



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

2017-2018 EÖY LİSANS BİTİRME TEZİ PROJESİ

TEK EKSENDE KUVVET KONTROLÜ

Bukle Pelin BAYMUŞ 140607056

Ahmet KARATAŞ 130607016

Hakan İGDE 130607052

Anıl YILMAZ 130607048

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kürşat YALÇIN

NİĞDE,2018

T.C.
ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
BİTİRME TEZİ KABUL VE ONAY BELGESİ

Bölümümüz 140607056 numaralı öğrencisi Bukle Pelin BAYMUŞ'un, 130607016 numaralı öğrencisi Ahmet KARATAŞ'ın, 130607052 numaralı öğrencisi Hakan İGDE'nin, 130607048 numaralı öğrencisi Anıl YILMAZ'ın "Tek Eksende Kuvvet Kontrolü "başlıklı Bitirme Tezi çalışması aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nde Bitirme Tezi olarak Oy Birliği/Oy Çokluğu ile kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kürşat YALÇIN

İmzası

Üye: Yrd. Doç. Dr. İlyas KACAR

İmzası

Üye: Öğr. Gör. Mehmet Ali EROĞLU

İmzası

Tezin Savunulduğu Tarih: / /

Bitirme Tezi dersi kapsamında yapılan bu çalışma, ilgili jüriler tarafından değerlendirme sonucunda Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nde Bitirme Tezi çalışması olarak kabul edilmiştir. //

İmza

Bölüm Başkanı

Yrd. Doç. Dr. İlyas KACAR

T.C.
ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
DOĞRULUK BEYANI

Bitirme tezi olarak sunduğumuz bu çalışmayı tüm akademik kurallara ve Ömer HALİSDEMİR Üniversitesi Yayın Etiği Komisyonu Yönergesine uygun olarak gerçekleştirdiğimizi ve sunduğumuzu; bu kurallar ve ilkelere aykırı hiç bir yol ve yardıma başvurmaksızın bizzat hazırladığımızı beyan ederiz.

Tezimizle ilgili yaptığımız beyana aykırı bir durum saptanırsa ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımızı bildiririz. / /

İmza
Bukle Pelin BAYMUŞ

İmza
Ahmet KARATAŞ

İmza
Hakan İGDE

İmza
Anıl YILMAZ

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği bölümünde Bitirme Tezi kapsamında hazırlanmıştır. Bu çalışmanın hazırlanması sırasında yardımlarını hiçbir zaman bizden esirgemeyen değerli hocamız Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kürşat YALÇIN‘ a teşekkür ederiz.

Özellikle hayatımızın her aşamasında her konuda bizim yanımızda olan ailelerimize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

İÇİNDEKİLER

BİTİRME TEZİ KABUL VE ONAY BELGESİ	Error! Bookmark not defined.
DOĞRULUK BEYANI.....	Error! Bookmark not defined.
TEŞEKKÜR.....	Error! Bookmark not defined.
İÇİNDEKİLER	Error! Bookmark not defined.i
ŞEKİLLER LİSTESİ	Error! Bookmark not defined.i
TABLolar LİSTESİ.....	Error! Bookmark not defined.
ÖNSÖZ	Error! Bookmark not defined.
AMAÇ.....	Error! Bookmark not defined.
ÖZET	1
ABSTRACT.....	Error! Bookmark not defined.
1 GİRİŞ	Error! Bookmark not defined.
1.1 Genel Hususlar.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Bilyalı Vidalı Mil Hareket Sistemi	Error! Bookmark not defined.
1.2.1 Hareket Sisteminin Yapısı ve Avantajları.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.2. Hareket Sisteminin Elemanları	Error! Bookmark not defined.
1.2.3 Bilyalı Vidalı Mil Hareket Sisteminin Hareket Denkleminin Yazılması ..	Error! Bookmark not defined.
2 KUVVET KONTROLÜ	7
2.1 Yay ile Kuvvet Kontrolü:.....	7
2.2 Karşı Ağırlık ile Kuvvet Kontrolü:	7
3 LİTARATÜR TARAMASI	8
4 MEKANİK SİSTEMLER.....	9
4.1 Kızaklama Sistemler	9
4.1.1 Doğrusal Bilyeli Sistemler	9
4.1.2 Profil-Ray Bilyeli Sistemler.....	9
4.1.3 Kırılma Bilyeli Sistemler	10

4.2 Vidalı Mil Sistemleri.....	10
4.3 Rulmanlar.....	11
4.4 Kaplin.....	12
5 LOADCELL ve DİJİTAL SİNYAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ	13
5.1 Loadcell.....	13
5.1.1 Load Cell ile Gerginlik Kontrolü.....	13
5.1.2 Load cell Kalibrasyon Prosedürleri	14
5.1.3 Load cellde Kullanılan Malzemeler.....	14
5.1.4 Load cell Kullanım Alanları	15
5.2 Dijital Sinyal Dönüştürücü	15
6 SİSTEM TASARIMI	16
6.1 Mekanik Çizim Ve Parametre Seçimleri	16
7 PROJE İŞ-ZAMAN PLANI	Error! Bookmark not defined.
8 SONUÇ	Error! Bookmark not defined.
9 KAYNAKLAR	Error! Bookmark not defined.
EK-1	Error! Bookmark not defined.
ÖZGEÇMİŞ	Error! Bookmark not defined.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Bilyalı Vidalı Mil Mekanizması Hareket Şekli	Error! Bookmark not defined.
Şekil 1.2: Vidalı Mil Somun Ara Yüzü	Error! Bookmark not defined.
Şekil 1.3: Hareket Sistemi Mekanizması	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.1 Doğrusal Bilyeli Sistemler.....	9
Şekil 4.2 Profil-Ray Bilyeli Sistemler	9
Şekil 4.3 Kırılmalı Bilyeli Sistem	10
Şekil 4.4 Vidalı Mil.....	10
Şekil 4.5 Yataklı Rulman.....	11
Şekil 4.6 Kaplin	Error! Bookmark not defined.
Şekil 5.1 Loadcell	Error! Bookmark not defined.
Şekil 5.2 Dijital Sinyal Dönüştürücü	Error! Bookmark not defined.
Şekil 6.1 Sistemin Çizilmiş Katı Model Hali.....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 6.2 Sistemin Montaj Aşaması.....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 6.3 Sistemin Montaj Aşaması	Error! Bookmark not defined.
Şekil 8.1 Sistemin Son Halinin Bir Görünüşü	18
Şekil 8.2 Sistemin Son Halinin Bir Görüntüsü	Error! Bookmark not defined.
Şekil 8.3 Sistemin Son Halinin Bir Görüntüsü	Error! Bookmark not defined.

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 7.1 İş-Zaman Planı.....	18
Tablo 8.1 Fiyat Listesi	20

ÖNSÖZ

Hazırlanılan bu proje genel olarak kuvvet kontrolünü kapsayan bir projedir. İlk olarak ilgili alan ve çalışmanın amacından bahsedilmiş olup konunun önemi özetlenmiştir.

Daha sonra, Ömer Halisdemir Üniversitesi tez yazım kuralları dikkate alınarak, giriş, literatür taraması,bütçe hesabı, tasarım ve analizlerinin yapılması gibi kısımlar detaylıca açıklanmıştır.

Daha sonra yapılacak geliştirme çalışmaları için detaylı bir açıklayıcı belge olduğu kanaatindeyiz.

AMAÇ

Araba süspansyonlarında, forkliflerde, baraj kapaklarında daha hassas kuvvet kontrolü sağlamak amacıyla tek eksenli kuvvet kontrolü mekanizması tasarlanmıştır. Bu şekilde kuvvet kontrolü hassas ve istenilen yönde olması amaçlanmıştır.

ÖZET

Tek Eksende Kuvvet Kontrolü Mekanizmasının alt kısmı sigma profil, lineer ray, lineer araba ve vidalı milden oluşan, üst kısmı ise tabla ve loadcell den oluşan tek eksende harekete imkan veren bir mekanizmadır. Loadcell grama göre ayarlanmış olup loadcellin üzerine yapılan bası elektrik sinyaline dönüşüp motora hareket verip sistemin hareket etmesini sağlar.Bu çalışmada sistemin kinematik ve dinamik davranışları incelenmiş, bu davranışlar bilgisayar ortamında gerçek zamanlı olarak simüle edilmiştir.Ayrıca mekanizmanın cam görüntüsü çıkarılmış ve mekanizmanın çalışma uzayı tayin edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tek eksende kuvvet kontrolü,loadcell,vidalı mil,lineer sistem,dinamik analiz,kinematik analiz,çalışma uzayı analizi.

ABSTRACT

The lower part of the Single Axis Force Control Mechanism is a mechanism that allows single axle motion consisting of a sigma profile, a linear rail, a linear car and a screwed milder and the upper part is a single axle motion consisting of a table and a loadcell. The loadcell is adjusted according to the weight, The kinematic and dynamic behaviors of the system have been examined and these behaviors have been simulated in real time in the computer environment. The glass image of the mechanism has been removed and the working space of the mechanism has been determined.

Keywords: Single axis force control, loadcell, screw shaft, linear system, dynamic analysis, kinematic analysis, working space analysis.

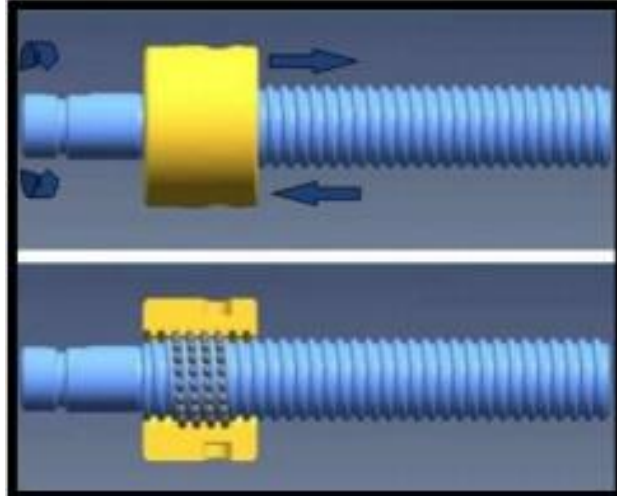
1 GİRİŞ

1.1 Genel Hususlar

1.2 Bilyalı Vidalı Mil Hareket Sistemi

1.2.1 Hareket Sisteminin Yapısı ve Avantajları

Vidalı mil, bilya yataklı bir somunun vida dişleri açılmış bir mil üzerindeki sistem sayesinde dönme hareketini doğrusal harekete çeviren makine elemanıdır. Bu hareket esnasında sürtünmenin azaltılabilmesi amacıyla somun ile mil arasında yer alan boşlukta yataklanan bilyalar mevcuttur. Bir iletim hareketi elemanı olan vidalı miller, doğrusal hareketi bu sayede daha az sürtünme ile iletirler. Hassas bir vida olarak yapılan dişli mil ise helezonik yapıdaki kanalları sayesinde bilya yataklarının rahat hareketine olanak tanır. Düşük sürtünme özelliği sayesinde yüksek mekanik verim elde edilir.



Şekil 1.1: Bilyalı Vidalı Mil Mekanizması Hareket Şekli

Uzun ömür, yüksek eksenel rijitlik, çalışma rahatlığı, yüksek hassasiyet gibi üstün nitelikler taşıyan bu sistemler;

- Yüksek hassasiyetli takım tezgahlarında (CNC,vb.),
- Transfer hatları ve otomasyon sistemlerinde,
- Modern yazı ve baskı makinelerinde vb. gibi ileri teknoloji sistemlerinde büyük bir güvenilirlikle kullanılmaktadır.

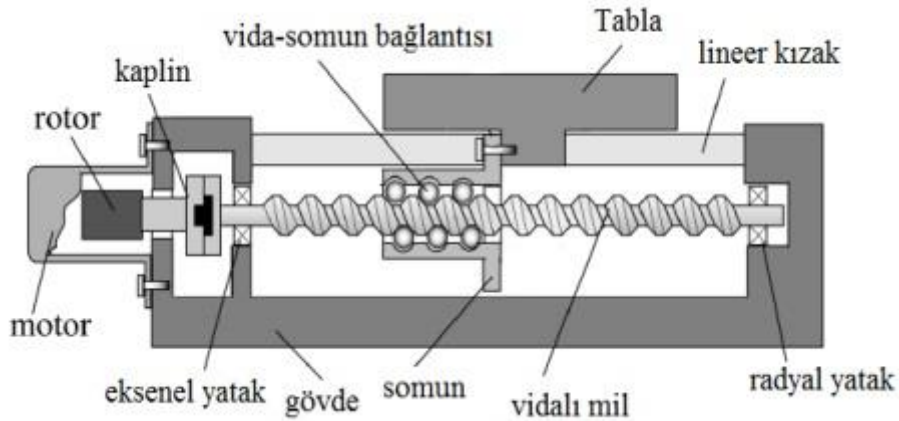
Sistem, en basit şekliyle somun, vida ve yuvarlanma elemanı olmak üzere üç temel unsurdan oluşur. Vida ile somun arasına uygun bir toleransla yerleştirilmiş olan çelik bilyalar, sistemin aynı bir rulmanlı yatak gibi çok düşük sürtünme katsayısı ile çalışmasını sağlar. Sistemin tersinir olması ve az boşlukla çalışması da önemli bir özelliğidir.



Şekil 1.2: Vidalı Mil Somun Ara Yüzü

1.2.2. Hareket Sisteminin Elemanları

Hareket sisteminin elemanları incelenecek olursa; klasik hareket sistemlerinde olduğu gibi vidalı mil, motor şaftına elastik kaplin ile bağlıdır.



Şekil 1.3: Hareket Sistemi Mekanizması

Vidalı milin eksenel ve radyal yönde hareketini engellemek için motor tarafında X,O veya Tandem tertibi ile yerleştirmiş özel rulmanlar vardır. Vida eğer kısa ise diğer ucundan termal hareket esnekliği sağlamak için desteksizdir ya da radyal bir yatakla desteklenmiştir. Ayrıca vidanın diğer ucunun da eksenel yönde hareketi kısıtlanmış ön gerilmeli vidalı sistemler de vardır. Bu şekilde de termal uzamalardan kaynaklanan gerilmeler azaltılmaktadır. Fakat bu şekilde vidada burkulma olasılığı artmaktadır. Vidanın dönel hareketi de tablaya bağlı olan somun ile birlikte lineer harekete dönüştürülmektedir. Tabla, eksenel yöndeki hareketini iki kenarındaki lineer kızaklar üzerinde gerçekleştirmektedir.

1.2.3 Bilyalı Vidalı Mil Hareket Sisteminin Hareket Denkleminin Yazılması

Matematiksel modelde sadece vida sürekli sistem olarak ifade edilmiş ve diğer elemanlar ise ayrık formda modellenmiştir. Bu koşullarda vida, iki önemli yer değişimi olan eksenel ve burulma yönünde yer değiştirmeye maruz kalan bir düz çubuk olarak düşünülebilir.

Bu şekilde vida üzerindeki sürekli yer değişimleri alan fonksiyonları kullanılarak eksenel yer değişimi $u(x,t)$ ve burulma yönündeki yer değişimi $\theta(x,t)$ olarak ifade edilmektedir. Sürekli sistem olarak modellenen kirişteki kütleli yoğunluk ρ , kesit alanı A , uzunluk L , elastikiyet modülü E , kayma modülü G ve vida adımı I olarak ifade edilmektedir.

Ayrık formda ifade edilen elemanlardan rotor atalet momenti (J_m), elastik kaplinin atalet momenti (J_a) ve rijitliği (k_a), eksenel rulmanın rijitliği (k_b) ve tablanın ağırlığı (m_c) olarak ifade edilmektedir. Sürekli hareket dışında iki hareket daha vardır bunlardan biri tablanın hareketi $u_c(t)$, diğeri ise rotorun açısal hareketi $\theta_m(t)$ 'dir.

Bu çeşit sistemlerin hareket denklemlerini elde etmede kullanılan geleneksel yöntem, enerji ve iş formülleri temelli denge denklemlerini kullanarak hareket denklemlerinin elde edilmesidir. Titreşen bir sistem için genel denge formülü aşağıdaki gibidir;

$$\frac{d}{dt}(T + V) = 0$$

Burada T ve V sistemin kinetik ve potansiyel enerjisini temsil etmektedir. Bu ifade sistemdeki toplam enerjinin zamanla değişmediğini gösterir. Sistemin kinetik enerjisi şekildeki gibi yazılmalıdır.

$$T = \frac{1}{2}m_c\dot{u}_c(t)^2 + \frac{1}{2}J_m\dot{\theta}_m(t)^2 + \frac{1}{2}J_a\left(\frac{\dot{\theta}_m(t) + \dot{\theta}(0,t)}{2}\right)^2 \\ + \frac{1}{2}\rho J_t \int_0^L \dot{\theta}(x,t)^2 dx + \frac{1}{2}\rho A \int_0^L \dot{u}(x,t)^2 dx$$

Bu denklemdeki birinci terim tablanın kütesinin, ikinci terim ise rotorun ataletinin oluşturduğu kinetik enerjiyi, üçüncü terim elastik kaplinin rotorun burulma hızı ve vidanın $x=0$ 'daki burulma hızlarının ortalaması için kinetik enerjisini, dördüncü ve beşinci terim vida boyunca yığılmış dönel atalet ve lineer ataletin kinetik enerjisini ifade etmektedir. Elastik elemanların potansiyel enerjisi ise denklemde gösterilmektedir.

$$V = \frac{1}{2}k_b u(0,t)^2 + \frac{1}{2}k_a[\theta_m(t) - \theta(0,t)]^2 + \frac{1}{2}k_n \delta_n^2 \\ + \frac{1}{2}GJ_t \int_0^L \left(\frac{d\theta(x,t)}{dx}\right)^2 dx + \frac{1}{2}EA \int_0^L \left(\frac{du(x,t)}{dx}\right)^2 dx$$

Bu ifadedeki birinci ve ikinci terim eksenel rulmanın ve elastik kaplinin potansiyel enerjisini, üçüncü terim somunun potansiyel enerjisini ifade etmektedir. Bu ifadedeki (k_n) somunun rijitlik katsayısı olup (δ_n) ise somunun eksenel hareketini ifade etmektedir. Bu eksenel hareket denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$\delta_n = u_c(t) - (u(x_c, t) + \theta(x_c, t)l)$$

Bu denklem tablanın mutlak pozisyonu $(u_c(t))$ ve vidanın bağlantı noktasındaki mutlak pozisyonu (x_c) arasındaki farkı ifade eder. Burada önemli bir durum, bu denklemde eksenel ve burulma hareketinin bir arada olmasıdır. Bu çapraz eşitliklerin oluşmasına sebebiyet verir. Bunlara ek olarak dördüncü ve beşinci terimde sırasıyla eksenel ve burulma yer değişimi sebebiyle vidada depolanan potansiyel enerjiyi ifade eder.

Sistemdeki sönüm oranıyla ilgili yapılan çalışmalarda Smith sönüm oranını birinci modda 0.1, diğer modlarda ise 0.01 olarak bulmuştur. Varanasi ise sönüm oranını birinci modda 0.02 olarak bulmuştur.

Denge denklemleri oluşturulduktan sonra bu denklemlerin çözülmesi safhasına geçilir. Çalışmanın devamında bu ifadelerin sonlu elemanlarla birlikte modellenmesi ve modellemede kullanılan yöntemler anlatılmaktadır.

2 KUVVET KONTROLÜ

Çalıştırma kuvvetine karşı koyan başka bir kuvvet bulunmazsa herhangi bir değer ölçüldüğünde meydana gelecek çalıştırma kuvveti sürtünmeyi yendikten sonra ibrenin sona kadar sapmasına neden olur. Bu sebepten dolayı ölçü aletlerinde kuvvet kontrolü ile çalıştırma kuvveti sınırlandırılır. Çalıştırma ve kuvvet kontrolünün birbirine eşit olduğu anda ibre, ölçülen değerin ifade edildiği noktada durmuş olur. Ölçü aletlerinde kuvvet kontrolü iki şekilde sağlanır.

2.1 Yay ile Kuvvet Kontrolü: Genel olarak spiral şeklinde sarılmış yaylar kullanılır. Spiral yayın bir ucu hareketli kısma; bir ucu ise sabit kısma tutturulur. Çalıştırma kuvvetinin etkisi ile hareketli kısım dönünce yay kurulur ve yayın sıkışması ile meydana gelen kuvvet ibreyi frenler, aynı zamanda yayda meydana gelen bu kuvvet ölçme işlemi tamamlandığında ibrenin sıfıra dönmesini sağlar. Kontrol yayları ibrenin dönme yönüne ters olacak şekilde monte edilirler.

2.2 Karşı Ağırlık ile Kuvvet Kontrolü: Ölçü aletlerinin bazılarında kuvvet kontrolü küçük ağırlıklar ile sağlanır. Bu ağırlıklar genellikle ibrenin arka kısmına doğru ve birbirine dik gelecek şekilde yerleştirilir. İbre sıfır konumunda iken ağırlıkların hiçbir etkisi yoktur, çalıştırma kuvveti ile ibre saptığında denge noktası değişen ağırlıklar kuvvet kontrolü görevi yaparlar. Bu teknikte kuvvet kontrolü sapma açısı ile doğru orantılı olduğundan sapma az iken kuvvet kontrolü az, sapma çok iken kuvvet kontrolü çoktur. Bu yüzden logaritmik skala taksimatına sahip ölçü aletlerinde daha çok kullanılır. Bu ağırlıklar vidalı yapılarak kalibrasyon için ağırlıkların açılarının ayarlanması ve ölçü aletlerinde meydana gelen ölçme hatalarının azaltılması sağlanır.

3 LİTARATÜR TARAMASI

Alfadhlin ve arkadaşları (2018) bir araçta kullanılmak üzere dikey titreşimi azaltan,koltuk süspansiyonu için basit ve güvenilir bir kontrol sistemi amaçlamışlardır. Bu yeni kontrolür hem frekans hemde zaman etki alanlarında similasyon ve deneysel testler kullanılarak değerlendirmişlerdir.Sonuç bu kontrolür sürüş konforu iyileştirme potansiyeline sahiptir [1].

Mercado ve arkadaşları (2018) çoklu ortamlarda iyi performans gösteren ve sorunsuz geçiş sağlayan yeni bir insansız sistem amaçlamışlardır. Hareket yönünde ve artan sürtünme ve kaldırma kuvvetlerinin etkin bir şekilde üstesinden gelmesi için kuoternion bazlı bir sistem kullanmışlardır. Sonuç gerçek zamanlı deneyler sistemin iyi performansını doğrulamıştır [2].

Muralidharan ve Reza (2017) tek eksenli itici ve üç eksenli tutumlu aktüatör ile donatılmış uzay aracının eş zamanlı kontrolünü ele almışlardır. Eşzamanlı kontrolün yörünge aktarma yeteneklerini göstermek için düzgün bir aktarım yörüngesi tasarlamışlardır.Sonuç tasarlanan yörünge hız değişimi ve enerji tüketiminin hohmann aktarımına eşdeğer olduğu görülmektedir [3].

Zongue ve arkadaşları (2017) çift lineer motorlar tarafından tahrik edilen H-Tipi hassas hareket platformunun senkron kontrolünü düzenlemesini amaçlamışlardır. Sonuç sistemin performansını ve sağlamlığını iyileştirdiği gösterilmiştir [4].

Chen ve arkadaşları (2017) kuvvet kontrollü bir servo motor kullanılarak hassas kesim yapabilen otomatik izleme noktalı elmas kesimi yapmayı amaçlamışlardır. Kuvvet kontrollü FTS bir aletile entegre edilmiş oldukça sert bir piezoelektrik tipi kuvvet sensörü kullanmışlardır. Sonuç kuvvet kontrolü FTS'yi dört eksenli ultra hassas bir elmas tornalama makinesine entegre edilerek geliştirmişlerdir [5].

Huang ve arkadaşları (2017) hızlı uzun menzilli hareket kabiliyetine sahip yeni bir tek boyutlu çift eksenli lineer motor platformu hazırlamışlardır [6].

Kardon Ve Akbarzade (2017) elastik aktivatörlerin yapısal özelliklerini, temas kuvvetleri, sisteme ivmelenmeleri veya gelecekteki yolları hakkında herhangi bir bilgi gerektirmeden uyumlu olarak çalıştırılan sistemlere yardım sağlamak için kullanılır [7].

4 MEKANİK SİSTEMLER

4.1 Kızaklama Sistemler

Doğrusal bilyeli sistemler,profil-ray bilyeli sistemler ve kırlangıç bilyeli sistemler olmak üzere üçe ayrılır.

4.1.1 Doğrusal Bilyeli Sistemler

Oluşturulan hareketli düzeneklerle bilyeler mil üzerine doğrudan temas eder.Ancak kontak tipi incelendiğinde noktasal kontak diye tabir edilen çok az temas yüzeyine sahiptir. Böyle bir sistemin yük kapasitesi düşüktür.



Şekil 4.1 Doğrusal Bilyeli Sistemler

4.1.2 Profil-Ray Bilyeli Sistemler

Profil rayların belirli bölgelerinde açılan kanallar bilyelere yatak ve kılavuz görevi yapar.

Bu kanal içerisinde hareket eden bilyeler daha çok temas yüzeyine sahiptir.

Bu nedenle sistemin yük kapasitesi daha büyüktür.

Bizim kullandığımız sistem bu sistemdir.



Şekil 4.2 Profil-Ray Bilyeli Sistemler

4.1.3 Kırılmaç Bilyeli Sistemler

Silindirik döner elemanlarla bir düzlem üzerinde hareket gerçekleşir. Oldukça yüksek temas alanı vardır. Maksimum yük kapasitesine ulaşılmış olunur.



Şekil 4.3 Kırılmaç Bilyeli Sistem

4.2 Vidalı Mil Sistemleri

Bu sistemler mekanik sürücü olarak da adlandırılır. Dairesel hareketi doğrusal harekete dönüştürürler. Mil üzerine açılmış vida yuvaları sayesinde bir turluk dönme hareketine karşılık hatve (vida adımı) kadar öteleme gerçekleşir.



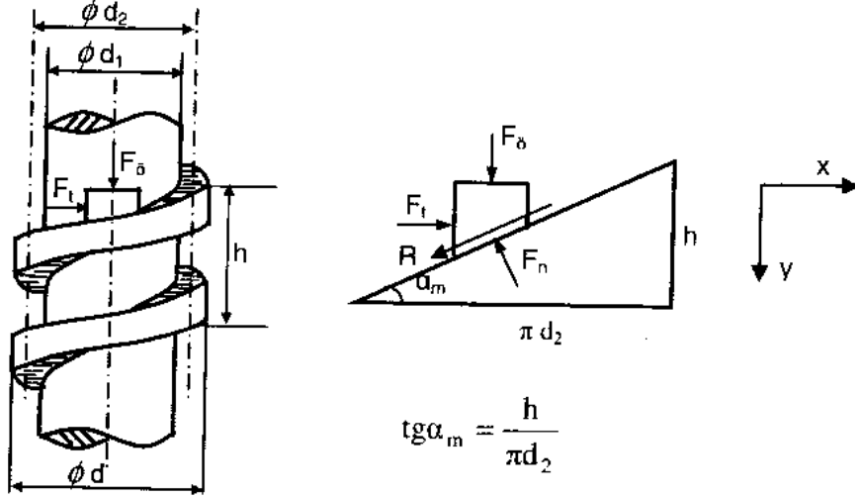
Şekil 4.4 Vidalı Mil

Fö : Eksenel Kuvvet

Ft : Çevresel Kuvvet (Somun Çevirme Kuvveti)

Fn : Normal Tepki Kuvveti

R : Sürtünme Kuvveti



4.3 Rulmanlar

Rulmanın temel prensibi sabit bir şaftın çevresinde dönen çevrenin şaft yüzeyi ile sürtünmesini minimize etme üzerine kurulmuştur.



Şekil 4.5 Yataklı Rulman

4.4 Kaplin

Kaplin; döner bir ekipmandan aldığı gücü diğer dönen ekipmana ileten,güç aktarım ve güvenlik ekipmanıdır.Kaplinler belli bir torka imal edilirler ve kullanılacak olan yere göre birçok çeşit kaplinden birisi seçilir ve yerine monte edilir.Belli bir torka imal edilmeleri hem gücü yeteri düzeyde diğer tarafa iletmek için hem de oluşabilecek sıkışmalarda kendisini parçalayarak sistemin daha fazla zarar görmesini engellemesidir.

Kaplinin görevleri şunlardır :

Motordan, milden, redüktörden aldığı döner hareketi diğer taraftaki şafta iletme,

Sistemdeki titreşimi kaplin lastiği sayesinde belli ölçüde sönümleyerek motora veya diğer ekipmanlara iletilmesini engelleme,

Kullanıldığı sistemde sigorta görevini üstlenme,

Millerdeki kaymayı belli ölçüde tolere etme,

Millere gelen şok yükleri engelleme ve üzerine alma,

Gürültüyü sönümleme,



Şekil 4.6 Kaplin

5 LOADCELL ve DİJİTAL SİNYAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ

5.1 Loadcell

Yük hücresi, bir kuvveti elektrik sinyali hâline dönüştürmek için kullanılan dönüştürücüdür. Bu dönüşüm dolaylı ve iki aşamada olur. Mekanik bir düzenleme ile, algılanan kuvvet bir gerinim ölçerin şeklini değiştirir. Gerinim ölçer şekil değişikliğini (gerinim) bir elektrik sinyali olarak ölçer. Çünkü gerinim, telin etkin elektriksel direncini değiştirir.

Otomasyon endüstrisindeki ağırlık/tork algılayıcı (sensör) olarak genelde loadcell kullanılır. Ağırlığın oluşturduğu gerilmeyi ya da burkulmayı elektronik yöntemle ölçmeyi sağlayan dönüştürücülere load cell denir. Gerilme ya da burkulma genellikle load-cell 'lar (yük hücreleri) ile ölçülür. Dolayısıyla loadcell yapımında strain gauge'lerden faydalanılır. Load cell'ler çelik karkasa sahip olmakla birlikte genellikle alüminyum çerçeve üzerine yerleştirilen load-cell 'lardan elde edilir. Örneğin; dört adet load-cell farklı yönlerde ve köprü şeklinde bağlanarak alüminyum çerçeve üzerine monte edilip ambalajlandığında load cell elde edilir. Böyle bir load cell'e farklı yönlerden ağırlık ya da kuvvet uygulandığında; ağırlık ya da kuvvet algılama yeteneğine sahip olur. Load cell'e kuvvet uygulandığında strain gauge'un yapısındaki değişim mekanik, optik, elektrik vb. yöntemlerle algılanabilir. İçerisinden vida, kablo vb. yuvarlak cisim geçirilerek cisimdeki genleşmeyi algılama yeteneğine sahip load cell tipine “center - hole load cell” denir.

Yük hücreleri, esaslı ağırlık göstergeleri kısaca elektronik teraziler zemberekli terazilere benzerler. Yay elemanı olarak çelik ve alüminyum kullanılır. Yük hücrelerinde 4 adet gerilme ölçer kullanılır. Bu gerilme ölçerler Wheatstone köprüsü şeklinde oluşturulurlar. Köprüye bir gerilim uygulandığında çıkış gerilimi uygulanan yüke orantılı bir gerilim olur. Bu oluşan küçük gerilim sayesinde uygulanan basıncın ağırlığı ölçülür. Yük hücrelerinde 2 giriş ve 2 çıkış olmak üzere toplam 4 uç bulunur. Bazı yük hücrelerinde toplam uç sayısı 6 olabilmektedir. 6 uçlu yük hücrelerinde giriş uçlarına 2 adet uç daha bağlanmıştır. Bu bağlanan ek uçlar +duyu(+sense) ve -duyu(-sense) olarak isimlendirilir. Amaçları ise yük hücrelerinde herhangi bir kopukluk meydana gelip gelmediğini saptamaktır.

5.1.1 Load Cell ile Gerginlik Kontrolü

Load cell kullanılarak sarma ve boşaltma işlemlerinde meydana gelen gevşeme veya gerilme kontrol altına alınarak bu sebep ile meydana gelen olumsuzluklar giderilir. Boşaltma rulosu önüne veya Sarma rulosu gerisine yada her ikisinde birden uygulanabilir. Boşaltma rulosu önündeki rulo üzerine iki adet RS Load cell monte edilmiştir. Rulonun boşaltmaya başlaması ile oluşan gerginlik kuvveti loadcell üzerine aktarılır. Gerginlikte meydana gelen azalma yada artma load cell'ler tarafından

algılanarak tension (çeki)kontrol indikatörüne iletilir.Tansiyon kontrol indikatörü sistemi, daha önceden hafızasında kaydedilmiş olan gerginlik set değerine çeker.Bu şekilde gerginlik kontrol altında tutulmuş olur.



Şekil 5.1 Loadcell

5.1.2 Load cell Kalibrasyon Prosedürleri

Belirli koşullar altında bir ölçme cihazında bir referans malzemenin verdiği değerlerle, ölçüm standartları ile gerçekleştirilen ve bunlara karşılık gelen değerler arasındaki ilişkiyi kuran işlemler dizisine kalibrasyon denir. Diğer bir ifadeyle kalibrasyon; cihazın bilinen bir standartla kontrol edilmesi, kıyaslanmasıdır.

5.1.3 Load cellde Kullanılan Malzemeler

Basıncın elektrik akımına dönüştürülme yollarından biri de piezoelektrik olayıdır.Piezoelektrik özellikli algılayıcılarda kuartz (quartz), roşel (rochelle) tuzu, baryum, turmalin gibi kristal yapılu maddeler kullanılır. Bu elemanlar üzerlerine gelen basınca göre küçük değerli bir elektrik gerilimi ve akımı üretir. Bu elektrik akımının değeri basıncın değeri ile doru orantılıdır. Piezoelektrik özellikli elemanlar hızlı tepki verdiklerinden ani basınç değişikliklerini ölçmede yaygın olarak kullanılır.

5.1.4 Load cell Kullanım Alanları

Load cell daha çok elektronik terazilerin yapımında kullanılan basınç sensörüdür. Asıl çalışma prensibi strain gage gibidir. Yukarıda 4 noktadan ölçme yapan bir yük hücresi görülmektedir. Tek noktadan ya da iki noktadan ölçüm yapanları da bulunmaktadır. Montaj sırası noktalarındaki strain gagelerin dirençleri basınca bağlı olarak değişir. Bu değişim ile orantılı olarak da basınç miktarını tespit edebiliriz.

5.2 Dijital Sinyal Dönüştürücü

100Hz örnekleme hızı, 100.000'de bir hassasiyet ve özel anti-vibrasyon ve sinyal filtreleri , üstün sinyal işleme özelliği ile dolum / paketleme, tank tartımı, aşırı yük güvenlik ve kontrol uygulamaları için geliştirilmiş sinyal dönüştürücüdür. ModBus üzerinden tüm parametrelere erişim, okuma ve yazma sağlanabildiği gibi uzaktan kalibrasyon imkanı sağlar. Loadcell, dijital giriş, cihaz beslemesi, RS485 ModBus çıkışı, analog çıkış, transistor çıkışları birbirinden bağımsız olarak izoledir. Bu sayede elektromanyetik gürültüye karşı üstün bir koruma sağlanmıştır. Ölü ağırlık kullanılması zor uygulamalarda parametrik kalibrasyon ile sistem çok kısa sürede devreye alınabilir. 0,5 ile 4mV/V arası kazanç işareti olan tüm loadcell'ler ile uyumlu çalışır. (Loadcell giriş işareti parametrik değiştirilebilir.)

Loadcell dijital sinyal dönüştürücü şu alanlarda kullanılır:

- Yüksek hız ve yüksek hassasiyet gerektiren paketleme / dolum makinaları
- Makine / tesis otomasyon sistemleri için veri oluşturma (ModBus üzerinden dijital veri veya endüstriyel standartlarda analog çıkış)
- Tank / silo tartım uygulamaları ve otomasyon sistemi ile entegrasyonu
- Aşırı yük güvenlik ve kontrol uygulamaları ile gergi kontrol sistemleri.



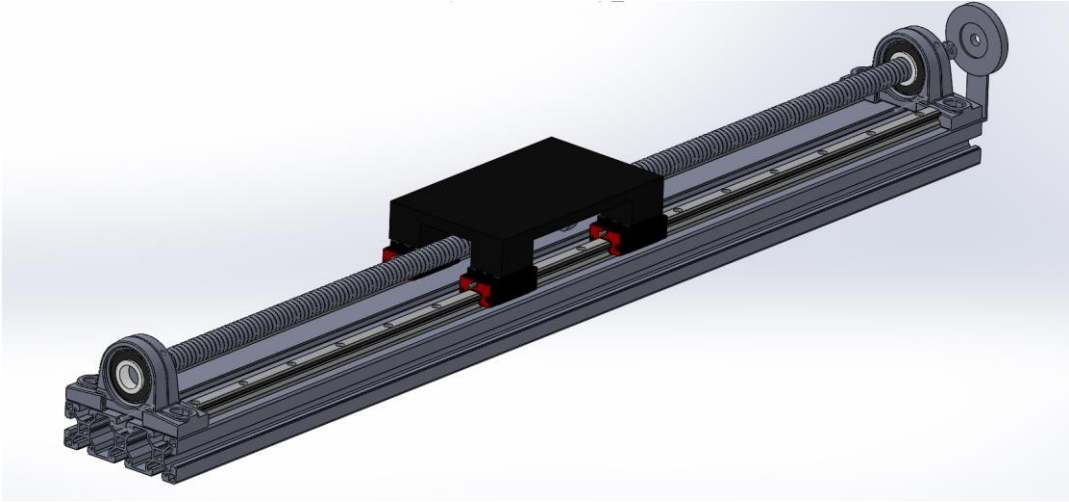
Şekil 4.2 Dijital Sinyal Dönüştürücü

6 SİSTEM TASARIMI

6.1 Mekanik Çizim Ve Parametre Seçimleri

Sistem tek eksenli olarak tasarlanmıştır.Ve katı modeli Şekil 6.1 ‘ de görülmektedir.Bu sistemin tasarımındaki elemanlar;

- Motor
- 2 adet yataklı rulman
- Kaplin
- Motor sürücü (24 V 30 A)
- Vidalı mil
- 4 adet lineer araba
- 2 adet lineer ray
- Sigma profil
- Tabla
- 4 adet tabla için yükseltici
- Vidalı mil somunu
- Somun gövdesi
- 2 adet flanş
- Loadcell
- Dijital sinyal dönüştürücü



Şekil 6.1 Sistemin Çizilmiş Katı Model Hali



Şekil 6.2 Sistemin Montaj Aşaması



Şekil 6.3 Sistemin Montaj Aşaması

7 PROJE İŞ-ZAMAN PLANI

Yapılacak olan iş-zaman çizelgesi aşağıda verilmiştir.

GÖREV ADI	Kasım 15					Aralık 15					Ocak 16					Şubat 16					Mart 16					Nisan 16					Mayıs 16				
	1.11	8.11	15.11	22.11	29.11	6.12	13.12	20.12	27.12	3.1	10.1	17.1	24.1	31.1	7.2	14.2	21.2	28.2	6.3	13.3	20.3	27.3	3.4	10.4	17.4	24.4	1.5	8.5	15.5	22.5					
1 Araştırma																																			
2 Ön Tasarım																																			
3 Nihai Tasarım																																			
4 Nihai Tasarım Malzeme/Tenini																																			
6 Kontrol Sistem Tasarımı																																			
7 Kontrol Sistem Yazılımı																																			
8 Sistem İmalatı																																			
9 Sistem Testi																																			

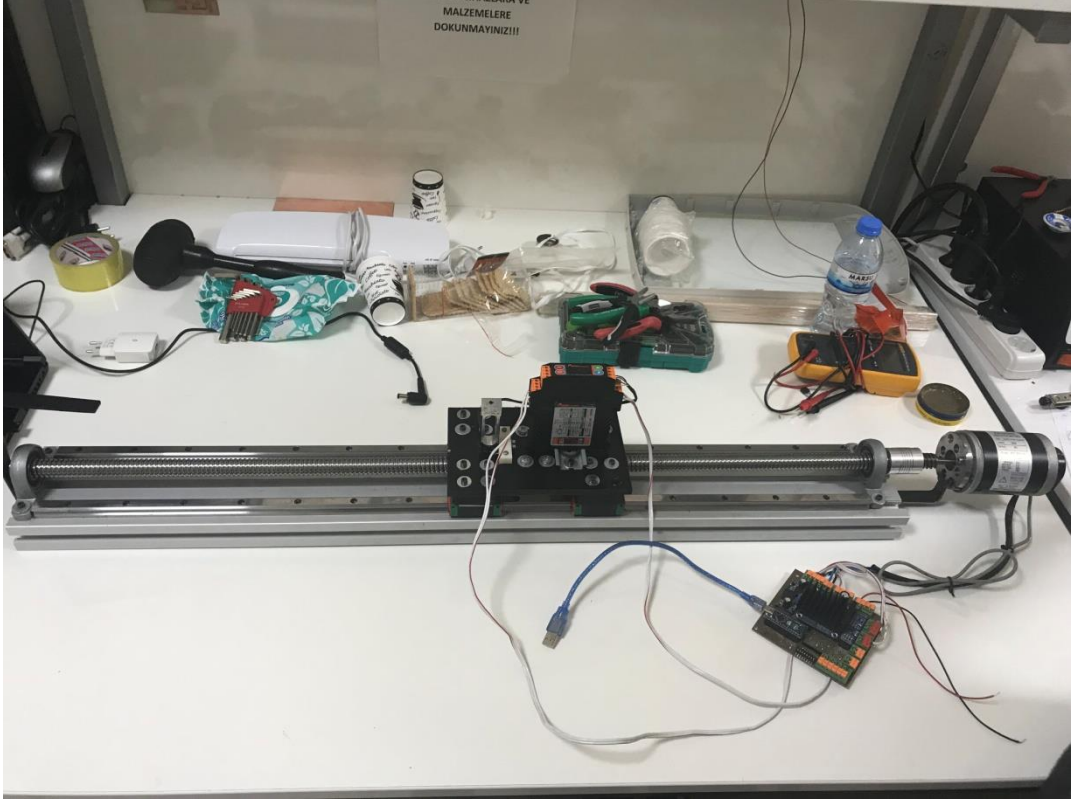
Tablo 7.1 İş-Zaman Planı

8 SONUÇ

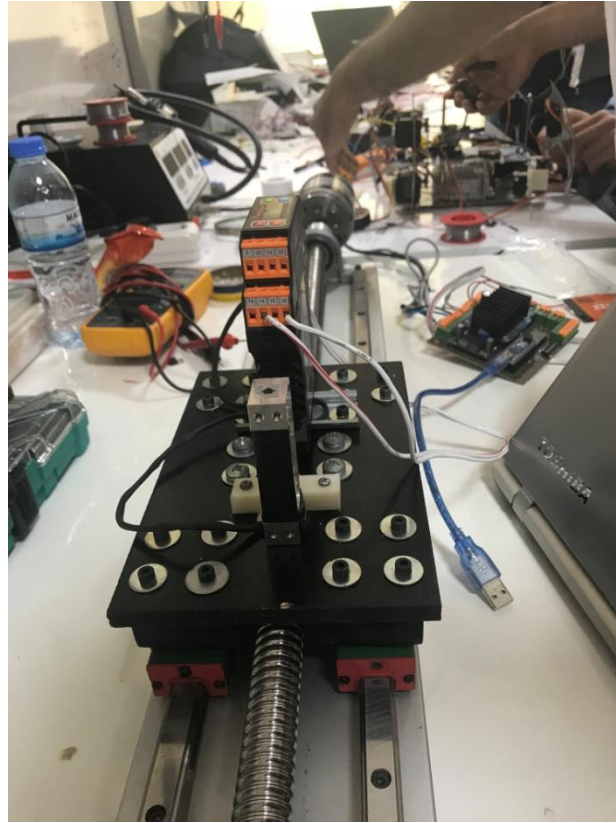
Sistem, istenildiği bir şekilde tasarlanmış ve gerekli programlar ve montajlama işlemleri sonrası, sistemin son haline gelmiştir.



Şekil 8.1 Sistemin Son Halinin Bir Görünüşü



8.2 Sistemin Son Halinin Bir Görüntüsü



Şekil 8.3 Sistemin Son Halinin Bir Görüntüsü

NUMARA	MALZEME ADI	ADET	ALINDIĞI YER	FİYAT (TL)
1	Yataklı Rulman	2	www.otomasyoncu.net	45 TL
2	Vidalı Mil 20mm	1	www.otomasyoncu.net	120 TL
3	Vidalı Mil Somunu 20 mm	1	www.otomasyoncu.net	100 TL
4	Lineer Ray 15 mm	2	www.n11.com	382 TL
5	Lineer Araba 15 mm	4	www.n11.com	283 TL
6	Sigma Profil 40x120	1	www.otomasyoncu.net	140 TL
7	Yaylı Kaplin 32x40 mm	1	www.otomasyoncu.net	30 TL
8	Somun Gövdesi 20 mm	1	www.otomasyoncu.net	30 TL
9	Flanş	2	Niğde Sanayi	75 TL
10	Tabla	1	Niğde Sanayi	30 TL
11	Boya Malzemeleri	1	Niğde/MERKEZ	10 TL
			TOPLAM	1245 TL

Tablo 8.1 Fiyat Listesi

9 KAYNAKLAR

- [1]. Alfadhli, A.,Darling, J.,Hillis, A.J. “The control of an active seat with vehicle suspension preview information” , JVC/Journal of Vibration and Control , Volume 24, Issue 8, 1 April 2018, Pages 1412-1426
- [2]. Mercado, D.,Maia, M.,Diez, F.J. “Aerial-Underwater Systems, a New Paradigm in Unmanned Vehicles” , Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications, 3 April 2018, Pages 1-10
- [3]. Muralidharan, V.^a,Reza Emami, M.^{ab} “Concurrent rendezvous control of underactuated spacecraft” , Acta Astronautica, Volume 138, September 2017, Pages 28-42
- [4]. Zongxue, Z.,Limei, W.,Huifang, W. “Sliding mode robust synchronous control for H-Type precision motion platform” , 2017 IEEE International Electric Machines and Drives Conference, IEMDC 2017 , 3 August 2017, Article number 8002051
- [5]. Chen, Y.-L.,Cai, Y.,Tohyama, K.,Shimizu, Y.,Ito, S.,Gao, W. “Auto-tracking single point diamond cutting on non-planar brittle material substrates by a high-rigidity force controlled fast tool servo”, Precision Engineering, Volume 49, July 2017, Pages 253-261
- [6]. Huang, W.-L.^a,Kuo, F.-C.^a,Chou, S.-C.^a,Yen, J.-Y.^aEmail Author,Tsai, I.-H.^a,Chung, T. T.^a,Hung, C.-W.^b “High-performance and high-precision servo control of a single-deck dual-axis PMLSM stage”, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 90, Issue 1-4, 1 April 2017, Pages 865-874
- [7]. Kardan, I.,Akbarzadeh, A. “Assistive control of a compliantly actuated single axis stage”, 4th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics, ICRoM 2016, 24 March 2017, Article number 7886866, Pages 313-318

EK-1

Bitirme projesi kodları aşağıdaki linktedir;

<https://github.com/BuklePelin/C/blob/master/Tek%20eksende%20kuvvet%20kontrol%C3%BC>

ÖZGEÇMİŞ



Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Hakan İGDE

Baba Adı: Hasan

Anne Adı: Sabahat

Doğum Yeri: Hatay

Doğum Yılı: 07.09.1994

İlk ve orta öğrenimini Hatay'da tamamladıktan sonra 2013 yılında Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2018 yılında lisans öğrenimine devam etmektedir.

Haberleşme Bilgileri

Adres: Şehitler mah. Kemali Ummiye cad. Çavdaroğlu Apt. D:23 Niğde/Merkez

Telefon: (+90) 545 424 09 69

E-posta: hakan.igde7@gmail.com

ÖZGEÇMİŞ



Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Anıl YILMAZ

Baba Adı: Mustafa

Anne Adı: Nilüfer

Doğum Yeri: Çorlu

Doğum Yılı: 04.12.1993

İlk ve orta öğrenimini Tekirdağ'da tamamladıktan sonra 2013 yılında Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2018 yılında lisans öğrenimine devam etmektedir.

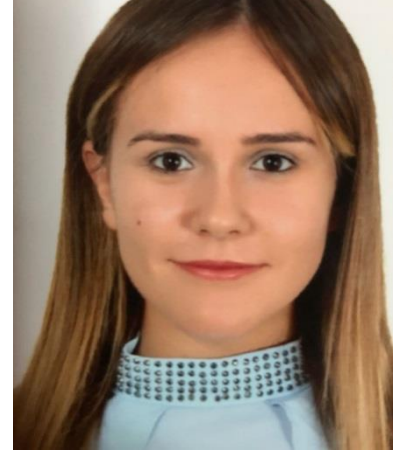
Haberleşme Bilgileri

Adres: Yenice Mah. Kemal-i Ümmiye Cad. Berköz Apt. B Blok no:17 Nigde/Merkez

Telefon: (+90) 534 339 10 68

E-posta: anilyilmaz93@windowlive.com

ÖZGEÇMİŞ



Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Bukle Pelin BAYMUŞ

Baba Adı: Mustafa

Anne Adı: Ayşe

Doğum Yeri: Adana/Kozan

Doğum Yılı: 01.01.1996

İlk ve orta öğrenimimi Kozan'da tamamladıktan sonra 2014 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı.2018 yılında lisans öğrenimine devam etmektedir.

Haberleşme Bilgileri

Adres:Aslanpaşa Mahallesi Hamam Sk No:42 Adana/Kozan

Telefon: (+90) 541 423 10 09

E-posta:buklebaymus@gmail.com , bukle_baymus@hotmail.com

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Ahmet KARATAŞ

Baba Adı: Habib

Anne Adı: Safiye

Doğum Yeri: Hatay

Doğum Yılı: 01.01.1994

İlk ve orta öğrenimini Hatay’da tamamladıktan sonra 2013 yılında Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2018 yılında lisans öğrenimine devam etmektedir.

Haberleşme Bilgileri

Adres: Şehitler mah. Kemali Ummiye cad. Çavdaroğlu Apt. D:23 Niğde/Merkez

Telefon: (+90) 534 349 94 24

E-posta: ahmetkaratas9423@gmail.com