

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Sağlık ve İlk Yardım

PROJE ADI: Acil hasta transferinde hastayı darbelerden korumaya ve konforunu arttırmaya yönelik ambulans içi süspansiyon sistemlerinin geliştirilmesi

TAKIM ADI: Hooketech

TAKIM ID: T3-19590-152

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI: Mehmet Hakan Demir

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Projemiz, ambulanslarda hastanın sağlık durumunu etkileyecek ve araç içi personelin hastaya müdahalelerini güçleştirecek çevresel şartlara bağlı olarak oluşan sedye titreşimlerinin sönümlenmesi amacıyla ambulans iç zemini ile hastanın bulunduğu sedye arasına pasif ve aktif elemanlardan oluşan süspansiyon sistemleri tasarımlarının geliştirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmalarını içermektedir. Bu kapsamda genel olarak titreşim sönümlemek için kullanılacak mekanizmaların detaylı bir şekilde araştırılması neticesinde makas mekanizması içeren bir tasarımın uygulanabilir hale getirilmesi, aktif ve pasif elemanların sistem üzerindeki yerlerinin çeşitli test ve simülasyonlar aracılığıyla optimize edilip uygulanabilir hale getirilmesi, elektriksel ve mekanik parçaların birbirleriyle entegrasyonun sağlanması, dizayn edilen aktif süspansiyon sistemi için motorlara gidecek sinyalin oluşmasına karar verecek olan denetleyici algoritmasının oluşturulması ve test edilmesi ile oluşturulan prototip ürünlerin gerçek yol ve hız koşullarında testlerini içeren çalışmalar yapılması planlanmaktadır. İlk olarak sistemler teorik olarak ele alınacak ve rastgele gelen titreşimlerin sönümlenme oranları simülasyonlar ile değerlendirilecektir. Sistemin uygun optimizasyon yöntemi ile minimum enerji kullanarak titreşimleri başarılı bir şekilde sönümleyebildiği parametreler belirlenecektir. Platform stroğu, sönüm katsayısı, yay katsayısı, linkler arası açı, pivot noktalarının konumları, bilyeli vida mekanizmasının adımları gibi parametreler bu optimizasyon problemi sonucunda elde edilecektir. İkinci aşamada belirlenen kriterlere göre üretilen prototip sistemler laboratuvarında ve bir araç üzerinde gerçek şartlarda test edilecek ve ivmeölçerler ile datalar toplanarak analizleri yapılacaktır. Böylece sistemlerin piyasada kullanılması için gerekli geliştirmeler yapılacak ve uzun süreli çalışmanın oluşturulan sistemler üzerindeki etkisi üzerinde durulacaktır.

2. Problem/Sorun:

Türkiye’de 2018 yılında acil servis ambulansları ile hastanelerin acil servislerine taşınan hasta sayısı Sağlık Bakanlığı verilerine göre 4 milyona yakın hastanın %12’lik kısmını taşıma esnasında hareketsiz kalması gereken ortopedik ve nöroşirürjik travma hastaları oluşturduğu belirtilmiştir. Ambulansın hızındaki ani değişimlere ve yol şartlarına bağlı olarak ambulans içerisindeki sedyede hastanın sağlığını etkileyecek hem yanıl hem de dikey olarak yüksek genlikli ve frekanslı titreşimler oluşur. Hastanın bulunduğu sedyenin istem dışı hareketlerinden dolayı hem hastanın sağlık durumu kötüleşmekte hem de sağlık personellerinin müdahalesi güçleşecektir. Bu nedenle araç hareket halinde iken sedyede oluşan dış kaynaklı titreşimlerin sönümlenmesi büyük önem taşımaktadır. Mevcut durumda sedye titreşimleri ambulans hızı düşürülerek, hastaya özel tasarlanmış ambulans kullanılarak veya araç içi personelinin ekstra eforu ile yok edilmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemlerin sıklıkla uygulanabilir olmamasından dolayı hastanın araç titreşimlerinden etkilenmemesini sağlamak ve sağlık personelinin müdahalesini kolaylaştırmak için araç iç zemini ile sedye arasına süspansiyon sistemleri tasarlanacaktır.



3. Çözüm

Projemiz iki ayrı üründen oluşacaktır. Bunlardan birincisi yay ve sönüm gibi pasif elemanlar ile oluşturulan pasif süspansiyon sistemi diğeri ise bu sisteme motorlar eklenerek tasarlanan

bir kontrolcü ile gelen bozucu etkilere uygun motor tahriklerinin oluşturulduğu aktif süspansiyon sistemidir. Literatürdeki çalışmalar, yapısal doğrusal olmamanın titreşim izolasyonunda etkinliğini göstermesinden dolayı tasarımda makas mekanizması kullanılacaktır. Zıt yönde konumlandırılmış 2 adet step motor ile tahrik edilen bilyalı vidalar, zemindeki raylar üzerine sabitlenmiş arabalara tahrik verecektir. Mekanizma motorlar aynı yönde döndüklerinde dikey yönde, zıt yönde döndüklerinde ise yatayda hareket edecektir. Makas mekanizması ile tahrik edilen arabalar arasına yay-sönüm elemanları eklenecektir. Ambulans zeminine ve sedye levhasına yerleştirilecek 3 eksenli ivmeölçer ile bozucu girdiler ölçülerek tasarlanan kontrolcüde değerlendirilecek ve step motorlara girdi olarak gönderilecektir. Tasarlanan sistem motor üniteleri devreden çıkarıldığında pasif süspansiyon sistemi olarak kullanılabilir.

4. Yöntem

Proje çıktısı olan aktif ve pasif süspansiyon sistemleri maksimum 250 kg'lık bir insanı taşıyacak şekilde yaklaşık olarak 2000x630x500mm boyutlarında olarak tasarlanacaktır. Oluşturulan bu tasarımların CAD ortamında SOLIDWORKS programı ile katı hal modelleri oluşturulacaktır. Sistemlerin teorik olarak modellenmesi için Lagrange Enerji Yöntemi kullanılacak ve MATLAB/Simulink ve ADAMS programları yardımıyla analiz edilecektir. Farklı yol durumları ve ambulans hareketlerine bağlı olarak sistemin teorik cevabı gözlemlenip bu titreşimlerin önleyici tasarımlar ve kontrol stratejileri üzerinde çalışmalar yapılacaktır. Sistemin elektrik ve elektronik devreleri Multisim programı ile tasarlanıp, testleri yapıldıktan sonra PCB basımı yapılacaktır. Montaj işlemi tamamlandıktan sonra laboratuvar testleri sırasında ambulansın hareketi sırasında oluşacak ve sedye aktarılan zemin tahriği simule edilip titreşimler ivmeölçerler yardımıyla ölçülüp sistemde kontrol algoritmasının gömülü olduğu bilgisayara iletilecektir. Burada sistemin, yapması gereken hareketlere karar verilip motorlara iletilerek titreşimlerin belirli bir oranda sönümü gerçekleşmiş olacaktır. Sistemin gerçek koşullardaki davranışını analiz etmek için iyileştirme çalışmaları yapmak için gerçek araç testleri aracılığıyla veriler toplanacaktır. Oluşturulacak sistemlerde bulunması gereken başarı kriterleri: a) Hastaya gelen titreşimlerin aktif sönümlemede %75 pasif sönümlemede %50 oranında azaltılması b) Dikeyde maksimum 400 mm yükseklikle 150 mm strok ile sönümlemenin gerçekleştirilmesi ve yatayda 200 mm strok ile sönümlemenin gerçekleştirilmesi c) Yatayda 1-2 Hz ve dikeyde 10 Hz e kadar olan titreşimleri sönümleme

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projenin ürünleri için ülkemizde bu alanda üretim yapan herhangi bir muadilinin veya rakibinin olmamasından dolayı ulusal anlamda ilk olma özelliğine sahiptir. Proje çıktılarımızdan pasif süspansiyona sahip sistem ulusal yeni özelliği taşımakta olup kullanılan makas mekanizması ve pasif elemanlar dikey yöndeki titreşimlerin sönümlemesine yardımcı olacak şekilde tasarlanacaktır. Böylece hali hazırda uluslararası pazarda var olan pasif elemanlar ile yapılan titreşim sönümleme mekanizmalarına ek olarak daha verimli bir sönümleme performansı sağlayan pasif süspansiyon sistemi üretilecektir. Bu sisteme motorların ve denetleyicinin eklenmesiyle titreşimleri engelleyici hareketler üreten aktif süspansiyon sistemi üretilecektir ve bu sistem hem ulusal hem de uluslararası alanda yeni bir teknoloji olma özelliği taşımaktadır. Böylece titreşim sönümleme performansının büyük ölçüde artırılması planlanmaktadır. Uluslararası alanda öncülük eden Stem Technology ve

Meber firmalarda bulunan ürünlerin bir kısmı sadece sedyeyi destekleyen, ambulans içine kolayca sürülüp çıkarılmasını sağlayan ve titreşim yalıtım kabiliyeti az olan diğer kısmı ise yay ve sönümleyicilerden oluşan tasarımlara sahip pasif kontrollü sistemlerdir. Bu tip sistemler aracın sadece dikey yöndeki titreşimlerini sönümlemekte başarılı olmasına rağmen aktif sistemler gibi verimli bir sönümleme performansı oluşturmamaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Proje çıktılarının üretiminde kullanılacak malzemelerin temini için tedarikçi firmalar ile temasa geçilip bu malzemelerin alımı sağlanacaktır. Ayrıca talaşlı imalat, sac malzeme lazer kesimi ve bükümü, kutu profil kesim ve kaynak gibi hizmet alımları yapılacaktır. Tüm malzemelerin alımından sonra montaj işlemi proje ekibi tarafından yapılacaktır. Montajlama ve mekanik, elektrik elektronik ve yazılım parçalarının birbirleri ile entegrasyonu sağlandıktan sonra ürünlerin gerek yol koşulları ve araç hızlarındaki performanslarını test çalışmaları yapılacaktır. Nihai ürünler ulusal ve uluslararası geçerliliği olan standartlar çerçevesinde değerlendirilmesi sağlanacaktır. Bu şartlar da sağlandıktan sonra ulusal çapta yeni ve uluslararası alandaki rakiplerine göre de üstünlüğü bulunan ürünler ülkemizdeki yaklaşık 6500 adet ambulanda kullanılabilir olacaktır. Fakat uygulanabilirliğinde ortaya çıkacak risklerin başında Türkiye’de hasta taşımacılığına yönelik bir yönetmeliğin bulunmaması gösterilebilir. Fakat hastanın taşıma konforunu arttıran proje ürünlerinin özellikle özel firmaların tercih edilebilirliğini arttıracakları düşünülmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizde üretilecek ürünlerin toplam maliyeti yaklaşık olarak (planlanan hizmet alımı dahil) 40.000 TL’dir. Başarılı bir seri üretim sonucunda maliyetleri pasif süspansiyon sistemi için 7000 TL, aktif süspansiyon sistemi için 13500 TL olması beklenmektedir.

- Malzeme listesi aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

No	Malzeme Adı	Miktar	No	Malzeme Adı	Miktar
1	NEMA-34 Step M. kiti	2 adet	9	Lineer bilyalı vida	2 metre
2	İvme Ölçer	2 adet	10	Lineer modül arabaları	6 Adet
3	Endüstriyel PC	1 adet	11	Rulman	20 adet
4	İndüktif sensor	1 adet	12	Kauçuk Koruma	2 adet
5	Damper ve yay	4 adet	13	Standart Bağlama Elemanları	-
6	Güç butonu	1 adet	14	Kablolama ve Kablo Kanalları	-
7	Akü	1 adet	15	Lineer Yatak Arabası	2 adet
8	Sedye	1 adet	16	Lineer Yatak Kızağı	2 metre

İŞ PAKETLERİ	2019 - 2.						2020 - 1.						2020 - 2.			
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Sistemlerin Tasarımı, Modellenmesi ve Simulasyonların Yapılması																
2. Pasif kontrollü süspansiyon sisteminin üretimi																
3. Aktif kontrollü süspansiyon sisteminin üretimi																
4. Performans Test Aşamaları ve standartlara uygunluk takibi																

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projemizin ilk ayağında hedeflenen kitle özel ambulans servisi veren kuruluşlar olup bu tip hastaların taşınmasında kullanılan tüm acil müdahale araçlarına uygulanması planlanmaktadır. Ülkemizde son yıllarda hem devlet bünyesindeki hem de özel firmalardaki ambulans sayılarında ciddi ölçüde bir artış olmuştur. Sağlık Bakanlığı 2019 yılı istatistiklerine göre 2018 yılında 4900 olan ambulans sayısı 2019 yılında 5400'e ulaşmıştır. Ayrıca yine bu verilere göre ülkemizde en az bir adet ambulans bulundurma zorunluluğu olan 560 adet özel hastane bulunmaktadır. Ek olarak sadece İstanbul'da yaklaşık 300 adet özel ambulans bulunmakla beraber yurt genelinde çok sayıda özel ambulans hizmeti veren firma bulunmaktadır. Bu veriler eşliğinde üretilen ürünlerin kullanılabilmesi için ambulans sayısı toplamda 6500 civarındadır. Artan nüfus yoğunluğuna bağlı olarak ülkemizdeki ambulans başına düşen hasta sayısının azaltılma çalışmaları doğrultusunda ambulans sayılarının her geçen yıl artacağı düşünülmekte ve böylece proje çıktılarımızın pazarının gün geçtikçe artacağı düşünülmektedir.

9. Riskler

- Projede oluşacak riskler ve B planları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Risk(ler)in Tanımı	Alınacak Tedbir (ler) (B Planı)
Malzeme Temini Sıkıntıları	Tedarikçiler değiştirilerek malzemelerin istenilen şekilde temini sağlanacaktır.
Kura bağlı olarak malzeme fiyatlarında artış olması	Malzemelerin muadillerinin bulunması yoluna gidilecektir. İkinci plan olarak ise tasarımda makul değişikliklere gidilebilir.
Hizmet alımında ortaya çıkacak imalat hataları	Bu durumda ek işlemler ile imalat hataları giderilmeye çalışılacak veya hizmet alımı yapılan kuruluş değiştirilecektir.
Temin edilen malzemelerin istenilen özellikleri karşılamaması	İstenilen özellikleri karşılayacak malzeme özelliklerinin belirlenmesi için tasarım aşamasına geri dönülerek bahsi geçen malzeme özellikleri yeniden belirlenecektir.
10G testlerin bir laboratuvarında bulunması nedeniyle yapılamaması	Çarpışma testlerinin yapılmayarak standartlara uygunluk testleri geçilecektir.
Türkiye'de hasta taşımacılığına yönelik bir yönetmeliğin bulunmaması	Karayollarındaki ambulanslarda kullanılan hasta taşıma donanımı standardının sedye destekleri konularıyla ilgili olan TS-EN 1865-5 Tıbbi araçlar ve donanımları standardının kara yolu ambulansları ile ilgili olan TS-EN 1789+A2 Standartlarına uyum sağlanacaktır.
Proje sırasında proje ekibindeki olası değişiklikler	Üniversitede yapılan bir proje olmasından dolayı öğrenciler arasından yeni ekip üyeleri alımı hızlı bir şekilde yapılacaktır.
Korona virüs salgını nedeniyle yabancı ülkelere ulaşım zorluğu	Yerli imkanlarla temini sağlanması yoluna gidilecektir.

- Yandaki risk planlanmasında olasılık ve etki matrisindeki renklere bağlı olarak yukarıda belirlenen riskler derecesine göre renklere boyanmıştır.

Olasılık	Yüksek	Orta Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
		Düşük Risk	Orta Risk	Yüksek Risk
		Çok Düşük Risk	Düşük Risk	Orta Risk
Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek
		Düşük	Orta	Yüksek
		Düşük	Orta	Yüksek
		Düşük	Orta	Yüksek
		Düşük	Orta	Yüksek
		Düşük	Orta	Yüksek

- İş paketlerinin tanımı ve içerikleri aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

İŞ PAKETLERİ	Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre
1. Sistemlerin Tasarımı, Modellenmesi ve Simülasyonların Yapılması	01.09.19	30.11.19	3 Ay
	Sistemlerin Tasarım Gereksinimlerinin Kararlaştırılması ve Sistemlerin Katı Hal Çiziminin Yapılması, Sistemlerin Matematiksel Modellerinin Oluşturulması, Sistemlerin benzetimsel performans testleri, Titreşim kontrol stratejisinin seçimi, malzemelerin özelliklerine karar verilmesi		
2. Pasif kontrollü süspansiyon sisteminin üretimi	01.12.19	29.02.20	3 Ay
	Pasif kontrol sisteminde kullanılacak malzemelerin temini, Pasif süspansiyon sistemi talaşlı imalatı, sac lazer kesim ve büküm işlemi, Mekanizmanın montajlanması, Pasif sisteminin testleri		
3. Aktif kontrollü süspansiyon sisteminin üretimi	01.03.20	30.06.20	4 Ay
	Aktif kontrol sisteminde kullanılacak malzemelerin temini, Aktif süspansiyon sistemi ekstra imalat işlemleri, Elektriksel aksamın tasarımı ve üretilmesi, Montaj işlemi ve kontrol yazılımının oluşturulması, Aktif süspansiyon sisteminin testleri		
4. Performans Test Aşamaları ve standartlara uygunluk takibi	01.06.20	31.10.20	5 Ay
	Pasif ve aktif süspansiyon sistemlerinin test ve geliştirme çalışmaları, 10 G çarpışma testi ve TSE standartlarına uygunluk testleri		

- Toplam malzeme ve hizmet alımı giderleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Malzeme	Hizmet Alımı	
30000 TL	10000 TL	TOPLAM: 40000 TL

10. Proje Ekibi

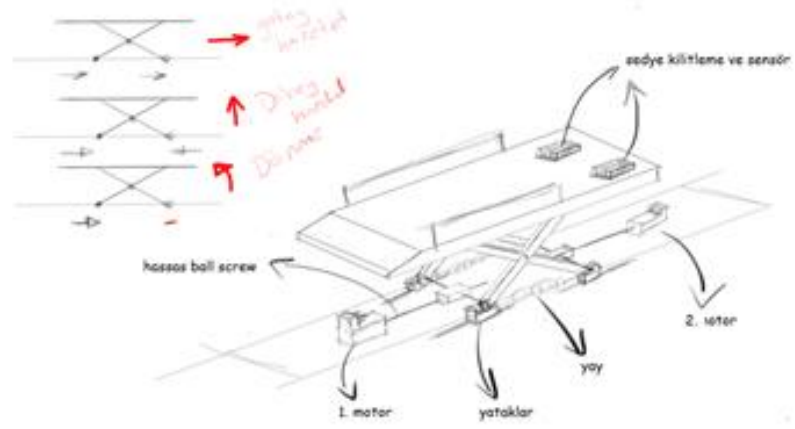
Takım Lideri: Mehmet Hakan DEMİR

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Mehmet Hakan Demir	Danışman, Yazılım ve Elek.- Elektronik Sorumlusu	İskenderun Teknik Üni.	Mekatronik Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, titreşim kontrolü üzerine çalışmaları bulunmaktadır.
Samet Adem Cömert	Araştırmacı, Mekanik Sorumlusu	İstanbul Teknik Üni.	Doğrusal olmayan titreşimlerinin yapısal sönümlenmeleri üzerine çalışmaları bulunmaktadır.
Alican Kazmacı	Araştırmacı, Mekanik Personeli	İskenderun Teknik Üni.	Tasarım ve yapısal analiz üzerine yüksek lisans seviyelerinde çalışmaları bulunmaktadır.
Mehmet Demirok	Araştırmacı, Elektrik-Elektronik Personeli	İskenderun Teknik Üni.	Elektrik-elektronik devre tasarımı ve analizi ve imalat üzerine lisans seviyesinde çalışmaları bulunmaktadır.

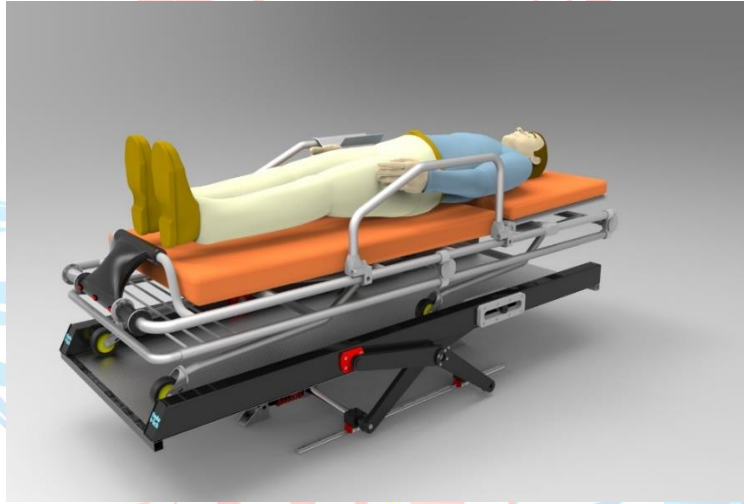
11. Kaynaklar

- Jonathan C. Catton, “Scissor suspension”, 2006, US Patent, Number: US20070295882A1
- Cole T. Brodersen, “Vehicle Seat Scissors Suspension With Integrated Stabilized Isolator”, 2012, US Patent, Number: US20130306825A1
- Kevin Hill & Anoop Dhingra (2003) Modeling, analysis and optimization of a scissors linkage seat suspension, Engineering Optimization, 35:4, 341-357.
- Hill, K. E. (2001) “Modeling, analysis and optimization of a scissors seat suspension”. Masters thesis, University of Wisconsin–Milwaukee
- Kim, K. U. (1981) “Ride simulation of passive, active and semi-active seat suspension for off-road vehicles”. PhD thesis, University of Illinois at Urbana–Champaign

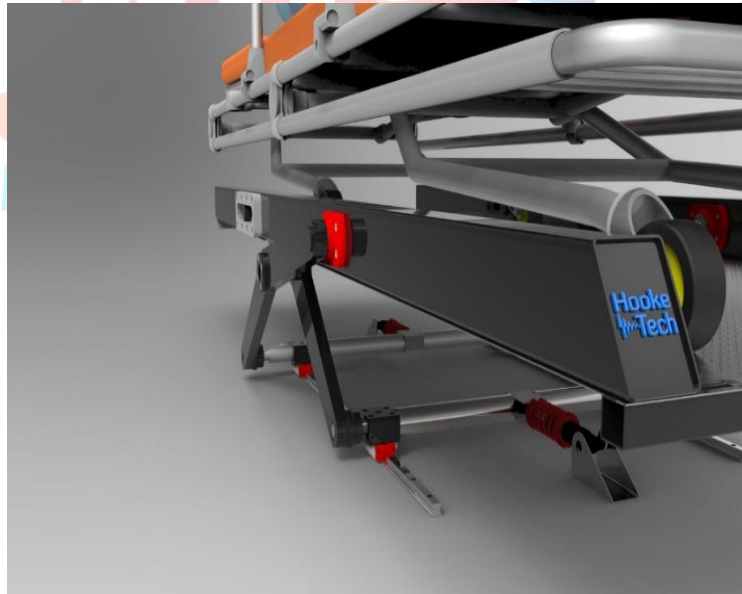
GÖRSELLER



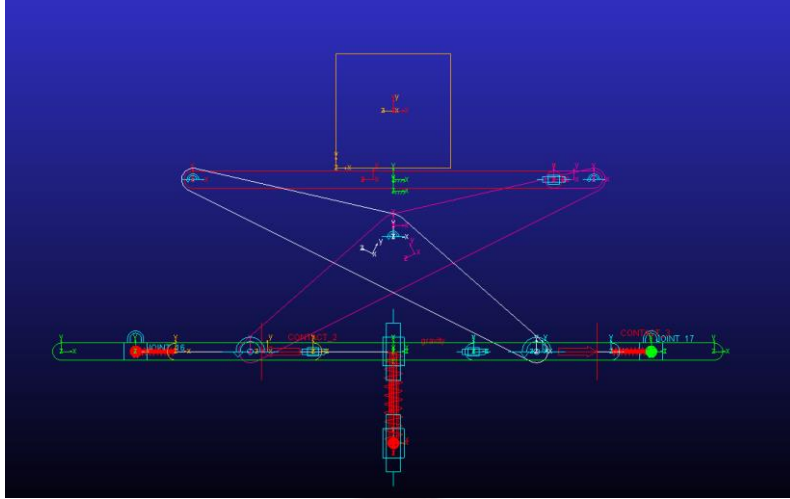
Şekil 1: Projenin fikir aşamasındaki ilk çizimi



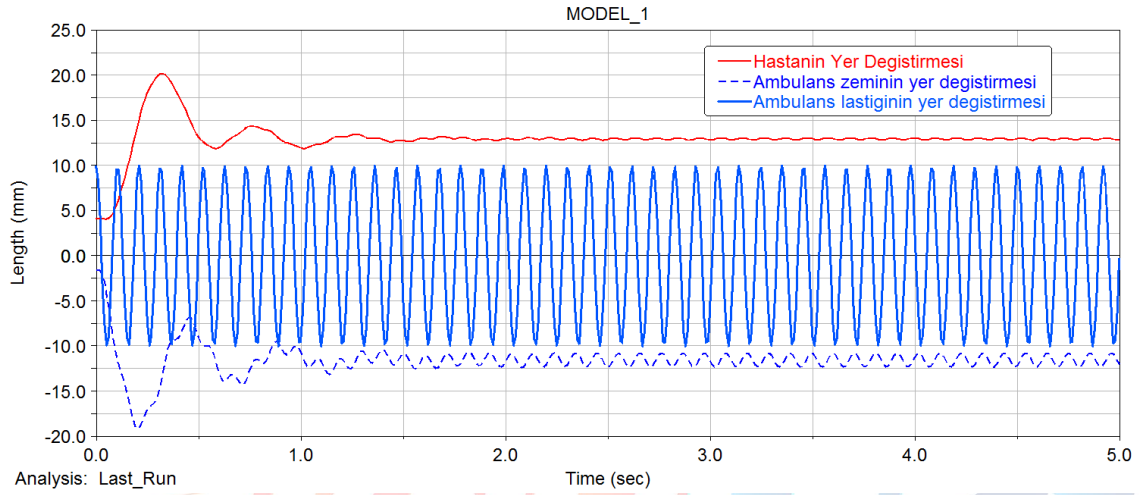
Şekil 2: Pasif Süspansiyon sistemi 3D tasarımı



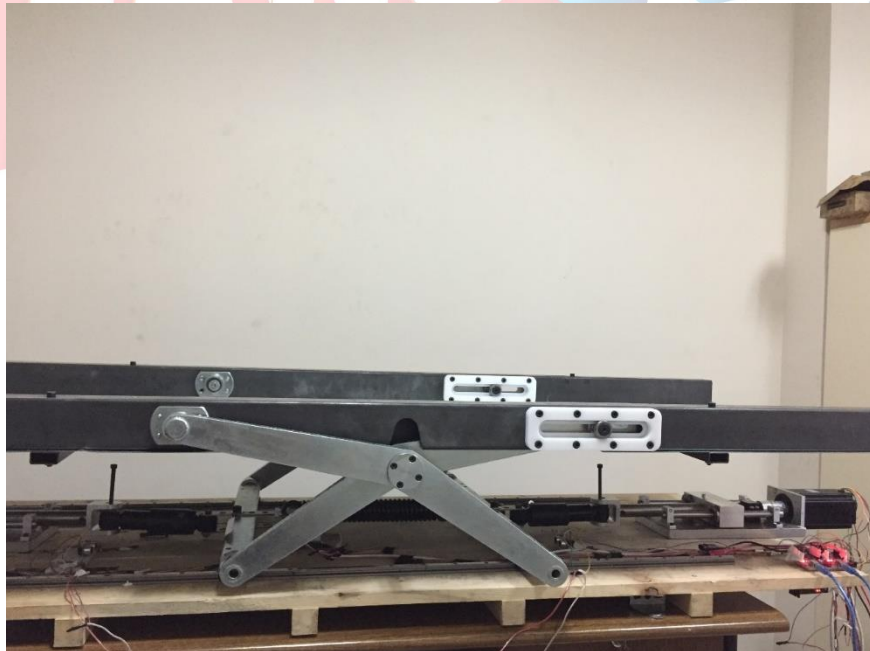
Şekil 3: Pasif Süspansiyon sistemi 3D tasarımı



Şekil 4: Adams programı ile sistem ve çeyrek araç modeli analizi



Şekil 5: 10 mm lik bir düzenli bozuk bir yoldan geçen ambulanda hastanın yaptığı yer değiştirme



Şekil 6: Aktif süspansiyon sistemi laboratuvar deneyleri