaklık ölçümleri için TS 4318 EN ISO 2813 esaslarına uygun olarak 23 ± 2 C sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar klimatize edilmiştir [25, 26, 27].

2.6.1. Katı madde tayini

Katı madde tayininin amacı; eşit kalınlıkta katman hazırlayabilmek için vernik veya boyanın katman yapma özelliğini tespit etmektir. Bunun için; TS 6035 EN ISO 3251 esaslarına uyularak, vernikler darası önceden alınan $\emptyset 75 \pm 5$ mm'lik konkav saat camına $5 \pm 0,2$ g olacak şekilde damlalık ile konulmuş, daha sonra etüvde 60 °C' de ağırlıkça sabit hale gelene kadar bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücüler tamamen buharlaştırılarak, yeniden tartımları yapılmıştır [28].

Katı madde miktarları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K_m = [(V_u - \text{Ç}_b) / V_u] \cdot 100 \quad 2.1.$$

Burada;

V_u = Uygulanan vernik (g), G = Yaş ağırlık (g),

Ç_b = Buharlaştıran çözücü (g), D = Dara (g),

K_m = Katı madde (%) E = Kuru ağırlık (g),

$$[V_u = G - D, \quad \text{Ç}_b = G - E]$$

2.6.2. Yüzeğe yapışma testi

Araştırmada, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci ASTM D-4541 ve TS EN 24624 esaslarına uyularak, pnömatik sistemle çalışan adezyon test cihazında belirlenmiştir [29, 30].

Koruyucu katmanla kaplanan ve tam kuruması sağlanan örnek yüzeylerine 20 mm olan çekme silindirleri, kalıp yardımıyla normal oda sıcaklığında yapıştırılmıştır. Jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları 2 saat sonra bir ıspatula yardımı ile temizlenmiş ve 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır.

Çekme silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, malzeme yüzeyine kadar kesici yardımıyla kesilmiştir. İşleme yalnızca yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlamıştır [20].

Adezyon cihazında örnekler yüzeye yapıştırılan silindirlerden çekilerek kopartılmış ve kopma anındaki kuvvet kaydedilmiştir. TS EN 24624 ve ASTM D 4541 standartlarına uyularak çekme gerilmesinin, deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanmasına özen gösterilmiştir. Yapışma direnci aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır [29, 30].

$$X = 4 F / \pi \cdot d^2 \quad 2.2$$

Burada;

F= Kopma anındaki kuvvet (Newton), d= Çekme silindirinin çapı (mm)

X= Yapışma direnci (MPa).

2.6.3. Pandüllü sertlik testi

Vernik katmanının dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen sertlik değerleri ANS/ISO 1522'de belirtilen esaslara uyularak, pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile köning yöntemine göre yapılmıştır [31].

Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde 63±3.3 HRC sertliğinde ve 5±0.0005 mm çapında iki bilye ile salınım yapan pandül salınımlarına göre katman sertliklerini belirler. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler sert, az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertliktedir [32].

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri ANS/ISO 1522'de belirtilen esaslar çerçevesinde 23±2°C sıcaklık ve % 50±5 bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir [31].

2.6.4. Yüzey parlaklık ölçümü

Vernikli yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak TS 4318 EN ISO 2813'de belirtilen esaslar çerçevesinde ölçümleri parlaklık ölçüm cihazı (Gloss-metre) ile yapılmıştır [33].

Gloss-metre, bir ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana gelmektedir [32].

Boya ve vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken, 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılmaktadır [32].

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri TS 4318 EN ISO 2813'de belirtilen esaslar çerçevesinde $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir. $60^{\circ}\pm 2^{\circ}$ parlaklık seviyesinde test edilerek, elde edilen değerler, parlaklık derecesi 100 olarak kabul edilen siyah kalibrasyon cam paneline göre değerlendirilmiştir [33].

Ölçümler her bir yüzey için liflere paralel olacak şekilde yapılmıştır. Elde edilen değerlerin aritmetik ortalamaları A ve B verniği için ayrı ayrı bulunmuştur.

2.6.5. Kuru Film Kalınlığı Tayini

Testlerde film kalınlıkları etkili bir etkendir. Bu sebeple deneylerden önce, numunelere sürülüp tam kuruması gerçekleşen vernik katmanlarının kuru film kalınlıkları, 5µm (mikron) hassasiyetle ölçüm yapabilen komperatörle ASTM. D-1005 esaslarına uyularak belirlenmiştir [34].

Ölçümlerden önce komperatör tam düzgün ve traşlanmış cam veya sac levha üzerinde dik konumda iken gösterge ibresi sıfır olacak şekilde kalibre edilmiştir. Vernik katmanı gösterge iğnesinin girebileceği büyüklükte örneğin değişik bölgelerinden ağaç yüzeyine kadar kaldırılmıştır. Ayaklar, vernikli yüzeyde ve alet dik konumda iken açılan kertiklerde ibrenin gösterdiği rakamlar mikron cinsinden okunmuştur. Farklı yerlerden yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak, kuru film kalınlığı hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Tüm verilerin normal dağılıma uyduğu görülmüştür. Bu nedenle bir transformasyon (dönüşüm) yapılmamıştır.

3.1. Sertlik Direnci Ölçümleri (Salınım)

Çam ağacına ait sertlik direncine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çam ağacına ait sertlik(salınım) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Ortalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	1452,776(a)	6	242,129	24,579	,000	
Etkileşim	105463,606	1	105463,606	10705,978	,000	
Isıl İşlem	370,422	2	185,211	18,801	,000	17,57
Zaman	81,756	2	40,878	4,150	,019	3,45
Vernik Türü	954,810	1	954,810	96,926	,000	40,31
Hata	916,134	93	9,851			
Toplam	131753,000	100				
Düzeltilmiş Toplam	2368,910	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 18,801, P < 0,01$), zamanın ($F = 4,150, P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 96,926, P < 0,01$) çam sertlik üzerinde etkili olduğuna karar verilir. Sertliğe ilişkin değişkenliğin %40,31'i vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart Sapma	3,14	R-Kare	0,6133
Ortalama	35,97	Düzeltilmiş R-Kare	0,5883

R- kare değeri 0,6133 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin orta derecede güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, sertlik ortamlarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Isıl işleme göre, sertlik(salınım) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl İşlem	N	Gruplar	
		1	2
200derece	30	33,5333	
150derece	30	35,2667	
Yok	10		38,0000
100derece	30		38,4333
Sig.		,084	,663

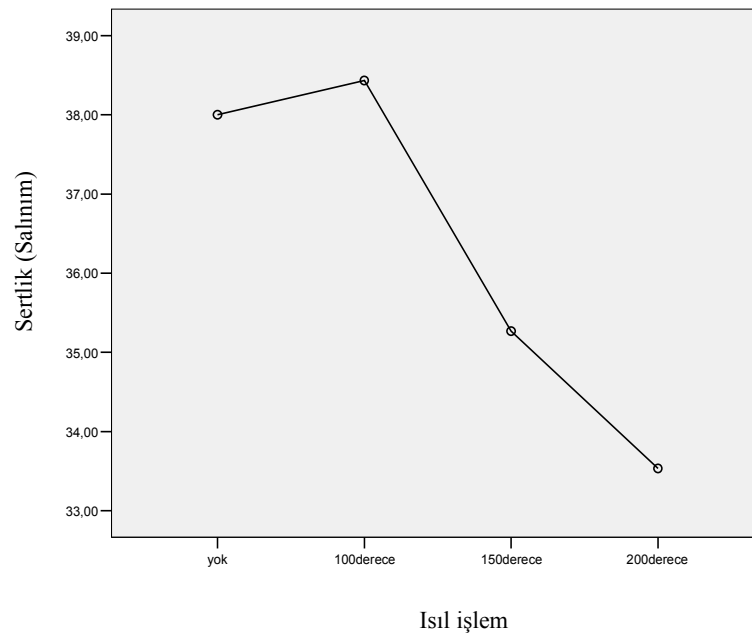
Alpha = ,05

Ortalamalar iki grupta yer aldığından; 200°C derece - 150°C derecedeki sertlik ortalamaları birbirinden farklı ve I. alt grubu, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki sertlik ortalamaları birbirinden farklı ve II. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması sertliği 2 grupta olumsuz etkilemektedir.

Sertliğin en fazla olumsuz etkilenme dilimini 200°C derece - 150°C derecedeki sertlik, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki sertlik grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve sertlik ortalamalarına ait grafik 3.1'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi ısıl işleme göre sertlik ortalamaları arasında fark vardır.

**Grafik 3.1.** Isıl işlem ve sertlik(salınım) ortalamaları

Zamana göre, sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.3'deki gibidir.

Çizelge 3.3. Zamana göre, sertlik(salınım) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar		
		1	2	3
6saat	30	34,6000		
4saat	30	35,7000	35,7000	
2saat	30		36,9333	36,9333
Zaman Yok	10			38,0000
Sig.		,271	,217	,285

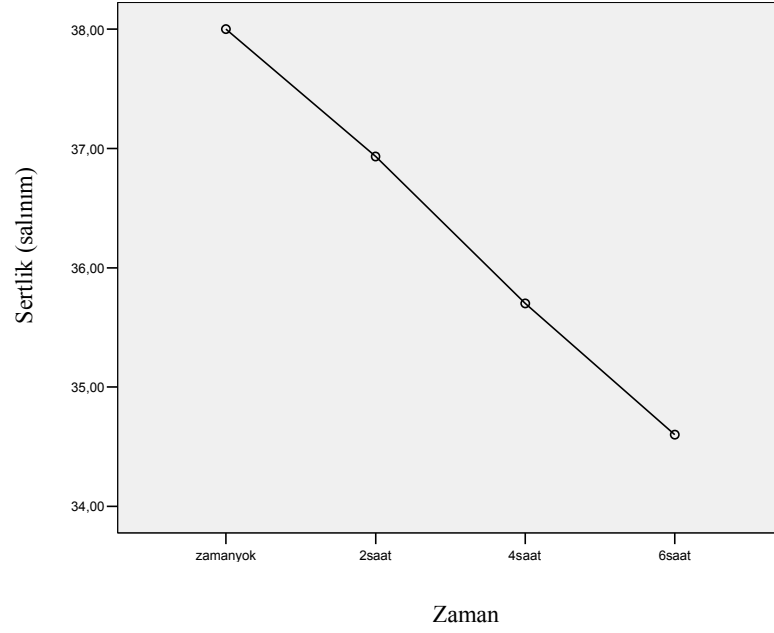
Alpha = ,05.

Ortalamalar üç grupta yer aldığından, 6 - 4 saat sertlik ortalaması birbirinden farklı ve I. alt grubu, 4 - 2 saat sertlik ortalaması birbirinden farklı ve II. alt grubu, 2 saat - kontrol örneği (zaman yok) birbirinden farklı ve III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması sertliği 3 grupta olumsuz etkilemektedir.

Sertliğin en fazla olumsuz etkilenme dilimini 6 - 4 saat artması, 2 - 4 saat artması ve 2 saat - kontrol örneği (zaman yok) sertlik grubu olarak belirlenmiştir.

Zaman ve sertlik ortalamalarına ait grafik 3.2'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi zamana göre sertlik ortalamaları arasında fark vardır.

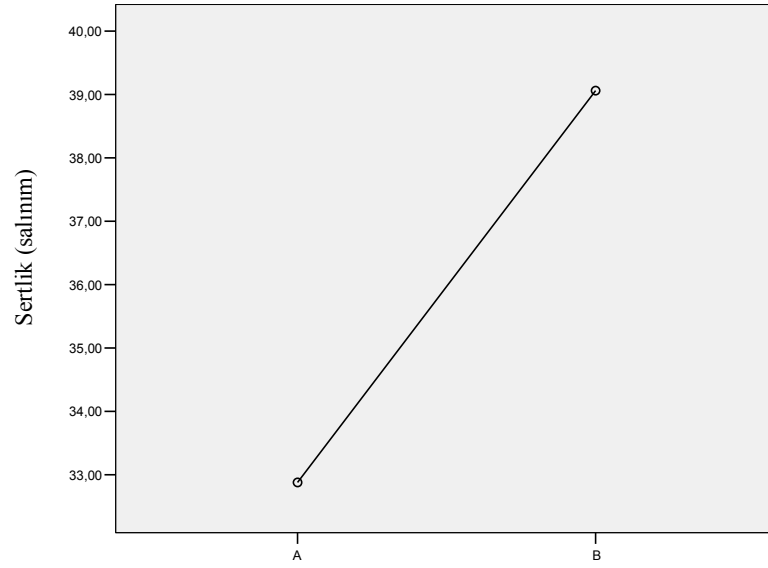


Grafik 3.2. Zaman ve sertlik(salınım) ortalamaları

Vernik türüne göre, sertliğe ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz.

Vernik türüne göre, sertlik ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenirlilik düzeyinden söylenebilir.

Vernik türü ve sertlik ortalamalarına ait grafik 3.3'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi vernik türüne göre sertlik ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Vernik Türü (A tek komponent – B çift komponent)

Grafik 3.3. Vernik türü ve sertlik(salinim) ortalamaları

Kayın ağacına ait sertlik direncine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3,4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Kayın ağacına ait sertlik(salinim) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Otalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	2142,902(a)	6	357,150	27,671	,000	
Etkileşim	256586,756	1	256586,756	19879,878	,000	
Isıl İşlem	890,556	2	445,278	34,499	,000	28,31
Zaman	159,756	2	79,878	6,189	,003	4,78
Vernik Türü	1036,840	1	1036,840	80,332	,000	31,02
Hata	1200,338	93	12,907			
Toplam	319862,000	100				
Düzeltilmiş Toplam	3343,240	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 34,499$, $P < 0,01$), zamanın ($F = 6,189$, $P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 80,332$, $P < 0,01$) kayın sertlik üzerinde etkili olduğuna karar verilir.

Sertliğe ilişkin değişkenliğin %31,02'si vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart Sapma	3,59	R-Kare	0,6410
Ortalama	56,26	Düzeltilmiş R-Kare	0,6178

R- kare değeri 0,6410 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin orta derecede güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, sertlik ortamlarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Isıl işleme göre, sertlik(salınım) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl işlem	N	Gruplar		
		1	2	3
200derece	30	52,4000		
150derece	30		55,5667	
Yok	10			58,5000
100derece	30			60,0667
Sig.		1,000	1,000	,171

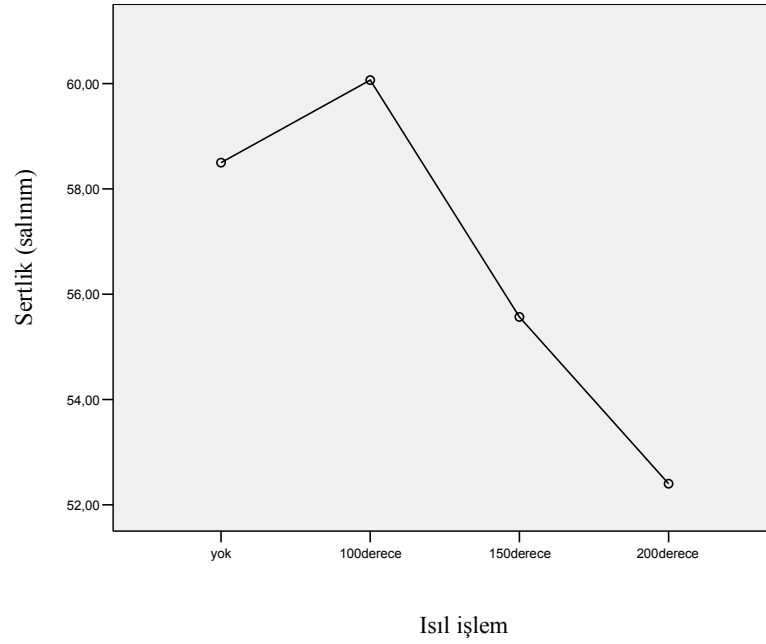
Alpha = ,05.

Ortalamalar üç grupta yer aldığından, 200°C derecedeki sertlik ortalaması I. alt grubu, 150°C derecedeki sertlik ortalaması II. alt grubu, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki sertlik ortalamaları birbirinden farksız ve III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması sertliği 3 grupta etkilemektedir.

Sertliğin en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki sertlik, 150°C derecedeki sertlik, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki sertlik grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve sertlik ortamlarına ait grafik 3.4'te görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre sertlik ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.4. Isıl işlem ve sertlik(salınım) ortalamaları

Zamana göre, sertlik ortamlarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.6'daki gibidir.

Çizelge 3.6. Zamana göre, sertlik(salınım) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar	
		1	2
6saat	30	54,2667	
4saat	30	56,2667	56,2667
2saat	30		57,5000
Zaman Yok	10		58,5000
Sig.		,082	,065

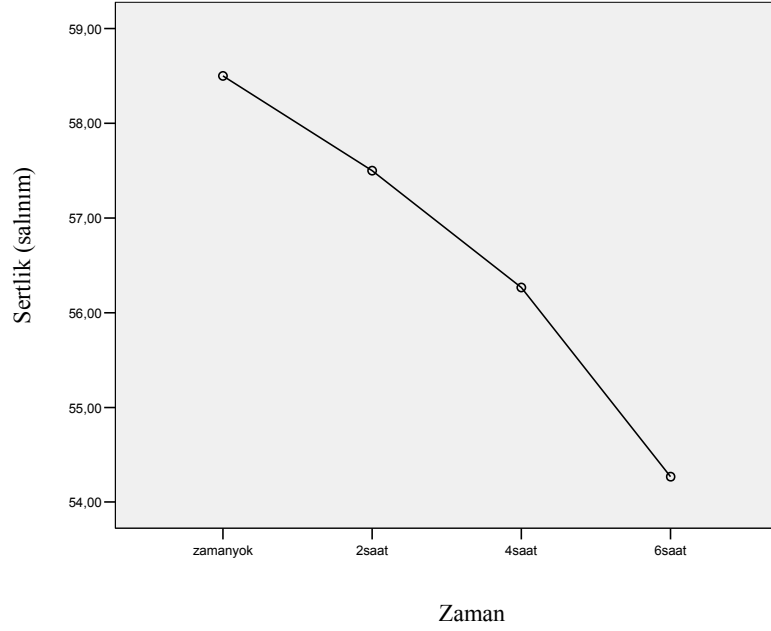
Alpha = ,05.

Ortalamalar iki grupta yer aldığından; 6 - 4 saat sertlik ortalaması birbirinden farklı ve I. alt grubu, 4 - 2 saat - kontrol örneği (zaman yok) olması durumu için sertlik ortalamaları birbirinden farklı ve II. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması sertliği 2 grupta olumsuz etkilemektedir.

Sertliğin en fazla olumsuz etkilenme dilimini 6 - 4 saat artması, 4 - 2 saat - kontrol örneği (zaman yok) sertlik grubu olarak belirlenmiştir.

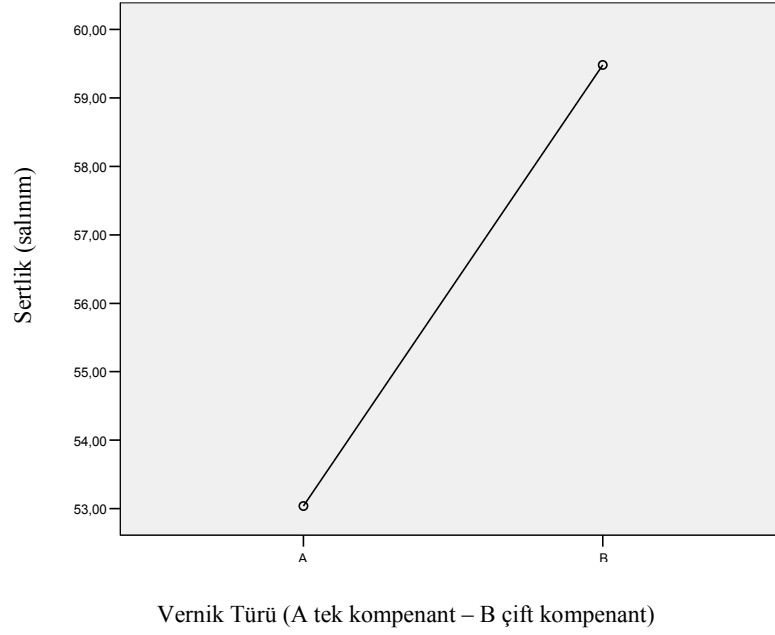
Isıl işlem ve sertlik ortalamalarına ait grafik 3.5'te görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre sertlik ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.5. Zaman ve sertlik(salınım) ortalamaları

Vernik türüne göre sertliğe ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, sertlik ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenilirlik düzeyinden söylenebilir.

Vernik türü ve sertlik ortalamalarına ait grafik 3.6'da görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi vernik türüne göre sertlik ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.6. Vernik türü ve sertlik(salınım) ortalamaları

Kestane ağacına ait sertlik direncine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.7' de verilmiştir

Çizelge 3.7. Kestane ağacına ait sertlik(salınım) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Ortalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	5174,042(a)	6	862,340	62,966	,000	
Etkileşim	174533,472	1	174533,472	12743,993	,000	
Isıl İşlem	500,822	2	250,411	18,284	,000	8,96
Zaman	93,956	2	46,978	3,430	,037	1,46
Vernik Türü	4502,410	1	4502,410	328,755	,000	69,83
Hata	1273,668	93	13,695			
Toplam	220539,000	100				
Düzeltilmiş Toplam	6447,710	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir. ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 18,284$, $P < 0,01$), zamanın ($F = 3,430$,

$P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 328,755$, $P < 0,01$) kestane sertlik üzerinde etkili olduğuna karar verilir. Sertliğe ilişkin değişkenliğin %69,83'ü vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart Sapma	3,70	R-Kare	0,8025
Ortalama	46,27	Düzeltilmiş R-Kare	0,7897

R- kare değeri 0,8025 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Isıl işleme göre, sertlik(salınım) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl işlem	N	Gruplar		
		1	2	3
200derece	30	43,2000		
150derece	30		45,7667	
Yok	10			48,9000
100derece	30			48,9667
Sig.		1,000	1,000	,955

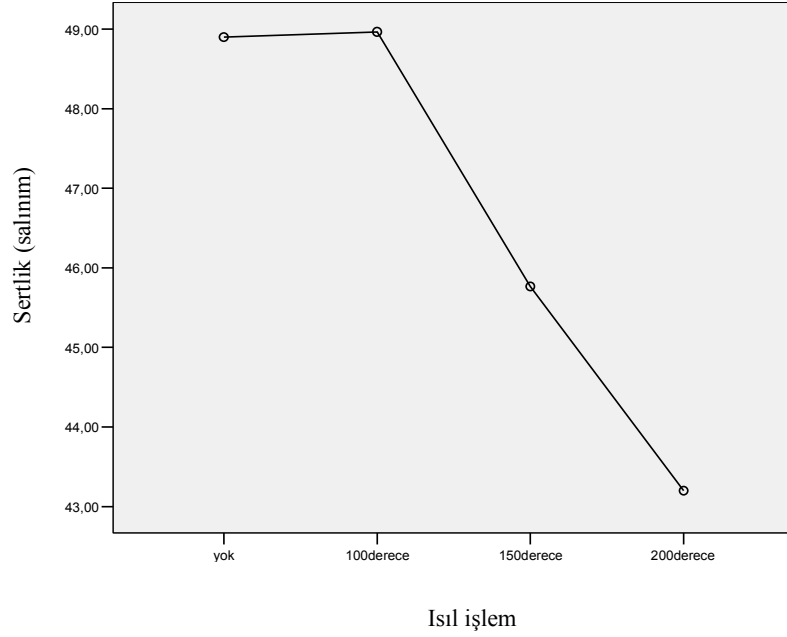
Alpha = ,05.

Ortalamalar üç grupta yer aldığından, 200°C derecedeki sertlik ortalaması I. alt grubu, 150°C derecedeki sertlik ortalaması II. alt grubu, kontrol örneği (yok) – 100°C derecedeki sertlik ortalaması birbirinden farksız ve III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması sertliği 3 grupta etkilemektedir.

Sertliğin en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki sertlik, 150°C derecedeki sertlik, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki sertlik grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve sertlik ortalamalarına ait grafik 3.7'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi zamana göre sertlik ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.7. Isıl işlem ve sertlik(salınım) ortalamaları

Zamana göre, sertlik ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.9'daki gibidir.

Çizelge 3.9. Zamana göre, sertlik(salınım) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar		
		1	2	3
6saat	30	44,8667		
4saat	30	45,7333	45,7333	
2saat	30		47,3333	47,3333
Zaman Yok	10			48,9000
Sig.		,461	,175	,184

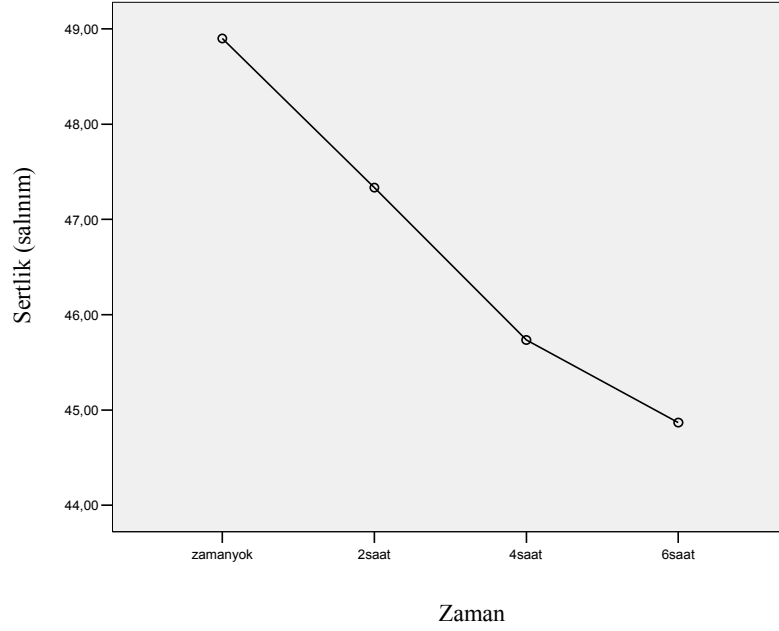
Alpha = ,05.

Ortalamalar üç grupta yer aldığından, 6 - 4 saat sertlik ortalaması birbirinden farklı ve I. alt grubu, 4 - 2 saat sertlik ortalaması birbirinden farklı ve II. alt grubu, 2 saat - kontrol örneği (zaman yok) birbirinden farklı ve III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması sertliği 3 grupta olumsuz etkilemektedir.

Sertliğin en fazla olumsuz etkilenme dilimini 6 - 4 saat artması, 2 - 4 saat artması ve 2 saat - kontrol örneği (zaman yok) sertlik grubu olarak belirlenmiştir.

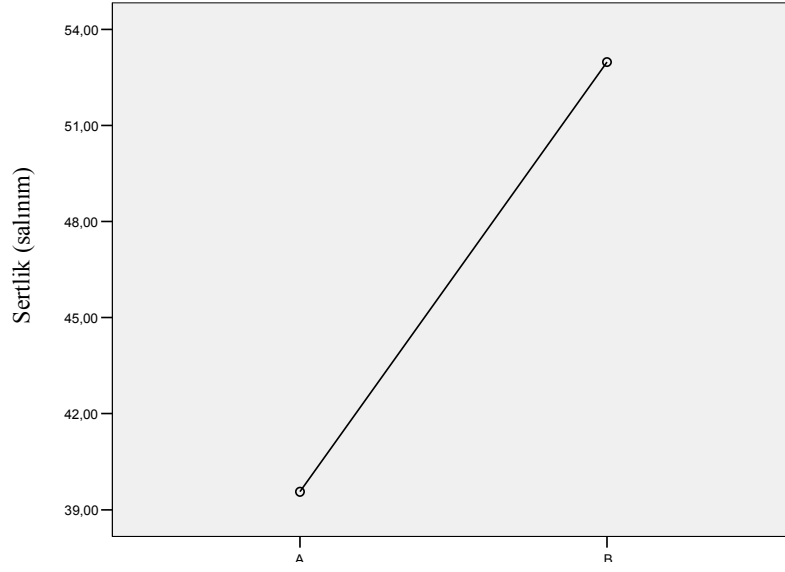
Zaman ve sertlik ortamlarına ait grafik 3.8’de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi zamana göre sertlik ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.8. Zaman ve sertlik(salınım) ortalamaları

Vernik türüne göre sertliğe ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, sertlik ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenilirlik düzeyinden söylenebilir.

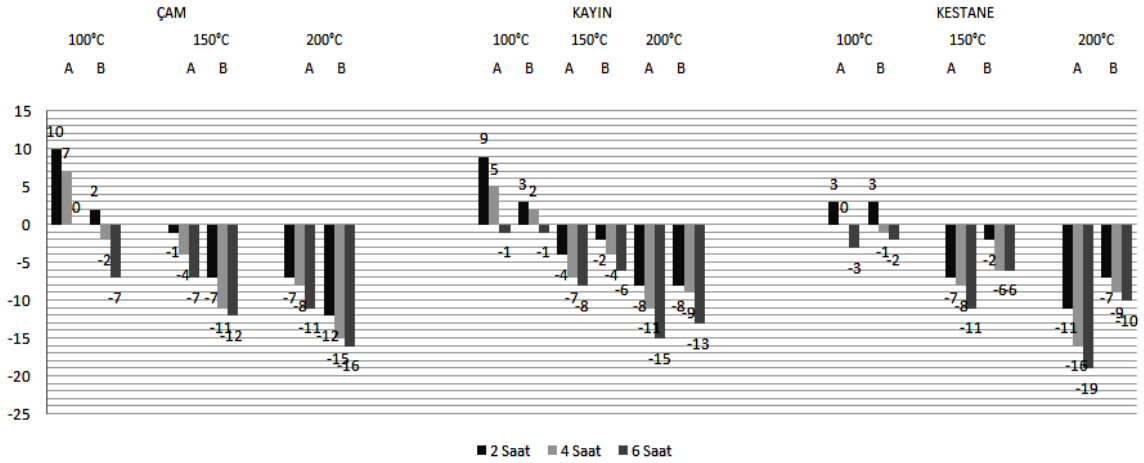
Vernik türü ve sertlik ortalamalarına ait grafik 3.9’da görülmektedir. Grafikten de gibi görüleceği vernik türüne göre sertlik ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Vernik Türü (A tek komponent – B çift komponent)

Grafik 3.9. Vernik türü ve sertlik(salinim) ortalamaları

Sertlik direnci aritmetik ortalama ölçüm değerlerindeki ısılsız işlemsiz numunelere göre değişim oranları grafik 3.10' de verilmiştir.



Grafik 3.10. Sertlik direnci(salinim) aritmetik ortalama değişim oranları(%)

Sertlik direnci değerleri; tüm ağaç türlerinde 100°C'de 2 saat ısılsız işleme tabi tutulan tüm numunelerde sertlik dirençlerinde iyileşmeler görülürken 100°C, 150°C ve 200°C'derecede 4 ve 6 saat bekletilen numunelerde sertlik direnci kriterlerinde olumsuzluklar tespit edilmiştir.

3.2. Yapışma Direnci Ölçümleri (Mpa)

Çam ağacına ait yapışma direncine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.10' da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Çam ağacına ait yapışma (Mpa) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Ortalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	15,534(a)	6	2,589	119,970	,000	
Etkileşim	1017,218	1	1017,218	47135,415	,000	
Isıl İşlem	4,637	2	2,318	107,431	,000	30,15
Zaman	,840	2	,420	19,457	,000	4,76
Vernik Türü	9,427	1	9,427	436,812	,000	53,61
Hata	2,007	93	,022			
Toplam	1260,901	100				
Düzeltilmiş Toplam	17,541	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 107,431$, $P < 0,01$), zamanın ($F = 19,457$, $P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 436,812$, $P < 0,01$) çam yapışma üzerinde etkili olduğuna karar verilir. Yapışmaya ilişkin değişkenliğin %53,61'i vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart Sapma	0,15	R-Kare	0,8853
Ortalama	3,53	Düzeltilmiş R-Kare	0,8779

R- kare değeri 0,8853 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Isıl işleme göre, yapışma(Mpa) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl İşlem	N	Gruplar		
		1	2	3
200derece	30	3,2357		
150derece	30		3,4734	
Yok	10			3,7644
100derece	30			3,7898
Sig.		1,000	1,000	,585

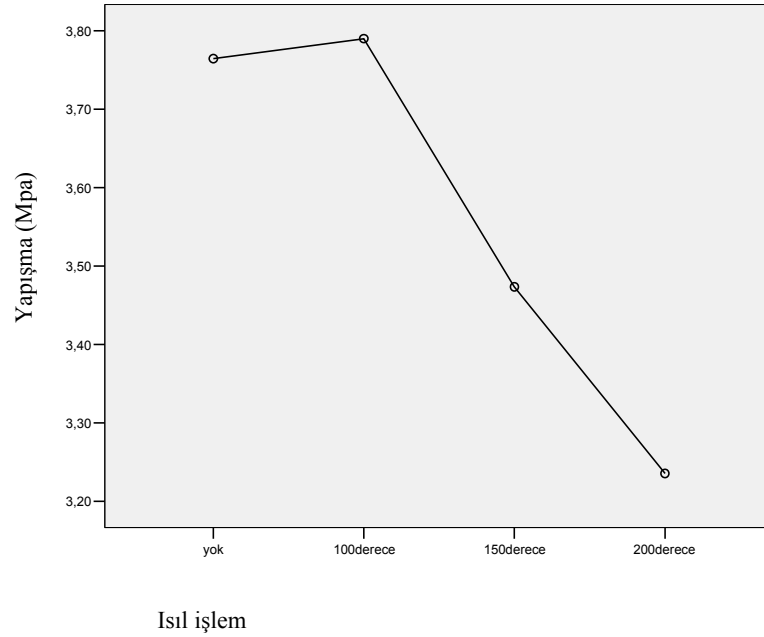
Alpha = ,05.

Ortalamaların üç grupta yer aldığından, 200°C derecedeki yapışma ortalaması I. alt grubu, 150°C derecedeki yapışma ortalaması II. alt grubu, kontrol örneği (yok) – 100°C derecedeki yapışma ortalaması birbirinden farklı ve III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıtma işleminin artması yapışmayı 3 grupta etkilemektedir.

Yapışmanın en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki yapışma, 150°C derecedeki yapışma, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki yapışma grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve yapışma ortalamalarına ait grafik 3.11'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi ısıtma işleme göre yapışma ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.11. Isıl işlem ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Zamana göre, yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.12'deki gibidir.

Çizelge 3.12. Zamana göre, yapışma (Mpa) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar			
		1	2	3	4
6saat	30	3,3758			
4saat	30		3,5117		
2saat	30			3,6115	
Zaman Yok	10				3,7644
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

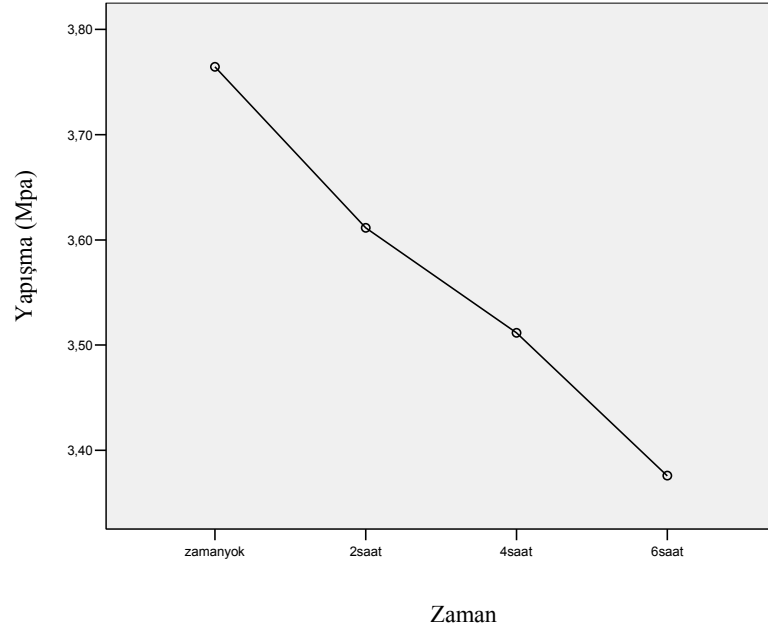
Alpha = ,05.

Ortalamaların her biri ayrı bir grupta yer aldığından, ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması yapışmayı 4 grupta etkilemektedir.

Yapışmanın en fazla olumsuz etkilenme diliminin 6 saat artması, 4 saat artması, 2 saat artması, kontrol örneği (zaman yok) yapışma grubu olarak belirlenmiştir.

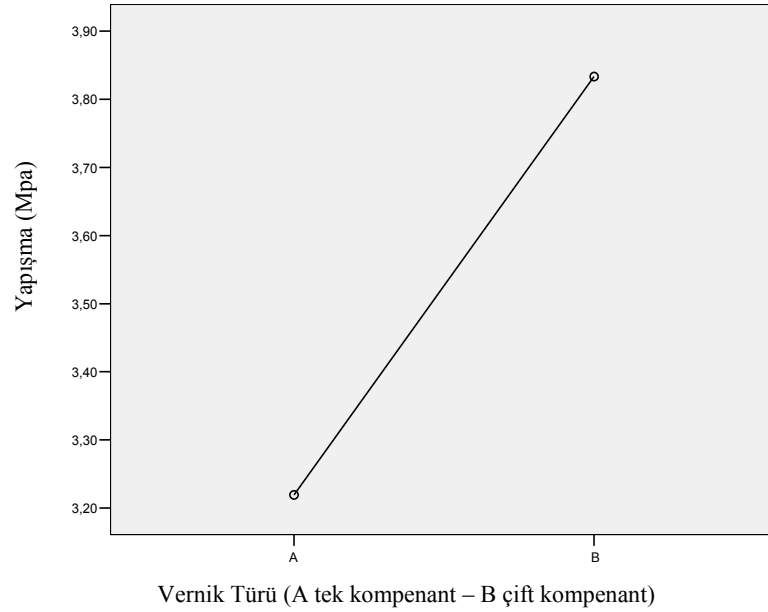
Zaman ve yapışma ortamlarına ait grafik 3.12’de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre yapışma ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.12. Zaman ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Vernik türüne göre yapışmaya ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, yapışma ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenilirlik düzeyinden söylenebilir.

Vernik türü ve yapışma ortamlarına ait grafik 3.13’de görülmektedir. Grafikten de gibi görüleceği vernik türüne göre yapışma ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.13. Vernik türü ve yapışma(Mpa) ortalamaları

Kayın ağacına ait yapışma direncine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.13' de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Kayın ağacına ait yapışma (Mpa) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Ortalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	10,731(a)	6	1,789	94,315	,000	
Etkileşim	2167,279	1	2167,279	114288,304	,000	
Isıl İşlem	3,156	2	1,578	83,218	,000	30,19
Zaman	,406	2	,203	10,702	,000	3,25
Vernik Türü	6,553	1	6,553	345,541	,000	52,41
Hata	1,764	93	,019			
Toplam	2680,878	100				
Düzeltilmiş Toplam	12,495	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 83,218$, $P < 0,01$), zamanın ($F = 10,702$, $P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 345,541$, $P < 0,01$) kayın yapışma üzerinde etkili olduğuna karar verilir. Yapışmaya ilişkin değişkenliğin %52,41'i vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart Sapma	0,14	R-Kare	0,8585
Ortalama	5,17	Düzeltilmiş R-Kare	0,8493

R- kare değeri 0,8585 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, yapışma ortamlarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Isıl işleme göre, yapışma(Mpa) ortamlarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl İşlem	N	Gruplar		
		1	2	3
200derece	30	4,9130		
150derece	30		5,1338	
100derece	30			5,3716
Yok	10			5,4012
Sig.		1,000	1,000	,498

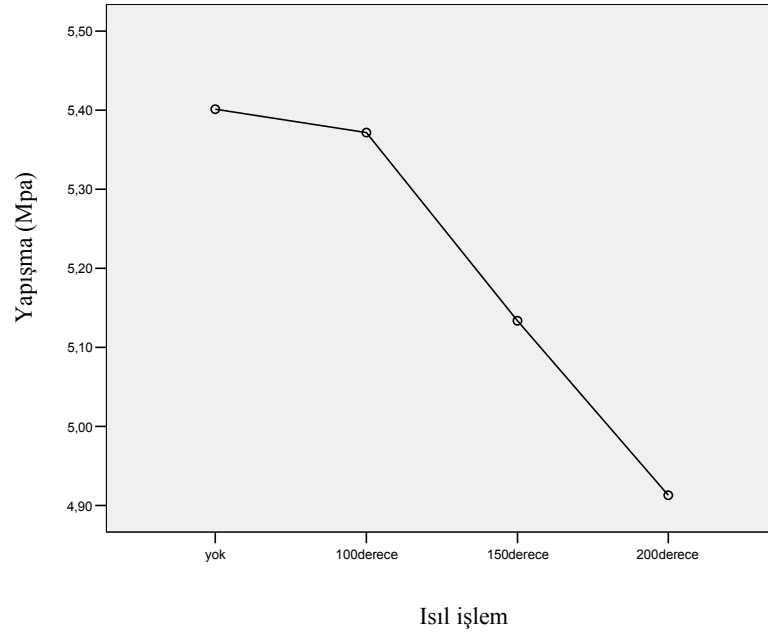
Alpha = ,05.

Ortalamaların üç grupta yer aldığından, 200°C derecedeki yapışma ortalaması I. alt grubu, 150°C derecedeki yapışma ortalaması II. alt grubu, 100°C derece - kontrol örneği (yok) yapışma ortalaması birbirinden farksız ve III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması yapışmayı 3 grupta etkilemektedir.

Yapışmayı en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki yapışma, 150°C derecedeki yapışma, 100°C derece - kontrol örneği (yok) yapışma grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve yapışma ortalamalarına ait grafik 3.14’de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi ısıl işleme göre yapışma ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.14. Isıl işlem ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Zamana göre, yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.15'deki gibidir.

Çizelge 3.15. Zamana göre, yapışma (Mpa) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar		
		1	2	3
6saat	30	5,0680		
4saat	30	5,1210		
2saat	30		5,2294	
Zaman Yok	10			5,4012
Sig.		,226	1,000	1,000

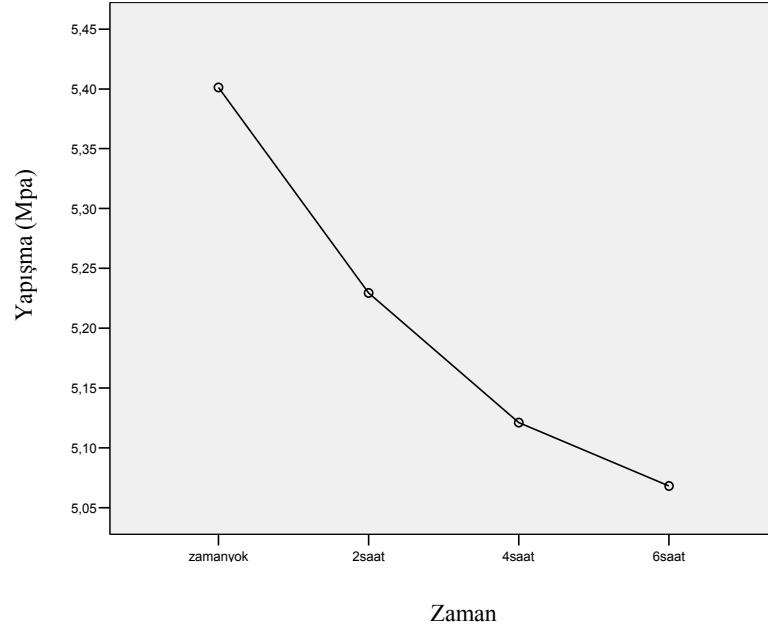
Alpha = ,05.

Ortalamalar üç grupta yer aldığından, 6 - 4 saat yapışma ortalaması birbirinden farklı ve I. alt grubu, 2 saat yapışma ortalaması II. alt grubu, kontrol örneği (zaman yok) III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması yapışmayı 3 grupta olumsuz etkilemektedir.

Yapışmanın en fazla olumsuz etkilenme dilimini 6 - 4 saat artması, 2 saat artması ve kontrol örneği (zaman yok) yapışma grubu olarak belirlenmiştir.

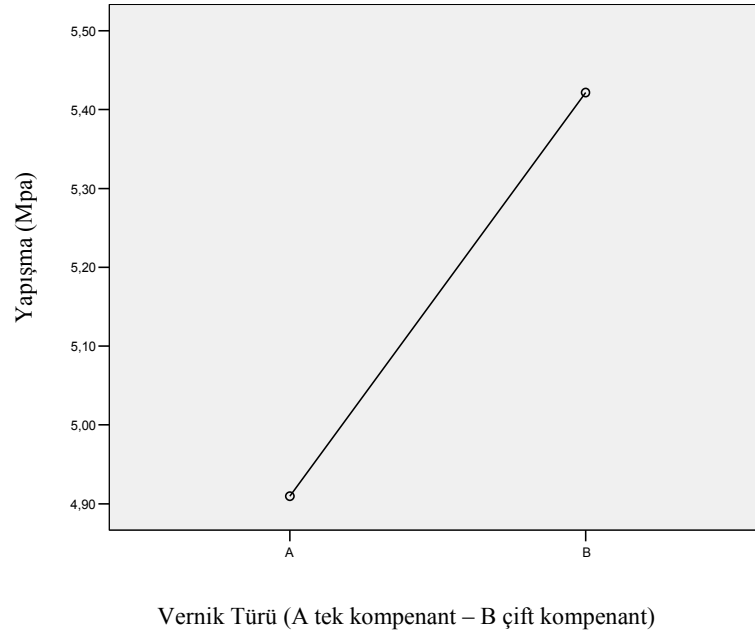
Zaman ve yapışma ortalamalarına ait grafik 3.15'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre yapışma ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.15. Zaman ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Vernik türüne göre parlaklığa ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, yapışma ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenilirlik düzeyinden söylenebilir.

Vernik türü ve sertlik ortalamalarına ait Grafik 3.16'da görülmektedir. Grafikten de gibi görüleceği vernik türüne göre sertlik ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.16. Vernik türü ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Kestane ağacına ait yapışma direncine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.16' da verilmiştir.

Çizelge 3.16. Kestane ağacına ait yapışma (Mpa) direncine ilişkin varyans analizi(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Ortalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	8,238(a)	6	1,373	54,181	,000	
Etkileşim	1234,895	1	1234,895	48732,102	,000	
Isıl İşlem	3,219	2	1,609	63,507	,000	33,74
Zaman	,411	2	,206	8,117	,001	3,91
Vernik Türü	4,260	1	4,260	168,098	,000	40,20
Hata	2,357	93	,025			
Toplam	1531,119	100				
Düzeltilmiş Toplam	10,594	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıtma işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamanındaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir ($p < 0,05$). Isıtma işleminin ($F = 63,507$, $P < 0,01$), zamanın ($F = 8,117$, $P < 0,01$),

ve vernik türünün ($F=168,098$, $P<0,01$) kestane yapışma üzerinde etkili olduğuna karar verilir. Yapışmaya ilişkin değişkenliğin %40,20'i vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart sapma.	0,16	R-Kare	0,7772
Ortalama	3,90	Düzeltilmiş R-Kare	0,7628

R- kare değeri 0,7772 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin orta derecede güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Isıl işleme göre, yapışma (Mpa) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl İşlem	N	Gruplar		
		1	2	3
200derece	30	3,6433		
150derece	30		3,8897	
Yok	10			4,0764
100derece	30			4,1062
Sig.		1,000	1,000	,555

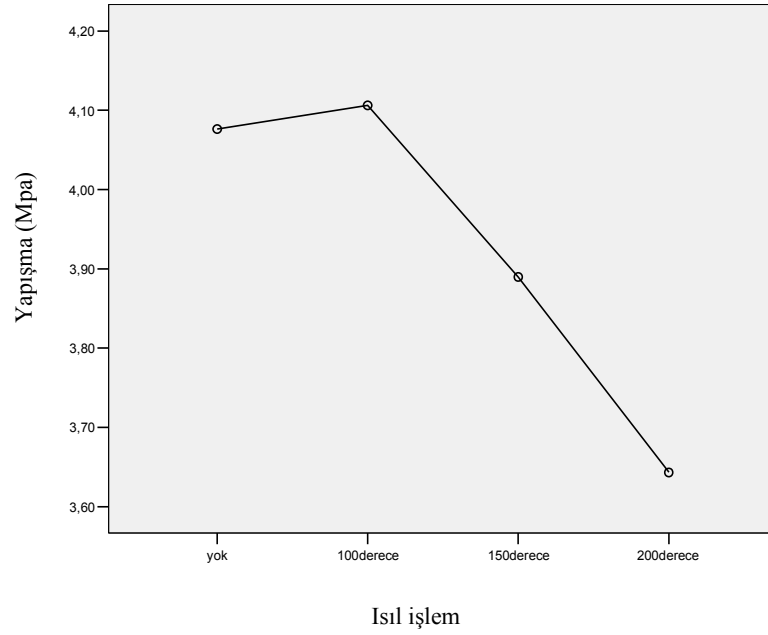
Alpha = ,05.

Ortalamaların üç grupta yer aldığından, 200°C derecedeki yapışma ortalaması I. alt grubu, 150°C derecedeki yapışma ortalaması II. alt grubu, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki yapışma ortalaması birbirinden farklı ve III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması yapışmayı 3 grupta etkilemektedir.

Yapışmayı en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki yapışma, 150°C derecedeki yapışma, kontrol örneği (yok) - 100°C derecedeki yapışma grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve yapışma ortalamalarına ait grafik 3.17'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi ısıl işleme göre yapışma ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.17. Isıl işlem ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Zamana göre, yapışma ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.18'deki gibidir.

Çizelge 3.18. Zamana göre, yapışma (Mpa) ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar		
		1	2	3
6saat	30	3,7984		
4saat	30	3,8769	3,8769	
2saat	30		3,9639	
Zaman Yok	10			4,0764
Sig.		,122	,087	1,000

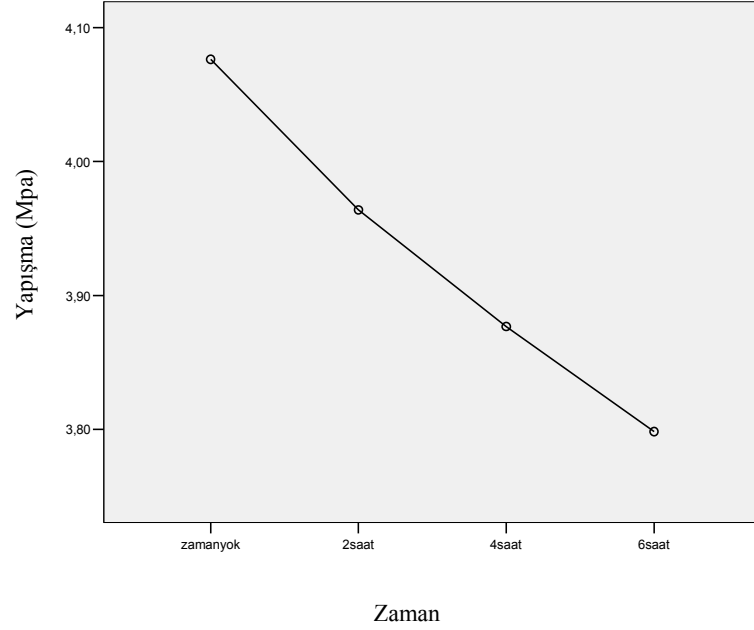
Alpha = ,05.

Ortalamalar üç grupta yer aldığından, 6 - 4 saat yapışma ortalaması birbirinden farklı ve I. alt grubu, 4 - 2 saat yapışma ortalaması II. alt grubu, kontrol örneği (zaman yok) III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması yapışmayı 3 grupta olumsuz etkilemektedir.

Yapışmanın en fazla olumsuz etkilenme dilimini 6 - 4 saat artması, 4 - 2 saat artması ve kontrol örneği (zaman yok) yapışma grubu olarak belirlenmiştir.

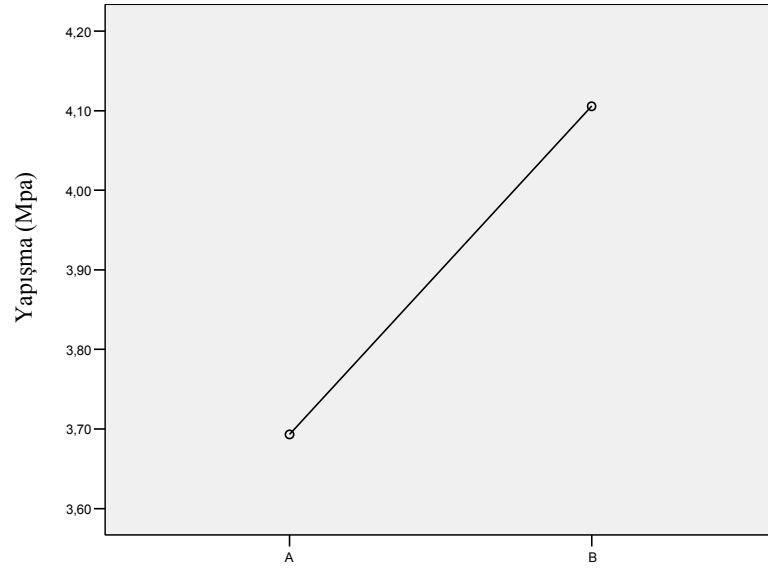
Zaman ve yapışma ortalamalarına ait grafik 3.18'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre yapışma ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.18. Zaman ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Vernik türüne göre yapışmaya ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, yapışma ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenirlilik düzeyinden söylenebilir.

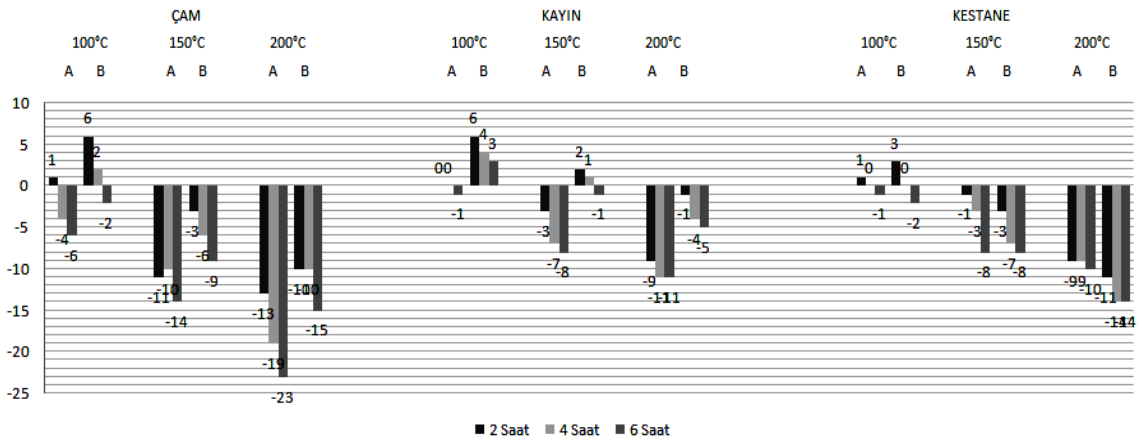
Vernik türü ve yapışma ortalamalarına ait grafik 3.19'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi vernik türüne göre yapışma ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Vernik Türü (A tek kompenant – B çift kompenant)

Grafik 3.19. Vernik türü ve yapışma (Mpa) ortalamaları

Yapışma direnci aritmetik ortalama ölçüm değerlerindeki ısılsız işlemsiz numunelere göre değişim oranları grafik 3.20' de verilmiştir.



Grafik 3.20. Yapışma direnci(Mpa) aritmetik ortalama değişim oranları(%)

Yapışma direnci değerleri; tüm ağaç türlerinde 100°C'de 2 saat ısılsız işleme tabi tutulan tüm numunelerde yapışma dirençlerinde iyileşmeler görülürken 100°C de 4 ve 6 saat, 150°C ve 200°C'de 2, 4 ve 6 saat bekletilen numunelerde yapışma direnci kriterlerinde olumsuzluklar tespit edilmiştir.

3.3. Parlaklık Ölçümleri

Çam ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.19' de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Çam ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Otalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	2728,144(a)	6	454,691	178,593	,000	
Etkileşim	368226,476	1	368226,476	144631,683	,000	
Isıl İşlem	340,523	2	170,261	66,875	,000	18,74
Zaman	70,385	2	35,192	13,823	,000	2,37
Vernik Türü	2102,223	1	2102,223	825,709	,000	70,90
Hata	236,774	93	2,546			
Toplam	453353,550	100				
Düzeltilmiş Toplam	2964,918	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 66,87, P < 0,01$), zamanın ($F = 13,82, P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 825, P < 0,01$) çam parlaklığı üzerinde etkili olduğuna karar verilir.

Parlaklığa ilişkin değişkenliğin %70.90'ı vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart sapma	1,60	R-Kare	0,9201
Ortalama	67,11	Düzeltilmiş R-Kare	0,9150

R- kare değeri 0,9201 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl işlem	N	Gruplar			
		1	2	3	4
200derece	30	64,4500			
150derece	30		66,2467		
100derece	30			69,1700	
Yok	10				71,5100
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

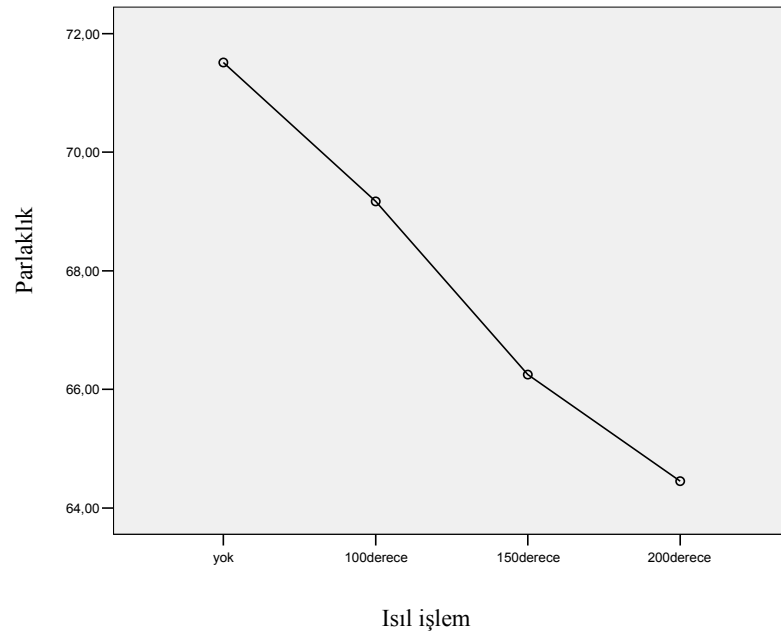
Alpha = ,05.

Ortalamaların her biri ayrı bir grupta yer aldığından, ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması parlaklığı 4 grupta etkilemektedir.

Parlaklığın en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki parlaklık, 150°C derecedeki parlaklık, 100°C derecedeki parlaklık, kontrol örneği (yok) parlaklık grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve parlaklık ortalamalarına ait grafik 3.21'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.

**Grafik 3.21.** Isıl işlem ve parlaklık ortalamaları

Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.21'deki gibidir.

Çizelge 3.21. Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar		
		1	2	3
6 saat	30	65,4400		
4 saat	30		66,8600	
2 saat	30		67,5667	
Zaman Yok	10			71,5100
Sig.		1,000	,165	1,000

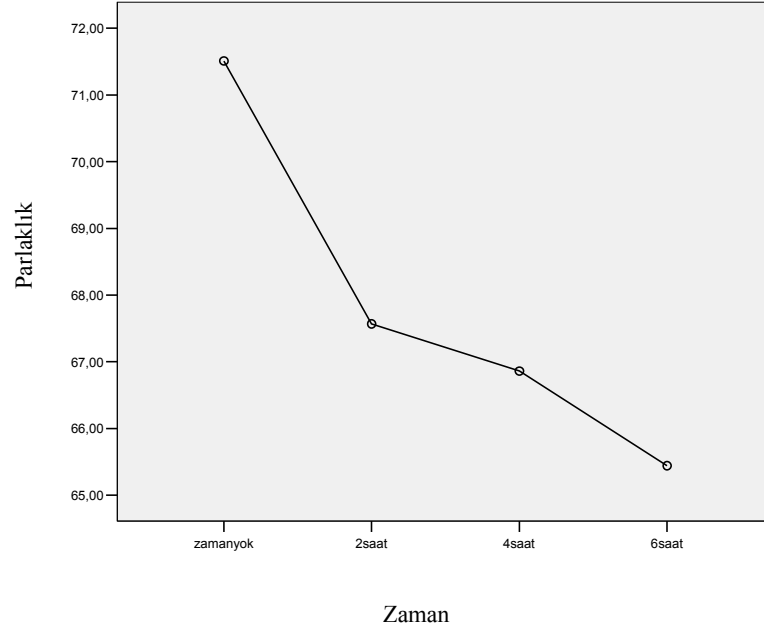
Alpha = ,05.

Ortalamalar üç grupta yer aldığından, 6 saat parlaklık ortalaması I. alt grubu, 4 - 2 saat parlaklık ortalaması birbirinden farksız ve II. alt grubu, kontrol örneği (zaman yok) III. alt grubu oluşturmuştur.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması parlaklığı 3 grupta olumsuz etkilemektedir.

Parlaklığın en fazla olumsuz etkilenme dilimini 6 saat artması, 4 - 2 saat artması ve kontrol örneği (zaman yok) parlaklık grubu olarak belirlenmiştir.

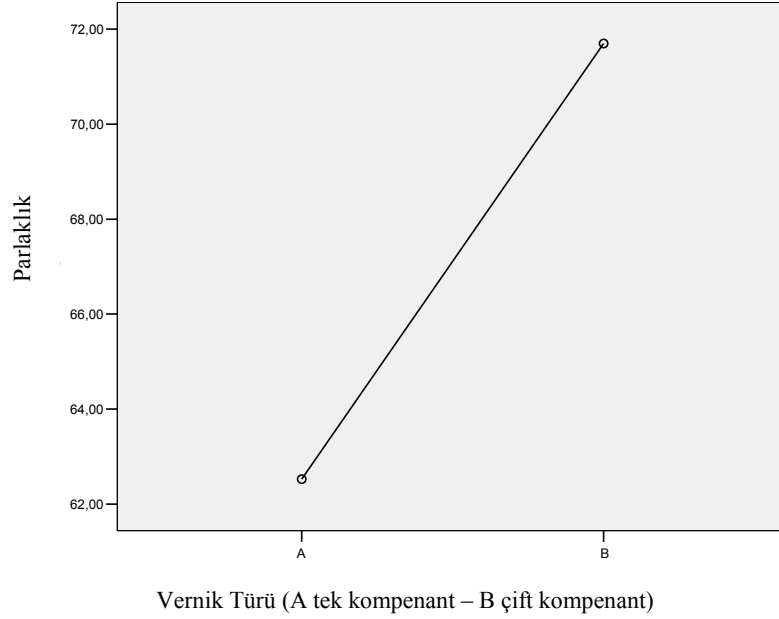
Zaman ve parlaklık ortalamalarına ait Grafik 3.22'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi zamana göre parlaklık ortalamaları arasında fark vardır.



Grafik 3.22. Zaman ve parlaklık ortalamaları

Vernik türüne göre parlaklığa ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, parlaklık ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenirlilik düzeyinden söylenebilir.

Vernik türü ve parlaklık ortalamalarına ait Grafik 3.23'da görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi vernik türüne göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.23. Vernik türü ve parlaklık ortalamaları

Kayın ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.22’ de verilmiştir

Çizelge 3.22. Kayın ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Ortalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	2984,727(a)	6	497,455	503,899	,000	
Etkileşim	366076,701	1	366076,701	370818,886	,000	
Isıl İşlem	328,563	2	164,281	166,410	,000	15,47
Zaman	49,698	2	24,849	25,171	,000	1,62
Vernik Türü	2459,168	1	2459,168	2491,024	,000	79,93
Hata	91,811	93	,987			
Toplam	452499,290	100				
Düzeltilmiş Toplam	3076,538	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 164,410$, $P < 0,01$), zamanın ($F = 25,171$, $P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 2491,024$, $P < 0,01$) kayın parlaklık üzerinde etkili olduğuna karar verilir. Parlaklığa ilişkin değişkenliğin %79,93’ü vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart sapma	0,99	R-Kare	0,9702
Ortalama	67,04	Düzeltilmiş R-Kare	0,9682

R- kare değeri 0,9702 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.23’de verilmiştir.

Çizelge 3.23. Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl işlem	N	Gruplar			
		1	2	3	4
200derece	30	64,3067			
150derece	30		66,6100		
100derece	30			68,9867	
Yok	10				70,6800
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

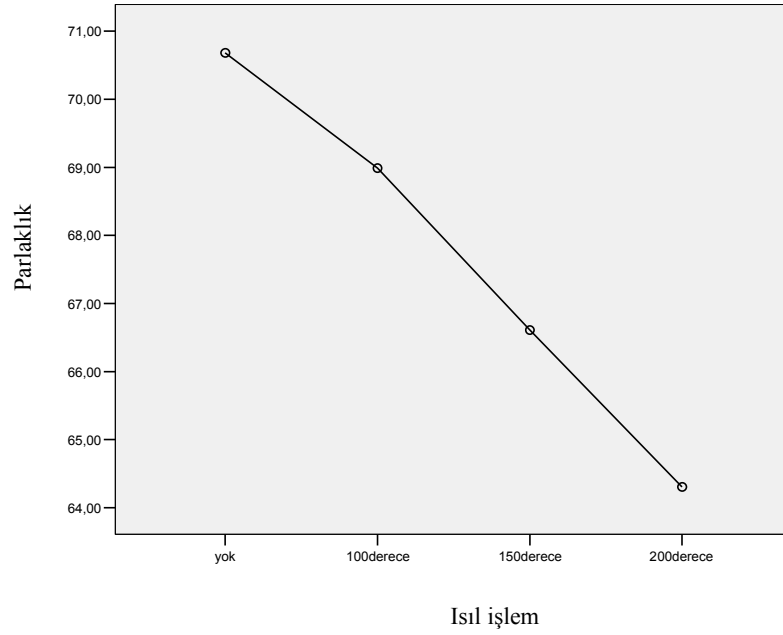
Alpha = ,05.

Ortalamaların her biri ayrı bir grupta yer aldığından, ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması parlaklığı 4 grupta etkilemektedir.

Parlaklığın en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki parlaklık, 150°C derecedeki parlaklık, 100°C derecedeki parlaklık, kontrol örneği (yok) parlaklık grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve parlaklık ortalamalarına ait grafik 3.24’de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.24. Isıl işlem ve parlaklık ortalamaları

Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.24'deki gibidir.

Çizelge 3.24. Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Ortalamalar			
		1	2	3	4
6saat	30	65,6933			
4saat	30		66,7000		
2saat	30			67,5100	
Zaman Yok	10				70,6800
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

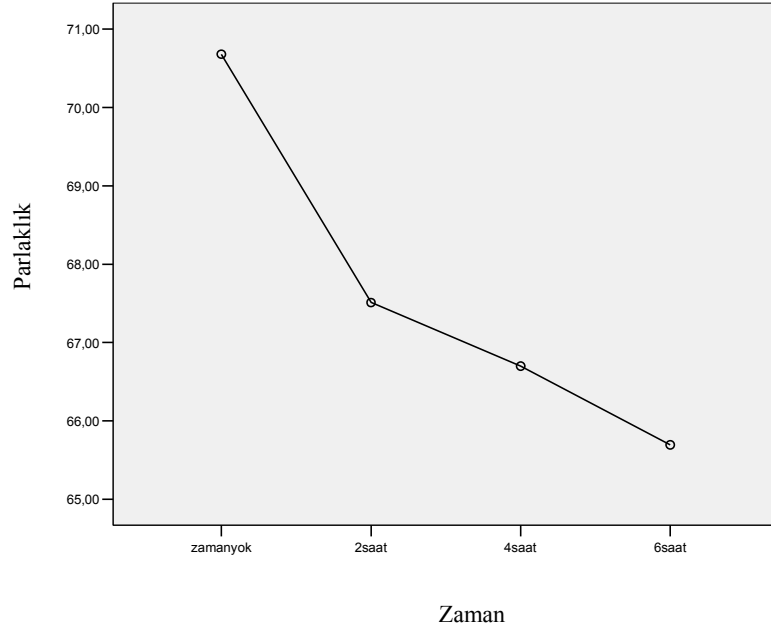
Alpha = ,05.

Ortalamaların her biri ayrı bir grupta yer aldığından, ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması parlaklığı 4 grupta etkilemektedir.

Parlaklığın en fazla olumsuz etkilenme diliminin 6 saat artması, 4 saat artması, 2 saat artması, kontrol örneği (zaman yok) parlaklık grubu olarak belirlenmiştir.

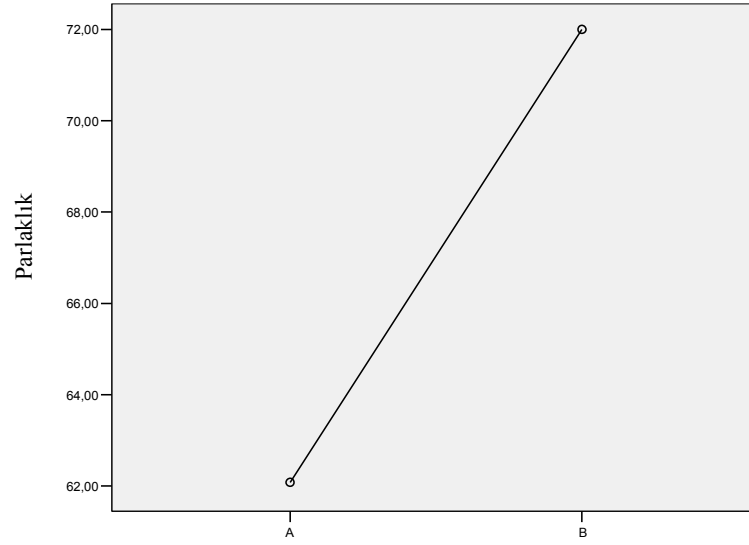
Zaman ve parlaklık ortalamalarına ait grafik 3.25'te görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.25. Zaman ve parlaklık ortalamaları

Vernik türüne göre parlaklığa ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, parlaklık ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenilirlik düzeyinden söylenebilir.

Vernik türü ve parlaklık ortalamalarına ait grafik 3.26'da görülmektedir. Grafikten de görüleceği vernik türüne göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Vernik Türü (A tek komponent – B çift komponent)

Grafik 3.26. Vernik türü ve parlaklık ortalamaları

Kestane ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.25’ da verilmiştir

Çizelge 3.25. Kestane ağacına ait parlaklığa ilişkin varyans analizi sonuçları(anova çizelgesi)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd*	Kareler Ortalaması	F	P**	% Katkı
Düzeltilmiş Model	2211,834(a)	6	368,639	753,426	,000	
Etkileşim	349624,939	1	349624,939	714564,960	,000	
Isıl İşlem	181,094	2	90,547	185,060	,000	11,46
Zaman	24,217	2	12,108	24,747	,000	1,07
Vernik Türü	1928,966	1	1928,966	3942,430	,000	85,46
Hata	45,503	93	,489			
Toplam	433485,960	100				
Düzeltilmiş Toplam	2257,338	99				

*Serbestlik Derecesi, **Olasılık değeri

Varyans analizi sonucunda, ısıl işlemdeki ve vernik türündeki değişiklik %1 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,01$) istatistiksel olarak önemlidir. Zamandaki değişiklik ise %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir. ($p < 0,05$). Isıl işlemin ($F = 185,060$, $P < 0,01$), zamanın ($F = 24,747$, $P < 0,01$), ve vernik türünün ($F = 3942,430$, $P < 0,01$) kestane parlaklığı üzerinde etkili olduğuna karar verilir. Parlaklığa ilişkin değişkenliğin %85,46’sı vernik türüne atfedilir.

Analize ait diğer veriler ise şöyledir;

Standart Sapma	0,70	R-Kare	0,9798
Ortalama	65,67	Düzeltilmiş R-Kare	0,9785

R-Kare değeri 0,9798 çıkmıştır ve buna bağlı olarak modelin güçlü olduğu söylenebilir.

Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.26'de verilmiştir.

Çizelge 3.26. Isıl işleme göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Isıl işlem	N	Gruplar			
		1	2	3	4
200derece	30	63,5733			
150derece	30		65,5100		
100derece	30			67,0400	
Yok	10				68,3100
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

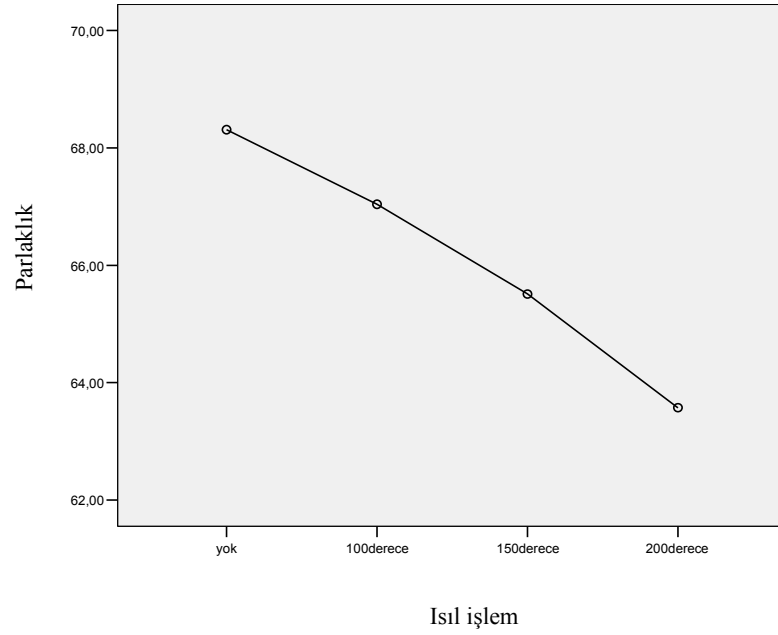
Alpha = ,05.

Ortalamaların her biri ayrı bir grupta yer aldığından, ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bu durum göz önünde bulundurularak ısıl işlemin artması parlaklığı 4 grupta etkilemektedir.

Parlaklığın en fazla olumsuz etkilenme diliminin 200°C derecedeki parlaklık, 150°C derecedeki parlaklık, 100°C derecedeki parlaklık, kontrol örneği (yok) parlaklık grubu olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem ve parlaklık ortalamalarına ait grafik 3.27'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.27. Isıl işlem ve parlaklık ortalamaları

Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları Çizelge 3.27'deki gibidir.

Çizelge 3.27. Zamana göre, parlaklık ortalamalarına ilişkin duncan test sonuçları

Zaman	N	Gruplar			
		1	2	3	4
6saat	30	64,7700			
4saat	30		65,3167		
2saat	30			66,0367	
Zaman Yok	10				68,3100
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

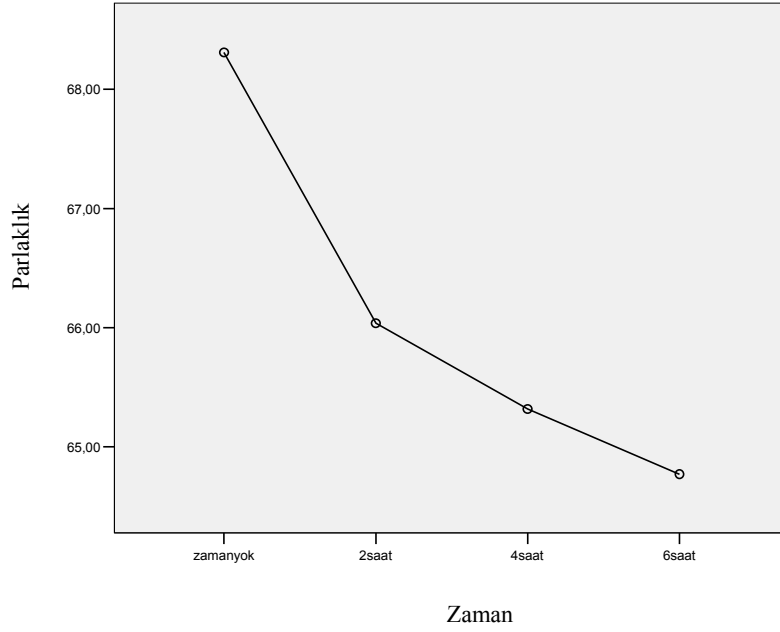
Alpha = ,05.

Ortalamaların her biri ayrı bir grupta yer aldığından, ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bu durum göz önünde bulundurularak zamanın artması parlaklığı 4 grupta etkilemektedir.

Parlaklığın en fazla olumsuz etkilenme diliminin 6 saat artması, 4 saat artması, 2 saat artması, kontrol örneği (zaman yok) parlaklık grubu olarak belirlenmiştir.

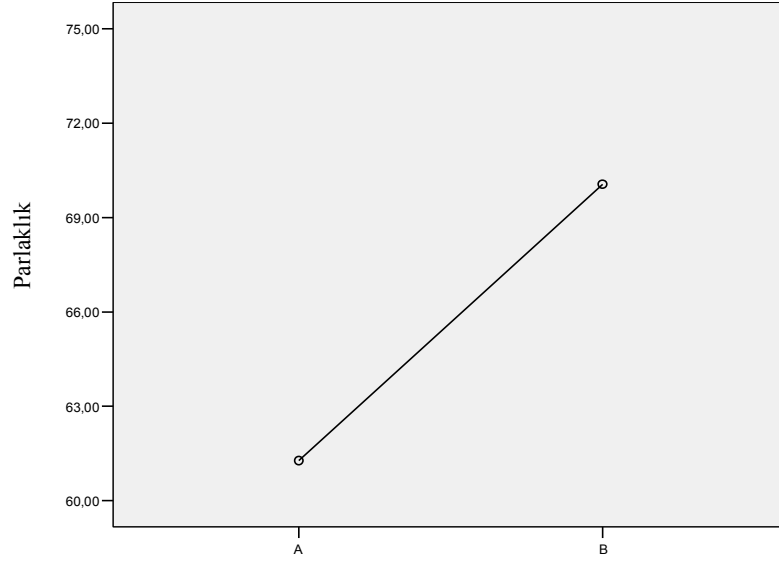
Zaman ve parlaklık ortalamalarına ait grafik 3.28'de görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi sıcaklığa göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Grafik 3.28. Zaman ve parlaklık ortalamaları

Vernik türüne göre parlaklığa ilişkin Duncan testi, vernik türüne ilişkin iki değişken olduğundan yapılamaz. Vernik türüne göre, parlaklık ortalamaları arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olduğu yukarıdaki varyans analizi sonuçlarına göre (anova çizelgesi) %95 güvenilirlik düzeyinden söylenebilir.

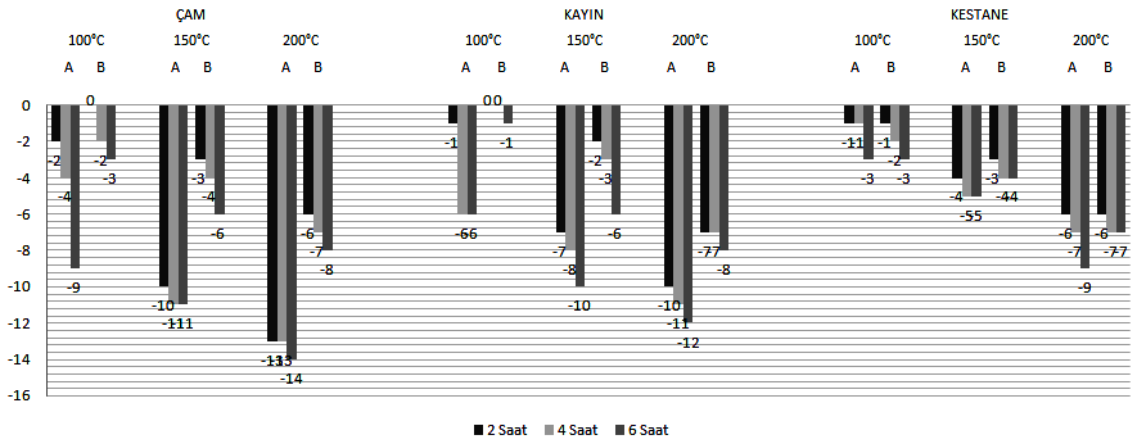
Vernik türü ve parlaklık ortalamalarına ait grafik 3.29'da görülmektedir. Grafikten de görüleceği gibi vernik türüne göre parlaklık ortalamaları arasında gözle görülür bir fark vardır.



Vernik Türü (A tek kompenant – B çift kompenant)

Grafik 3.29. Vernik türü ve parlaklık ortalamaları

Parlaklık ölçümü aritmetik ortalama değerlerindeki ısılsı işlemsiz numunelere göre değişim oranları grafik 3.30' da verilmiştir.



Grafik 3.30. Parlaklık ölçümü aritmetik ortalama değişim oranları(%)

Parlaklık değerleri; tüm ağaç türlerinde ısılsı işlem sıcaklık derecesinin ve ısılsı işlem süresinin artması tek ve çift kompenantlı vernik tipinde parlaklık değerlerinin düşmesine sebep olmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Sarıçam (*Pinus silvestris*), Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) ve Kestane (*Castanea sativa M.*) ağaçlarından elde edilen numuneler farklı derece ve zaman dilimi içerisinde ısıtılma tabii tutulduktan sonra çift ve tek komponentli olmak üzere 2 farklı tip su bazlı vernik uygulaması yapılmış ve su bazlı verniğin parlaklık, yüzeye yapışma ve sertlik direnci etkileri incelenmiştir.

Sonuç olarak; su bazlı vernik uygulaması için çift komponentli sistemler tercih edilmelidir.

Su bazlı vernik uygulamalarında sertlik direncinin arandığı işlemlerde; ısı derecesi ve zaman göz önünde bulundurularak herhangi bir ısıtılma işlemi uygulanmaması ya da 2 saat sürecinde 100°C' ye kadar ısıtılma işlemi uygulanması daha iyi sonuçlar vermiştir.

Su bazlı vernik uygulamalarında yapışma direncinin arandığı işlemlerde; ısı derecesi ve zaman göz önünde bulundurularak herhangi bir ısıtılma işlemi uygulanmaması ya da 100°C' ye kadar 2 saatten az zaman dilimi içerisinde ısıtılma işlemi uygulanması daha iyi sonuçlar vermiştir.

İşlemlerde parlaklık kriteri önemli ise ahşaba ısıtılma işlemi uygulanmamalıdır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Örs, Y. ve Keskin, H., “Ağaç Malzeme Bilgisi” *KOSGEB Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı*, Ankara, 52-55, 157-161 (2001).
- [2] Söğütü, C. ve Sönmez, A., "Değişik Koruyucular ile İşlem Görmüş Bazı Yerli Ağaçlarda UV Işınlarnın Renk Değiştirici Etkisi", *Gazi Üniversitesi Müh. Mimarlık Fak. Dergisi*, Ankara, 21(1): 151-159 (2006).
- [3] Kalaycıoğlu, H. 2003: Ahşap Zemin Döşemeleri Montaj ve Bakımı, Parke Dekorasyon Dergisi Sayı:12 Sayfa 94-100, Mayıs 2003.
- [4] Viitaniemi, P. 2000: New Properties for Thermally-Treated Wood, *Industrial Horizons*, p.9,(2002)
- [5] *Thermoodwood Handbook*. Finnish Thermowood Association, Helsinki , Finland (2003)
- [6] Syrjanen, T., Oy, K. 2001. Production and classification of heat treated wood in Finland . In: Review on heat treatments of wood, COST Action E22, EUR 19885, 7-15.
- [7] Kantay R.; Kartal N; Isıl İşlem Uygulamaları ve Isıl İşlem Görmüş Ağaç Malzemenin Özellikleri” Ahşap Dergisi Sayı: 33 Sayfa:36-42 (2007)
- [8] Sönmez, A. ve Budakçı, M., “Ağaç işlerinde Üst Yüzey İşlemleri 2, Koruyucu Katman ve Vernik Sistemleri”, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 11-14, 52-58, 75-81 (2004).
- [9] Yakın, M., “Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3-7 (2001).
- [10] Akzo Nobel Boya ve Vernik Sanayii, *Teknik Bülten*, İzmir (1998).
- [11] Atar, M., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemlerine Etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 15-17 (1999).
- [12] Sönmez, A., Budakçı, M., "Tahta Koruyucunun Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkisi", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 14(2): 305-314 (2001).
- [13] Atar, M., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemlerine Etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 15-17 (1999).
- [14] Highley, T.L., Kicle, T.K. Biological Degradation of Wood., *Phytopstholgy*. 69. (Blanchette, R.A. et al.). 1151-1157. (1990)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- [15] Jamsa, S., Viitaniemi, P., Heat treatment of wood – Better durability without chemicals. In: Review on heat treatments of wood, COST Action E22, EUR 19885, 17-22. (2001)
- [16] Yıldız, S., Isıl işlem uygulanan doğu kayını ve doğu ladini odunlarının fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman End. Müh. Anabilim Dalı Doktora Tezi, 265 Trabzon, (2002)
- [17] Boonstra, M.J., Tjeerdsma, B., Chemical analysis of heat-treated softwoods. Holz als Roh und Werkstoff 64(3): 204-211. (2006)
- [18] Kartal, S.N., Hwang, W.J., Imamura, Y. Water absorption of boron-treated and heat-modified wood. Journal of Wood Science (2007)
- [19] Budakçı, M., “Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeğe Yapışma Mukavemetine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-8 (1997).
- [20] Budakçı, M., “Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3-16 (2003).
- [21] Örs, Y., "Kurutma ve Buharlama Tekniği", *K.TÜ. Orman Fak., Orman Endüstri Müh.* Yayın No: 15, Trabzon (1986).
- [22] ASTM D 358 “Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings” *American Society for Testing and Materials*, 5-9 (1998).
- [23] ASTM D-4541., “Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers”, *American Society for Testing and Materials*, 12-15 (1995).
- [24] TS EN 24624., “Boya ve Vernikler-Çekme Deneyi”, *TSE*, Ankara, 4-5 (1996).
- [25] ASTM-D 2244., “Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates”, *ASTM Standards*, ABD, (2007).
- [26] ANS/ISO1522., “Paints and Varnishes—Pendulum Damping Test Approved as an American National Standard by ASTM International”, (1998).
- [27] TS 4318 EN ISO 2813., “Boyalar ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20, 60 ve 85 Açılarda Parlaklık Tayini”, *TSE*, Ankara, (2002).
- [28] TS 6035., EN ISO 3251., “Boyalar ve Vernikler, Boya, Vernik ve Bağlayıcılarda Uçucu Olmayan Madde Tayini”, *TSE*, Ankara, 2-3 (1997).
- [29] ASTM D-4541., “Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers”, *American Society for Testing and Materials*, 12-15 (1995).
- [30] TS EN 24624., “Boya ve Vernikler-Çekme Deneyi”, *TSE*, Ankara, 4-5 (1996)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- [31] ANS/ISO1522., “Paints and Varnishes—Pendulum Damping Test Approved as an American National Standard by ASTM International”, (1998).
- [32] Sönmez, A., “Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme” Ders Kitabı, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 3-26 (2000).
- [33] TS 4318 EN ISO 2813., “ Boyalar ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20, 60 ve 85 Açılarda Parlaklık Tayini”, *TSE*, Ankara, (2002).
- [34] ASTM D 1005., “Standard Test Method for Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Mikrometers”, *American Society for Testing and Materials*, 10-12 (2001).

EK 1. SERTLİK TESTİ SONUÇLARI

Çam ağacı sertlik direnci (salınım) değerleri

SERTLİK DİRENCİ DEĞERLERİ (SALINIM)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
ÇAM	1sıl İşlemsiz	-	A	33	35	35	31	34	5	33,6
			B	48	37	44	44	39	5	42,3
	100 °C	2	A	36	38	39	34	37	5	36,8
			B	48	42	47	39	41	5	43,4
		4	A	34	36	37	33	39	5	35,8
			B	45	38	44	42	38	5	41,4
		6	A	32	36	39	31	30	5	33,6
			B	39	41	40	35	43	5	39,6
	150 °C	2	A	32	35	35	31	34	5	33,4
			B	35	35	39	43	46	5	39,6
		4	A	31	29	33	36	32	5	32,2
			B	35	41	39	37	37	5	37,8
		6	A	32	33	29	33	30	5	31,4
			B	32	38	36	43	37	5	37,5
	200 °C	2	A	31	33	32	28	32	5	31,2
			B	32	36	38	45	35	5	37,2
		4	A	32	28	28	33	33	5	30,8
			B	30	39	36	43	33	5	36,2
		6	A	30	28	29	32	31	5	30
			B	28	38	38	38	37	5	35,8

Kayın ağacı sertlik direnci (salınım) değerleri

SERTLİK DİRENCİ DEĞERLERİ (SALINIM)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
KAYIN	1sıl İşlemsiz	-	A	49	53	60	60	54	5	55,2
			B	61	58	66	61	63	5	61,8
	100 °C	2	A	60	60	58	62	61	5	60,2
			B	70	64	65	59	60	5	63,6
		4	A	54	60	58	60	59	5	58,2
			B	60	59	66	66	63	5	62,8
		6	A	54	53	53	62	51	5	54,6
			B	61	66	58	60	60	5	61
	150 °C	2	A	52	54	48	55	55	5	52,8
			B	66	58	55	62	62	5	60,6
		4	A	60	50	48	52	48	5	51,6
			B	57	62	66	54	58	5	59,4
		6	A	48	49	57	53	47	5	50,8
			B	59	61	64	57	50	5	58,2
	200 °C	2	A	47	55	52	50	50	5	50,8
			B	59	57	50	58	61	5	57
		4	A	47	49	49	54	47	5	49,2
			B	60	54	58	57	53	5	56,4
		6	A	44	49	48	53	41	5	47
			B	51	53	58	54	54	5	54

Kestane ağacı sertlik direnci (salınım) değerleri

SERTLİK DİRENCİ DEĞERLERİ (SALINIM)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
KESTANE	1 sıl İşlemsiz	-	A	43	39	51	38	42	5	42,6
			B	59	63	52	49	53	5	55,2
	100 °C	2	A	49	48	40	38	45	5	44
			B	57	60	60	49	58	5	56,8
		4	A	47	40	48	38	41	5	42,8
			B	58	63	51	50	52	5	54,8
		6	A	38	43	40	40	45	5	41,2
			B	57	57	58	51	48	5	54,2
	150 °C	2	A	35	43	41	43	37	5	39,8
			B	52	55	58	53	53	5	54,2
		4	A	37	41	33	41	43	5	39
			B	56	51	48	47	58	5	52
		6	A	40	35	36	40	38	5	37,8
			B	49	49	52	59	50	5	51,8
	200 °C	2	A	39	33	38	39	41	5	38
			B	51	47	51	56	51	5	51,2
		4	A	40	33	36	32	38	5	38,5
			B	50	53	47	53	47	5	50
		6	A	35	35	31	39	33	5	34,6
			B	52	51	48	49	48	5	49,6

EK 2. YAPIŞMA TESTİ SONUÇLARI (Mpa)

Çam ağacı yapışma direnci (Mpa) değerleri

YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ (Mpa)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
ÇAM	1 yıl İşlemsiz	-	A	3,822	3,567	3,631	3,376	3,439	5	3,567
			B	4,140	3,949	4,140	3,758	3,822	5	3,962
	100 °C	2	A	3,758	3,567	3,503	3,503	3,631	5	3,592
			B	4,395	4,459	4,140	4,140	4,268	5	4,280
		4	A	3,567	3,439	3,376	3,439	3,376	5	3,439
			B	4,395	4,268	3,949	3,822	4,140	5	4,115
		6	A	3,503	3,312	3,185	3,439	3,312	5	3,350
			B	3,949	4,140	4,140	3,758	3,822	5	3,962
	150 °C	2	A	3,185	3,057	3,248	3,312	3,121	5	3,185
			B	3,822	4,013	3,822	3,885	3,949	5	3,898
		4	A	3,312	3,185	3,248	3,057	3,312	5	3,223
			B	3,694	4,013	3,694	3,885	3,567	5	3,771
		6	A	2,866	3,057	3,185	3,121	3,185	5	3,083
			B	3,631	3,503	3,758	3,885	3,631	5	3,682
	200 °C	2	A	3,057	3,185	2,994	3,121	3,121	5	3,096
			B	3,503	3,503	3,758	3,694	3,631	5	3,618
		4	A	2,994	2,803	3,121	2,866	2,739	5	2,904
			B	3,503	3,503	3,758	3,694	3,631	5	3,618
		6	A	2,866	2,611	2,675	2,803	2,803	5	2,752
			B	3,248	3,185	3,631	3,312	3,758	5	3,427

Kayın ağacı yapışma direnci (MPa) değerleri

YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ (MPa)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
KAYIN	1 yıl İşlemsiz	-	A	5,287	4,968	5,350	5,096	5,096	5	5,159
			B	5,732	5,541	5,605	5,796	5,541	5	5,643
	100 °C	2	A	5,287	5,223	5,223	5,032	5,096	5	5,172
			B	5,732	5,796	5,732	5,669	5,478	5	5,682
		4	A	5,096	4,968	5,159	5,223	5,223	5	5,134
			B	5,796	5,605	5,669	5,287	5,605	5	5,592
		6	A	5,096	5,032	5,223	5,096	5,159	5	5,121
			B	5,478	5,669	5,350	5,605	5,541	5	5,529
	150 °C	2	A	5,096	5,096	4,968	4,841	5,032	5	5,006
			B	5,605	5,478	5,414	5,287	5,605	5	5,478
		4	A	5,032	4,777	4,777	4,713	4,777	5	4,815
			B	5,032	5,478	5,350	5,541	5,669	5	5,414
		6	A	4,777	4,968	4,650	4,777	4,650	5	4,764
			B	5,541	5,287	5,159	5,032	5,605	5	5,325
	200 °C	2	A	4,586	4,586	4,841	4,777	4,777	5	4,713
			B	5,478	5,287	5,350	5,350	5,159	5	5,325
		4	A	4,395	4,650	4,586	4,777	4,650	5	4,611
			B	5,350	5,032	5,223	5,032	5,159	5	5,159
		6	A	4,777	4,650	4,459	4,522	4,586	5	4,599
			B	4,968	5,096	5,287	5,032	4,968	5	5,070

Kestane ağacı yapışma direnci (Mpa) değerleri

YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ (Mpa)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					̄	Ortalama
KESTANE	1 sd	-	A	3,885	3,694	3,822	3,885	3,949	5	3,847
			B	4,140	4,204	4,459	4,331	4,395	5	4,306
	İşlemsiz	2	A	4,076	3,822	3,885	3,694	3,949	5	3,885
			B	4,331	4,586	4,459	4,459	4,522	5	4,471
		4	A	3,949	3,949	4,013	3,631	3,758	5	3,860
			B	4,140	4,268	4,522	4,268	4,586	5	4,357
		6	A	3,822	3,949	3,885	3,822	3,567	5	3,809
			B	4,204	4,459	4,331	4,140	4,140	5	4,255
	100 °C	2	A	3,885	3,758	3,822	3,758	3,758	5	3,796
			B	4,459	4,331	4,204	4,140	4,076	5	4,242
		4	A	3,631	3,885	3,822	3,694	3,631	5	3,732
			B	4,331	4,076	3,822	4,140	3,822	5	4,038
		6	A	3,631	3,567	3,822	3,312	3,376	5	3,541
			B	3,758	3,885	3,822	4,204	4,268	5	3,987
	150 °C	2	A	3,503	3,439	3,567	3,185	3,758	5	3,490
			B	3,758	4,013	4,013	3,822	3,885	5	3,898
		4	A	3,439	3,758	3,503	3,631	3,248	5	3,516
			B	3,822	3,885	3,694	3,631	3,758	5	3,758
		6	A	3,248	3,694	3,312	3,631	3,376	5	3,452
			B	3,885	3,694	3,949	3,567	3,631	5	3,745
	200 °C	2	A	3,503	3,439	3,567	3,185	3,758	5	3,490
			B	3,758	4,013	4,013	3,822	3,885	5	3,898
		4	A	3,439	3,758	3,503	3,631	3,248	5	3,516
			B	3,822	3,885	3,694	3,631	3,758	5	3,758
6		A	3,248	3,694	3,312	3,631	3,376	5	3,452	
		B	3,885	3,694	3,949	3,567	3,631	5	3,745	

EK 3. PARLAKLIK TESTİ SONUÇLARI

Çam ağacı parlaklık değerleri

PARLAKLIK DEĞERLERİ										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
ÇAM	1 yıl İşlemsiz	-	A	69,8	68,7	67,7	65,4	70,8	5	68,48
			B	74,8	74,9	74,5	74,2	74,3	5	74,54
	100 °C	2	A	68,9	66,7	67,5	65,5	66,6	5	67,04
			B	75,7	74,4	74,1	74,2	73,2	5	74,32
		4	A	64,4	66,1	65,2	67,5	66,8	5	66
			B	73,4	72,2	74,2	73,8	72,8	5	73,28
		6	A	60,1	60,4	61,3	62,8	67,2	5	62,36
			B	71,6	72,2	73,3	71,8	71,2	5	72,02
	150 °C	2	A	60,2	61,2	60,3	61,2	64,4	5	61,46
			B	71,2	70,4	73,1	72,3	75,7	5	72,54
		4	A	62,2	60,2	59,8	61,2	60,6	5	60,8
			B	71,1	70,2	70,5	74,2	73,1	5	71,82
		6	A	60,4	61,2	60,1	61,2	60,3	5	60,64
			B	70,7	69,8	70,1	71,1	69,4	5	70,22
	200 °C	2	A	60,2	59,2	58,7	59,6	61,1	5	59,76
			B	68,5	71,5	72,3	69,5	69,6	5	70,28
		4	A	59,5	60,3	61,1	58,9	58,2	5	59,6
			B	69,3	69,1	70,4	71,3	68,2	5	69,66
		6	A	59,4	58,7	60,1	60,2	57,2	5	59,12
			B	69,4	68,2	69,2	66,8	67,8	5	68,28

Kayın ağacı parlaklık değerleri

PARLAKLIK DEĞERLERİ										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
KAYIN	1 yıl İşlemsiz	-	A	68,3	66,4	68,1	64,9	66,4	5	66,82
			B	74,8	74,9	74,5	74,2	74,3	5	74,54
	100 °C	2	A	65	65,4	67,2	66,3	65,4	5	65,86
			B	73,4	75,1	74,2	74,4	75,3	5	74,48
		4	A	65,7	64,1	61,2	62,4	62,3	5	63,14
			B	75,7	74,1	74,3	74,3	73,3	5	74,34
		6	A	61,2	63,7	62,3	63,4	62,3	5	62,58
			B	73,6	74,2	73,3	73,4	73,1	5	73,52
	150 °C	2	A	61,2	62,5	62,3	62,5	62,3	5	62,16
			B	73,2	72,7	72,8	72,4	72,3	5	72,68
		4	A	61,4	61,2	62,5	62,6	60,6	5	61,66
			B	73,3	72,2	72,5	72,3	71,7	5	72,4
		6	A	60,5	61,8	59,3	59,8	60,8	5	60,44
			B	70,9	71,8	69,3	69,8	69,8	5	70,32
	200 °C	2	A	61,5	58,5	59,8	59,7	61,6	5	60,22
			B	70,5	69,2	69,3	69,7	69,6	5	69,66
		4	A	59,2	60,1	59,7	58,6	58,9	5	59,3
			B	69,3	70,1	69,8	68,7	68,9	5	69,36
		6	A	58,1	58,2	59,2	58,9	58,7	5	58,62
			B	68,4	68,2	69,2	68,8	68,8	5	68,68

Kestane ağacı parlaklık değerleri

PARLAKLIK DEĞERLERİ										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri						Ortalama.
KESTANE	1 yıl İşlemsiz	-	A	64,4	63,3	63,6	64,3	63,9	5	63,9
			B	73,4	73,1	72,3	72,3	72,5	5	72,72
	100...°C	2	A	64,4	62,2	62,7	62,7	63,2	5	63,04
			B	72,5	72,5	72,2	72,1	72,1	5	72,28
		4	A	64,2	63,5	62,7	62,8	61,8	5	63
			B	72,1	70,5	70,2	71,3	70,5	5	70,92
		6	A	63,1	62,7	63,4	61,1	61,2	5	62,3
			B	70,6	70,2	71,3	70,6	70,8	5	70,7
	150...°C	2	A	61,2	61,4	62,2	61,7	61,3	5	61,56
			B	70,2	70,2	70,5	71,3	71,7	5	70,78
		4	A	61,3	61,2	59,8	61,3	59,9	5	60,7
			B	70,1	70,2	70,5	69,2	69,2	5	69,84
		6	A	59,6	59,2	61,2	61,1	61,6	5	60,54
			B	69,3	69,2	69,2	70,2	70,3	5	69,64
	200...°C	2	A	59,4	58,6	61,2	61	60,2	5	60,08
			B	68,3	68,5	68,8	68,5	68,3	5	68,48
		4	A	58,8	59,5	59,6	58,9	61,1	5	59,58
			B	68,3	68,1	68,4	67,3	67,2	5	67,86
		6	A	57,9	57,7	58,4	58,2	58,1	5	58,06
			B	67,1	67,3	67,2	67,6	67,7	5	67,38