



Artvin Hamamlı ve Ardanuç Orman Depolarında Bulunan Tomrukların Fakkop 3d Akustik Tomografi (Odun Tomografi) Cihazı İle İncelenerek Kalite Sınıflarının Belirlenmesi

Davut BAKIR^{1,*}, Sami İMAMOĞLU¹

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin
*İletişim yazarı: davut.bakir@istanbul.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, üretimde kalitenin kontrolü için kullanılan hasarsız (non-destructive) test cihazlarından biri olan Fakkop 3D Akustik Tomografi (Odun Tomografi) Cihazı ile Artvin Hamamlı ve Ardanuç orman depolarında bulunan tomruklar incelenerek kalite sınıflarının belirlenmesine çalışılmıştır. Çünkü orman endüstrisinde odunun yapısı ve kalitesi önemlidir. Orman depolarında tomruk kalitesini olumsuz yönde etkileyen faktörlerin başında uygunsuz depolama koşulları gelmektedir. Çünkü uygunsuz depolama koşulları ağaç malzemeye zarar veren biyotik ve abiyotik faktörlerin etkinliğini artırmaktadır. Bu biyotik ve abiyotik faktörlerin meydana getirdiği kusurlara ait indikatörlerden bir kısmı (mantar hüf oluşumları, böcek uçma delikleri, renklenme, yosun oluşumu, küf vb.) tomruk üzerinde görsel olarak tespit edilebilmektedir. Bu yüzden çalışma yapılırken özellikle uygunsuz depolama koşullarından kaynaklanan görsel kusurların (mantar hüf oluşumları, böcek uçma delikleri, renklenme, yosunlanma, küf vb.) mevcut olduğu tomruklar tespit edilerek Fakkop 3D Akustik Tomografi (Odun Tomografi) Cihazı ile incelenmiştir. Böylece tomruklar üzerinde yapılan görsel kalite değerlendirmesiyle Fakkop 3D Akustik Tomografi (Odun Tomografi) Cihazı ölçüm sonuçları arasındaki korelasyon tespit edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orman depoları, Hasarsız test metotları, Görsel inceleme, Kusurlar

Determinations of Quality Classification of Logs Examining by Fakkop 3d Acoustic Tomograph (Woodtomograph) Device in The Artvin Hamamli and Ardanuc Forest Enterprise Depots

Abstract

In this study, the Fakkop 3D AcousticTomograph (WoodTomograph) device which is one of nondestructive tests device and was used for quality control in the manufacturing was employed to detect the quality classification of logs in Artvin Hamamli and Ardanuc forest enterprise depots. Structure and quality of wood is important in forestry industry. The prominent conditions which had negative impact on quality of wood in the forest industries were unsuitable storage conditions. Those inadequate conditions have increased activity of biotic and abiotic factors that defect on the logs. Some indicators (hype of fungi, flight entrance of insects, discoloration, algae formation, mould etc) belonging to those defects arising from biotic and abiotic factors on the logs can visually be determined. Therefore logs having visually determined the defects were selected and examined by the Fakkop 3D AcousticTomograph (WoodTomograph) device. Thus, the correlation between visual quality

evaluations and results of measurement obtained by Fakkop 3D AcousticTomograph (WoodTomograph) device were tried to determine.

Keywords: Forest enterprise depots, non-destructive test methods, visual examination, defects

1. GİRİŞ

Tomrukların ormanlardan kesildikten sonra depolara taşınması, istiflenmesi, istiflerin satışa sunulması, satış işleminin gerçekleştirilmesi ve satış sonucunda müşterilere teslim edilmesine kadar ki geçen sürelerde, tomruklarda kalite ve değer kaybına neden olan birçok zarar faktörü meydana gelmektedir. Kesim, sürütme gibi birtakım mekanik nedenlerle ağaç malzeme üzerinde meydana gelen değer düşmeleri hariç tutulursa, esasen kalite düşüşüne sebep olan faktörler; iklim şartları (direkt gelen güneş ışınları, şiddetli ve sürekli esen rüzgâr, sıcaklık değişimleri), mantar ve böcek zararları (Ay ve Güller, 2005), kimyasal ve biyotik renk değişiklikleri şeklinde ifade edilmektedir (Kantay ve Köse, 2008). Bu etkiler tomruk kalitesinin düşmesine, verimliliğin ve fiyatlarının azalmasına neden olmaktadır. Tomrukların tüm bu zararlı etkilerden korunabilmesi için uygun depolama ve depo koşulları sağlanmalıdır.

Depolama için en uygun teknik olarak kuru hammadde depolanması ve kısa süreli depolama tekniği önerilmektedir. Uzun süreli depolamalar için ise su içerisinde depolama en iyi yöntemdir. Bununla beraber yine uzun süreli depolamalarda tomruk istiflerinin altında altlık olması, zeminin beton ya da çakıllı olması gerekir (Ay ve Güller, 2005; Kantay ve Köse, 2008). Tomruğun burkulma, çatlama ve eğilmeğe karşı korunması için bu gibi tedbirler önemlidir. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü bünyesinde bulunan tomruk depolarında, kesim yerlerinden alınan tomrukların depolara taşınması ve buralarda satışa kadar bekletilmesi çok zaman almakta (yaklaşık 1 yıldan fazla) ve bu da tomruk kusurlarının oluşmasına sebep olarak ekonomik kaybın meydana gelmesine neden olmaktadır (Komut ve ark., 2013).

Üretimde kalitenin sağlanması maliyeti ve verimliliği pozitif yönde etkilemektedir. Her yapı ve kullanım materyalinde olduğu gibi orman endüstrisinde de odunun yapısı ve kalitesi önemlidir. Çeşitli çatlak, kusur, rutubet miktarı ve özgül ağırlık gibi özelliklere sahip olan odun hammaddesinin bu özellikleri, ağaç malzemenin kalitesini, dayanıklılığını ve kullanım ömrünü etkilemektedir. Bu yüzden de üretimde kalitenin kontrolü için kullanılan hasarsız (non-destructive) test yöntemlerinin kullanımı ve önemi her geçen gün artmaktadır. Günümüzde hasarsız test metotları ormancılıkta, ağaç ve ağaç malzemelerdeki kusurların ve mekanik özelliklerin tespitinde (Craighead vd., 2001; Lin vd., 2008) uygulanmasının yanında, inşaatçılıkta beton basınç dayanımının bulunmasında (Okuyan, 2007), havacılıkta uçakların yapısında kullanılan sandviç kompozit yapıların durumu hakkında bilgi edinilmesi (Kafalı, 2004) gibi birçok farklı alanda uygulanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında; Artvin Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Hamamlı ve Ardanuç İşletme Müdürlüğü bünyesinde bulunan tomruk depolarında ki depolama koşullarının uygun olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte tomruklarda ki mevcut kusur ve tahribatlar gerek görsel (depo çalışanları tarafından belirli bir deneyime dayanılarak yapıldı) gerekse hasarsız yapılan test yöntemleri (bizler tarafından sayısal bir ölçüme dayandırılarak yapıldı) ile belirlenmeye çalışılarak aralarındaki korelasyon araştırılmıştır. Bu sayede yapılan tomruk kalite tespitleri, depo çalışanlarının subjektif değerlendirmelerinden çok objektif bir ölçüme dayandırılmış olacaktır. Böylece bilgisizlik, ilgisizlik ve bilinçsizlik nedeni ile kaybedilen kalite ve ekonomik kayıplar bir nevi geri kazanılmış olacaktır. Ayrıca bu çalışma da depolardaki odun zararlıları konusunda tür teshisine yönelik herhangi bir çalışma yapılmamış, yalnızca zararın görsel kalite derecelendirmesine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

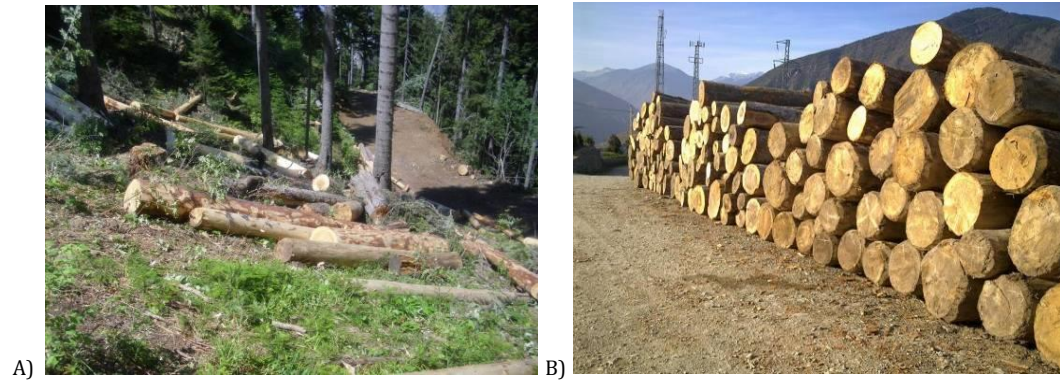
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanları ve Ölçüm Yapılacak Tomrukların Belirlenmesi

Bu çalışmada Artvin Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Hamamlı ve Ardanuç Orman İşletme depoları çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu depolarda numaralandırılan ve her depodan 10'ar adet olmak şartıyla toplam 20 adet ladin tomruğu üzerinde hem görsel teşhisler (depo görevlileri tarafından yapıldı) hem de hasarsız test metotları (Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazı yardımıyla) gerçekleştirilerek saptanan kalite sınıfları arasındaki korelasyon tespit edilmeye çalışılmış ve böylece depo görevlileri tarafından subjektif olarak yapılan görsel kalite sınıflandırılmasının güvenilirliği belirlenmeye çalışılmıştır.

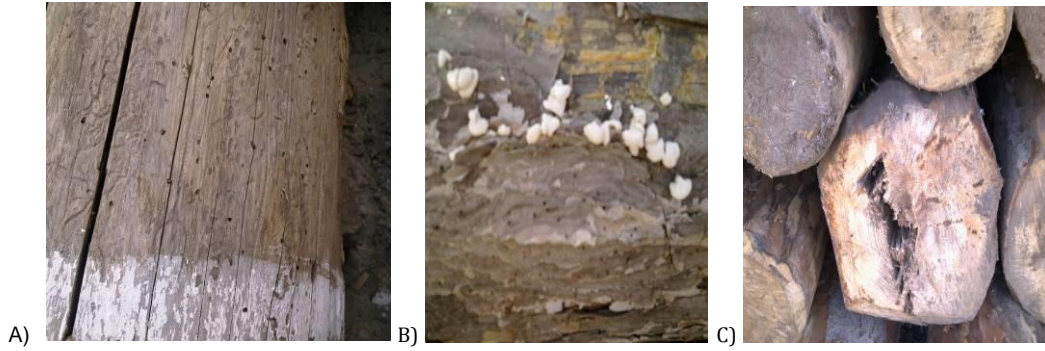
2.2. Tomruklar Üzerinde Yapılan Görsel İncelemeler

Tomruklar üzerinde yapılan görsel incelemelerde, kesim alanlarında ve depolarda uzun bekletme periyotlarından (Şekil 1a ve 1b) ve uygunsuz depolama (Şekil 1b) koşullarından kaynaklanan çatlaklar, böcek yenik yolları, mantar miselleri ve çürüklükler tespit edilmiştir (Şekil. 2a-b-c). Burada görsel kalite sınıfları yapılırken numaralandırılmış olan tomruklar yapılarında buldukları kusur ve tahribatın çeşidine-miktarına bağlı olarak gruplandırılmıştır. Tomruklarda Tablo 1'de belirtilen kusurlardan hiçbiri yoksa sağlam (II. Sınıf tomruk), 1 tane kusur varsa çürüklük başlangıcı (III. Sınıf tomruk) ve 2 veya daha fazla kusur varsa çürük (IV. Sınıf-Kağıtlık tomruk) olarak nitelendirilerek sınıflandırma yapılmıştır. Ülkemiz ormanlarından elde edilen ladin tomruklarının yaklaşık olarak % 2-3'ünün (oldukça düşük) 1. Sınıf tomruk olmasından ve bunlarında genellikle müzik aleti yapımında özel olarak tercih edilmelerinden ve bununla birlikte bahsedilen tomrukların depoya gelir gelmez müteahhitler tarafından hemen satın alındıklarından dolayı kalite sınıflandırmamızda 2. Sınıf tomrukları sağlam tomruk olarak ifade ettik.



Şekil 1. A) Kesim alanında yaklaşık 1 aydır B) Hamamlı deposunda ise 4 aydır bekleyen tomruklar.

Genel olarak depolarda etkili olan başlıca zarar türleri şunlardır; çatlaklar, bitkisel zararlıların oluşturduğu zararlar (renklenme, çürüklük ve ardaklanma) ve hayvansal zararlıların oluşturduğu (böcek yenik yolları, uçma delikleri) zararlılardır (Şekil 2a-b-c).



Şekil 2. Tomruklar üzerinde yapılan görsel incelemelerde görülen A) Çatlak ve böcek uçma delikleri B) Mantar miselleri ve C) çürüklükler.

2.3. Tomrukların Hasarsız Test Yöntemleriyle İncelenmesi

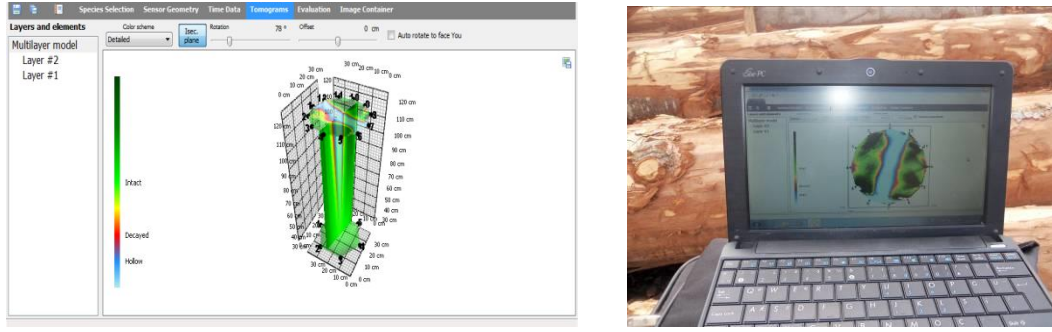
Tomrukların görsel durumu ve iç kısımlarında çürüklük olup olmaması kalite sınıfını etkilemektedir. Ayrıca çürüklük olması dayanıklılık derecesini düşürmektedir. Özellikle çürüklüğün ilk aşamalarında dıştan bakıldığında tomruk sağlam gibi görünmekte ve çürüklük olup olmadığı anlaşılmamaktadır. Bu nedenle tomrukların iç kısımlarındaki çürüklük ve tahribatlar Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazı ile belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3a ve Şekil 4).



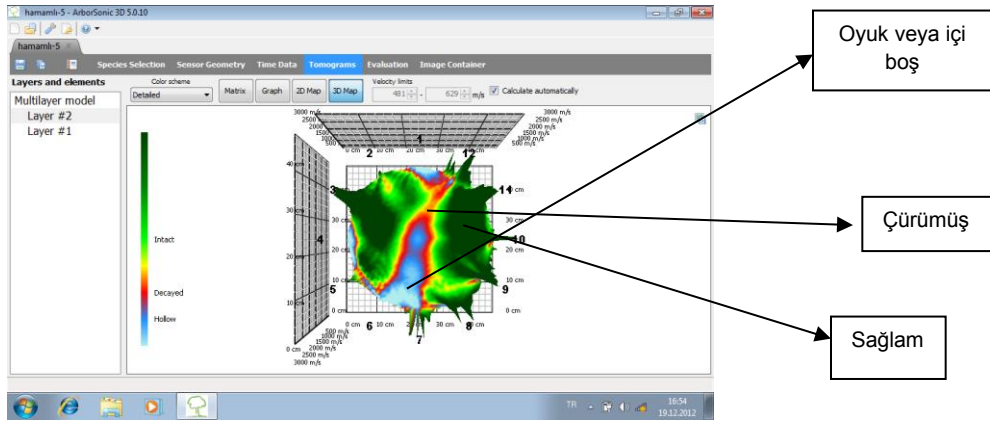
Şekil 3. Çalışmada kullanılan hasarsız test (Fakkop 3D Akustik Tomografi) cihazı.

Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazıyla tomruklar üzerinde yapılan ölçümlere göre tomruklar; sağlam olan tomruklar (II. Sınıf tomruklar), çürüklük başlangıcında olan tomruklar (III. Sınıf tomruklar), çürük olan tomruklar (kağıtlık odun) olmak üzere 3 kalite sınıfına ayrılmıştır.

Bu çalışmada Ultrasonik Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazı (Faccop 3D Acoustic Tomograph, software) ve bu cihazla bağlantılı olan 1 adet notebook bilgisayar (ASUS Eee PC 1001P/1005P/R101/R105 Serisi) kullanılmıştır (Şekil.3b). Burada elde edilen görüntülere baktığımız zaman mavi renk olan bölgeler içi boş-oyuk alanları belirtir. Kırmızı-Sarı renk olan bölgeler çürümüş alanları, açık yeşil ve koyu yeşil olan bölgelerde sağlam bozulmamış bölgeleri göstermektedir (Şekil 5).



Şekil 4. Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazıyla tespit edilen görüntüler.



Şekil 5. Depolardaki tomruklardan Fakkop 3D Akustik Tomografi Cihazı ile alınan tomografi görüntüsü.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Tomruklardaki Tahribatlara İlişkin Görsel Olarak Elde Edilen Bulgular

Hamamlı ve Ardanuç depolarında bulunan ve depoların baş harfine göre etiketlenmiş (A-1, A-2, H-1, H-2.....) olan tomruklarda yapılan görsel incelemeler sonucu hangi kusurun hangi tomrukte bulunduğu tespit edilmiş (artı (+) işareti konarak) ve her depoda incelenen 10 adet tomruğun kaç tanesinde ilgili kusurun mevcut olduğu belirlenerek (Tablo 1) yüzdelik dilim halinde ifade edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Ardanuç ve Hamamlı tomruk deposunda görsel incelemeler sonucu elde edilen veriler.

Örnek	No	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
Ardanuç											
Böcek zararlısı		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Mantar zararlısı		-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Diğer kusurlar*		-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
Örnek No											
Hamamlı											
Böcek zararlısı		-	-	+	-	+	+	+	-	+	+
Mantar zararlısı		-	+	-	+	-	+	-	-	+	+
Diğer kusurlar*		+	+	-	-	-	-	+	-	+	+

*Diğer kusurlar; çatlak, renklenme, lif kıvrıklığı, reaksiyon odunu, budak sayısı ve boyutu vb.

Ardanuç deposunda yapılan görsel incelemeler sonucunda bulunan tomrukların % 40'ı sağlam (II. Sınıf tomruk), % 30'u çürüklük başlangıcında (III. Sınıf tomruk) ve % 30 çürük (IV. Sınıf-Kağıtlık tomruk) olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Hamamlı deposunda ise yapılan görsel incelemeler sonucunda bulunan tomrukların % 10'u sağlam tomruk, % 40 çürüklük başlangıcında olan tomruk ve % 50 çürük tomruk olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Ardanuç ve Hamamlı tomruk deposunda görsel inceleme sonucu elde edilen bulguların sınıflandırılması.

Depo	İncelenen tomruk sayısı	Sağlam tomruk	Çürüklük başlangıcında olan tomruk	Çürük tomruk
Ardanuç Deposu tomruk kalitesi (%)	% 100 (10 adet)	% 40 (4 adet)	% 30 (3adet)	% 30 (3 adet)
Hamamlı Deposu tomruk kalitesi (%)	% 100 (10 adet)	% 10 (1 adet)	% 40 (4 adet)	% 50 (5 adet)

3.2. Tomrukların İç Kısımlarındaki Tahribatlara İlişkin Fakkop 3D Akustik Tomografi Cihazlarıyla Elde Edilen Bulgular

Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazıyla Hamamlı deposunda incelenen tomruklardan elde edilen verilerin ortalama değeri 0,0300 m², Ardanuç deposunda ise ortalama değer 0,0045 m² olarak tespit edildiği için bu değerler esas alınarak tomrukların kalite sınıflandırılması yapılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Hamamlı ve Ardanuç deposundaki tomrukların Fakkop 3D Tomografi cihazı ile ölçümleri sonucu elde edilen çürük alanlar.

Depo	İncelenen tomruk sayısı	Ölçülen çürük alanlar (m ²)		Sağlam tomruk sayısı (0,0300 m ² 'den az çürük alan)	Çürüklük başlangıcında olan tomruk sayısı (0,0300-0,0500 m ² arası)	Çürük tomruk sayısı (0,0500 m ² 'den fazla çürük alan)
		*Ort.	**Std			
HAMAMLI	10 adet	0.0308	0.0110	3 adet (%30)	3 adet (%30)	4 adet (%40)
ARDANUÇ	10 adet	0.0044	0.0022	5 adet (%50)	3 adet (%30)	2 adet (%20)

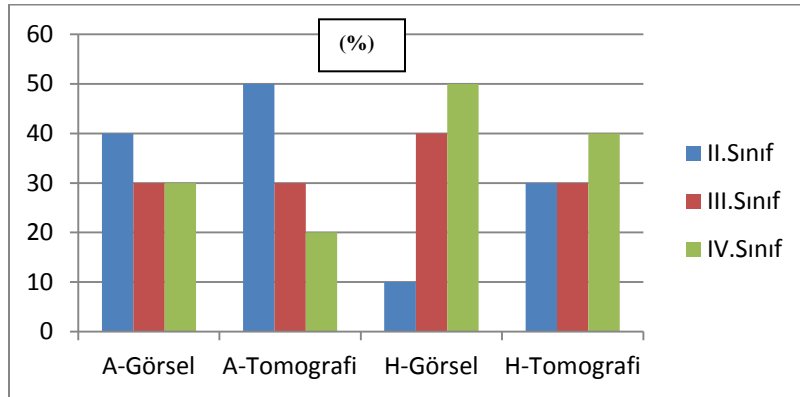
*Ortalama, **Standart sapma

Tablo 3'te görüldüğü gibi Hamamlı deposundaki tomrukların Fakkop 3D Tomografi cihazı ile incelenmeleri sonucunda 3 adet sağlam tomruk, 3 adet çürüklük başlangıcında olan tomruk ve 4 adet çürük tomruk saptanmıştır. Bu durumu yüzdesel olarak ifade edersek; % 30 oranında sağlam tomruk (II. Sınıf tomruk), % 30 oranında çürüklük başlangıcında olan tomruk (III. Sınıf tomruk) ve % 40 oranında çürük tomruk (kâğıtlık tomruk) olduğu saptanmıştır.

Ardanuç deposundaki tomrukların Fakkop 3D Tomografi cihazı ile saptanan çürük alanlar esas alınarak belirlenen ölçümleri sonucunda ise 5 adet sağlam tomruk, 3 adet çürüklük başlangıcında olan tomruk ve 2 adet çürük tomruk saptanmıştır. Bu durumu yüzdesel olarak ifade edersek; % 50 oranında sağlam tomruk (II. Sınıf tomruk), % 30 oranında çürüklük başlangıcında olan tomruk (III. Sınıf tomruk) ve % 20 oranında çürük tomruk (kâğıtlık tomruk) olduğu saptanmıştır (Tablo 3).

3.3. Tomruk kalite sınıfı yapılırken görsel olarak ve hasarsız test metotlarıyla elde edilen bulgular arasındaki korelasyon

Bu çalışmada hem Hamamlı deposunda ki hem de Ardanuç deposunda ki tomruklar üzerinde yapılan görsel ve hasarsız test cihazlarıyla belirlenen sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Hamamlı (H) ve Ardanuç (A) deposunda ki tomruklar üzerinde yapılan görsel ve hasarsız test cihazlarıyla belirlenen sonuçlar.

Şekil 6'da görüldüğü gibi hem Hamamlı hem de Ardanuç tomruk depolarında görsel olarak yapılan tomruk kalite derecelendirmelerinin Fakkop 3D Tomografi cihazı ile yapılan tespitlere nazaran tomruk kalitesini olduğundan daha yüksek veya daha düşük gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin; Ardanuç deposunda Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazı ile yapılan tespitlerde %50 oranındaki II. Sınıf tomruk, görsel olarak yapılan tomruk kalite derecelendirmelerinde %40 olarak belirlenmiştir. Bunun aksine yine Ardanuç deposunda Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazı ile yapılan tespitlerde %20 oranındaki IV. Sınıf tomruk, görsel olarak yapılan tomruk kalite derecelendirmelerinde ise %30 olarak belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında Ardanuç ve Hamamlı tomruk depolarında bulunan tomruklarda yapılan görsel incelemeler sonucunda tomruklarda böcek yenik yolları, mantar miselleri, çatlaklar, lif kıvrıklığı, renk değişikliği gibi kusurlar tespit edilmiştir. Bununla beraber her 2 depoda da depolama koşullarının uygun olmadığı ve depolama periyotlarının uzun olduğu belirlenmiştir. Görsel olarak yapılan tomruk kalite derecelendirmelerinin Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazı ile yapılan tespitlere nazaran tomruk kalitesini olduğundan daha yüksek veya daha düşük gösterdiği belirlenmiştir. Buna rağmen yapılan görsel incelemeler ve Fakkop 3D Akustik Tomografi cihazı ile elde edilen çürük alan değerlerinin bütünü bir arada değerlendirildiği zaman ki ortalama veriler karşılaştırıldığında sonuçların birbirine çokta uzak olmadığı görülmüştür. Ayrıca hasarsız test cihazlarıyla yapılan ölçüm sonuçlarının da, ultrasonik ses hızını etkileyen tüm faktörlerden (odun rutubet içeriği, budak gibi ağaç içerisinde anatomik olarak gelişen doğal kusurlar) etkilenebileceği (Morrell, 1996; Morrell ve Rhatigon, 2002, Benoit ve Sandoz, 2007) gerçeği de göz önünde tutulursa görsel ve hasarsız test cihazlarıyla elde edilen sonuçların bir arada değerlendirilmesi daha güvenilir sonuçlar verecektir. Ayrıca depolarda çalışanlara hizmet içi eğitim seminerleri düzenlenerek kesim, standartlar, taşıma, depolama teknikleri, istifleme yöntemleri, tomruk kalite derecelendirmeleri yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar hakkında bilgiler verilebilir.

Bu çalışmada uygulanan hasarsız test yöntemlerinin dezavantajları; 1 adet tomrukta inceleme yapmanın bir hayli zaman alması ve maliyetlerinin yüksek olmasıdır (Bakır, 2012). Bununla birlikte ölçümlerin düzenli ve verimli bir şekilde yapılması için hava koşullarının da uygun olması gerekmektedir. Çünkü ölçümler açık alanda yapılmakta dolayısıyla yağmur ve aşırı rüzgarlı havalarda ölçüm yapmak zor olmaktadır. Çünkü aşırı rüzgar da sensörler rüzgardan etkilenmekte ve seslere duyarlı olduğu için net sonuçlar almamızı engellemektedir. Böylece yapılan ölçümler de zaman kaybı söz konusu olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ay. N. ve Güller, B., 2005. Artvin Orman İşletme Müdürlüğüne Ait İstif ve Satış Yerlerinin (Depolar) İncelenmesi. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 6 (1-2) (2005), 1-10.
- Bakır, D., 2012. Artvin Yöresindeki Tel Direklerinde Kusur Ve Hasarların Tespiti. Yüksek lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 221-222s.
- Benoit, Y., ve Sandoz, J.-L., 2007. Timber grading machine using ultrasonic and density measurements: TRIOMATIC. COST E 53 Conference - Quality Control for Wood and Wood Products, Warsaw, Poland.
- Craighead, I.A., Thackery, S., Redstall, M., Thomas, M., 2001. Monitoring wood decay in poles by the vibroacoustic method. Journal of Mechanical Engineering Science, 215 (8). pp. 905-917. ISSN 0954-4062.
- Kafalı, H. 2004. Uçaklarda Sandviç Kompozitlere Uygulanan Tahribatsız Muayene Yöntemleri, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi , Eskişehir, 2-57 s.
- Komut, O., İmamoğlu, S. ve Öztürk, A., 2013. Sarıçam Tomruklarında Mavi Renklenme Zararı ve Satış Fiyatı Üzerine Etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X Cilt: 14, Sayı:2, Sayfa: 283-291, Ekim 2013.
- Köse, C. ve Kantay, R., 2008. Orman İşletme Depoları ve Depolama Teknikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, ISSN: 1309-6257, Seri B, Cilt 59, Sayı 1, 75-92s.
- Lin, C.J., Kao, Y.C., Wang, S.Y., Wang, Y.N., Tsai, M.J., Lin, L.D., Chan, M.H., 2008. Application of an ultrasonic tomographic technique for detecting defects in standing trees. International Biodeterioration & Biodegradation 62: 434-441.
- Morrell, J.J., 1996. Wood Pole Maintenance Manual (1996 Edition), Forest Research Laboratory Oregon State University, 9-10, 21-31s.
- Morrell, J.J. and Rhatigan, R.G., 2002. Paper prepared for the 33rd Annual Meeting Cardiff, United Kingdom May 12-17th, 2002, IRG Secretariat SE-100 44 Stockholm, Sweden.
- Okuyan, M.N., 2007. Silis Dumanı İçeren Yüksek Dayanımlı Betonların Basınç Dayanımlarının Hasarsız Olarak Bulunması, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yük