



Koruyucu Yapı Tipinin Traktör Gürültü ve Titreşim Karakteristikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Ahmet Şeyhim AKYÜZ¹ Metin GÜNER^{2*}

¹Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım Alet ve Makine Test Merkezi Müdürlüğü, Ankara

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara

*e-mail: metguner@gmail.com

Alındığı tarih (Received): 19.02.2017

Kabul tarihi (Accepted): 28.06.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 19.07.2017

Yazılı baskı tarihi (Printed): 09.09.2017

Öz: Türkiye de imal edilen 2 adet standart traktörün gürültü ve titreşim seviyeleri uluslararası standartlara göre test edilmiş ve elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 77/311/AT tip onay yönetmeliği ve ISO 2631-1 standardından yararlanılmıştır. Denemelerde kullanılan 2 adet traktör aynı marka model ve tipte olup, koruyucu yapıları bakımından, emniyet kabinli ve tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) olmak üzere farklı iki kategoridedir. Araştırmada koruyucu yapıları farklı iki adet traktörde sürücü kulağına gelen gürültü seviyesi, sürücü koltuğu ve koltuğun bağlantı platformundan algılanan titreşim ağırlıklı ivme değerleri belirlenmiştir. Emniyet kabinli traktördeki gürültü seviyeleri, tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktördekinden 1.9 d(B)A düşük bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar titreşim yönünden incelendiğinde, traktörlerin ilerleme yönü ekseninde (x) kabinli traktörün ivme değerlerinin tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörden yüksek olduğu, ancak y ve z eksenlerinde tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörde meydana gelen titreşim ivmesinin daha büyük olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Traktör, gürültü, titreşim, kabin, koruyucu yapı tipi

Determination of The Effect of Protective Structure Type on Tractor Noise and Vibration Characteristics

Abstract: Noise and vibration levels of 2 standard tractors manufactured in Turkey were tested according to international standards and the data obtained were compared. For this purpose, it has been used for the type approval of 77/311 / EC and ISO 2631-1 standard. The two tractors used in the experiments are of the same brand model and type, and in terms of their protective structures, there are two different categories, with safety cabin and with safety frame (roll-bar). In the study, the vibration levels of the driver's seat and seat belt connection platform detected in two different tractors were determined. The noise levels in the safety cabin tractor were found to be lower than in the safety frame tractor. According to the vibration results, the vibrational values of the cabin tractor in the x axis were found higher than the safety frame tractor, but the vibrational acceleration values in the y and the z axis is larger than that in the safety frame tractor.

Keywords: Tractor, noise, vibration, cabin, protective structure type

1. Giriş

Tarımsal üretimde çalışmaların zamanında bitirilmesi, ürün kalitesi ve verim artışı yönünden önemli bir faktördür. Tarımsal mekanizasyon iş gücünden ve zamandan tasarruf edilmesini sağlar. Traktör, tarımsal mekanizasyonun en önemli kuvvet kaynağı olarak tarımın lokomotif konumundadır. İşlerin düzenli ve zamanında

bitirilmesinde; sürücünün emniyetini sağlayan, çevresel ve iklimsel etkileri azaltan, sürücünün ergonomik isteklerine uygun düzenlenmiş bir koruyucu yapı, traktör kadar etkili olabilmektedir. Koruyucu yapılar üzerindeki çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamış ve zamanla sürücünün emniyeti açısından bu yapıların traktöre monte edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Tarım traktörleri çalıştıkları

arazi şartlarından dolayı yol taşıtlarına göre daha fazla devrilme tehlikesiyle karşı karşıya kalır. Bu bakımdan traktöre monte edilmiş koruyucu yapılar devrilme veya iş kazalarında sürücünün ezilmesini ve yaralanmasını engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca, tarım traktörüyle çalışan insanların çalışma koşullarının ağırlığı nedeniyle, yüksek derecede gerilme ve yüklenmelere maruz kaldığı görülmektedir. Sürücü, traktörden ve tahrik edilen makinadan çevreye yayılan sesin (gürültünün), arazi yapısından dolayı düşük frekanslı titreşimin, ortamdaki kaynaklanan tozun, egzoz gazının ve tarımsal savaş uygulamalarında zehirli maddelerin etkisi altındadır (Kut, 1984). Bu bilgiler ışığında, uygun konstrüktif tasarımla devrilmeye karşı güvenli koruma bölgesi oluşturan, sürücüyü elverişsiz hava koşullarından, egzoz gazı ve çevrede bulunan diğer zararlı gazlardan koruyan bir yapıdan bahsederek, sadece traktör emniyet kabininden bahsetmiş oluruz. Oysa, uluslararası ve ulusal standart ve yönetmeliklerde devrilmeye karşı koruyucu yapı diye anılan yapı emniyet kabini ve tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) kapsamaktadır. O halde, asli görevleri traktörün devrilmesi halinde sürücüye güvenli yaşam bölgesi oluşturmak ve traktörün devrilme sonrası yuvarlanmasını önlemek olan bu iki yapıyı, kullanım sırasında sağladığı diğer avantaj ve dezavantajlarla da incelemek ve karşılaştırmak gerekir. Tek direkli emniyet çerçevesi yapı (roll-bar), emniyet kabini gibi belli oranda yalıtılmış bir yapı olmadığından, iklim koşulları, çevreden kaynaklanan tozlar ve zehirli gazlar gibi rahatsız edici dış etkenlerden sürücüyü koruyabilecek donanımda değildir. Ancak bu avantajlar bir kenara bırakılırsa emniyet kabinlerinin de, tıpkı emniyet çerçevelerinde olduğu gibi, meydana gelen titreşim ve gürültüyü yalıtma etkisi sınırlıdır. O halde iki koruyucu yapıdan herhangi biri takılı traktörde, sürücü açısından maruz kalınan rahatsız edici en büyük ortak kriter, titreşim ve gürültü değerleridir.

Gürültü, "*hoşa gitmeyen, istenmeyen, rahatsız edici ses*" olarak tanımlanabilir. Ses, nesnel bir kavramdır. Yani ölçülebilir ve varlığı kişiye bağlı olarak değişmez. Gürültü ise öznel bir kavramdır. Ses, kulağın algılayabileceği basınç değişimi

olarak tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle sesin tanımını, kulak tarafından algılanabilen hava, su ya da benzeri bir ortamdaki basınç değişimi olarak verebiliriz (Özgüven, 1986). Ses şiddeti ve ses basıncı uygun enstrümanlar kullanılarak ölçülebilmektedir. Ses gücü, ölçülen ses basıncı veya ses şiddeti değerleri, ölçülen yüzey büyüklüğü yardımı ile hesaplanabilir. Ses gücü, makinaların çıkardıkları gürültüye göre sınıflandırılmasında, ses şiddeti ise gürültü kaynaklarının tespitinde kullanılmaktadır. Gürültü kaynaklarının tahribat ve kötü etkileri için izlenmesi gereken en önemli parametre ise ses basıncıdır (Bruel ve Kjaer, 2006). Uluslararası standartlarda genel olarak insan tarafından duyulabilen ses basınç seviyesi 20 μ Pa ve 100 Pa arasındadır. 20 μ Pa ortalama bir kişi tarafından duyulabilecek en düşük ses basınç seviyesi olarak kabul edilmiştir ve bu yüzden duyum eşiği olarak anılır. 100 Pa ise çok yüksek bir seviyedir ve acıya yol açar, bu nedenle acı eşiği olarak adlandırılır. Bu iki seviyenin birbirine oranı milyonlarla ifade edildiğinden, Pa cinsinden lineer bir skala ölçüm sonuçlarının çok geniş bir aralıkta, çok büyük oranlarda değişmesine yol açacaktır. Bunun yanı sıra kulağımız lineer değil, logaritmik artışlara karşı hassastır. Bu sebeplerden ötürü akustik parametrelerin tespitinde, ölçülen değerlerin bir referans seviyeye oranının logaritması olan desibel (dB) ölçeği kullanılmaktadır. Desibel (dB) ölçeğini kullanmanın faydası iki skalayı yan yana koyup karşılaştırdığımız zaman ortaya çıkmaktadır. Çok büyük aralığa ve sayılara sahip olan lineer skala, işitme eşiğinden (0 dB) başlayan ve acı eşiğinde (130 dB) son bulan basit bir skalaya dönüşmüş olacaktır. Ses seviyesinin ölçüsü, kullanılan ağırlık eğrisine göre dBA ya da dBC'dir. İnsan kulağının frekansa bağlı olarak sese olan duyarlılığını en iyi A ağırlık eğrisi temsil eder. Bu nedenle genelde dBA olarak ölçülmektedir. Darbe gürültüsünün ölçüm ve değerlendirilmesinde ise C ağırlık eğrisi kullanılmakta ve dBC olarak ölçülmektedir.

Arkun (1983) yapı bilgisi adlı çalışmasında yüksek titreşimlerin insanlar üzerinde olumsuz etkileri olduğunu belirtmiştir. Kut 1984'de yayımladığı traktörlerde sürücü kabinlerinin

konstrüksiyon esasları adlı eserinde traktör sürücü kabinlerinin tasarımında mekanik titreşimlerin ve gürültünün önemli olduğunu ve traktörlerde gürültü ve titreşim yalıtımı için kabinlerin pasif ya da aktif yalıtım sistemleri ile donatılması gerektiğini vurgulamıştır. Araştırma materyali traktörlerde titreşim frekanslarının koltuklarda 1.5-8 Hz, sürücülerde ise 4-4.5 Hz arasında değiştiğini belirtmiştir. Saral 1984'de yayımladığı tarım traktörleri ders kitabında askı sistemine sahip ve hidrolik amortisörlü koltukların sağlık yönünden daha uygun olduğunu, sürücünün titreşimden korunması için aktif yalıtıma sahip koltukların kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Özgüven (1986) endüstriyel gürültü kontrolü isimli çalışmasında ses, gürültü ve titreşim konularında bilgi vermiştir. Yılmaz (1988) traktörlerde ön aks amortisör sistemi isimli çalışmasında traktörlerin ön akslarına amortisör sistemi bağlamakla, titreşimlerin bir kısmının sönmülerek traktör ve sürücüsüne olan olumsuz etkileri önemli ölçüde azaltılabileceğini vurgulamıştır. 1997 yılında ISO tarafından insanların maruz kaldığı bütün vücut titreşiminin değerlendirme yöntemlerinin açıklandığı ISO 2631 standardı yayımlanmıştır. İbrahim (1999) traktör kabininde ergonomi ve tasarım ilişkileri üzerine bir yöntem önerisi adlı doktora çalışmasında traktör kabininde ergonomi ve tasarım ilişkilerini incelemiştir.

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı 2002 yılında tekerlekli tarım veya orman traktörlerinin sürücüsü tarafından algılanan gürültü seviyesi ile ilgili tip onayı yönetmeliğini (77/311/AT) yayımlayarak yürürlüğe koymuştur (Resmi Gazete, 2002). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 2003 yılında titreşim yönetmeliğini yayımlamıştır (Resmi Gazete, 2003). Çay (2006) tarım traktörleri sürücü koltukları titreşim sönmüleme elemanları üzerine bir araştırmaadlı çalışmasında kategori A tarım traktörlerine takılan mekanik ve pnömatik sürücü koltuklarının titreşim testini yapmış, dinamik ve statik testler sonucunda ortaya çıkan verilerin istatistik analizini yaparak koltukların yalıtım karakteristiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca

titreşim konusu hakkında detaylı teorik bilgiler vermiştir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye de imal edilen aynı marka model ve tipteki, yalnız koruyucu yapıları biri tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) diğeri kabinli olmak üzere farklı, 2 adet standart traktörün gürültü ve titreşim yönünden uluslararası standartlara göre test edilmesi, elde edilen verilerin karşılaştırılması ve mevcut durumun ortaya konulmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Türkiye'de üretilen standart tarım traktörlerinde sürücüye gelen gürültü ve titreşim karakteristikleri incelenmiştir. Denemelerde kullanılan 2 adet traktör aynı marka, model ve tipte olup, koruyucu yapıları bakımından, emniyet kabinli ve tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) olmak üzere farklı iki kategoride ele alınmıştır.

Emniyet kabinli ve tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörlerde bulunan motor 4 zamanlı, 3 silindirli, su soğutmalı, direkt püskürtmeli ve turbo şarjlıdır. Motor dizel tipte olup maksimum gücüne nominal devirde (2200 d/d) ulaşmaktadır ve 60 BG güç üretmektedir. Emniyet kabinli traktörde, traktör üzerindeki koruyucu yapısıyla birlikte, yakıt deposu, yağlama ve soğutma sıvıları tam dolu, ön ve arka ek ağırlıkları hariç 3400 kg' dır.

Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörde, traktör, üzerindeki koruyucu yapısıyla birlikte, yakıt deposu, yağlama ve soğutma sıvıları tam dolu, ön ve arka ek ağırlıkları hariç 3080 kg' dır. Emniyet kabinli ve tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörler dört çeker olup, tahrikli ön ve arka tekerleklerde kullanılan lastikler ve basınçları Çizelge 1 'de gösterilmiştir. Traktör; 16 ileri 8 geri vites kutusuna sahiptir ve 2380 d/d motor devrinde, maksimum hıza ulaşmaktadır (40.3 km/h). Traktörler, dikey egzoz borusu ve susturucusu ile ana ve yardımcı filtre elemanlarından oluşan kuru tip hava filtresi ile donatılmıştır.

Çizelge 1. Emniyet kabinli ve tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörde ön ve arka tekerleklerinde kullanılan lastik ve basınçları

Table 1. Tires and pressures used in the front and rear wheels with safety cabin and with safety frame (roll-bar)

Özellik	Ön tekerlek	Arka tekerlek
Lastik ölçüleri	12.4-24	18.4-30
Lastik tipi	Diagonal	Diagonal
Lastik basınçları (kPa)	110	110

Emniyet kabinli ve tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörde traktörde, traktör kaportasında polimer esaslı şekillendirilmiş kompozit malzeme kullanılmış, gürültü ve titreşim yalıtımı için herhangi bir malzeme kullanılmamıştır. Traktör sürücü koltuğu Grammer DS44 / 1HA marka ve mekanik tiptir. Emniyet kabinli traktörlerde koruyucu yapı emniyet kabini tipindedir ve Şekil 1’ de ana çatı elemanları görülmektedir. Profil ve özel şekillendirilmiş sac parçaların birbirlerine kaynakla bağlanmasıyla imal edilmiştir. Kabin, arka tarafta traktör arka aksına ve ön tarafta traktör şasisine bağlantı parçaları, cıvatalar ve lastik takozlarla bağlanmıştır. Kabin tavanı cam takviyeli plastik kompozit malzemeden yapılmıştır ve kabin içi kaplamalar kauçuk üzeri kumaş kaplamadır. Pencerelerde temperli cam kullanılmıştır.



Şekil 1. Emniyet kabinli traktörde ana çatı elemanları

Figure 1. Main frame elements in tractor with safety cabin

Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörde, yapı üç parçadan oluşmaktadır, “U” şeklinde bükülerek şekillendirilmiş üst profil, iki adet alt profile pimler vasıtasıyla mafsallı olarak bağlanmıştır. Sağ ve sol alt profiller, cıvatalar ve bağlantı parçaları ile traktör arka aksına rijit bir şekilde monte edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Denemelerde kullanılan tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktör

Figure 2. The tractor with safety frame (roll bar) used in the experiments

Deneylerin yürütülmesinde T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi Müdürlüğünde bulunan ölçüm cihazları ve ekipmanları kullanılmıştır. Boyutsal ölçümlerde, lastik hava basınçları, kuyruk mili devri, traktör hızı ve uzunluk, genişlik, derinlik ölçümleri yapılmıştır, koltuk referans noktasının belirlenmesinde traktör sürücü koltuğu deney ünitesi kullanılmıştır (Şekil 3). Gürültü ölçümlerinde, Bruel&Kjær marka el tipi gürültü ölçüm aleti kullanılmış ve ağırlıklı dB(A) cinsinden ses seviyeleri tespit edilmiştir. Titreşim ölçümlerinde, Bruel&Kjær marka 6 kanallı gürültü ve titreşim ölçer cihazı kullanılmış ve cihazın üç eksenli ivme algılayıcı aparatları ile ağırlıklı titreşim ivme değerleri (a_w) ölçülmüştür.



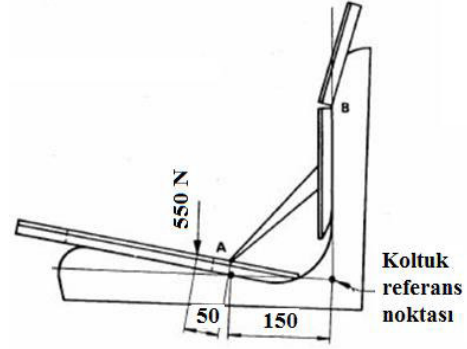
Şekil 3. Traktör sürücü koltuğu deney ünitesi
Figure 3. Tractor driver seat test unit

2.2. Yöntem

Bu çalışmada tarım traktörlerinin gürültü ve titreşim ölçümleri için geliştirilen standart deney yöntemlerinden faydalanılmış, deneylerden alınan sonuçlar aynı standartlar çerçevesinde karşılaştırılmıştır. Gürültü deneyi; “Tekerekli Tarım ve Orman Traktörlerinin Sürücüsü Tarafından Algılanan Gürültü Seviyesi İle İlgili Tip Onayı Yönetmeliği (77/311/AT)” kapsamına uygun olarak yapılmıştır (Resmi Gazete, 2002). Titreşim deneyi “Mekanik Titreşim ve Şok – Tüm Vücut Titreşimine Maruz Kalan İnsanın Değerlendirilmesi ISO 2631-1” (ISO, 1997) ve “Mekanik Titreşim – Taşıt Koltuk Titreşiminin Değerlendirilmesi İçin Laboratuvar Yöntemi ISO 10326-1” (ISO, 1992) Uluslararası Standartlarına uygun olarak yürütülmüştür. Deneyin amacı, iki ayrı traktörün titreşim ve gürültü yönünden farklarını ortaya koyup değerlendirmek olduğundan, yukarıda bahsedilen standartların, deney sonucu kabul veya ret kriterleri göz ardı edilmiştir. Araştırma materyalini oluşturan aynı marka model ve tipteki, sadece koruyucu yapıları farklı iki adet traktörde: a) Sürücü kulağına gelen gürültü seviyesi, b) Sürücü koltuğu ve koltuğun bağlantı platformundan algılanan titreşim ivmesi değerleri belirlenmiştir.

Sürücü Kulağına Gelen Gürültü Seviyesinin Belirlenmesi:

Koltuk pozisyonunun ayarlanabildiği yerlerde, koltuk yatay ve düşey ayarları mümkün olduğu kadar orta pozisyona ayarlanmalıdır. Koltuk referans noktasının yeri Şekil 4 'deki gibi belirlenmiştir.



Şekil 4. Koltuk referans noktasının yeri
Figure 4. Location of the seat reference point

Mikrofon, koltuğun orta düzleminin 250 mm yanına yerleştirilerek, mikrofon diyaframı ileriye doğru yönlendirilmiş ve mikrofonun merkezi koltuk referans noktasından 790 mm yukarıda ve 150 mm önde olacak şekilde, sabitlenmiştir (Şekil 5). Deney sırasında, mikrofon tanımlanan konumda koltuğun sağ ve sol taraflarına ayrı ayrı bağlanarak, her bir konumda 3 adet ölçüm yapılmıştır.



Şekil 5. Ses ölçüm mikrofonunun yeri
Figure 5. Location of the sound measurement microphone

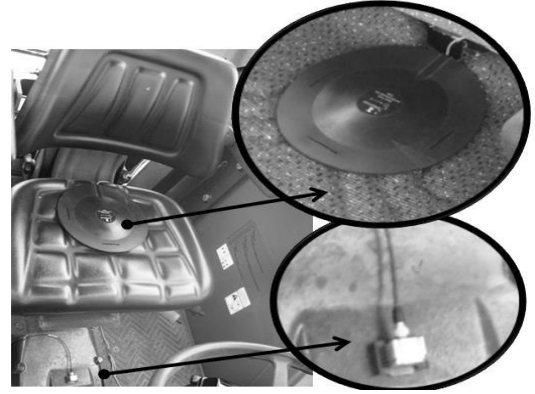
Deney, etrafında gürültü sonuçlarını etkileyecek yansıtıcı yüzey bulunmayan, 400 metre uzunluğunda düz ve temiz beton zemin üzerinde yapılmıştır. Deneylerde, traktörün yakıt deposu, yağlama ve soğutma sıvıları tam dolu hale getirilmiş, ön ve arka ek ağırlıkları çıkarılmıştır. Deneyler 90 kg ağırlığındaki sürücü tarafından yapılmıştır. Traktörün nominal motor devrinde 7.5 km/h ilerleme hızını, Tarla-Hızlı-3 vites kademesinde sağladığı tespit edilmiş ve deney, aynı vites kademesinin maksimum motor

devrindeki traktör ilerleme hızı olan 8.3 km/h hızda yapılmıştır. Yapılan deneylerde, ses ölçümü 50-130 dB aralığında, A ağırlık filtresi ve gürültü değişkenliği değeri S (slow) seçilerek, 1/3 oktav bandında ölçüm yapılmıştır. 1/3 oktav bantın da incelenen ses 24 tane merkez frekansa ayrılarak daha detay analiz etme imkânı sağlar. Ölçüm süreleri 20 saniye olarak belirlenmiştir. Deney yapılan ortamın gürültü seviyesi 71.3 dB (A) olarak ölçülmüştür.

Sürücü Koltuğu ve Koltuğun Bağlantı Platformundan Algılanan Titreşim İvmesi Değerlerinin Belirlenmesi:

Titreşim deneyinde, deney pisti, traktör özellikleri, sürücü ve sürücü koltuğu ile traktörün ilerleme hızını belirleyen motor devri ve vites seçeneği değiştirilmemiş, bir önceki deneyde kullanılan parametrelere bağlı kalmıştır. Deneyde iki adet ivmeölçer kullanılmıştır. Bunlardan biri koltuğun bağlandığı platform üzerine rijit bir şekilde, diğeri insan vücudu ile koltuk arasındaki ara yüzeye yarı rijit olarak yerleştirilmiştir (Şekil 6). Bu bölge ISO 2631 de “koltuk destek yüzeyi üzerindeki ölçümler, leğen kemiğinin sol ve sağ taraflarının alt kısmından yapılır” şeklinde ifade edilmiştir. İki ivmeölçerin

de, doğrusal eksenlerinin (x, y, z) aynı doğrultuda ölçüm yapacak şekilde, birbirine paralel yerleştirilmesine dikkat edilmiştir. Deneyler, 400 metrelik pist boyunca ve 180 saniyelik süre ile yapılmıştır. Cihazın ölçüm ayarları 0,5 Hz – 80 Hz frekans aralığında ve 1/3 oktav bandında sabitlenerek ağırlıklı titreşim ivmesi (a_w) değerleri ölçülmüştür.



Şekil 6. İvme algılayıcıların ölçüm noktaları
Figure 6. Measuring points of the acceleration sensors

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Gürültü Deneyi

Yapılan deneyler sonucunda, Çizelge 2’de verilen gürültü ölçüm sonuçları tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Gürültü ölçüm sonuçları

Table 2. Noise measurement results

Ölçüm yeri konumu	Ses seviyeleri (L_{eq}) (dB)	
	Emniyet kabinli traktör	Emniyet çerçevesi traktör
Sağ kulak	87.9 (A)	89.6 (A)
Sağ kulak	87.8 (A)	89.7 (A)
Sağ kulak	87.9 (A)	89.7 (A)
Sol kulak	88.0 (A)	89.4 (A)
Sol kulak	88.1 (A)	89.5 (A)
Sol kulak	88.1 (A)	89.5 (A)

Farklı koruyucu yapı tiplerine sahip traktörlerde yapılan, kulağa gelen gürültü ölçüm sonuçlarına bakıldığında, emniyet kabinli traktörden alınan tüm ölçüm sonuçlarının, tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörün ölçüm sonuçlarından daha küçük olduğu görülmektedir. Maksimum ses seviyeleri, emniyet kabinli traktörde sol kulakta 88.1 dB (A) ve tek

direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörde sağ kulakta 89.5 dB (A) olarak ölçülmüştür.

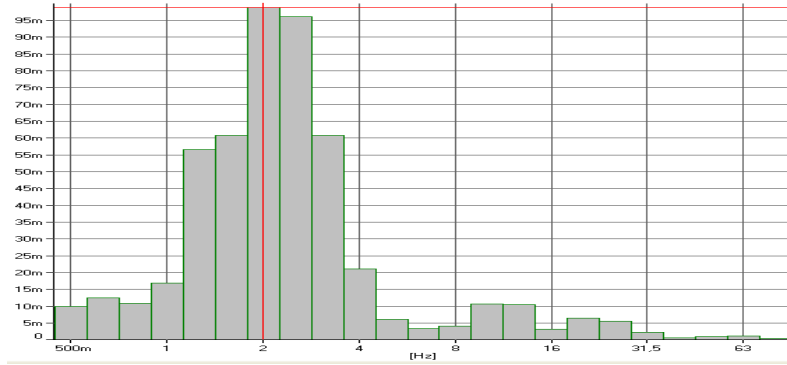
3.2. Titreşim Deneyi

Yapılan titreşim deneyleri sonucunda iki farklı traktörde sürücü koltuğu ve platformdan ölçülen titreşimlerin frekans spektrumları Şekil 7-18’de verilmiştir. İki farklı yapı, elde edilen sonuçlara

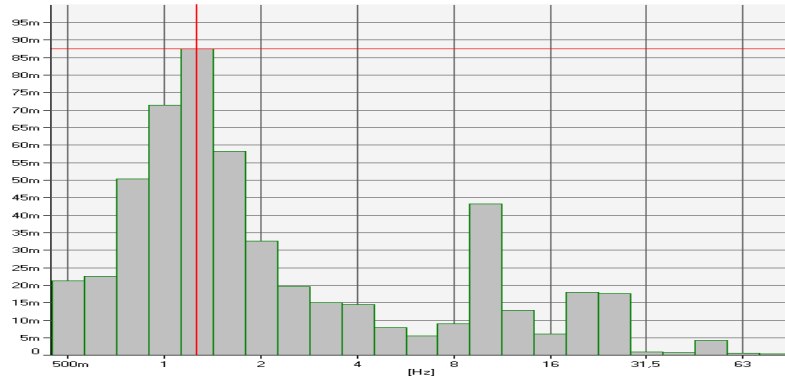
göre titreşim yönünden incelendiğinde, traktörlerin ilerleme yönü de olan x ekseninde kabinli traktörün ivme değerlerinin tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörden yüksek olduğu, ancak y ve z eksenlerinde tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktörde meydana gelen titreşim ivmesinin daha büyük olduğu görülmüştür. Emniyet kabinli traktörde, titreşime engel olabilmek için kabinin traktöre montajında kullanılan elastik bağlantı takozlarının, ilerleme

yönü olan x ekseninde, elastik yapılarından dolayı salınım yaptıkları ve titreşim ivmesinin büyümesine sebep oldukları, traktöre rijit bağlanmış tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktöre göre, y ve z eksenlerinde titreşimi daha iyi sönmüledikleri sonucuna varılmıştır.

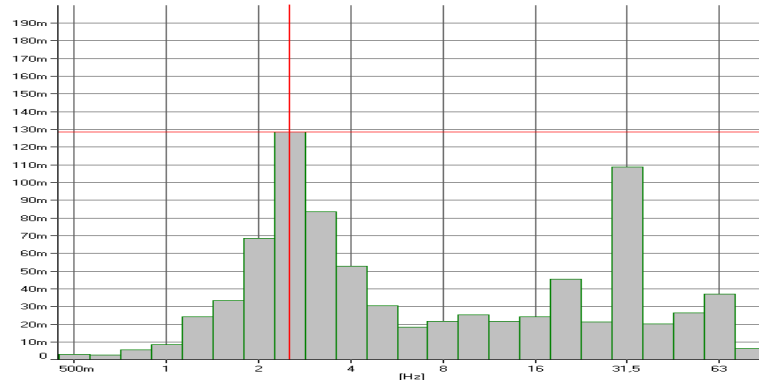
Frekans spektrumları grafiklerde gösterilen, titreşimlerin (aw) ağırlıklı ivme değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.



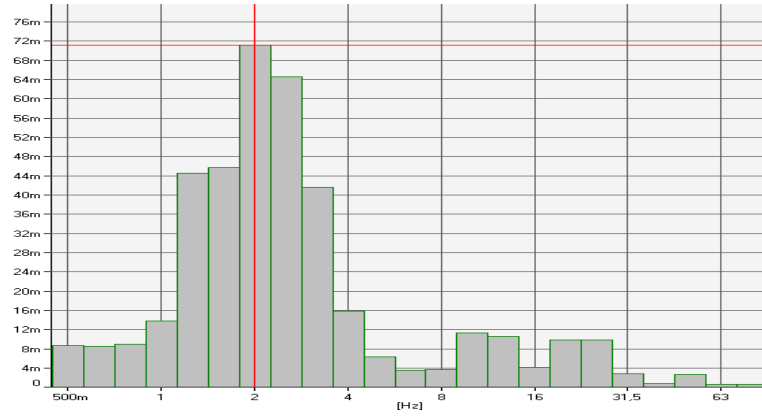
Şekil 7. Emniyet kabinli traktör, sürücü koltuğu x eksenini
Figure 7. Tractor with safety cabin, driver's seat x axis



Şekil 8. Emniyet kabinli traktör, sürücü koltuğu y eksenini
Figure 8. Tractor with safety cabin, driver's seat y axis

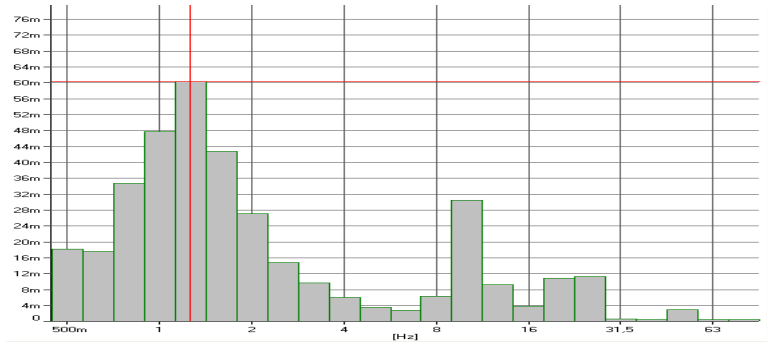


Şekil 9. Emniyet kabinli traktör, sürücü koltuğu z eksenini
Figure 9. Tractor with safety cabin, driver's seat z axis



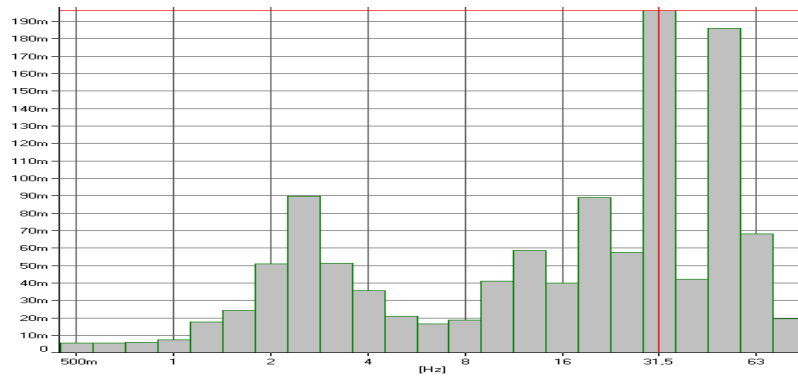
Şekil 10. Emniyet kabinli traktör, platform x eksenini

Figure 10. Tractor with safety cabin, platform x axis



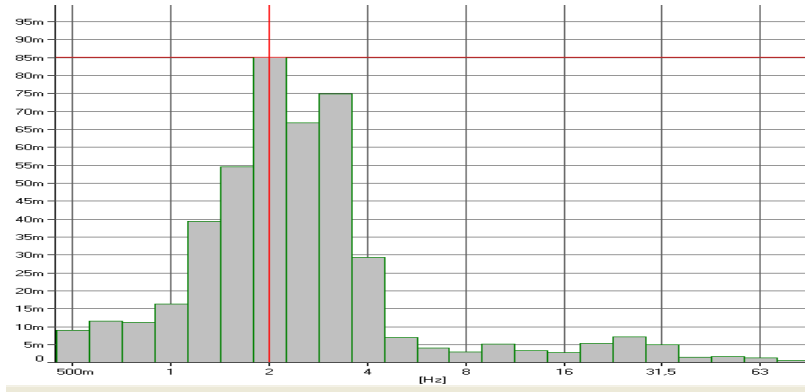
Şekil 11. Emniyet kabinli traktör, platform y eksenini

Figure 11. Tractor with safety cabin, platform y axis

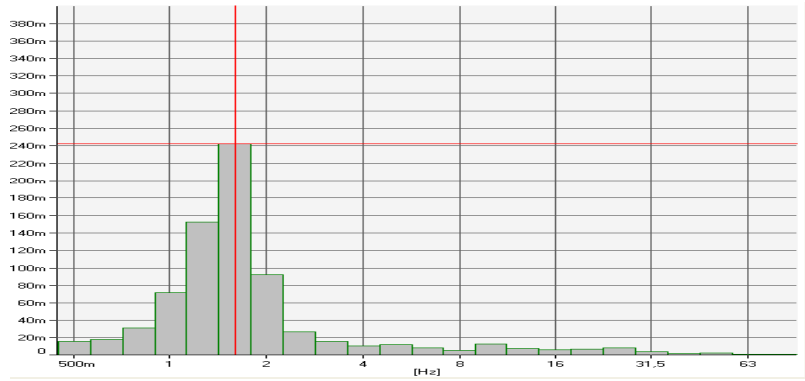


Şekil 12. Emniyet kabinli traktör, platform z eksenini

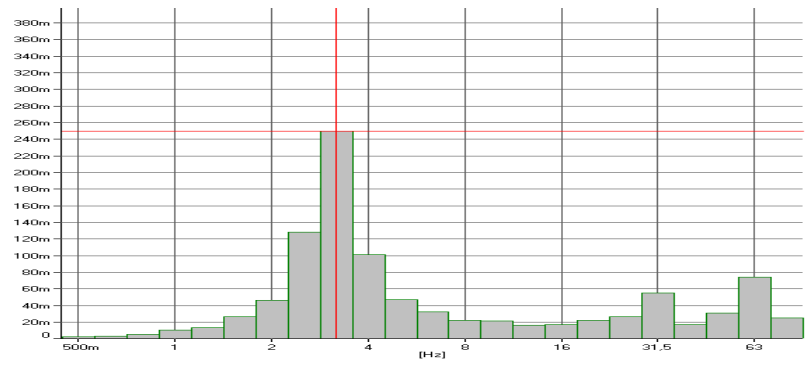
Figure 12. Tractor with safety cabin, platform z axis



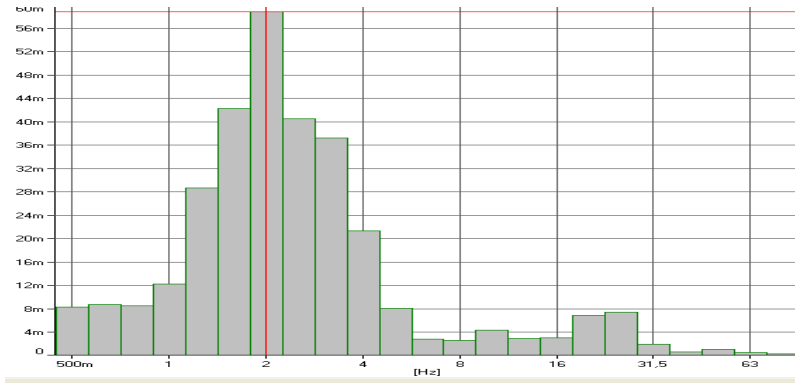
Şekil 13. Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktör, sürücü koltuğu x eksen
 Figure 13. Tractor with safety frame (roll bar), driver's seat x-axis



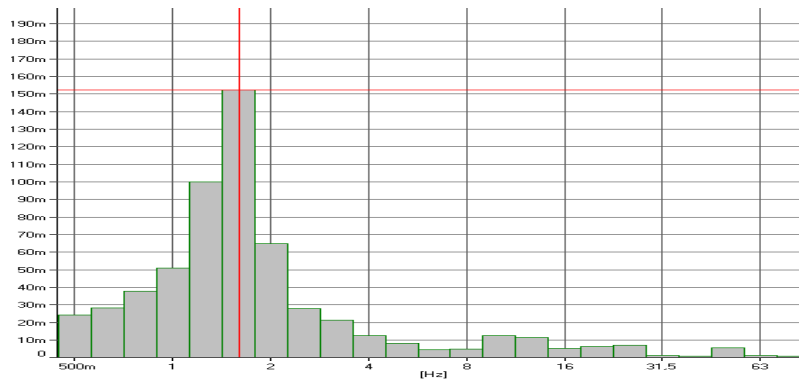
Şekil 14. Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktör, sürücü koltuğu y eksen
 Figure 14. Tractor with safety frame (roll bar), driver's seat y-axis



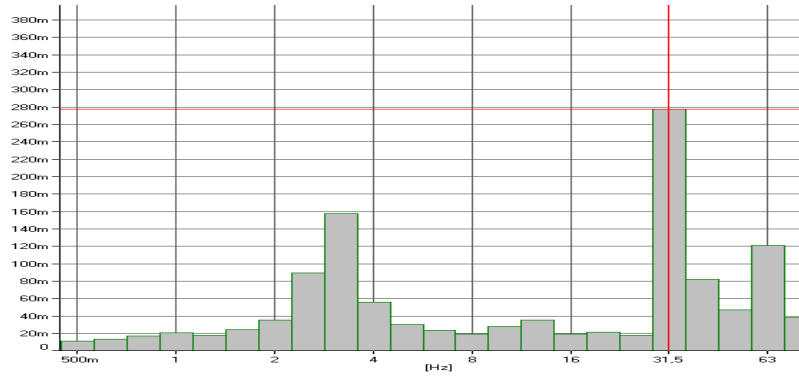
Şekil 15. Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktör, sürücü koltuğu z eksen
 Figure 15. Tractor with safety frame (roll bar), driver's seat z-axis



Şekil 16. Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktör, platform x eksenini
Figure 16. Tractor with safety frame (roll bar), platform x-axis



Şekil 17. Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktör, platform y eksenini
Figure 17. Tractor with safety frame (roll bar), platform y-axis



Şekil 18. Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktör, platform z eksenini
Figure 18. Tractor with safety frame (roll bar), platform z-axis

Çizelge 3. Frekans spektrumları grafiklerde gösterilen, titreşimlerin (a_w) ağırlıklı ivme değerleri
Table 3. Frequency spectrums, weighted acceleration values of vibrations (a_w), shown in the graphs

Traktör	Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar)	Emniyet kabinli	Tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar)	Emniyet kabinli
Ölçüm eksenini	Sürücü koltuğu (a_w) ($\frac{m}{s^2}$)	Sürücü koltuğu (a_w) ($\frac{m}{s^2}$)	Platform (a_w) ($\frac{m}{s^2}$)	Platform (a_w) ($\frac{m}{s^2}$)
X	0.153	0.176	0.100	0.127
Y	0.313	0.156	0.210	0.109
Z	0.327	0.229	0.380	0.337

4. Sonuçlar

Emniyet kabinli traktördeki gürültü seviyeleri, tek direkli emniyet çerçevesi (roll-bar) traktördekinden düşük çıksa da, daha iyi bir gürültü yalıtımı için, mekanik titreşim kaynaklı gürültüyü sadece lastik takozlarla sönmlemek veya akustik gürültüyü gürültü kaynağıyla alıcı arasında kontrol etmekle yetinmemek gerekmektedir. Mekanik sistemlerin titreşimleri için yüksek sayılan frekanslar, akustik bakımdan düşük frekanslardır. Bu nedenle, mekanik titreşimlerden ortaya çıkan ses düşük frekanslıdır. Yüksek frekanslı ses yayan gürültü kaynakları, genellikle mekanik titreşimlerden değil, hava, su gibi akışkan kaynaklıdır. Traktörlerde gürültü kontrolü ve yalıtımı yapılırken mekanik titreşimleri sönmlemenin yanı sıra, hava filtreleri ve egzozdan gelen gürültüyü de, kaynağında yalıtım çok önemlidir. Titreşim sonuçlarına bakacak olursak, emniyet kabinli traktörden sürücüye koltuğuna gelen bileşke titreşim ivmesinin daha küçük olduğunu söyleyebiliriz. Fakat bu durumu, yani koruyucu yapının rijit bağlantı noktalarında, sadece lastik takozlarla sönmleme yapma durumunu, sistemin titreşim frekans analizine göre, uygun yalıtım malzemeleri seçimi yaparak daha da avantajlı hale getirmek gerekir. Yalıtım malzemesi seçimi, sistemdeki mekanik titreşimin doğal frekansına eşit veya yakın doğal frekanslardaki yaylar ve lastik takozlar yerine, keçe, mantar ve cam elyafı gibi doğal frekansları yüksek malzemelerin kullanılması şeklinde olmalıdır.

Kaynaklar

- Arkun E (1983). Yapı Bilgisi. Makine Mühendisliği El Kitabı, Yayın No. 100, Cilt 4, s.14-124-135, Ankara.
- Bruel and Kjaer (2006). Measuring vibration and sound. www.bksv.com (Erişim tarihi: 14.11.2006).
- Çay C İ (2006). Tarım Traktörleri Sürücü Koltukları Titreşim Sönmleme Elemanları Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- ISO (1992). ISO 10326-1 Mechanical Vibration-Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration.
- ISO (1997). ISO 2631-1 Mechanical Vibration and Shock.
- İbrahim A (1999). Traktör Kabininde Ergonomi ve Tasarım İlişkileri Üzerine Bir Yöntem Önerisi. T.C. Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Kut T (1984). Traktörlerde Sürücü Kabinlerinin Konstrüksiyon Esasları. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No. 31, 113 s., İstanbul.
- Özgülven N (1986). Endüstriyel Gürültü Kontrolü. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No. 118, s. 1-18, 131-157, Ankara.
- Resmi Gazete (2002). Tekerlekli tarım ve orman traktörlerinin sürücüsü tarafından algılanan gürültü seviyesi ile ilgili tip onayı yönetmeliği (77/311/AT), Resmi gazete, 14 Ekim 2002, Sayı. 24906, s. 4-8.
- Resmi Gazete 2003. Titreşim yönetmeliği, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi gazete, 23 Aralık 2003, Sayı. 25325, s. 72-78.
- Saral A (1984). Tarım Traktörleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 948, Ders Kitabı. 271, 200 s., Ankara.
- Yılmaz M (1988). Traktörlerde Ön Aks Amortisör Sistemi. Tarım Makinaları Bilimi ve Tekniği Dergisi, 2: 38-40.