

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİYEL TASARIM MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**3B YAZICININ MKS SBASE V 1.3 KULLANILARAK  
İNTERNET ÜZERİNDEN KONTROLÜNÜN  
İNCELENMESİ**

**Hazırlayan  
Eser ÖZENGİZ**

**Danışman  
Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mayıs 2017  
KAYSERİ**

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİYEL TASARIM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**3B YAZICININ MKS SBASE V 1.3 KULLANILARAK İNTERNET  
ÜZERİNDEN KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi )**

**Hazırlayan  
Eser ÖZENGİZ**

**Danışman  
Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN**

**Mayıs 2017  
KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

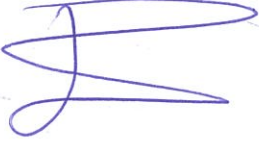
Adı-Soyadı: Eser ÖZENGİZ

İmza:



## YÖNERGEYE UYGUNLUK

“3B Yazıcının MKS SBASE V 1.3 Kullanılarak İnternet Üzerinden Kontrolünün İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.



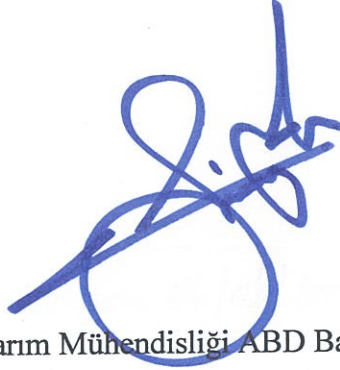
Tezi Hazırlayan

Eser ÖZENGİZ



Danışman

Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN



Endüstriyel Tasarım Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Cem SİNANOĞLU

Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN danışmanlığında Eser ÖZENGİZ tarafından hazırlanan “3B Yazıcının MKS SBASE V 1.3 Kullanılarak İnternet Üzerinden Kontrolünün İncelenmesi ” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

26 / 05 / 2017

**JÜRİ:**

Danışman : Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN  
 Üye : Yrd. Doç. Dr. Onur ÖZSOLAK  
 Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatma Nazlı SARI

*(Handwritten signatures of the jury members)*

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 06/06/2017 tarih ve 2017/25-05 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

*(Handwritten signature of Prof. Dr. Mehmet AKKURT)*  
 07 / 06 / 2017

Prof. Dr. Mehmet AKKURT



## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış aılları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu çalışmamda en büyük katkı sahibi sayın hocam Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN'e teőekkürü bir borç bilirim.

Deneysel çalışmalarım sırasında karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Bilal USANMAZ'a, Ramazan ŐENTÜRK'e, Arslan ARSLAN'a teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen aileme en içten teőekkürlerimi sunarım.

Eser ÖZENGİZ

Kayseri, Mayıs 2017

## 3B YAZICININ MKS SBASE V 1.3 KULLANILARAK İNTERNET ÜZERİNDEN KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ

Eser ÖZENGİZ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2017

Danışman: Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN

### ÖZET

3B yazıcılar yaklaşık on yıldır üretim piyasasında adından sıkça söz ettiren üretim makineleridir. Katı modelleme alanında gerçekten çığır açacak bir teknolojiye sahiptirler. Bu teknoloji insanın hayal ettiğini dakikalar içinde somut biçimde gerçekleştirmesine olağan sağlamaktadır. Çağımızın teknolojiyle birlikte 3B yazıcılar da gün geçtikçe büyük bir gelişim kaydetti ve ilerleyen zamanda katı modelleme teknolojisinin vazgeçilmez bir elemanı olacaklarının sinyallerini vermeye başladılar. İlk zamanlar küçük parçaların üretimiyle başlayan bu teknoloji şimdilerde ev, araba gibi devasa yapıların ortaya konmasında rol oynamaktadır.

Bu tez çalışmamızda 3B yazıcının yapımı incelendi, 3B yazıcının oluşumu gerçekleştirildi. Bu 3B yazıcı yapılırken seri bağlantı sistemine ek olarak internet üzerinden bağlantı yapmasını sağlayacak donanımlarda eklendi. Bu bağlantının sağlanması için özel bir 3B yazıcı kartı olan MKS SBASE V 1.3 kontrol kartı kullanıldı. Bu kontrol kartı direk olarak modem LAN girişine ağ kablosu ile bağlantılı olup 3B yazıcının internet üzerinden kontrolünün sağlanmasına olanak sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** 3B Yazıcı, MKS SABSE V 1.3, Katı Modelleme, Ethernet

**INVESTIGATION OF 3D PRINTER BY USING MKS SBASE V 1.3 TERMS OF  
CONTROL ON THE INTERNET**

**Eser ÖZENGİZ**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**M.Sc. Thesis, January 2017**

**Supervisor: Doç. Dr. Sezai Alper TEKİN**

**ABSTRACT**

3D printers are production machines that have been frequently mentioned in the production market for about ten years. They have a truly groundbreaking technology in the field of solid modeling. This technology makes it possible for people to materialize in concrete ways for the minute they imagine. With using this technology, 3D printers have made great strides and have begun to signal that they will become an indispensable element of solid modeling technology. This technology, which started in the early days with the production of small parts, now plays a role in the creation of huge structures such as houses and cars.

In this thesis study, the construction of the 3D printer was examined and the formation of the 3D printer was realized. In addition to the serial connection system, this 3D printer has been added to the hardware that will allow connection over the internet. A dedicated 3D printer card, the MKS SBASE V 1.3 control card, was used to provide this link. This control card is directly connected to the LAN input of the modem LAN and allows the 3D printer to be controlled over the internet.

**Keywords:** 3D Printer, MKS SABSE V 1.3, Solid Modeling, Ethernet

## İÇİNDEKİLER

### 3B YAZICININ MKS SBAE V 1.3 KULLANILARAK İNTERNET ÜZERİNDEN KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ

#### Sayfa

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK .....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
KISALTMALAR ve SİMGELER .....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>

#### 1. BÖLÜM

1.1. Kullanılan Parçaların Detaylı Anlatımı.....	4
1.1.1. Parçalar Listesi .....	4
1.1.2. Elektronik Malzemeler .....	6
1.1.2.1. Endstop / Limit Switch .....	6
1.1.2.2. J-HEAD HOT END VE 12V 40W ISITICI KARTUŞ.....	9
1.1.2.3. Step Motor (Nema 17).....	10
1.1.2.4. Mk3 Al 12V Isıtmalı Tabla.....	13
1.1.2.5. Micro SD Card.....	14
1.1.2.6. Soğutucu Fan .....	14
1.1.2.7. Power Supply (12V 15A) .....	15
1.1.2.8. Maker Base (MKS SBASE V 1.3) .....	16

## 2. BÖLÜM

2.1. 3B Yazıcının Şasi Kurulumu .....	18
2.2. 3B Yazıcının Kontrol Kartının (MKS SBASE V 1.3) Ayarlanması.....	22
2.2.1. MKS SBASE V 1.3'ün Güncellenmesi .....	22
2.2.2. MKS SBASE V 1.3 'ün Kablo Bağlantılarının Yapılması .....	25
2.2.3. MKS SBASE V 1.3 'ün Konfigürasyon Dosyası .....	28
2.3. 3B Yazıcının Filament İtme Kısımının Oluşturulması .....	29
2.4. Mk3 A1 12V Isıtmalı Tablanın Kablolaması.....	31
2.5. Filament Makarasının Montajı.....	33
2.6. 3B Yazıcının Ethernet Bağlantısının Yapılması ve Web Ara Yüzü Kullanımı .....	34

## 3. BÖLÜM

3.1. 3B Yazıcının Maliyet Hesabı.....	40
3.2. Birkaç 3B Yazıcının ve Gerçekleştirilen 3B Yazıcının Özellikleri, Fiyatları ve Gerçekleştirilen 3B Yazıcının Üstünlükleri .....	42
3.3. 3B Yazıcı Extruder Sıcaklık Derecesi .....	51
3.4. 3B Yazıcıda Parça Basılırken Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri .....	52
3.4.1. Filament Akışındaki Sorunlar ve Çözümleri .....	52
3.4.2. PLA Filamentin Isıtmalı Tablaya Yapışmaması .....	54
3.4.3. Ergimiş Filamentin Extruderin Çeşitli Kısımlarından Taşması .....	55
3.4.4. Z Eksenindeki Ötelemenin Ayarlanması.....	56
3.4.5. Step Motorların Aşırı Isınması .....	57
3.5. 3B Yazıcıda Basılan Birkaç Parça Örneği .....	60

## 4. BÖLÜM

4.1. Tartışma ve Sonuç.....	61
4.2. Öneri.....	62
KAYNAKÇA.....	64
ÖZGEÇMİŞ .....	66

**KISALTMALAR ve SİMGELER**

<b>Kısaltma</b>	<b>Anlamı</b>
3B	Üç Boyutlu
SLS	Selective Lazer Sintering
FDM	Fused Deposition Modelling
MIT	Massachusetts Institute of Technology
Cm	Santimetre
Mm	Milimetre
M	Metrik
V	Voltaj
W	Watt
A	Amper
Al	Alüminyum
IP	Internet Protocol
PC	Personal Computer
Kg	Kilogram
ABS	Akrinolitril Butadin Stiren
PLA	Poli Laktik Asit
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
STL	Stereolitography
TL	Türk Lirası

**TABLULAR LİSTESİ**

Tablo 1.1. Şasi malzemeleri.....	4
Tablo 1.2. Hareket malzemeleri.....	5
Tablo 1.3. Elektronik malzemeler.....	5
Tablo 1.4. Nema 17 Step motorun teknik özellikleri.....	13
Tablo 1.5. Şasi malzemelerinin maliyeti.....	41
Tablo 1.6. Hareket malzemelerinin maliyeti.....	42
Tablo 1.7. Elektronik malzemelerin maliyeti.....	42
Tablo 1.8. Birkaç ticari 3B yazıcı ile gerçekleştirilen 3B yazıcının özelliklerinin kaşılaştırılması.....	43



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1 Limit Switch'in Kısımları.....	7
Şekil 1. 2 Endstop / Limit Switch .....	8
Şekil 1. 3 J-Head Hot End.....	9
Şekil 1. 4 Isıtıcı Kartuş.....	10
Şekil 1. 5 Nema 17 Step Motor Örneği.....	11
Şekil 1. 6 Nema 17 Step Motorun Kesiti .....	11
Şekil 1. 7 Step Motorun Çalışma Şeması.....	12
Şekil 1. 8 Mk3 Al 12V Isıtmalı Tabla.....	13
Şekil 1. 9 Micro SD Card.....	14
Şekil 1. 10 Soğutucu Fan .....	14
Şekil 1. 11 Power Supply (12V 15A) .....	15
Şekil 1. 12 Power Supply Giriş ve Çıkış Katları.....	16
Şekil 1. 13 Maker Base (MKS SBASE V 1.3).....	16
Şekil 1. 14 MKS SBASE V 1.3 Kablolama Planı.....	17
Şekil 2 . 1 3B Yazıcı Ara Malzemeleri .....	18
Şekil 2 . 2 Şasi Kurulumu İçin Gerekli Metal Malzemeler.....	19
Şekil 2 . 3 İşlem Yapılan Profiller.....	19
Şekil 2 . 4 Şasinin Alt Kısmı .....	20
Şekil 2 . 5 Şasinin Üst Kısmı .....	20
Şekil 2 . 6 Şasinini Extruder Kısmı.....	21
Şekil 2 . 7 Üst Kısım ve Extruder Kısmının Birleşimi.....	21
Şekil 2 . 8 3B Yazıcının Şasisi .....	22
Şekil 2 . 9 PC'nin MKS SBASE V 1.3 Kartını Tanımaması.....	23
Şekil 2 . 10 MKS SBASE V 1.3'ün Güncellenmesi.....	23
Şekil 2 . 11 Güncelleme Dosyasının Çağırılması .....	24
Şekil 2 . 12 Güncellemenin Başarılı Olması .....	25
Şekil 2 . 13 Kablo Bağlantıları.....	27
Şekil 2 . 14 Şasi Kurulumu ve Kablo Bağlantıları Yapılmış 3B Yazıcı .....	27
Şekil 2 . 15 Filament İtici Kısmı Malzemeleri.....	29
Şekil 2 . 16 Filament İtici Kısım .....	30

Şekil 2 . 17 Mk3 Al 12V Isıtmalı Tablanın Pinlerinin Kablolanıp Lehimlenmesi .....	31
Şekil 2 . 18 Termistörün Yerleştirilmesi .....	32
Şekil 2 . 19 Termistörün Bağlanması .....	32
Şekil 2 . 20 Filament Makarasının Montajı.....	33
Şekil 2 . 21 Kontrol Kartının IP Adresi Tespiti.....	34
Şekil 2 . 22 Smoothie Web Ara Yüzü.....	37
Şekil 2 . 23 Extruderin Isıtılması.....	38
Şekil 2 . 24 Extruderin Sıcaklık Ölçümü.....	38
Şekil 2 . 25 3B Yazıcıya Dosya Yüklenmesi.....	39
Şekil 2 . 26 3B Yazıcıda Parça Basımına Başlanması.....	39
Şekil 3 . 1 Raise 3D N2 Plus(Çift Extruder) 3B Yazıcı .....	42
Şekil 3 . 2 Ultimaker 3 3B Yazıcı .....	43
Şekil 3 . 3 Ultimaker 2+ 3B Yazıcı .....	44
Şekil 3 . 4 Zaxe X1 3B Yazıcı .....	45
Şekil 3 . 5 Ultimaker 2 3B Yazıcı .....	46
Şekil 3 . 6 Makeblock mGiraffe 3B Yazıcı.....	47
Şekil 3 .7 Gerçekleştirilen 3B Yazıcı.....	48
Şekil 3 .8 PLA Malzeme İçin Extruder Sıcaklık Grafiği .....	51
Şekil 3 .9 ABS Malzeme İçin Extruder Sıcaklık Grafiği .....	52
Şekil 3 .10 Filament Teflon Tüp Boru .....	53
Şekil 3 .11 Extruder Soğutma Fanı .....	54
Şekil 3 .12 Isıtmalı Tablanın Mavi Maskeleyenme Bandı İle Kaplanması .....	54
Şekil 3 . 13 Yazıcıda Basılan Birkaç Parça.....	60
Şekil 4 . 1 Filament Makara Tutucu Örneği.....	63

## GİRİŞ

3B yazıcı teknolojisi aslında günlük hayatta da çok kullanılan, basit bir teknolojiye sahip olan, silikon tabancası diye nitelendirebileceğimiz ve genelde birleştirme, yapıştırma işlerinde kullanılan bir teknolojiden doğmuştur.

Üç boyutlu ortamda yazdırma işlemini yapabilen cihazlara üç boyutlu (3B) yazıcılar olarak tanımlanmaktadır. 3B yazıcılar bilgisayarda yapılan tasarımı diğer bir alete gerek duymadan üretebilme özelliğine sahiptirler. 3B yazıcılar çalışmaları göz önüne alındığında evlerde veya iş yerlerinde kullanılan yazıcılarla oldukça benzerlik göstermektedir. Kâğıda basma işlemi yapan yazıcıların yazdırdıkları malzemenin kalınlığı oldukça ince iken, 3B yazıcılarda malzeme üst üste gelerek, katmanlar oluşturarak yazdırma üç boyutlu olmaktadır. Tasarlanan bir aksesuar ya da makine parçası bu yazıcılarda üretilip kolaylıkla kullanılabilir. Aynı zamanda, çoğunlukla harici makineye veya işleme ihtiyaç duyulmaksızın ürün kullanılabilir duruma gelmektedir [2].

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, birçok yönden çok farkı olan malzemeleri ve çeşitli teknolojileri kullanarak üç boyutlu modeli katman katman ayırıyor ve bu katmanları teker teker, aşağıdan yukarıya doğru tasarlanan modeli oluşturarak, bir ürünü meydana getirmemize olanak sağlamaktadır. Yani bir aleti, eşyayı ya da herhangi bir nesneyi bilgisayar kullanarak dijital olarak tasarlayarak, ürünün örneğini 3B yazıcı sayesinde dakikalar içinde somut olarak elde etme imkanı oluşmaktadır. Şu anda mevcut hiçbir üretim tekniği ile üretilmeyen parçalar ve bu parçaların değişik geometrileri yani farklı şekillerde ürünler elde edilebilmektedir. Nano boyutlardaki ölçeklerde; bir toz zerresi kadar olabilecek nesnelere en ince detayına kadar üç boyutlu olarak basılabilmektedir. Bilgisayarda çizilen model ile yazıcıdan çıkan model birbirinin tamamen aynı olduğu söylenebilir [3]. Üç boyutlu yazıcılar ilk olarak 1970'li senelerin sonlarına doğru bilim dünyasının gündemine yerleşmeye başlamıştır.

O yıllarda boyutsal anlamda çok büyük olup oldukça pahalı makinelerdi [1].

İlk 3B yazıcı Charles Hull tarafından 1984 yılında üretilmiştir. 1986 yılında 3B yazıcılar için ilk şirket kurulmuştur. 1988 yılında kurulan bu şirket tarafından geliştirilen SLA-250 adında ilk 3B yazıcı tanıtılmıştır ve yine aynı yıl içerisinde Selective Laser Sintering (SLS) ve Fused Deposition Modelling (FDM) teknolojileri keşfedilmiştir. 1993 yılında Massachusetts Institute of Technology (MIT) iki boyutlu yazıcılarda kullanılan inkjet teknolojisinden yola çıkarak yeni bir yazıcı tasarımı ortaya koydu ve buna 3 Dimensional Printing (3DP) ismi verildi. İlk renkli baskılar bu yazıcılarda üretildi. 1995 yılında üç boyutlu yazıcıların satışı yapılmaya başlandı. 1996 yılında Z Corporation yüksek çözünürlüğe sahip ürünler üreten ilk üç boyutlu yazıcıyı tasarladı. Bu yazıcı aynı zamanda renkli basım yapabilme yeteneğine de sahipti. 2007 yılında Reprap adıyla ilk açık kaynak kodlu yazıcılar piyasaya çıkmaya başladı. Dolayısıyla üç boyutlu yazıcıları gelişme ortamı, kullanım alanları hızla artmıştır. 2008 yılında Object Geometries şirketi, Connex500 ile eş zamanlı olarak farklı malzemeler kullanarak ürün üretebildi. 2009 yılından itibaren Makerbot ve 3D Systems'in geliştirmiş olduğu Cubify gibi modeller sayesinde ev tipi üç boyutlu yazıcıların satışları giderek artmıştır [1].

Son zamanlarda 3B yazıcı teknolojisi takı, süs eşyaları, ev aletleri, ayakkabı vb. tasarımında, endüstriyel ürün ve mimari tasarımlarda, inşaat modellerinde, yapı işlerinde, otomotiv sektöründe, havacılık-uzay sektöründe, dişçilik ve tıp sektöründe, eğitim kurumlarında, haritalama sistemlerinde ve birçok farklı alanlardaki bilimsel çalışmalarda neredeyse bütün ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin özel sipariş üzerine tasarlanmış robotlar, oyuncaklar ya da aksesuarlar çok farklı şekil ve renklerde üretilebilmektedir. Daha yaratıcı, inovatif ve özgün sanat eserleri sergilenebilmektedir. Yakın zamanda, otomobil parçaları, uçak gibi hava araçlarının dış kabukları ve devasa parçaları, üretim tesislerinde oldukça büyük boyutlardaki yazıcılarla zamanımızdakinden çok daha hızlı üretilebilecektir. Örneğin Boeing bazı uçak parçalarını, Audi ise bazı otomobil parçalarını şu anda bu şekilde imal etmeye başlamıştır. Klasik otomobillerde de temin edilemeyen yedek parçaları 3B yazıcılar ile üretilebilmek artık mümkün olmaktadır [4].

3B yazıcıların sanayi, ofis ya da ev tipi olmak üzere farklı büyüklükte modelleri var, ancak büyüklüğe ve modele bağlı olarak makinelerin fiyatı da artıyor. Kullandıkları malzemelere ve teknolojilerine göre fiyatları yaklaşık 2000 TL ile 100.000 TL arasında değişiyor. Örneğin termo plastik malzeme kullanan, “kendin yap” tipi bir üç boyutlu yazıcının fiyatı yaklaşık 2000 TL iken, lazer kullanan ve çeşitli alaşım tozları ile metal ürünler üretebilen bir yazıcı 100.000 TL ye satılıyor [5].

Üç boyutlu yazıcılarda kullanılan tekniğin geleneksel üretimde kullanılan işleme ya da biçimlendirme tekniklerinden hayli farklı olduğunu görüyoruz. Malzemenin delme ya da kesme gibi işlemler sonucunda çıkarılıp uzaklaştırılması esasına dayanan geleneksel talaş kaldırma tekniğinin tersine, üç boyutlu yazıcı ile gerçekleştirilen üretimin, malzeme eklemeye yönelik bir teknoloji olduğu anlaşılıyor. Geleneksel üretim teknolojisiyle bir ürün elde edebilmek için ürünün bilgisayarda hazırlanmış çizimine, destekleyici üretim ekipmanlarına (kalıp, takım, fikstür vb.), çeşitli imalat makinelerine ve ham maddeye ihtiyaç duyuluyor. Hayli pratik ve verimli olan 3B yazıcı teknolojisinde ise bilgisayar çizimi, malzeme yığıma özelliğine sahip üç boyutlu yazıcı ve ham madde dışında başka donanıma ihtiyaç duyulmuyor. Farklı birçok malzeme kullanılabilir. Ayrıca ham madde gereksiniminin ve fire miktarının kullanılan diğer klasik yöntemlere göre hayli az olduğu biliniyor. Üç boyutlu modelleme ile esnek ve maliyet açısından etkin bir üretim sağlanıyor [6].

Bu tez çalışmasında da yukarıda belirttiğimiz gibi termo plastik malzeme kullanan, “kendin yap” tipindeki, piyasada mevcut başka bir 3B yazıcı incelenecek ve kolaylıkla temin edilebilecek elektronik ve mekanik parçalar tanıtılacaktır. 3B yazıcının bu parçalar ile nasıl oluşturulduğu açıklanacaktır. Ayrıca tezin diğer önemli bir kısmı ise bu yazıcının internet üzerinden bağlantısı yapılması ve bu bağlantının nasıl gerçekleştirildiğinin açıklanmasıdır.

## 1.BÖLÜM

### 3B YAZICININ İNCELENİP, KULLANILAN PARÇALARIN DETAYLI ANLATILMASI

#### 1.1.Kullanılan Parçaların Detaylı Anlatımı

Kullanılan bütün parçalar şasi malzemeleri, hareket malzemeleri ve elektronik malzemeler olarak listelendi.

##### 1.1.1. Parçalar Listesi

Tablo 1.1. Şasi malzemeleri

20x20 Sigma profil 39cm 2 adet
20x20 Sigma profil 35cm 2 adet
20x20 Sigma profil 32cm 3 adet
M8mm İndüksiyonlu mil 42cm 4 adet
M8 İndüksiyonlu mil 37cm 2 adet
M5 Gijon 33cm 2 adet (Gijon:Dişli mil)
M6x40 Alyan civata 6 adet
M6x40 Alyan civata 6 adet
M6 Pul 6 adet
M4x10 Alyan civata 32 adet
M4x40 Alyan civata 2 adet
M4 Tırtıklı somun 32 adet
M4 Somun 4 adet

M4 Pul 32 adet
M3x40 Havşa civata 8 adet
M3x25 Havşa civata 5 adet
M3x20 Havşa civata 1 adet
M3x10 Havşa civata 3 adet
M3x35 Alyan civata 2 adet
M3x25 Alyan civata 6 adet
M3x12 Alyan civata 6 adet
M3x10 Alyan civata 8 adet
M3 Fiberli somun 40 adet
3B Yazıcı ile basılan parçalar

Tablo 1.2. Hareket malzemeleri

Kasnak GT2 16 diş 2 adet
Kayış GT2 2m
Esnek Kaplin M5 2 adet
Lineer rulman 1m modeli M8 11 adet
MK8 dişli 1 adet
1m Teflon tüp boru
50mm x 50m Mavi maskeleme bandı

Tablo 1.3. Elektronik malzemeler

Endstop / Limit Switch 3 adet
J-Head Hot End ve 12V 40W Isıtıcı Kartuş
Step Motor (Nema 17) 5 adet
Mk3 Al 12V Isıtmalı Tabla
Micro SD card
Soğutucu Fan
Power Supply (12V 15A)
Maker Base (MKS SBASE V1.3)

Çalışmada sadece elektronik malzemelerin açıklaması yapılacaktır çünkü hareket ve şasi malzemeleri piyasada bilindik ve herkesin kullarımlarını kolay öğrenebileceği malzemelerden oluşuyor.

## **1.1.2. Elektronik Malzemeler**

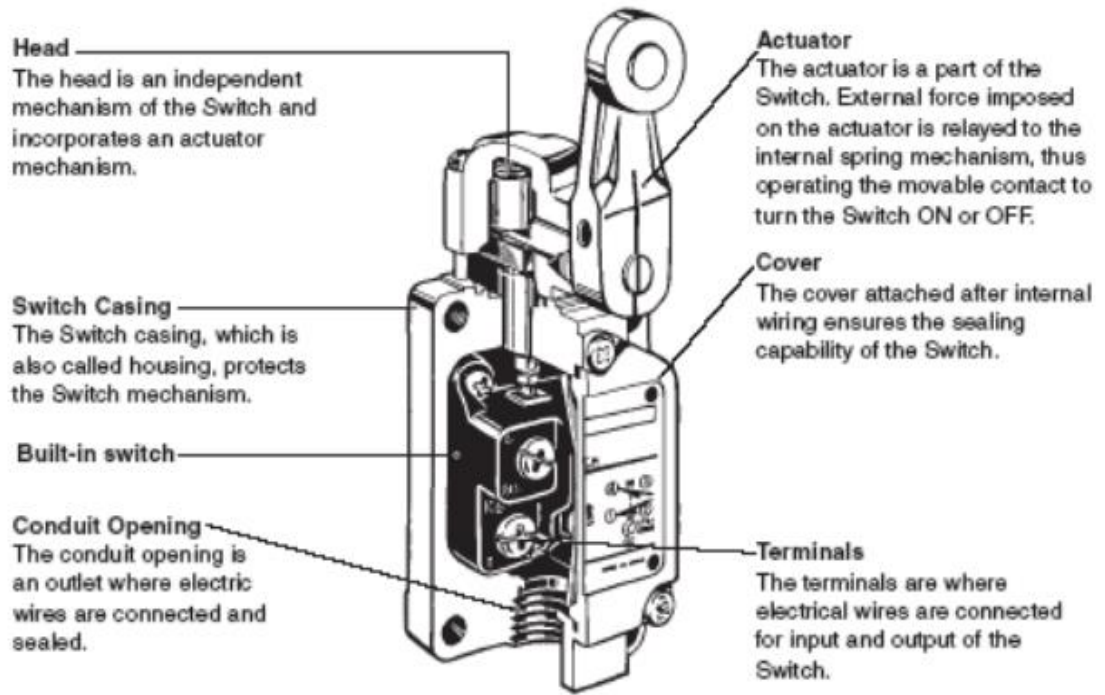
### **1.1.2.1. Endstop / Limit Switch**

Limit switchler ya da diğer adıyla sınır anahtarları, hareketli bir mekanizmanın dokunması sonucu mekanik olarak tahrik edilir ve bu tahrikle elektriksel kontakları pozisyon değiştiren elektriksel bir anahtardır [10]. Limit switchteki kontakların pozisyon değiştirmesi, yani kapalı konumdan açık konuma veya açık konumdan kapalı konuma geçmesi sayesinde herhangi bir elektrik devresinde açılma veya kapanma meydana gelir [10].

Limit switchler, tüm makinelerde, otomatik hareket eden sistemlerde, geçiş turnikelerinde, otopark giriş çıkış kapılarında, yolcu ve yük asansörlerinde, hidrolik ve pnömatik sistemlerde, yüksek tonajlı vinç sistemlerinde, motorlu vana aktüatörlerinde, otomatik açılıp kapanan kanatları olan merkezi havalandırma sistemlerinde, otomobil tamirhanelerinde kullanılan liftlerde önemli işlevleri olan elemanlarıdır [11].

Birçok çeşidi ve farklı alanlarda kullanılan limit switchler çok farklı tiplerde üretilirler. Uygulayıcı ve teknik tasarımcı kendi mekanizmasına ve çalışma koşullarının özelliklerine göre uygun seçimi yapmalıdır. Limit switch darbeli ve zor ortam koşullarına maruz kalınacak bir yerde kullanılıyorsa metal gövdeli, daha kolay koşullarda kullanılıyorsa plastik gövdeli tipler tercih edilmelidir. Ortamda reaktif olan kimyasallar ve asitler varsa, plastik gövdeli kullanım açısından daha uygun olurlar. Çünkü plastiklerin korozyon dayanımı metallere göre daha iyidir. Uygulamanın şekline göre, IP sınıfı, kontak yapısı ve kontak sayısı, kafa formu, gövde büyüklüğü gibi faktörler göz önünde bulundurularak seçim yapılır [11].

Birçok çeşidi ve farklı alanlarda kullanılan limit switchler çok farklı tiplerde üretilirler. Uygulayıcı ve teknik tasarımcı kendi mekanizmasına ve çalışma koşullarının özelliklerine göre uygun seçimi yapmalıdır. Limit switch darbeli ve zor ortam koşullarına maruz kalınacak bir yerde kullanılıyorsa metal gövdeli, daha kolay koşullarda kullanılıyorsa plastik gövdeli tipler tercih edilmelidir. Ortamda reaktif olan kimyasallar ve asitler varsa, plastik gövdeli kullanım açısından daha uygun olurlar. Çünkü plastiklerin korozyon dayanımı metallere göre daha iyidir. Uygulamanın şekline göre, IP sınıfı, kontak yapısı ve kontak sayısı, kafa formu, gövde büyüklüğü gibi faktörler göz önünde bulundurularak seçim yapılır [11].



Şekil 1. 1 Limit Switch'in Kısımları [10]

Limit switchler genelde normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) olmak üzere iki adet ani hareketli (snap action) kontağa sahiptir. Kontak sayıları ve açık kapalı durumları farklı olan ani veya yavaş hareketli (slow action) kontaklara sahip olan limit switchler de mevcuttur [10].

Limit switchler genelde yaylı (spring return) mekanizmayla çalışırlar. Yani üzerine kuvvet uygulandığı zaman kontakların pozisyonu değişir, uygulanan kuvvet kaybolduğu zaman da kendini reset ederek eski pozisyonuna dđner. Bazı uygulamalarda kalıcı anahtarlama gereklidir. Yani limit switchin üzerine bir kuvvet geldiği zaman limit switchin kontakları pozisyon değiştirir ancak kuvvet kaybolduğu zaman kontaklar eski pozisyonuna gelmez. Limit switchin eski pozisyonuna gelmesi için elle mşdahale edilip bir resetleme yapılması gereklidir. Bu tşr limit switchlere resetli limit switch denir. En temel uygulama alanları asansörlerde ki hız regşlatörleridir [10].

Bu çalışmada kullanılan şrşn, Ramps V1.4'te de kullanılan tşm açık kaynaklı 3 boyutlu yazıcılarda kullanılabilir bir limit switch'tir. Endstop / Limit switch'in işlevi, doğrusal hareketin belirli bir alan veya uzunluk ile sınırlandırılmasını sağlamaktır. şekil 1.2'de gđsterilen Endstop / Limit switch, yazıcı üzerinde şase veya doğrusal miller üzerine, baskı başlığının durdurulmasının istendiği koordinatlarda uygun şekilde yerleştirilir.



şekil 1. 2 Endstop / Limit Switch

### 1.1.2.2. J-HEAD HOT END VE 12V 40W ISITICI KARTUŞ

Şekil 1.3'te gösterilen J-Head Hot End, hobi olarak yapılan açık kaynaklı 3B yazıcılarda rahatlıkla kullanabilen önemli bir sistem elemanıdır. Filamenti kontrollü bir şekilde yönlendirilip eriyik hale getiren ve baskı tablası üzerine bırakan elemandır. Nozzleun değiştirilmesiyle istenilen hassasiyet ayarı yapılabilir [7]. 1.75 mm ABS ve PLA filamentler için uygundur.



Şekil 1. 3 J-Head Hot End

Isıtıcı kartuşlar, 3B yazıcılarda ısıtıcı kütüğün ısıtılması amacıyla kullanılırlar. Kartuş sayesinde ısınan alüminyum kütük içerisinde filament eriyik hale geçer. Şekil 1.4'te gösterilen bu ürünümüz 12V 40W ile çalışmaktadır. Ürün, ısıtıcı tarafı hot-end içerisinde yerleştirilir ve diğer tarafı da MKS SBASE V 1.3'ün üzerine takılarak kullanılır.



Şekil 1. 4 Isıtıcı Kartuş

### 1.1.2.3. Step Motor (Nema 17)

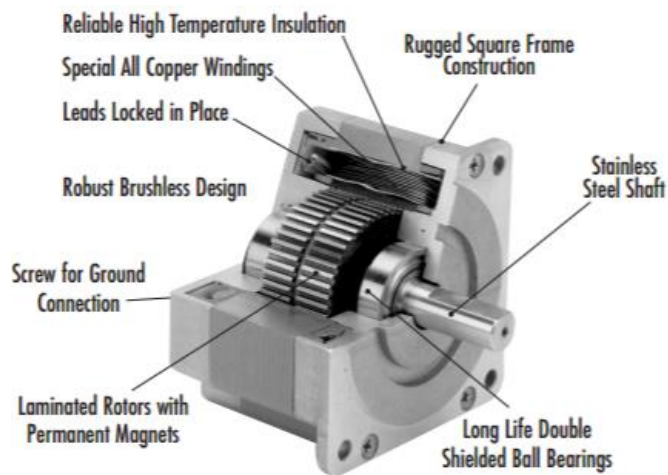
Step motor, elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren eletro-mekanik bir elemandır. Elektrik enerjisi alındığı zaman rotor ve rotora bağlı şaft, sabit açısal birimlerde (adım-adım) dönme hareketine başlar. Step motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlamaı sağlayan bir step motor sürücüsüne bağıdırlar. Bu sürücü, bir encoderden veya PC'den giriş darbeleri (pals) alır. Alınan her giriş darbesi sayesinde, motor bir adım ilerler. Adım motorlar bir turunda attığı adım sayısı ile adlandırılırlar [8].

Örneğin 400 adımlık bir adım motor tam bir tur attığında ( $360^\circ$ ) 400 adım atmış olur. Böylece bir adımın açısı  $360/400 = 0.9^\circ$  derecedir.  $0.9^\circ$ , bu adım motorunun hassasiyetinin göstergesidir. Bir devirdeki adım sayısı arttıkça adım motor hassasiyeti ve tabii ki maliyeti artar [8]. Şekil 1.5'te de bu çalışmada seçtiğimiz Nema 17 step motoru görülmektedir.



Şekil 1. 5 Nema 17 Step Motor Örneği [12]

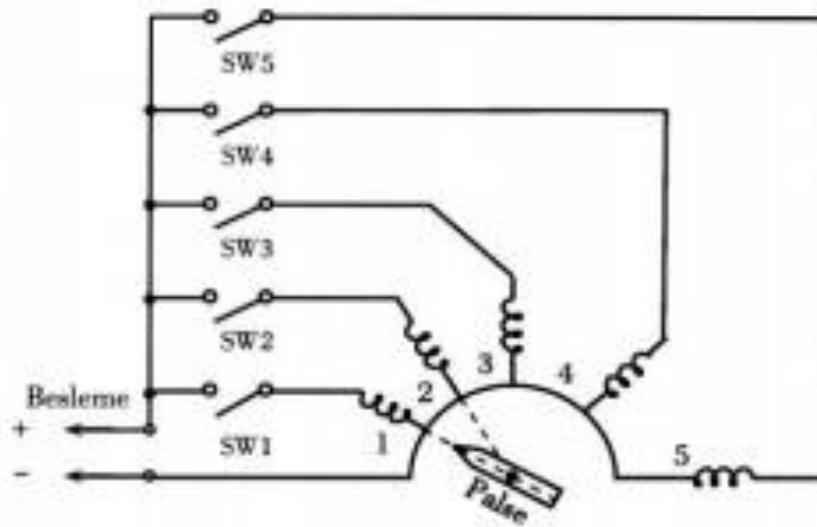
Step motorlar, yarım adım ayarında çalıştırılırsa hassasiyetleri biraz daha artar. Örnek olarak 400 adım/tur değerindeki bir step motor, yarım adım ayarında tur başına 800 adım yapar. Bu da  $0.9^\circ$  olan değeri daha hassas olan  $0.045^\circ$  olan bir değere çeker. Bazı adım motorlarda mikro adım tekniği sayesinde adım açılarının daha da azaltılması mümkündür [8].



Şekil 1. 6 Nema 17 Step Motorun Kesiti [12]

Bir step motor Şekil 1.6.'de görüldüğü gibi stator, rotor, bunları kapatan bir dış zarf, rotora bağlı şaftın rahat hareket etmesini sağlayan rulmanlardan oluşmuştur.

Step motorun çalışma esasları Şekil 1.7.'de gösterilmiştir. Anahtarlar ile sargılara enerji verildiği zaman rotor enerji verilen sargının karşısına gelerek durur. Bu dönme miktarı motorun yapısına bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bu dönme açısı step motorlar için önemli bir kriterdir. Step motorun sürekli hareket etmesi isteniyorsa sargılara sırasıyla enerji verilmelidir. Bir sargıya enerji verildiğinde rotor sargının karşısına gelerek durur. Diğer sargıya enerji gelene kadar burada kilitlenir. Bu da step motorların bir diğer özelliğidir [8].



Şekil 1. 7 Step Motorun Çalışma Şeması

Step motor seçileceği zaman birçok kriter dikkat edilmelidir. En iyi seçimin yapılabilmesi için ekonomik olması, kapsamlı mekanik yapı, yükün durumu ve elektronik sürücü devre ihtiyaçları önemli kriterlerdir. En kolay seçim motorun tork ihtiyacı bakımından verimliliği esas alınarak yapılandır [8].

Bu çalışmada step motor seçiminde birkaç kriter ve Tablo 1.4'teki özellikleri göz önüne alınarak Nema 17 step motor çeşidi kullanıldı. Nema 17 Step motor, 3B yazıcıların doğrusal hareket sistemlerinde ve baskı başlığında bulunan itici dişi sürebilmek için kullanılır. Üzerinde standart 5 mm mil bulunur. Devir kontrolü step motor sürücüleri ile sağlanır.

Tablo 1.4. Nema 17 Step motorun teknik özellikleri

Devir	200 adım/tur
Çalışma Voltajı	2.8V
Ölçüler	42.3 x 42.3 x 38 mm
Tutunma Torku	3.7kg-cm

#### 1.1.2.4. Mk3 Al 12V Isıtmalı Tabla

Mk3 Al ısıtmalı tabla, ABS basması beklenen 3 boyutlu yazıcılarda kullanılmalıdır. Kullanılan sisteme göre 12V veya 24V çalışma voltajı ile çalışabilir. MK3 Al modelinin diğer modellerden en önemli farkı, üzerinde 2 mm kalınlığında Alüminyum bir tabaka bulunmasıdır. Bu sayede homojen ısı iletimi kolay bir şekilde sağlanmış olur. Ürün tüm açık kaynaklı 3 boyutlu yazıcılarda kullanılabilir.



Şekil 1. 8 Mk3 Al 12V Isıtmalı Tabla

### 1.1.2.5. Micro SD Card

Micro SD Card, çıkarılabilir flash hafıza kartları için bir biçimdir ve çoğunlukla cep telefonlarında kullanılır. Aynı zamanda elde taşınabilen GPS aletlerinde, portatif medya oynatıcıları, dijital ses oynatıcıları, genişletilebilir USB flash bellekler, için kullanılırlar. Bu çalışmada yazıcıda oluşturmak istenen parçaların çizimlerini depolamak için Şekil 1.9 da gösterilen Micro SD Card kullanılmıştır.



Şekil 1. 9 Micro SD Card

### 1.1.2.6. Soğutucu Fan

3B yazıcıda kullanılan malzemelerin bazıları elektronik malzemeler olduğu için sistemde ister istemez ısınmalar meydana gelecektir. Bu ısınmalar 3B yazıcıda herhangi bir hasara yol açabilir veya elektronik malzemelerin çalışma verimliliğini etkileyebilir. Bu aksaklıkları kısmen önlemek için Şekil 1.10 da gösterilen soğutucu fan kullanımı gerekmektedir.



Şekil 1. 10 Soğutucu Fan

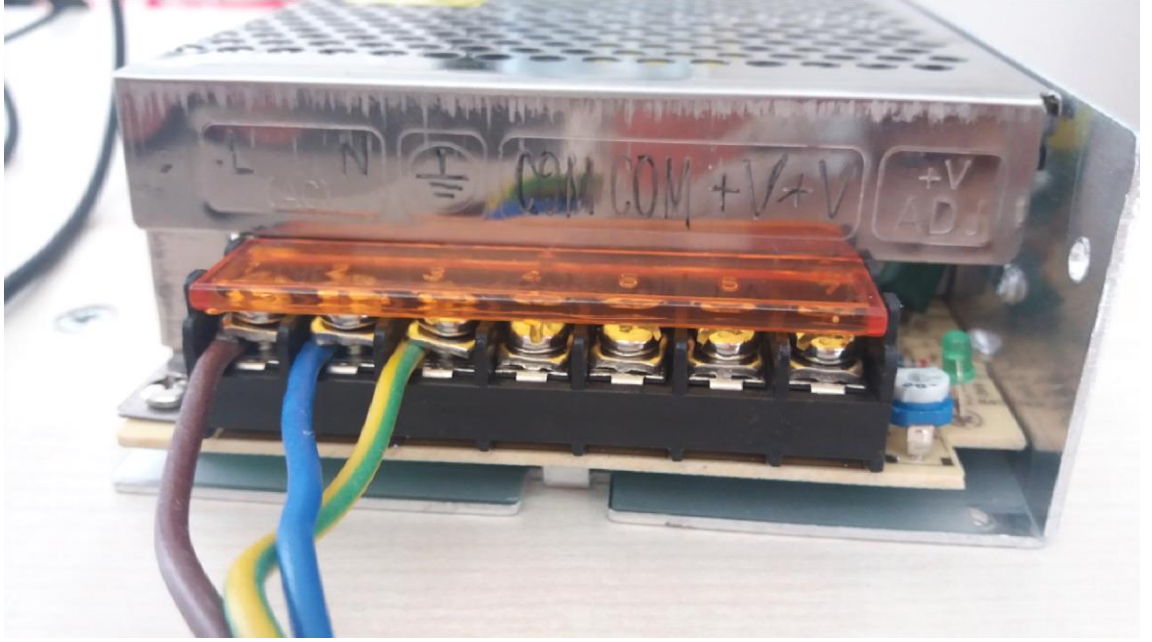
### 1.1.2.7. Power Supply (12V 15A)

Power Supply bir sistem ya da düzeneğin ihtiyacı olan enerjinin sağlanması için kullanılan bir güç kaynağıdır. Nasıl bir el feneri için pil, cep telefonu için şarj, pili doldurmak için adaptör birer güç kaynağı ise Power Supply da 3B yazıcı için bir güç kaynağıdır. 3B yazıcıda ki elektronik elemanların çalışabileceği voltaj değeri 12V olduğu için Şekil 1.11 de görülen 12V 15A'lık bir Power Supply seçildi.



Şekil 1. 11 Power Supply (12V 15A)

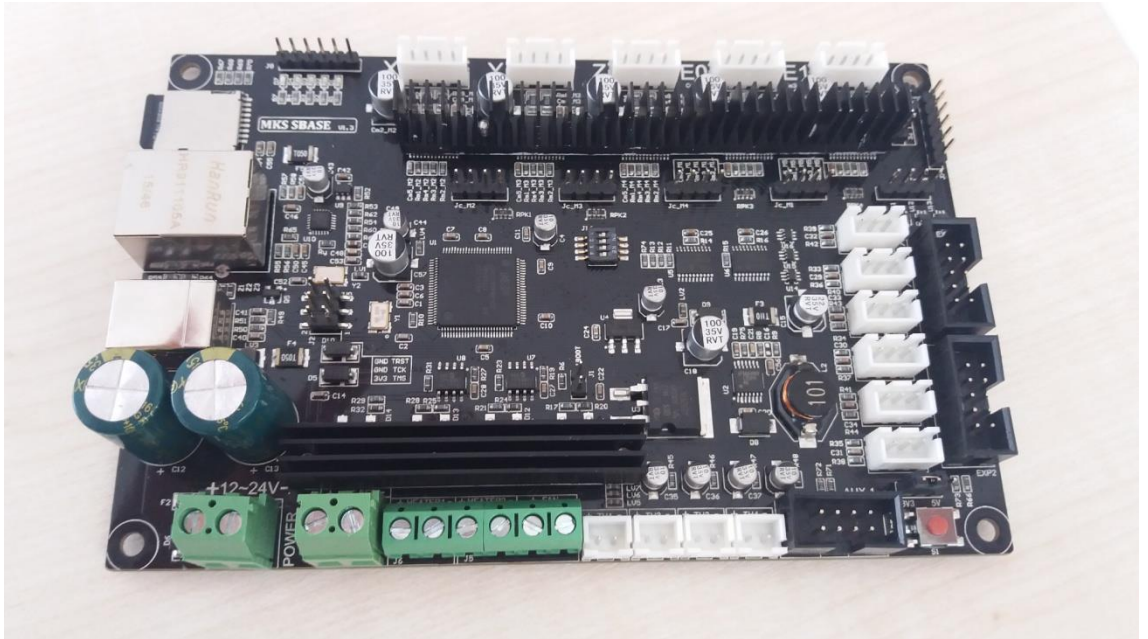
Power Supply bağlanırken öncelikle şehir şebekesine bağlı olan prize takılan herhangi bir fişin 3 bacağı belirlenir ve bu bacaklar Power Suplly'nin L, N, Toprak işareti olan giriş katlarına bağlanır. Şekil 1.12'de ki gibi yeşil-sarı renkte olan kablo şehir şebekesinin toprak hattıdır ve bu Toprak işareti olan giriş katına, mavi ve kahverengi renkte olan kablolar ise şehir şebekesinin faz ve nötr hattıdır, bunlar da L ve N giriş katlarına bağlanır. Yine Şekil 1.12'de görüldüğü gibi Power Supply'nin 4 adet çıkış katı vardır. Bu katları kullanarak 3B yazıcıımıza gerekli enerji sağlanmıştır. Şekil 1.13'te görüldüğü gibi 2 adet "COM" ve 2 adet "+V" çıkış katı görülmektedir. "COM" çıkış katlarından herhangi biri 3B yazıcıyı kontrol eden MKS SBASE'in "-" girişine, "+V" çıkış katlarından herhangi biri de "+" girişine bağlanacaktır. Böylece 3B yazıcıya gereken enerji sağlanmış olacaktır.



Şekil 1. 12 Power Supply Giriş ve Çıkış Katları

#### 1.1.2.8. Maker Base (MKS SBASE V 1.3)

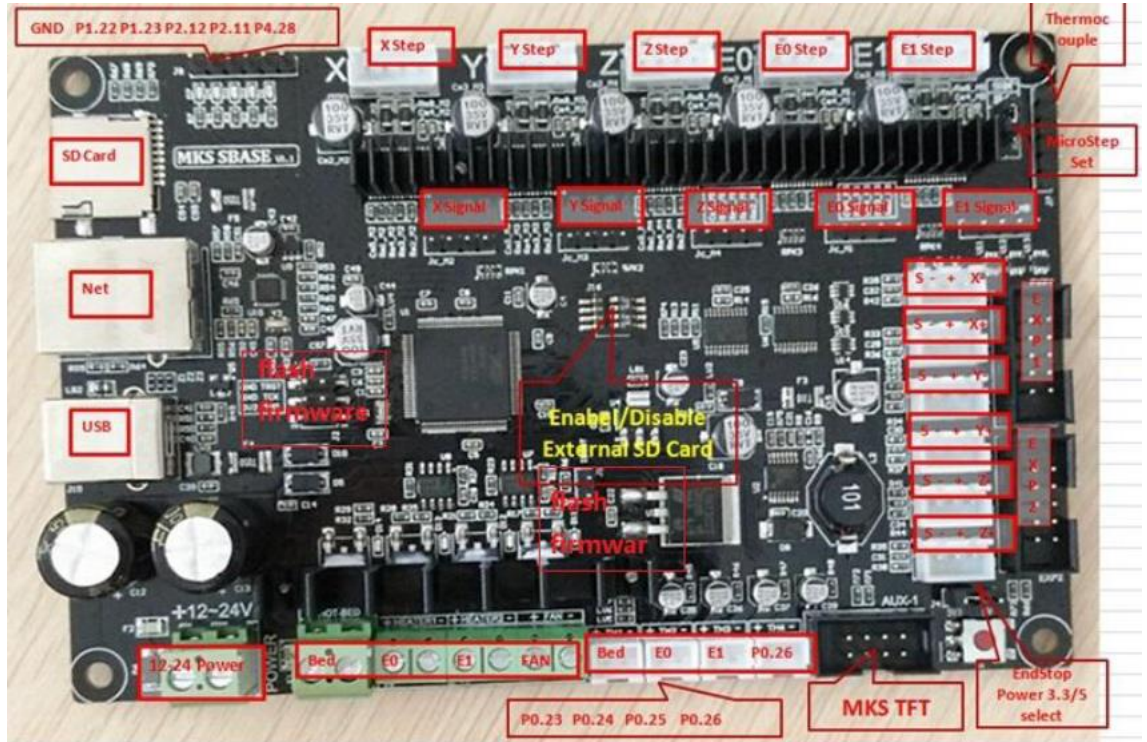
3B yazının kontrolünü sağlayacak kart Maker Base markasının MKS SBASE V 1.3 modeli olan karttır.



Şekil 1. 13 Maker Base (MKS SBASE V 1.3)

MKS SBASE V 1.3 Özellikleri;

- 1) Kartta 32bit 100M Cortex-M3 MCU-LPC 1768 kullanılıyor ve bu performansını büyük ölçüde geliştirmiştir [9].
- 2) Kart Geliştirilmeye müsait olan açık kaynak kodlu Smoothieware yazılımını büyük ölçüde destekler [9].
- 3) Kart Network bağlantısını sağlar ve internet tarayıcısı ile uzaktan kontrol edilebilir [9].
- 4) 32-microstep'i destekleyen ve çok iyi soğuma sağlayan DRV8825 step motor sürücülerini kartın içine gömülüdür [9].
- 5) Kartta Step motorun hasar görmesini önleyecek şekilde gelen akım ayarlanabilir [9].
- 6) Soğutma için yüksek kaliteli FR-4 4 tabakalı PCB kullanılır [9].
- 7) Profesyonel güç çipi kullanılarak 12V-24V DC giriş desteklenir [9].
- 8) Kart 12864LCD ve MKS TFT dokunmatik ekran ile çalışabilir [9].



Şekil 1. 14 MKS SBASE V 1.3 Kablolama Planı

Şekil 1.14'te elektronik malzemelerin kart üzerinde nerelere bağlanacağı gösterilmiştir. Tezin ilerleyen kısımlarında bu bağlantılar detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

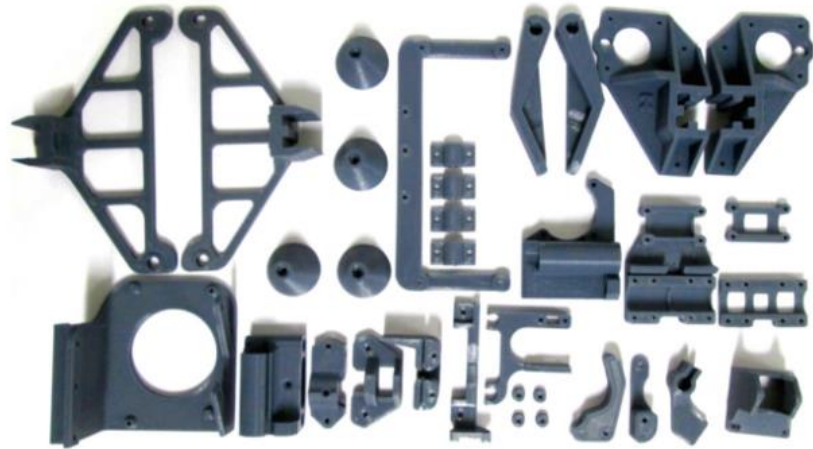
## 2.BÖLÜM

### YÖNTEM

3B yazıcılar çalışma eksenlerine, kullanılan motor cinslerine, üretilecek parçaların maximum ve minimum boyutlarına, extruderın cinsine ve şekline göre farklı yapı ve şasi şekillerine sahip olabilirler. Ayrıca 3B yazıcıyı kontrol edecek olan elektronik kartta birçok farklı kart arasından seçilebilir. Bu çalışmaya uygun olacak şekilde bir şasi kurulumu ve kontrolünün gerçekleştirilebileceği şekilde bir elektronik kart seçimi yapıldı.

#### 2.1. 3B Yazıcının Şasi Kurulumu

Şasiyi kurmaya başlamadan önce profillerin ve millerin montajını gerçekleştirmek için ([https://www.dropbox.com/sh/b266pcv4pa47vi8/AAC7l\\_ur0UkYLwHLyYXYnStda/Fatih%20Bölük%27ün%20Koyduğu%20STL%27ler?dl=0](https://www.dropbox.com/sh/b266pcv4pa47vi8/AAC7l_ur0UkYLwHLyYXYnStda/Fatih%20Bölük%27ün%20Koyduğu%20STL%27ler?dl=0)) linkinden elde edilebilecek STL formatındaki gerekli olan ara malzemeler başka bir yazıcıdan çıktı olarak alınmıştır.



Şekil 2 . 1 3B Yazıcı Ara Malzemeleri

Bu malzemeler aslında kullanım yerine göre ahşaptan da elde edilebilir ama montaj süresinin kısılması ve daha stabil bir şasi kurulması için daha uygundur.



Şekil 2 . 2 Şasi Kurulumu İçin Gerekli Metal Malzemeler

Şekil 2.2. de görünen sigma profillerin ölçüleri soldan sağa sırasıyla 32 cm, 35 cm ve 39 cm dir. İndiksiyonlu miller ise soldan sağa 2 adet 37 cm ve 4 adet 42 cm dir.



Şekil 2 . 3 İşlem Yapılan Profiller

İlk olarak Şekil 2.3'te görüldüğü gibi 32 cm uzunluğunda olan profilleri iki ucundan 10 mm uzak olacak şekilde matkabın M6 ucu ile delinir.

Sonrasında 39 cm olan profilin iki ucunu ve 35 cm olan profilin tek ucunu ortasındaki kare yere M6 lık klavuz ile dış açılır. Dış açıldıktan sonra profiller M6x40 lık civata ile birleştirilebilir. Ardından 42 cm iki adet indiksiyonlu mil ara malzemelerden kelepçelerle şasinin alt kısmına somunlarla birleştirilebilir. Bu işlemler yapıldıktan sonra şasinin alt kısmı Şekil 2.4 teki gibi olacaktır. 3B yazıcının X eksenindeki hareketleri bu kısımda gerçekleşecektir.



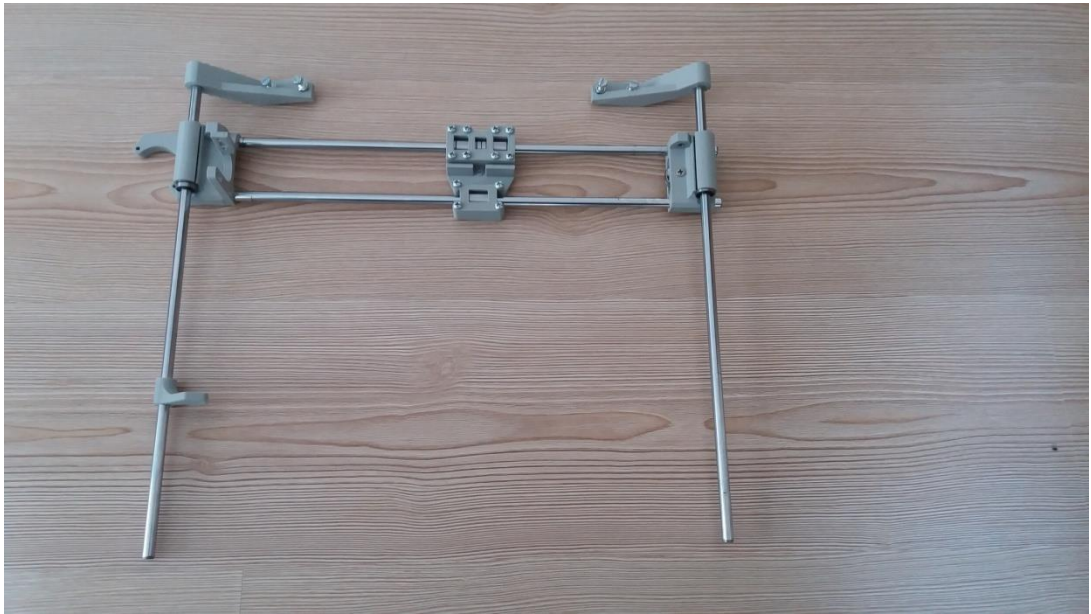
Şekil 2 . 4 Şasinin Alt Kısmı

Geriye kalan 1 adet 32 cm profil ile 2 adet 35 cm profili Z yönlü olacak şekilde ara malzemelerle birlikte montajı yapılır. Böylece şasinin üst kısmı şekil 2.5 teki halini alacaktır. 3B yazıcının Z eksenindeki hareketleri bu kısımda gerçekleşecektir.



Şekil 2 . 5 Şasinin Üst Kısmı

Son olarak geriye kalan ara malzemeleri ve 2 adet 37 cm ve 2 adet 42 cm olan indiksiyonlu miller birleştirilir. 42 cm olan miller extruderın da üzerinde olacağı ara malzemeler ile Y yönlü olarak birleştirilmelidir. Bu birleşim yapılırken lineer rulmanlar (1m modeli M8) da gerekli yerlere yerleştirilmelidir. Ardından yine ara malzemeler ile 37 cm olan miller Z yönlü olarak, lineer rulmanlar (1m modeli M8) da gerekli yerlere yerleştirilerek birleştirilmelidir. Bu kısım 3B yazıcının Y eksenindeki hareketini gerçekleştirir ve Şekil 2.6 da ki gibi olmalıdır.



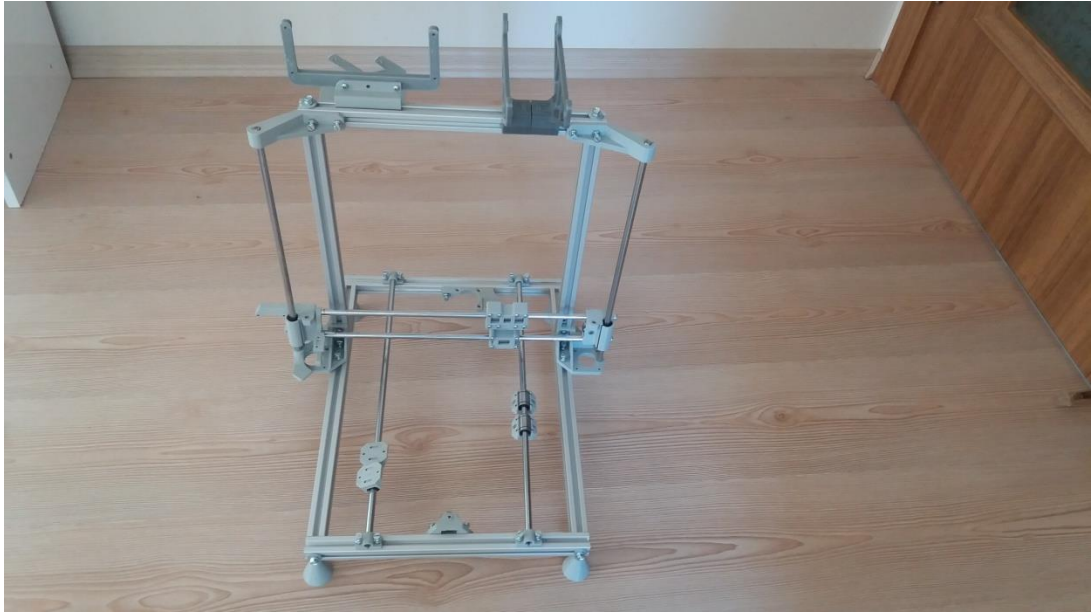
Şekil 2 . 6 Şasinin Extruder Kısımını

Oluşturulan bu üç kısım birleştirilerek şasinin montajı gerçekleştirilmiş olur. İlk olarak extruder kısmını şasinin üst kısmıyla ara malzemeler uyacak şekilde birleştirilmelidir ve üst şasi Şekil 2.7 de ki hali almalıdır.



Şekil 2 . 7 Üst Kısım ve Extruder Kısımının Birleşimi

En son olarak üst kısım ve extruder kısmının birleşimini şasinin alt kısmı ile birleştirerek 3B yazıcının şasi montajı tamamlanmış olur. Bu birleşimi yaparken ara malzeme arka tarafa 6 cm uzaklıkta olacak şekilde gerçekleştirilmelidir. Nihayetinde 3B yazıcının şasisi Şekil 2.8 de ki gibi olmalıdır.



Şekil 2 . 8 3B Yazıcının Şasisi

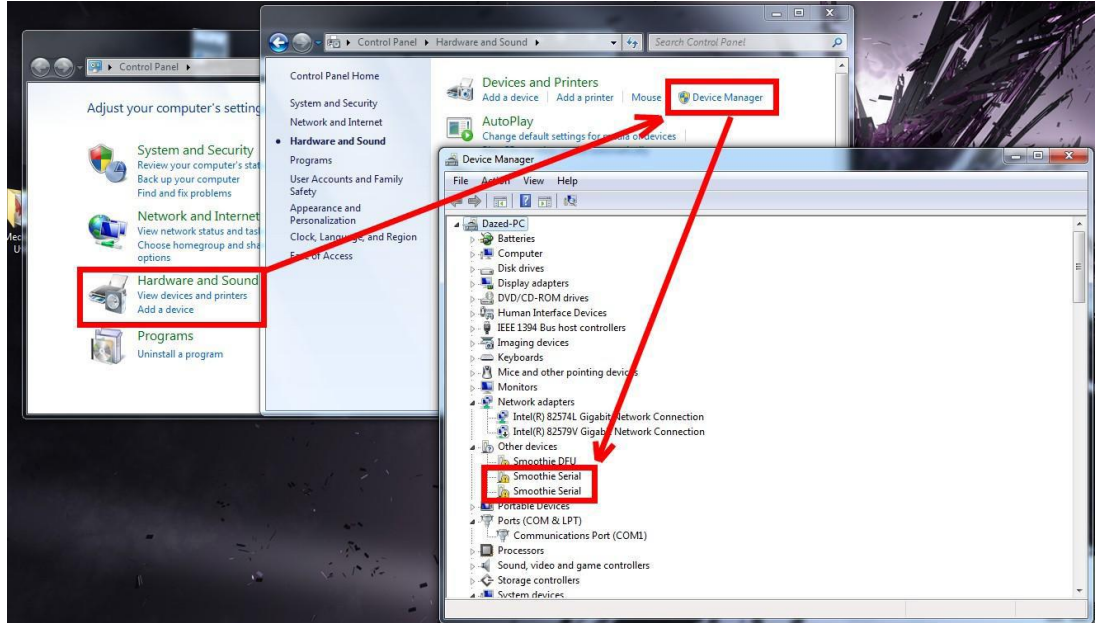
## 2.2. 3B Yazıcının Kontrol Kartının (MKS SBASE V 1.3) Ayarlanması

### 2.2.1. MKS SBASE V 1.3'ün Güncellenmesi

3B yazıcıyı kontrol etmek için kullanılan MKS SBASE V 1.3, Smoothie Board kontrol kartının bir klonudur. Dolayısıyla MKS SBASE V 1.3 kartını kullanabilmek için önce 3B yazıcılarda kullanılan, firmware yazılımlarından bir firmware olan "Smoothieware" yazılımı ve "congif" dosyası kartın SD kartına yüklenmelidir.

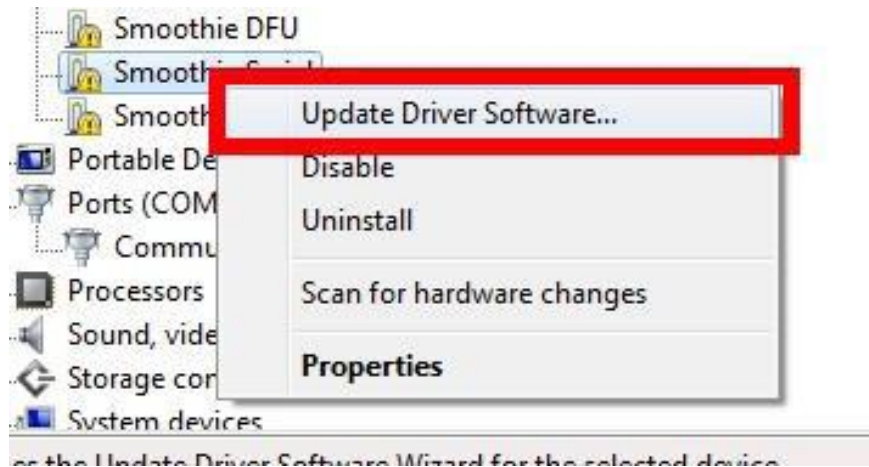
Firmware yazılımı "[https://github.com/ Smoothieware/ Smoothieware/ blob/ edge/ FirmwareBin/ firmware.bin](https://github.com/Smoothieware/Smoothieware/blob/edge/FirmwareBin/firmware.bin)" linkinden, "config" dosyası ise "[https://github.com/ Smoothieware/ Smoothieware/ tree/ edge/ ConfigSamples/ Smoothieboard](https://github.com/Smoothieware/Smoothieware/tree/edge/ConfigSamples/Smoothieboard)" linkinden indirilebilir. [9]

Kartı PC ye takıldığı zaman kartı güncellemediği için Şekil 2.9 da görüldüğü gibi PC kartı tanımayacaktır. MKS SBASE V 1.3'ü güncellemek için önce "<http://smoothieware.org/windows-drivers>" linkinden "smoothieware-windows-signeddriver-v1.0.zip" dosyası indirilir. [9]



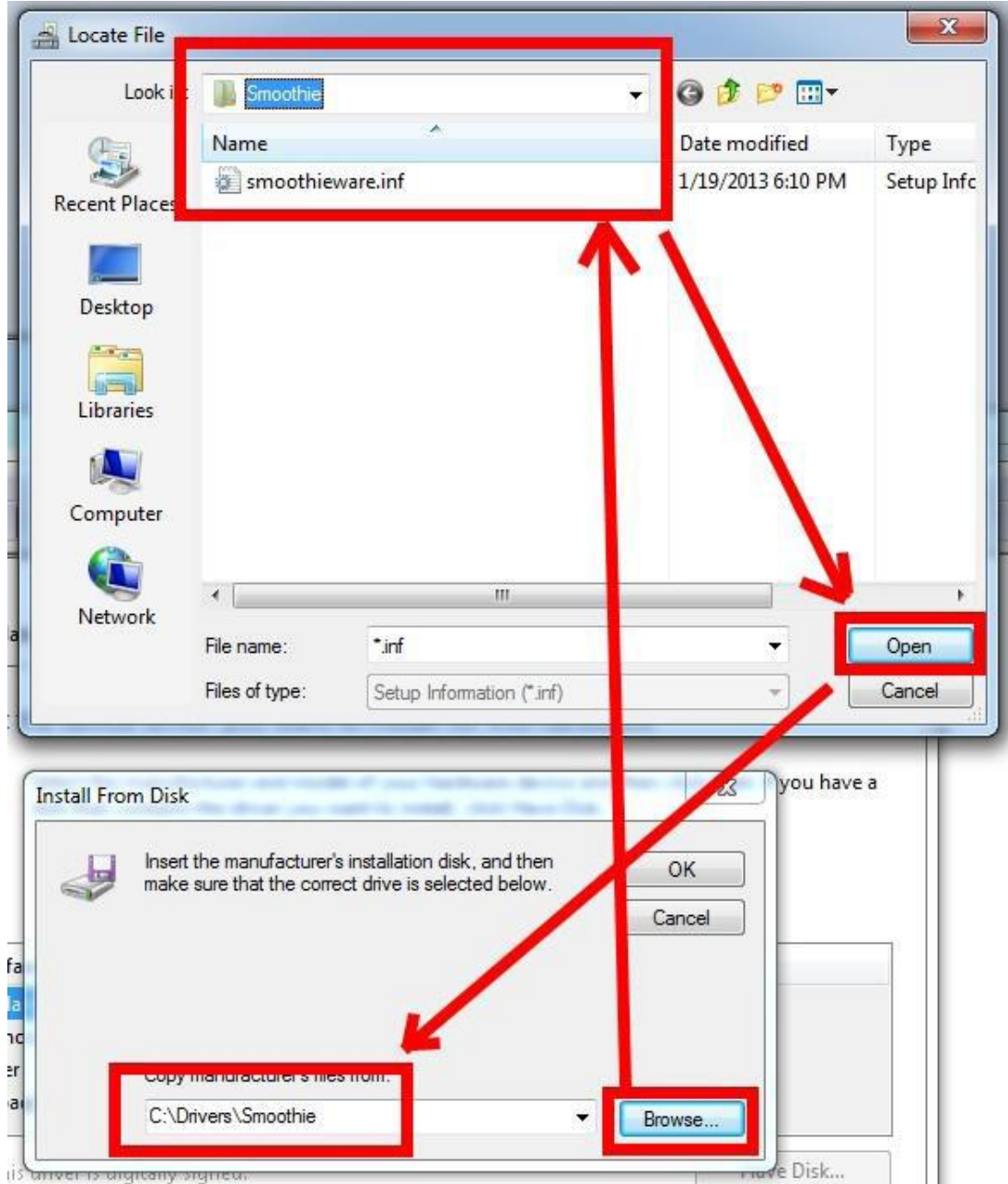
Şekil 2 . 9 PC'nin MKS SBASE V 1.3 Kartını Tanımaması [9]

Sonra sıkıştırılmış olan dosya masaüstünde önceden açılan "Smoothieware" dosyasının içine çıkartılır. Çıkarılan bu dosya MKS SBASE V 1.3 kartının güncellemesidir. Sonra Şekil 2.10 da görüldüğü gibi "Smoothie Serial" e sağ tıklanır ve aygıtın güncellenmesi istenir.[9]



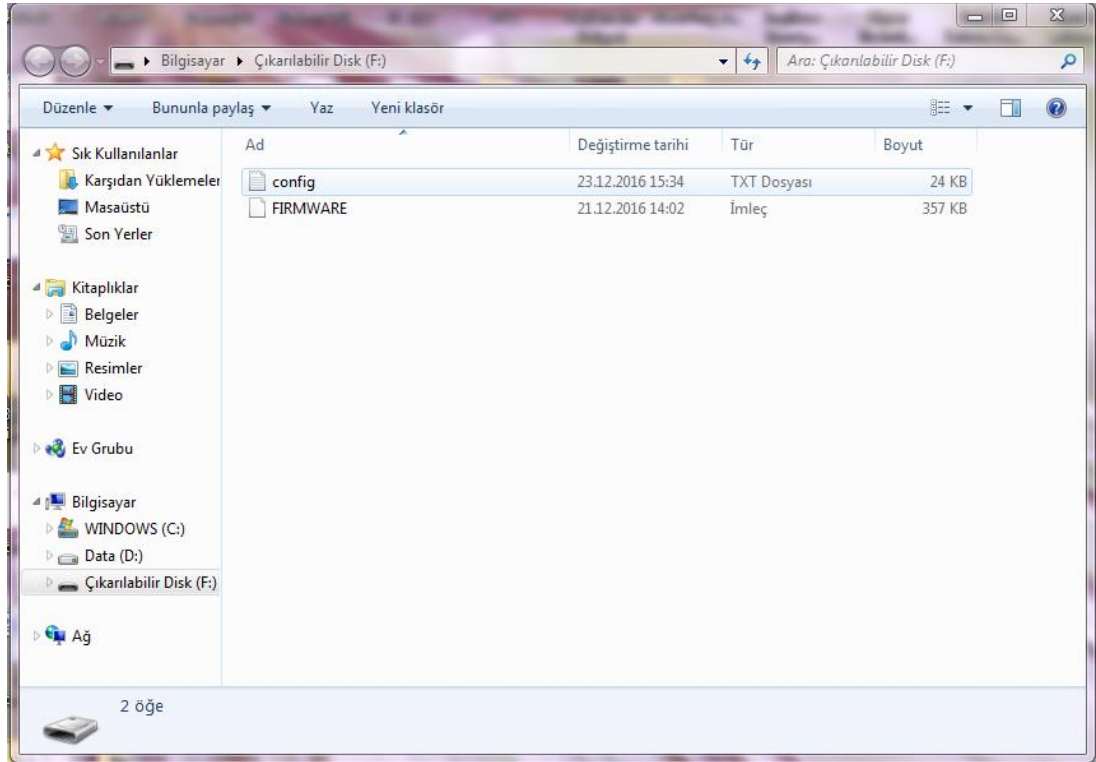
Şekil 2 . 10 MKS SBASE V 1.3'ün Güncellenmesi

Daha sonra Şekil 2.11'de de görüldüğü gibi masa üstüne açılan "Smoothieware" dosyasının içindeki "smoothieware.inf" dosyası çağırılır ve güncellememiz tamamlanmış olur. [9]



Şekil 2 . 11 Güncelleme Dosyasının Çağırılması [9]

Eğer güncelleme doğru yapıldıysa Şekil 2.12 de görüldüğü gibi önceden MKS SBASE V 1.3'ün SD kartına yüklenen "firmware" dosyasının güncellemeden sonra büyük harflerle yazıldığını görmemiz gerekir. Bu aşamada bittikten sonra MKS SBASE V 1.3 kullanıma hazır hale gelecektir.



Şekil 2 . 12 Güncellemenin Başarılı Olması

### 2.2.2. MKS SBASE V 1.3 'ün Kablo Bağlantılarının Yapılması

3B yazıcı kablo bağlantıları yapılırken bağlantıları yapılacak elemanlar şunlardır;

- 5 adet step motor
- 3 adet Endstop/ Switch
- Extruder İstima Kablosu ve Isı Sensörü
- Güç kaynağı (Power Supply)
- Soğutucu Fan

Yukarıda sayılan elemanlardan öncelikle step motorlar MKS SBASE V 1.3 üzerindeki gösterilen yerlere soket girişleriyle bağlanmalı. Burada dikkat edilmesi gereken çalıştırılmak istenilen eksendeki motorun soketi kart üzerinde gösterilen yere bağlanmalıdır. Bir step motoru X eksenini, bir step motor Y ve iki step motorda Z eksenini için kullanılmıştır. Ancak kontrol kartının üzerinde Z eksenini için bir giriş olduğundan bu çalışma da bu iki step motor seri olarak bağlandı ve tek soket girişi öyle değerlendirildi.

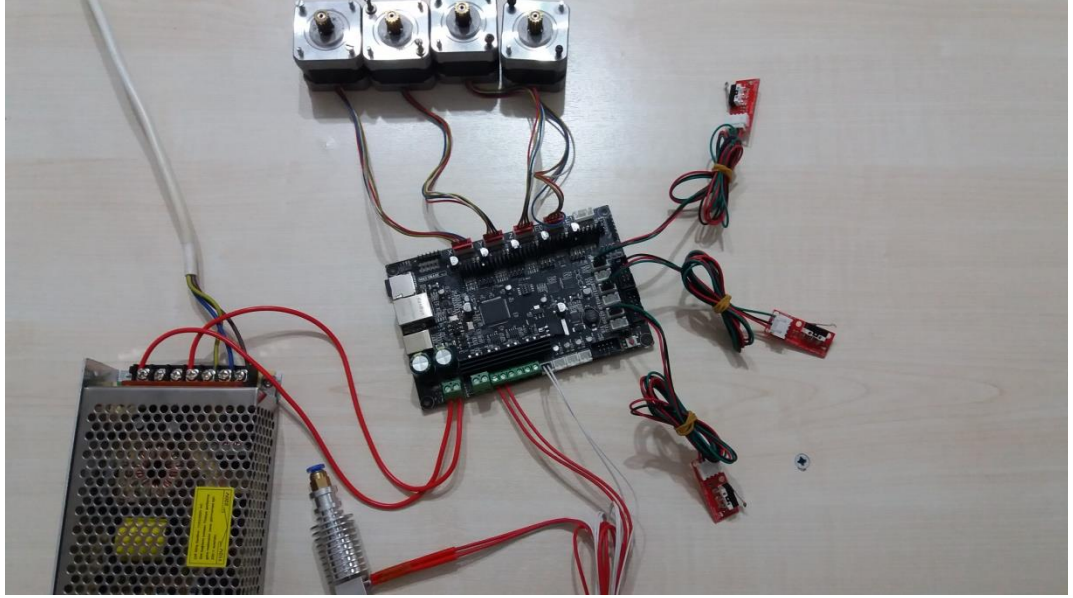
Ardından switchlerin bağlantısı yapılır. Kontrol kartı üzerinde 6 adet endstop/switch girişi var ancak 3 adet switchte yeterlidir. Switchlerde aynı step motor bağlantısında ki gibi hangi eksenin iş görmesi isteniyorsa kart üzerinde ki bağlantısı da o eksene göre yapılmalıdır. Bu çalışmada switchleri her eksen için (-) konumuna yerleştirildi. Bu yerleşim tam terside olabilir.

Daha sonra extruder ve soğutucu fan bağlantıları kart üzerinde gösterilen kısımlarla yapılır. Kontrol kartı üzerinde extruder için "heat", fan için "fan" yazan bölümler kullanılır. Bu çıkışlar enerji çıkışı olduğu için (+) ve (-) terminalleri yoktur. Direk bağlantı yapılabilir.

Son olarak güç kaynağı (power supply) bağlantısı yapılmalıdır. Güç kaynağının (+) ve (-) çıkışlarından gelen kablolar kontrol kartı üzerindeki (+) ve (-) girişlerine bağlanmalıdır. Aynı çıkışın aynı girişe bağlanması önemlidir.

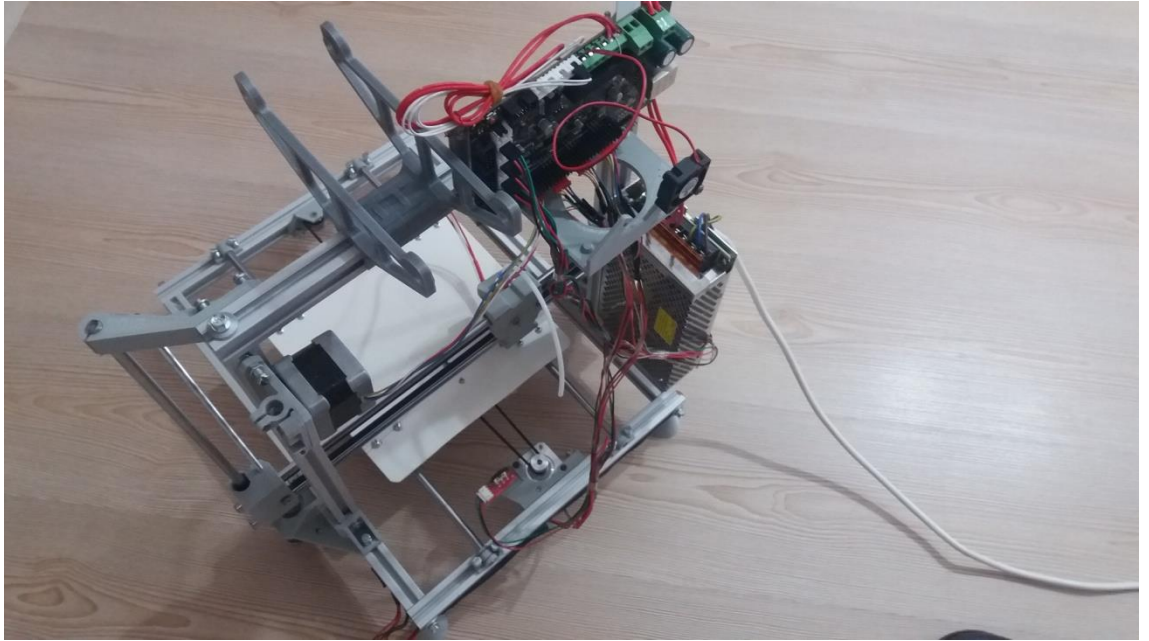
3B yazıcıyı kontrol etmek için iki farklı yöntem vardır. Eğer yazıcı seri olarak kontrol edilmek isteniyorsa yazıcının USB girişi bağlantı kablosuyla bilgisayarın USB girişine bağlanmalıdır. Ağ üzerinden kontrol edilmek isteniyorsa, ağ kablosuyla modem üzerindeki LAN girişi kontrol kartı üzerindeki network girişine bağlanmalıdır.

Bu kablo bağlantıları Şekil 2.13'te gösterilmiştir.



Şekil 2 . 13 Kablo Bağlantıları

Parçaların hepsi 3B yazıcı üzerine monte edildiği zaman kablo bağlantılarının uzatılması gerekmektedir. Bu bağlantılar uzatıldıktan sonra 3B yazıcı Şekil 2.14'deki halini alacaktır.



Şekil 2 . 14 Şasi Kurulumu ve Kablo Bağlantıları Yapılmış 3B Yazıcı

### 2.2.3. MKS SBASE V 1.3 'ün Konfigürasyon Dosyası

MKS SBASE V 1.3 güncellendiği zaman kontrol kartının SD kart hafızasında iki dosya oluşur. Bunlardan biri firmware yazılımı diğeri ise "config" isminde ki konfigürasyon dosyasıdır. Eğer 3B yazıcıda kontrol olarak herhangi bir değişiklik yapılmak istenirse konfigürasyon dosyası kullanılmalıdır. Orda yapılacak herhangi bir değişiklik 3B yazıcının kontrolünü direk olarak etkileyecektir.

Örnek olarak 3B yazıcının konfigürasyon dosyasından birkaç kısım vermek gerekirse;

# Her eksen için mm konumlarını kartezyen düzeye çevirir. Burada alpha X, beta, Y gamma ise Z eksenidir.

```
alpha_steps_per_mm      80          # Steps per mm for alpha stepper
beta_steps_per_mm       80          # Steps per mm for beta stepper
gamma_steps_per_mm     1600         # Steps per mm for gamma stepper
```

# Her eksen de ki endstopların hassasiyet ayarlarının yapılması burda yie alpha X, beta Y, gamma Z eksenidir.

```
endstops_enable          true
#corexy_homing           false
alpha_min_endstop        1.24^
alpha_max_endstop        1.25^
alpha_homing_direction   home_to_min
alpha_min                0
alpha_max                200
beta_min_endstop         1.26^
beta_max_endstop         1.27^
beta_homing_direction    home_to_min
beta_min                 0
beta_max                 200
gamma_min_endstop        1.28^
gamma_max_endstop        1.29^
gamma_homing_direction   home_to_min
gamma_min                0
gamma_max                200
```

# Kontrol kartının internet üzerinden haberleşmesi için yapılması gereken ayarlar bu kısımdan yapılır.

```

network.enable          false      # enable the ethernet network services
network.websserver.enable  true      # enable the websserver
network.telnet.enable    true      # enable the telnet server
network.ip_address      auto      # use dhcp to get ip address
# uncomment the 3 below to manually setup ip address
#network.ip_address      192.168.3.222 # the IP address
#network.ip_mask         255.255.255.0 # the ip mask
#network.ip_gateway      192.168.3.1  # the gateway address
#network.mac_override     xx.xx.xx.xx.xx # override the mac address, only do
this if you have a conflict [9]

```

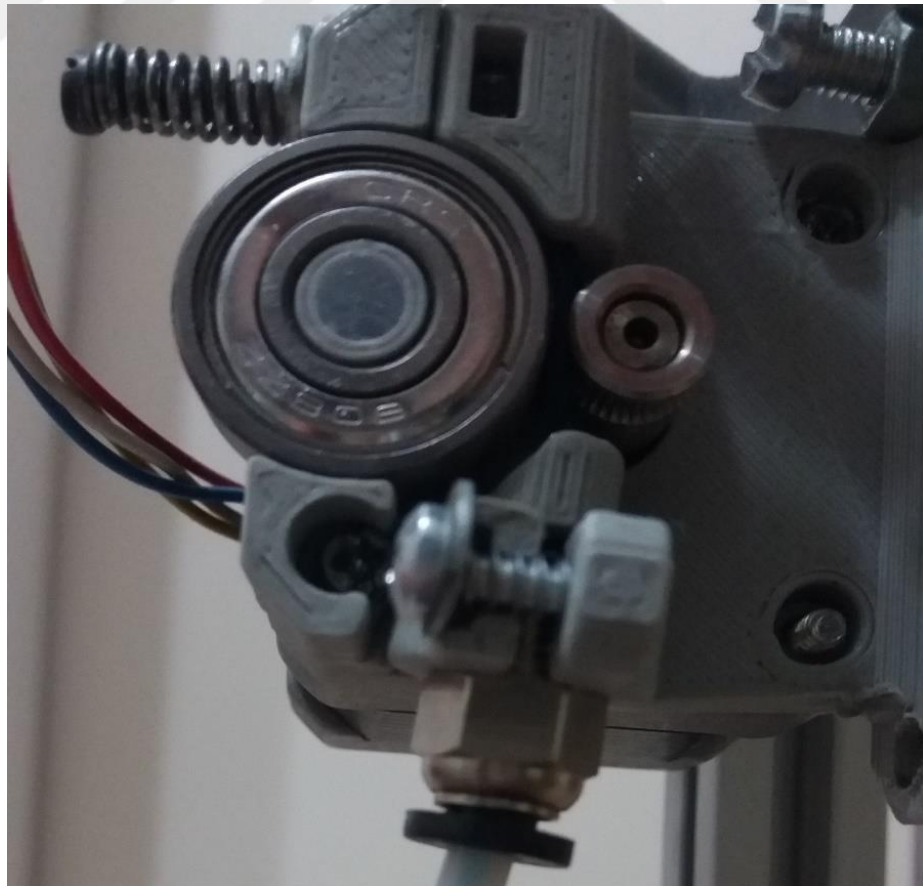
### 2.3. 3B Yazıcının Filament İtme Kısımının Oluşturulması

Kullanılacak filamentin extrudera gönderilebilmesi için step motor kasmağı ile beraber çalışacak bir rulman mekanizmasının oluşturulması gereklidir. Bu mekanizmayı oluşturmak için gerekli malzemeler Şekil 2.15 te Gösterilmiştir.



Şekil 2. 15 Filament İtici Kısım Malzemeleri

Kullanılan rulman iç çapı 8 mm olan bir rulmandır. Bu rulman, filament itici step motorun filamenti kasnağıyla itmesi sırasında filamentin kendisi ile motor kasnağı arasında sıkışmasını sağlayarak filamentin itilmesini gerçekleştirir. Rulman Şekil 2.15 te görülen plastik aparatta ki rulman yatağına monte edilmelidir. Sonra görülen M6 somun filament itici step motorun bağlı olduğu plastik aparatın uygun bölgesine yerleştirilmelidir. Daha sonra yay M6 vidanın gövdesine geçirilip, yayın kaymasını engellemek için ucuna pul koyularak step motorun plastik aparatına monte edilen M6 somuna vida sıkılmalıdır. Sıkılma işleminde dikkat edilmesi gereken husus; filamentin kasnak ve rulman arasındaki optimum rahatlığıdır. Eğer vida çok sıkılırsa, filament rulman ve kasnak arasında çok sıkışır ve rahat kaymadığından itilme gerçekleşmez. Vida az sıkılırsa, bu sefer de gerekli sürtünme kuvveti oluşmadığından yine itilme gerçekleşmez. Dolayısıyla filamentin optimum düzeyde itilmesi için sıkılma işlemi iyi ayarlanmalıdır. Montaj bittikten sonra filament itici kısım Şekil 2.16 da ki gibi olmalıdır.



Şekil 2.16 Filament İtici Kısım

#### 2.4. Mk3 Al 12V Isıtmalı Tablanın Kablolaması

Mk3 Al 12V Isıtmalı tabla eriyik haline gelen filamentin düzgün bir şekilde yapışması için kullanılır. Bu yapışmayı sağlamak için tablanın filamentin cinsine göre belli bir sıcaklığa kadar ısınması gereklidir. Bu ısınmanın gerçekleşmesi için Mk3 Al 12V ısıtmalı tablanın kablolama işlemlerinin yapılması gereklidir.

İlk olarak kullanılan güç kaynağına göre tablanın hangi pinlerinin nasıl kullanılacağı belirlenmelidir. 12V'luk bir power supply kullanılıyorsa ısıtmalı tablanın 1. pini MKS SBASE V 1.3 ün ısıtmalı tabla için ayrılan 'bed' yazan klemensinin '+' kısmına 2. ve 3. pinleri de birbirlerine seri bağlanarak '-' kısmına bağlanmalıdır. Eğer 24V'luk bir power supply kullanılıyorsa ısıtmalı tablanın 1. pini kullanılmaz ve 2. pini kontrol kartının 'bed' yazan klemensinin '+' kısmına, 3. pini ise '-' kısmına bağlanmalıdır. Bu çalışmada 12V'luk bir power supply kullanıldığı için ilk söylenen şekilde kablolama işlemi gerçekleştirildi ve Şekil 2.17 de ki gibi yapıp, lehimlendi.



Şekil 2.17 Mk3 Al 12V Isıtmalı Tablanın Pinlerinin Kablolanıp Lehimlenmesi

Daha sonra Mk3 Al 12V ısıtmalı tablanın sıcaklığını ölçmek için Şekil 2.18 de ki gibi tablanın tam ortasındaki küçük deliğe termistör yerleştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.18 Termistörün Yerleştirilmesi

Yerleştirilen termistör tablanın ulaştığı sıcaklığın, ara yüz sayesinde görülebilmesini sağlar. Bu görülen sıcaklık değerine göre ara yüz ile tabla istenilen sıcaklığa kadar ısıtılabilir ve bu sıcaklıkta sabit kalması sağlanabilir.



Şekil 2.19 Termistörün Bağlanması

Termistörün bağlantısı Şekil 2.19 da ki gibi gerçekleştirilir. Bağlantı gerçekleştirildikten sonra yanmaz bant kullanılarak termistörün kabloların ısıtmalı tablanın gövdesine yapıştırılabilir. Daha sonra da termistörün iki bacağına bağlanan iki kablo, iki pinli bir sokete bağlanıp kontrol kartının üzerindeki 'Th2' girişine bağlanmalıdır. Böylece Mk3 Al 12V ısıtmalı tablanın kablolama ve montaj işlemleri bitirilmiş olur.

### 2.5. Filament Makarasının Montajı

İlk olarak filament makarası ile filamentini sürececek olan step motorun konumlarının birbirlerine göre iyi ayarlanması gereklidir. Çünkü makaradan gelecek olan filamentin kırılma ya da bükülmelere uğramadan step motorun rulman mekanizmasına girmesi gerekmektedir. En uygun konumlandırma step motorun direk makara montajının altında olmasıdır. Ayrıca makaranın dönerken herhangi bir sürtünmeyle ya da engelle karşılaşmaması gereklidir. Çünkü böyle bir sorun motorun filamenti yeteri kadar itememesine sebep olabilir. Mevcut malzemeler ile Şekil 2.20 de ki gibi bir makara montajı gerçekleştirildi. Mevcut plastik aparatlara ek olarak yine plastik bir malzemeden iki tane, yaklaşık olarak aynı ölçülerde olan üçgen parçalar kesildi. Ve bu parçalar üç köşesinden, alınan ölçüler doğrultusunda delindi. Üçgen parçaların alttaki iki deliği önceden mevcut olan plastik malzemeler üzerindeki delikler ile karşılıklı olacak şekilde delindi.

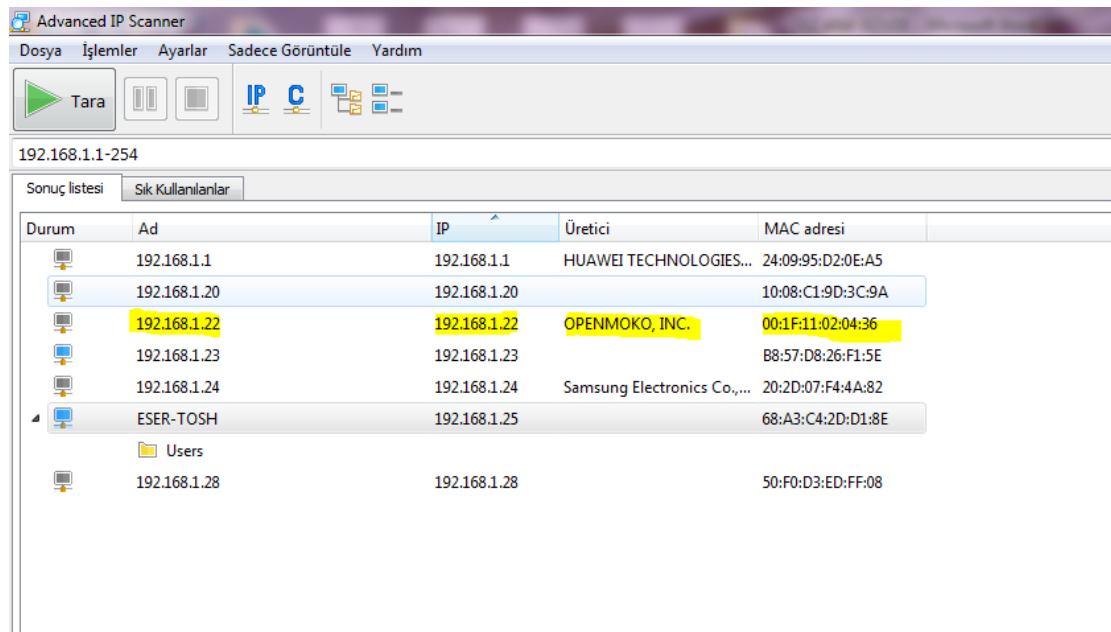


Şekil 2.20 Filament Makarasının Montajı

Üçgen parçaların üstteki deliği ise makaranın rahat hareket edebilmesi için askıda kalacak şekilde biraz üstten delindi. Sonra makaranın göbeğindeki boşluk köpük malzemeyle dolduruldu. Daha sonra yaklaşık olarak 10 cm boyutunda, M8 olan üç adet somunlu vida ile bütün parçalar Şekil 2.20 de ki gibi birleştirildi.

### 2.6. 3B Yazıcının Ethernet Bağlantısının Yapılması ve Web Ara Yüzü Kullanımı

3B yazıcının ethernet bağlantısının sağlanması için öncelikle kontrol kartı ağ kablosuyla modeme bağlanmalıdır. Sonra herhangi bir IP tarayıcısı ile ağa bağlı olan cihazların IP adreslerine ulaşılmalıdır. Bu işlem "Advanced IP Scanner" adlı bir programla gerçekleştirildi ve Şekil 2.21 de ki gibi kontrol kartına atanan (MKS SBASE V 1.3) IP adresine ulaşıldı. Sarı şerit olan kısım kontrol kartına atanan IP adresidir.



Durum	Ad	IP	Üretici	MAC adresi
	192.168.1.1	192.168.1.1	HUAWEI TECHNOLOGIES...	24:09:95:D2:0E:A5
	192.168.1.20	192.168.1.20		10:08:C1:9D:3C:9A
	192.168.1.22	192.168.1.22	OPENMOKO, INC.	00:1F:11:02:04:36
	192.168.1.23	192.168.1.23		B8:57:D8:26:F1:5E
	192.168.1.24	192.168.1.24	Samsung Electronics Co.,...	20:2D:07:F4:4A:82
	ESER-TOSH	192.168.1.25		68:A3:C4:2D:D1:8E
	Users			
	192.168.1.28	192.168.1.28		50:F0:D3:ED:FF:08

Şekil 2 . 21 Kontrol Kartının IP Adresi Tespiti

IP adresi elde edildikten sonra karta ağ üzerinden bağlanabilmek için "config" isimli dosyadan 3B yazıcının birkaç konfigürasyon ayarının değiştirilmesi gereklidir. Dolayısıyla konfigürasyon dosyasının network kısmında bazı değişiklikler yapılması gereklidir.

```

network.enable                false      # enable the ethernet network services
network.websserver.enable    true       # enable the websserver
network.telnet.enable        true       # enable the telnet server
network.ip_address           auto       # use dhcp to get ip address
#network.ip_address          192.168.3.222 # the IP address
#network.ip_mask             255.255.255.0 # the ip mask
#network.ip_gateway          192.168.3.1  # the gateway address

```

Konfigürasyon dosyasının orijinal kısmı bu şekildedir. Öncelikle;

```

network.enable                false      # enable the ethernet network services

```

satırında ki "false" kısmını "true" olarak değiştirilmelidir. Bu değişiklik kartımızı ağ bağlantısı için kullanılabilir hale getirir.

Daha sonra eğer dinamik IP kullanacaksa, ki bu çalışmada öyle yapıldı;

```

#network.ip_address          192.168.3.222 # the IP address
#network.ip_mask             255.255.255.0 # the ip mask
#network.ip_gateway          192.168.3.1  # the gateway address

```

Satırların da ki bilgiler IP tarayıcısından elde edilen bilgilerle değiştirilmelidir.

Elde edilen IP bilgileri doğrultusunda bu üç satırdaki değişimlerden sonra bu üç satır;

```

#network.ip_address          192.168.1.22  # the IP address
#network.ip_mask             255.255.255.0 # the ip mask
#network.ip_gateway          192.168.1.1  # the gateway address

```

halini alır. Bu değişikliğin yapılma sebebi; ağda 3B yazıcıya tanımlanmış olan IP adresinin 3B yazıcı kontrol kartına tanıtılmasıdır.

Bu işlemler yapıldıktan sonra kontrol kartının konfigürasyon dosyasının network kısmının son hali;

```
network.enable          true      # enable the ethernet network services
network.websserver.enable  true      # enable the websserver
network.telnet.enable    true      # enable the telnet server
network.ip_address      auto      # use dhcp to get ip address
#network.ip_address     192.168.1.22 # the IP address
#network.ip_mask        255.255.255.0 # the ip mask
#network.ip_gateway     192.168.1.1  # the gateway address
olur.
```

Eğer statik IP kullanılacaksa yine aynı şekilde IP tarayıcısından 3B yazıcının kontrol kartına atanmış IP adresi bulunur. Dinamik IP kullanılırken yapılan işlemlerden farklı olarak;

```
network.ip_address      auto      # use dhcp to get ip address
```

satırında ki "auto" kısmı "true" olarak değiştirilmelidir. Bu işlem IP adresinin dinamik değil de statik olduğunu belirtmek içindir. Yine elde edilen bilgiler sırasıyla gerekli yerlere yazılarak konfigürasyon dosyasının network kısmı bu şekilde olacaktır.

```
network.enable          true      # enable the ethernet network services
network.websserver.enable  true      # enable the websserver
network.telnet.enable    true      # enable the telnet server
network.ip_address      true      # use dhcp to get ip address
#network.ip_address     XXX.XXX.X.XX  # the IP address
#network.ip_mask        255.255.255.0 # the ip mask
#network.ip_gateway     XXX.XXX.X.X  # the gateway address
```

Burada ki "X" yerine IP tarayıcısından elde edilen bilgiler yazılacaktır.

3B yazıcının ethernet ayarları yapıldıktan sonra artık web arayüzüne bağlanılabilir. Arayüze bağlanmak için bilgisayardaki internet tarayıcısının adres çubuğuna 3B yazıcıya tanımlanan IP adresi yazılır ve birkaç saniye sonra Şekil 2.22 de ki gibi web arayüzüne bağlanmış olur. Kullanılan yazılım Smoothieboard yazılımı olduğu için kullanacak arayüz de Smoothie web arayüzü olacaktır.



Şekil 2 . 22 Smoothie Web Ara Yüzü

Web ara yüzüne bağlandıktan sonra istenilen şekilde 3B yazıcı kontrol edilebilir. Manuel kontrol de gerçekleştirilebilir, bastırılmak istenilen bir parça da bastırılabilir. Manuel kontrolde Şekil 2.22 de görüldüğü gibi X, Y ve Z eksenlerinde istenilen mesafede hareket gerçekleştirilebilir. Ya da üç eksen için de sıfır noktalarına çekilebilir.

Parça bastırılmak istendiği zaman ise önce STL formatındaki parça bir programla, örneğin Slicer, GCODE formatına çevrilmelidir. Daha sonra Şekil 2.23 te ki gibi "Heat" butonuna basılarak belirlenen sıcaklığa kadar extruder ısıtılır. Kullanılacak filament cinsine göre bu sıcaklık değişebilir. Kullanılan filament cinsine göre bu sıcaklık değeri 230 derecedir.



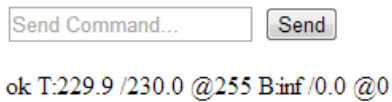
Şekil 2 . 23 Extruderin Isıtılması

"Get Temperature" butonundan Şekil 2.24 te ki gibi extruderin sıcaklığının istenilen sıcaklığa ulaşıp ulaşımadığı bilgisine ulaşılabılır.



Şekil 2 . 24 Extruder Sıcaklık Ölçümü

Extruder ısıtıldıktan sonra bastırılmak istenen parça 3B yazıcıya gönderilir. Bu işlem Şekil 2.25 te ki gibi Upload file başlığı altındaki "Dosya Seçin" butonuyla gerçekleştirilir. Dosya seçildikten sonra 3B yazıcıya yüklenir ve web ara yüzünde Şekil2.25te ki görünümü elde edilir.



## Upload File

25-Flament...1123.gcode

### Uploading file(s)

- 25-Flament%20itici%20x%201123.gcode (n/a) - 441585 bytes, last modified: Tuesday, January 03, 2017

uploaded 100%

Uploaded Ok

### Printable File list

## Şekil 2 . 25 3B Yazıcıya Dosya Yüklenmesi

Bu işlemin ardından "Printable File list" başlığının yanındaki "Refresh" butonuna basılarak Şekil 2.26 da ki gibi basılacak parça görülür ve "play" sekmesine basılarak bastırma işlemi başlatılır.

## Upload File

25-Flament...1123.gcode

### Uploading file(s)

- 25-Flament%20itici%20x%201123.gcode (n/a) - 441585 bytes, last modified: Tuesday, January 03, 2017

uploaded 100%

Uploaded Ok

### Printable File list

25-flament itici x 1123.gcode

## Şekil 2 . 26 3B Yazıcıda Parça Basımına Başlanması

### 3. BÖLÜM

### BULGULAR

#### 3.1. 3B Yazıcının Maliyet Hesabı

Tablo 1.5. Şasi Malzemelerinin maliyeti

Malzeme	Fiyat
20x20 Sigma profil 39cm 2 adet	8TL
20x20 Sigma profil 35cm 2 adet	8TL
20x20 Sigma profil 32cm 3 adet	12 TL
M8mm İndüksiyonlu mil 42cm 4 adet (M: Metrik)	28TL
M8 İndüksiyonlu mil 37cm 2 adet	12TL
M5 Gijon 33cm 2 adet (Gijon:Dişli mil)	8 TL
M6x40 Alyan civata 6 adet	1 TL
M6 Pul 6 adet	1 TL
M4x10 Alyan civata 32 adet	4 TL
M4x40 Alyan civata 2 adet	1 TL
M4 Tırtıklı somun 32 adet	4 TL
M4 Somun 4 adet	2 TL
M4 Pul 32 adet	4 TL
M3x40 Havşa civata 8 adet	8 TL
M3x25 Havşa civata 5 adet	5 TL
M3x20 Havşa civata 1 adet	2 TL
M3x10 Havşa civata 3 adet	3 TL
M3x35 Alyan civata 2 adet	1 TL
M3x25 Alyan civata 6 adet	4TL
M3x12 Alyan civata 6 adet	3TL

M3x10 Alyan civata 8 adet	4TL
M3 Fiberli somun 40 adet	10 TL
Tarih: 05.01.2017	Toplam: 139 TL

Tablo 1.6. Hareket malzemelerinin maliyeti

Malzeme	Fiyat
Kasnak GT2 16 diş 2 adet	2 x 10 TL = 20 TL
Kayış GT2 2m	10 TL
Esnek Kaplin M5 2 adet	2 x 10 TL = 20 TL
Lineer rulman 1m modeli M8 11 adet	11 x 4 TL = 44 TL
MK8 dişli 1 adet	4 TL
1m Teflon tüp boru	8 TL
50mm x 50m Mavi maskeleme bandı	15 TL
Tarih: 05.01.2017	Toplam: 121 TL

Tablo 1.7. Elektronik malzemelerin maliyeti

Malzeme	Fiyat
Endstop / Limit Switch 3 adet	3 x 3.5 TL = 10.5 TL
J-Head Hot End ve 12V 40W Isıtıcı Kartuş	50 TL
Step Motor (Nema 17) 5 adet	5 x 30 TL = 150TL
Mk3 Al 12V Isıtmalı Tabla	30 TL
Micro SD card	10 TL
Soğutucu Fan	10 TL
Power Supply (12V 15A)	30 TL
Maker Base (MKS SBASE V1.3)	170 TL
	Toplam: 460.5 TL
Tarih: 05.01.2017	Tüm Toplam: 720.5 TL

Yukarıda gösterildiği gibi 3B yazıcıda kullanılan bütün malzemelerin maliyet hesabı yapıldı. Bütün malzemelerin maliyetleri hesaplandığı zaman toplamda 720.5 TL gibi az bir maliyet tutarı çıkmaktadır.

### 3.2. Birkaç 3B Yazıcının ve Gerçekleştirilen 3B Yazıcının Özellikleri, Fiyatları ve Gerçekleştirilen 3B Yazıcının Üstünlükleri

Aşağıda piyasada ki birkaç 3B yazıcı markasının özellikleri ve fiyatları incelenmiştir.



Şekil 3.1 Raise 3D N2 Plus (Çift Extruder) 3B Yazıcı

Şekil 3.1 de ki Raise 3D N2 Plus'ın özellikleri ve fiyatı;

Basım hacmi:	30.5 x 30.5 x 61 cm
Hammadde:	PLA, ABS, PETG, HIPS, PC, FLEX, Özel Filamentler
Kafa Sayısı:	2
Hammadde Çapı:	1.75 mm
Nozzle Çapı:	0.4 mm
Ağırlık:	36 kg
Platform:	Isıtmalı
Veri Girişi:	SD Card / USB / Wi-fi / Ethernet
Yazdırma Yazılımı:	ideaMaker
Fiyatı:	22.386 TL



Şekil 3.2 Ultimaker 3 3B Yazıcı

Şekil 3.2 de ki Ultimaker 3'ün özellikleri ve fiyatı;

Basım hacmi:	21.5 x 21.5 x 20 cm
Hammadde:	PLA, ABS, CPE, NAYLON, TPU, Özel Filamentler
Kafa Sayısı:	2
Hammadde Çapı:	2.85 mm
Nozzle Çapı:	0.4 mm
Ağırlık:	10.6 kg
Platform:	Isıtmalı, Otomatik Kalibrasyonlu
Veri Girişi:	Wi-fi / Ethernet /USB-drive
Yazdırma Yazılımı:	Cura
Fiyatı:	22.386 TL



Şekil 3.3 Ultimaker 2+ 3B Yazıcı

Şekil 3.3 de ki Ultimaker 3'ün özellikleri ve fiyatı;

Basım hacmi:	22.3 x 22.3 x 20.5 cm
Hammadde:	PLA, ABS, CPE, NAYLON, TPU, Özel Filamentler
Kafa Sayısı:	1
Hammadde Çapı:	2.85 mm
Nozzle Çapı:	0.4 mm
Ağırlık:	11.3 kg
Platform:	Isıtmalı
Veri Girişi:	SD Card
Yazdırma Yazılımı:	Cura
Fiyatı:	11.921 TL



Şekil 3.4 Zaxe X1 3B Yazıcı

Şekil 3.4 te ki Zaxe X1'in özellikleri ve fiyatı;

Basım hacmi:	20 x 20 x 22 cm
Hammadde:	PLA, ABS
Kafa Sayısı:	1
Hammadde Çapı:	1.75 mm
Nozzle Çapı:	0.4 mm
Ağırlık:	13 kg
Platform:	Isıtmalı
Veri Girişi:	Wi-fi / Ethernet / USB Bellek
Yazdırma Yazılımı:	Zaxe Desktop
Fiyatı:	9.500 TL



Şekil 3.5 Ultimaker 2 3B Yazıcı

Şekil 3.5 te ki Ultimaker 2'nin özellikleri ve fiyatı;

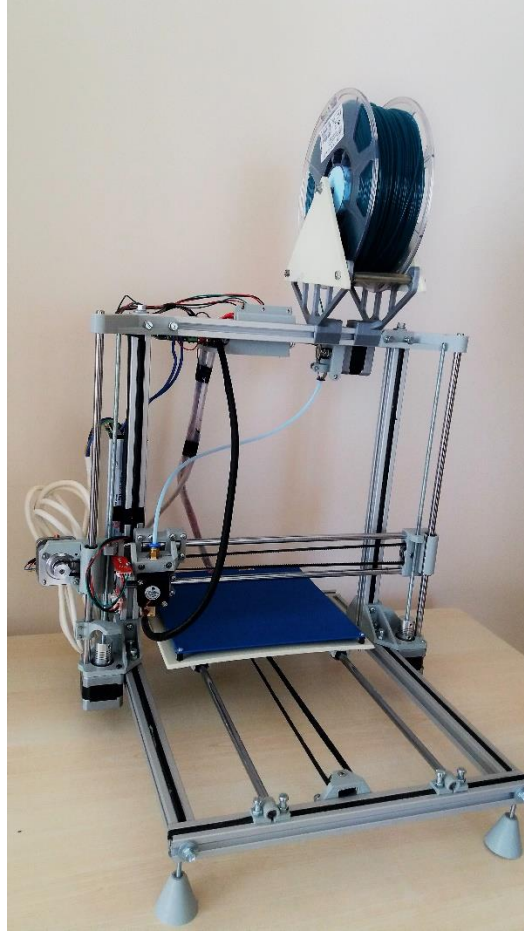
Basım hacmi:	12 x 12 x 12 cm
Hammadde:	PLA
Kafa Sayısı:	1
Hammadde Çapı:	2.85 mm
Nozzle Çapı:	0.4 mm
Ağırlık:	6 kg
Platform:	Cam
Veri Girişi:	SD Card / USB Kablo
Yazdırma Yazılımı:	Cura
Fiyatı:	7.192 TL



Şekil 3.6 Makeblock mGiraffe 3B Yazıcı

Şekil 3.6 da ki Makeblock mGiraffe'nin özellikleri ve fiyatı;

Basım hacmi:	12.5 x 16.5 x 12 cm
Hammadde:	PLA
Kafa Sayısı:	1
Hammadde Çapı:	1.75 mm
Nozzle Çapı:	0.4 mm
Ağırlık:	8 kg
Platform:	Alüminyum
Veri Girişi:	SD Card / USB Kablo
Yazdırma Yazılımı:	Slic3r+Printrun, Cura
Fiyatı:	2.945 TL



Şekil 3.7 Gerçekleştirilen 3B Yazıcı

Şekil 3.7 de Gerçekleştirilen 3B yazıcının özellikleri ve maliyeti;

Basım hacmi:	21.4 x 21.4 x 32 cm
Hammadde:	PLA, ABS
Kafa Sayısı:	1
Hammadde Çapı:	1.75 mm
Nozzle Çapı:	0.4 mm
Ağırlık:	7.2 kg
Platform:	Isıtmalı
Veri Girişi:	SD Card / USB Kablo / Ethernet
Yazdırma Yazılımı:	Slic3r+Printrun, Cura, Repertier Host, Octoprint vs.
Fiyatı:	720.5 TL

Tablo 1.8. Birkaç ticari 3B yazıcı ile gerçekleştirilen 3B yazıcının özelliklerinin karşılaştırılması

Tarih : 05.01.2016	RAISE 3D N2 PLUS	ULTIMAKER 3	ULTIMAKER 2+	ZAXE X1	ULTIMAKER 2	Makeblock mGiraffe	Gerçekleştirilen 3B Yazıcı
<b>BASIM HACMİ</b>	30.5x30.5x61 cm	21.5x21.5x20cm	22.3x22.3x20.5cm	20x20x22 cm	12x12x12 cm	12.5x16.5x12 cm	21.4x21.4x32 cm
<b>HAM MADDE</b>	PLA, ABS, PETG, HIPS	PLA, ABS, CPE, TPU	PLA, ABS, CPE	PLA, ABS	PLA	PLA	PLA, ABS
<b>KAFA SAYISI</b>	2	2	1	1	1	1	1
<b>HAM MADDE ÇAPI</b>	1.75 mm	2.85 mm	2.85 mm	1.75 mm	2.85 mm	1.75 mm	1.75 mm
<b>NOZZLE ÇAPI</b>	0.4 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.4mm	0.4 mm	0.4 mm
<b>AĞIRLIK</b>	36 kg	10.6 kg	11.3 kg	13 kg	6 kg	8 kg	7.2 kg
<b>PLATFORM</b>	Isıtmalı	Isıtmalı	Isıtmalı	Isıtmalı	Cam	Aliminyum	Isıtmalı
<b>VERİ GİRİŞİ</b>	SD Card, USB, Ethernet	Wi-fi, USB, Ethernet	SD Card	Wi-fi, USB, Ethernet	SD Card, USB	SD card, USB	SD Card, USB, Ethernet
<b>YAZDIRMA YAZILIMI</b>	ideaMaker	Cura	Cura	Zaxe Desktop	Cura	Slic3r+Printrun, Cura	Slic3r+Printrun, Cura, vs.
<b>FİYATI</b>	22.386 TL	22.386 TL	11.921 TL	9.500 TL	7.192 TL	2.945 TL	720.5 TL

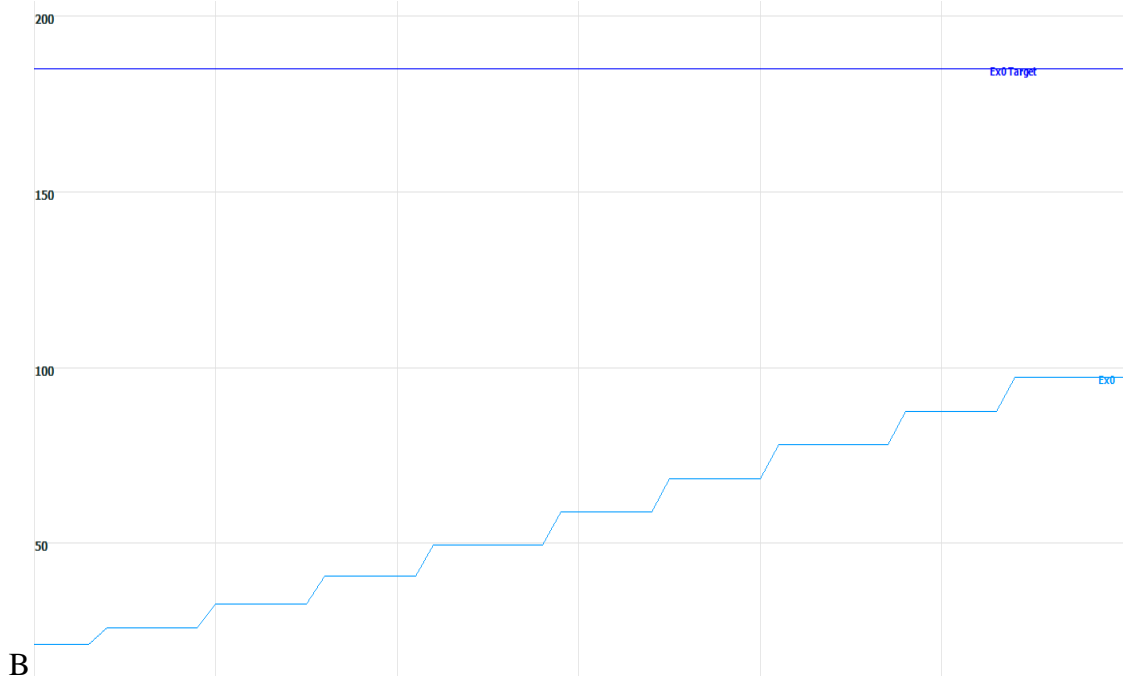
Piyasadaki birkaç 3B yazıcı incelendiği zaman gerçekleştirilen 3B yazıcının üstünlükleri fark edilebilir. Bunları sıralamak gerekirse;

- Basım hacmi olarak 3B yazıcının 21.5 x 21.5 x 32 mm ölçüleriyle piyasadaki 3B yazıcılardan geniş bir basım hacmine sahip olduğu görülebilir.
- Hammadde olarak, extruder sıcaklığı 250 derecelere kadar çıkabildiği için, bu sıcaklıklara kadar eriyen bütün filamentler kullanılabilir.
- Ağırlık olarak 7.2 kg'lık bir kütleyle yine piyasadaki 3B yazıcılara göre bir avantaj elde etmiş durumdadır. Bu avantaj taşınabilirlik açısından gerçekten önemlidir. 3B yazıcıyı daha portatif bir hale getirecektir.
- 3B yazıcıda kullanılan ısıtmalı tablanın da yine piyasadaki bazı 3B yazıcılarda olmadığını görülmektedir. Bu özellik basılan parçaların düzgünlüğü açısından avantaj kazandıracaktır.
- Veri girişi olarak 3B yazıcının USB kablo, SD card ve Ethernet gibi opsiyonları bağlantı açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle Ethernet bağlantısı, piyasa araştırması yapıldığı zaman fiyatı 9500 TL ve üzeri olan 3B yazıcılarda karşımıza çıkmaktadır. Burada fiyat olarak da bir avantaj elde edilmiştir.
- Yazdırma yazılımı açısından 3B yazıcı Printron, Cura, Repertier Host, Octoprint gibi bir sürü 3B yazıcı programı ile kullanılabilir. Piyasada ki 3B yazıcılar genelde kendi programları ile uyumlu olarak çalışmaktadır. Diğer programlar ile kullanımları açısından sıkıntı yaşanmaktadır.
- Karşımıza çıkan en önemli üstünlük ise, gerçekleştirilen 3B yazıcının maliyet olarak piyasadaki en ucuz 3B yazıcıdan bile daha hesaplı olmasıdır. Piyasada ki en ucuz 3B yazıcı 3.000 TL civarındadır ve gerçekleştirilen 3B yazıcının maliyetinin neredeyse 4 katı kadardır. Ayrıca gerçekleştirilen 3B yazıcının sağladığı imkanları sağlayamamaktadır. Gerçekleştirilen 3B yazıcı ile yaklaşık aynı imkanları sağlayan 3B yazıcıların fiyatları ise 10.000 TL civarındadır ki bu fiyatta gerçekleştirilen 3B yazıcının 720.5 TL olan maliyetinin neredeyse 14 katı kadardır. Tabi bu ucuz maliyeti elde etmek için kullanılacak malzemelerin hem kalite hem maliyet olarak çok detaylı araştırılması gereklidir. Satın alınacak malzemeler hem hesaplı hem de kullanım ömrü uzun olan malzemelerden seçilmelidir.

### 3.3. 3B Yazıcı Extruder Sıcaklık Derecesi

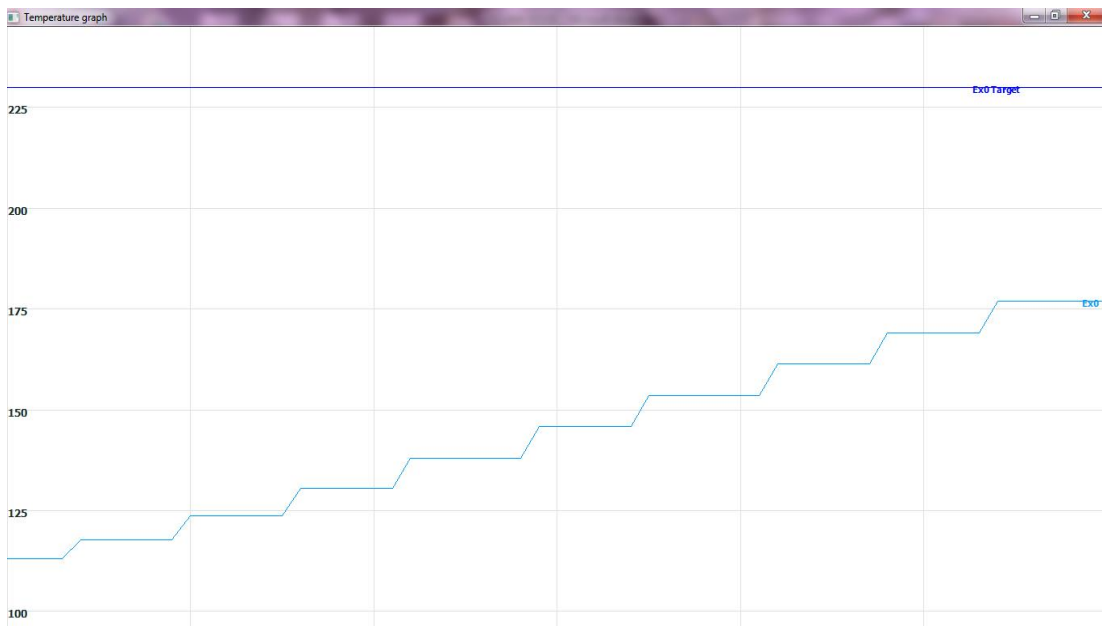
3B yazıcıda parça basımına başlamadan önce extruderın ısıtılması gereklidir. Çünkü kullanılacak plastik malzemenin extruder içinde ergimiş olması gereklidir. Kullanılacak plastik malzemenin cinsine göre extruderın ısıtılması gereken sıcaklık derecesi değişkenlik gösterir. Bu sıcaklık değerleri; PLA malzeme için 190-220 derece arasında, ABS malzeme için 220-235 derece arasındadır. Bu sıcaklık değerlerini kullanılacak malzemeye göre seri bağlantıda veya internet bağlantısında kullanılacak ara yüzden seçilebilir. Extruderın sıcaklığı bu sıcaklık değerlerine geldiği zaman parça basımına başlanabilir.

Şekil 3.8 de PLA malzemesi için ulaşılması gereken sıcaklığın ve extruderın sıcaklığının grafiğini görülmektedir.



Şekil 3 .8 PLA Malzeme İçin Extruder Sıcaklık Grafiği

Şekil 3.9'da de ABS malzemesi için ulaşılması gereken sıcaklığın ve extruderın sıcaklığının grafiği görülmektedir.

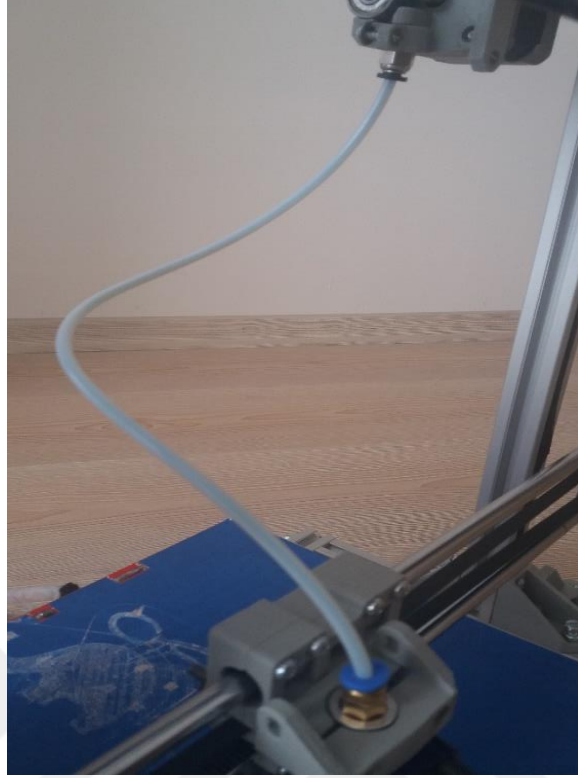


Şekil 3 . 9 ABS Malzeme İçin Extruder Sıcaklık Grafiği

### 3.4. 3B Yazıcıda Parça Basılırken Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri

#### 3.4.1. Filament Akışındaki Sorunlar ve Çözümleri

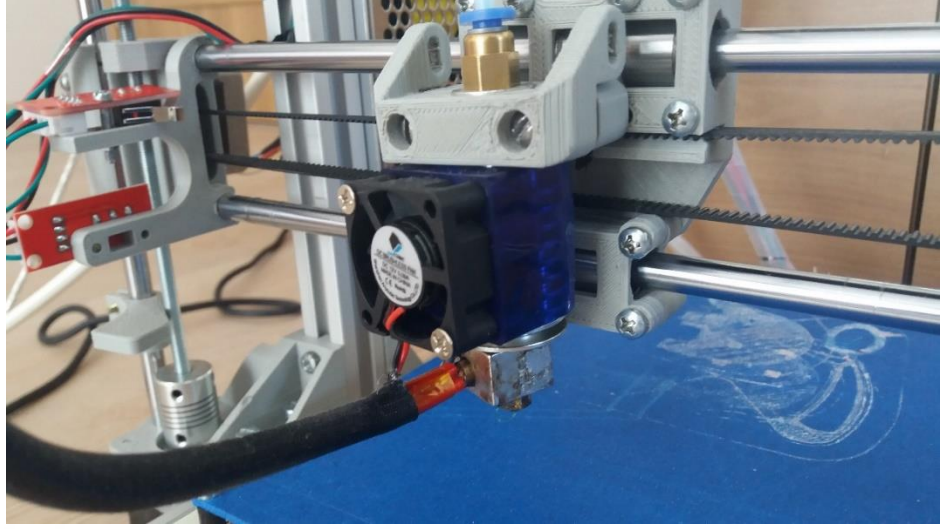
Parça basımına başlandığı zaman filamentin akışında herhangi bir problemin olmaması gereklidir. Çünkü filament doğru ve stabil bir şekilde extrudera giriş yapamazsa erime tam olarak gerçekleşmez ve parça oluşumu başlamaz. Dolayısıyla ilk olarak filamente rehberlik edecek ve onu doğrudan extruderın girişine götürececek, belli sıcaklığa kadar dayanıklı, filamentin rahatlıkla içinde kaymasını sağlayan bir boru kullanılmalıdır. Eğer bu boru kullanılmazsa step motor filamenti sürdükçe, filament eğilmelere ve bükülmelere maruz kalacaktır. Bu üstte bahsedilen sorunlara sebep olacaktır. 3B yazıcıda bu iş için özel olarak kullanılan ve pnömomatik sistemlerde de rastlanılan Şekil 3.10 da görüldüğü gibi yaklaşık olarak 40cm uzunluğunda teflon tüp boru kullanıldı. Ayrıca boru monte edildiği yerlerden çıkmasını ve filament rahatlıkla akış sağlasın diye borunun iki ucuna da filament ve tüp borunun ölçüleriyle uyuşacak şekilde iki adet rekor monte edildi. Kullanılacak teflon tüp borunun ölçüleri filamentin ve kullanılan rekorların ölçülerine göre değişebilir. Kullanılan filamentin çapı 1.75mm ve kullanılan rekorların iç çapı da 2mm olduğu için kullanılan filamentin iç çapı 1.75mm dış çapı ise 2mm olarak seçildi.



Şekil 3.10 Filament Teflon Tüp Borusu

Parça basımında karşılaşılan bir diğer sorun ise extrudera giriş yapan filamentin nozula ulaşmadan hafif eriyerek extruder içinde saplamalara uğramasıdır. Extruderin sıcaklığı yükseldikçe filamentin de sertliği bozularak nozula sert olarak ulaşamamaktadır ve filament nozulda eriyik haline gelememektedir. Sonuç olarak parça basımına başlanamamaktadır. Bu sorunu çözmek için ise Şekil 3.11’de görüldüğü gibi extruderin gövdesine plastik bir aparat ile bağlanabilecek küçük bir soğutma fan monte edildi. Bu fan extruderin gövdesini soğuk tutarak, filamentin eğilmelere ya da büzölmelere uğramadan sağlıklı bir şekilde sıcaklığı yüksek olan nozula sağlıklı bir şekilde ulaşmasını sağlar ve filament rahatlıkla akışını gerçekleştirerek sadece nozulda eriyik haline gelir.

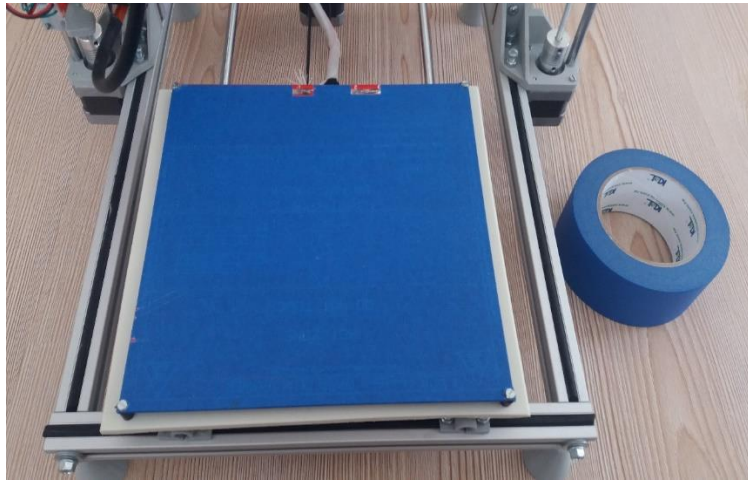
Fanın kablo bağlantıları direk olarak güç kayağının ‘+’ ve ‘-’ kutuplarına bağlanabilir. Çünkü extruder gövdesinin sürekli soğuk olması filamentin daha stabil akmasına olanak sağlayacaktır. Gerçekleştirilen 3B yazıcıda da aynı şekilde fan bağlantısı yapıldı.



Şekil 3.11 Extruder Soğutma Fanı

#### 3.4.2. PLA Filamentin Isıtmalı Tablaya Yapışmaması

3B yazıcıda kullanılan filament PLA filament olduğu için ilk katman basılırken filamentin ısıtmalı tablaya yapışmasında problem yaşanıldı. Eğer kullanılan filament ABS filament olsaydı böyle bir sorunla karşılaşmayabilirdik. PLA filamentin yapısından dolayı ilk katmanın tablaya yapışmasında sorunlar ortaya çıktı ve bu parça basımını ciddi olarak etkiledi. Bu sorunun çözümü için ısıtmalı tabla Şekil 3.12 de görüldüğü gibi inşaat malzemesi olarak da kullanılan mavi maskeleme bandıyla kaplandı. Bu bant yüzeyinin pürüzlü bir yapıda olmasından dolayı erimiş filamentin rahatlıkla tablaya yapışmasına ve ilk katman basımında daha stabil bir yapının oluşmasına olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.12 Isıtmalı Tablanın Mavi Maskeleme Bandı İle Kaplanması

Tabla maskeleme bandı ile kaplandıktan sonra ısıtmalı tablanın ısıtılmasına gerek yoktur çünkü erimiş filament rahatlıkla tablaya yapışacaktır. Ayrıca tabla ısıtılırsa mavi maskeleme bandı kalkabilir. Dolayısıyla PLA filament için ısıtmalı tabla çok gerekli değildir. Eğer ABS filament kullanılacaksa ısıtmalı tabla gereklidir. PLA filament için mavi maskeleme bandıyla kaplanmış ısıtmalı tabla yerine pleksi malzemedan bir tablada kestirilip kullanılabilir.

### 3.4.3. Ergimiş Filamentin Extruderin Çeşitli Kısımlarından Taşması

Parça basımına başlandıktan sonra ergimiş haldeki filament extruderin ve nozulun çeşitli kısımlarında taşma meydana getirdi. Bu taşma basılan parçanın düzgünlüğü açısından sıkıntı teşkil etmektedir. Çünkü 3B yazıcı basıma başladıktan sonra basım süreci boyunca yazıcının başında beklemeyebilirsiniz ve taşan bu filament basılan parçanın üzerine akabilir, basım kalitesini etkileyebilir. Sorunun çeşitli denemelerden sonra konfigürasyon dosyasındaki birkaç değişiklikle halledilebildi. Sorun incelendiğinde, filamentin sürülmesinde kullanılan step motorun filamenti ihtiyaçtan fazla sürmesinden kaynaklandığı görüldü.

Sorunu çözmek için konfigürasyon dosyasının;

```
# Extruder module configuration
```

```
extruder.hotend.enable          true
extruder.hotend.steps_per_mm    140      # Steps per mm for extruder stepper
extruder.hotend.default_feed_rate 600
extruder.hotend.acceleration     500
extruder.hotend.max_speed        50      # mm/s
```

kısımının ‘extruder.hotend.steps\_per\_mm’ satırının 140 olan değeri 100 olarak değiştirildi. Değiştirilen bu değer, filament sürülen step motorun çalışma sırasındaki adım sayısını düşürerek ihtiyaç olduğu kadar filamentin sürülmesini sağlamıştır.

Yapılan bu değişiklikten sonra konfigürasyon dosyasının bu kısmı;

```
# Extruder module configuration

extruder.hotend.enable          true
extruder.hotend.steps_per_mm   100      # Steps per mm for extruder stepper
extruder.hotend.default_feed_rate 600
extruder.hotend.acceleration    500
extruder.hotend.max_speed       50      # mm/s
```

şeklini almıştır ve sorun çözülmüştür.

#### 3.4.4. Z Eksenindeki Ötelemenin Ayarlanması

3B yazıcıda Z eksenindeki fazla yükten dolayı iki adet step motor kullanıldı. Ancak MKS SBASE V 1.3 kontrol kartında her eksen için sadece bir step motor girişi bulunmaktadır. Bu yüzden Z eksenini için kullanılan iki step motor birbirine seri olarak bağlandı ve tek soketle kontrol kartına takıldı. Bu seri bağlama kontrol kartından gelen sinyalin ikiye bölünmesine ve Z ekseninde yapılacak ötelemenin yarıya düşmesine sebep oldu. Örneğin; Z eksenindeki öteleme 10mm olması gerekirken 5mm ye düştü ve bu düşme basılan parçanın yüksekliğinde de bir basıklık meydana getirdi. Bu sinyal bölünmesinin çözümü konfigürasyon dosyasında yapılan birkaç değişiklikle gerçekleştirildi.

Konfigürasyon dosyasının;

```
# Arm solution configuration: Cartesian robot. Translates mm positions into stepper
positions
```

```
alpha_steps_per_mm          80      # Steps per mm for alpha stepper
beta_steps_per_mm           80      # Steps per mm for beta stepper
gamma_steps_per_mm          1600    # Steps per mm for gamma stepper
```

kısımında ki 'gamma\_step\_per\_mm' satırının 1600 olan değeri 3200 olarak değiştirildi.

3200 yapılmasının sebebi motor sayısının iki katına çıkarılmış olmasıdır. Burada ‘alpha’ X ekseninin, ‘beta’ Y ekseninin, ‘gamma’ ise Z ekseninin kartezyen koordinatlardaki karşılığıdır.

Yapılan bu değişiklikten sonra konfigürasyon dosyasının bu kısmı;

```
# Arm solution configuration: Cartesian robot. Translates mm positions into stepper positions
```

```
alpha_steps_per_mm      80      # Steps per mm for alpha stepper
beta_steps_per_mm       80      # Steps per mm for beta stepper
gamma_steps_per_mm      3200    # Steps per mm for gamma stepper
```

şeklini almıştır ve sorun çözülmüştür.

#### 3.4.5. Step Motorların Aşırı Isınması

Step motorların çalışma mantığına göre gelen akım sürekli kendi üzerlerinde toplanır ve hangi kutbun akımında değişiklik olursa ona göre bir dönme gerçekleşir.

3B yazıcının çeşitli sorunları halledildikten sonra parça basımına başlandı. Ancak parça basımı devam ederken step motorların ve kontrol kartındaki motor sürücülerin aşırı ısındığı gözlemlendi. Bu ısınmaları gidermenin birkaç yöntemi vardır. Eğer step motor sürücülerini kontrol kartına gömülü değilse, sürücülerin kendi üzerlerinde küçük bir vida vardır ve bu vida ile step motora verilen akım ayarlanabilir. 3B yazıcıda kullanılan kartta step motor sürücülerini kontrol kartına gömülü olduğu için diğer yöntemle yani konfigürasyon dosyasından müdahale edilerek sorunun çözümüne ulaşıldı. Konfigürasyon dosyasının;

```
alpha_step_pin          2.0      # Pin for alpha stepper step signal
alpha_dir_pin           0.5      # Pin for alpha stepper direction
alpha_en_pin            0.4      # Pin for alpha enable pin
alpha_current           1.5      # X stepper motor current
alpha_max_rate          30000.0  # mm/min
```

beta_step_pin	2.1	# Pin for beta stepper step signal
beta_dir_pin	0.11	# Pin for beta stepper direction
beta_en_pin	0.10	# Pin for beta enable
beta_current	1.5	# Y stepper motor current
beta_max_rate	30000.0	# mm/min

gamma_step_pin	2.2	# Pin for gamma stepper step signal
gamma_dir_pin	0.20	# Pin for gamma stepper direction
gamma_en_pin	0.19	# Pin for gamma enable
gamma_current	1.5	# Z stepper motor current
gamma_max_rate	300.0	# mm/min

kısımında ki 'alpha\_current', 'beta\_current' ve 'gamma\_current' satırlarının 1.5 olan değerleri 0.5 olarak değiştirildi ve konfigürasyon dosyasının bu kısmı;

alpha_step_pin	2.0	# Pin for alpha stepper step signal
alpha_dir_pin	0.5	# Pin for alpha stepper direction
alpha_en_pin	0.4	# Pin for alpha enable pin
alpha_current	0.5	# X stepper motor current
alpha_max_rate	30000.0	# mm/min

beta_step_pin	2.1	# Pin for beta stepper step signal
beta_dir_pin	0.11	# Pin for beta stepper direction
beta_en_pin	0.10	# Pin for beta enable
beta_current	0.5	# Y stepper motor current
beta_max_rate	30000.0	# mm/min

gamma_step_pin	2.2	# Pin for gamma stepper step signal
gamma_dir_pin	0.20	# Pin for gamma stepper direction
gamma_en_pin	0.19	# Pin for gamma enable
gamma_current	0.5	# Z stepper motor current
gamma_max_rate	300.0	# mm/min

şeklini aldı. Bu değişiklikle eksenlerdeki ötelemeyi sağlayan step motorların ısınma sorunları çözüldü.

Konfigürasyon dosyasının;

extruder.hotend.step_pin	2.3	# Pin for extruder step signal
extruder.hotend.dir_pin	0.22	# Pin for extruder dir signal
extruder.hotend.en_pin	0.21	# Pin for extruder enable signal
delta_current	1.5	# First extruder stepper motor current

kısımının 'delta\_current' satırının 1.5 olan değeri 0.5 olarak değiştirildi ve konfigürasyon dosyasının bu kısmı;

extruder.hotend.step_pin	2.3	# Pin for extruder step signal
extruder.hotend.dir_pin	0.22	# Pin for extruder dir signal
extruder.hotend.en_pin	0.21	# Pin for extruder enable signal
delta_current	0.5	# First extruder stepper motor current

şeklini aldı. Bu değişiklikle filamentin iten step motorun da ısınma sorunu çözüldü.

Bütün bu değişikliklerle step motorların üzerlerindeki akım miktarları düşürüldü ve hem step motorlarda ki hem de step motor sürücülerinde ki ısınma sorunları tamamen çözüldü.

Şunu da belirtmek gerekir ki, konfigürasyon dosyasında yapılan bir değişikliğin uygulanabilmesi için önce yapılan değişiklikler kaydedilir ve sonra seri bağlantı kesilip tekrar bağlanır.

### 3.5. 3B Yazıcıda Basılan Birkaç Parça Örneği



Şekil 3.13 3B Yazıcıda Basılan Birkaç Parça

3B yazıcının bütün sorunları çözüldükten ve kalibrasyon işlemleri yapıldıktan sonra, internet ortamında STL formatında hazır halde bulunan birkaç parça indirildi ve bunlar Slicer programı ile GCODE formatına dönüştürüldü. Daha sonra 3B yazıcıya yüklenerek Şekil 3.13 te görülen birkaç parça 3B yazıcıda gayet düzgün bir şekilde bastırıldı.

## 4. BÖLÜM

### TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

#### 4.1. Tartışma ve Sonuç

3B yazıcının bütün aksamaları kendimiz tarafından oluşturabilir. Bu yüzden istenildiği zaman hem yazılım olarak hem donanım olarak müdahale edilebilir ya da herhangi bir arıza olduğunda bu arıza giderebilir. Bu da kişisel gelişim için bir fırsat sunacaktır.

Aslında ön plana çıkan en büyük farklılık ethernet bağlantısı ile 3B yazıcının internet üzerinden bir ara yüz ile rahatlıkla kontrol edilebilmesidir. 3B yazıcıların parça basımı ortalama 30-120 dakikalık (parçanın komplikeliğine ve boyutuna göre değişir bu süre) bir süreyle gerçekleştirilir ve parça basımının başlatılması için uzaktan bağlantı sağlayamayan 3B yazıcının yanında olup bastırılacak parça yazıcıya USB vb. bağlantılar ile yüklenmek zorundadır. Ethernet bağlantısı ise internet üzerinden herhangi bir yerden dosyanın yazıcıya yüklenebilmesini ve zamandan tasarruf edilmesini sağlayabilir ve başka işlere vakit ayrılabilir.

3B yazıcı maliyet noktasında da büyük avantaj sağlamaktadır. Piyasada ki en hesaplı alınabilecek yazıcı 3.000 TL civarındandır ancak gerçekleştirilen 3B yazıcı 720 TL civarında bir maliyete sahiptir ki arada yaklaşık 2300 TL gibi bir fiyat farkı vardır.

3B yazıcıda kullanılan kontrol kartı (MKS SBASE V 1.3) 3B yazıcı kartı olduğu için farklı şasi kurulumunda olan 3B yazıcılarla da kullanılabilir.

3B yazıcının kontrol kartının içindeki "config" isimli konfigürasyon dosyasında çok kolay bir dil kullanılmıştır ve bu kolaylıktan dolayı istenilen şekilde karta müdahale edilebilir ve yazıcının basım performansı ayarlanabilir. Ayrıca yazılım basit olduğu için bu alanda uğraşan kişiler için de kendilerini geliştirmeleri açısından fırsat tanır. Dünya piyasasında Makergear M2, Flashforge Creator Pro, Ultimaker 2, Witbox, LulzbotTaz 4, Senertek gibi markalar ve modeller mevcut ve her birinin kontrolörü kendilerine özgü geliştirme kartları ya da mini bilgisayarlardan oluşuyor. Ethernet ile uzaktan haberleşme bazılarında mevcut, bazılarında değil ama olmayanlarda ek ücret talep edilerek eklenebiliyor ve bu da ürünü daha pahalı hale getiriyor. Gerçekleştirilen 3B yazıcı bu noktada da fiyat olarak ön plana çıkıyor.

Eğer 3B yazıcıda statik IP kullanarak bağlantı sağlanırsa kontrol kartının kendi verdiği web ara yüzünü kullanmak zorunda kalmadan başka web ara yüzlerini ya da 3B yazıcı programları kullanılabilir. Tabi yine aynı şekilde IP adresini kullanarak 3B yazıcıya bağlantı gerçekleştirilecektir.

3B yazıcının avantajları olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur. Yazıcıyı hem donanım hem yazılım olarak kendimiz oluşturduğumuz için sistemin işleyişinde bazı problemler ile karşılaşılabilir, ama zamanla sistem çalışması düzenli hale gelecektir.

İlk aşamalarda 3B yazıcıda basılan parçalar istenilen kalitede, düzgünlükte ve ölçülerde olmayabilir, ancak çeşitli kalibrasyon ayarlarıyla ve sistemin belli süre çalıştırılmasıyla parça kalitesi istenilen düzeye gelir.

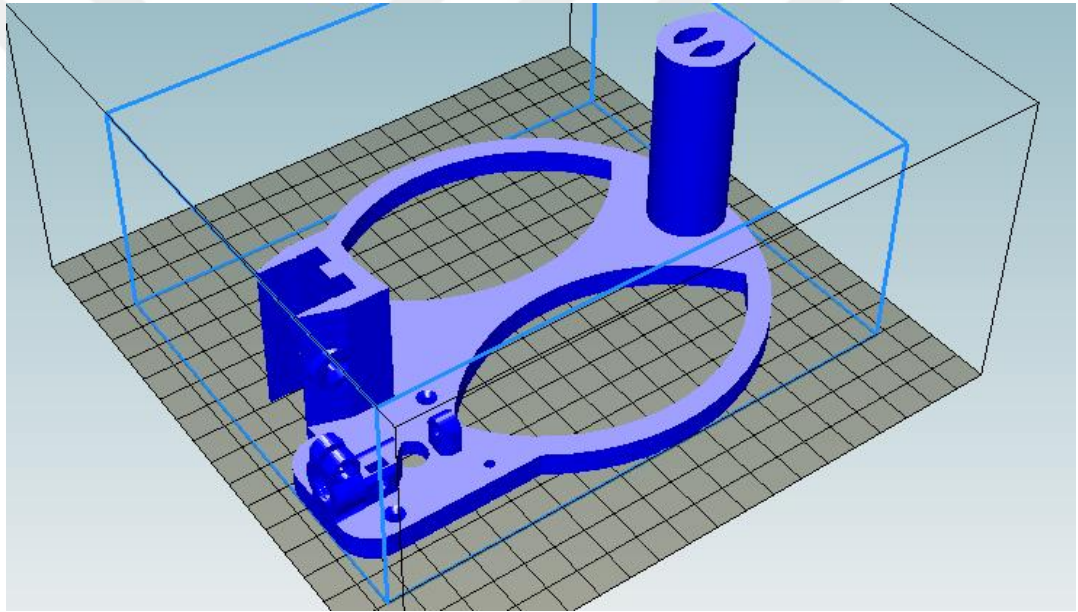
3B yazıcıyla iletişim internet üzerinden olacağı için her hangi bir internet kesiminde ya da aksaklığında 3B yazıcıyla uzaktan bağlantı kesilebilir.

#### **4.2. Öneri**

Yapılan 3B yazıcı çalışmasında ethernet bağlantısıyla uzaktan kontrol gerçekleştirildi. Ethernet bağlantısı uzaktan bağlantı türlerinden sadece bir tanesidir. 3B yazıcılar için bu uzaktan bağlantı türleri arttırılabilir. Örneğin bluetooth bağlantısı, wireless ethernet bağlantısı vb. bağlantılar gibi bağlantılarla 3B yazıcı kontrol edilebilir.

Ayrıca 3B yazıcının şasi ölçülerinden dolayı üreteceği parça hacmi belli bir sınıra kadar olacaktır. Daha büyük hacimli parçaların üretimi için daha büyük bir şasi kurulumu gerçekleştirilmelidir. Büyük hacim kurulumu beraberinde daha kuvvetli motor kullanımı ve daha hassas endstop/switch kullanım ihtiyacını da getirecektir.

Gerçekleştirilen 3B yazıcıda kurulan filament makarası sistemiyle filamentin akışını sağlandı. Ancak başka bir 3B yazıcıda basılabilecek Şekil 4.1 deki gibi bir plastik aparat ile bu filament mekanizması daha düzgün ve stabil olabilir. Çünkü hem filament makarası hem de filament itici step motor aynı plastik malzemeye monte olacak ve daha kararlı bir yapı oluşacaktır.



Şekil 4.1 Filament Makara Tutucu Örneği

3B yazıcı 3 eksenli çalışan bir yazıcıdır. Daha farklı geometrik şekillerdeki parça üretimi için bu eksen sayısı artırılabilir. Tabii eksen değişikliğinde yine şasi kurulumunun ya da ekstruder sayısının değişmesi gereklidir.

## KAYNAKÇA

- [1] Kruth, J. P., Leu, M. C. and Nakagawa, T.,1998. Progress in additive manufacturing and rapid prototyping. **Annals of the Cirp**, **47** (2): 525-540.
- [2] Karaarslan, M. H. 2015. 3 Boyutlu yazdırma teknolojisi: sosyoekonomik etkileri için yeni ufuklar. **Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi**, **10** (1): 10-15.
- [3] Grens, K. 2012. 3-D printing. **The Scientist**, **65** (26): 221-230.
- [4] Zopf, D. A., 2013. Bioresorbable airway splint created with a three-dimensional printer. **NEJM**, **368** (101):2043-2045.
- [5] Wu, W., 2011. Omnidirectional printing of 3-D microvascular networks. **Adv Mater**, **23** (12):178-183.
- [6] Miller, J. S., 2012. Rapid casting of patterned vascular networks for perfusable engineered three-dimensional tissues. **Nature Materials**, **11**(2):768-774.
- [7] Patrick, H. D., 2014. 3D printer extruder. (Web page: <https://www.buildyourenc.com/item/3D-Printer-Component-extruder>) (Date accessed: November 2016).
- [8] Altunsaçlı A.,2003. Elektrik motorları ve sürücüleri.(Web sayfası: [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Step%20Motor%20Ve%20Sürülmesi.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Step%20Motor%20Ve%20Sürülmesi.pdf)) (Erişim tarihi: November 2016)
- [9] MKS-SBASE Data Sheet.pdf (Web Sayfası: [www.makerbase.com.cn](http://www.makerbase.com.cn)) (Erişim tarihi: December 2016)
- [10] Herman S.,2009. Industrial Motor Control Cengage Learning. Delmar 5 Maxwell Drive, NewYork, 544pp.

- [11] Atienza N., Deocampo M. C., Jovena P.I., Trinidad K.L., 2013. Design of a Piezoelectric Stair as an Alternative Source of Energy. Mapúa Institute of Technology, A Thesis Submitted to Mapua Institute of Technology in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree, Manila, Filipinler, 47pp.
- [12] SuperiorStepMotors.pdf ( Web Sayfası: <https://users.obs.carnegiescience.edu/crane/pfs/man/Electronics/Superior-StepMotors.pdf>) ( Erişim tarihi: December 2016)



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Eser ÖZENGİZ

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 5 Ocak 1990, Erzurum

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: 0546 578 46 66

email: [eserozengiz@gmail.com](mailto:eserozengiz@gmail.com)

Yazışma Adresi: Dadaşkent 200 Evler Güvenlik Cad. Selçuklu Mah. Önder Evler Sitesi

E-Blok No:4 Aziziye/ERZURUM

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü	Halen
Lisans	EÜ Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği	2014
Lise	Nevzat Karabağ A.Ö.L., Erzurum	2008

### YABANCI DİL

İngilizce (YDS:72.5)