

TARIM ALANINDA KULLANILAN TRAKTÖRLERİN İNSAN VUCUDUNA YAPTIĞI TİTREŞİMİN ETKİSİ

Abdurrahman KARABULUT

Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi- AFYON

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, traktörlerde titreşim sorunlarını inceleyebilmek; traktör oturak ve sürücünün temel titreşim ve yalıtım özelliklerini tespit etmek, gelecekte yapılacak traktör oturak tasarımına faydalı veriler araştırmaktır.

Anahtar kelimeler: titreşim, titreşim yalıtımı, traktör oturakları, yalıtım sistemleri

EFFECT OF VIBRATION OF TRACTORS USED IN AGRICULTURAL FIELDS ON HUMAN BODY

ABSTRACT

The objective of the research is to determine the basic vibration and vibration isolation characteristics of tractor, seat and driver in order to enlighten the vibration problems associated with tractors and is to produce data which will be useful for tractor seat design

Keywords: vibration, vibration isolation, tractor seat, isolation systems

1.GİRİŞ

Mekanizasyonun tarihi gelişimi içinde, üretim sisteminin en önemli ögesi olan insan uzun bir süre ihmal edilmiştir. Bu ihmal sonucu, bir yandan sistemin ekonomik dengesi iyi kurulamamış, diğer yandan da

insanın sosyal, fizyolojik ve psikolojik özellikleri korunmamıştır. Traktörün yaptığı yorgunluk, insan sağlığına etkileri bakımından göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Öyleki, yapılan araştırmalar, yoğun tarımsal mekanizasyon uygulamalarında meydana gelen iş kazalarının yol açtığı ölüm ve yaralanmaların önemli düzeyde olduğunu göstermektedir [1].

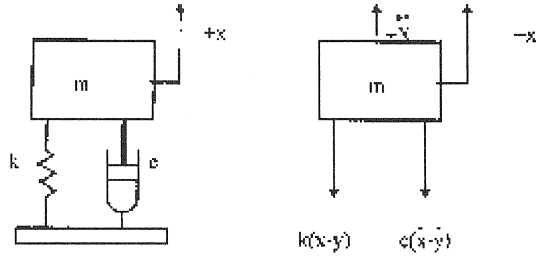
Traktörden sürücüye iletilen titreşimle, insan vücudunun doğal titreşim frekansının birbirine çok yakın veya aynı değerlere sahip olmasından titreşimin etkisi artmaktadır.

Titreşim ortamıyla insan vücudu arasındaki bu frekans çelişkisi, traktör ve yol dışında çalışan diğer makinalarda daha da önem kazanmaktadır.

Çünkü otomobil ve kamyon gibi taşıtlar, pürüzsüz yollarda hareket etmektedir. ayrıca bu araçların tekerlek, aks, çatı vb. değişik organlarında yalıtım elemanı kullanma imkanları da vardır. Oysa bu imkanlar tarım traktörlerinde teknik ve ekonomik nedenlerle son derece kısıtlıdır. Traktörlerde en uygun yalıtım imkanı sürücü oturakları yardımıyla sağlanabilmektedir.

2. OTURAKTA OLUŞAN TİTREŞİM SİSTEMİ

Bir cismin belli bir noktaya göre alternatif olarak yer değişimi titreşim hareketi olarak tanımlanır. Diğer bir deyimle titreşim, bir mekanik sistemin hareket ve konumuna ait, bir nesnenin hız veya ivmenin zamana bağlı olarak düzenli veya düzensiz yer değişimidir. Bir titreşim hareketinin elemanları; kütle, yay, sönümleyici ve kuvvettir. Sisteme dış bir kuvvet etkirse, yalıtım sisteminde bu kuvvet enerjiye dönüşür. Potansiyel enerji yay tarafından, kinetik enerjide kütle tarafından depo edilir. Sönümleyici, potansiyel ve kinetik enerji değişimi sırasında istemden enerji alarak, sistemin hareketini sönümlemeye çalışır. Şekil 1.1 de traktör sürücü oturağında sürücü kütle olarak göz önüne alınmış ve sistemin fiziksel modeli oluşturulmuştur.



Şekil 2.1 Traktör sürücü oturağının fiziksel modeli

Traktörden sürücüye gelen kuvvetler oturak tarafından yalıtılmaya çalışılır. Traktör, zorlanmış titreşim hareketi yapmaktadır[1]. Traktörün hareket ettiği yoldan dolayı meydana gelen uyarı kuvveti $F(t)=F_0\cos\omega t$ türünde bir harmonik kuvvettir. Şekil 1.1 deki sürücü oturağı fiziksel model tabanına $F(t)$ kuvveti etki ederse Newtonun hareket kanununa göre

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = kY \sin\omega t + c\omega Y \cos\omega t \quad (1.1)$$

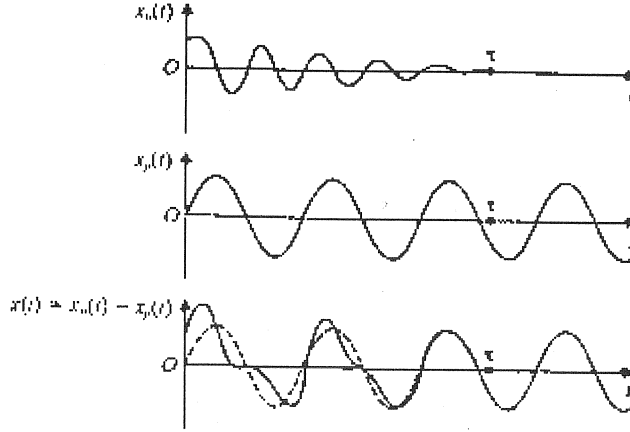
şeklinde sağ taraflı sabit katsayılı bir diferansiyel eşitlik elde edilir [2]. Sürücü oturaklarında $F(t)$ nin sürücüye etkisini azalmak için sönüm faktörünün $0 < \xi < 1$ aralığında olması gerekir. Sönüm faktörünün belirtilen değerler arasında olması titreşim ortamını oluşturur. Sönüm faktörünün bu değerler arasında olması bazı mekanik imkanlar yardımı ile titreşimin olumsuz etkilerini azaltmak mümkündür. (1.1) eşitliğinin homojen çözümünde sönüm faktörünün etkisi görülür.

$$x_h(t) = X_0 e^{\xi\omega t} \cos(\omega_d t + \phi_0) \quad (1.2)$$

eşitlikten görüleceği gibi zamana bağlı olarak kütle hareketi son bulur. Özel çözümde sönüm faktörünün etkisi yoktur. Bu kısımda kütle yay katsayısı ve kuvvetin etkisi görülür. (1.1) eşitliğinin genel çözümü,

$$x(t) = X_0 e^{\xi\omega t} \cos(\omega_d t + \phi_0) + F_0 / [(k - m\omega_n^2)^2 + (c^2 \omega_n^2)]^{1/2} \quad (1.3)$$

şeklinde ifade edilir [2]. Bu eşitliğin birinci kısmı hareketin sonlu, ikinci kısmı hareketin sonsuz olduğunu göstermektedir. Çözümlerin diyagramları ayrı ayrı şekil 1.2 de gösterilmiştir.



Şekil 1.2 Oturağın zamana göre yer değişimi

Birinci diyagramda, da sönüm faktörünün etkisi görülmektedir. Zamana bağlı olarak sistemin hareketi son bulur. Sönüm faktörü $0 < \xi < 0.5$ aralığında hareketin son bulma süresi uzun; $0.5 < \xi < 1$ aralığında ise hareketin son bulma süresi kısadır. Dış kuvvetlerin sürücüyeye etkisini azaltmak için, sönüm faktörünün en uygun değeri seçilmelidir. Sönüm faktörü $\xi \rightarrow 1$ yaklaşırken sürücüyeye gelen dış kuvvetlerin etkisi artar. Kuvvet doğrudan sürücüyeye iletilir. Sönüm faktörü $\xi \rightarrow 0$ yaklaşırken sistemin salınım hareketi uzun süre devam eder. Bu hareketin uzun süre devam etmesi, titreşim bakımından olumsuz sonuçlar ortaya çıkaracağından istenilmez. Bu şartlar traktör sürücülerinde birçok fizyolojik problemler ortaya çıkmaktadır. Yapılan araştırmada, farklı kütleler için en ideal sönüm faktörünün 0.4 olduğu görülmüştür.

İkinci diyagramda, de sisteme dış kuvvetler belli periyotta sabit bir şiddette etki yapmaktadır. Bu kuvvete tepki olarak bir sinüzoidal

hareket ortaya çıkar. Kuvvet kaldırıldığı zaman sistem sönüm faktörü oranına göre hareketine son verir.

Üçüncü diyagramda, de sistem kuvvet etsinde olduğu sürece sönüm katsayısının etkisi olmaz. Kuvvetin etkisi kaldırıldığı zaman sistem bir veya birkaç periyot sonra hareketini tamamlayarak dengeye gelir. İkinci bir uyarı kuvvetiyle sistem tekrar hareket eder veya sistemin hareketini bir dış kuvvet durdurabilir.

3. TİTREŞİMİN ETKİLERİ

İnsan vücudu fizyolojik bir yapıya sahiptir. Genel bir yaklaşımla bu yapı, birbirine bağlı kütlelerle, elastik elemanlarla ve sönümleyicilerle doğrusal olmayan birçok elemanın bileşkesidir.

İnsan-makina ilişkileri açısından titreşimlerin önemli bir yeri vardır. Bu önem, insan vücudu denilen karmaşık bir yapının titreşimlere, özellikle düşük frekanslı titreşimlere karşı gösterdiği yüksek duyarlılıktan ileri gelir. yol dışı araçlar omurga, mide, böbrek gibi organlara zarar vermektedir. Bu konudaki sorunların çözümü için çalışmalar yapılmaktadır.

İnsan vücudunun titreşimlere göre tepkisi, pasif bir titreşim sistemine benzetilirse, değişik dokuların bu genel özelliklerden farklı olmaları bilinir. Örneğin kemiklerin katı bir cisim gibi davrandığı ancak elâstik olarak de ferma olduğu, yumuşak dokuların viskoz elâstik bir davranış gösterdikleri bilinenler arasındadır. Bazı çalışmalarla insan vücudunun birçok özellikleri kabaca da olsa tespit edilmiş bulunmaktadır. Önemli bulguların birisi vücudun değişik organ ve bölümlerine ait doğal ve rezonans frekansları 4-8 Hz arasında olduğudur.

İnsan vücudundaki titreşim frekansları vücudun titreşim etkisinde dört rezonans bölgesine ayrılır.

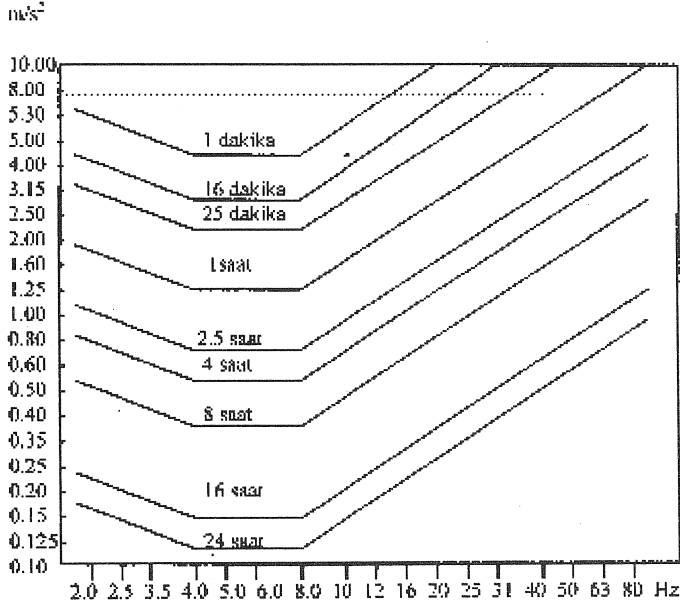
- 3-6 Hz lik frekans: bel ve mide
- 20-30 Hz lik frekans: baş, boyun ve omuz
- 60-90 Hz lik frekans : göz küreleri

100-200 Hz lik frekans : kol ve baçaklara ait rezonans frekanslarıdır [2]. İnsan için en olumsuz 3-6 Hz arasındaki titreşimlerdir. Çünkü bu bölgedeki titreşimlere karşı insanın hem duyarlılığı yüksek, hem de bu frekanslarda titreşim yalıtımı imkanları kısıtlıdır. Diğer rezonans bölgelerindeki titreşimlerin insan vücudu tarafından sönümlenme imkanı yüksek ve kolaydır [3].

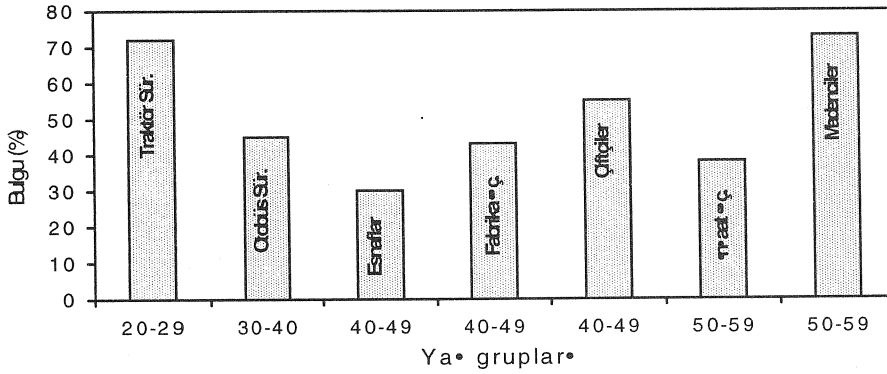
Titreşim, insanın fizyolojik özelliklerine de olumsuz yönde etki yapmaktadır. Bu etkiler kalp atışı hızı, kan basıncı, solunum metabolik faaliyetler ile görüş yeteneği ve refleksler üzerinde olumsuzluklar olarak özetlenebilir. Titreşim niceliklerinin etkisi konusunda yapılan çalışmalarda, titreşim büyüklüğü arttıkça iç yaralanmalara ve 30 m/s^2 boyundaki ivmeye sahip titreşimlerin göğüs ağrılarına sebep olduğu tespit edilmiştir.

Titreşimlerin bu olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla yapılan çalışmaların önemli bir kısmında, insan vücudunun dayanabileceği tolerans sınırlarının tespit edilmesine aittir. Şekil 3.1 deki yorgunluk sınır eğrileri ISO tarafından yayınlanmıştır. Diyagramda ivme değerleri arttıkça, titreşimin etkisi artmaktadır. 5 m/s^2 lik bir ivmede 4-8 Hz arasındaki frekansta insanın 1 dakika dayanabileceği görülmektedir. Bu zamandan sonra sağlığının zarar göreceği anlaşılmaktadır [4].

Traktör sürücüleri üzerinde Doğu Almanya'da yapılan ve 5 yıl süren bir çalışmada 371 traktör sürücüsünün sağlık durumları incelenmiştir. Bu çalışmada traktör sürücülerinin % 76 'sında gastritten dolayı ortaya çıkan mide rahatsızlıkları % 71 'inin üst ve alt omurga bölümlerinde önemli omurga deformasyonları olduğu tespit edilmiştir [5]. Bu rahatsızlığın yaş ve mesleklere göre dağılımı Şekil 3.2 de gösterilmiştir. Farklı mesleklere göre elde edilen sonuçlar incelenirse çalışma sırasında yaptığı işten dolayı en fazla genç yaştaki traktör sürücülerinin omurga deformasyonlarına maruz kaldığı görülmektedir.



Şekil 3.1 ISO göre insanların sinüzoidal titreşimlere duyarlılığı



Şekil 3.2 Farklı Mesleklere göre omurga deformasyonları

4. SONUÇ

Frekansın durumuna göre titreşim spektrumu iki grup halinde incelenir. Bunlarda birincisi, 1-10 Hz arası düşük frekanslı titreşimler; ikincisi, 10-80 Hz arası yüksek frekanslı titreşimlerdir.

Yüksek frekanslı titreşimler, motor ve hareket iletim organı gibi dönen parçalarda balanslanmış iç kuvvetlerin oluşturduğu titreşimlerdir. Bu titreşimler genel olarak harmonik dönen parçaların açısal açısal hızına bağlı olarak değişir. Yüksek frekanslı titreşimlerim vücut tarafından yalıtımı kolaydır. Düşük frekanslı titreşimli ise, yol dışı araçların hareket ettiği yüzey üzerindeki engebelere karşı tepki olarak oluşan bir harekettir. Genelde düşük frekanslı titreşimler insan vücuduna olumsuz etkiler yapmaktadır. Traktör titreşimleri düşük frekanslı titreşim spektrumuna girmektedir. Sürücüler üzerindeki yapılan araştırmalarda sürücülerin % 71 inde omurga deformasyonları; % 76 sında mide rahatsızlıkları görülmüştür. Bu şartlar traktör oturaklarında bir yalıtım sisteminin tasarımını kılmaktadır. Sürücü oturağında titreşim hareketinden oluşan enerjiyi depo eden bir yay, hareketin enerjisini ısıya dönüştüren bir sönüm elemanının kullanılması gereklidir. Farklı kütleler için en uygun sönüm faktörü $\xi=0.4$ seçilmelidir. Bu şartlar altında dizayn edilen bir sürücü oturağı ile sürücüye gelen titreşimlerin % 65 i yalıtılabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Karabulut, A., Traktör Sürücü Oturakları Yalıtım Sistemi Üzerinde Bir Araştırma, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Ankara, (1995).
2. Kelly, S. G., Fundamentals of Mechanical Vibration, Mc. Graw-Hill, Singapore, (1995).
3. Sabancı, A., Tarım Traktörlerinde Titreşim Sorunları ve Sürücü Oturaklarının ve Yalıtım Sistemi Üzerinde Bir Araştırma, TZDK Meslek Yayınları No: 35, Ankara, (1984).
4. Orak, S., Traktör Sürücü Sandalyelerinde Konstriktif Önlemlerle Konforun Artırılması, Anadolu Üni. Müh. Fak. Doktora Tezi, Eskişehir, (1989).
5. Rosegger, R., Health Effects of Tractor Driving, Journal of Agricultural Engineering Research, London, (1979).