

**DOĞU LADİNİ (*PICEA ORIENTALIS*) VE SARIÇAM (*PINUS SYLVESTRIS*)
ÖZ VE DİRİ ODUNLARININ KAHVERENGİ (*CONIOPHORA PUTEANA*) VE BEYAZ
(*TRAMETES VERSICOLOR*) ÇÜRÜKLÜK MANTARLARINA KARŞI DAYANIMININ
ARAŞTIRILMASI**

Nihat Sami ÇETİN¹, Emre BİRİNCİ, Nilgöl ÖZMEN

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 46060, Kahramanmaraş
nihatcetin@ksu.edu.tr

ÖZET

Odon hammaddesinin yüksek direnç özelliklerine sahip olması, alet ve makinelerde kolay işlenebilmesi, yenilenebilir bir kaynak olması gibi birçok kullanım avantajları bulunmaktadır. Bu avantajların yanında, diğer maddeler ile karşılaştırıldığında odunun bulunduğu ortamdaki rutubet değerine bağlı olarak boyutlarını değiştirmesi ve biyolojik etkenler karşısında çürümesi ve yanıcı özellik göstermesi kullanım alanını kısıtlayan başlıca dezavantajlar arasında gelmektedir.

Bu çalışmada, Doğu Ladini (*Picea orientalis*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris*) öz ve diri odun örneklerinin EN113 standardına göre çürüklük mantarlarına karşı dayanım testleri gerçekleştirilmiştir. Odun örneklerinin farklı sürelerde (4, 8, 12 ve 16 hafta) kahverengi (*Coniophora puteana*) ve beyaz (*Trametes versicolor*) çürüklük mantarlarına maruz kalması durumunda meydana gelen ağırlık kayıpları tespit edilmiştir. Ayrıca farklı sürelerde mantara maruz kalan odun bloklarında çürüklük mantarlarının meydana getirdiği kimyasal değişim Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektroskopisi (FTIR) analizleri ile tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Ladini, *Picea orientalis*, Sarıçam, *Pinus sylvestris*, kahverengi çürüklük mantarı, *Coniophora puteana*, beyaz çürüklük mantarı, *Trametes versicolor*, doğal dayanıklılık

**EVALUATION OF NATURAL DURABILITY OF HEARTWOOD AND
SAPWOOD OF *PICEA ORIENTALIS* AND *PINUS SYLVESTRIS* WOOD SPECIES
AGAINST BROWN ROT (*CONIOPHORA PUTEANA*) AND WHITE ROT FUNGI
(*TRAMETES VERSICOLOR*)**

ABSTRACT

Wood has many technical advantages such as high specific strength and stiffness, good toughness, low processing energy, renewability and is aesthetically pleasing. However, it has some disadvantageous properties in comparison with other materials; such as water reactivity changing dimensions with varying moisture contents, biodegradability, photosensitivity (degradability by UV light), flammability.

In this study, the natural durability of heartwood and sapwood of *Picea orientalis* and *Pinus sylvestris* wood species was tested according to European standard EN113. Weight loss of wood samples, decayed by brown rot (*Coniophora puteana*) and white rot fungi (*Trametes versicolor*), was determined for a period of time (4, 8, 12 and 16 weeks). Additionally, progressive changes in chemical composition of the decayed wood samples were analysed by FTIR spectroscopic techniques.

Key words: Doğu Ladini, *Picea orientalis*, Scots pine, *Pinus sylvestris*, Brown rot fungi, *Coniophora puteana*, white rot fungi, *Trametes versicolor*, natural durability

GİRİŞ

Odun çürümesine yol açan farklı tipte mantar türleri bilinmektedir ve bunların başlıcaları beyaz, kahverengi ve yumuşak çürüklük mantarlarıdır. Bu mantarların odunda meydana getirdiği tahribatın etkisi, odunda meydana getirdikleri ağırlık kaybı değerleri ile ölçülmektedir. Son zamanlarda odunun kimyasal yapısında meydana gelen değişikliği belirlemek amacıyla FTIR (Faix vd., 1991; Korner vd., 1990, 1992) ve NMR spektroskopisi analizleri (Davis vd. 1994a; b, Kim ve Newman, 1995) ile belirlenmeye çalışılmıştır. Çürüklük mantarlarının etkisi ile hücre duvarında meydana gelen değişimler mikroskopik olarak da incelenmiştir (Daniel, 1994). Odun kahverengi çürüklük mantarlarına maruz kaldığında, üç bileşen içerisinde en fazla zararı karbonhidrat bileşenleri (hemiselüloz ve selüloz) görmekte, ligninde meydana gelen bozunum sınırlı kalmaktadır. Diğer yandan beyaz çürüklük mantarına kalan odunda tüm hücre duvarı bileşenleri zarar görse de hemiselüloz ve lignin de bu daha büyük boyutta olmaktadır.

FTIR spektroskopisi çürüklük mantarına maruz kalmış odunda meydana gelen kimyasal değişimlerin tespit edilmesinde oldukça kullanışlı bir tekniktir. Analiz için örnek hazırlanmasının basit oluşu, ufak miktarda örnek gerektirmesi (miligram), kolay ve hızlı bir yöntem oluşu bu yöntemin avantajları arasındadır. Odunun kimyasal yapısının, kağıt ve odun içerisindeki lignin miktarının karakterize edilmesinde FTIR analizlerinden yararlanılmıştır (Schultz vd.; 1985, Faix, 1992; Pandey, 1999). Beyaz çürüklük mantarına maruz kalmış kayın odununun çürümesi esnasındaki değişimler FTIR analizi ile tespit edilmiştir (Faix vd., 1991). Sarıçam odununda kahverengi çürüklük mantarlarının meydana getirdiği kimyasal değişimde bu teknikte tespit edilmiştir (Korner vd., 1990; 1992).

Bu çalışmada iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve doğu ladini (*Picea orientalis*) öz ve diri odun kısımları kahverengi çürüklük mantarı *C. Puteana* ve beyaz çürüklük mantarı *T. Versicolor* maruz bırakılmış, odun örneklerinde meydana gelen kimyasal değişim FTIR spektroskopisi ile analiz edilmiştir.

YÖNTEM

Sarıçam, ladin diri ve öz odun blokları (20 x 20 x 5 mm) 103 ± 2°C fırında kurtulduktan sonra fosfor pentoksit içeren desikatörde 30 dakika bekletildikten sonra fırın kurusu ağırlıkları tespit edilmiştir. Örnekler 121°C'de 20 dakika sürede otoklavda sterilize edilmişlerdir. Petri kap içerisine %3 malt agar karışımı dökülmüş, kahverengi çürüklük mantarı *C. Puteana* (Schum. Fr.) Karst. ve beyaz çürüklük mantarı *T. Versicolor* (MUCL 11665) aşılansın, odun örnekleri bu yetiştirilen mantarların üzerine 1 hafta sonra aşılansın. Örnekler plastik steril elek ile desteklenmiş ve 25°C'de %65 rutubette 4, 8, 12 ve 16 hafta süresince inkübatörde bekletilmiştir.

Sürelerin sonunda örnekler petri içerisinden alınmış mantar miselleri fırça yardımıyla uzaklaştırılmış 103°C'deki fırında sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulduktan sonra çürüklük sonrası ağırlıkları tespit edilmiştir. Ağırlık kayıpları formül 1'e göre hesaplanmıştır.

$$A_K (\%) = \left[\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right] \times 100$$

$A_K (\%)$ = Yüzde ağırlık kaybı

A_0 = Fırın kurusu çürüklük testi öncesi örnek ağırlığı

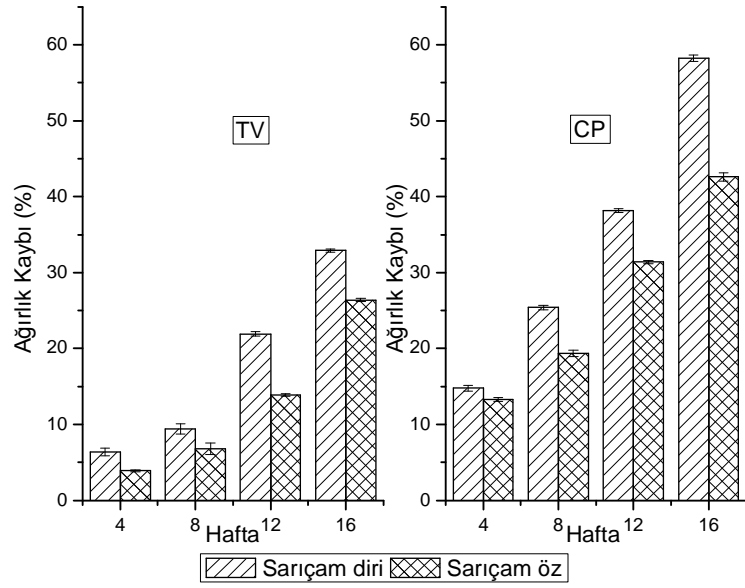
A_1 = Fırın kurusu çürükük testi sonrası örnek ağırlığı

Kontrol örnekleri ve çürüklük testine maruz bırakılmış örnekler KBr tekniği ile FTIR analizleri gerçekleştirilmiştir. Çürüklük mantarlarına maruz kalmış ve kontrol odun örnekleri öğütüldükten sonra potasyum bromür (KBr) ile %1'lik karışım hazırlanarak kalıp içerisinde şeffaf bir tablet haline getirildi. Tabletler Shimadzu FTIR-8400S Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre cihazı ile 4 cm^{-1} (40 skan) ile infrared absorpsiyon spektrasi sağlandı.

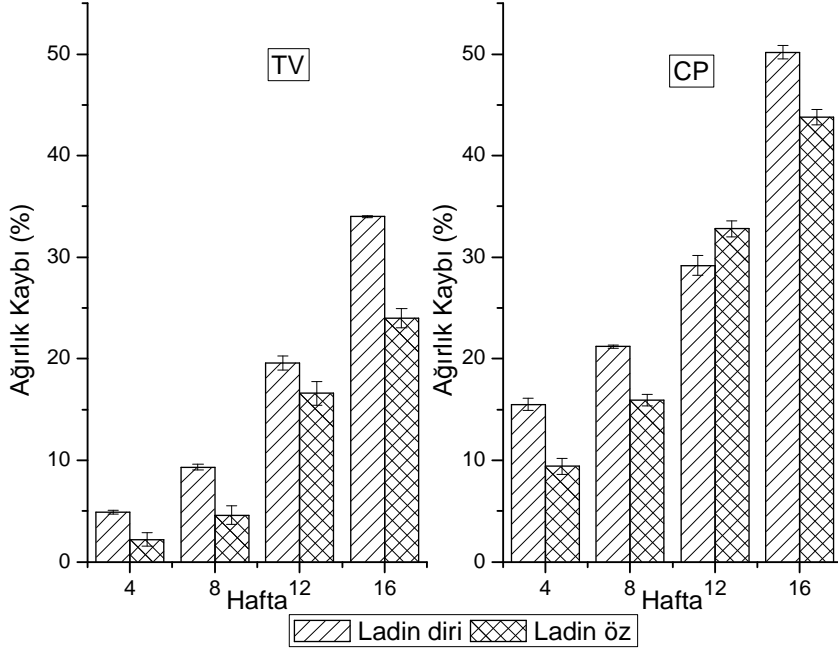
BULGULAR

Ağırlık Kaybı Değerleri

C. puteana ve *T. versicolor* mantarlarına farklı sürelerde maruz bırakılan sarıçam, ladin öz ve diri odun örneklerinde meydana gelen yüzde ağırlık kaybı ortalama değerleri Şekil 1 ve 2'de gösterilmiştir. 16 hafta süresince *C. puteana* çürüklük mantarına maruz kalan sarıçam diri odun örneklerinde %58 ağırlık kaybı gözlemlenirken öz odun örneklerinde ağırlık %42'lerde kalmıştır. Aynı süre *C. puteana* çürüklük mantarına maruz kalan Ladin diri odun örnekleri ise %50 ve öz odun örnekleri de %44 ağırlık kaybı değerleri göstermiştir. Aynı süre zarfında *T. versicolor* çürüklük mantarına maruz kalan sarıçam diri odun örnekleri %33 ve öz odun örnekleri %26 ağırlık kaybı değerleri, ladin diri odun örnekleri de % 34 ve öz odun örnekleri ise %24 ağırlık kaybı değerleri sergilemiştir. Şekillerden de görüleceği gibi her iki türde de kahverengi çürüklük mantarı *C. puteana* daha fazla ağırlık kaybına neden olmuş ve diri odun öz odun örneklerine göre daha fazla ağırlık kaybı değerleri sergilemiştir.



Şekil 1. 16 hafta süresince kahverengi çürüklük (*C. puteana*) ve beyaz çürüklük (*T. versicolor*) mantarlarına maruz kalan sarıçam öz ve diri odun örneklerinde meydana gelen yüzde ağırlık kayıpları

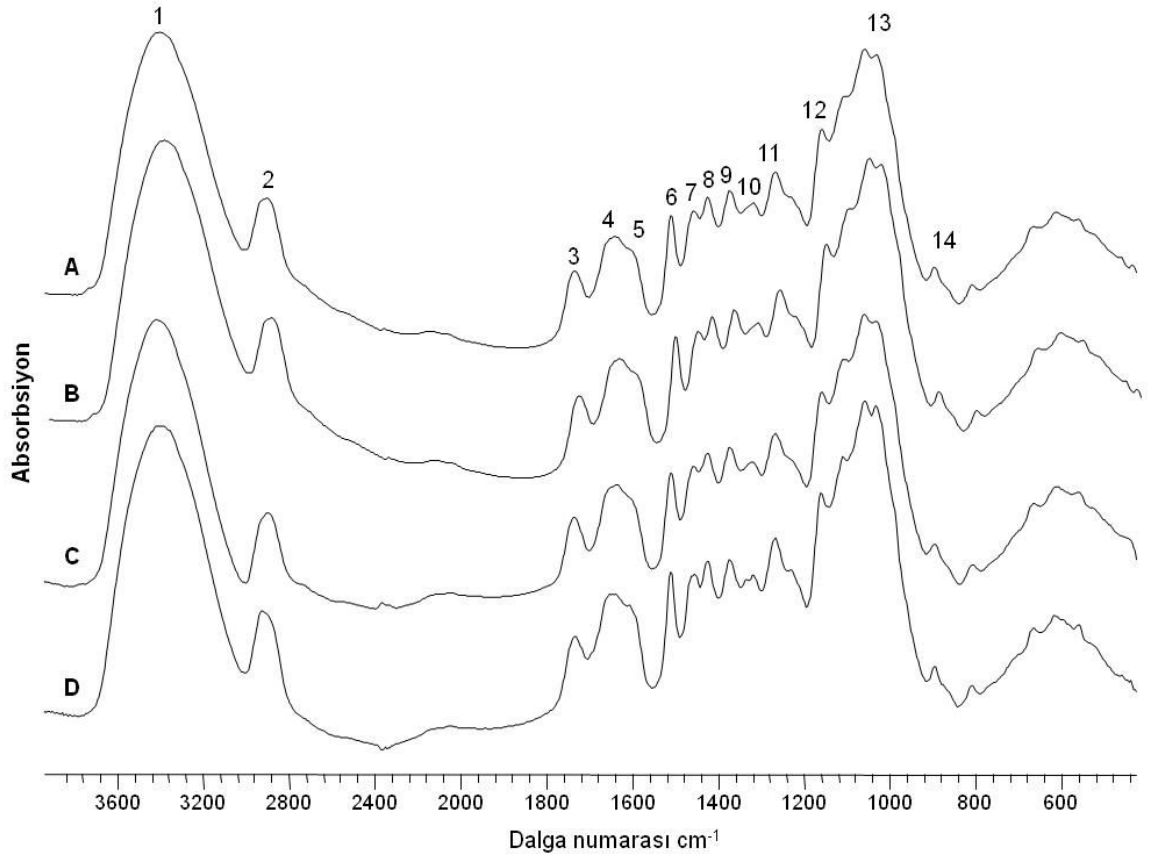


Şekil 2. 16 hafta süresince kahverengi çürüklük (*C. puteana*) ve beyaz çürüklük (*T. versicolor*) mantarlarına maruz kalan ladin öz ve diri odun örneklerinde meydana gelen yüzde ağırlık kayıpları

FTIR çalışmaları

Genel değerlendirme

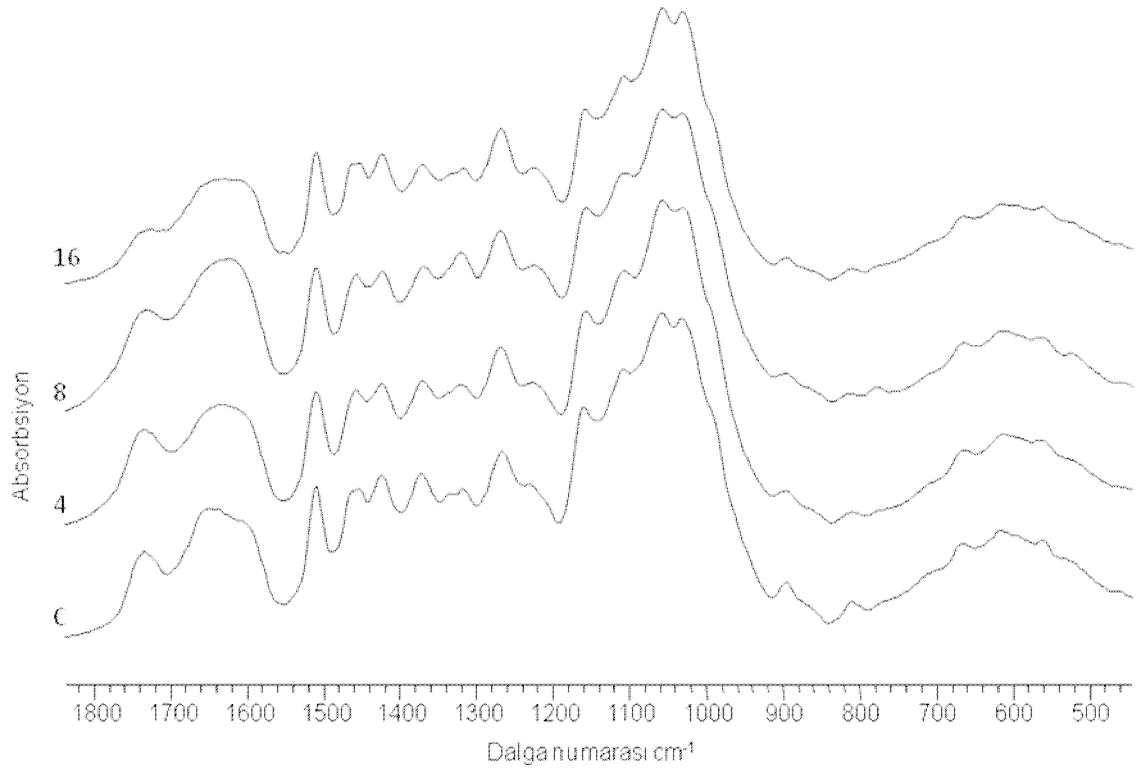
Sarıçam, ladin öz ve diri odun örneklerine ait FTIR analiz spektralleri Şekil 3'te gösterilmiştir. Sarıçam, ladin öz ve diri odun örneklerinin FTIR spektralleri arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Tüm örneklerde 3410 cm^{-1} 'de (1) hidrojen bağlı OH grubu gerilme piki ve 2923 cm^{-1} 'de (2) $-\text{CH}$ gerilme piki gözlemlenmektedir. 1735 cm^{-1} 'de (3) hemiselüloz (ksilan) bünyesinde bulunan $\text{C}=\text{O}$ absorpsiyon piki vermiştir. 1646 cm^{-1} 'de (4) absorbe edilmiş OH grubu, 1605 cm^{-1} 'de ki (5) pik C-O grubundan ve 1510 cm^{-1} 'deki (6) pik ligninin bünyesinde bulunan aromatik gruplardan kaynaklanmaktadır. 1461 cm^{-1} 'deki (7) pik ligninin C-H deformasyonu, 1427 cm^{-1} (8) karbonhidratlardaki C-H grubundan kaynaklanmaktadır. 1375 cm^{-1} (9) selüloz ve hemiselülozdaki C-H deformasyonundan ve 1320 cm^{-1} (10) selülozdaki $-\text{CH}$ titreşimi, 1267 cm^{-1} (11) lignindeki guasil grubundan kaynaklanmaktadır. 1160 cm^{-1} (12) selüloz ve hemiselülozdaki C-O-C grubunun titreşiminden ve 1058 cm^{-1} (13) hemiselüloz ve selülozdaki C-O gerilme piki ve 898 cm^{-1} (14) selülozun C-H deformasyon piki olarak tanımlanmıştır (Silverstein vd., 1991).



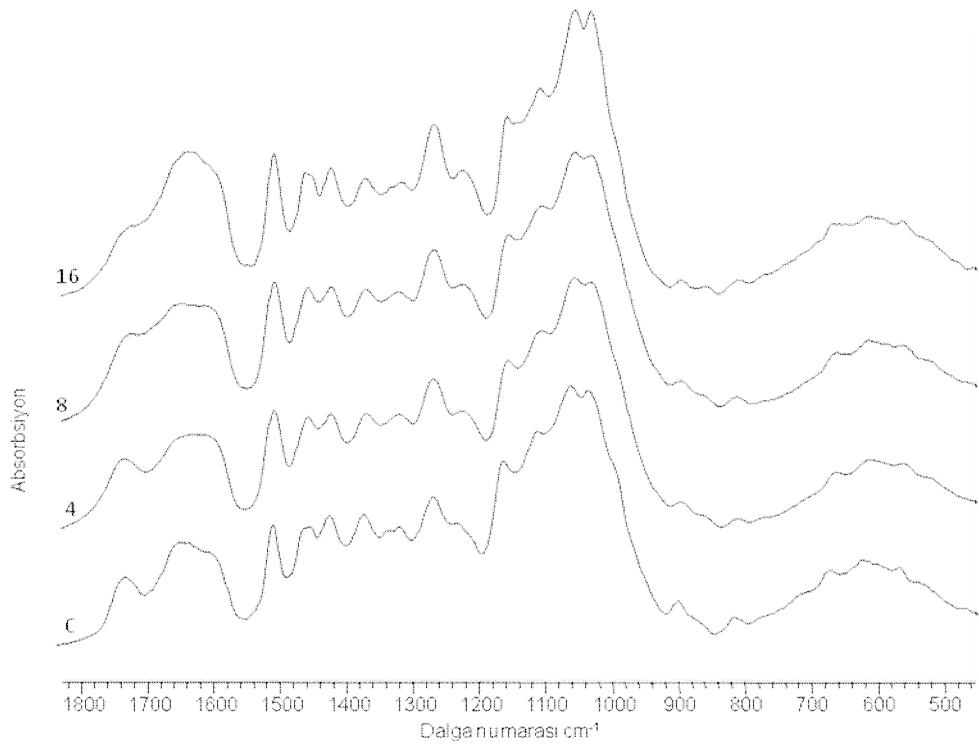
Şekil 3. Sarıçam diri (a), öz (b), ladin diri (c) ve öz (d) odununun FTIR spektralleri

C. puteana ile çürüklük testine uğramış odun örneklerin FTIR analizleri

4, 8 ve 16 hafta süresince *C. puteana* (kahverengi) çürüklük mantarına maruz bırakılan sarıçam, ladin öz ve diri odun örneklerinin FTIR spektralleri Şekil 4 ile Şekil 7 arası gösterilmiştir. Tüm örneklerde çürüklük ilerledikçe karbonhidrat bileşenlerinden kaynaklanan 1735, 1372, 1320, 1160, 1058 ve 898 cm^{-1} 'de piklerde belirgin bir azalış göstermişlerdir. Lignin bileşenlerinden kaynaklanan 1510, 1458, 1424, 1270 ve 1033 cm^{-1} 'de ki piklerde az bir artış görülmektedir. FTIR grafiklerinden anlaşılacağı gibi sarıçam, ladin diri ve öz odun örnekleri *C. puteana* (kahverengi) çürüklük mantarlarına maruz kaldığında, üç bileşen içerisinde en fazla zararı karbonhidrat bileşenleri (hemiselüloz ve selüloz) görmekte, ligninde meydana gelen bozunum sınırlı kalmaktadır.



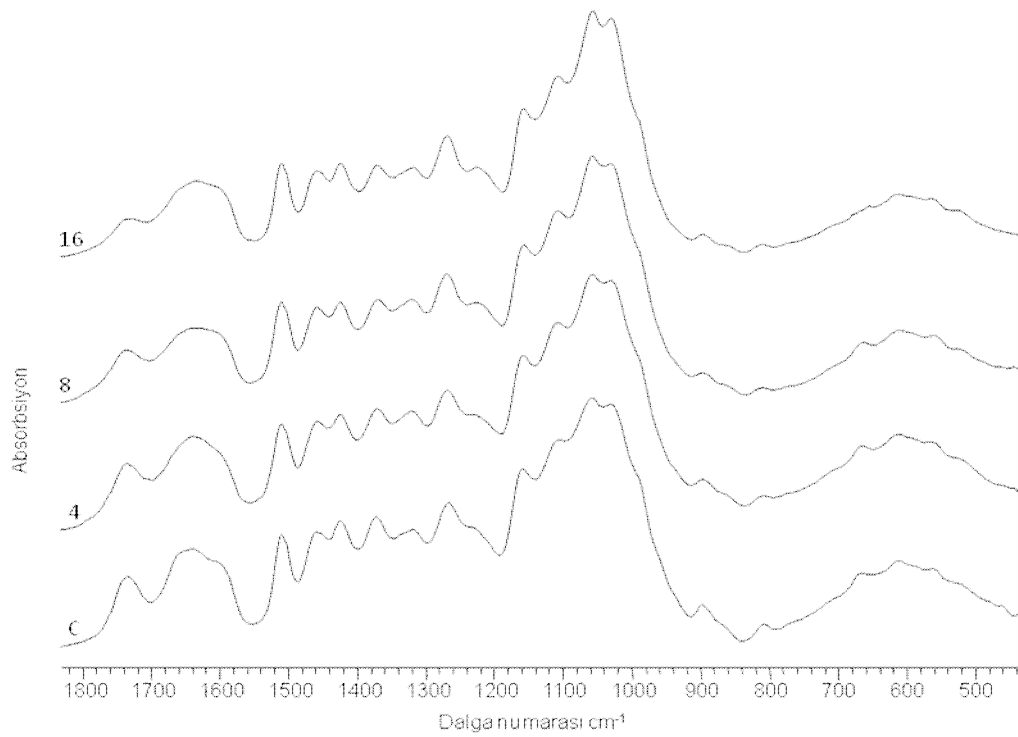
Şekil 4. Farklı sürelerde *C. puteana* çürüklük mantarına maruz kalmış sarıçam diri odun örneklerinin FTIR analiz sonuçları



Şekil 5. Farklı sürelerde *C. puteana* çürüklük mantarına maruz kalmış sarıçam öz odun örneklerinin FTIR analiz sonuçları



Şekil 6. Farklı sürelerde *C. puteana* çürüklük mantarına maruz kalmış ladin diri odun örneklerinin FTIR analiz sonuçları



Şekil 7. Farklı sürelerde *C. puteana* çürüklük mantarına maruz kalmış ladin öz odun örneklerinin FTIR analiz sonuçları

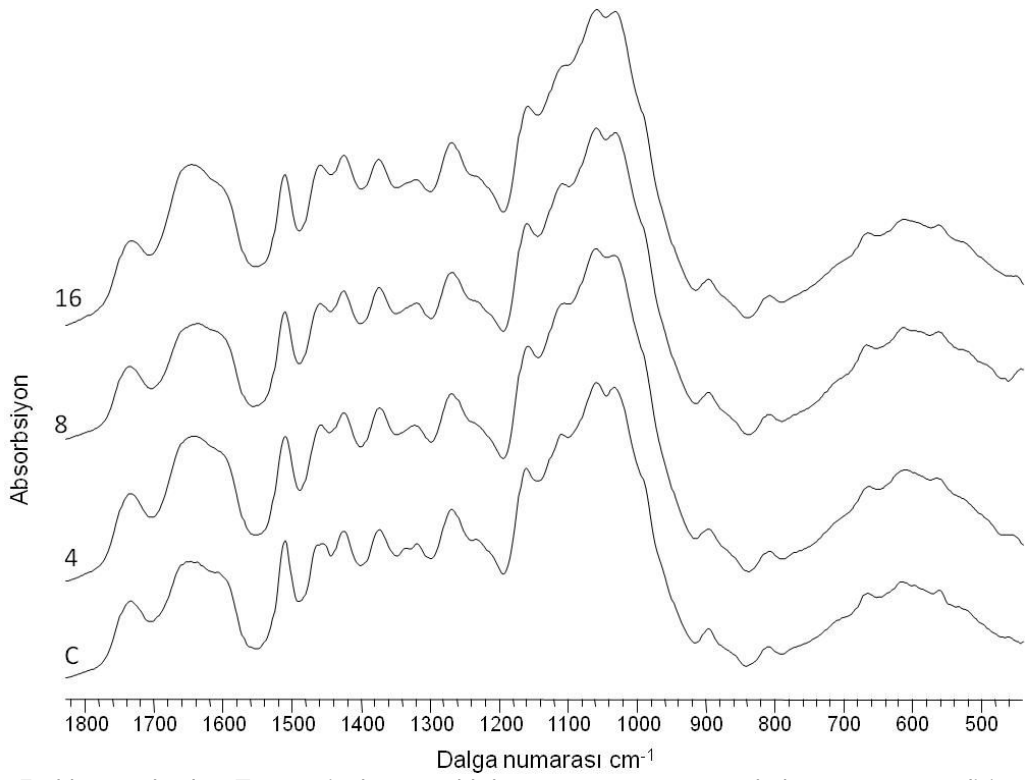
T. versicolor ile çürüklük testine uğramış odun örneklerin FTIR analizleri

T. versicolor (beyaz) çürüklük mantarına 4, 8 ve 16 hafta süresince sarıçam ve ladin diri odun örneklerinin FTIR spektra analizleri Şekil 8 ile Şekil 9'da gösterilmiştir. Çürüklük sonrası odun örneklerin FTIR spektraları ile kontrol odunu spektraları arasında çok az ya da hiç farklılık gözlemlenmemiştir. Sarıçam ve ladin öz odun örneklerinin FTIR analizlerinde de bir değişim görülmemiştir. Gerçekleştirilen beyaz çürüklük mantarı testleri sonrası odun örneklerin FTIR analiz sonuçları kontrol örneklerinin FTIR sonuçlarına benzer sonuçlar vermesi nedeniyle *T. versicolor* (beyaz) çürüklük mantarı odunun bileşenleri (lignin ve karbonhidrat) eş zamanlı olarak bozunmaya uğrattığı sonucuna varılmıştır.

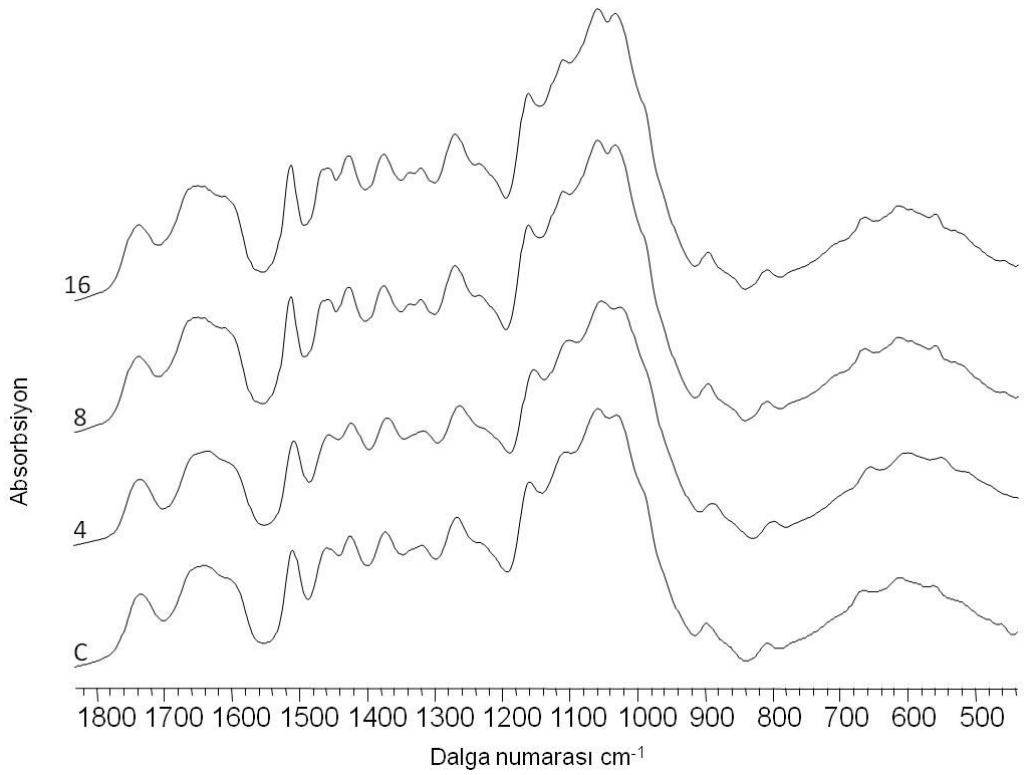
SONUÇ

Beyaz ve kahverengi çürüklük mantarına maruz kalmış örneklerin lignin ve karbonhidrat bileşenlerindeki değişimleri tespit etmek mümkündür. *C. puteana* çürüklük mantarı öncelikli olarak odun örneklerinde karbonhidrat bileşenlerini tahrip ederken *T. versicolor*'da tahribat odunun tüm bileşenlerinde (lignin ve karbonhidrat) eş zamanlı olarak gerçekleştiği FTIR analizleri sonucunda görülmüştür.

Sarıçam ve ladin örneklerinin her ikisinde de öz odun kısmı diri odun kısmına göre her iki çürüklük mantarına karşı daha fazla dayanım göstererek daha düşük ağırlık kaybı sergilemiştir. Ladin ve sarıçam örnekleri birbiriyle karşılaştırıldığında kahverengi ve beyaz çürüklük mantarlarına karşı her iki türün yakın bozunum değerleri göstermiştir.



Şekil 8. Farklı sürelerde *T. versicolor* çürüklük mantarına maruz kalmış sarıçam diri odun örneklerinin FTIR analiz sonuçları



Şekil 9. Farklı sürelerde *T. versicolor* çürüklük mantarına maruz kalmış ladin diri odun örneklerinin FTIR analiz sonuçları

KAYNAKLAR

- Daniel, G., 1994. Use of electron microscopy for aiding our understanding of wood biodegradation. *FEMS Microbial Reviews* 13, 199–233.
- Davis, M.F., Schroeder, H.A. ve Maciel, G.E., 1994a. Solid state ^{13}C nuclear magnetic resonance studies of wood decay. II White rot decay of paper birch. *Holzforschung* 48, 186–192.
- Davis, M.F., Schroeder, H.A. ve Maciel, G.E., 1994b. Solid state ^{13}C nuclear magnetic resonance studies of wood decay. III Decay of Colorado blue spruce and paper birch by *Postia placenta*. *Holzforschung* 48, 301–307.
- Faix, O., 1992. Fourier transform infrared spectroscopy. In: Lin, S.Y., Dence, C.W. (Eds.), *Methods in Lignin Chemistry*. Springer, Berlin, pp. 83–109.
- Faix, O., Bremer, J., Schmidit, O. ve Stevanovic, T., 1991. Monitoring of chemical changes in white-rot degraded beech wood by pyrolysis-gas chromatography and Fourier transform infrared spectroscopy. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 21, 147–162.
- Kim, Y.S. ve Newman, R.H., 1995. Solid state ^{13}C NMR study of wood degraded by the brown rot fungus *Gloeophyllum trabeum*. *Holzforschung* 49, 109–114.
- Korner, S., Pecina, H. ve Wienhaus, O., 1990. Investigations on the identification of the beginning brown-rot fungus infestation of wood by means of IR spectroscopy. *Holz als Roh- und Werkstoff* 48, 413–416.
- Korner, I., Faix, O. ve Wienhaus, O., 1992. Attempt to determine brown-rot breakdown of scots pine wood with the aid of FTIR spectroscopy. *Holz als Roh- und Werkstoff* 50, 363–367.
- Pandey, K.K., 1999. A Study of chemical structure of soft and hardwood and wood polymers by FTIR spectroscopy. *Journal of Applied Polymer Science* 71, 1969–1975.
- Schultz, T.P., Templeton, M.C. ve Mc.Ginnis, G.D., 1985. Rapid determination of lignocellulose by diffuse reflectance Fourier transform infrared spectrometry. *Analytical Chemistry* 57, 2867–2869.
- Silverstein, R. M., Bassler, G. C. ve Morrill, T. C. 1991. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. John Wiley and Sons, Inc., Singapore.