

# **Yatar Durumdaki Kişilerde Titreşimin Etkileri**

**Proje No: 110M377**

Prof. Dr. Gülin BİRLİK  
Dr. Önder C. SEZGİN

ARALIK 2011  
ANKARA

## Önsöz

Araç içinde yatar durumda seyahat etmek zorunda olan kişilerin yol koşullarından nasıl etkilendiklerini irdelemeyi amaçlayan bu çalışma sekiz denek üzerinde yapıldı. Üç değişik tip yol, sırasıyla asfalt yol, parke taşı döşeli yol ve kasis geçişleri incelendi. Ambulans sabit hızla seyir halinde iken sedye üzerinde sırt üstü yatmakta olan bu sağlıklı sekiz erkek denekten alınan bilgilerin, ambulansda hastahaneye nakil edilmekte olan hastaların maruz kalabilecekleri titreşim düzeyleri için bir veri tabanı oluşturduğu düşünülmektedir. Ölçümlerde Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Bölümü, Gürültü ve Titreşim Ünitesinde mevcut cihaz parkından yararlanıldı. Eksik cihazların temini ise Tubitak Hızlı Destek Programı desteği ile gerçekleştirildi. Raporun sonuç bölümünde, ulaşılan sonuçlar değerlendirilmekte ve kısa-uzun vadeli çözümler için önerilerde bulunmaktadır.

## **İçindekiler**

- 1. Giriş**
- 2. Araştırmanın Planı**
- 3. Deneme Ölçümleri**
- 4. Ölçümler**
  - 4.1 Ambulans zemininde ölçüm yapılacak noktanın belirlenmesi çalışmaları**
  - 4.2 Sedyede üzerinde yatmakta olan kişilerin maruz kaldıkları titreşim düzeylerini etkileyen parametreler**
    - 4.2.1 Sedyede açısının etkisi**
    - 4.2.2 Güzergahın etkisi**
    - 4.2.3 Ambulans hızının etkisi**
  - 4.3 Sedyede üzerinde yatmakta olan kişilerin kalça sırt ve başlarının maruz kaldıkları titreşim açısından karşılaştırılması**
- 5. Sonuçlar ve Öneriler**
  - Yararlanılan Kaynaklar**

## **Tablolar**

**Tablo 3.1 x, y ve z yönlerindeki en yüksek ivme değerleri (Denek 1)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.2 x, y ve z yönlerindeki en yüksek ivme değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.3 x, y ve z yönlerindeki en yüksek ivme değerleri (Denek 3)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.4 Deneklerin fiziksel özellikleri  
(Deneme Ölçümleri )**

**Tablo 3.5 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 1)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.6  $a_x$  değerlerine ait Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 1)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.7 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.8 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.9 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 3)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.10 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 3)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.11 x yönündeki kalça ivmelerine ait korelasyon matrisi  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 4.12 Sekiz deneğe ait fiziksel özellikler**

**Tablo 4.13 Ambulans zemini ivme değerleri (Denek 1-4) (parkur: parke)**

**Tablo 4.14 Ambulans zemini ivme değerleri (Denek 5-8) (parkur: parke)**

**Tablo 4.15 Spearman rho değerleri (8 denek)**

**Tablo 4.16 Yatan kişi/sedye arayüzündeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: parke)**

**Tablo 4.17 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: parke)**

- Tablo 4.18** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: parke)
- Tablo 4.19** z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi  
(sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: parke)
- Tablo 4.20** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı:  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: parke)
- Tablo 4.21** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi  
(sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (ölçüm yeri: kalça)
- Tablo 4.22** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi  
(sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (ölçüm yeri: kalça)
- Tablo 4.23** z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi  
(sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (ölçüm yeri: kalça)
- Tablo 4.24** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı:  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: parke)
- Tablo 4.25** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)
- Tablo 4.26** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)
- Tablo 4.27** z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)
- Tablo 4.28** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: parke)
- Tablo 4.29** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)
- Tablo 4.30** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)
- Tablo 4.31** z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)
- Tablo 4.32** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: parke)
- Tablo 4.33** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)
- Tablo 4.34** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)

- Tablo 4.35** z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)
- Tablo 4.36** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: parke)
- Tablo 4.37** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)
- Tablo 4.38** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)
- Tablo 4.39** z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $38^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)
- Tablo 4.40** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.41** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.42** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.43** z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.44** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.45** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.46** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.47** z yönündeki ivmeler ait korelasyon matrisi  
(8 denek) (sedye açısı =  $0^0$ ) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.48** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.49** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.50** y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)
- Tablo 4.51** z yönündeki ivmeler ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)

**Tablo 4.52** Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik,  $a_x$ , değerleri (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça, sırt, baş) (kasis geçişi)

**Tablo 4.53** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (kasis geçişi)

**Tablo 4.54** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (kasis geçişi)

**Tablo 4.55** x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (kasis geçişi)

**Tablo 5.1** x, y ve z yönlerinde ivme aralıkları (düzyol)

**Tablo 5.2** x, y ve z yönlerinde ivme aralıkları (parke)

**Tablo 5.3** x, y ve z yönlerinde ivme aralıkları (kasis geçişi)

## Şekiller

Şekil 2.1 Parke taşı döşenmiş yol

Şekil 2.2 Asfalt yol

Şekil 2.3 Kasis

Şekil 3.1 Ölçümlerde kullanılan 12 kanallı analizör

Şekil 3.2 İvme ölçerlerin ambulans zeminindeki yerleştirilme noktaları

Şekil 3.3 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (Denek 1)  
(Deneme ölçümleri)

Şekil 3.4 Zemine dik  $a_x$  (medyan) ivme değerlerinin  $a_x$  (orta) ivme değerleri ile karşılaştırılması (Denek 1) (Deneme ölçümleri)

Şekil 3.5 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)

Şekil 3.6 Zemine dik  $a_x$  (medyan) ivme değerlerinin  $a_x$  (orta) ivme değerleri ile karşılaştırılması (Denek 2) (Deneme ölçümleri)

Şekil 3.7 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (Denek 3)  
(Deneme ölçümleri)

Şekil 3.8 Zemin e dik  $a_x$  (medyan) ivme değerlerinin  $a_x$  (orta) ivme değerleri ile karşılaştırılması (Denek 3) (Deneme ölçümleri)

Şekil 3.9 Dik yöndeki kalça ivme değerleri,  $a_x$  ( $m/s^2$ ) nin frekansa göre dağılımları  
(denek 1, denek 2, denek 3) (Deneme ölçümleri)

Şekil 4.1 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (baş altı = bş.altı) (8 denek)

Şekil 4.2 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (orta) (8 denek)

Şekil 4.3 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (ayak altı = ayk.altı) (8 denek)

Şekil 4.4 Sedy e Açıları

Şekil 4.5 Yatan kişi/sedy e arayüzeyinde ivme ölçerleri yerleştirme planı

Şekil 4.6 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedy e arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedy e açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.7 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedy e arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedy e açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)



**Şekil 4.8** Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.9** x, y ve z yönlerine ait ivme(medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.10** Dik (x) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.11** Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.12** Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.13** x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.14** Titreşim iletim oranı - Frekans eğrileri (x yönü) (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $0$  ve  $38^0$ ) (parkur: parke)

**Şekil 4.15** Dik (x) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.16** Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.17** Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.18** x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) - frekans eğrileri (ölçüm yeri: sırt) ( sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.19** Dik (x) yönde, baş hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.20** Yanal (y) yönde, baş hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.21** Ambulans gidiş (z) yönünde, baş hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.22** x,y ve z yönlerine ait ivme (medyan) - frekans eğrileri (ölçüm yeri: baş) (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

**Şekil 4.23** Dik (x) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.24 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.25 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.26 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: sırt) ( sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.27 Titreşim iletim oranı – Frekans eğrileri (x yönü) (ölçüm yeri: sırt) (sedye açısı =  $0$  ve  $38^0$ ) (parkur: parke)

Şekil 4.28 Dik (x) yönde, baş/sedyeye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.29 Yanal (y) yönde, baş/sedyeye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.30 Ambulans gidiş (z) yönünde, baş/sedyeye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.31 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: baş) (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek) (parkur: parke)

Şekil 4.32 Titreşim iletim oranı - Frekans eğrileri (x yönü) (ölçüm yeri: baş) (sedye açısı =  $0$  ve  $38^0$ ) (parkur: parke)

Şekil 4.33 Kasis içeren güzergah

Şekil 4.34 Ambulans zemini orta noktasında ölçülen ivme değerleri (parkur: düzyol)

Şekil 4.35 Ambulans zemini orta noktasında ölçülen ivme değerleri (parkur: parke)

Şekil 4.36 Ambulans zemini orta noktasında ölçülen ivme değerleri (parkur: kasis)

Şekil 4.37 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)

Şekil 4.38 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri ( sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)

Şekil 4.39 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)

Şekil 4.40 x,y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)

Şekil 4.41 Düzyol – Parke karşılaştırması (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $0^0$ ) (Amb.hızı = 30 km/saat)

- Şekil 4.42 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.43 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.44 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.45 x, y ve z yönlerine ait ivme(medyan)- frekans eğrileri (ölçüm yeri: sırt) (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.46 Düzyol – Parke karşılaştırması (ölçüm yeri: sırt) (sedye açısı =  $0^0$ ) (Amb.hızı = 30 km/saat)**
- Şekil 4.47 Dik (x) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.48 Yanal (y) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.49 Ambulans gidiş (z) yönünde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.50 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: baş) (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (parkur: düzyol)**
- Şekil 4.51 Düzyol – Parke karşılaştırması (ölçüm yeri: baş) (sedye açısı =  $0^0$ ) (Amb.hızı = 30 km/saat)**
- Şekil 4.52 Ambulans kasis geçerken**
- Şekil 4.53 Dik (x) yönde, kalça/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (kasis geçişi)**
- Şekil 4.54 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (kasis geçişi)**
- Şekil 4.55 Dik (x) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek) (kasis geçişi)**
- Şekil 4.56 Hız etkisi (ölçüm yeri: zemin orta) (kasis geçişi)**
- Şekil 4.57 Titreşim iletim oranları (sedye açısı =  $0^0$ ) (kasis geçişi)**

## Özet

Araştırmanın amacı, sedye üzerinde yatan kişinin, ambulans sabit hızda seyir halinde iken, maruz kaldığı titreşimin bir değerlendirmesini yapmaktır. Yatar durumda vücudun her noktasının aynı anda titreşime maruz kalması oturur durumdaki insana göre bir ayrıcalık arz etmektedir. İnsan vücudunun yanal gelen titreşime karşı fiziksel tepkisi dikey titreşime olandan farklı olmasının yanı sıra yatar durumda vücudun değişik bölgelerinde etkin frekans aralıkları da farklıdır. Bu çalışmada, ambulans ile hastaneye nakledilecek olan hastaların yol koşulları nedeniyle maruz kalabilecekleri titreşimlerin etkileri hakkında tahminde bulunulabilmesine olanak sağlayacak bir alt yapı oluşturmak için, sağlıklı kişiler (deneme ölçümlerinde üç erkek, ölçümlerde ise sekiz erkek) üzerinde üç yönde ivme ölçümleri yapıldı. Maruz kalınan titreşimlere ait ölçümler kişinin “sırtüstü yatar” ve “sırt üstü yarı yatar” postürlerinde alındı. Ölçüm noktaları baş, sırt (T8) ve kalça olarak belirlendi. Çalışmanın birinci bölümünde ambulans zemininde sedyenin tespit edildiği noktalara yakın iki noktada ve orta noktada olmak üzere üç noktada titreşim ölçümleri yapıldı. Üç noktanın istatistiki farklılık göstermediği görüldükten sonra zemin ölçümlerinin orta noktada yapılmasına karar verildi. Yatar durumdaki kişilerin başında, kalça (ve sırt) – sedye ara yüzeyinde ve sedye ayakları arası orta noktada (ambulans zemini üzerinde) üç yönde yapılan ivme ölçümleri çalışmanın ikinci bölümünü oluşturdu. Üç değişik yol koşulunun (kasisli, parke ve asfalt yol) ve sedye (üst tarafının) açısındaki değişikliğin kişilere iletilen titreşim düzeylerini ne ölçüde etkilediği irdelendi. Yatan kişinin kalçası, sırtı ve başının etkilendiği frekans aralıklarının belirlenmesi ile çalışma tamamlandı.

**Anahtar Kelimeler: Ambulans, Sırt üstü yatan kişi, Sedye açısı, Yol koşulları**

## **Abstract**

The purpose of the study is to make an assessment of the vibration exposure of a person lying on a stretcher in an ambulance driven at a constant speed. Contrary to seated person, lying person is exposed to vibrations simultaneously at all points. The response of the human body to laterally transmitted vibrations is different than its response to vertically transmitted vibrations. Besides the effective frequency ranges for different parts of the human body are different. In order to establish a base for a sound estimate of the effects of vibration exposure of patients transported to the hospital, accelerations are measured in three directions on healthy persons (three men in trial and eight men in actual measurements). Measurements are done in “supine” and “semi-supine” postures. Head, back (T8) and hip are chosen as the measurement points. The first part of the study comprise the measurements done on the floor of the ambulance at the two points close to the fixation points of the stretcher and at the centre point. Since the three points are not statistically different, the floor measurements are decided to be done at the centre point. In the second part of the study accelerations are measured at the hip, back, head of the lying person and at the centre point on the ambulance floor. The effect of, three different road conditions (hump, cobble stone and asphalt) and the stretcher’s angle on the vibrations transmitted to the persons are assessed. The study is completed by stating the effective frequency ranges for hip, back and head of lying persons.

**Keywords: Ambulance, Recumbent person, Stretchers’ angle, Road conditions**

## 1.Giriş

İnsan vücudu her gün pek çok etkiye, örneğin gürültüye, titreşime ve hava kirliliğine maruz kalmaktadır. Otomobil ve otobüslerdeki yolcuların, özellikle bu taşıtlar hız kesici kasisleri geçerken, yüksek düzeyde titreşime maruz kaldıkları, rahatsız olmalarının yanı sıra sağlıklarının da tehdit altında olduğu bilinmektedir. Ambulansda hastahaneye nakil edilmekte olan hastaların maruz kaldığı titreşim ise, (düzeyi ile bağımlı olarak) hastanın konforunun yanı sıra zaten tehlikede olan sağlığının daha da kötüleşmesine sebep olabilecek bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Bu konuda yapılan literatür taramasında konunun, özellikle ambulans seyir halinde iken, araştırılmasının yerinde olacağı görülmüştür. Zira Science Direct, Scopus ve Medline veri tabanları önceden belirlenen “Ambulance” (26.575 / 11.247 / 8508), “Random vibration” (51.889 / 8.320 / 429), “Recumbent person” (91 / 63 / 43), “Angle of inclination” (1.248 / 10.154 / 93.192), “Surface condition” (18.162 / 335.731 / 939) anahtar kelimeleri açısından tarandığında yaklaşık 100000 yayına ulaşılsa bile anahtar kelimeleri (“sırt üstü yatar” ve “sırt üstü yarı oturur”) “supine”, “semi-supine” olarak değiştirilerek tekrar tarama yapıldığında bu sayının 25 e indiği görülmüştür.

Miwa'nın (Miwa,1969) 1969 daki çalışması bütün vücut titreşimi için 4 Hz e kadar bilgi vermektedir. Araştırmada yatar ve oturur (arka desteği olmayan) durumda titreşime maruz kalan kişilerin duyarlılık ve algılama eşikleri eşleştirilmeye çalışılmaktadır. Aynı çabayı gösteren bir başka çalışma da (Szameitat, 1976) ise yatar durumdaki kişinin duyarlı olduğu frekans aralığının dik yönde (= x yönü) 6-60 Hz, yatay yönlerde (y ve z yönleri) ise 4 Hz in altında olduğu ifade edilmektedir. Laboratuvar koşullarında, yatar durumda algılama eşiği ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda (Miwa,1984, Parsons,1988), dik yönde sinusoidal titreşime maruz kalan kişilerde yüksek frekanslarda titreşimin ilk algılandığı yerin baş olduğu görülmektedir. Algılama eşiğinin 1- 4 Hz frekans aralığında yaklaşık  $0.04 \text{ m/s}^2$ , 8 Hz de oluşan minimum eşiğin ise  $0.01 \text{ m/s}^2$  mertebesinde olduğu sonucuna varılmıştır (Maeda,1999). Ambulans helikopteri ile (Dupuis,1978) müdahale göreceklere yere sedyede götürülen kişilerde (helikopterde maruz kaldıkları) titreşimin en az iletildiği bölgenin kalça (ikinci sırada baş) olduğu saptanmıştır. 2000 yılında İsveç'te yapılan bir araştırma (Granlund,2000) yol bozuklukları ile araç içindeki kişilerin maruz kaldıkları titreşim düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ve bozuk yolda gitmek zorunda kalan ambulansda sedyede yatmakta olan kişinin çok yüksek seviyede titreşime maruz kaldığını ortaya koymaktadır. Maruz kalınan titreşimin düzeyinin lastik tekerlekli yükleyiciyi kullanan operatörün maruziyet düzeyi (ağırlıklı değer  $\approx 1.6 \text{ m/s}^2$ ) ile aynı olduğu görülmüştür. Çalışmada ambulansda 15 dakikada ulaşılan titreşim düzeyine (ağırlıklı değer  $\approx 1.35 \text{ m/s}^2$ ) sağlıklı bir insanın hergün 10 dakika maruz kalması halinde sağlığının ciddi bir tehlike ile karşı karşıya kalabileceğine dikkat çekilmektedir. Titreşim esnasında kaslar vücudun stabilitesini sağlamak için kasılmakta ve bu kasılmalar nedeniyle zaman içerisinde yorulma ve güç kaybı oluşmaktadır.

Yatar durumda titreşime maruz kalındığında etkilenen vücut bölgesini frekansa bağlı olarak araştıran (Iwane,2006) çalışmalarda (laboratuvarda, genç erkek, genç kadın (genç ile 20 li yaşlar kastedilmektedir)) ve yaşlı erkek gruplarına, dik yönde uygulanan sinusoidal titreşimlerde) 4 Hz de bütün vücudun, 8 Hz de daha ziyade belden aşağısının, 16 Hz de baş hariç, belden yukarısının, 31.5 Hz de en fazla ayakların ve 63 Hz de ise en fazla başın etkilendiği görülmüştür. Bu etkilenmelerin düzeyini belirlemek için yapılan çalışmalar sonucu oluşturulan ISO 2631-1 in artık bu gereksinimi yeterlilikle karşılayabildiğini söyleyebilmek mümkün değildir. İlgili standardın C ekinde, yapılan ölçümlerde elde edilen ağırlıklı ivme değerlerinin  $0.315 - 0.63 \text{ m/s}^2$  aralığında kalması halinde böyle bir titreşimin biraz rahatsızlık

verici olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir. Eğer ölçülen rms değeri 0.5-1.0 m/s<sup>2</sup> aralığında olursa titreşimin oldukça rahatsızlık verici olarak tanımlanacağı ifade edilmektedir. Görüldüğü gibi her iki aralıkta da yer alan ivme değerleri bulunmaktadır. Örneğin 0.6 m/s<sup>2</sup> rms değeri olan bir titreşim maruziyetinin biraz mı yoksa oldukça mı rahatsızlık verici olarak tanımlanacağı konusunda karar verebilmek mümkün değildir. Zira standardta verilen titreşim aralıklıkları birbirleri üzerine gelmektedir. İlk defa Miwa tarafından öne sürülen titreşimin spektral özelliklerini dikkate alan yeni bir sınıflandırma sistemi (Miwa,1969) bu sorunu çözebilecek gibi gözükmemektedir. Bu yeni yöntemde oktav band frekanslarında ölçülen ivme değerleri etkinlik derecelerine göre dikkate alınarak yeni bir titreşim büyüklüğü, VG değeri, tanımlanmakta ve bulunan değerlerin 5 li sisteme göre derecelendirilmiş rahatsızlık ya da konfor çizelgesindeki yeri belirlenmektedir. Örneğin VG değeri 0.56 - 0.87 m/s<sup>2</sup> arasında olan titreşimler biraz rahatsızlık verici, VG değeri 0.87-1.26 m/s<sup>2</sup> arasında olanlar ise oldukça rahatsızlık verici olarak tanımlanmaktadır.

Kişinin maruz kaldığı titreşim düzeyini etkileyen faktörler en genel anlamda yol şartları, hız, aracın büyüklüğü, aracın ağırlığı, sürücünün postürü, sürücü koltuğu çeşidi, araç süspansiyonu ve sürüş tecrübesidir (Sezgin,1998-2000, Birlik,2001-2006, Erol,2004). Seyir halindeki araçlara yoldan gelen uyarılar kişinin maruz kaldığı titreşimi oluşturmaktadır. Titreşim tekerlek, yay ve sönüm elemanları üzerinden önce arabanın gövdesine oradan da taşıt içerisindeki kişilere geçmektedir. Yolcularda rahatsızlığa neden olan titreşimleri azaltmak amacıyla bir çok titreşim analizi çalışmaları yapılmıştır (Maeda,2008, Huang 2009, Alberti,2006, Salmoni,2008, Sezgin ve Birlik,1998-2006). Çalışmalar sonucunda süspansiyon sisteminde kullanılan yay ve sönümleme elemanlarının dinamik özellikleri titreşimi azaltacak şekilde tasarlanmıştır (Stammers ,1985). Ambulansların ve sedyenin geliştirilmesiyle ilgili de araştırmalar yapılmıştır (Alarçin,2001, Sherwood,1994, Raemaekers,2009).

Yukarıda kısaca özetlenen çalışmaların uygulama sınırlamaları bulunmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar genellikle laboratuvarında sinusoidal, şok tipi veya rasgele titreşimlere maruz kalan yatar durumdaki kişilerin tepkilerini belirlemekle sınırlı kalmaktadır. Ambulans seyir halinde iken kişinin maruz kaldığı titreşimin postür veya hız bağlantılı olarak değişimi söz konusudur. Bu çalışmanın amacı, yatar durumda titreşime maruz kalan özel durumdaki insanların (örneğin ambulansdaki hastanın) titreşim maruziyetlerini bir değerlendirmesini yapmaktır. Yatar durumda vücudun her noktasının aynı anda titreşime maruz kalması oturur durumdaki insana göre bir ayrıcalık arz etmektedir. Oturur veya ayakta titreşime maruz kalınıldığında titreşimin vücuda iletiildiği nokta (oturur iken ayaklar ve kalça, ayakta iken ayaklar) ile ulaştığı nokta (örneğin baş) arasında, titreşimin sönümlenmesi söz konusu iken yatar konumda titreşim doğrudan vücudun bütün noktalarına iletilmekte, ciddi boyutta bir sönümleme söz konusu olmamaktadır. Bu durum özel özen gösterilmesi gereken yaralıları da (örneğin omurga yaralanmaları) veya kazazedelerde ciddi önem arz etmektedir. Oturur durumda olduğu gibi yatar durumda da vücudun değişik bölgelerinin farklı frekans aralıklarında rahatsız olup olmadığı konusunda yeterli bilgiye ulaşılamamıştır. Oysa sağlıklı insanlar trenlerde (örneğin yataklı vagonlardaki uyuyan yolcular), uçaklarda, otobüslerde ve kamyonlarda (örneğin otobüs veya kamyon seyir halinde iken dinlenmekte olan diğer şoför), gemilerde ve hatta evlerinde (örneğin özellikle yoğun ağır vasıta trafiği olan yol veya demiryolu yakınındaki evlerinde uyurken) yatar durumda iken aralıklı veya devamlı titreşime maruz kalmaktadırlar. Titreşim spektraları rastgele olabildiği gibi şok özellikleri de içerebilmektedir. Sağlıklı olmayan insanların ise tedavi görebilecekleri hastaneye nakilleri sırasında yüksek seviyede titreşime maruz kalmaları mevcut durumlarında kötüye gidişe sebep olabilecektir. Günümüzde ihtisaslaşmış hastanelere ağırlık verilmiş olması ve bu hastanelerin şehrin değişik bölgelerine dağılmış olması hastaların ambulansda daha uzun

sürelili kalmalarını gerektirmekte ve yol şartlarının neden olabileceği olumsuzlukların da önemini arttırmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde de ambulansların olay yerine gidiş hızları oldukça yüksektir. Hasta ambulansa alındıktan sonra müdahale sürecini olumsuz etkilememek ve hastanın maruz kaldığı farklı yol koşullarından kaynaklanan titreşim etkisini azaltmak için hastaneye gidiş hızlarının 50 km/s geçmemesine özen gösterilmektedir. Bu çalışmada ise ambulans (hasta nakil aracı) ile hastaneye nakledilecek olan hastaların yol koşulları nedeniyle maruz kalabilecekleri titreşimin ulaştığı seviyeler ambulans sabit hızda (sabit hızla, sedyede yatan kişiye ve ölçüm cihazlarına zarar vermeyecek en yüksek hız kastedilmektedir) seyrederken tespit edilmektedir. Çalışmanın birinci aşamasında sedyenin konulduğu ambulans zemininde ivme ölçümlerinin yerleştirilmesi düşünülen nokta ile ISO 2631-1 e göre yerleştirilmesi gereken noktaların karşılaştırmalı değerlendirilmesi istatistiki anlamlılık açısından yapılmaktadır. Bilindiği gibi ISO 2631 titreşim değerlerinin temas yüzeylerinde elde edilmesini önermektedir. Bir başka deyişle sedye ayaklarının tespit edildiği iki noktaya yakın (yani baş altı ve ayak altı noktalarına karşı gelen) noktalarda titreşim değerlerinin saptanması gerekmektedir. Oysa böyle bir ölçüm düzeneği yatan hastanın maruziyetinin (elde mevcut ölçüm cihazlarının 12 kanallı olması nedeniyle) daha az noktada ölçülerek belirlenmesine neden olmaktadır. Sedye ayaklarının tespit edildiği iki nokta arasındaki mesafenin ortasında (yaklaşık kalçanın izdüşümü olabilecek bir noktada) tespit edilecek titreşim düzeyi ile daha önce sözü edilen iki nokta da elde edilecek titreşim değerlerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği bilinmemektedir. Sedye tabanında ölçüm noktası seçimi işleminin tamamlanmasının ardından çalışmanın ikinci aşaması olan titreşimin yatar konumdaki kişide kalça, sırt ve başdaki titreşim maruziyetlerinin belirlenmesine geçilmektedir. ISO2631-1 ve 2 oturur, yatar ve ayakta olan sağlıklı insanların titreşime maruz kaldıklarında sağlık, konfor ve algılama açısından maruz kaldıkları titreşimin ölçülmesi, değerlendirilmesi ve titreşim üst limitleri hakkında çok genel bilgi vermektedir. Yatar durumdaki insanların titreşime maruz kaldıklarında durumlarının irdelenebilmesi için başvurulacak özel bir standard olmaması bu çalışmanın çıkış noktasını teşkil etmektedir. Yatma postürlerinin (örneğin sırt üstü ) titreşim frekansı, genliği ve spektra farklılıkları ile ilişkilendirilmesi önemlidir zira sağlığı ciddi bir tehdit altında olan kişilerin örneğin hasta nakil aracı ile hastaneye nakledilen hasta veya kazazedelerin, hassas dengelerinin titreşim altında olumsuz yönde değişebileceği bir gerçektir. Araçlar içinde bir yerden bir başka yere giden (veya nakledilen) kişiler genelde rasgele titreşimlere maruz kalmaktadırlar. Yollar üzerine yerleştirilen kasisler araçlar içindeki kişilere ayrıca şok tipi titreşim de iletebilmektedirler. Yatar durumdaki kişilerin bu durumdan nasıl etkilendikleri konusunda da bir standart mevcut değildir. ISO 2631-5 oturur durumdaki 'şok tipi' maruziyetleri kapsamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada özellikle ülkemiz için önemli olan, kasis geçişleri sırasında iletilen titreşimin özellikleri de irdelene kapsamına alınmıştır.

## **2.Araştırmanın Planı**

Bu bölümde araştırmanın akış şeması verilmektedir. Bir başka deyişle test protokolünde yer alması gereken güzergah seçimi, ambulans hızının belirlenmesi, ölçüm noktalarının sayısına ve yerlerine karar verilmesi ve irdelenecek etkilerin sınıflandırılması aşamaları hakkında bilgi verilmektedir.

Şehir içinde yapılan tetkikler sonucunda üç tip güzergahın dikkate alınması gerektiğine karar verildi. Güzergahların asfalt yol, parke taşı döşeli yol ve asfalt yollarda sıklıkla karşılaşılan kasisleri içeren yollar olarak belirlenmesinde bu üç yol tipinin farklı titreşim büyüklükleri ve spektral farklılıkları rol oynadı. Şekil 2.1- 2.3 de seçilen güzergahlar görülmektedir.





**Şekil 2.1 Parke taşı döşenmiş yol**



**Şekil 2.2 Asfalt yol**



**Şekil 2.3 Kasis**

Ambulansın kasis geçerken ulaşabileceği (gerek deneklere gerek ise ölçüm cihazlarına zarar vermeyeceği) en yüksek hızın en yüksek ölçüm hızı olmasına karar verildi. Deneme ölçümleri sırasında bu hızın belirlenmesi fikri benimsendi. Sedyede yatan kişinin üst ekstremite bölgesinde kalça, sırt ve baş hizasında ölçüm yapabilmek için, ambulans zemininde hangi noktada ölçüm yapmanın uygun olacağına karar verme sürecinde ölçümlere 8 denegin de (çalışmaya katılımları öncesinde tüm deneklerin çalışmanın amacı, uygulanacak yöntem ve muhtemel riskler hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgilendirilmesi ve çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul edenlerin yazılı onayları alınması koşuluyla) katılmasının yerinde olacağı düşünüldü. İstatistiki anlamda bir farklılığın olmaması halinde sedye (üst tarafı) açısının yatan kişinin kalçası, sırtı ve başı hizasında maruz kaldığı titreşimi hangi boyutlarda etkilediğinin, ulaşılacak en yüksek sabit hızda, irdelenmesine karar verildi. Bu ölçümlerin yukarıda sözü edilen üç yol koşulunda karşılaştırmalı değerlendirilmesinin ve ölçüm noktalarını etkileyen frekans aralıklarının belirlenmesinin gerekli olacağı sonucuna varıldı.

### **3. Deneme Ölçümleri**

Ambulans şoförünü parkurlara ve sabit sürüş hızına alıştırmak için, 3 denegin gönüllü olarak yer aldığı ölçümler yapıldı. Proje teklifinde de belirtildiği gibi laboratuvarımızda mevcut analizörün 12 kanallı (yani x, y ve z yönlerinde ölçüm yapıldığında 4 ölçüm noktasında ölçüm yapılabilir) (Şekil 3.1) olması ISO 2631 de belirtilen “titreşimin iletildiği temas noktalarında ölçüm alınmalıdır” uyarısı doğrultusunda ölçüm yapıldığında, sedyenin ambulans zeminine tespit edildiği iki noktada ivme ölçümü gerektirmesi hasta-sedyede temas noktalarında ancak iki noktada ölçüm yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Oysa ambulans zemindeki ölçümün tek bir noktada yapılabilir olmasının saptanması halinde hasta/sedyede arayüzeyinde üst ekstremite için gerekli üç nokta da ölçüm yapabilmek mümkün olabilecektir. Proje teklifinde belirtilen ve eğrileri verilen ön ölçümler bu olasılığın mümkün olabileceği yolunda ip uçları vermişti. Aşağıda görülebileceği gibi deneme ölçümleri de bu yönde sonuçlar verdi.



**Şekil 3.1 Ölçümlerde kullanılan 12 kanallı analizör**

Kullanılan aletlere zarar vermemek için seçilebilecek en yüksek ambulans hızının 30 km/saat olacağı görüldü ise de hatırlanmalıdır ki bu hız ambulansın görev sırasındaki en yüksek hızı değildir. Dolayısıyla spektral özellikler değişmese de, hasta nakli sırasındaki ivme değerlerinin çok daha yüksek olması beklenmelidir.

Deneme ölçümlerinde ambulans zemininde sedyenin ambulans zeminine tespit edildiği iki nokta dışında orta noktada ölçüm yapıldı (Şekil 3.1). Şekildeki “1” ve “2” olarak numaralanan



**Şekil 3.2 İvme ölçerlerin ambulans zeminindeki yerleştirilme noktaları**

noktalar sedyenin ambulans zeminine sabitlendiği noktalardır. İvme ölçerler bu sabitleme noktalarına en yakın mesafede yerleştirildiler. "3"no lu ivme ölçer ise bu iki noktanın ortasına ve yatan kişinin kalçasının yaklaşık izdüşümüne konuldu. Her üç ivme ölçer de hiç bir koşulda kımıldamayacak şekilde ambulans zeminine kuvvetli çapraz bantlar (fotoğraftaki beyaz bantlar sadece fotoğraf çekiminde kullanıldı) ile yapıştırıldı.

Denek/sedye arayüzeyinde ise deneyin kalçasının sedyeye temas ettiği noktada ölçüm yapıldı. Denekler "sırt üstü yatar" postüründe iken yani sıfır sedye açısında elde edilen en yüksek ivme değerleri ve oluştukları frekanslara ait bilgiler detaylı bir şekilde Tablo 1, 2 ve 3 de verilmektedir. Tablolardaki z yönü ambulansın gidiş yönünü, x ise ambulans zeminine dik (veya sedyede yatan deneğe dik) yönü ve y yönü de yanal yönü tanımlamaktadır. Tablodaki  $a_{total}$  değerleri ilgili noktaya ait rms değerini belirtmektedir.

Tablolarda görülen pik değerlerindeki ve oluştukları frekanslardaki ihmal edilebilir farklılıklar ambulans hızının farklılığından oluşmuş olabilir. Güzergah üzerinde tespit edilen noktalardaki hafif sapmaların, ki bu kaçınılmazdır, güzergah dokusundaki farklılıkları ölçüm değerlerine yansıtacağı açıktır. Deneme ölçümlerinde "parke" parkurunun seçilmesinin sebebi rasgele titreşimlerin hastaya iletimini belirlemek içindir. Gerçi düzyolda da sedyede yatan kişi rasgele titreşimlere maruz kalmaktadır ne var ki ivme değerlerinin küçük olmasının, çalışmanın bu aşamasında, farklılıkları belirlemede zorluk yaratacağı düşünülmüştür.

**Tablo 3.1 x, y ve z yönlerindeki en yüksek ivme değerleri (Denek 1)  
(Deneme ölçümleri)**

Parkur : Parke Sedye açısı : 0	Ölçüm noktaları	$f_{pik}$ (Hz)	$a_{pik}$ ( $m/s^2$ )	$a_{total}$ ( $m/s^2$ )
<b>Denek 1</b>	Zemin(amb.) x ( <b>bas altı</b> )	2.25	0.333	0.960
	Zemin(amb.) y ( <b>bas altı</b> )	32	0.151	0.601
	Zemin(amb.) z ( <b>bas altı</b> )	25.5	0.109	0.407
	Zemin(amb.) x ( <b>orta</b> )	2.25	0.376	1.26
	Zemin(amb.) y ( <b>orta</b> )	25.5	0.110	0.517
	Zemin(amb.) z ( <b>orta</b> )	32	0.15	0.587
	Zemin(amb.) x ( <b>ayakaltı</b> )	1.25	0.488	1.16
	Zemin(amb.) y ( <b>ayakaltı</b> )	25.5	0.117	0.579
	Zemin(amb.) z ( <b>ayakaltı</b> )	28.25	0.145	0.846
	<b>Kalça x</b>	2.25	0.417	0.865
	<b>Kalça y</b>	25.5	0.155	0.577
	<b>Kalça z</b>	25.5	0.149	0.654

**Tablo 3.2 x, y ve z yönlerindeki en yüksek ivme değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)**

Parkur : Parke Sedye açısı : 0	Ölçüm noktaları	$f_{pik}$ (Hz)	$a_{pik}$ (m/s <sup>2</sup> )	$a_{total}$ (m/s <sup>2</sup> )
<b>Denek 2</b>	Zemin(amb.) x ( <b>bas altı</b> )	1.25	0.272	1.1
	Zemin(amb.) y ( <b>bas altı</b> )	30	0.161	0.468
	Zemin(amb.) z ( <b>bas altı</b> )	20.5	0.106	0.420
	Zemin(amb.) x ( <b>orta</b> )	1.25	0.483	1.42
	Zemin(amb.) y ( <b>orta</b> )	20.5	0.128	0.551
	Zemin(amb.) z ( <b>orta</b> )	30	0.155	0.475
	Zemin(amb.) x ( <b>ayakaltı</b> )	1.25	0.65	1.3
	Zemin(amb.) y ( <b>ayakaltı</b> )	25.75	0.16	0.651
	Zemin(amb.) z ( <b>ayakaltı</b> )	30	0.155	0.470
	<b>Kalça x</b>	1.25	0.464	0.996
	<b>Kalça y</b>	24.5	0.118	0.545
	<b>Kalça z</b>	16.5	0.23	0.759

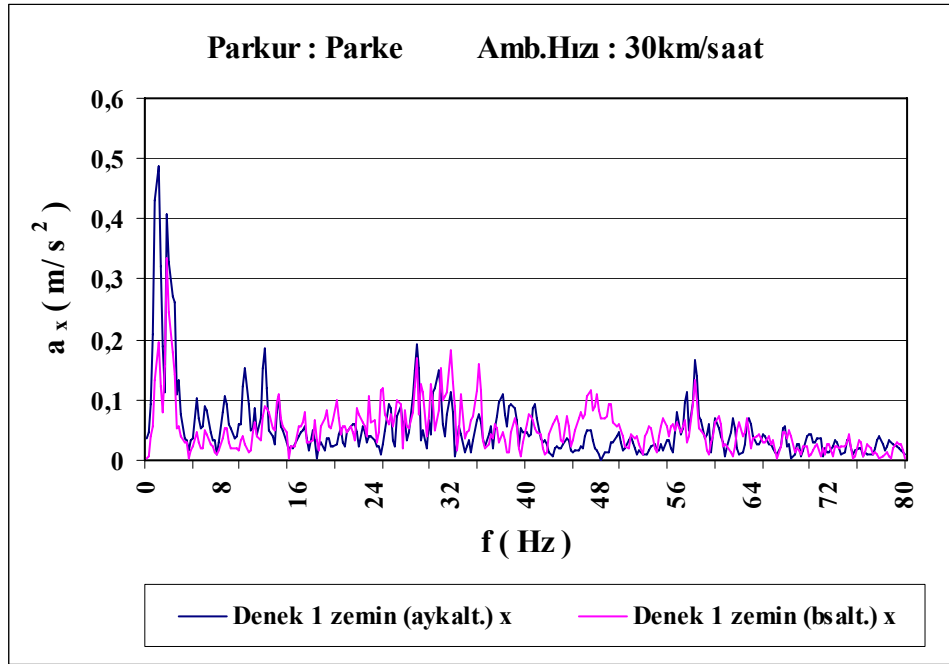
**Tablo 3.3 x, y ve z yönlerindeki en yüksek ivme değerleri (Denek 3)  
(Deneme ölçümleri)**

Parkur: Parke Sedye açısı : 0	Ölçüm noktaları	$f_{pik}$ (Hz)	$a_{pik}$ (m/s <sup>2</sup> )	$a_{total}$ (m/s <sup>2</sup> )
<b>Denek 3</b>	Zemin(amb.) x ( <b>bas altı</b> )	1.25 29.25	0.222 0.292	1.15
	Zemin (amb.) y ( <b>bas altı</b> )	27.25	0.193	0.482
	Zemin(amb.) z ( <b>bas altı</b> )	27	0.103	0.37
	Zemin(amb.) x ( <b>orta</b> )	1.25	0.469	1.54
	Zemin(amb.) y ( <b>orta</b> )	27	0.108	0.492
	Zemin(amb.) z ( <b>orta</b> )	27.25	0.195	0.496
	Zemin (amb.) x ( <b>ayakaltı</b> )	1.25	0.672	1.29
	Zemin(amb.) y ( <b>ayakaltı</b> )	24.5	0.127	0.582
	Zemin(amb.) z ( <b>ayakaltı</b> )	27.25	0.186	0.531
	<b>Kalça x</b>	1.25	0.458	0.928
	<b>Kalça y</b>	18	0.130	0.558
	<b>Kalça z</b>	27	0.236	0.581

Tablo 3.1,3.2 ve 3.3 deki pik ivme değerleri x yönündeki titreşimlerin diğer yönlere göre daha etkin olduğunu göstermektedir. Tablo 3.4 deneklerin Vücut Kitle İndeksi, VKİ, değerleri açısından bir farklılık ortaya koymadığını göstermektedir.

**Tablo 3.4 Deneklerin fiziksel zellikleri  
(Deneme lmleri )**

	yaş	Kilo(kg)	Boy(m)	VKİ (kilo/boy <sup>2</sup> )
Denek 1	28	74	1.73	24.73
Denek 2	28	63	1.6	24.61
Denek 3	25	76	1.76	24.54

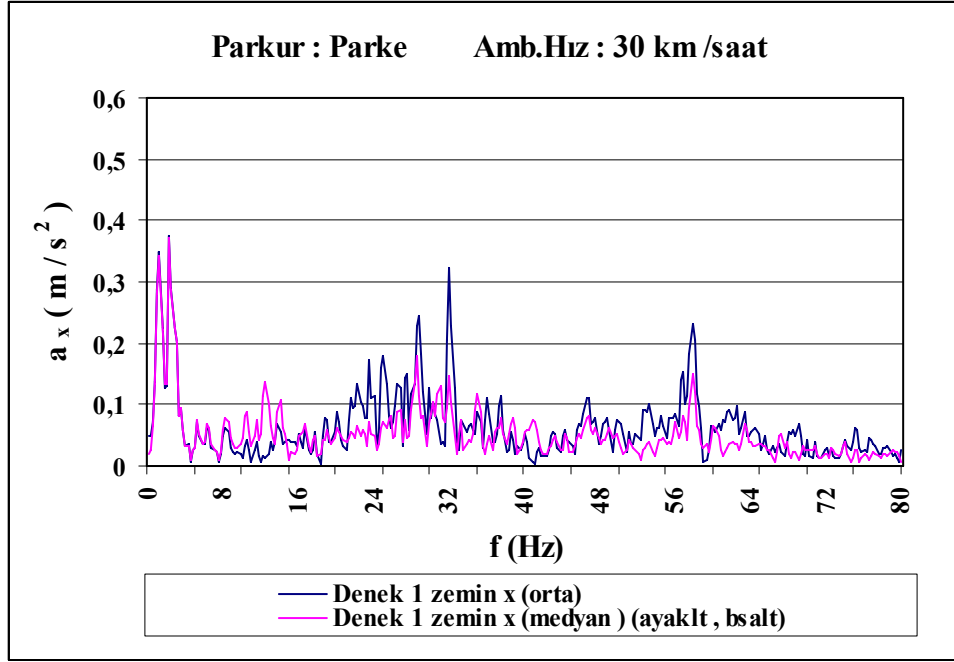


**şekil 3.3 Ambulans zemini - dik ivme değerleri (Denek 1)  
(Deneme lmleri)**

**Tablo 3.5 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 1)  
(Deneme lmleri)**

lm Noktaları	Spearman rho
Ayk.altı – bş.altı	0,384

Tablo 3.5 ayak altı (=ayk.altı) (ayak altı izdüşümü - ambulans zemini üzerinde alınan) ve baş altı (bş.altı) (baş altı izdüşümü - ambulans zemini üzerinde alınan) ivme değerleri arasındaki korelasyonun çok güçlü olmadığını göstermektedir. Tablo 3.6 ise (Ayk.altı, bş.altı) medyan ivme değerleri ve orta (sedye ortası izdüşümü ambulans zemini) ivme değerleri arasındaki korelasyonunun daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.  $0 < f < 8$  Hz frekans aralığında (vücut rezonans frekans aralığı  $0 < f < 5$  Hz) ise çok güçlü bir korelasyon oluşmaktadır. Pik ivme değerleri karşılaştırıldığında ise 2.25 Hz deki  $a_x$  (pik) (ayk.altı, bş.altı) medyan ve  $a_x$  (orta) ivme değerlerinin sırasıyla  $0,371 \text{ m/s}^2$  ve  $0,376 \text{ m/s}^2$  olduğu görülmektedir (Şekil 2).

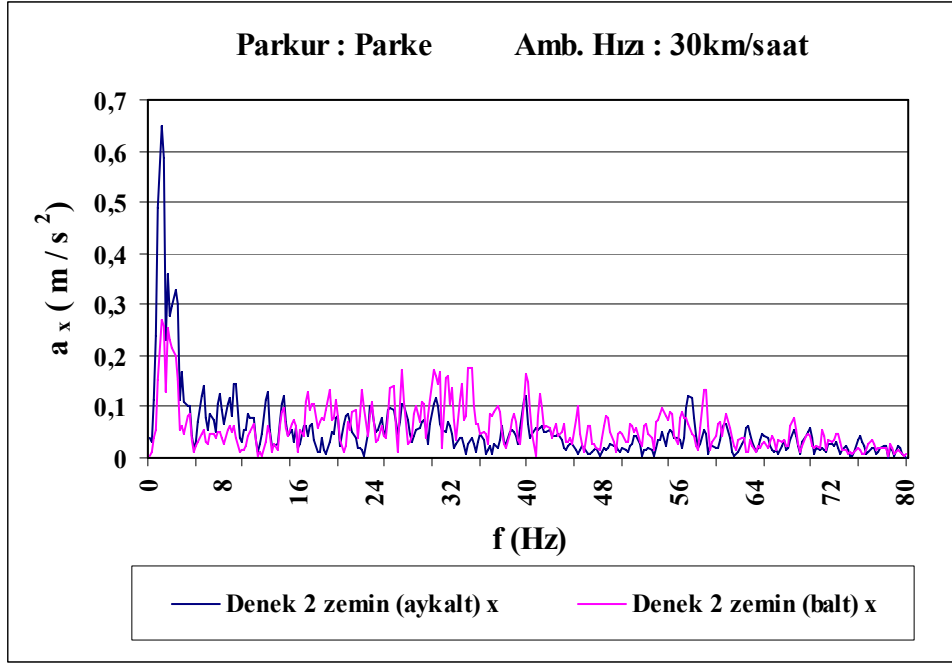


Şekil 3.4 Zemine dik  $a_x$  (medyan) ivme değerlerinin  $a_x$  (orta) ivme değerleri ile karşılaştırılması (Denek 1) (Deneme ölçümleri)

Tablo 3.6  $a_x$  değerlerine ait Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 1) (Deneme ölçümleri)

Ölçüm Noktaları	Spearman rho	Frekans aralığı
Orta – medyan (ayk.altı,bş.altı)	0,576	$0 < f < 80$ Hz
Orta – medyan (ayk.altı,bş.altı)	0,950	$0 < f < 8$ Hz





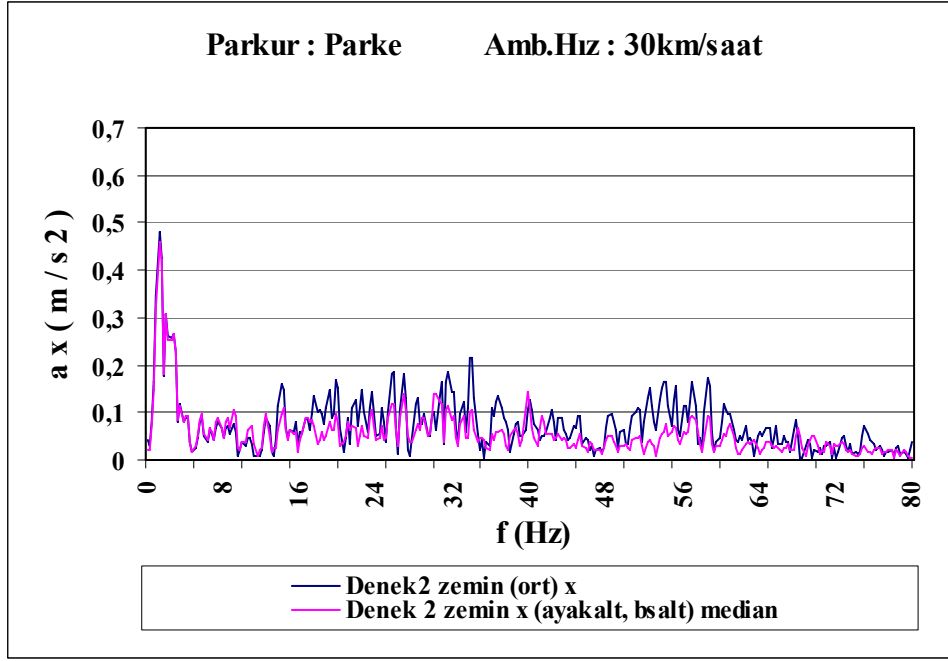
**Şekil 3.5 Ambulans zemini - dik ivme değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.7 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)**

Ölçüm Noktaları	Spearman rho
Ayk.altı – bş.altı	0,315

Denek 2 için ambulans zemininde üç ayrı noktada yapılan ivme ölçümleri arasındaki korelasyon Denek 1 de ulaşılan sonuçları teyit etmektedir. Tablo 8 de ort. nokta (sedyenin ambulans zeminine tespit edildiği iki nokta arasındaki orta nokta “orta” olarak tanımlanmaktadır) ivme değerleri ile medyan değerleri (ayk.altı,bş.altı medyan değerleri) arasındaki korelasyonun yine çok güçlü olduğu görülmektedir.  $f = 1.25$  Hz deki pik değerleri ise  $a_x$  (ort. nokta) ivmeleri için 0,483,  $a_x$  (ayk.altı.,bş. altı) medyan eğrisi ait ivmeler için ise  $0,461 \text{ m/s}^2$  mertebesindedir (Şekil 3.6).



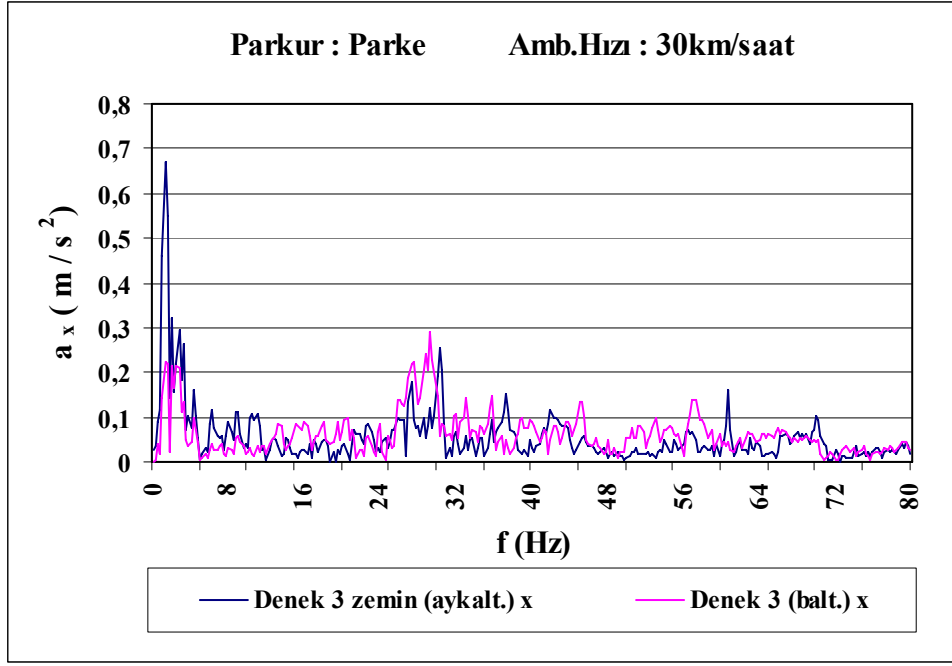


**Şekil 3.6 Zemine dik  $a_x$  (medyan) ivme değerlerinin  $a_x$  (orta) ivme değerleri ile karşılaştırılması (Denek 2) (Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.8 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 2)  
(Deneme ölçümleri)**

Ölçüm Noktaları	Spearman rho	Frekans aralığı
ort. – medyan (ayk.altı,bş.altı)	0,865	$0 < f < 80$ Hz
ort. – medyan (ayk.altı,bş.altı)	0,988	$0 < f < 8$ Hz

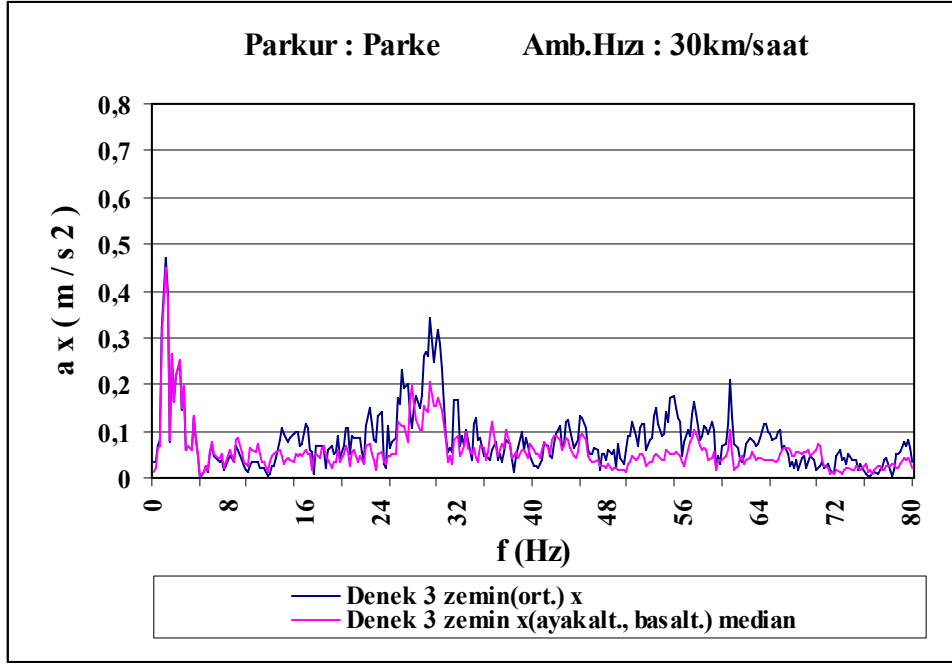
Denek 3 e ait ivme değerlerine ait eğriler ve korelasyon değerleri sırasıyla (Şekil 3.7 ve 3.8) ile (Tablo 3.9 ve 3.10) da verilmektedir. Pik değerleri Denek 2 de görüldüğü gibi 1.25 Hz de oluşmakta ve orta nokta için  $0,460 \text{ m/s}^2$  olan değer ayk. altı ve baş altı noktalarına ait medyan değeri dikkate alındığında  $0,447 \text{ m/s}^2$  mertebesinde olduğu görülmektedir (Şekil 3.8).



**Şekil 3.7 Zemine dik ivme değerleri (Denek 3)  
(Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.9 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 3)**

<b>Ölçüm Noktaları</b>	<b>Spearman rho</b>
Ayakalt - bsalt	0,490

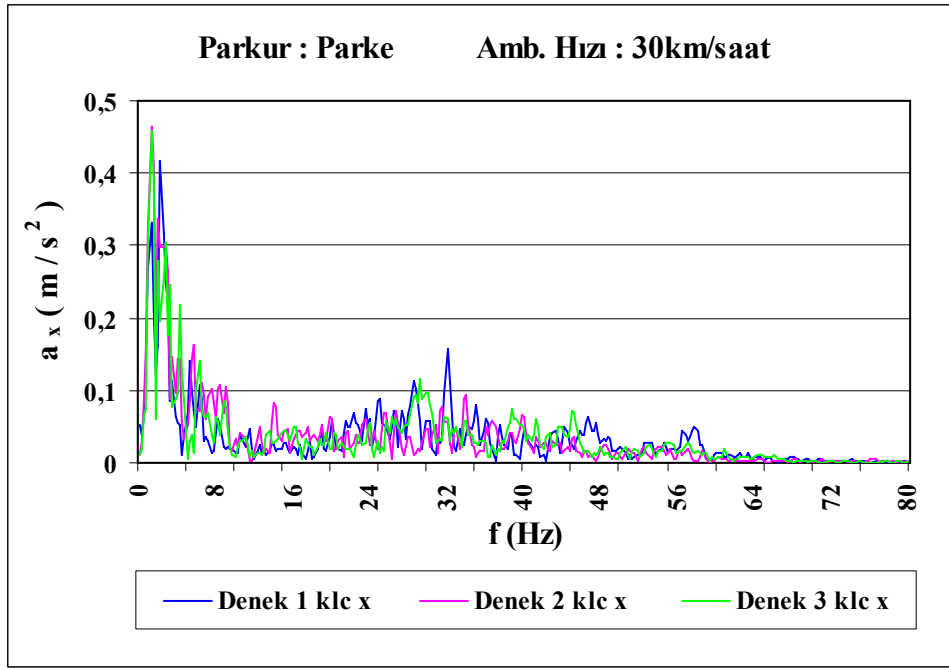


**Şekil 3.8 Zemine dik  $a_x$  (medyan) ivme değerlerinin  $a_x$  (orta) ivme değerleri ile karşılaştırılması (Denek 3) (Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.10 Spearman Korelasyon Değerleri (Denek 3)  
(Deneme ölçümleri)**

Ölçüm Noktaları	Spearman rho	Frekans aralığı
Ort – medyan (ayk.altı,bş.altı)	0,585	$0 < f < 80$ Hz
Ort – medyan (ayk.altı,bş.altı)	0,989	$0 < f < 8$ Hz

Üç deneğe ait dik yöndeki kalça ivmelerine bakıldığında aralarındaki korelasyonun (Tablo 3.11) güçlü olduğu görülmektedir. Oysa Ambulans zeminine ait (orta nokta) dik ivme değerleri (Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3) ambulans hızının aynı olmadığını göstermektedir. Üç deneğin vücut kütle indeksleri (Tablo 3.4) birbirine yakındır. Ne var ki yatar halde bu indeksin oturur veya ayakta posturlerinde olduğu kadar etkili olmayacağı düşünülebilir.



**Şekil 3.9 Dik yöndeki kalça ivme değerleri,  $a_x$  ( $m/s^2$ ) nin frekansa göre dağılımları (denek 1, denek 2, denek 3) (Deneme ölçümleri)**

**Tablo 3.11 x yönündeki kalça ivmelerine ait korelasyon matrisi (Deneme ölçümleri)**

	<b>Denek 1</b>	<b>Denek 2</b>	<b>Denek 3</b>
<b>Denek 1</b>	1	0,647	0,706
<b>Denek 2</b>	0,647	1	0,767
<b>Denek 3</b>	0,706	0,767	1

Şekil 3.9 sedyede “yatar” postürdeki (sedyeye açısı = 0) kişinin kalça bölgesinde maruz kaldığı titreşimin  $0 < f < 8$  Hz frekans aralığında etkin olduğunu ve pik değere de bu frekans aralığında ulaşıldığını göstermektedir. Tablo 3.6, 3.8 ve 3.10 daki (ort.nokta) – (ayaklt, bsalt) medyan ivme değerlerine ait korelasyon değerleri ve Şekil 3.4, 3.6 ve 3.8 de görülen pik frekanslarının eşleşliği ise, özellikle  $0 < f < 8$  Hz frekans aralığında, sadece ambulans zeminine sedye ortasında (yaklaşık kalça izdüşümü olan ve sedyenin ambulans zeminine tespit edildiği iki noktanın ortasına rastlayan noktada) ivme ölçümleri yapmanın mümkün olabileceğini ortaya koymaktadır. Böylece sedyede yatan kişiye ait titreşim iletim oranı – frekans dağılımını belirlerken ambulans zeminine sedye ortası ivme değerlerini dikkate almanın istatistiksel açıdan yeterli olabileceği görülmektedir. Bir sonraki bölümde 8 deneye ait ölçüm sonuçları bu önerinin yerinde olduğunu göstermektedir.

## 4.Ölçümler

Bu bölümde sekiz denek üzerinde iki yatış postüründe ve üç değişik yol güzergahında gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları verilmektedir. Bir önceki bölümde değerlendirilen ön ölçümler ambulans zemini orta noktasında yapılacak ivme ölçümlerinin yeterli olabileceği konusunda ipucu vermişti. Sabit hızda seyreden ambulansda yapılan ölçümler bu ipucunun yararlanabilirliği konusunda kuşku bırakmamıştır. Ölçüm sonuçları ile ilgili detaylara geçmeden önce sabit hız ile saatte 30 km lik bir hızdan söz edildiğini belirtmekte yarar var. Bu değer in sabitliğinin sağlanması her ne kadar ambulansın kilometre saatini gözlemleyerek yapıldı ise de ambulans zemini orta noktasındaki dik yöndeki rms ivme değerlerinin de (Tablolardaki a total değerleri), birbirinden farklı olmaması için özen gösterildi ve gerektiğinde ölçümler tekrarlandı.

### 4.1 Ambulans zemininde ölçüm yapılacak noktanın belirlenmesi çalışmaları

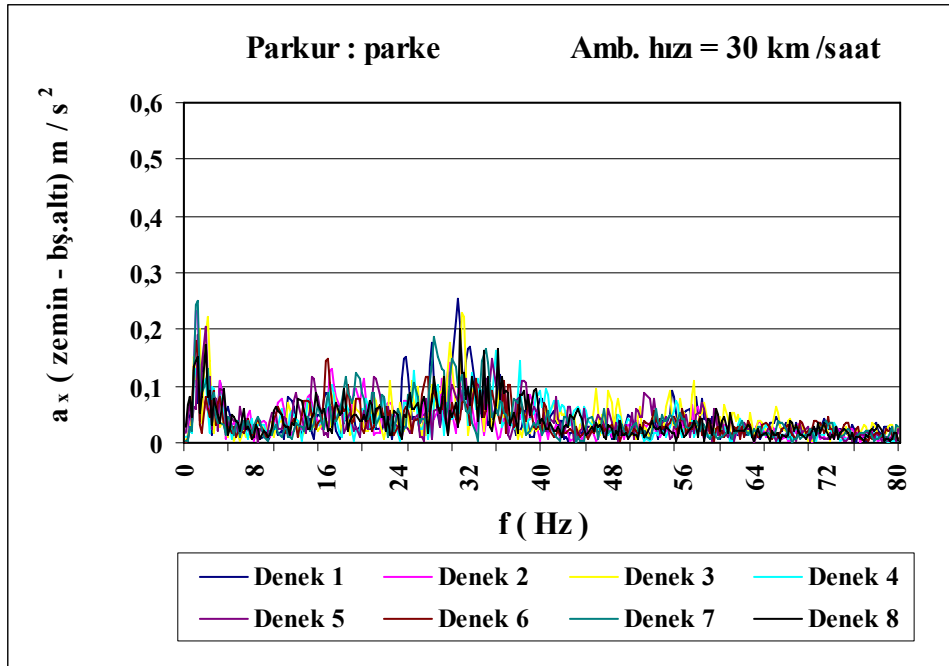
Hasta üzerinde daha fazla noktada ölçüm yapabilmek için ambulans zeminindeki ölçüm noktası sayısını bir noktaya indirebilmek üzere üç denek için uygulanan ölçüm prosedürü sekiz denek de aynen uygulandı. Bu aşamada da ölçümler parke zemin üzerinde ve hasta yatar pozisyonda iken (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) yapıldı. Deneklere ait fiziksel özellikler Tablo 4.12 de verilmektedir.

Deneme ölçümlerinde olduğu gibi bu ölçümlerde de ambulans zemininde sedyenin ambulans zeminine tespit edildiği iki nokta dışında orta nokta da ölçüm yapıldı. Denek/sedye ara yüzeyinde ise deneyin kalçasının sedyeye temas ettiği noktada ölçüm yapıldı. Hatırlanacağı gibi ambulans zemininde, üç yönde, yapılan deneme ölçümleri zemine dik olan x yönündeki titreşimlerin baskın olduğunu göstermişti. Bu nedenle zeminde ölçüm yapılacak noktayı belirlemeyi hedefleyen bu bölümde dik yön titreşimleri dikkate alınacaktır.

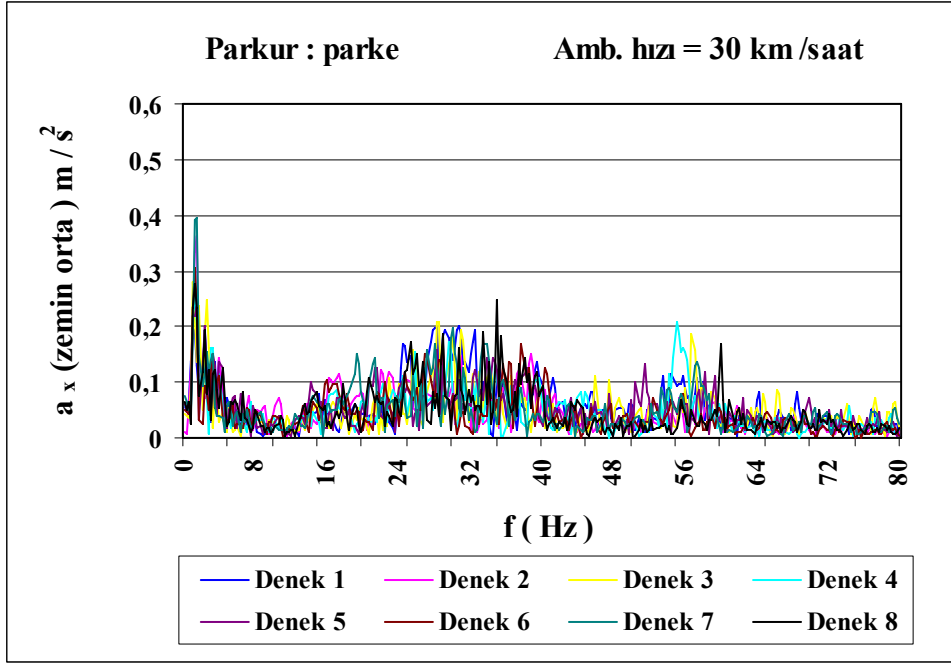
Ambulans zeminine dik yöndeki ivme spektralleri incelendiğinde belirgin olarak üç frekans aralığının, sırasıyla  $0 < f < 10$  Hz,  $10 \text{ Hz} < f < 50$  Hz ve  $f > 50$  Hz olduğu görülmektedir (Şekil 4.1- 4.3). En yüksek ivme değerleri ve oluştukları frekanslara ait bilgiler her denek için detaylı bir şekilde Tablo 4.13 ve 4.14 de verilmektedir. Tablodaki a total değerleri ilgili noktaya ait rms değerini belirtmektedir. Tablolarda ayrıca yukarıda sözü edilen dik yönde gözlemlenen üç bölgeye ait pik değerleri de verilmektedir. Parsons'ın (Parsons,1988) çalışmasında deneklerin baş seviyesinde yüksek frekanslardaki titreşimlere hassas olduğu görüldüğü için tablolarda  $f = 50-80$  Hz frekans aralığındaki pik ivme değerleri de belirtilmiştir. Gerek Şekil 4.1 gerekse tablolardaki ivme değerleri ağırlıklandırılmamış değerlerdir.

Tablo 4.12 Sekiz deneğe ait fiziksel özellikler

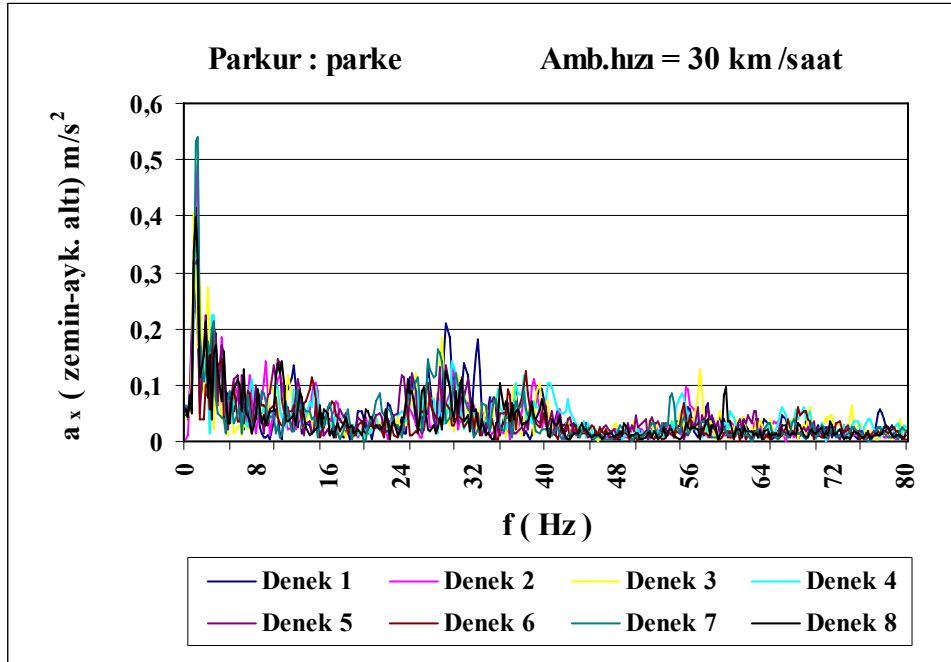
	yaş	Kilo(kg)	Boy(m)	VKİ (kilo/boy <sup>2</sup> )
Denek 1	30	92	1,81	28,08
Denek 2	28	65	1,87	18,59
Denek 3	30	65	1,73	21,72
Denek 4	30	72	1,62	27,44
Denek 5	27	82	1,80	25,31
Denek 6	34	90	1,65	33,06
Denek 7	33	70	1,80	21,61
Denek 8	30	95	1,81	29



Şekil 4.1 Ambulans zemini - dik ivme değerleri (baş altı = bş.altı) (8 denek)



Şekil 4.2 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (orta) (8 denek)



Şekil 4.3 Ambulans zemini – dik ivme değerleri (ayak altı = ayk. altı) (8 denek)

**Tablo 4.13 Ambulans zemini ivme değerleri (Denek 1-4) (parkur: parke)**

Parkur : Parke	Ölçüm noktaları	f pik Hz	a pik m/s <sup>2</sup>	a total m/s <sup>2</sup>
<b>Denek 1</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	2,25	0,174	0,838
		30,5	0,255	
		54,50	0,091	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	2,25	0,193	1,10
		30,75	0,200	
		54,50	0,117	
	Zemin(amb.) x <b>(ayak altı)</b>	2,25	0,207	0,890
		29	0,208	
		58	0,069	
<b>Denek 2</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	1,5	0,230	0,740
		29,75	0,141	
		56,75	0,066	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	1,5	0,362	0,950
		38,75	0,151	
		57,25	0,071	
	Zemin(amb.) x <b>(ayak altı)</b>	1,5	0,491	0,927
		29,75	0,131	
		55,5	0,095	
<b>Denek 3</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	1	0,152	0,825
		31	0,229	
		57	0,111	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	1	0,281	1,01
		28,25	0,209	
		56,75	0,187	
	Zemin (amb.) x <b>(ayak altı)</b>	1	0,406	0,893
		28,5	0,186	
		57	0,128	
<b>Denek 4</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	1,25	0,131	0,722
		34,75	0,162	
		55	0,074	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	1,25	0,252	0,960
		29,5	0,173	
		55	0,210	
	Zemin(amb.) x <b>(ayak altı)</b>	1,25	0,358	0,907
		29,5	0,143	
		55	0,086	



**Tablo 4.14 Ambulans zemini ivme değerleri (Denek 5-8) (parkur: parke)**

<b>Parkur : Parke</b>	<b>Ölçüm noktaları</b>	<b>f pik Hz</b>	<b>a pik m/s<sup>2</sup></b>	<b>a total m/s<sup>2</sup></b>
<b>Denek 5</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	2,25	0,204	0,784
		34,5	0,149	
		51,5	0,090	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	1,5	0,236	0,953
		28,25	0,158	
		51,5	0,132	
	Zemin(amb.) x <b>(ayak altı)</b>	1,5	0,321	0,917
		29	0,135	
		58	0,060	
<b>Denek 6</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	1,25	0,179	0,702
		16	0,149	
		55,75	0,061	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	1,25	0,307	0,896
		37,75	0,168	
		55,75	0,080	
	Zemin(amb.) x <b>(ayak altı)</b>	1,25	0,416	0,816
		37,75	0,124	
		55,25	0,068	
<b>Denek 7</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	1,5	0,249	0,841
		28	0,187	
		52,75	0,059	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	1,5	0,395	1,06
		30	0,198	
		57,25	0,137	
	Zemin(amb.) x <b>(ayak altı)</b>	1,5	0,539	1,01
		28	0,165	
		54	0,086	
<b>Denek 8</b>	Zemin(amb.) x <b>(baş altı)</b>	2,25	0,174	0,755
		30,75	0,201	
		59,5	0,060	
	Zemin(amb.) x <b>(orta)</b>	1,25	0,278	0,962
		35,5	0,182	
		60	0,167	
	Zemin(amb.) x <b>(ayak altı)</b>	1,25	0,398	0,877
		29	0,126	
		60	0,095	

Zeminin üç ayrı noktasında alınan dik ivme değerlerine ait korelasyon değerleri incelendiğinde (Tablo 4.15) orta – başaltı ve orta – ayakaltı ivme değerlerindeki korelasyonun medyan değerlerine göre daha düşük düzeyde kaldığı görölmektedir. Orta noktaya ait ivme değerleri ile üç noktaya ait medyan değerleri arasındaki korelasyon ise 1 e çok yakındır. Bir başka deyişle sedyenin ambulans zeminine sabitlendiği iki nokta arasındaki mesafenin ortasında ölçülen ivme değerleri ambulans zemini titreşimlerini temsil etmektedir. Bu nedenle çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde ambulans zemini ivme değerleri olarak, (sedyeye sabitlenme noktaları arasındaki mesafenin ortasındaki noktada ölçülen ivme değerleri olan), ”zemin orta” ivme değerleri dikkate alınacaktır.

**Tablo 4.15 Spearman rho değerleri ( 8 denek)**

denekler	Amb. zemini	bş. altı -x	ayk. altı-x	Medyan (bs alt,ayk alt,ort)	Medyan (bs alt,ayk alt)
denek 1	orta-x	0,642	0,451	0,792	0,645
denek 2	orta-x	0,743	0,548	0,853	0,735
denek 3	orta-x	0,574	0,313	0,815	0,575
denek 4	orta-x	0,567	0,417	0,779	0,599
denek 5	orta-x	0,696	0,447	0,849	0,688
denek 6	orta-x	0,653	0,422	0,835	0,638
denek 7	orta-x	0,693	0,465	0,839	0,700
denek 8	orta-x	0,718	0,570	0,866	0,735

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

## 4.2 Sedyede yatmakta olan kişilerin maruz kaldıkları titreşim düzeylerini etkileyen parametreler

Maruz kalınan titreşim tipi ve sedye açısı sedye üzerinde yatmakta olan kişiye iletilen titreşimin hem seviyesini hem de etkili frekans aralıklarını etkilemektedir. Bir başka etki unsuru da ambulansın seyir hızıdır.

### 4.2.1 Sedyede açısı etkisi

Çalışmanın bu bölümünde sedye üzerinde yatmakta olan kişilerin maruz kaldıkları titreşim düzeyleri “sırtüstü yatar = sedye açısı  $0^{\circ}$ ” ve “sırt üstü yarı yatar = sedye açısı  $38^{\circ}$ ” olmak üzere iki yatış pozisyonu için incelenecektir. Sedyede açısı ile sedye üst tarafının ambulans zeminine göre yukarı kaldırılış açısı kastedilmektedir. Parkur olarak yine parke yol (= rasgele titreşimler) dikkate alınacaktır. Karşılaştırmalar sabit hızda (30 km/saat) ve ambulans zeminine ait dik yöndeki ivmelerin (a total değerleri dikkate alındığında) istatistiki olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ölçümler dikkate alınarak yapılacaktır.



a) sedye açısı =  $0^{\circ}$



b) sedye açısı =  $38^{\circ}$

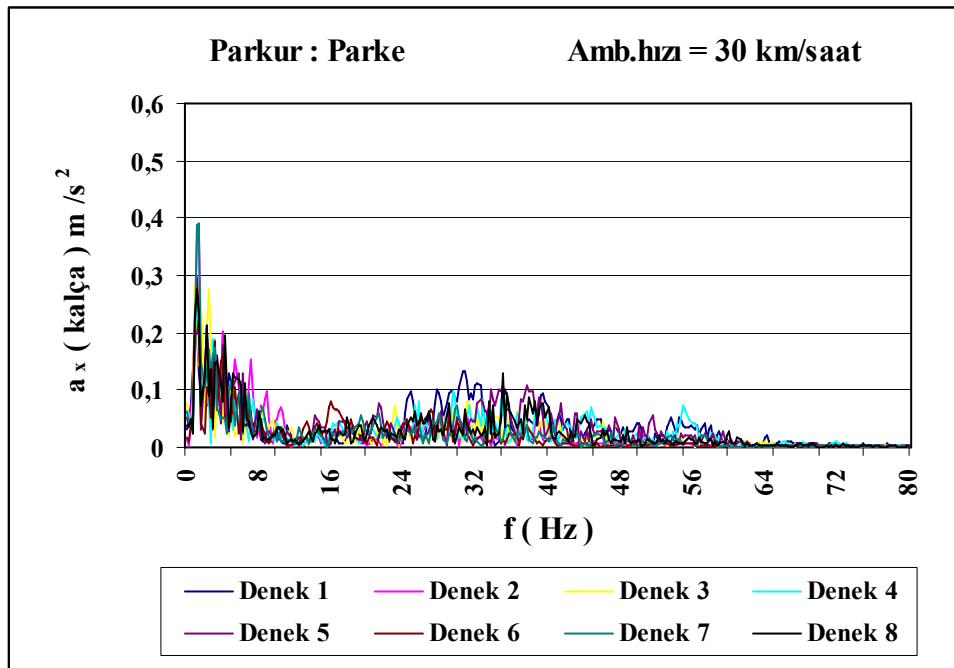
**Şekil 4.4 Sedyede Açıları**

Sedyede yatmakta olan kişilere iletilen titreşimleri belirleyebilmek için bir önceki bölümde sözü edilen sekiz denek üzerinde yatan kişi / sedye arayüzeyinde ölçümler bu kez kalça (nokta 3), sırt (nokta 2) ve baş (nokta 1) (Şekil 4.5) olmak üzere üç noktada yapıldı. İvme ölçerler kalça ve sırtta deneğe bağlandı, baş hizasında ise sedyeye sabitlendi.

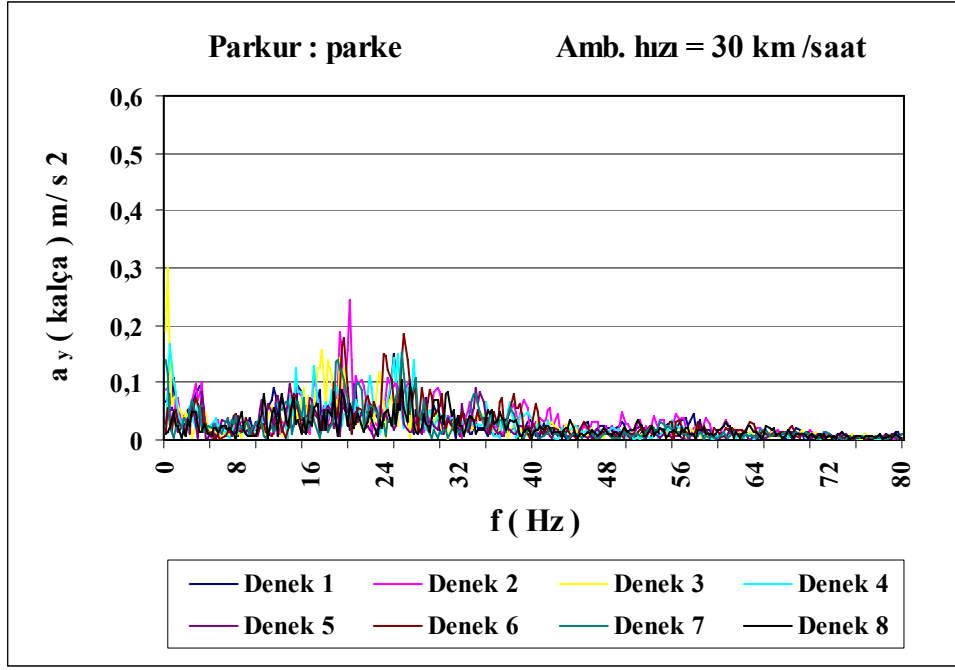


**Şekil 4.5 Yatan kişi/sedyede ivme ölçerleri yerleştirme planı**

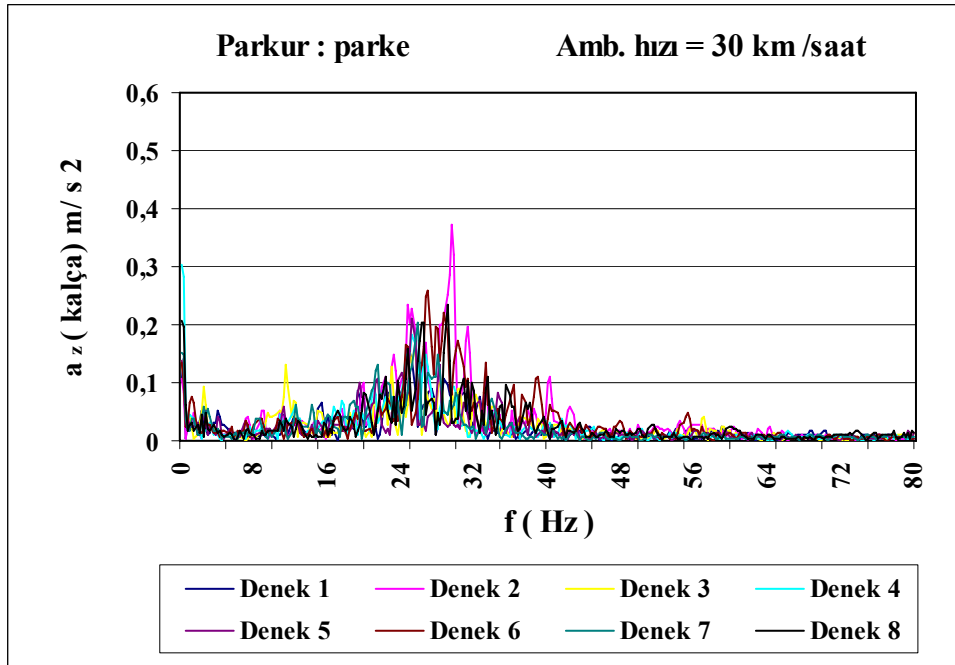
Sedye açısı  $0^{\circ}$  iken yatan kişiye kalça hizasında iletilen titreşimlerin (Şekiller 4.6 - 4.8) iki frekans aralığında yani  $f \leq 10$  Hz ve  $10 \text{ Hz} < f < 50$  Hz frekans aralıklarında etkin olduğu görülmektedir. Üç yönde yapılan ölçümlerde ulaşılan pik ivme değerleri Tablo 4.16 da verilmektedir.



**Şekil 4.6 Dik (x) yönde yatan kişi/sedyede kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^{\circ}$ ) (8 denek)**



Şekil 4.7 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.8 Ambulans gidiş (z) yönünde yatan kişi/sedye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)

**Tablo 4.16 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: parke)**

Parkur : Parke	Ölçüm noktaları	f pik Hz	a pik m/s <sup>2</sup>	a total m/s <sup>2</sup>
<b>Denek 1</b>	Kalça x	2,25 30,75	0,206 0,134	0,748
	Kalça y	1 24,75	0,108 0,149	0,525
	Kalça z	2,25 24,75	0,052 0,156	0,518
<b>Denek 2</b>	Kalça x	1,5 31	0,386 0,057	0,714
	Kalça y	4 20	0,102 0,243	0,670
	Kalça z	9 29,5	0,0534 0,372	0,939
<b>Denek 3</b>	Kalça x	1 31	0,283 0,080	0,651
	Kalça y	1,25 17	0,076 0,158	0,615
	Kalça z	2,5 25,5	0,092 0,161	0,540
<b>Denek 4</b>	Kalça x	1,25 29,5	0,244 0,098	0,660
	Kalça y	2,75 25,25	0,061 0,150	0,585
	Kalça z	3,25 25,25	0,030 0,184	0,652
<b>Denek 5</b>	Kalça x	1,5 35	0,223 0,109	0,720
	Kalça y	4 25,5	0,082 0,091	0,422
	Kalça z	2,75 25,25	0,052 0,209	0,535
<b>Denek 6</b>	Kalça x	1,25 16	0,296 0,081	0,581
	Kalça y	3,25 26	0,072 0,184	0,614
	Kalça z	1,25 27	0,075 0,259	0,801
<b>Denek 7</b>	Kalça x	1,5 30	0,391 0,072	0,694
	Kalça y	3 25,75	0,071 0,152	0,536
	Kalça z	3 25,75	0,056 0,203	0,600
<b>Denek 8</b>	Kalça x	1,25 35	0,274 0,128	0,695
	Kalça y	1 25,75	0,048 0,104	0,437
	Kalça z	3,5 29	0,026 0,235	0,674

**Tablo 4.17 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1	0,656	0,662	0,715	0,697	0,589	0,649	0,698	0,794
Denek2	0,656	1	0,713	0,670	0,708	0,804	0,717	0,742	0,859
Denek3	0,662	0,713	1	0,687	0,699	0,667	0,725	0,741	0,851
Denek4	0,715	0,670	0,687	1	0,665	0,656	0,686	0,692	0,815
Denek5	0,697	0,708	0,699	0,665	1	0,678	0,737	0,757	0,845
Denek6	0,589	0,804	0,667	0,656	0,678	1	0,784	0,746	0,836
Denek7	0,649	0,717	0,725	0,686	0,737	0,784	1	0,715	0,862
Denek8	0,698	0,742	0,741	0,692	0,757	0,746	0,715	1	0,874

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.18 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1	0,501	0,518	0,575	0,574	0,482	0,545	0,501	0,686
Denek2	0,501	1	0,614	0,668	0,669	0,704	0,605	0,603	0,815
Denek3	0,518	0,614	1	0,625	0,639	0,632	0,561	0,558	0,794
Denek4	0,575	0,668	0,625	1	0,656	0,626	0,607	0,599	0,814
Denek5	0,574	0,669	0,639	0,656	1	0,613	0,622	0,631	0,846
Denek6	0,482	0,704	0,632	0,626	0,613	1	0,559	0,644	0,806
Denek7	0,545	0,605	0,561	0,607	0,622	0,559	1	0,512	0,739
Denek8	0,501	0,603	0,558	0,599	0,631	0,644	0,512	1	0,789

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

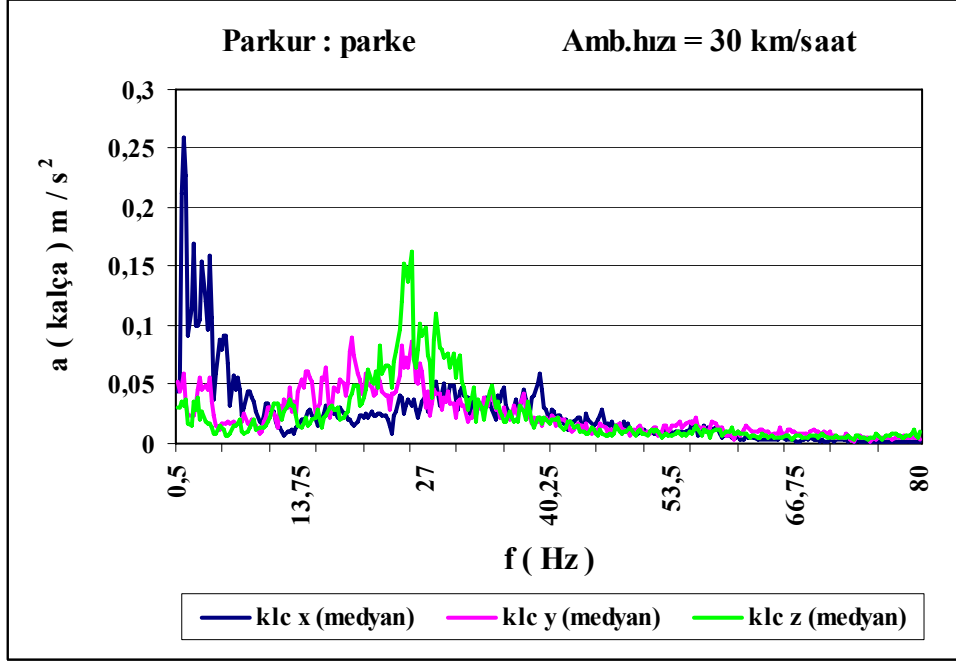
**Tablo 4.19 z yönündeki ivmeler ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1	0,554	0,614	0,651	0,571	0,541	0,566	0,496	0,774
Denek2	0,554	1	0,589	0,606	0,537	0,652	0,550	0,587	0,793
Denek3	0,614	0,589	1	0,628	0,598	0,588	0,599	0,518	0,790
Denek4	0,651	0,606	0,628	1	0,602	0,629	0,600	0,528	0,829
Denek5	0,571	0,537	0,598	0,602	1	0,554	0,545	0,523	0,754
Denek6	0,541	0,652	0,588	0,629	0,554	1	0,593	0,569	0,800
Denek7	0,566	0,550	0,599	0,600	0,545	0,593	1	0,487	0,765
Denek8	0,496	0,587	0,518	0,528	0,523	0,569	0,487	1	0,717

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

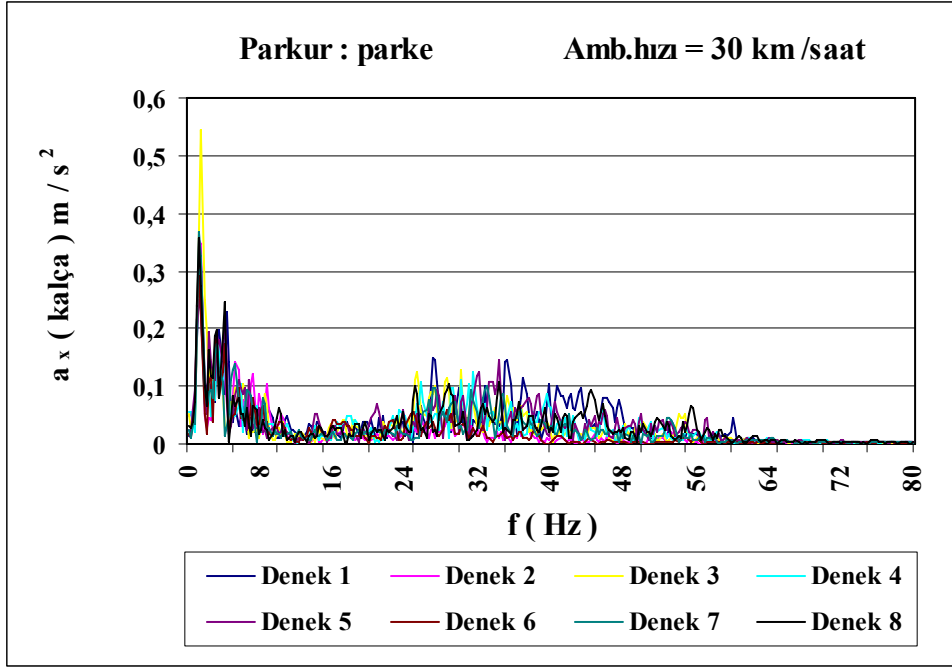
Tablo 4.17, 4.18 ve 4.19 da verilen korelasyon matrisleri (yatan kişi/sedye ara yüzeyinde kalça hizasında, nokta 3 de) ölçülen ivme değerlerinde denekler arasında istatistiki bir farklılık olmadığını göstermektedir.

Şekil 4.9 de yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde (sedye açısı =  $0^0$ ) ölçülen ivme (8 deneye ait medyan değerleri) – frekans değerleri x, y ve z yönlerinde karşılaştırılmaktadır. Şekilde klc x (y veya z) ifadesiyle yatan kişinin kalçası ile sedye arayüzeyine yerleştirilen ivme ölçerden x (y veya z) yönünde elde edilen ivme değerleri kastedilmektedir. Şekilde görülebildiği gibi  $f < 10$  Hz frekans aralığında sedyeye dik (x) yöndeki ivmeler baskın durumdadır.  $f > 10$  Hz aralığında ise yatay (z) yöndeki ivmeler etkin durumdadır.

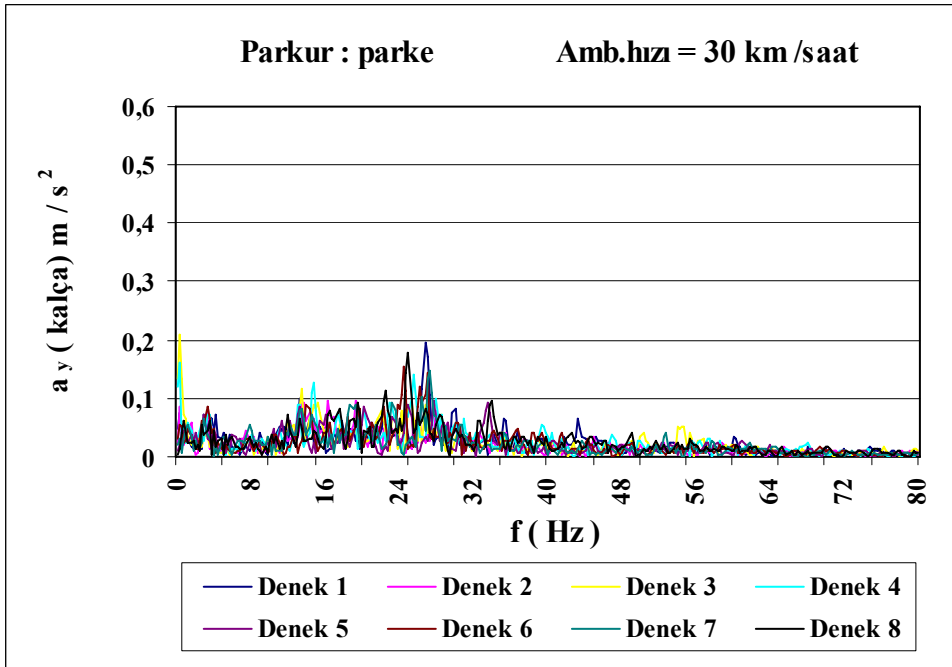


**Şekil 4.9 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) - frekans eğrileri (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)**

Sedyenin baş tarafı kaldırıldığında (bakınız Şekil 4.4b) sedyede yatan kişinin kalçası ile sedye arasına yerleştirilen (bakınız Şekil 4.5, nokta 3) ivme ölçer yardımıyla ölçülen ivme değerleri Şekil 4.10 (dik yön, x), 4.11 (yanal doğrultu, y) ve 4.12 (ambulansın gidiş yönü, z) de verilmektedir. Daha önce sedye açısı  $0^0$  iken gözlemlenen etkin iki frekans aralığı keyfiyeti sedye açısı  $38^0$  olduğunda da görülmektedir.

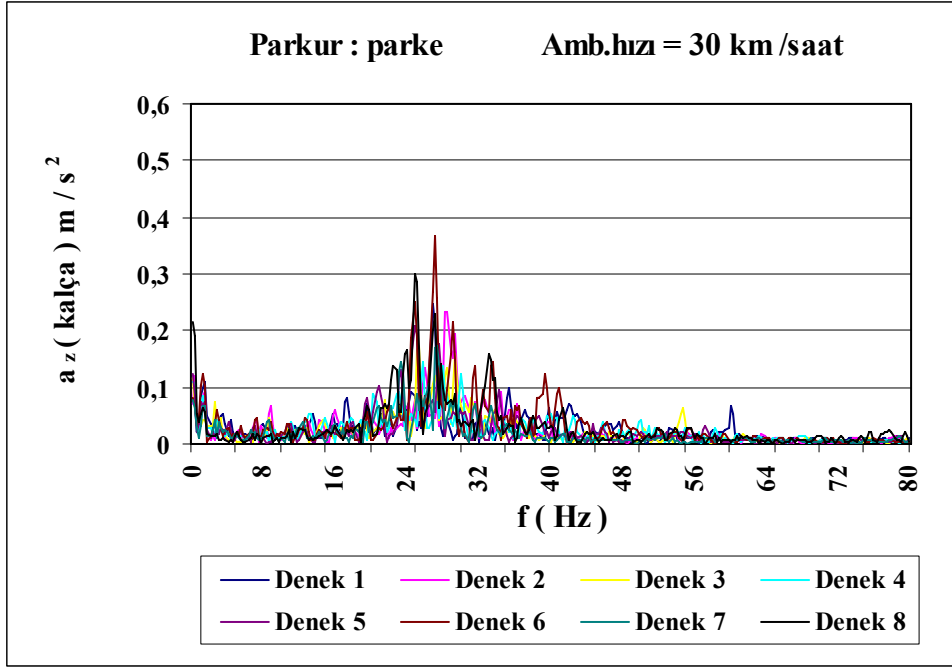


Şekil 4.10 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 38°) (8 denek)



Şekil 4.11 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 38°) (8 denek)





**Şekil 4.12 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedyeye açısı = 38°) (8 denek)**

Üç yönde yapılan ölçümlerde, daha önce sözü edilen frekans aralıklarında, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ulaşılan pik ivme değerleri Tablo 4.20 de verilmektedir. Tablo 4.21 - 4.23 de sekiz deneğe ait sırasıyla x, y ve z yönünde ölçülen ivme değerleriyle sözü edilen yönlere ait medyan değerleri arasındaki korelasyonu gösteren matrisler verilmektedir.

**Tablo 20 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: parke)**

<b>Parkur : Parke</b>	<b>Ölçüm noktaları</b>	<b>f pik Hz</b>	<b>a pik m/s<sup>2</sup></b>	<b>a total m/s<sup>2</sup></b>
<b>Denek 1</b>	Kalça x	1,5 27	0,321 0,151	0795
	Kalça y	3 26,75	0,073 0,194	0,500
	Kalça z	1,5 26,75	0,109 0,248	0,558
<b>Denek 2</b>	Kalça x	1,25 25,75	0,352 0,048	0,628
	Kalça y	3,25 19,25	0,0778 0,0971	0,424
	Kalça z	1,5 28,25	0,093 0,234	0,609
<b>Denek 3</b>	Kalça x	1,5 30	0,544 0,128	0,840
	Kalça y	13,5	0,116	0,501
	Kalça z	2,5 25,25	0,075 0,171	0,529
<b>Denek 4</b>	Kalça x	1,25 31,5	0,303 0,126	0,691
	Kalça y	1,25 25,75	0,084 0,145	0,498
	Kalça z	3,25 25,5	0,073 0,140	0,522
<b>Denek 5</b>	Kalça x	1,25 34,25	0,251 0,146	0,769
	Kalça y	3 24,75	0,071 0,0947	0,430
	Kalça z	1,5 24,75	0,074 0,208	0,558
<b>Denek 6</b>	Kalça x	1,25 28,5	0,291 0,059	0,563
	Kalça y	3,25 24,5	0,086 0,155	0,488
	Kalça z	1,25 27	0,123 0,367	0,806
<b>Denek 7</b>	Kalça x	1,25 33	0,367 0,102	0,702
	Kalça y	3 27,25	0,064 0,148	0,454
	Kalça z	1,25 27,25	0,068 0,171	0,491
<b>Denek 8</b>	Kalça x	1,25 34,25	0,358 0,108	0,770
	Kalça y	3,5 25	0,062 0,179	0,525
	Kalça z	24,75	0,299	0,764

**Tablo 4.21 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,632	0,714	0,720	0,725	0,564	0,771	0,660	0,820
Denek2	0,632	1,000	0,749	0,703	0,676	0,763	0,724	0,625	0,812
Denek3	0,714	0,749	1,000	0,793	0,728	0,698	0,751	0,712	0,896
Denek4	0,720	0,703	0,793	1,000	0,734	0,656	0,735	0,685	0,881
Denek5	0,725	0,676	0,728	0,734	1,000	0,596	0,750	0,742	0,853
Denek6	0,564	0,763	0,698	0,656	0,596	1,000	0,627	0,560	0,768
Denek7	0,771	0,724	0,751	0,735	0,750	0,627	1,000	0,690	0,872
Denek8	0,660	0,625	0,712	0,685	0,742	0,560	0,690	1,000	0,807

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.22 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,558	0,533	0,601	0,459	0,630	0,529	0,618	0,770
Denek2	0,558	1,000	0,621	0,627	0,576	0,606	0,641	0,589	0,802
Denek3	0,533	0,621	1,000	0,609	0,532	0,577	0,608	0,575	0,782
Denek4	0,601	0,627	0,609	1,000	0,559	0,619	0,596	0,546	0,804
Denek5	0,459	0,576	0,532	0,559	1,000	0,472	0,543	0,551	0,715
Denek6	0,630	0,606	0,577	0,619	0,472	1,000	0,589	0,638	0,802
Denek7	0,529	0,641	0,608	0,596	0,543	0,589	1,000	0,543	0,777
Denek8	0,618	0,589	0,575	0,546	0,551	0,638	0,543	1,000	0,791

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

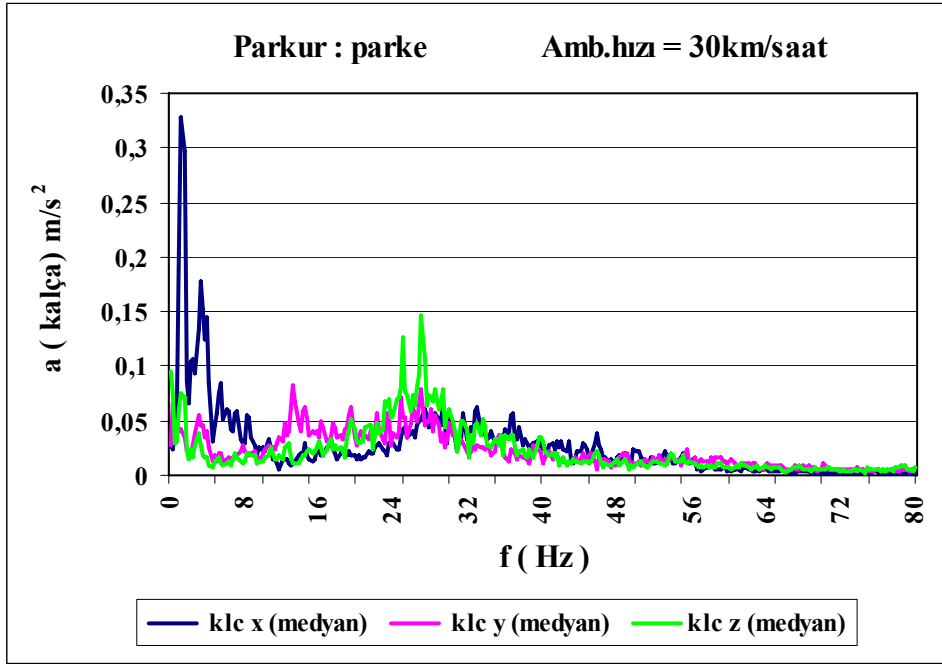
**Tablo 4.23 z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,576	0,510	0,589	0,519	0,496	0,512	0,411	0,694
Denek2	0,576	1,000	0,645	0,630	0,633	0,648	0,641	0,599	0,844
Denek3	0,510	0,645	1,000	0,631	0,627	0,624	0,597	0,604	0,825
Denek4	0,589	0,630	0,631	1,000	0,651	0,576	0,526	0,569	0,791
Denek5	0,519	0,633	0,627	0,651	1,000	0,589	0,538	0,558	0,795
Denek6	0,496	0,648	0,624	0,576	0,589	1,000	0,607	0,571	0,797
Denek7	0,512	0,641	0,597	0,526	0,538	0,607	1,000	0,537	0,756
Denek8	0,411	0,599	0,604	0,569	0,558	0,571	0,537	1,000	0,743

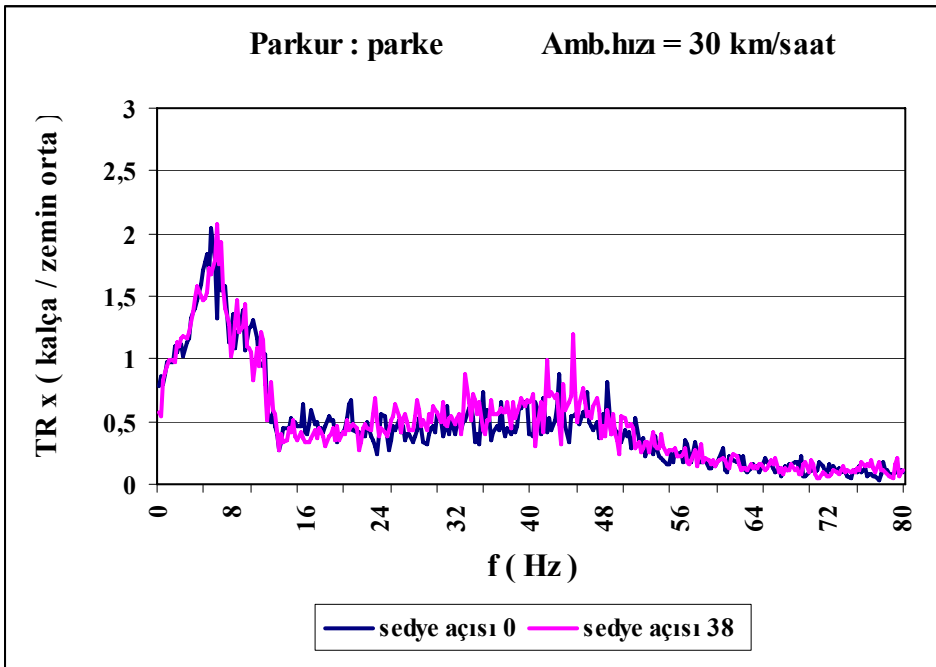
Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

Tablo 4.21, 4.22 ve 4.23 verilen korelasyon matrisleri (yatan kişi/sedye ara yüzeyinde kalça hizasında, nokta 3 de) ölçülen ivme değerlerinde denekler arasında istatistiki bir farklılık olmadığını göstermektedir. Şekil 4.13 de sedye açısı 38<sup>0</sup> olduğunda sedye/yatan kişi arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerlerine ait medyan ivme-frekans eğrileri

verilmektedir. Kalça hizasında yatan kişiye iletilen titreşimin sedye açısına bağlı olmadığı ise Şekil 4.14 de görülmektedir.

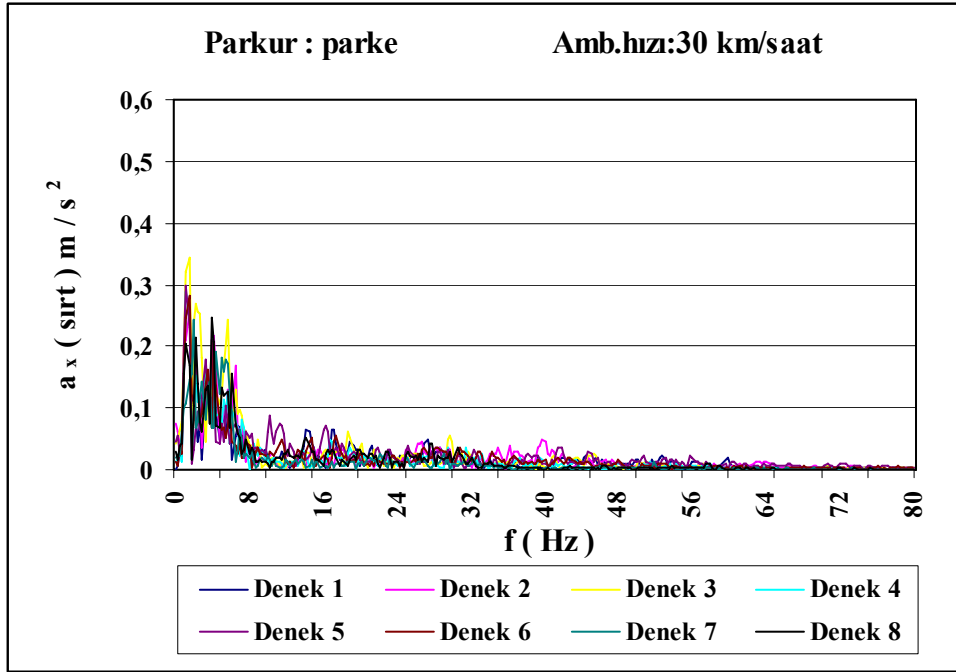


Şekil 4.13 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: kalça ) (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek)

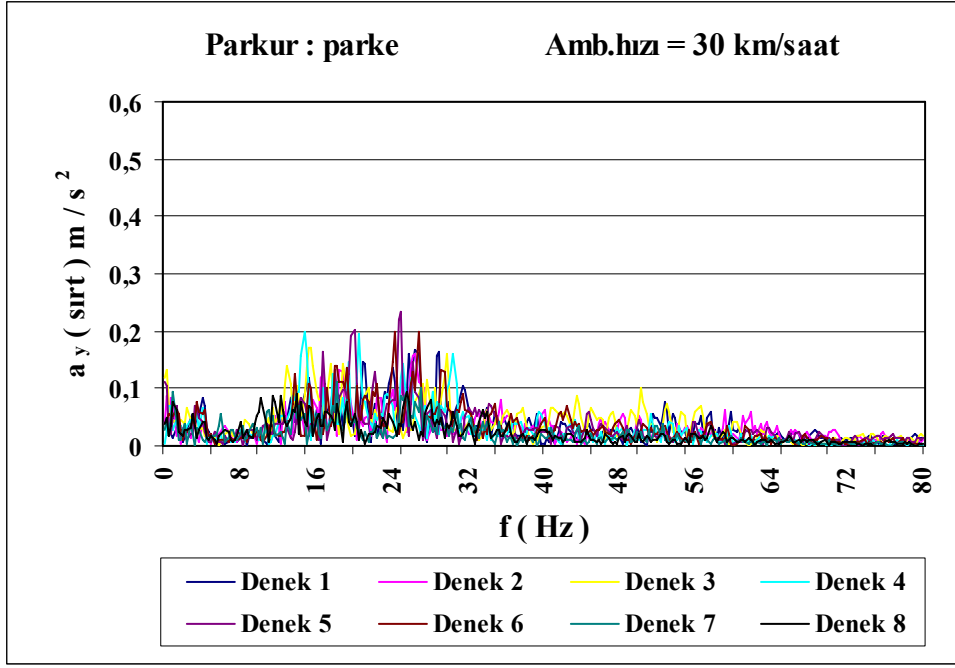


Şekil 4.14 Titreşim iletim oranı - Frekans eğrileri (x yönü) (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $0$  ve  $38^0$ )

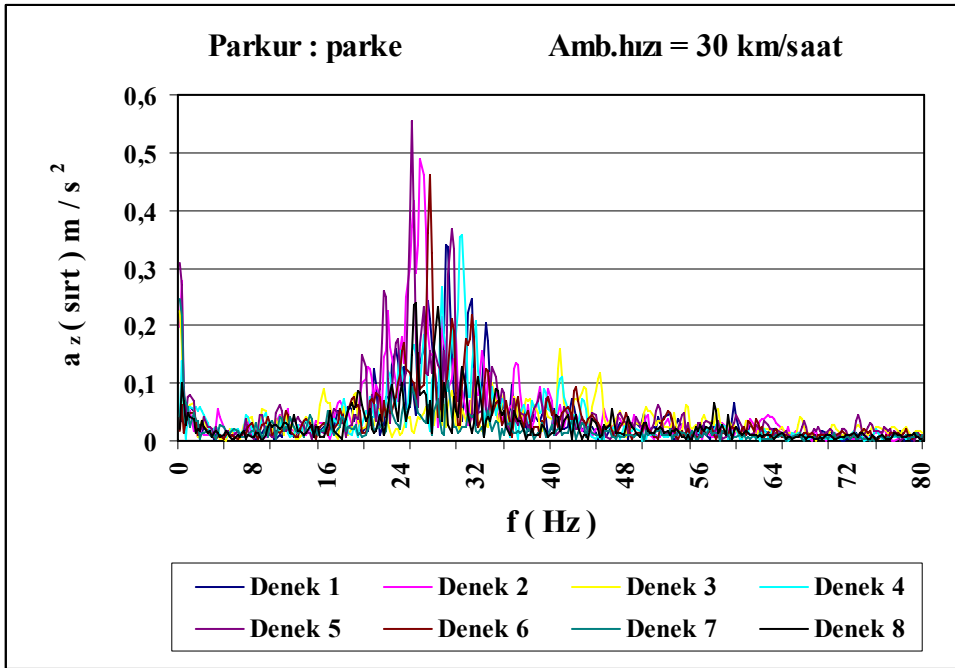
Şekil 4.14 incelendiğinde (nokta 3 de = kalça hizasında) iletişim oranı  $TR_x$  (= kalça x / zemin orta x) nin (x yönü yatay kişiye dik olan yön)  $2 \text{ Hz} < f < 11.50 \text{ Hz}$  aralığında 1 den büyük olduğu görülmektedir. Bir başka deyişle bu frekans aralığı kritik frekans aralığıdır ve hatırlanmalıdır ki alçak frekanslarda bilinen pasif titreşim izolasyon teknikleri başarılı olamamaktadır .Unutulmamalıdır ki bu değerler ambulans hızının 30 km/saat ile kısıtlandığı hıza aittir. Hız artıkça 30-50 Hz aralığındaki değerlerin artacağı ve bu frekans aralığının da kritik hale geleceği beklenmelidir . Şekil 4.15 - 4.17 de sırasıyla dik (x yönünde), yanal (y yönünde) ve ön-arka (z = ambulans gidiş yönünde) yönlerinde deneklerin sırt/sedyeye ara yüzeyinde ölçülen ivme değerleri sedye açısı  $0^0$  hali için verilmektedir. Sırt ile deneklerin vertebralalarında T8 hizasında yapılan ölçümler kastedilmektedir.



Şekil 4.15 Dik (x) yönde yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.16 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.17 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı :  $0^0$ ) (8 denek)

Sırt hizasında ölçülen ivmelere ait pik değerler ve oluştukları frekanslar Tablo 4.24 de verilmektedir. İvmeler x yönünde  $f \leq 4$  Hz, y yönünde  $14.25 \text{ Hz} \leq f \leq 26.50 \text{ Hz}$ , z yönünde ise  $25.5 \text{ Hz} \leq f \leq 30.50 \text{ Hz}$  frekans aralıklarında pik değerlerine ulaşmaktadır.

**Tablo 4.24 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ )  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: parke)**

Parkur : Parke	Ölçüm noktaları	f pik Hz	a pik m/s <sup>2</sup>	a total m/s <sup>2</sup>
Denek 1	Sırt x	1,5	0,267	0,535
	Sırt y	26,5	0,169	0,703
	Sırt z	28,75	0,340	0,925
Denek 2	Sırt x	1,5	0,258	0,609
	Sırt y	26,5	0,162	0,629
	Sırt z	26	0,489	1,26
Denek 3	Sırt x	1,5	0,343	0,797
	Sırt y	15,5	0,170	0,750
	Sırt z	41	0,158	0,651
Denek 4	Sırt x	1,25	0,287	0,576
	Sırt y	14,75	0,197	0,680
	Sırt z	30,50	0,356	0,939
Denek 5	Sırt x	1,25	0,298	0,594
	Sırt y	25	0,233	0,697
	Sırt z	25	0,555	1,2
Denek 6	Sırt x	1,5	0,284	0,553
	Sırt y	24,25	0,198	0,698
	Sırt z	27	0,463	0,942
Denek 7	Sırt x	2,5	0,236	0,506
	Sırt y	14,25	0,154	0,542
	Sırt z	27	0,0873	0,339
Denek 8	Sırt x	4	0,246	0,578
	Sırt y	25,5	0,0926	0,445
	Sırt z	25,5	0,238	0,649

x, y ve z yönlerindeki ivme (medyan) – frekans eğrileri incelendiğinde (Şekil 4.18)  $f < 10.75$  frekanslarında x yönündeki ivmelerin etkin olduğu görülmektedir. Oysa yüksek frekanslarda x yönü etkin yön olmaktan çıkmakta, y ve z yönleri baskın yön haline gelmektedir.

**Tablo 4.25 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,616	0,705	0,688	0,721	0,750	0,738	0,743	0,851
Denek2	0,616	1,000	0,672	0,695	0,618	0,745	0,693	0,645	0,798
Denek3	0,705	0,672	1,000	0,747	0,729	0,753	0,726	0,767	0,867
Denek4	0,688	0,695	0,747	1,000	0,700	0,755	0,759	0,778	0,868
Denek5	0,721	0,618	0,729	0,700	1,000	0,723	0,692	0,744	0,846
Denek6	0,750	0,745	0,753	0,755	0,723	1,000	0,751	0,760	0,890
Denek7	0,738	0,693	0,726	0,759	0,692	0,751	1,000	0,803	0,851
Denek8	0,743	0,645	0,767	0,778	0,744	0,760	0,803	1,000	0,883

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.26 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,379	0,455	0,602	0,419	0,620	0,421	0,503	0,715
Denek2	0,379	1,000	0,339	0,512	0,482	0,535	0,403	0,451	0,653
Denek3	0,455	0,339	1,000	0,558	0,419	0,585	0,490	0,477	0,698
Denek4	0,602	0,512	0,558	1,000	0,514	0,696	0,554	0,626	0,826
Denek5	0,419	0,482	0,419	0,514	1,000	0,592	0,485	0,519	0,724
Denek6	0,620	0,535	0,585	0,696	0,592	1,000	0,555	0,586	0,857
Denek7	0,421	0,403	0,490	0,554	0,485	0,555	1,000	0,625	0,712
Denek8	0,503	0,451	0,477	0,626	0,519	0,586	0,625	1,000	0,767

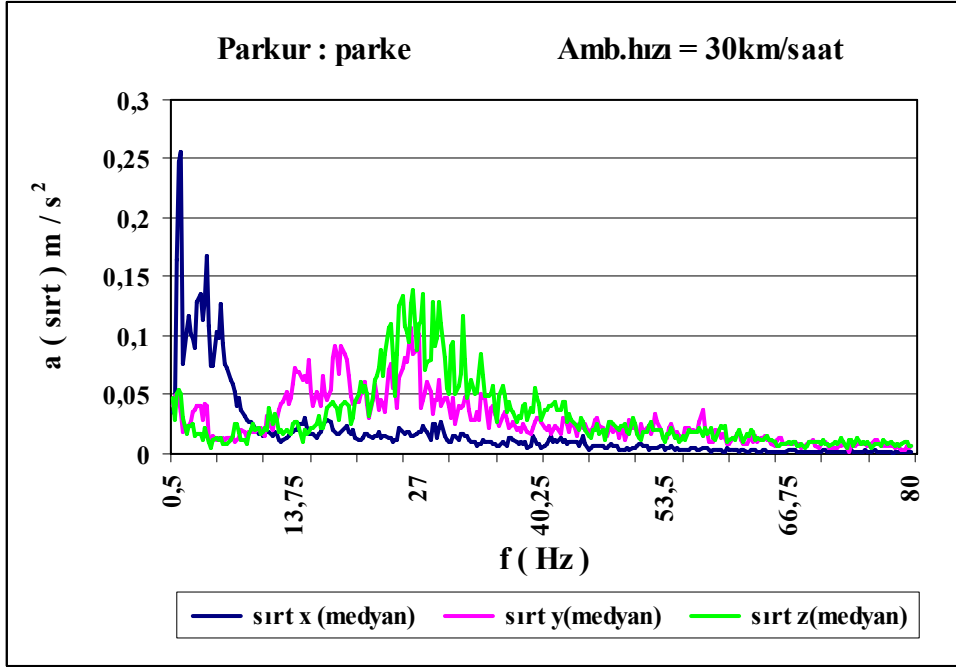
Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.27 z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,675	0,442	0,641	0,630	0,743	0,558	0,580	0,853
Denek2	0,675	1,000	0,365	0,660	0,602	0,655	0,515	0,517	0,803
Denek3	0,442	0,365	1,000	0,417	0,376	0,481	0,302	0,350	0,587
Denek4	0,641	0,660	0,417	1,000	0,615	0,612	0,538	0,564	0,818
Denek5	0,630	0,602	0,376	0,615	1,000	0,567	0,444	0,525	0,760
Denek6	0,743	0,655	0,481	0,612	0,567	1,000	0,539	0,540	0,826
Denek7	0,558	0,515	0,302	0,538	0,444	0,539	1,000	0,549	0,662
Denek8	0,580	0,517	0,350	0,564	0,525	0,540	0,549	1,000	0,723

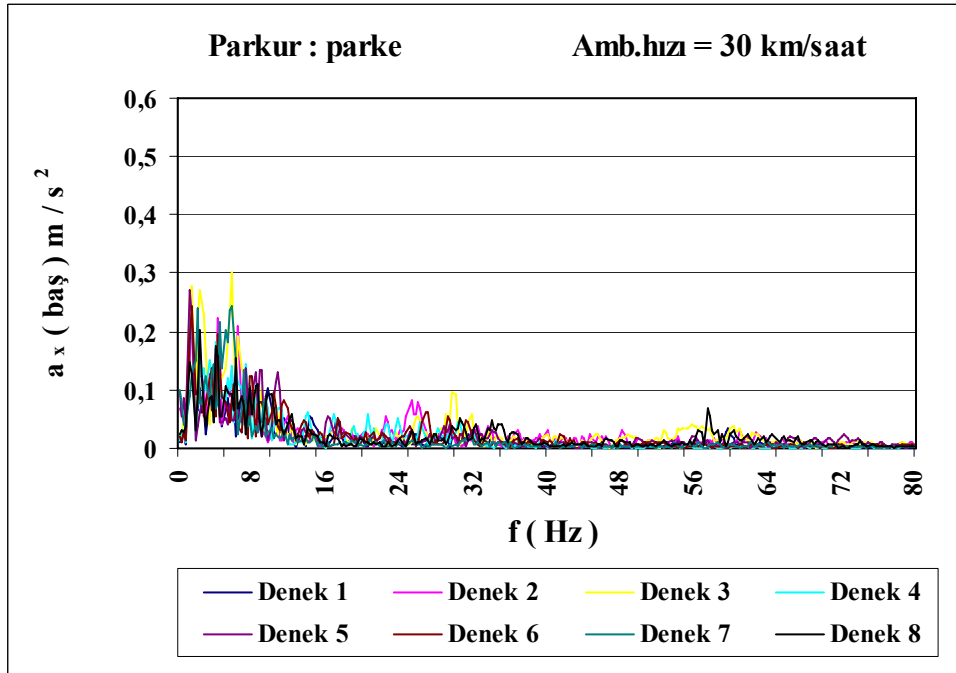
Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır



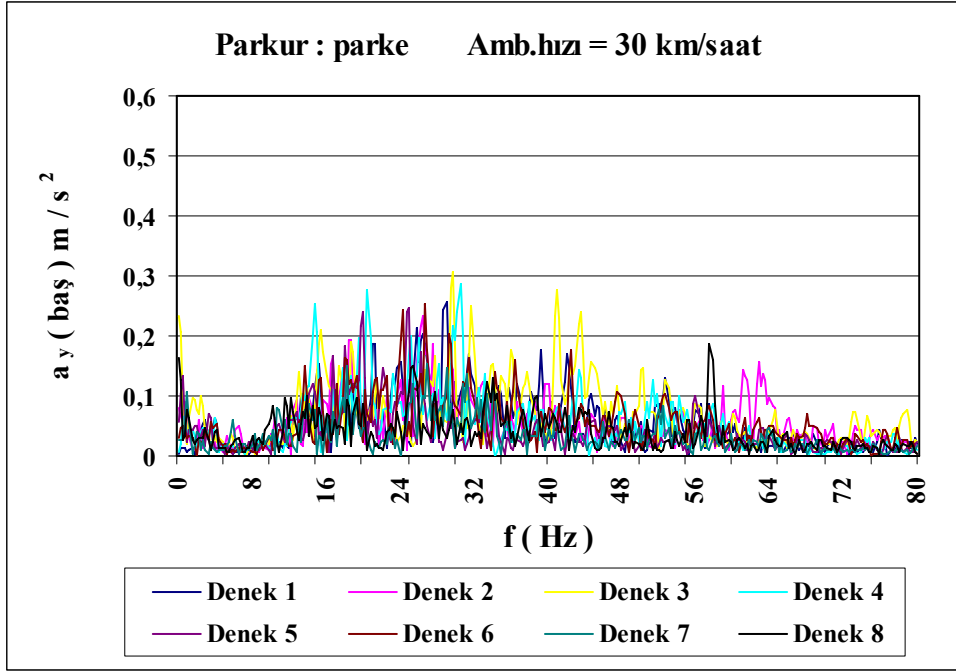


Şekil 4.18 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: sırt) (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)

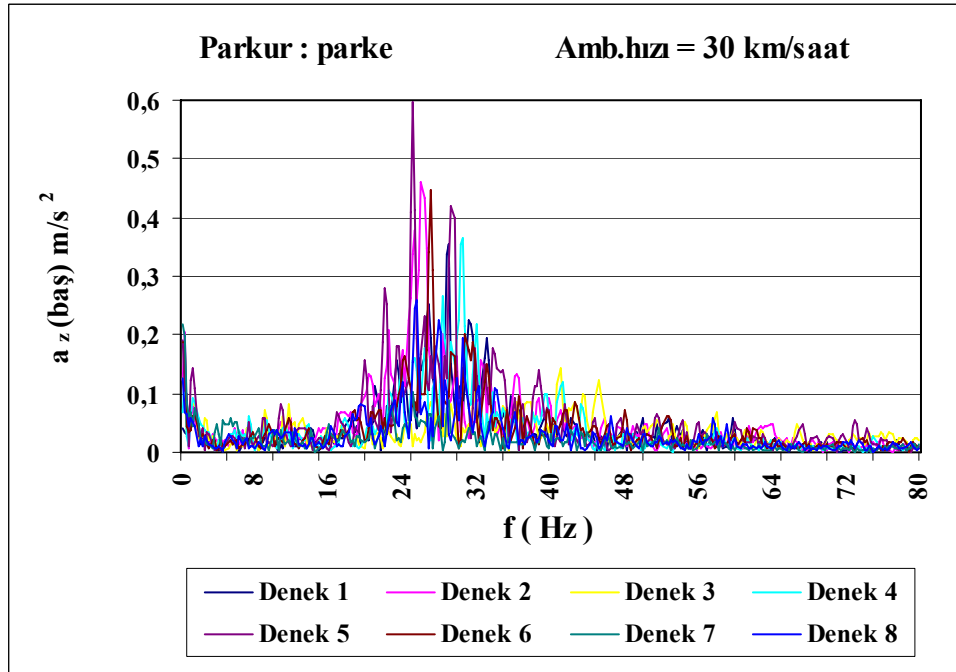
Parke yolda seyir halinde iken sedyede yatan kişinin başının etkilenme düzeyini Şekil 4.19'daki ivme-frekans eğrileri göstermektedir. Veriler yatan kişinin başı ve sedye ara yüzüne yerleştirilen oturak tipi ivme ölçerden elde edilmiştir.



Şekil 4.19 Dik (x) yönde, baş hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)



**Şekil 4.20 Yanal (y) yönde, baş hizasında ölçülen ivme değerleri  
(sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)**



**Şekil 4.21 Ambulans gidiş (z) yönünde, baş hizasında ölçülen ivme değerleri  
(sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)**

Şekil 4.19- 4.21 de frekanslara göre ivme değişim eğrileri görülen ,yatan kişinin baş ile sedye ara yüzeyinde ölçülen, titreşimlere ait pik değerler Tablo 4.25 de verilmektedir.

**Tablo 4.25 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: parke)**

Parkur : Parke	Ölçüm noktaları	f pik Hz	a pik m/s <sup>2</sup>	a total m/s <sup>2</sup>
<b>Denek 1</b>	baş x	1,5	0,230	0,486
	baş y	29	0,256	1,06
	baş z	29	0,355	0,921
<b>Denek 2</b>	baş x	1,5	0,228	0,633
	baş y	26,5	0,233	1,02
	baş z	26	0,459	1,18
<b>Denek 3</b>	baş x	5,75	0,303	0,842
	baş y	29,75	0,305	1,29
	baş z	41	0,143	0,630
<b>Denek 4</b>	baş x	1,25	0,227	0,613
	baş y	30,50	0,287	1,07
	baş z	30,50	0,366	0,951
<b>Denek 5</b>	baş x	1,25	0,270	0,589
	baş y	25	0,246	0,850
	baş z	25	0,598	1,32
<b>Denek 6</b>	baş x	1,5	0,243	0,564
	baş y	26,75	0,253	1,02
	baş z	27	0,447	0,952
<b>Denek 7</b>	baş x	2,5	0,258	0,556
	baş y	14,25 55,75	0,176 0,213	0,761
	baş z	4,75 55,75	0,121	0,402
<b>Denek 8</b>	baş x	2,25	0,203	0,554
	baş y	25,5 57,5	0,151 0,187	0,754
	baş z	25,5	0,259	0,707

**Tablo 4.29 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,523	0,644	0,656	0,617	0,609	0,574	0,605	0,816
Denek2	0,523	1,000	0,530	0,592	0,486	0,609	0,486	0,456	0,725
Denek3	0,644	0,530	1,000	0,517	0,511	0,498	0,502	0,562	0,717
Denek4	0,656	0,592	0,517	1,000	0,586	0,760	0,577	0,464	0,799
Denek5	0,617	0,486	0,511	0,586	1,000	0,514	0,497	0,519	0,712
Denek6	0,609	0,609	0,498	0,760	0,514	1,000	0,575	0,425	0,787
Denek7	0,574	0,486	0,502	0,577	0,497	0,575	1,000	0,581	0,717
Denek8	0,605	0,456	0,562	0,464	0,519	0,425	0,581	1,000	0,707

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.30 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)**

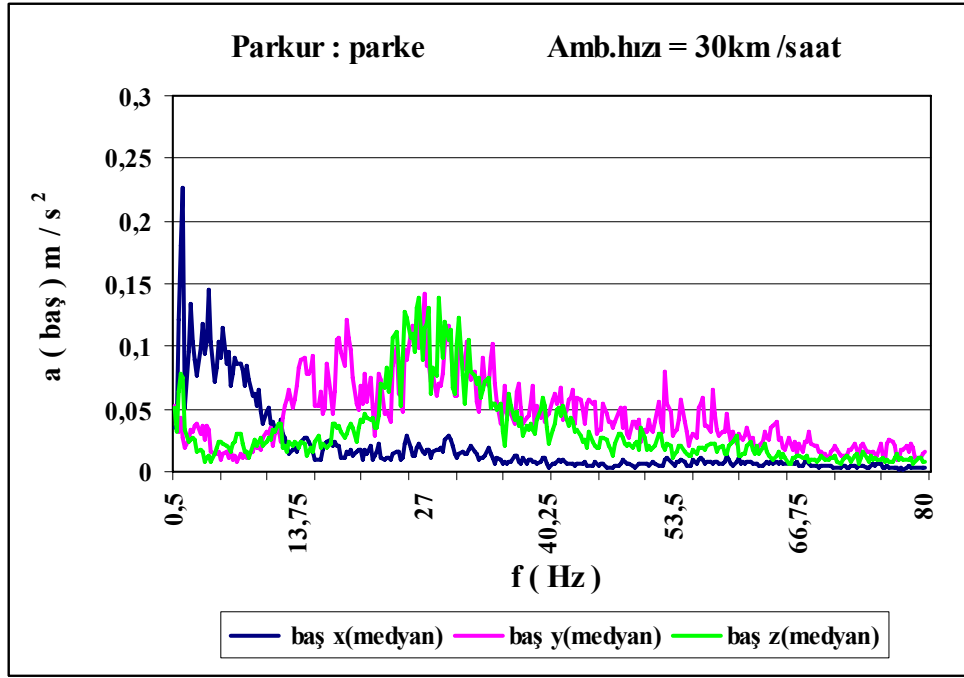
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,375	0,496	0,528	0,382	0,617	0,430	0,364	0,754
Denek2	0,375	1,000	0,315	0,452	0,385	0,421	0,375	0,287	0,620
Denek3	0,496	0,315	1,000	0,403	0,343	0,429	0,279	0,315	0,624
Denek4	0,528	0,452	0,403	1,000	0,437	0,502	0,508	0,427	0,756
Denek5	0,382	0,385	0,343	0,437	1,000	0,387	0,369	0,373	0,637
Denek6	0,617	0,421	0,429	0,502	0,387	1,000	0,392	0,317	0,737
Denek7	0,430	0,375	0,279	0,508	0,369	0,392	1,000	0,395	0,635
Denek8	0,364	0,287	0,315	0,427	0,373	0,317	0,395	1,000	0,617

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.31 z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,632	0,369	0,630	0,554	0,701	0,476	0,577	0,836
Denek2	0,632	1,000	0,282	0,626	0,554	0,628	0,434	0,521	0,783
Denek3	0,369	0,282	1,000	0,372	0,354	0,390	0,204	0,251	0,502
Denek4	0,630	0,626	0,372	1,000	0,609	0,543	0,459	0,580	0,799
Denek5	0,554	0,554	0,354	0,609	1,000	0,475	0,320	0,497	0,707
Denek6	0,701	0,628	0,390	0,543	0,475	1,000	0,467	0,536	0,800
Denek7	0,476	0,434	0,204	0,459	0,320	0,467	1,000	0,487	0,589
Denek8	0,577	0,521	0,251	0,580	0,497	0,536	0,487	1,000	0,736

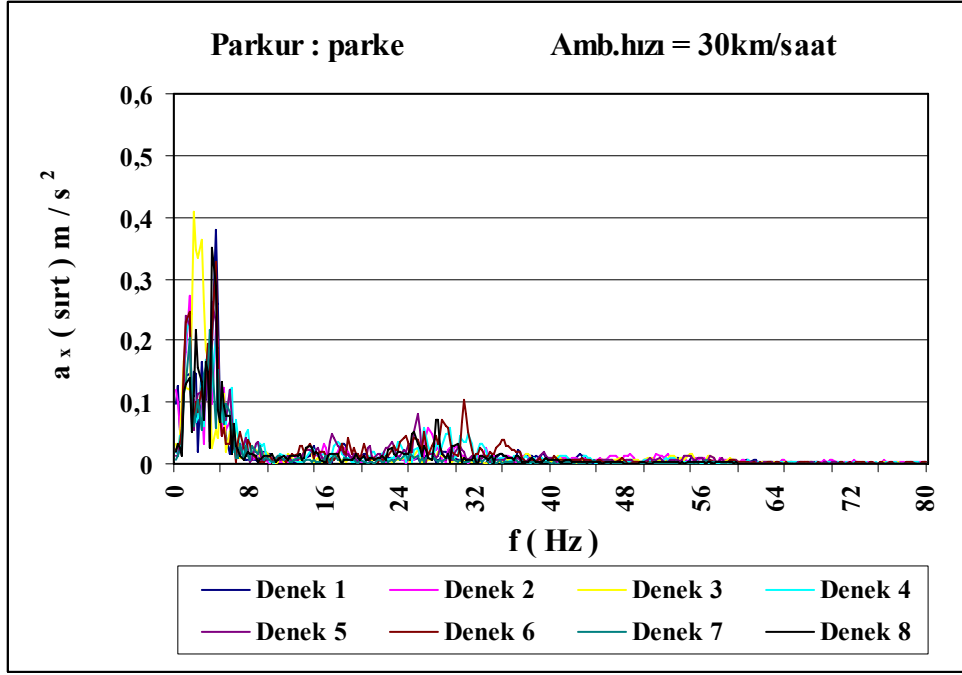
Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır



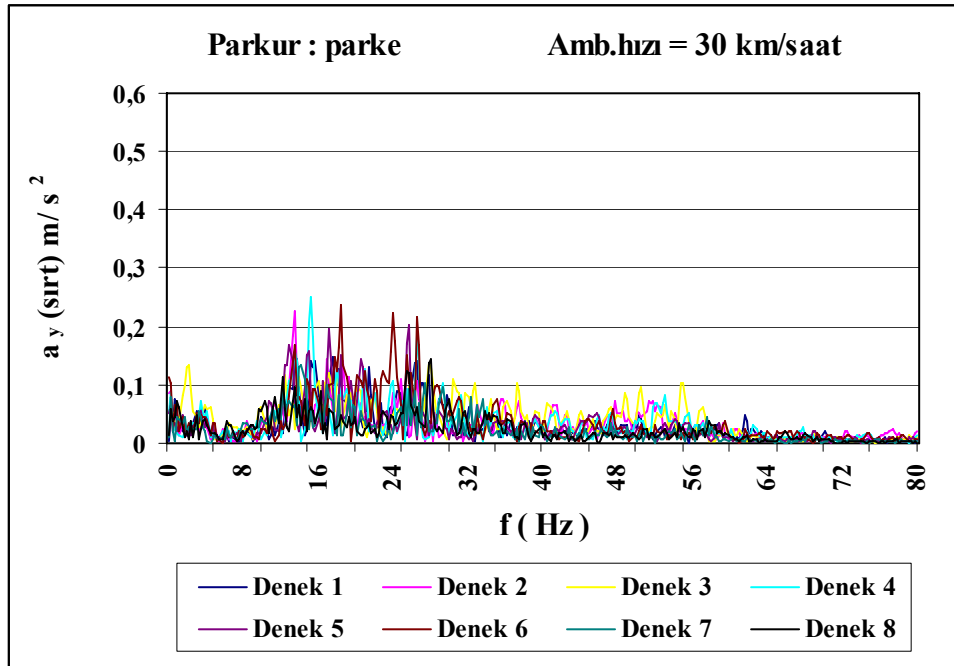
**Şekil 4.22 x, y ve z yönlerine ivme (medyan) – frekans eğrileri  
(ölçüm yeri: baş) (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)**

Sedyenin üst tarafı kaldırıldığında (sedye açısı = 38<sup>0</sup>, bakınız şekil 4.4b) yatan kişinin sırtına iletilen titreşime ait ivme – frekans eğrileri Şekil 4.23 - 4.25 de verilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi x yatan kişiye dik yönü, y yanal yönü, z ise ambulansın gidiş yönünü göstermektedir.

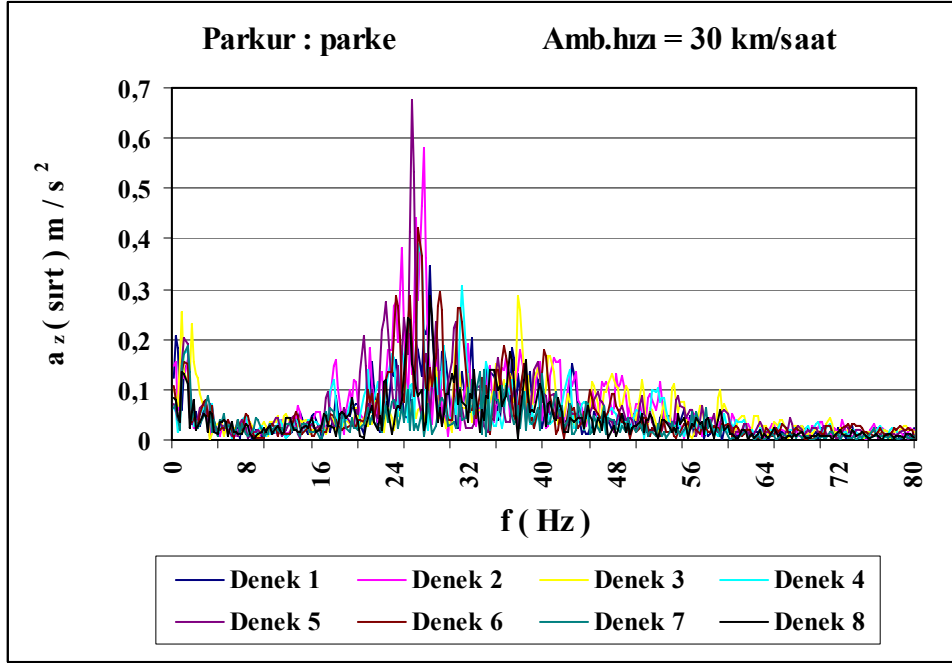
Sedye açısı 38<sup>0</sup> iken yatan kişiye sırt (T8) hizasında iletilen titreşimlerin (Şekiller 4.23 -4.25) x yönünde  $f < 10$  Hz, y yönünde  $10 \text{ Hz} < f < 40 \text{ Hz}$  ve z yönünde  $f > 16 \text{ Hz}$  frekans aralıklarında etkin olduğu görülmektedir. Üç yönde yapılan ölçümlerde ulaşılan pik ivme değerleri Tablo 4.32 de verilmektedir.



Şekil 4.23 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.24 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.25 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek)

**Tablo 4.32 Yatan kişi/sedyeye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: parke)**

Parkur : Parke	Ölçüm noktaları	f pik Hz	a pik m/s <sup>2</sup>	a total m/s <sup>2</sup>
<b>Denek 1</b>	Sırt x	4,25	0,381	0,598
	Sırt y	17,5	0,148	0,640
	Sırt z	27,75	0,345	1,04
<b>Denek 2</b>	Sırt x	1,5	0,272	0,545
	Sırt y	13,5	0,228	0,663
	Sırt z	27	0,581	1,45
<b>Denek 3</b>	Sırt x	2	0,410	0,767
	Sırt y	27,75	0,138	0,736
	Sırt z	37,25	0,287	1,03
<b>Denek 4</b>	Sırt x	1,5	0,237	0,547
	Sırt y	15,25	0,249	0,711
	Sırt z	26,5	0,388	1,03
<b>Denek 5</b>	Sırt x	4	0,263	0,553
	Sırt y	25,75	0,203	0,649
	Sırt z	25,75	0,677	1,31
<b>Denek 6</b>	Sırt x	4,25	0,328	0,623
	Sırt y	18,5	0,237	0,796
	Sırt z	26,5	0,420	1,21
<b>Denek 7</b>	Sırt x	3,75	0,216	0,479
	Sırt y	14,25	0,135	0,493
	Sırt z	1,5	0,188	0,650
<b>Denek 8</b>	Sırt x	4	0,350	0,587
	Sırt y	28	0,145	0,493
	Sırt z	27,75	0,285	0,8754

Tablo 4.33 – 4.35 de deneklerin sırt hizasında yapılan ölçümlere ait korelasyon değerleri verilmektedir. Ölçümler sırasında farklı şöförlerin ambulansı kullanıyor olması, sabit hızın sağlanması ve denekler arası fiziksel özelliklerin aynı olmaması gibi etkenlere rağmen tablolardaki korelasyon değerleri ölçümlerin istatistiki olarak farklı olmadığını göstermektedir. Şekil 4.26 de ivme(sırt) medyan değerlerinin frekans göre değişimleri x, y ve z yönlerinde verilmektedir.



**Tablo 4.33 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,642	0,732	0,723	0,741	0,732	0,699	0,737	0,856
Denek2	0,642	1,000	0,606	0,667	0,675	0,625	0,662	0,678	0,786
Denek3	0,732	0,606	1,000	0,659	0,762	0,658	0,667	0,712	0,808
Denek4	0,723	0,667	0,659	1,000	0,742	0,775	0,724	0,776	0,867
Denek5	0,741	0,675	0,762	0,742	1,000	0,754	0,767	0,815	0,879
Denek6	0,732	0,625	0,658	0,775	0,754	1,000	0,781	0,824	0,878
Denek7	0,699	0,662	0,667	0,724	0,767	0,781	1,000	0,802	0,855
Denek8	0,737	0,678	0,712	0,776	0,815	0,824	0,802	1,000	0,899

Korelasyonlar iki yönlü teste 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.34 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)**

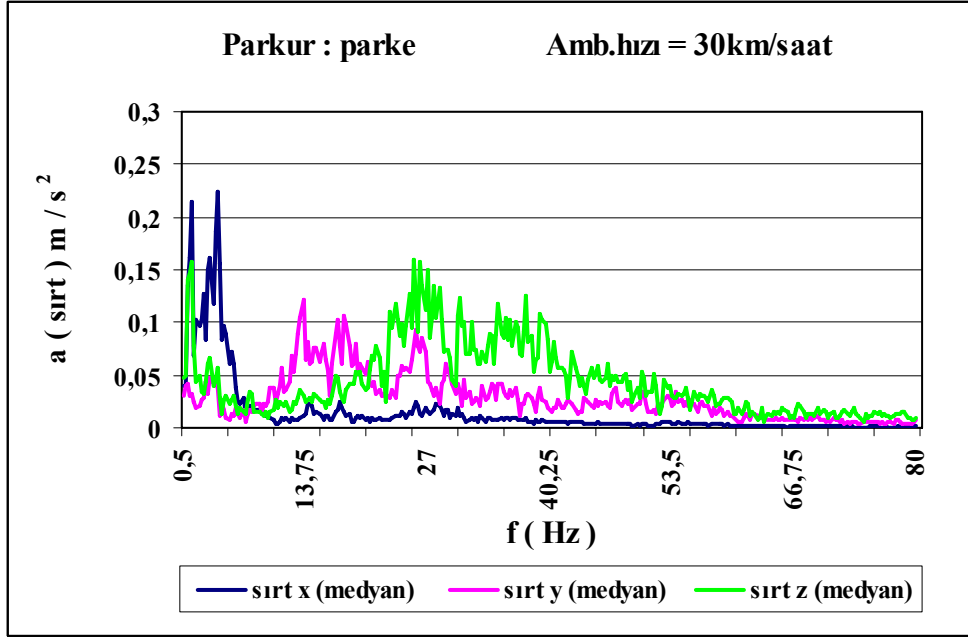
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,562	0,580	0,591	0,632	0,648	0,635	0,617	0,825
Denek2	0,562	1,000	0,562	0,599	0,597	0,513	0,532	0,453	0,717
Denek3	0,580	0,562	1,000	0,546	0,590	0,516	0,601	0,564	0,738
Denek4	0,591	0,599	0,546	1,000	0,592	0,578	0,512	0,492	0,747
Denek5	0,632	0,597	0,590	0,592	1,000	0,590	0,645	0,591	0,828
Denek6	0,648	0,513	0,516	0,578	0,590	1,000	0,568	0,609	0,783
Denek7	0,635	0,532	0,601	0,512	0,645	0,568	1,000	0,659	0,793
Denek8	0,617	0,453	0,564	0,492	0,591	0,609	0,659	1,000	0,771

Korelasyonlar iki yönlü teste 0.01 düzeyinde anlamlıdır

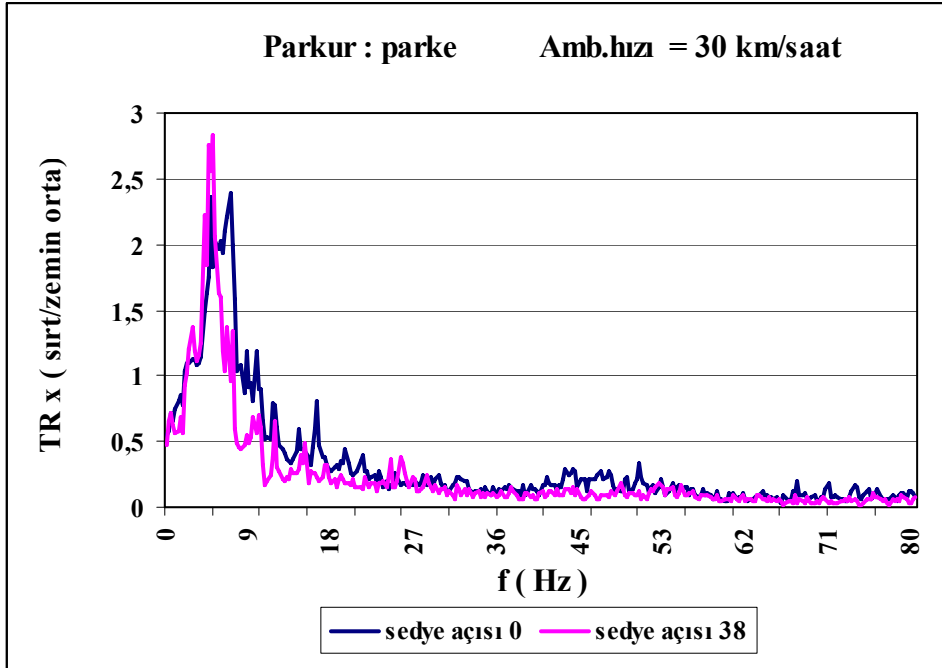
**Tablo 4.35 z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,723	0,568	0,629	0,586	0,662	0,610	0,665	0,837
Denek2	0,723	1,000	0,566	0,687	0,592	0,636	0,550	0,609	0,819
Denek3	0,568	0,566	1,000	0,493	0,551	0,564	0,519	0,604	0,739
Denek4	0,629	0,687	0,493	1,000	0,551	0,627	0,575	0,569	0,784
Denek5	0,586	0,592	0,551	0,551	1,000	0,638	0,574	0,690	0,786
Denek6	0,662	0,636	0,564	0,627	0,638	1,000	0,580	0,617	0,817
Denek7	0,610	0,550	0,519	0,575	0,574	0,580	1,000	0,637	0,747
Denek8	0,665	0,609	0,604	0,569	0,690	0,617	0,637	1,000	0,825

Korelasyonlar iki yönlü teste 0.01 düzeyinde anlamlıdır



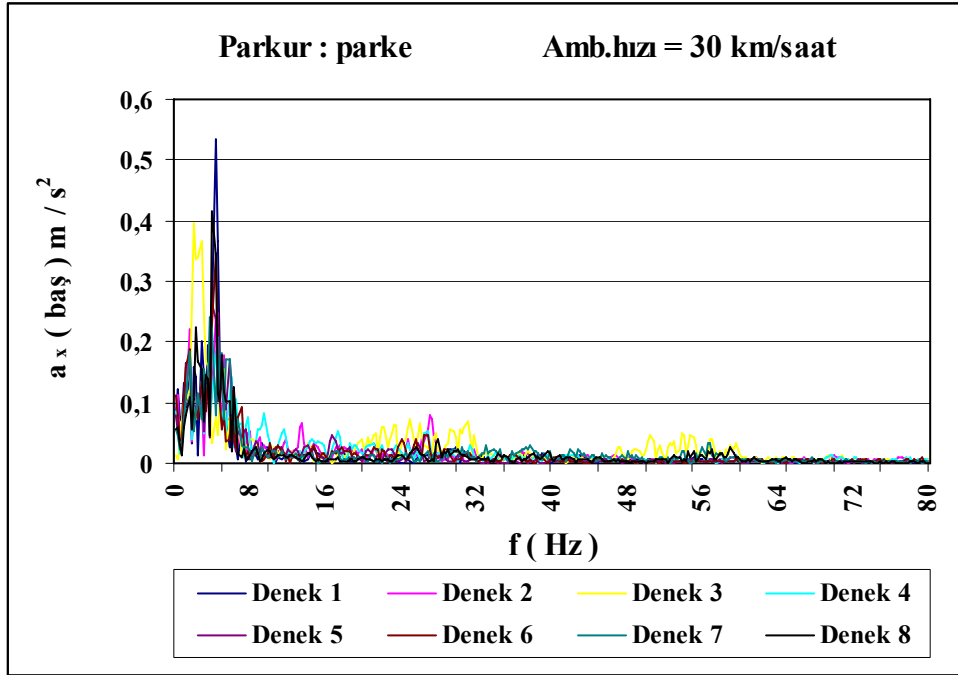
Şekil 4.26 x, y ve z yönlerine ivme (medyan) – frekans eğrileri (ölçüm yeri: sırt) (sedye açısı =  $38^0$ ) (8 denek)



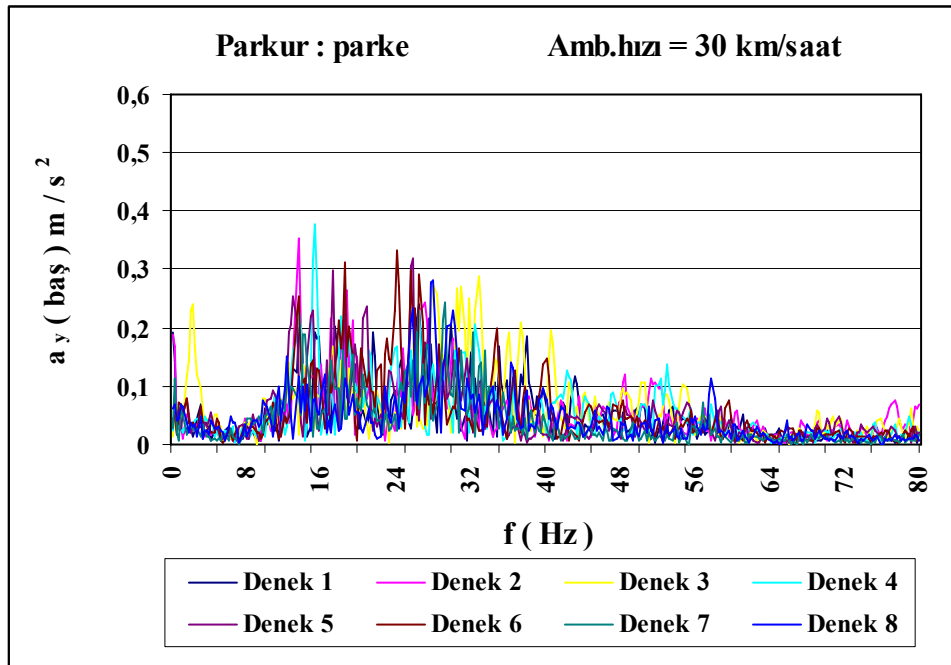
Şekil 4.27 Titreşim iletim oranı – Frekans eğrileri (x yönü) (ölçüm yeri: sırt) (sedye açısı =  $0^0$  ve  $38^0$ )

Sedye açısının artması sırtta iletilen titreşimi arttırmaktadır (Şekil 4.27). Titreşim iletim oranı,  $TR_x$ , in “bir” değerini aştığı frekans aralığı sedye açısı  $0^0$  için  $2.25 \text{ Hz} \leq f \leq 12 \text{ Hz}$  iken sedye açısı  $38^0$  olduğunda  $2.25 \text{ Hz} \leq f \leq 7 \text{ Hz}$  dir.

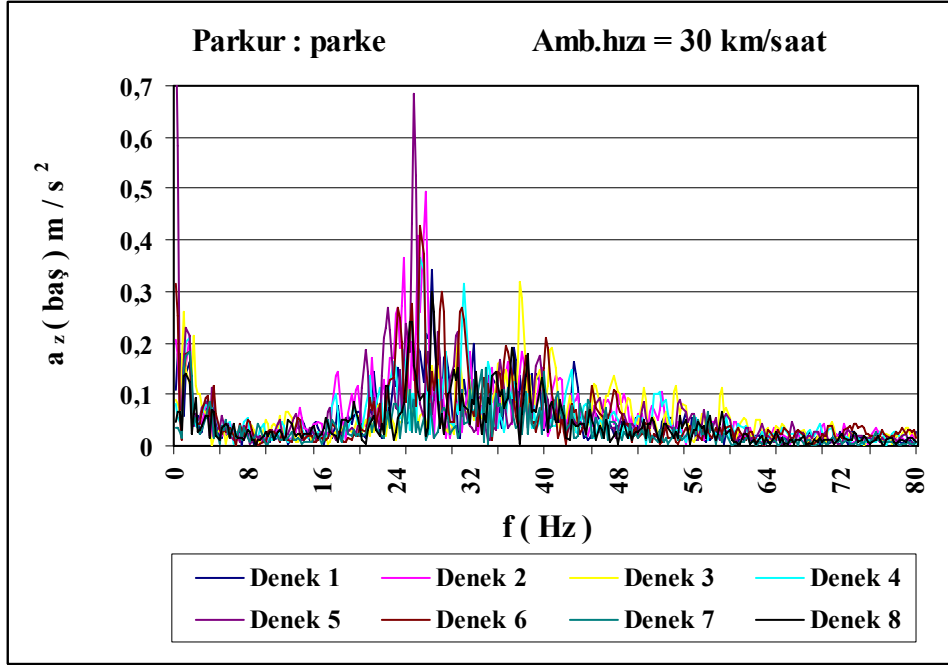
Sedye açısı artırıldığında, yatan kişinin başı ile sedye arayüzeyinde ölçülen ivmelerin frekansa göre değişimleri Şekil 4.28 – 4.30 da verilmektedir.



Şekil 4.28 Dik (x) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 38°) (8 denek)



Şekil 4.29 Yanal (y) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 38°) (8 denek)



**Şekil 4.30 Ambulans gidiş (z) yönünde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedy e açısı = 38°) (8 denek)**

Sedy e açısı 38° olduğ und a yatan kiş inin baş ına daha fazla titreş im iletilmektedir. Tablo 4.36 da yukarıdaki şek illere ait pik ivme değerleri verilmektedir. x yönünde (hem ambulans hem de yatan kişiye dik yönde) baş pik ivmelerinin oluş tuğu frekanslar ile “zemin orta” pik ivmelerine ait frekanslar arasında yaklaşık 3 Hz lik bir fark vardır. Pik ivmeler x yönünde genelde 4 Hz de oluş maktadır. y (yanal) ve z (ambulansın gidiş yönü) yönlerinde ise pik ivmelerin baş rezonans frekanslarına yakın frekanslarda oluş tukları görülmektedir. Şekil 4.31 x, y ve z yönlerinde yatan kiş inin baş ına iletilen titreş imin y ve z yönlerinde geniş bir frekans aralığında etkin olduğ unu göstermektedir. x yönünde etkinlik alç ak frekaslar ile sınırlı kalmaktadır. Baş (medyan) değerlerinin  $\geq 0.05 \text{ m/s}^2$  olduğ u frekanslar x yönünde  $f \leq 7 \text{ Hz}$  aralığında iken y ve z yönlerinde sırasıyla  $10.5 \text{ Hz} \leq f$  (baş y (medyan))  $\leq 50.5 \text{ Hz}$  ve  $19.75 \text{ Hz} \leq f$  (baş z (medyan))  $\leq 52.75 \text{ Hz}$  aralıklarındadır. Baş (medyan) değerleri  $\geq 0.1 \text{ m/s}^2$  olduğ und a ise frekans aralıkları daha da daralmaktadır. Baş medyan değerlerinin  $0.1 \text{ m/s}^2$  den büyük olduğ u frekanslar; x yönünde  $1.25 \text{ Hz} \leq f$  (baş x (medyan))  $\leq 6 \text{ Hz}$ , y yönünde  $13 \text{ Hz} \leq f$  (baş y (medyan))  $\leq 33 \text{ Hz}$  ve z yönünde  $23.75 \text{ Hz} \leq f$  (baş z (medyan))  $\leq 39.75 \text{ Hz}$  dir.

**Tablo 4.36 Yatan kişi/sedyeye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedyeye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: parke)**

<b>Parkur :</b> <b>Parke</b>	<b>Ölçüm noktaları</b>	<b>f pik Hz</b>	<b>a pik m/s<sup>2</sup></b>	<b>a total m/s<sup>2</sup></b>
<b>Denek 1</b>	baş x	4,25	0,535	0,753
	baş y	26,5	0,239	1,09
	baş z	27,75	0,344	1,04
<b>Denek 2</b>	baş x	4,5	0,246	0,55
	baş y	13,5	0,352	1,17
	baş z	27	0,494	1,36
<b>Denek 3</b>	baş x	2	0,395	0,822
	baş y	32,75	0,288	1,27
	baş z	37,25	0,320	1,08
<b>Denek 4</b>	baş x	4,25	0,184	0,508
	baş y	15,25	0,378	1,16
	baş z	26,5	0,365	1,05
<b>Denek 5</b>	baş x	4	0,263	0,529
	baş y	25,75	0,32	1,13
	baş z	25,75	0,684	1,56
<b>Denek 6</b>	baş x	4,25	0,347	0,579
	baş y	24	0,331	1,21
	baş z	26,5	0,428	1,3
<b>Denek 7</b>	baş x	3,75	0,242	0,573
	baş y	29,25	0,242	0,875
	baş z	1,5	0,182	0,670
<b>Denek 8</b>	baş x	4	0,415	0,645
	baş y	28	0,281	0,942
	baş z	25,75	0,300	0,918

**Tablo 4.37 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,581	0,485	0,528	0,514	0,482	0,628	0,581	0,767
Denek2	0,581	1,000	0,401	0,678	0,650	0,645	0,475	0,433	0,788
Denek3	0,485	0,401	1,000	0,422	0,528	0,423	0,490	0,557	0,632
Denek4	0,528	0,678	0,422	1,000	0,598	0,668	0,443	0,450	0,771
Denek5	0,514	0,650	0,528	0,598	1,000	0,605	0,463	0,488	0,749
Denek6	0,482	0,645	0,423	0,668	0,605	1,000	0,396	0,434	0,767
Denek7	0,628	0,475	0,490	0,443	0,463	0,396	1,000	0,614	0,703
Denek8	0,581	0,433	0,557	0,450	0,488	0,434	0,614	1,000	0,714

Korelasyonlar iki yönlü teste 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.38 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)**

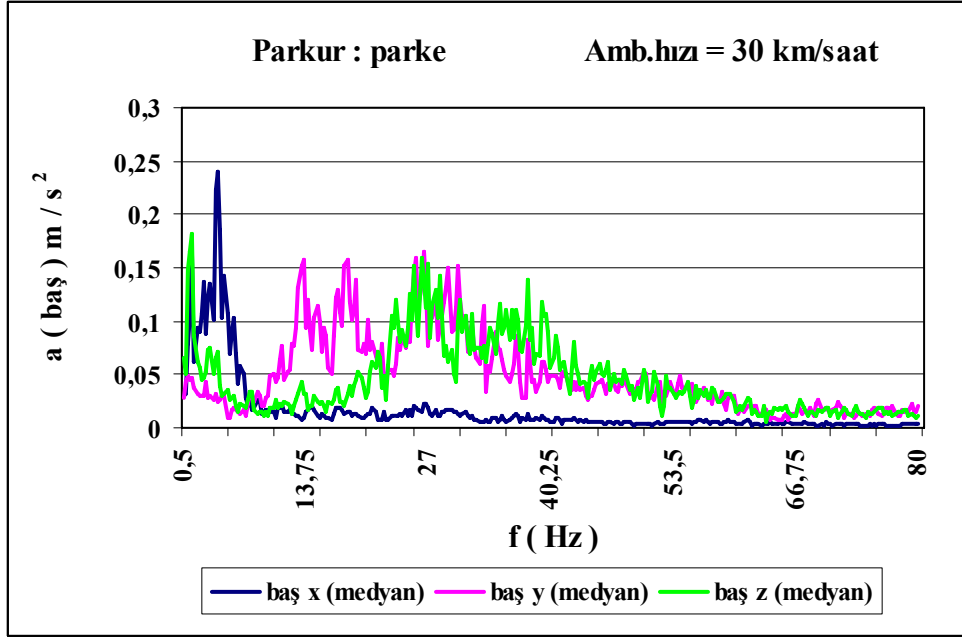
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,502	0,490	0,549	0,445	0,640	0,567	0,550	0,773
Denek2	0,502	1,000	0,364	0,464	0,514	0,458	0,486	0,470	0,684
Denek3	0,490	0,364	1,000	0,529	0,487	0,498	0,493	0,452	0,674
Denek4	0,549	0,464	0,529	1,000	0,548	0,583	0,506	0,531	0,755
Denek5	0,445	0,514	0,487	0,548	1,000	0,548	0,555	0,493	0,742
Denek6	0,640	0,458	0,498	0,583	0,548	1,000	0,591	0,567	0,795
Denek7	0,567	0,486	0,493	0,506	0,555	0,591	1,000	0,664	0,783
Denek8	0,550	0,470	0,452	0,531	0,493	0,567	0,664	1,000	0,760

Korelasyonlar iki yönlü teste 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.39 z yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 38<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş)**

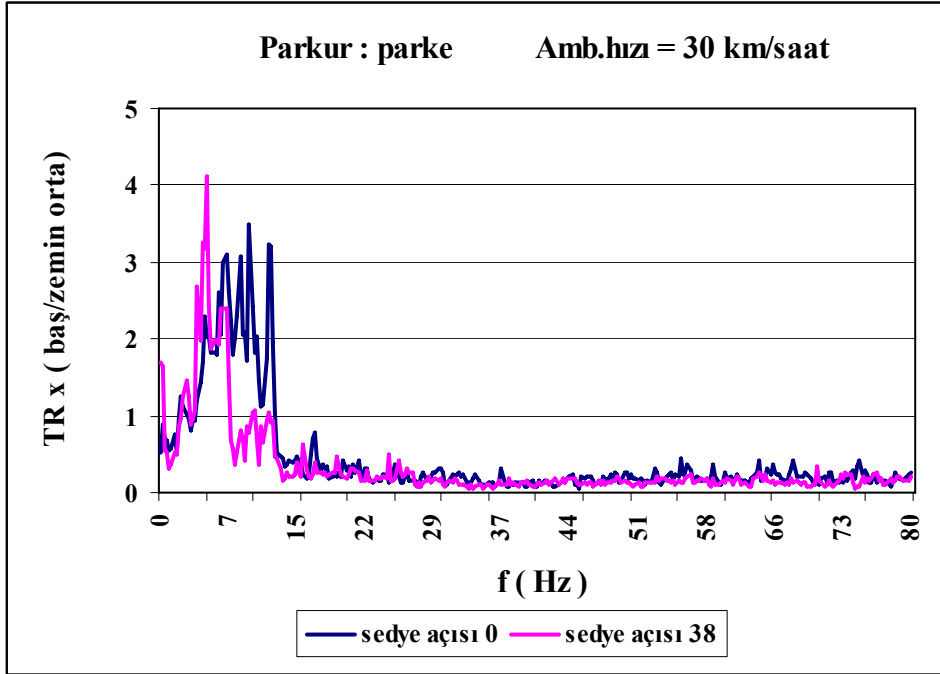
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,722	0,533	0,618	0,566	0,597	0,610	0,627	0,829
Denek2	0,722	1,000	0,508	0,669	0,561	0,579	0,583	0,576	0,805
Denek3	0,533	0,508	1,000	0,461	0,536	0,529	0,523	0,584	0,716
Denek4	0,618	0,669	0,461	1,000	0,535	0,583	0,582	0,540	0,771
Denek5	0,566	0,561	0,536	0,535	1,000	0,595	0,584	0,668	0,780
Denek6	0,597	0,579	0,529	0,583	0,595	1,000	0,547	0,550	0,771
Denek7	0,610	0,583	0,523	0,582	0,584	0,547	1,000	0,631	0,754
Denek8	0,627	0,576	0,584	0,540	0,668	0,550	0,631	1,000	0,801

Korelasyonlar iki yönlü teste 0.01 düzeyinde anlamlıdır



**Şekil 4.31** x, y ve z yönlerine ivme (medyan) – frekans eğrileri  
(ölçüm yeri: baş) (sedye açısı = 38<sup>0</sup>) (8 denek)

Sedye açısının baş üzerindeki etkisi Şekil 4.32 de verilmektedir. Sedye açısının artırılması ile birlikte yatan kişinin başına iletilen titreşimde alçak frekanslarda ciddi boyutta bir artış olmaktadır.



**Şekil 4.32** Titreşim iletim oranı - Frekans eğrileri (x yönü)  
(ölçüm yeri: baş) (sedye açısı = 0 ve 38<sup>0</sup>)

#### 4.2.2 Güzergahın etkisi

Ambulans ile nakledilen kişinin yol koşullarından etkilenmemeleri mümkün değildir. Raporun bu bölümünde yol koşullarının yatan kişi üzerindeki etkileri belirlenecektir. Yollar üzerine yerleştirilen kasisler araçlar içindeki kişilere yüksek düzeyde titreşim iletilmesine neden olmaktadır. Bir önceki bölümde yüksek düzeyde rastgele titreşim maruziyetine örnek olabilecek parke bir parkurda yapılan ölçümlere ait değerler verildi. Bu bölümde ise şok tipi titreşimlere örnek olmak üzere kasis içeren bir parkurda yapılan ölçümler değerlendirilecektir. Parkurun bir kısmı düz asfalt yoldan oluşmaktadır (Şekil4.33).

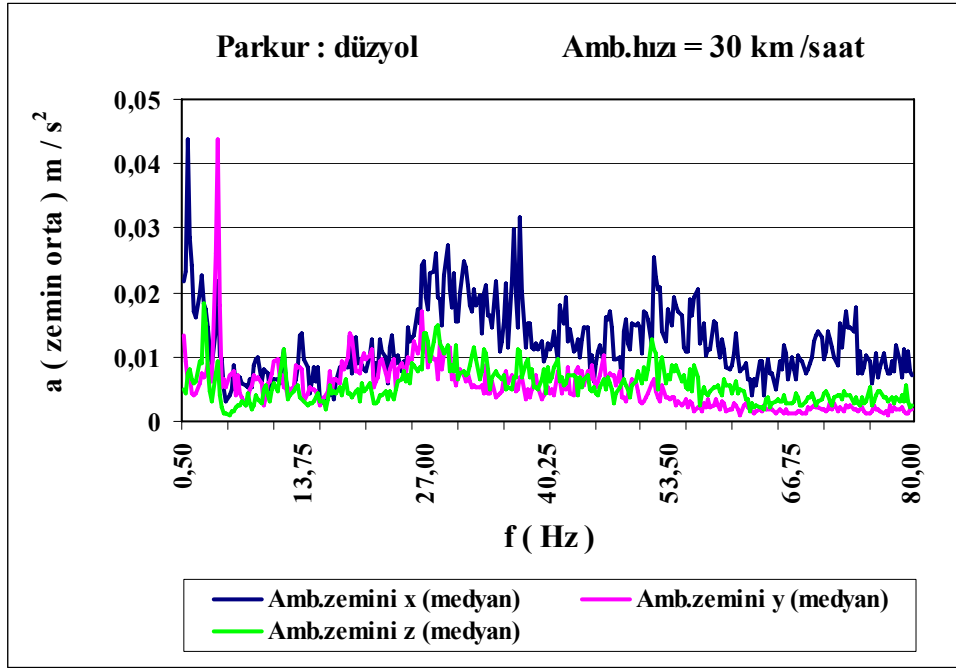


Şekil 4.33 Kasis içeren güzergah

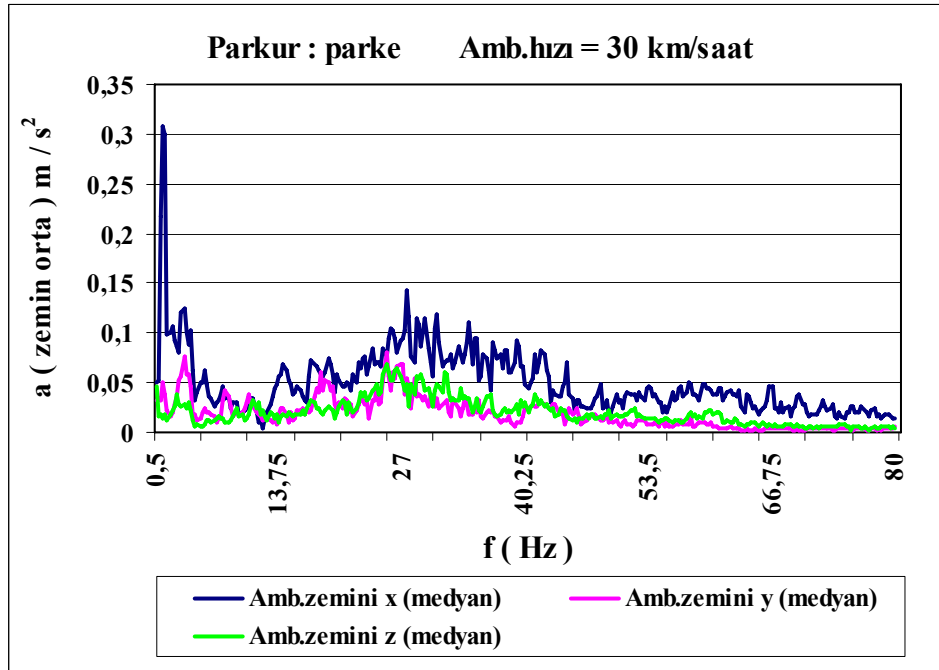
Şekillerde düzyol olarak belirtilen parkur, yolun kasis içermeyen kısmını ifade etmektedir. Düzyol da parke yol gibi rastgele titreşim maruziyetine neden olmaktadır. Ne var ki şekillerde de (Şekil 4.34 ve 4.35), görüldüğü gibi titreşim düzeyleri parke yola göre daha alçaktır. Şekil 4.36 deki titreşim düzeyleri ambulansın kasisi geçerkenki halini yansıtmaktadır. Elde edilen eğriler titreşimlerin artık rastgele değil şok tipi olduğunu göstermektedir. Üç spektradaki pik ivmelere bakıldığında aralarında yaklaşık 1/10 luk bir oran olduğu görülmektedir. Bunun yanısıra düzyol ve parkede y (yanal) ve z (ambulans gidiş yönü) yönlerinin de dikkate alınması gereken yönler olduğu gözlemlenirken, kasis geçişlerinde zemine dik (x) yönün en etkin yön olduğu tartışılmazdır. Bu gözlemler ışığında güzergah etkisi düzyol ve parkede x, y ve z yönlerinde, kasis geçişlerinde ise x yönü dikkate alınarak incelenecektir. Sedyeye açısı  $0^0$  iken yatan kişinin kalça, sırt ve baş/sedyeye arayüzeylerindeki ivme – frekans eğrileri bir önceki bölümde verildiği için bu bölümde tekrarlanmayacaktır. Yine de konunun bütünlüğü açısından ilgili şekil numaralarını hatırlatmakta yarar olacaktır. Şekil 4.6 – 4.9 parke parkurda, kalça/sedyeye arayüzeyine ait dik, yanal ve ambulans gidiş yönündeki ivme – frekans eğrilerini vermektedir. Şekil 4.9 da medyan değerleri dikkate alınarak sözü edilen noktaya ait yön karşılaştırılması yapılmaktadır. Aynı sıralama takip edilerek ivme-frekans eğrileri sırt/sedyeye arayüzeyi için Şekil 4.15 - 4.18 de, baş/sedyeye arayüzeyi için ise Şekil 4.19- 4.22 de verilmektedir. Düzyolda, yatan kişinin kalçası/sedyeye arayüzeyinde ölçülen ivmelere ait ivme-frekans eğrilerine ise Şekil 4.37 - 4.39 da ulaşılabilir. İlgili pik ivme değerleri Tablo 4.40 da sunulmaktadır. Sekiz deneğe ait x, y ve z yönlerindeki korelasyon değerlerini ise Tablo 4.41 -



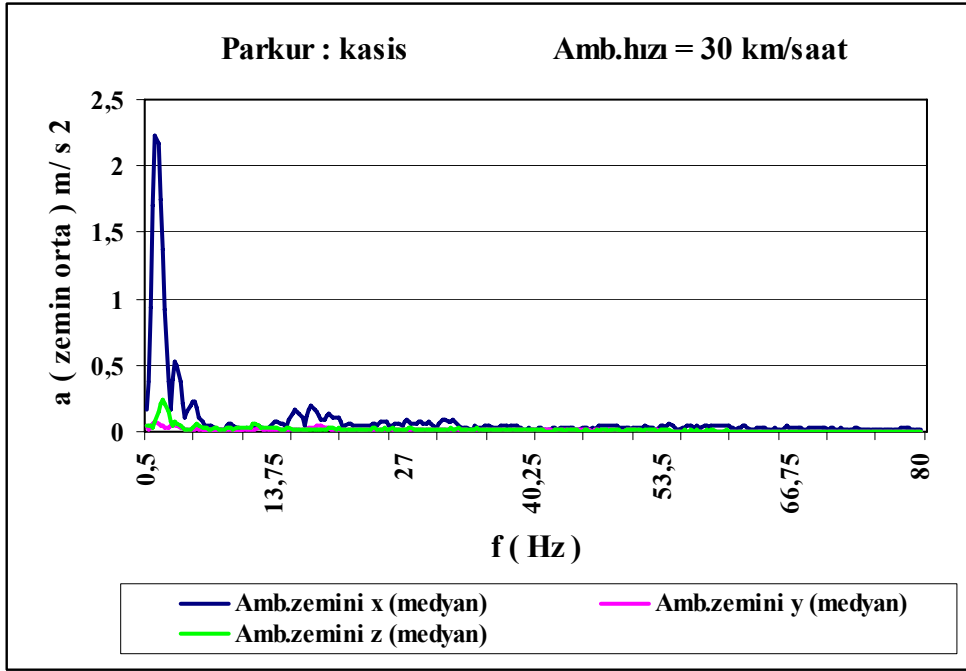
4.43 de bulmak mümkündür. Şekil 4.40 da x, y ve z yönleri kalça medyan değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmaktadır.



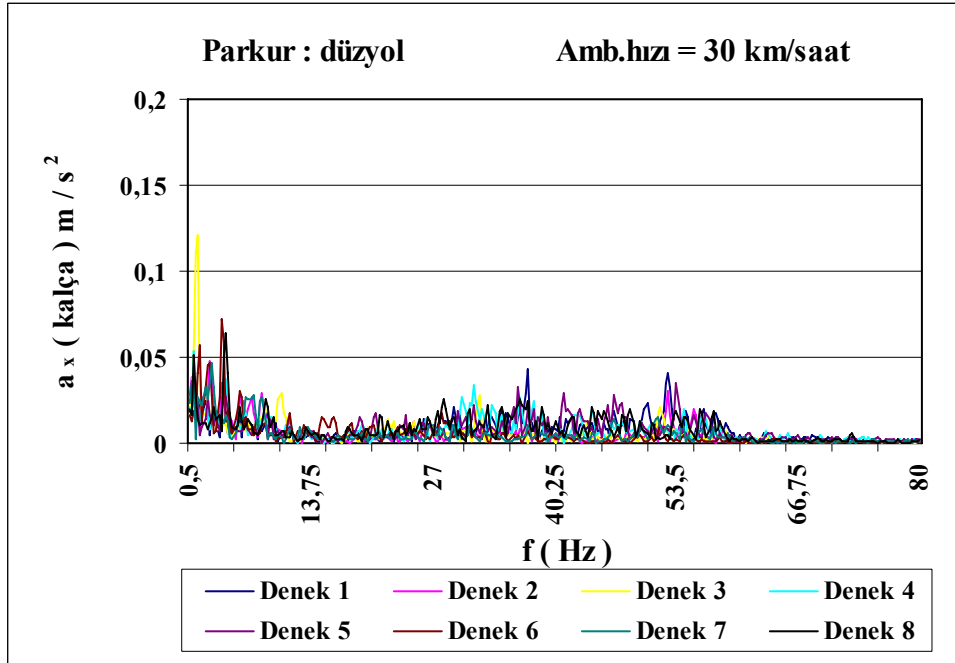
Şekil 4.34 Ambulans zemini orta noktasında ölçülen ivme değerleri (parkur: düzyol)



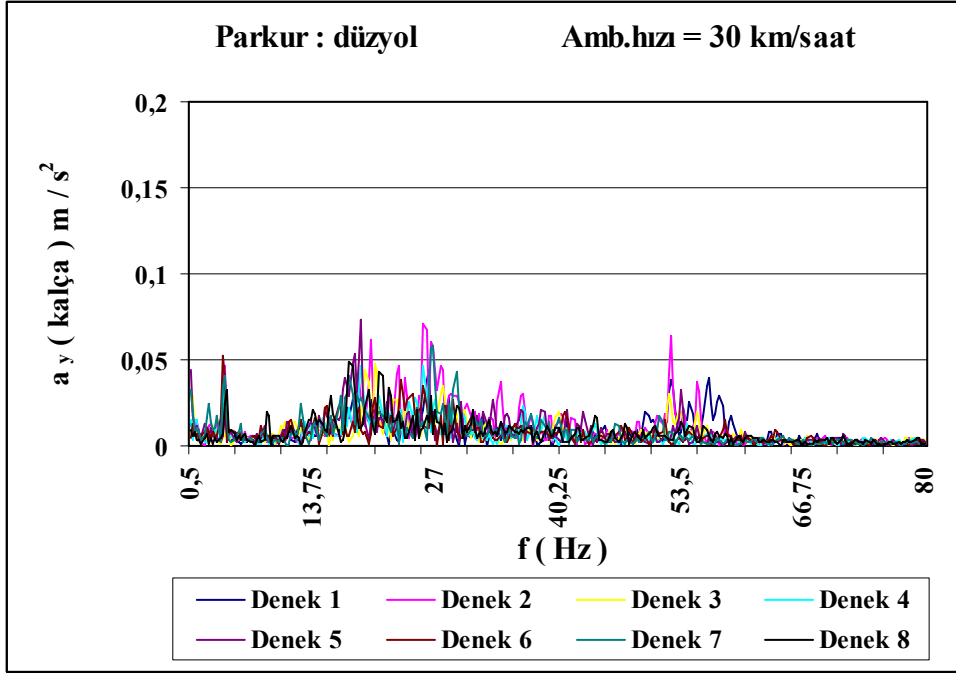
Şekil 4.35 Ambulans zemini orta noktasında ölçülen ivme değerleri (parkur: parke)



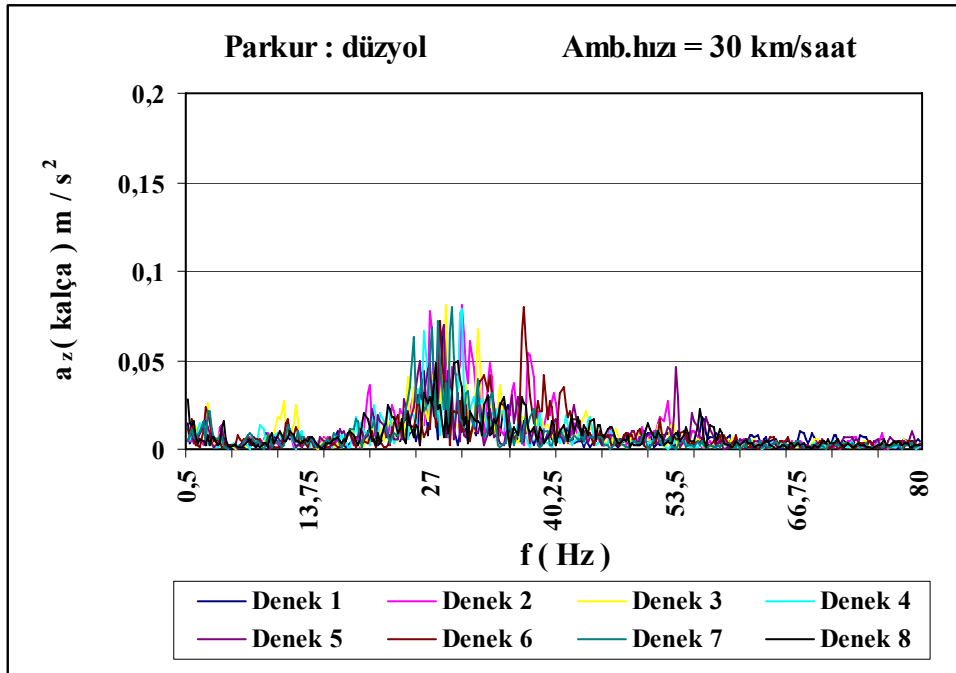
Şekil 4.36 Ambulans zemini orta noktasında ölçülen ivme değerleri (parkur: kasis)



Şekil 4.37 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedyeye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedyeye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.38 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)



Şekil 4.39 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde kalça hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)

**Tablo 4.40 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)**

<b>Parkur : Parke</b>	<b>Ölçüm noktaları</b>	<b>f pik Hz</b>	<b>a pik m/s<sup>2</sup></b>	<b>a total m/s<sup>2</sup></b>
<b>Denek 1</b>	Kalça x	37,25	0,043	0,170
	Kalça y	26,25	0,044	0,173
	Kalça z	28,25	0,069	0,171
<b>Denek 2</b>	Kalça x	2,75	0,048	0,135
	Kalça y	25,75	0,071	0,246
	Kalça z	30,25	0,081	0,259
<b>Denek 3</b>	Kalça x	1,5	0,121	0,177
	Kalça y	20	0,0473	0,159
	Kalça z	28,5	0,081	0,198
<b>Denek 4</b>	Kalça x	1	0,053	0,151
	Kalça y	19	0,047	0,154
	Kalça z	30,25	0,078	0,200
<b>Denek 5</b>	Kalça x	1	0,041	0,152
	Kalça y	19	0,073	0,204
	Kalça z	28,25	0,070	0,198
<b>Denek 6</b>	Kalça x	4	0,073	0,148
	Kalça y	4	0,053	0,170
	Kalça z	37	0,079	0,246
<b>Denek 7</b>	Kalça x	3	0,047	0,127
	Kalça y	26,75	0,058	0,178
	Kalça z	29,25	0,080	0,207
<b>Denek 8</b>	Kalça x	4,5	0,064	0,167
	Kalça y	17,75	0,049	0,169
	Kalça z	29,75	0,050	0,179

**Tablo 4.41 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,605	0,516	0,623	0,582	0,358	0,580	0,689	0,785
Denek2	0,605	1,000	0,620	0,548	0,547	0,580	0,658	0,595	0,793
Denek3	0,516	0,620	1,000	0,564	0,508	0,591	0,538	0,547	0,744
Denek4	0,623	0,548	0,564	1,000	0,653	0,470	0,560	0,612	0,777
Denek5	0,582	0,547	0,508	0,653	1,000	0,454	0,523	0,581	0,720
Denek6	0,358	0,580	0,591	0,470	0,454	1,000	0,589	0,459	0,659
Denek7	0,580	0,658	0,538	0,560	0,523	0,589	1,000	0,569	0,768
Denek8	0,689	0,595	0,547	0,612	0,581	0,459	0,569	1,000	0,770

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.42 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)**

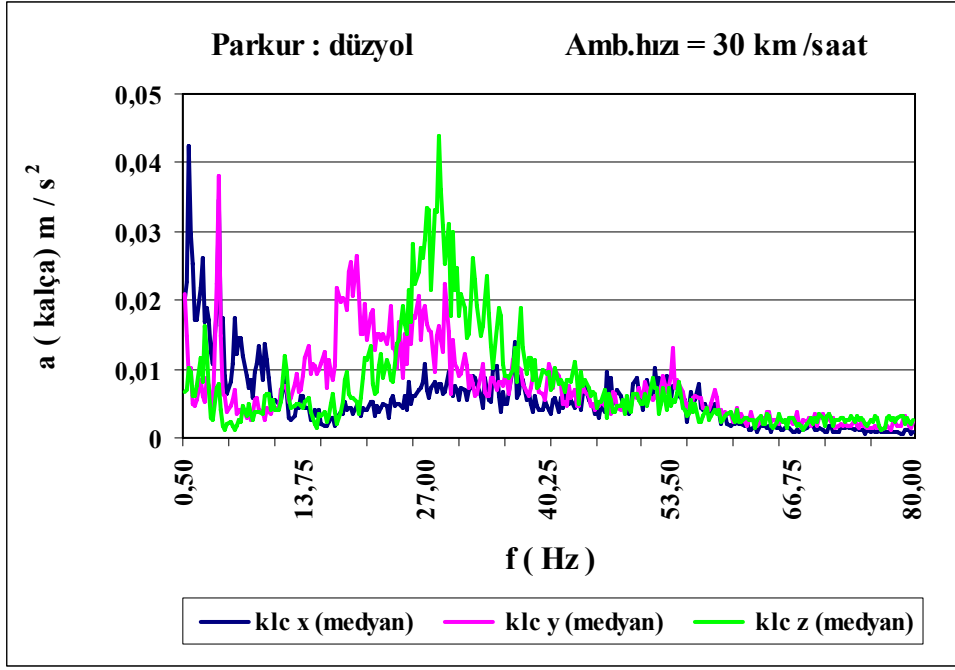
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,522	0,465	0,439	0,369	0,397	0,411	0,436	0,650
Denek2	0,522	1,000	0,538	0,559	0,519	0,510	0,621	0,550	0,794
Denek3	0,465	0,538	1,000	0,499	0,499	0,475	0,486	0,492	0,725
Denek4	0,439	0,559	0,499	1,000	0,589	0,525	0,562	0,580	0,777
Denek5	0,369	0,519	0,499	0,589	1,000	0,497	0,531	0,527	0,737
Denek6	0,397	0,510	0,475	0,525	0,497	1,000	0,523	0,472	0,709
Denek7	0,411	0,621	0,486	0,562	0,531	0,523	1,000	0,534	0,768
Denek8	0,436	0,550	0,492	0,580	0,527	0,472	0,534	1,000	0,747

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.43 z yönündeki ivmeler ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (parkur: düzyol)**

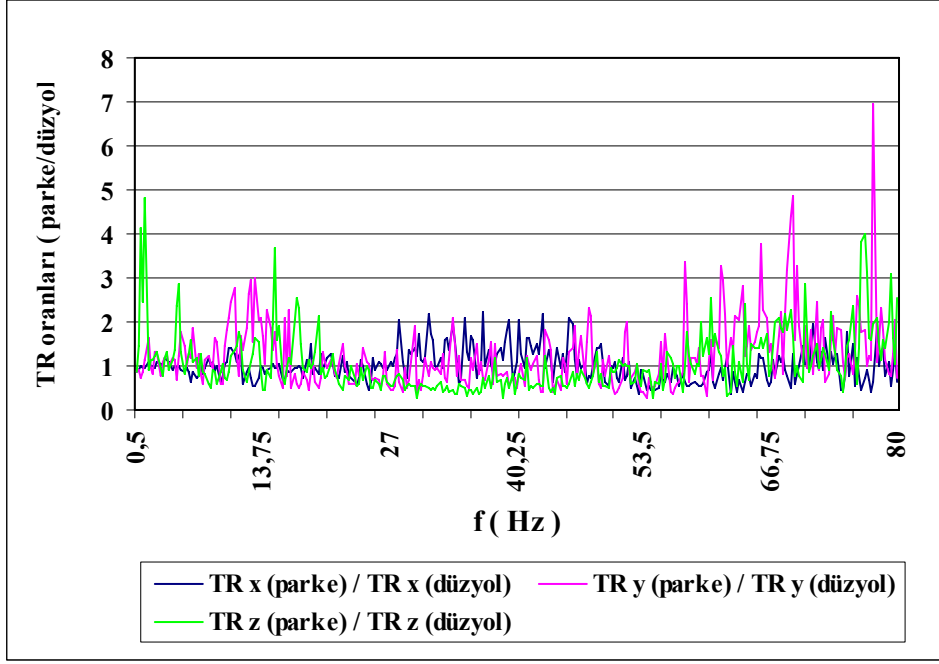
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,420	0,476	0,436	0,370	0,369	0,454	0,433	0,601
Denek2	0,420	1,000	0,591	0,519	0,575	0,522	0,636	0,571	0,799
Denek3	0,476	0,591	1,000	0,616	0,452	0,611	0,587	0,570	0,811
Denek4	0,436	0,519	0,616	1,000	0,510	0,499	0,589	0,538	0,760
Denek5	0,370	0,575	0,452	0,510	1,000	0,394	0,486	0,485	0,678
Denek6	0,369	0,522	0,611	0,499	0,394	1,000	0,497	0,546	0,726
Denek7	0,454	0,636	0,587	0,589	0,486	0,497	1,000	0,477	0,764
Denek8	0,433	0,571	0,570	0,538	0,485	0,546	0,477	1,000	0,756

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır



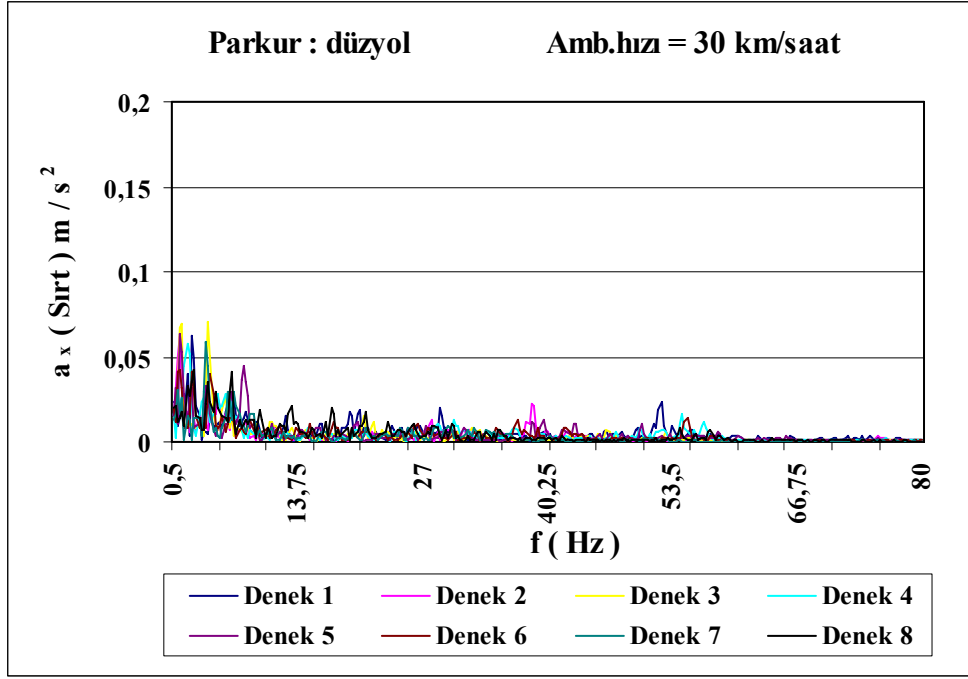
**Şekil 4.40 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) - frekans eğrileri (ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)**

Şekil 4.40 da  $f < 10$  Hz frekans aralığında yatan kişi/sedye arayüzündeki titreşim maruziyetinde dik yöndeki ivmelerin baskın olduğu görülmektedir. Yaklaşık 20 Hz – 45 Hz aralığında ise z (ambulansın gidiş yönü) yönündeki maruziyet düzeyi daha yüksektir. Şekil 4.41 deki TR titreşim oranını ifade etmektedir. TRx (y veya z) (parke veya düzyol) ile normalize edilmiş ivme değerleri kastedilmektedir. Bir başka deyişle TRx değerleri kalça (parke veya düzyol) / Amb.zemini orta (parke veya düzyol) oranlarını ifade etmektedirler. Titreşim düzeyi arttıkça iletilen titreşimlerin de düzeyi doğal olarak artmaktadır. Düzyola kıyasla parke yoldaki iletim oranları daha yüksektir.

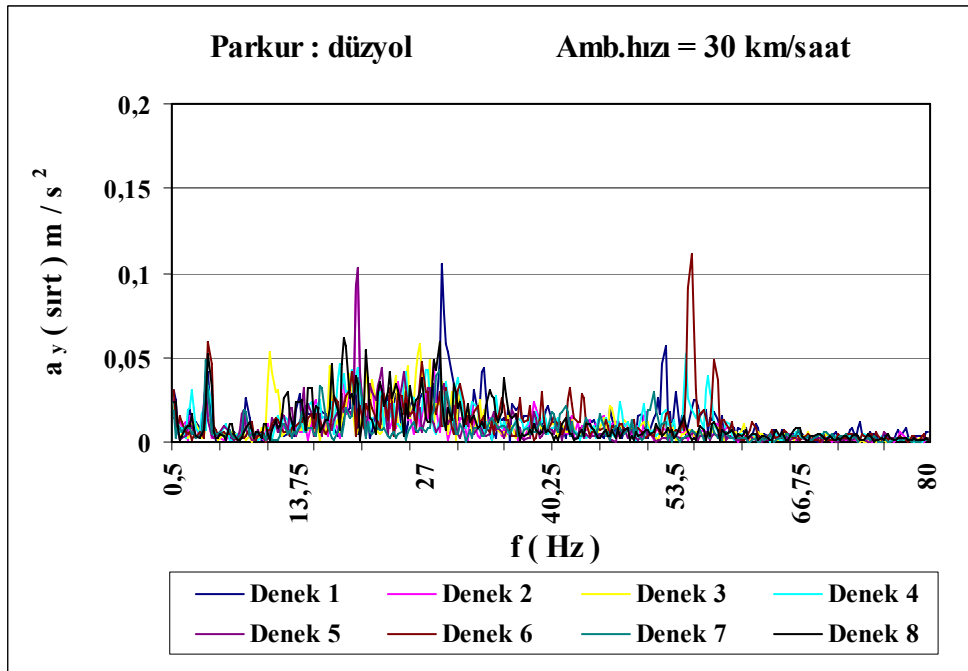


**Şekil 4.41 Düzyol – Parke karşılaştırması  
(ölçüm yeri: kalça) (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (Amb.hızı = 30 km /saat)**

Yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivmelere ait ivme – frekans eğrileri Şekil 4.42 - 4.44 de görülmektedir. Tablo 4.44 de eğrilerdeki pik değerleri, oluştukları frekanslar ile birlikte verilmektedir. Tablo 4.45 - 4.47 de korelasyon matrisleri sunulmaktadır. Yönlere göre maruziyet karşılaştırılması ise Şekil 4.45 de yapılmaktadır. Şekil 4.42 - 4.44 deki eğrilere ait pik değerleri Tablo 4.44 de verilmektedir. Spektral olarak parke ile hemen hemen aynı özelliklere sahip sırt (düzyol) titreşimleri düzey olarak sırt (parke) titreşimlerinin yaklaşık 1/3 – 1/2 mertebesindedir. Düzyol ve parke terimleri titreşimlerin kaynağını oluşturan yol kaplamasını tariflemektedir. Daha önce de değinildiği gibi düzyol asfalt ile kaplanmış yolu, parke ise parke taşı döşenmiş yolu simgelemektedir (bakınız Şekil 2.1 ve 2.2).

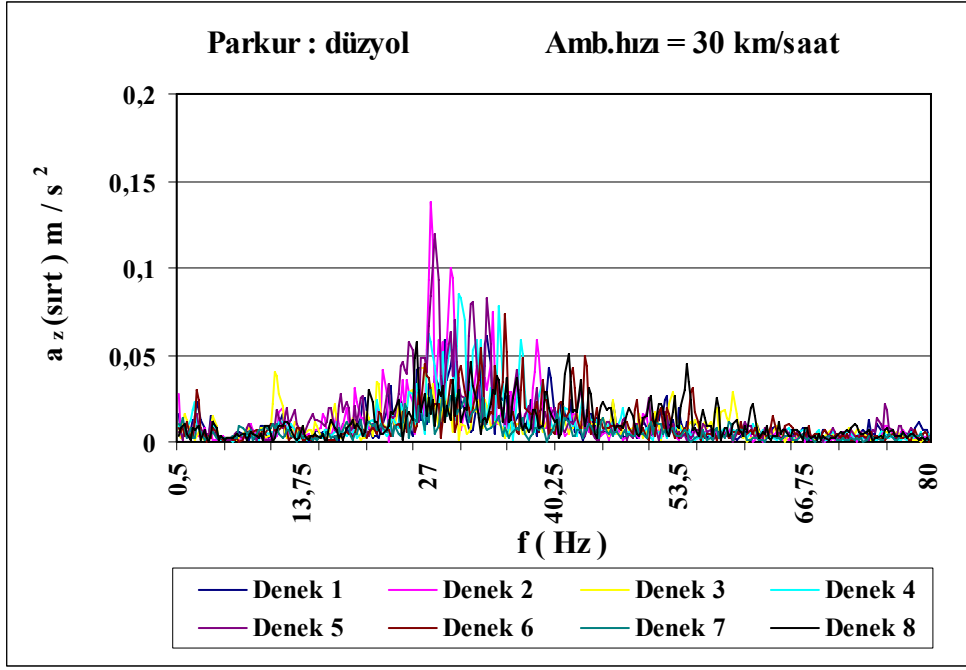


Şekil 4.42 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)



Şekil 4.43 Yanal (y) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)





**Şekil 4.44 Ambulans gidiş (z) yönünde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)**

**Tablo 4.44 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)**

<b>Parkur : Parke</b>	<b>Ölçüm noktaları</b>	<b>f pik Hz</b>	<b>a pik m/s<sup>2</sup></b>	<b>a total m/s<sup>2</sup></b>
<b>Denek 1</b>	Sırt x	2,5	0,062	0,125
	Sırt y	28,75	0,105	0,251
	Sırt z	33,25	0,061	0,221
<b>Denek 2</b>	Sırt x	1,25	0,063	0,114
	Sırt y	20	0,098	0,205
	Sırt z	27,25	0,138	0,318
<b>Denek 3</b>	Sırt x	4,25	0,071	0,132
	Sırt y	26,5	0,058	0,208
	Sırt z	26,5	0,043	0,181
<b>Denek 4</b>	Sırt x	2	0,057	0,123
	Sırt y	54,5	0,052	0,227
	Sırt z	30,25	0,085	0,269
<b>Denek 5</b>	Sırt x	1,25	0,063	0,130
	Sırt y	20	0,102	0,204
	Sırt z	27,75	0,119	0,324
<b>Denek 6</b>	Sırt x	1,25	0,043	0,110
	Sırt y	55	0,111	0,257
	Sırt z	35	0,074	0,226
<b>Denek 7</b>	Sırt x	4	0,059	0,107
	Sırt y	4	0,048	0,164
	Sırt z	27,25	0,030	0,128
<b>Denek 8</b>	Sırt x	2,75	0,042	0,121
	Sırt y	18,5	0,062	0,233
	Sırt z	25,75	0,058	0,224

**Tablo 4.45 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,487	0,549	0,577	0,541	0,582	0,561	0,583	0,688
Denek2	0,487	1,000	0,596	0,548	0,630	0,663	0,668	0,596	0,821
Denek3	0,549	0,596	1,000	0,590	0,605	0,642	0,640	0,651	0,789
Denek4	0,577	0,548	0,590	1,000	0,574	0,652	0,611	0,645	0,709
Denek5	0,541	0,630	0,605	0,574	1,000	0,606	0,514	0,553	0,739
Denek6	0,582	0,663	0,642	0,652	0,606	1,000	0,641	0,729	0,860
Denek7	0,561	0,668	0,640	0,611	0,514	0,641	1,000	0,698	0,791
Denek8	0,583	0,596	0,651	0,645	0,553	0,729	0,698	1,000	0,828

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.46 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)**

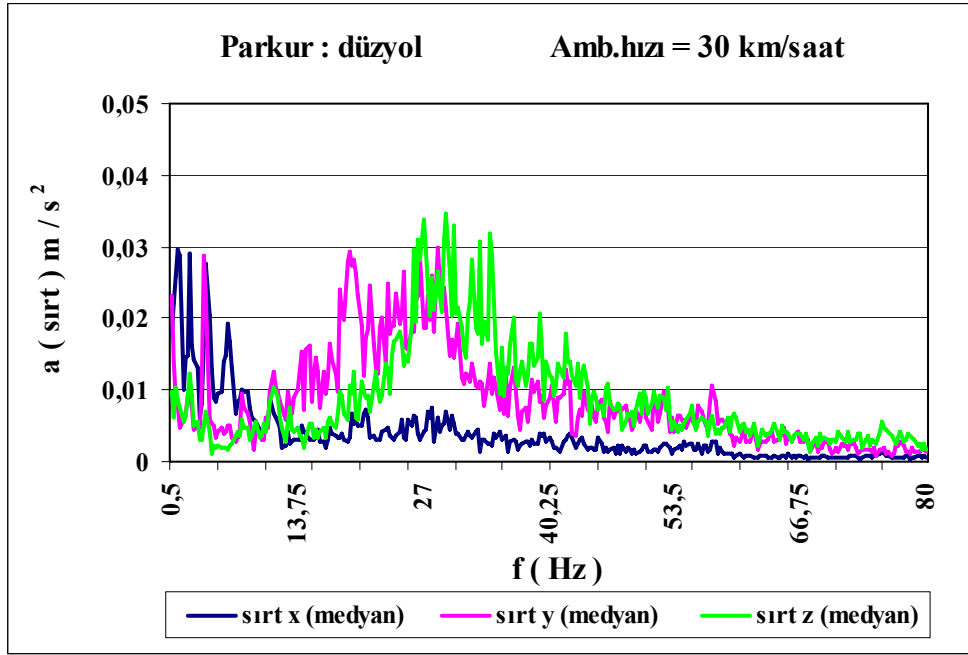
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,455	0,473	0,587	0,454	0,503	0,430	0,518	0,678
Denek2	0,455	1,000	0,637	0,572	0,621	0,517	0,518	0,600	0,797
Denek3	0,473	0,637	1,000	0,569	0,579	0,548	0,434	0,587	0,771
Denek4	0,587	0,572	0,569	1,000	0,610	0,638	0,487	0,573	0,738
Denek5	0,454	0,621	0,579	0,610	1,000	0,535	0,518	0,606	0,799
Denek6	0,503	0,517	0,548	0,638	0,535	1,000	0,430	0,511	0,728
Denek7	0,430	0,518	0,434	0,487	0,518	0,430	1,000	0,473	0,659
Denek8	0,518	0,600	0,587	0,573	0,606	0,511	0,473	1,000	0,795

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.47 z yönündeki ivmeler ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (parkur: düzyol)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,551	0,356	0,515	0,472	0,478	0,472	0,468	0,703
Denek2	0,551	1,000	0,515	0,569	0,657	0,485	0,523	0,451	0,809
Denek3	0,356	0,515	1,000	0,500	0,332	0,403	0,434	0,475	0,657
Denek4	0,515	0,569	0,500	1,000	0,507	0,541	0,541	0,540	0,730
Denek5	0,472	0,657	0,332	0,507	1,000	0,390	0,481	0,439	0,703
Denek6	0,478	0,485	0,403	0,541	0,390	1,000	0,484	0,471	0,727
Denek7	0,472	0,523	0,434	0,541	0,481	0,484	1,000	0,455	0,690
Denek8	0,468	0,451	0,475	0,540	0,439	0,471	0,455	1,000	0,706

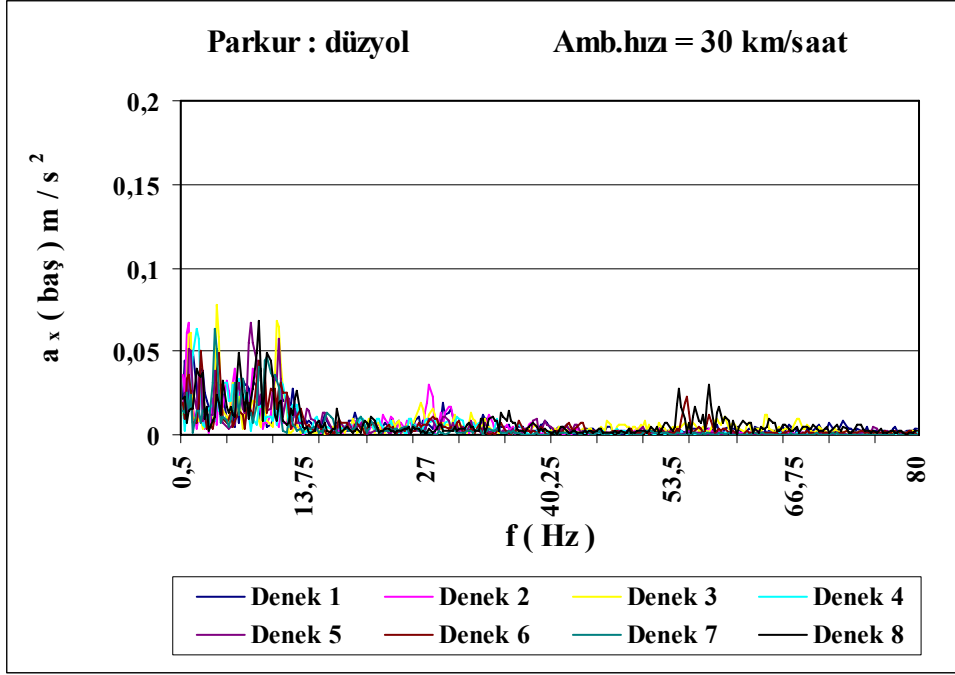
Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır



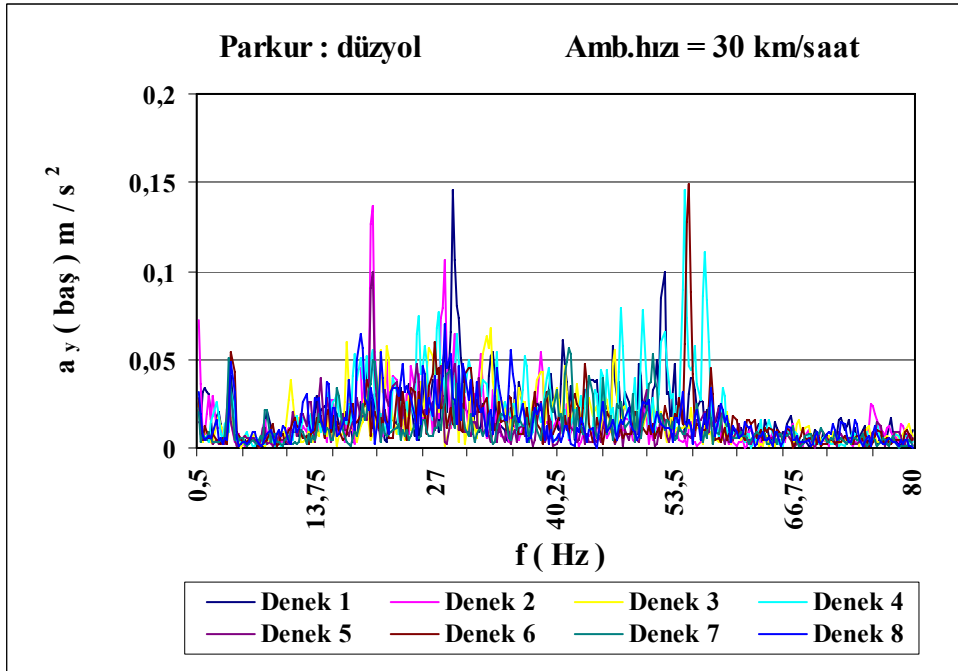
**Şekil 4.45 x, y ve z yönlerine ait ivme (medyan) – frekans eğrileri  
(ölçüm yeri: sırt) (sedye açısı = 0°) (8 denek)**

Şekil 52  $f \leq 10$  Hz frekans aralığında x yönünde iletilen titreşimlerin y ve z yönlerine göre daha etkin olduğunu göstermektedir.  $f > 10$  Hz frekanslarda ise y ve z yönünde iletilen titreşimlerin aynı derecede etkin oldukları görülmektedir.

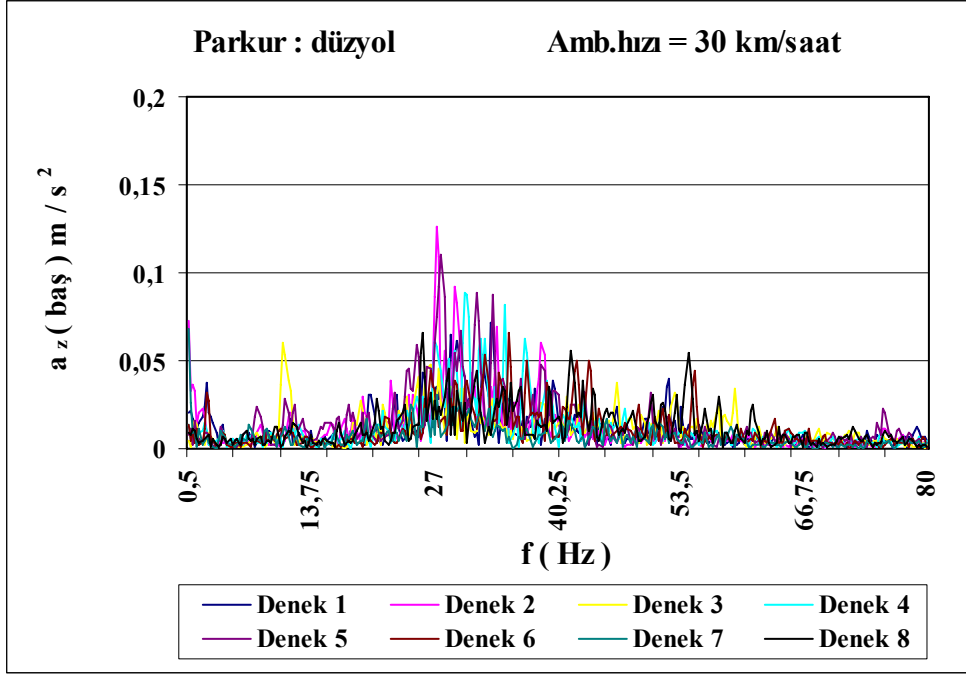
Yatan kişi/sedye ara yüzeyinde titreşim maruziyetinin belirlendiği üçüncü nokta ise yatan kişinin başı idi. Ambulans düzyolda seyir halinde iken elde edilen değerlere ait ivme-frekans eğrileri Şekil 4.47-4.49 da verilmektedir. Şekiller incelendiğinde x yönündeki titreşimlerin  $f < 13$  Hz frekanslarında daha etkin olduğu, oysa y yönündeki titreşimlerde bütün frekansların aynı derecede önemli olduğu görülmektedir. z yönündeki titreşimlerde ise 12 Hz – 63 Hz frekans aralığında bir kümeleşme olduğu görülmektedir. Titreşim düzeyi arttığında ise, yani ambulans parke yolda (bakınız Şekil 4.19 - 4.21) seyir halinde iken, x ve y yönünde bir farklılık olmadığı, fakat z yönünde etkin bir frekans daralması olduğu görülmektedir. Tablo 4.48, ambulans düzyolda seyir halinde iken baş pik ivme değerlerinin x yönünde  $1.25 \text{ Hz} \leq f \leq 8.75 \text{ Hz}$ , y yönünde  $20 \text{ Hz} \leq f \leq 55 \text{ Hz}$  ve z yönünde ise  $25.75 \text{ Hz} \leq f \leq 35 \text{ Hz}$  frekans aralıklarında oluştuğu bilgisini vermektedir. Parkur parke olduğunda (Tablo 4.25) ise y ve z yönlerine ait frekans aralıkları yaklaşık aynı kalırken, x yönünde biraz daralma görülmektedir.



Şekil 4.47 Dik (x) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.48 Yanal (y) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



**Şekil 4.49 Ambulans gidiş (z) yönünde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0°) (8 denek)**

Şekil 4.47 - 4.49 daki eğrilere ait korelasyon matrisleri Tablo 4.49 - 4.51 de verilmektedir. Baş hizasında maruz kalınan titreşimlerin x, y ve z yönlerinde karşılaştırılması ise Şekil 4.50 de yapılmaktadır. Parke yolun aksine (Şekil 4.9) sedyede yatan kişilerin titreşim maruziyetleri yönlere göre (etkin frekans aralıkları farklılıkları unutulmaksızın) bir farklılık göstermemektedir. Dolayısıyla ambulans düzyolda seyir halinde iken sedyede yatan kişilerin titreşim maruziyeti belirlenirken her üç yöndeki ivme değerlerinin toplamı dikkate alınmalıdır. Daha önce kalça ve sırt için yapılan düzyol parke karşılaştırması bu kez baş için Şekil 4.51 de yapılmaktadır. Beklendiği gibi başın titreşim maruziyeti parke yolda daha fazladır.

**Tablo 4.48 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)**

<b>Parkur : Parke</b>	<b>Ölçüm noktaları</b>	<b>f pik Hz</b>	<b>a pik m/s<sup>2</sup></b>	<b>a total m/s<sup>2</sup></b>
<b>Denek 1</b>	baş x	1,75	0,050	0,155
	baş y	28,75	0,146	0,386
	baş z	33	0,072	0,246
<b>Denek 2</b>	baş x	1,25	0,067	0,197
	baş y	20	0,137	0,414
	baş z	27,25	0,126	0,310
<b>Denek 3</b>	baş x	4,25	0,078	0,177
	baş y	33	0,068	0,335
	baş z	10,75	0,061	0,220
<b>Denek 4</b>	baş x	2	0,064	0,143
	baş y	54,5	0,145	0,424
	baş z	30,25	0,089	0,281
<b>Denek 5</b>	baş x	8	0,067	0,173
	baş y	20	0,099	0,247
	baş z	27,75	0,110	0,330
<b>Denek 6</b>	baş x	2,5	0,051	0,148
	baş y	55	0,149	0,326
	baş z	35	0,066	0,235
<b>Denek 7</b>	baş x	4	0,064	0,146
	baş y	41,75	0,057	0,264
	baş z	27,25	0,030	0,417
<b>Denek 8</b>	baş x	8,75	0,068	0,177
	baş y	28	0,070	0,294
	baş z	25,75	0,066	0,244

**Tablo 4.49 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,565	0,365	0,583	0,570	0,498	0,568	0,400	0,704
Denek2	0,565	1,000	0,487	0,752	0,678	0,583	0,687	0,366	0,845
Denek3	0,365	0,487	1,000	0,446	0,323	0,382	0,398	0,325	0,502
Denek4	0,583	0,752	0,446	1,000	0,748	0,651	0,722	0,337	0,856
Denek5	0,570	0,678	0,323	0,748	1,000	0,644	0,665	0,272	0,824
Denek6	0,498	0,583	0,382	0,651	0,644	1,000	0,592	0,426	0,776
Denek7	0,568	0,687	0,398	0,722	0,665	0,592	1,000	0,448	0,800
Denek8	0,400	0,366	0,325	0,337	0,272	0,426	0,448	1,000	0,486

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.50 y yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,409	0,467	0,533	0,299	0,424	0,525	0,420	0,686
Denek2	0,409	1,000	0,376	0,436	0,430	0,368	0,290	0,484	0,695
Denek3	0,467	0,376	1,000	0,460	0,299	0,421	0,344	0,361	0,638
Denek4	0,533	0,436	0,460	1,000	0,485	0,613	0,468	0,571	0,720
Denek5	0,299	0,430	0,299	0,485	1,000	0,387	0,332	0,448	0,630
Denek6	0,424	0,368	0,421	0,613	0,387	1,000	0,349	0,485	0,711
Denek7	0,525	0,290	0,344	0,468	0,332	0,349	1,000	0,359	0,611
Denek8	0,420	0,484	0,361	0,571	0,448	0,485	0,359	1,000	0,704

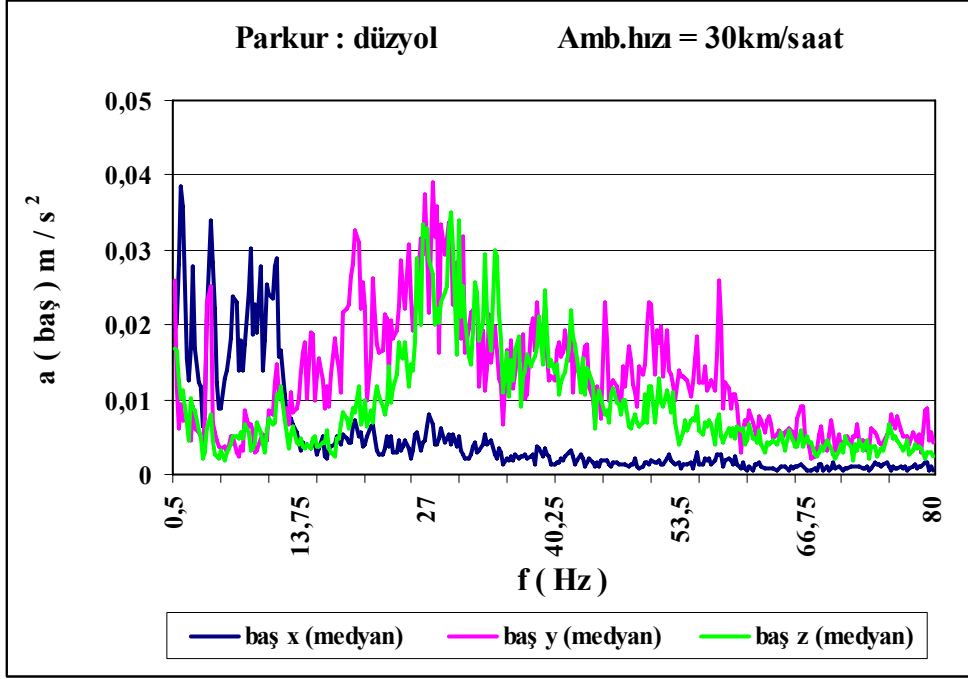
Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.51 z yönündeki ivmeler ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (parkur: düzyol)**

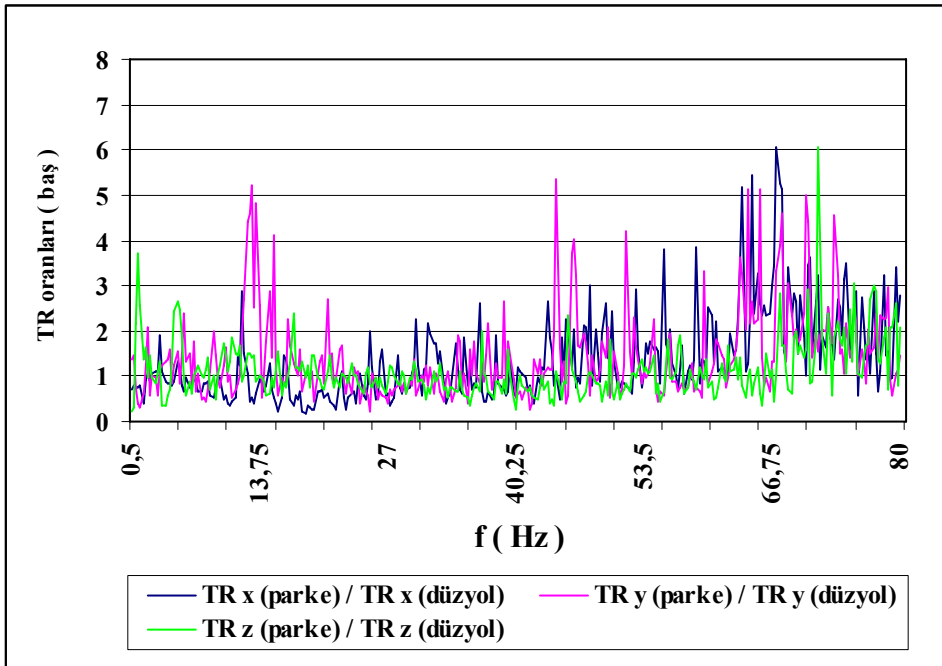
	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,530	0,335	0,456	0,429	0,441	0,445	0,401	0,682
Denek2	0,530	1,000	0,397	0,500	0,647	0,446	0,525	0,389	0,746
Denek3	0,335	0,397	1,000	0,474	0,342	0,488	0,410	0,470	0,665
Denek4	0,456	0,500	0,474	1,000	0,453	0,503	0,476	0,504	0,679
Denek5	0,429	0,647	0,342	0,453	1,000	0,375	0,479	0,410	0,690
Denek6	0,441	0,446	0,488	0,503	0,375	1,000	0,437	0,448	0,737
Denek7	0,445	0,525	0,410	0,476	0,479	0,437	1,000	0,398	0,662
Denek8	0,401	0,389	0,470	0,504	0,410	0,448	0,398	1,000	0,683

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır





**Şekil 4.50 x, y ve z yönlerine ivme (medyan) – frekans eğrileri  
(ölçüm yeri: baş) (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)**



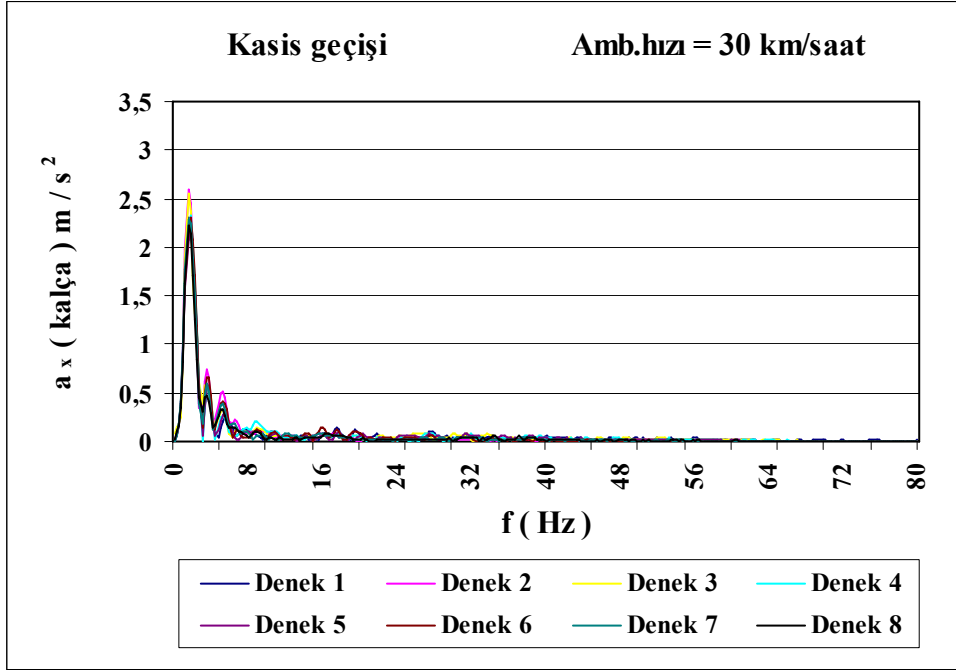
**Şekil 4.51 Düzyol – Parke karşılaştırması  
(ölçüm yeri: baş) (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (Amb.hızı = 30 km /saat )**

Asfalt yol üzerine rastgele yerleştirilen hız kesici kasisler, bu kasisleri geçmek zorunda olan gerek sürücülerin gerekse yolcuların titreşim maruziyetlerinde ani yükselişlere neden olmaktadır. Hastaları hastaneye acil yetiştirmesi gereken ambulanslar ise bu kasisleri yüksek hızda geçmek zorunda kalmakta ve nakledilen hastalar önlenemeyen ve azaltılamayan düzeyde titreşime maruz kalmaktadırlar. Şekil 4.36 da ambulans zemininde ölçülen ivmelerin zemine dik yönde yanal yönler ile kıyaslanmayacak düzeyde yüksek olduğunu göstermektedir. Bu yüzden, sedyede yatan kişinin titreşim maruziyeti, ambulans kasis geçerken (Şekil 4.52), sadece dik yönde incelenecektir.

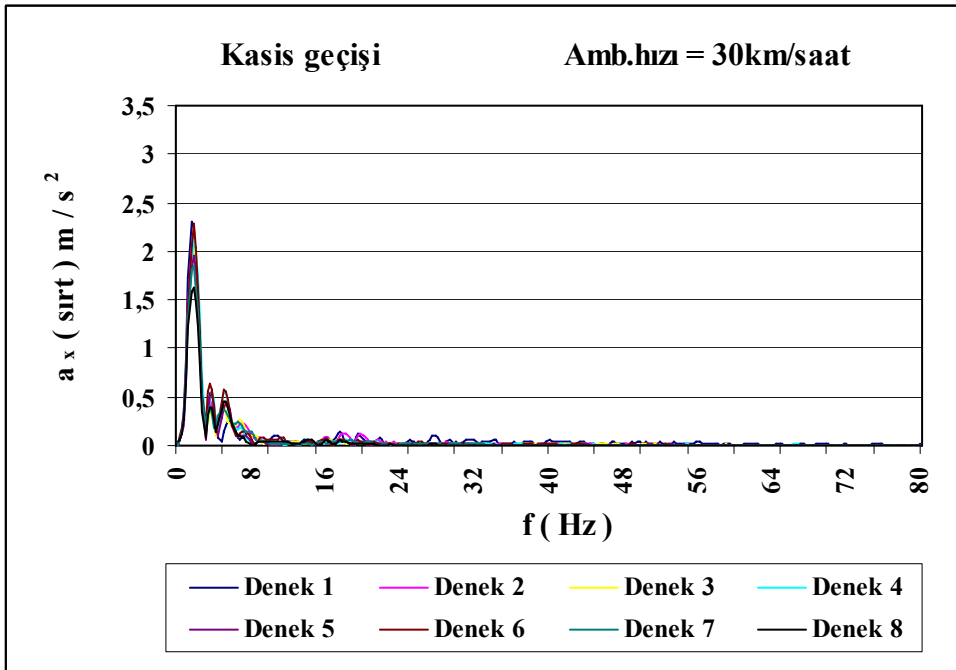


**Şekil 4.52 Ambulans kasis geçerken**

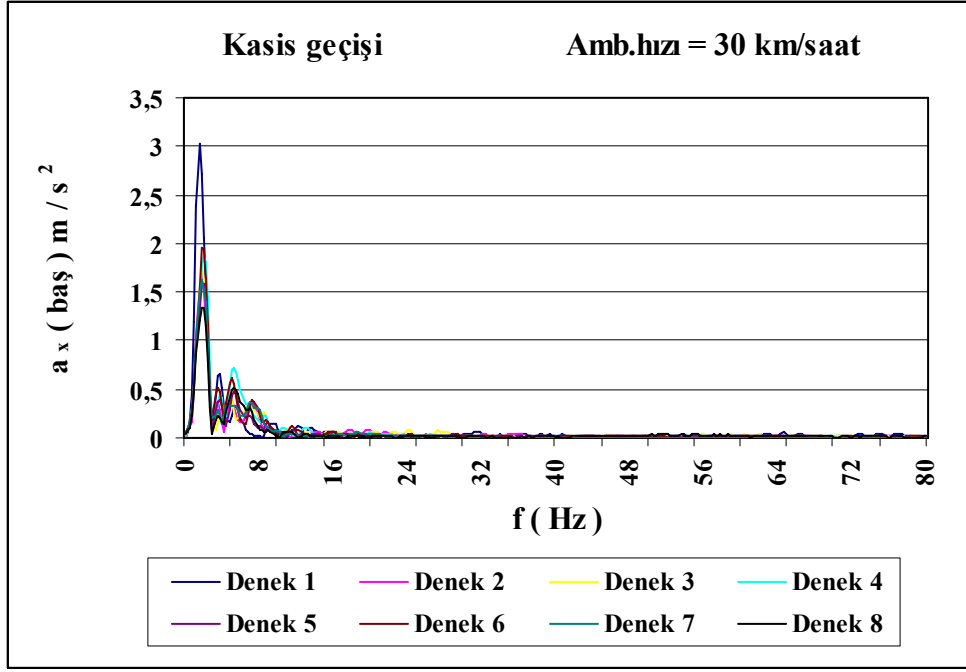
Şekil 4.53 –4.55 incelendiğinde kasis geçişlerinde sedyede yatan kişinin en fazla başının etkilendiği bilgisine ulaşılmaktadır. Yatan kişiye dik, x, yönündeki ivmelere ait pik değerler Tablo 4.52 de verilmektedir. Pik ivme değerleri, ölçüm yerinden bağımsız olarak,  $1.5 \text{ Hz} \leq f \leq 2 \text{ Hz}$  frekans aralığında oluşmaktadır. Tablo 4.52, kişi bazında incelendiğinde görülmektedir ki pik frekansları ya aynı ya da birbirlerinden 0.25 Hz farklıdır. Pik ivme değerlerine bakıldığında ise sedyede yatan kişinin her üç ölçüm noktasında da yer çekimi ivmesinin yaklaşık üçte biri oranında bir titreşim büyüklüğüne maruz kaldığı görülmektedir.



Şekil 4.53 Dik (x) yönde, kalça/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



Şekil 4.54 Dik (x) yönde, yatan kişi/sedye arayüzeyinde sırt hizasında ölçülen ivme değerleri (sedye açısı =  $0^0$ ) (8 denek)



**şekil 4.55 Dik (x) yönde, baş/sedye arayüzeyinde ölçülen ivme değerleri (sedye açısı = 0<sup>0</sup>) (8 denek)**

**Tablo 4.52 Yatan kişi/sedye arayüzeyindeki pik  $a_x$  değerleri (sedye açısı = 0°)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça, sırt, baş) (kasis geçişi)**

Parkur : Parke	Ölçüm noktaları	f pik Hz	a pik m/s <sup>2</sup>	a total m/s <sup>2</sup>
<b>Denek 1</b>	Kalça x	1,5	2,3	3,97
	Sırt x	1,5	2,3	3,97
	Baş x	1,5	3,03	4,8
<b>Denek 2</b>	Kalça x	1,5	2,59	4,34
	Sırt x	1,75	2,08	3,55
	Baş x	1,75	1,71	2,99
<b>Denek 3</b>	Kalça x	1,5	2,55	4,08
	Sırt x	1,75	2,05	3,56
	Baş x	1,75	1,78	3,2
<b>Denek 4</b>	Kalça x	1,75	2,33	4,04
	Sırt x	1,75	2,12	3,87
	Baş x	2	1,88	3,63
<b>Denek 5</b>	Kalça x	1,75	2,18	3,85
	Sırt x	1,75	1,95	3,54
	Baş x	1,75	1,59	2,96
<b>Denek 6</b>	Kalça x	1,75	2,3	4,09
	Sırt x	1,75	2,29	3,96
	Baş x	1,75	1,95	3,54
<b>Denek 7</b>	Kalça x	1,5	2,28	3,96
	Sırt x	1,75	1,85	3,28
	Baş x	1,75	1,62	3
<b>Denek 8</b>	Kalça x	1,5	2,22	3,64
	Sırt x	1,75	1,62	2,96
	Baş x	1,75	1,35	2,62

**Tablo 4.53 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: kalça) (kasis geçişi)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,768	0,719	0,746	0,742	0,741	0,723	0,756	0,840
Denek2	0,768	1,000	0,823	0,804	0,818	0,863	0,877	0,860	0,934
Denek3	0,719	0,823	1,000	0,764	0,809	0,848	0,782	0,813	0,887
Denek4	0,746	0,804	0,764	1,000	0,792	0,775	0,810	0,816	0,888
Denek5	0,742	0,818	0,809	0,792	1,000	0,810	0,795	0,814	0,895
Denek6	0,741	0,863	0,848	0,775	0,810	1,000	0,836	0,834	0,913
Denek7	0,723	0,877	0,782	0,810	0,795	0,836	1,000	0,842	0,913
Denek8	0,756	0,860	0,813	0,816	0,814	0,834	0,842	1,000	0,925

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

**Tablo 4.54 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: sırt) (kasis geçişi)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,701	0,723	0,680	0,669	0,745	0,710	0,728	0,812
Denek2	0,701	1,000	0,691	0,736	0,712	0,760	0,798	0,757	0,881
Denek3	0,723	0,691	1,000	0,662	0,759	0,761	0,775	0,765	0,868
Denek4	0,680	0,736	0,662	1,000	0,647	0,666	0,725	0,709	0,809
Denek5	0,669	0,712	0,759	0,647	1,000	0,775	0,751	0,759	0,860
Denek6	0,745	0,760	0,761	0,666	0,775	1,000	0,796	0,771	0,886
Denek7	0,710	0,798	0,775	0,725	0,751	0,796	1,000	0,822	0,888
Denek8	0,728	0,757	0,765	0,709	0,759	0,771	0,822	1,000	0,858

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

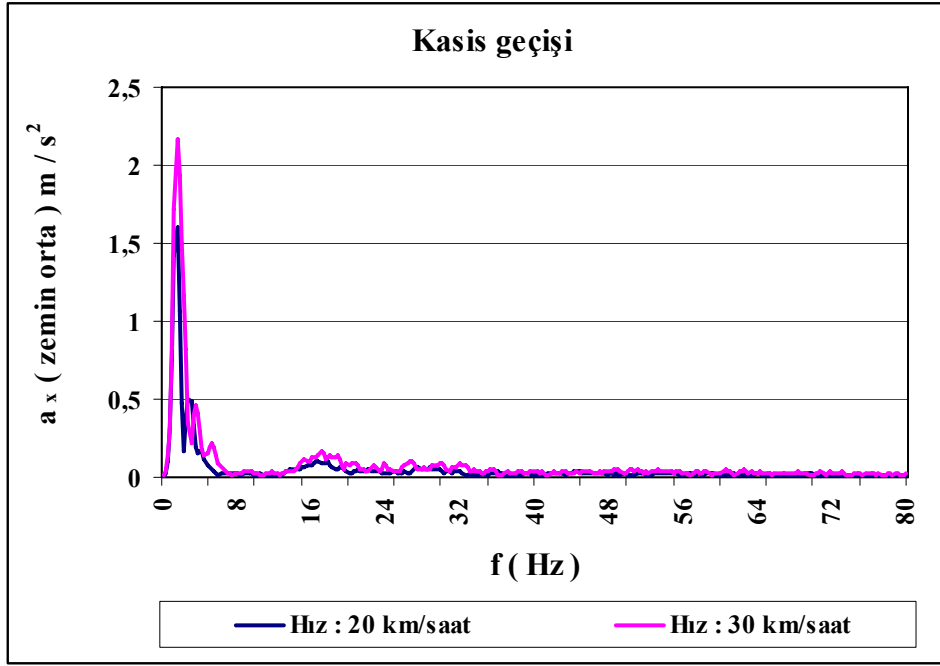
**Tablo 4.55 x yönündeki ivmelere ait korelasyon matrisi (sedye açısı = 0<sup>0</sup>)  
(8 denek) (ölçüm yeri: baş) (kasis geçişi)**

	Denek1	Denek2	Denek3	Denek4	Denek5	Denek6	Denek7	Denek8	medyan
Denek1	1,000	0,430	0,342	0,446	0,377	0,436	0,473	0,200	0,501
Denek2	0,430	1,000	0,520	0,594	0,614	0,525	0,621	0,407	0,757
Denek3	0,342	0,520	1,000	0,684	0,591	0,639	0,645	0,408	0,784
Denek4	0,446	0,594	0,684	1,000	0,606	0,635	0,674	0,459	0,796
Denek5	0,377	0,614	0,591	0,606	1,000	0,602	0,663	0,585	0,810
Denek6	0,436	0,525	0,639	0,635	0,602	1,000	0,665	0,326	0,764
Denek7	0,473	0,621	0,645	0,674	0,663	0,665	1,000	0,386	0,752
Denek8	0,200	0,407	0,408	0,459	0,585	0,326	0,386	1,000	0,557

Korelasyonlar iki yönlü testte 0.01 düzeyinde anlamlıdır

### 4.2.3 Ambulans hızının etkisi

Hızın etkisi titreşim büyüklüğü olarak önemlidir. Ölçüm aletlerine zarar gelmemesi için ölçümler sırasında saatte 30 km nin üzerine çıkılmamıştır. Hız etkisini gösterebilmek için, dört denegin gönüllü katılımıyla, ambulans saatte 20 km hızla giderken de ölçüm yapılmıştır. Her iki hızın karşılaştırması kasis geçişi (titreşim büyüklüğü açısından en yüksek olması nedeniyle) sırasındaki ölçüm bilgilerine başvurularak yapılacaktır (Şekil 4.56).  $a_x$  ivme değerleri medyan (denek 2, 3 ,4 ve 7 ye ait) ivme değerleridir. Şekilde görüldüğü gibi hızın artması ile girdi titreşim spektrasının ne formunda bir değişiklik ne de pik ivmenin oluştuğu frekansda bir farklılık vardır.

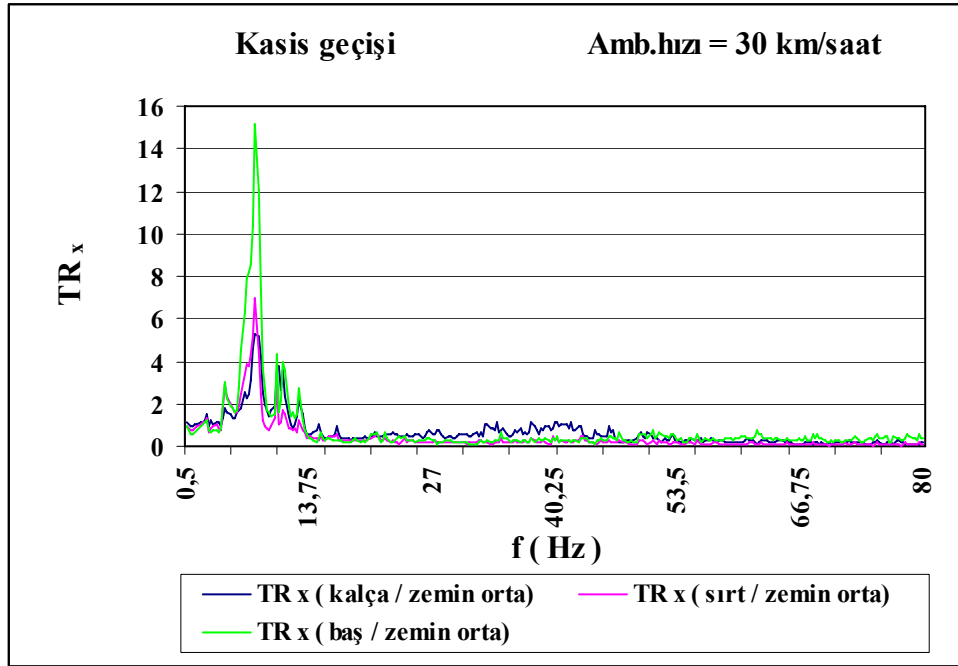


Şekil 4.56 Hız etkisi

Hızın artması ile titreşim büyüklüğünde yaklaşık %35 lik bir artış olmuştur. Doğaldır ki ambulans düşük hızda gittiğinde yatan kişinin titreşim maruziyeti de daha az olacaktır. Ne var ki hastaneye hasta nakli sırasında ambulansın hızı nadiren 20 km/saat olmaktadır.

### 4.3 Sedye üzerinde yatmakta olan kişilerin kalça, sırt ve başlarının maruz kaldıkları titreşim açısından karşılaştırılması

Daha önceki bölümlerde gerek ivme-frekans eğrileri gerekse pik ivme değerleri dikkate alındığında, kalça ve sırta kıyasla, yatan kişinin başının titreşime en fazla maruz kalan nokta olduğu görülmüştü. Bu üç ölçüm noktasının karşılaştırılması Şekil 4.57 de kasis geçişi (titreşim büyüklüğü açısından en yüksek olması nedeniyle) dikkate alınarak yapılmaktadır.



Şekil 4.57 Titreşim iletim oranları (sedye açısı = 0°)

Şekildeki titreşim iletim oranları, TR, medyan değerleri dikkat alınarak elde edilmiştir. Yatan kişiye dik olan x yönünde titreşim maruziyeti açısından etkilenme sırası, en fazladan en aza, baş (en fazla), sırt ve kalça (en az) olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sıralama düzyol ve parkede de aynıdır.



## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Araç içinde yatar durumda seyahat etmek zorunda olan kişilerin yol koşullarından nasıl etkilendiklerini irdelemeyi amaçlayan bu çalışma sekiz denek üzerinde yapıldı. Üç değişik tip yol güzergahı, sırasıyla asfalt yol, parke taşı döşeli yol ve kasis geçişleri, seçildi. Sonuçlar (sedye açısı =  $0^0$  ve ambulans hızı = 30km/saat) Tablo 5.1 - 5.3 de ivme (8 deneğe ait medyan değerleri) büyüklükleri dikkate alınarak özetlenmektedir. Düzyol  $a_x$  (maks.): parke  $a_x$  (maks.) ve parke  $a_x$  (maks.): kasis geçişi  $a_x$  (maks.) arasındaki oranın yaklaşık 1:10 olduğu görülmektedir. Ambulanslardaki hastalar bu birbirinden çok farklı titreşim büyüklüklerine hastaneye nakilleri sırasında çok kısa aralıklar ile maruz kalabilmektedirler. Bu olumsuz koşullar hastayı stabil kılmak zorunda olan sağlık personelini de zor durumda bırakmaktadır.

**Tablo 5.1 x, y ve z yönlerinde ivme aralıkları (düzyol)**

düzyol	$a_x$ (maks.)	$a_x$ (min.)	$a_y$ (maks.)	$a_y$ (min.)	$a_z$ (maks.)	$a_z$ (min.)
Zemin orta	0,0437	0,0028	0,0437	0,0009	0,0182	0,0010
kalça	0,0424	0,0005	0,0381	0,0010	0,0439	0,0011
sırt	0,0295	0,0002	0,0030	0,0008	0,0346	0,0012
baş	0,0384	0,0004	0,0390	0,0021	0,0349	0,0018

**Tablo 5.2 x, y ve z yönlerinde ivme aralıkları (parke)**

parke	$a_x$ (maks.)	$a_x$ (min.)	$a_y$ (maks.)	$a_y$ (min.)	$a_z$ (maks.)	$a_z$ (min.)
Zemin orta	0,3081	0,0050	0,0801	0,0020	0,1209	0,0027
kalça	0,2589	0,0010	0,0891	0,0023	0,1626	0,0029
sırt	0,2567	0,0007	0,1076	0,0025	0,1522	0,0054
baş	0,2268	0,0020	0,1416	0,0072	0,1393	0,0059

**Tablo 5.3 x, y ve z yönlerinde ivme aralıkları (kasis geçişi)**

Kasis geçişi	$a_x$ (maks.)	$a_x$ (min.)	$a_y$ (maks.)	$a_y$ (min.)	$a_z$ (maks.)	$a_z$ (min.)
Zemin orta	2,2228	0,0108	0,0760	0,0014	0,2426	0,0021
kalça	2,2732	0,0014	0,1775	0,0047	0,2672	0,0059
sırt	2,0629	0,0012	0,1844	0,0041	0,4277	0,0029
baş	1,7419	0,0046	0,2215	0,0096	0,5873	0,0054

Raporun önceki bölümlerinde detaylı bir şekilde incelendiği gibi ivme-frekans eğrileri ve pik ivme değerleri dikkate alındığında, kalça ve sırtta kıyasla, yatan kişinin başı titreşime en fazla maruz kalan noktadır. Yatan kişiye dik olan x yönünde titreşim maruziyeti açısından etkilenme sırası, en fazla etkilenenden en az etkilenene göre sıralandığında, başın en fazla, kalçanın ise en az etkilendiği görülmektedir. Bu sıralama yol tipine (düzyol, parke ve kasis geçişleri) göre değişmemektedir.

Ölçüm noktalarındaki titreşim maruziyetlerini değerlendirirken (i) sedye açısı, (ii) güzergah tipi ve (iii) ambulans hızının etkileri dikkate alındı. Ulaşılan sonuçlar aşağıda özetlenmektedir.

### (i) Sedyeye açısı

Sedyeye açısı olarak  $0^0$  (her türlü hastanın nakil postürüne karşıt gelen açı) ve  $38^0$  (solunum, kalp sıkıntısı yaşayan, beyin kanaması geçirebileceğinden şüphe edilen hastaların nakil postürüne karşıt gelen açı) seçildi. Sedyede yatan kişi üzerinde kalça, sırt ve baş ile sedye arayüzeylerinde ölçülen ivmeler (örneğin parke taşı döşeli yoldan kaynaklanan titreşimler) dikkate alındığında aşağıda özetlenen sonuçlara ulaşıldı.

#### (a) Ölçüm noktası: kalça

Medyan değerlerini dikkate alan eğriler incelendiğinde,  $f < 10$  Hz frekanslarında x (dik) yönündeki ivmelerin,  $10\text{Hz} < f < 20$  Hz frekans aralığında y (yanal) yönünde maruz kalınan titreşimlerin,  $20\text{Hz} < f < 40$  Hz frekans aralığında ise z (ambulans gidiş yönü ya da ön-arka) yönündeki ivmelerin kalçayı daha fazla etkilediği görüldü. Sedyeye açıları  $0^0$  veya  $38^0$  de olduğunda etkin yönler ve ilgili frekans aralıkları değişmemektedir. Kalçaya iletilen titreşimler iki farklı sedye açısı bağlamında incelendiğinde istatistiki bir farklılık olmadığı ve iletim oranı  $TR_x$  (= kalça x / zemin orta x x yönü yatay kişiye dik olan yön) in  $2\text{Hz} < f < 11.50$  Hz aralığında "1" den büyük olduğu görüldü. Bir başka deyişle bu frekans aralığı kritik frekans aralığı olarak düşünülmeli ve hatırlanmalıdır ki alçak frekanslarda bilinen pasif titreşim izolasyon teknikleri başarılı olamamaktadır. Ayrıca unutulmamalıdır ki bu değerler ambulans hızının 30 km/saat ile kısıtlandığı hıza aittir. Hız artıkça 30-50 Hz aralığındaki değerlerin artacağı ve bu frekans aralığının da kritik hale geleceği beklenmelidir .

#### (b) Ölçüm noktası: sırt

x, y ve z yönlerinde iletilen titreşimlerin etkin frekans aralıkları kalça da olduğu gibi sırtta da sedye açısından bağımsızdır ve kalça ile aynıdır. Ne var ki sedye açısının artması sırtta iletilen titreşimin büyüklüğünü arttırmaktadır. Titreşim iletim oranı,  $TR_x$ , in "1" değerini aştığı frekans aralığı sedye açısı  $0^0$  için  $2.25\text{Hz} \leq f \leq 12\text{Hz}$  iken sedye açısı  $38^0$  olduğunda  $2.25\text{Hz} \leq f \leq 7\text{Hz}$  dir. Sedyeye açısı  $38^0$  olduğunda ulaşılan en yüksek  $TR_x$  değeri, sedye açısı  $0^0$  iken ulaşılan değerden yüzde 18.9 daha fazladır.

#### (c) Ölçüm noktası: baş

Kalça ve sırtta gözlemlenen x ve y yönündeki etkin frekans aralıkları baş için de geçerlidir. Üçüncü frekans aralığında ise  $20\text{Hz} < f < 35\text{Hz}$  y ve z yönlerinde başa iletilen titreşimlerin aynı derecede etkili oldukları görülmektedir.  $TR_x$ , in "1" değerini aştığı frekans aralığı sedye açısından bağımsız olarak  $f < 12\text{Hz}$  dir. Sedyeye açısı  $38^0$  olduğunda ulaşılan en yüksek  $TR_x$  değeri, sedye açısı  $0^0$  iken ulaşılan değerden yüzde 17.4 daha fazladır.

### (ii) Güzergah

Düzyol da parke yol gibi rastgele titreşim maruziyetine neden olmaktadır. Ne var ki maruz kalınan titreşimlerin büyüklükleri, parke yola göre, daha alçaktır. Düzyol ve parkede sadece x (dik) yönünün değil y (yanal) ve z (ambulans gidiş yönü) yönlerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Dolayısıyla ambulans düzyolda veya parke yolda seyir halinde iken sedyede yatan kişilerin titreşim maruziyet düzeyleri belirlenirken her üç yöndeki ivme değerlerinin toplamı dikkate alınmalıdır. Kasis geçişlerinde ise x yönünün en etkin yön olduğu tartışılmazdır.

### (iii) Ambulans Hızı

Hızın etkisi titreşim büyüklüğü olarak önemlidir. Ölçüm aletlerine zarar gelmemesi ve deneklerin rahatsız olmamaları için ölçümler sırasında saatte 30 km nin üzerine çıkılamamıştır. Hızın artması ile girdi titreşim spektrasının ne formunda bir değişiklik ne de pik ivmenin olduğu frekansda bir farklılık oluşmuştur. Hızın artması ile titreşim büyüklüğünde yaklaşık %35 lik bir artış olmuştur. Doğaldır ki ambulans düşük hızda gittiğinde yatan kişinin titreşim maruziyeti de daha az olacaktır. Ne var ki hastaneye hasta nakli sırasında ambulansın hızı nadiren 20 km/saat olmaktadır.

Araştırma sonuçlarını uygularken aşağıda sıralanan kısıtlamaları da gözardı etmemek gerekir;

(i) Çalışmamızda ambulansda taşınmakta olan sedyede yatan kişiyi etkileyen titreşimler üzerinde duruldu. Ölçümlerin hasta üzerinde yapılması mümkün olmadığından denekler sağlıklı kişiler arasından seçildi. Bu tabii ki bir kısıtlamadır; ne var ki hasta insanın da denek olması söz konusu olamayacağından, bu durum kaçınılmaz bir koşul olarak dikkate alınmalıdır.

(ii) Denek sayısının sekiz olmasının istatistiki açıdan örnekleme küçük çaplı örnekleme olarak düşünülmesine ve diğer olumsuzluklara (ambulans hızının sabit tutulabilmesinin zorluğuna, yol (asfalt, parke veya kasis geçişi) üzerindeki ölçüm noktalarında oluşabilecek kaymalara, yatan kişilerin farklı fiziksel özelliklere sahip olmasına, insanın titreşim maruziyeti sırasında lineer olmayan bir davranış gösteriyor olmasına) rağmen korelasyon düzeyinin genelde 0.5 den büyük olması ölçüm sonuçlarının genelleştirilmesini mümkün kılmaktadır.

(iii) Ölçümler sırasında ivme ölçerlerin yatan kişiye bağlanması gerekliliği kemer bağlanmasını mümkün kılmadı. Bu yüzden özellikle kasis geçerken yatan kişinin yanal yönde (y yönü) savrulması önlenemedi ise de ölçülen değerler bu savrulmanın çok küçük boyutlarda kaldığını göstermektedir.

(iv) Çalışmada titreşim süresinin etkisi bir parametre olarak dikkate alınmadı. Hastanın ambulansda kaldığı sürenin kısa olduğu varsayıldı. Oysa megakentlerde bu parametre ihmal edilmemelidir. Özellikle hemodinamik açıdan stabil olmayan ve ventilatöre bağlı hastalar riskle karşı karşıya kalmaktadır. Hasta nakil aracında taşınmakta olan hastanın, kalp – akciğer fonksiyonları, santral ve periferik sinir sistemleri, vücut sıcaklığı, metabolik, endokrinolojik ve gastrointestinal sistemleri yüksek düzeyde titreşime maruz kaldığında zaten olumsuz etkilenmektedir. Özellikle taşıt tutması sonucu mide bulantısı ve kusma tetiklenerek kafa içi basıncı artmaktadır. Araç sarsıntısı prematüre doğum riskini artırmakta hatta fetüs sağlığını olumsuz etkilemektedir. Süre uzadığında hastanın durumunu stabil kılmak daha da zorlaşmaktadır.

(v) Çalışma yatar durumdaki kişinin üst ekstremitesi ile ilgili bulgulara ulaşmayı amaçladığı için alt ekstremiteler ile ilgilenilmemiştir.

Araştırma sonuçlarından yola çıkarak aşağıda sıralanan önerilerin dikkate alınması beklenmektedir.

(i) Sağlıklı insanın (yatar durumda iken) titreşim algılama alt limitinin hasta için sağlık alt limiti olarak dikkate alınmasının yerinde olacağı düşünülmektedir. Sağlıklı insanın yatar

durumda iken rahatsız olma alt limitinin de hasta insan için üst limit olarak kabul edilmesi yerinde bir karar olacaktır. Bu limitlerin belirlenmesi için laboratuvar çalışmalarına gereksinim vardır ve biran evvel yapılmalıdır.

(ii) Şehiriçi ve şehirlerarası yollarda ambulanslar için özel şeritler (herhangi bir kasisi veya bozukluğu olmayan) oluşturulmalıdır. Şeritler oluşturulana kadar ise ambulans şoförleri hasta nakli sırasında kasislerin en az sayıda olduğu güzergahları seçmelidirler.

(iii) Bilindiği gibi ambulanslar özel imal edilmemekte, genelde ticari amaçla üretilen minibüs karkaslarından yararlanılmaktadır. İzolasyonları zayıftır ve özellikle alçak frekanslarda yetersiz kalmaktadır. Ambulans gövdesinde pasif izolasyonun geliştirilmesinin yanı sıra, sedye ile ambulans gövdesi arasında aktif izolasyonun denenmesi çalışmalarına geçilmelidir.

## **Yararlanılan Kaynaklar ;**

Abd-El-Tawwab,. Ambulance stretcher with active control isolator system, *Journal of Low Frequency Noise Vibration and Active Control*, 20 (4), 217-27, (2001).

Alarçin F., Yüksek İ., Farklı Aks Modellerinin Taşıt Titreşimlerine Etkisi, *Yıldız Teknik Üniversitesi (Sigma) Dergisi*, 19(2), 58-69, (2001).

Alberti E., Chiappa D., Moschioni G., Saggin B., Tarabini M., Whole body vibration in mountain-rescue operations, *Journal of Sound and Vibration*, 298(3), 580–93, (2006).

Birlik,G., Sezgin,Ö.C., Speed reducers on the roads, Inter-noise 2001, The Hauge-The Netherlands, (2001) pp: 1073-77.

Birlik, G., Sezgin, Ö.C., Combined effect of vibration and noise on car passengers, Tenth International Congress on Sound and Vibration, Stockholm - Sweden, (2003) pp: 2867-74.

Birlik, G, Sezgin, O. C., Hump effect on school bus drivers, 11th International Congress on Sound and Vibration, St. Petersburg - Russia, (2004) pp: 2505-2510.

Birlik, G, Sezgin, O. C., Simultaneous effect of noise and vibration on school bus drivers, Internoise 2004, Prague- Czech Republic, (2004) pp:1/7-7/7.

Birlik, G, Sezgin, O. C., Vibration exposure of bus passengers, 12th Int. Congress on Sound and Vibration, Lisbon-Portugal, (2005) pp:1-6/6.

Birlik, G., Sezgin, O. C., Effect of vibrations on transportation system, 7th Int. Conf. on Vibration Problems, Şile-Turkey, (2005) pp:85-90.

Birlik, G., Sezgin. O. C., Human response to shocks, ICSV13, Vienna-Austria, (2006) pp: 1/6-6/6.

Dupuis, H., Human exposure to mechanical vibration at lying posture in the ambulance helicopter UH-1D, AGARD CP-25, (1978) pp: 12-1 –12-11.

Erol, T. , Birlik, G., Sezgin, Ö. C., Tarman, H. I.,Vibration exposure of front seat passengers, 39th UK group meeting on Human Response to vibration, Ludlow-England, (2004) pp:419-28.

Granlund J., Whole-body vibration when riding on rough roads, A shocking study, Publication 2000:31E, National Road Management Division, Swedish National Road Administration, (2000).

Huang Ya, Griffin Michael J., Nonlinearity in apparent mass and transmissibility of the supine human body during vertical whole-body vibration, *Journal of Sound and Vibration*, 324, 429–52, (2009).

ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock-evaluation of human exposure to whole body vibration-Part 1: General requirements

ISO 2631-2: 2003 Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of human exposure to whole body vibration - Part 2: Vibration in buildings (1Hz to 80Hz)

ISO 2631-5: 2004 Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of human exposure to whole body vibration-Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks

Iwane, Y., Iwata, Y., Matsumoto, Y., Maeda, S., Vibration perception thresholds of recumbent persons-effects of duration, gender and age and its evaluation, Sustainability of Infrastructures and Environment, Rayong-Thailand, (2006) pp:122-131.

Maeda, S., Mansfield, N. J., Shibata, N., Evaluation of subjective responses to whole-body vibration exposure: Effect of frequency content, *Int. J of Industrial Ergonomics*, 38, 509-15, (2008).

Maeda, S., Yonekawa, Y., Kanada, K., Takahashi, Y., Whole-body vibration perception thresholds of recumbent subjects-Part 1: Supine posture, *Industrial Health*, 37, 398-403, (1999).

Miwa, T., Yonekawa, Y., Evaluation methods for vibration effect, Part 9: Response to sinusoidal vibration at lying posture, *Industrial Health*, 7, 116-126, (1969).

Miwa, T., Yonekawa, Y., Kanada, K., Thresholds of perception of vibration in recumbent men, *J. Acoust. Soc. Am.*, 75 (3),849-54, (1984).

Parsons, K.C., Griffin, M.J., Whole-body vibration perception thresholds, *Journal of Sound and Vibration*, 121 (2), 237-258, (1988).

Pinto, I., Stacchini, N., Uncertainty in the evaluation of occupational exposure to whole-body vibration, *Journal of Sound and Vibration*, 298, 556–562, (2006).

Raemaekers A.J.M., Active Vibration Isolator Design for Ambulance Patients, (M.Sc.), Eindhoven University of Technology, Department Mechanical Engineering, Eindhoven-Holland, (2009).

Salmoni A.W., Cann A.P., Gillin E.K., Tammy R.E., Case studies in whole-body vibration assessment in the transportation industry-Challenges in the field, *Int. J of Industrial Ergonomics*, 38, 783-791, (2008).

Sezgin, Ö. C., Birlik G., Hız kasislerinin insan vücudunun mekanik sistemleri üzerindeki etkileri, 5. Ulusal Akustik Kongresi, İstanbul - Türkiye, (2000) s: 151-7.

Sezgin, Ö. C., Birlik G., Akkaş N., A questionnaire study for vibration exposed and non-exposed groups, Human Response to Vibration 34th Meeting of the UK Group, London-England (1999), pp: 640-641.

Sezgin, Ö. C., Birlik G., Akkaş N., Titreşimin İnsan Vücudu Üzerindeki Etkileri, Biyomed 5, Bildiri Özetleri Kitabı, s.22-23, 16-18 Aralık 1998, Ankara.

Sherwood, H.B., Donze, A., Giebe, J., Mechanical vibration in ambulance transport, *Journal of obstetric, gynecologic, and neonatal nursing: JOGNN / NAACOG*, 23(6), 457-463, (1994)

Stammers, C.W., Leyshon, D., Ambulance Stretcher Suspensions, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D, Transport engineering*, 199(2), 151-160, (1985).

Szameitat, P., Dupuis, H., Über die beeinflussung des liegenden menschen durch mechanische schwingungen, Heft A-76-1, Max Planck Institut für Landarbeit und Landtechnik Bad Kreuznach, (1976).

**TÜBİTAK**  
**PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

<b>Proje No:</b> 110M377
<b>Proje Başlığı:</b> Yatar Durumdaki Kişilerde Titreşimin Etkileri
<b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:</b> Prof.Dr. Gülin Birlik Dr.Önder C.Sezgin
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Dumlupınar Bulvarı No:1, 06800 Ankara
<b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:</b> TUBİTAK
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 1.11.2010 ; 1.11.2011
<b>Öz (en çok 70 kelime)</b> <p>Bu çalışmada, ambulans ile hastahaneye nakledilecek olan hastaların yol koşulları nedeniyle maruz kalabilecekleri titreşimlerin etkileri hakkında tahminde bulunulabilmesine olanak sağlayacak bir alt yapı oluşturmak için, sağlıklı kişiler (sekiz denek) üzerinde ambulans seyir halinde iken kişinin “sırtüstü yatar” ve “sırt üstü yarı yatar” postürlerinde üç yönde ivme ölçümleri yapıldı. Ölçüm noktaları baş, sırt (T8) ve kalça olarak belirlendi. Yol tipinden bağımsız olarak en fazla başın etkilendiği görüldü.</p>
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Ambulans, Sırt üstü yatan kişi, Sedyeye açısı, Yol koşulları
<b>Fikri Ürün Bildirim Formu</b> Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> <small>Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.</small>
<b>Projeden Yapılan Yayınlar:</b>