

**T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ**



**3D PRİNER
BİTİRME TEZİ**

Hazırlayanlar

Ahmet Faruk ALATAŞ 2011010225023

Samet KAYNAK 2011010225036

Tez Danışmanı

Yrd. Doç.Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU

KARABÜK-2016

İçindekiler

1.GİRİŞ.....	6
2.MATERYALLER.....	7
2.1.Mekanik Materyaller.....	7
2.1.1.Rulman	7
2.1.2.Trasmisyon Mili	8
2.1.3.Kayış	8
2.1.4.Kasnak	9
2.1.5.Kaplin	10
2.1.6.Nozzle	10
2.2 Prusa Tipi Yazıcıların Mekanik Kısımları İçin Gerekli Yazdırılabilir Parçalar.....	14
2.2.1.Arduino Mega	16
2.2.2.Ramps (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4.....	17
2.2.3.Motor Sürücü	18
2.2.4.Limit Switchs.....	19
2.2.5.Isıtıcı Tabla	19
2.2.6.Isıtıcı Blok.....	20
2.2.7.Termistör	20
2.2.8.LCD Ekran	21
2.2.9.Step Motor	22
2.2.10.Güç Kaynağı.....	23
2.3. Yazılım	23
2.3.1.Firmware	23
1-Hız	26
3.Çalışma İçindeki Bazı Parçaların Detayları ve Bağlantı Şemaları.....	27
3.1. Kontrol Kartı (RAMPS).....	27
3.2 Motorlar ve sürücüler.....	29
3.3. Isıtıcı uç	31
3.4. Isıtıcı zemin	32
4.Çalışma süreci.....	33
4.1.Fikir	33
4.2. Model.....	33
4.3. Baskı ve üretim	34
5.Sonuç	34
KAYNAKÇA	37

Şekil Tablosu

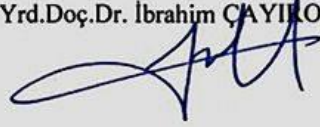
Şekil 1:LMEU8UU lineer rulman ölçüleri	7
Şekil 2: Trasmisyon milleri.....	8
Şekil 3: Kayış.....	9
Şekil 4: Kasnak	9
Şekil 5: Kaplin	10
Şekil 6: Nozzle.....	10
Şekil 7: Mekanik aksan için yazdırılabilir parçalar	16
Şekil 8: Arduino Mega.....	17
Şekil 9: Ramps (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4.....	18
Şekil 10: Motor sürücü	18
Şekil 11: Limit switchs	19
Şekil 12: Isıtıcı tabla	20
Şekil 13: Isıtıcı blok.....	20
Şekil 14: Termistör	21
Şekil 15: LCD ekran	21
Şekil 16: Nema17 Step motor	22
Şekil 17: Güç kaynağı.....	23
Şekil 18: Cura programı ideal temel ayarlar	24
Şekil 19: Cura programı arayüzü	25
Şekil 20: Cura programı ince ayarlar	26
Şekil 21Şekil 21: RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield).....	28
Şekil 22: Ramps bağlantı şeması	28
Şekil 23: Motor sürücüler	30
Şekil 24: Nema17 Step motor ölçüleri	30
Şekil 25: Nema17 parça listesi ve özellikleri	31
Şekil 26: Isıtıcı uc	32

KABUL VE ONAY

Ahmet Faruk ALATAŞ, Samet KAYNAK tarafından hazırlanan " 3D Printer" başlıklı bu tezin Lisans Bitirme Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım. 22/08/2016

Tez Danışmanı

Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU



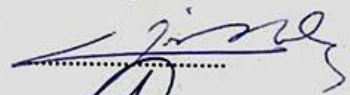
Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir. 22/08/2016

Tez Jürisi

Başkan: Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU



Üye : Yrd.Doç.Dr. Cihan URBAN



Üye : Doç.Dr. İsmail Hakkı Tayyar



KBÜ Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Mezuniyet Komisyonu ve Bölüm Başkanlığı bu tezi Lisans Bitirme Tezi olarak onamıştır. 22/08/2016

Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU

Mekatronik Müh. Bölüm Bşk.



ÖNSÖZ

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği tarafından yapılmıştır.

Öncelikle bilgi birikimlerini, eğitim ve öğretim hayatımızı, gerekli birçok fedakârlığı yapan ve bu yaşımıza kadar bizleri iyi bir birey olarak yetiştiren ailelerimize içten bir teşekkürü borç biliriz.

Öğretim süremiz boyunca bilgilerini esirgemeyen başta bölüm başkanımız Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU 'na da teşekkürlerimizi iletiriz.

Karabük 'te bizleri yalnız bırakmayan, maddi-manevi destek veren ve iyi dostluklarıyla güzel anılar bırakan sevgili arkadaşlarımıza çok teşekkür ederiz.

Ahmet Faruk ALATAŞ

Samet KAYNAK

KARABÜK 2016

1.GİRİŞ

3 boyutlu yazıcı teknolojisinin tarihi 1970'li yıllara kadar uzanmaktadır. 1971 yılında, Pierre Ciraud isimli Fransız bilim adamı, ışın yardımıyla metal tozlarının birleştirilmesiyle gerçekleştirilen bir üretim yöntemine ilişkin çalışmalar yapmıştır. Aynı yıl, Wyn Kelly Swainson sterelithography (SLA) teknolojisine benzeyen ve üç boyutlu cisimlerin lazer ışınlarının kesiştirilmesiyle üretildiği bir yöntem üzerinde çalışma yapmıştır. 1979 yılında ise Ross Housholder Selective Laser Sintering (SLS) teknolojisini hatırlatan ve hammaddenin lazer ışınlarıyla katman katman katılaştırılarak üç boyutlu cisimlerin üretildiği bir üretim işlemi üzerinde çalışma yapmıştır. 3 boyutlu baskı teknolojisine yönelik bu çalışmalar ticarileştirilmese de, 1984 yılında Charles Hull SLA teknolojisiyle üç boyutlu cisimler üreten bir makineye ilişkin patent başvurusunda bulunmuştur. İki yıl sonra, patent başvurusu kabul edilen Hull söz konusu teknolojinin hayata geçirilmesi amacıyla 3D Systems Corporation şirketini kurmuştur. 1986 yılında ayrıca, Carl Deckard SLS teknolojisini bulmuş ve toz halindeki hammaddeyi bilgisayar kontrollü lazer yardımıyla tabakalar halinde birleştiren bir üretim cihazı ve yöntemine ait çalışmalar yapmıştır. Deckard ve akademik danışmanı olan Joe Beaman Desktop Manufacturing

(DTM) şirketini kurmuştur. Daha sonra, 1989 yılında Scott Crump FDM (Fused Deposition Modelling) teknolojisini icat etmiş ve Stratasys Ltd'yi kurmuştur.

3D yazıcılara ilişkin bu ilk gelişmelerin ardından, farklı 3 boyutlu baskı teknolojilerinde birbirini izleyen ilerlemeler kaydedilmiştir[1].

3D yazıcı teknolojileri birçok farklı teknolojiyi bir arada sunmuştur. Bu teknolojiler, fused deposition, lazer sinterleme, polimer kurlama olarak sıralanmıştır. Yaygın kullanıma ve farklı tasarıma sahip olsa da temelde en çok kullanılan teknoloji fused deposition modelling (FDM) tekniği ile çalışan cihazlar olmuştur. Bu teknikte bilgisayarda 3 boyutlu modeli bulunan cisim 2 boyutlu katmanlar halinde yığılarak 3 boyutlu ürün elde edilmiştir[2].

Bu çalışmada da FDM tipi bir 3D yazıcı tasarlanıp üretilmiş, ardından 3 boyutlu modeller filament kullanılarak hiçbir kalıba ihtiyaç duyulmadan üretilebilir hale gelmiştir. Üretilen bu cihazlarda FDM bir yazılım prosesi ile başlamış, yazılım STL formatındaki modelleri matematiksel olarak katmanlara ayırmış ve bu katmanları üst üste inşa etmek için 3 eksenli Computer Numerical Control (CNC) kontrollü bir cihaza göndermiştir. Çalışma da termoplastik malzemeler kullanılmıştır. Bu malzemeler

thermoset malzemeler ile karşılaştırıldığı kutu içerisine alınıp fırçasız fan kullanılarak arduino'nun soğutulması sağlanmıştır. Böylece uzun süren baskı çalışmalarında arduino içindeki kart sürücülerin ısınması engellenerek hem arduino'nun ömrünün uzaması sağlanmış hem de arduino'nun ısınması sonucu oluşan baskı kalitesinin düşmesi durumu engellenmiştir. Piyasadaki varolan 4 motorlu yazıcılarda performans sıkıntıları gözlemlenmiş ve maaliyetten önce yazıcı performansı göz önüne alınarak bu çalışmadaki cihazlar içinde 5 motorlu i3 modeli kullanılmıştır.

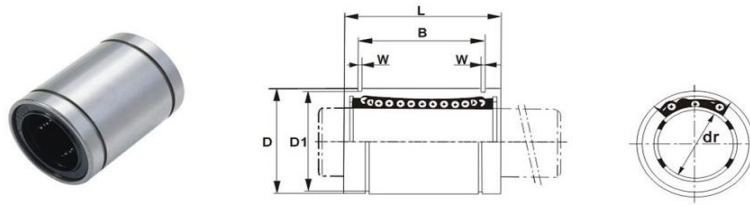
2.MATERYALLER

2.1.Mekanik Materyaller

2.1.1.Rulman

Rulmanın temel görevi, aralarında relatif dönme hareketi olan iki eleman arasında sürtünmeyi minimuma indirmek ve sorunsuz yük aktarımını sağlamaktır[3]. Bu çalışmada iki çeşit rulman kullanılmıştır. LME8UU lineer rulman ileri geri hareket için

kullanılırken, 62. seri sabit bilyeli rulman dönme hareketi için kullanılmıştır



型 号 MODEL NO.	球列数 NUMBER OF BALL ROWS	主 要 尺 寸 MAIN DIMENSIONS									径向跳动 ECCENTRICITY (MAX.)		基本额定载荷 BASIC LOAD RATING	
		内 径 INSCHURED CIRCLE DIAMETER		外 径 OUTER DIAMETER		长 度 LENGTH		外止动槽 OUTER LOCKING GROOVE					C(kgf)	Co(kgf)
		dr	公差 TOLERANCE	D	公差 TOLERANCE	L	公差 TOLERANCE	B	公差 TOLERANCE	D1	W			
LME3 UU	4	3	7		10	0						0.010	7	11
LME4 UU	4	4	8	0	12	-0.12						9	13	
LME5 UU	4	5	12	-0.008	22		14.5		11.5	1.1		21	27	
LME8 UU	4	8	16		25		16.5		15.2	1.1		27	41	
LME10 UU	4	10	19		29		22	0	18	1.3	0.012	38	47	
LME12 UU	4	12	22	0	32	-0.20	22.9	-0.20	21	1.3		52	79	
LME16 UU	5	16	+0.009	26	-0.009	36	24.9		24.9	1.3		59	91	
LME20 UU	5	20	-0.001	32		45	31.5		30.3	1.6		88	140	
LME25 UU	6	25	+0.011	40	0	58	44.1		37.5	1.85	0.015	100	160	
LME30 UU	6	30	-0.001	47	-0.011	68	0	52.1	0	44.5	1.85	160	280	
LME40 UU	6	40		62	0	80	-0.30	60.6	-0.30	59	2.15	220	400	
LME50 UU	6	50	+0.013	75	-0.013	100	77.6		72	2.65		390	810	
LME60 UU	6	60	-0.002	90	0	125	-0.30	101.7	0	86.5	3.15	0.020	480	1020

Şekil 1:LMEU8UU lineer rulman ölçüleri

2.1.2.Trasmisyon Mili

Bilye yataklı bir somunun vida dişleri açılmış bir mil üzerindeki sistem sayesinde dönme hareketini doğrusal harekete çeviren makine elemanıdır[4]. Çalışma içindeki ısıtıcının Z eksenini boyunca yukarı aşağı hareketini sağlamak amacı ile kullanılmıştır.



Şekil 2: Trasmisyon milleri

2.1.3.Kayış

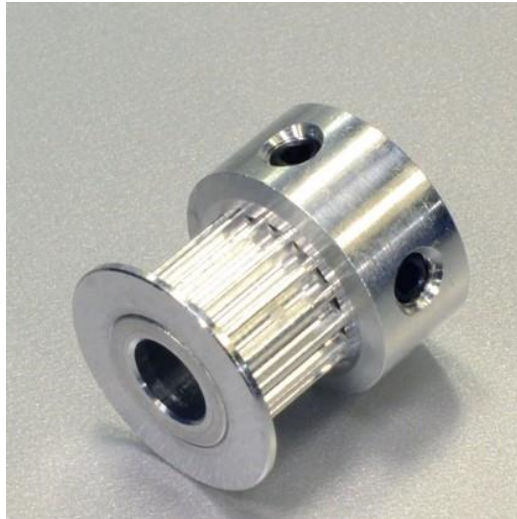
5mm genişliğinde 1mm diş derinliğinde bir kayış çalışma içindeki tabla ve ısıtıcıyı X ve Y eksenleri üzerinde düzenli aralıkla hareket ettirmek için kullanılmıştır.



Şekil 3: Kayış

2.1.4.Kasnak

Miller arasındaki mesafenin uzun olduğu durumlarda döndüren mildeki güç ve hareketi bir veya birkaç kayış yardımıyla döndürülen mile iletmeye yarayan makine elemanıdır[5]. Çalışma içinde motordan aldığı tahrikle kayış hareketini sağlamak için kullanılmıştır.



Şekil 4: Kasnak

2.1.5.Kaplin

Aynı eksen üzerinde çalışan miller arasında dönme hareketini aktarmaya yarayan ara elemandır[6] ve çalışma içinde Z eksen hareketinde motor ile dişli millerin bağlantısını sağlamak için kullanılmıştır.



Şekil 5: Kaplin

2.1.6.Nozzle

Isıtıcı tarafından ısıtılıp hammaddenin çıkış noktası olarak kullanılmıştır



Şekil 6: Nozzle

Parça Resmi	Adet-Adı	Boyutsal Özellikler	Temin Edilebilecek İşletmeler
	1 adet Alüminyum şase	400x400x6mm	Tridi dükkan -İnternet
	2 Adet Çelik mil 2 Adet Çelik mil 2 Adet Çelik mil	Çap 8 mm- 320mm Çap 8mm-350mm Çap 8mm-370mm	Poyraz paslanmaz-İstanbul Eren pazlanmaz –Antalya Çetinkaya otomasyon -Ankara
	2 Adet Vidalı mil 2 Adet Vidalı mil 4 Adet Vidalı mil	M5x300mm-2adet M10x380mm-2adet M10x210mm-4adet	Çetinkaya otomasyon -Ankara Doğa Rulman –İstanbul Nake Civata –Konya Sanal Pazar-İnternet
	1 Adet 625 kalite rulman 4 Adet 608 kalite rulman	Çap 5x16x5mm-1adet Çap 8x22x7mm-4adet	Çetinkaya otomasyon –Ankara Doğa Rulman –İstanbul Özevren Rulman –İstanbul Yavuzlar makina –Bursa İleri mühendslik –Antalya
	2 Adet Gt2 Kayış Kasnağı	Gt2 modeli diş sayısı Z=16 P=2mm	Çetinkaya otomasyon -Ankara Sanal Pazar-İnternet Robotistan-İnternet Aliexpress-İnternet

	1 Adet Zaman kayışı 1 Adet Zaman kayışı	Diş yüksekliği =2mm Uzunluk= 900mm Diş yüksekliği =2mm Uzunluk = 790mm	Çetinkaya otomasyon -Ankara Sanal Pazar-İnternet Robotistan-İnternet Aliexpress-İnternet
	M3x14-45 adet M3x24-3 adet M3x30-4 adet M3x60-2 adet M4x20-6 adet M8x30-1adet M8x20-1 adet	TSE - TS61/5-13-6.8	tridprinting.com-Kit Satışı-İnternet Çetinkaya otomasyon -Ankara Nake Civata –Konya Sanal Pazar-İnternet Okmetal-İstanbul-İnternet
	M3-30adet M4-6 adet M5x-2 adet M8-1 adet M10-34 adet	EN ISO 4032-6	tridprinting.com-Kit Satışı-İnternet Çetinkaya otomasyon -Ankara Nake Civata –Konya Sanal Pazar-İnternet Okmetal-İstanbul-İnternet
	11 Adet LM 8 UU kalite	Çap 8x25mm-11adet	Çetinkaya otomasyon –Ankara Doğa Rulman –İstanbul Özevren Rulman –İstanbul Yavuzlar makina –Bursa
	GS11 Kaplin	Çap 8mm x32x40 2adet	Çetinkaya otomasyon -Ankara Nake Civata –Konya Sanal Pazar-İnternet Okmetal-İstanbul-İnternet Özevren Rulman –İstanbul

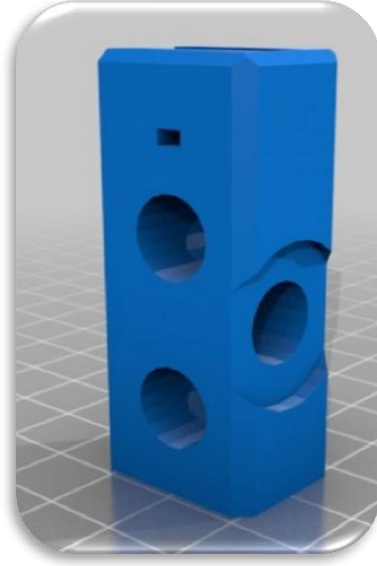
	Dişli Şaft-5 adet	M3x8 mm	Amazon-İnternet Aliexpress-İnternet Reprap-Kit Satışı-İnternet
	Çap 3 Düz rondela- 60 adet Çap 8 Düz rondela 6 adet Çap 10 Düz rondela 34 adet	DIN 125/A EN ISO 7089	tridprinting.com-Kit Satışı- İnternet Çetinkaya otomasyon -Ankara Nake Civata –Konya Sanal Pazar-İnternet Okmetal-İstanbul-İnternet
	M8- Altı köşe kilit somun-1 adet	DIN 982 ISO 7040	tridprinting.com-Kit Satışı- İnternet Çetinkaya otomasyon -Ankara Nake Civata –Konya Sanal Pazar-İnternet Okmetal-İstanbul-İnternet
	Silindirik yay-Aadet (Exstruder için)	Yay kataloğu bkz.	Standart yay-İstanbul Çetinkaya otomasyon -Ankara Aliexpress-İnternet

Tablo 1: Temin edilecek parçalar

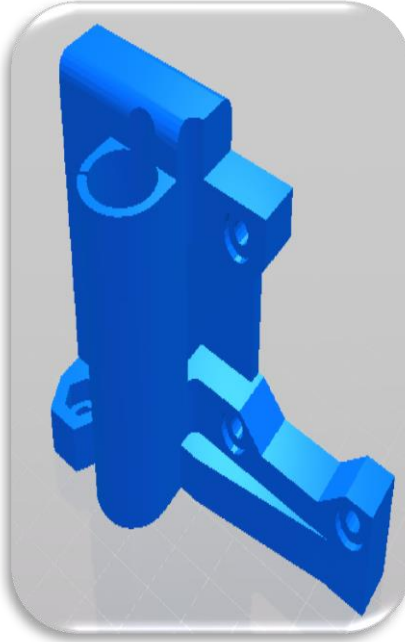
2.2 Prusa Tipi Yazıcıların Mekanik Kısımları İçin Gerekli Yazdırılabilir Parçalar



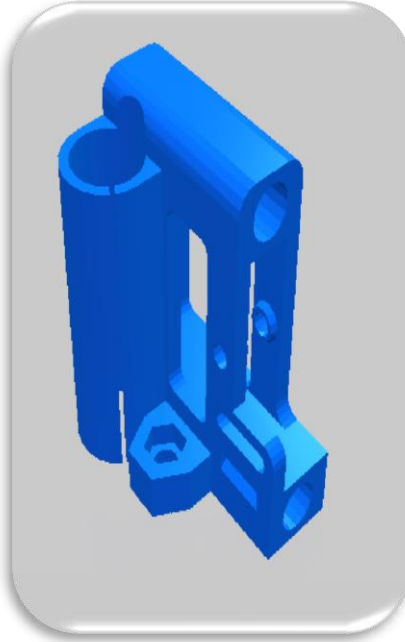
1- Gövde



2- Y eksen mil tutucu



3-Motor hareket noktası



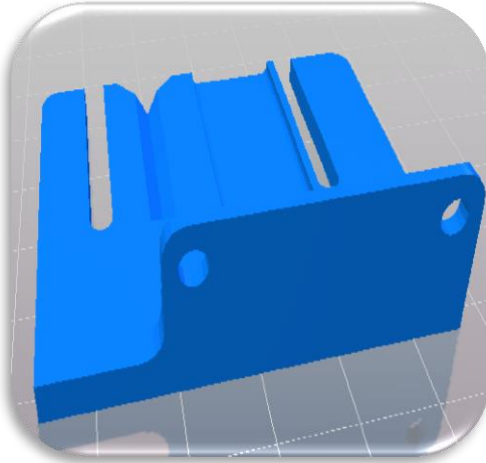
4- Z hareket bağlantısı



5- Z eksen mil tutucu sol üst



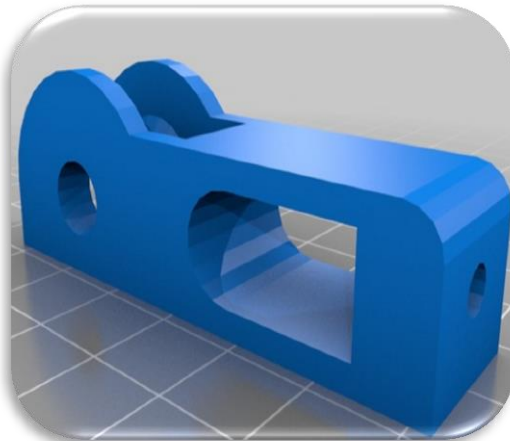
6- Z eksen mil tutucu sağ üst



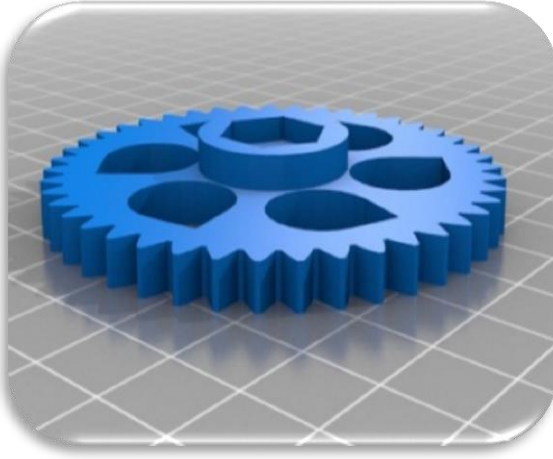
7- Z eksen motor bağlantı parçası



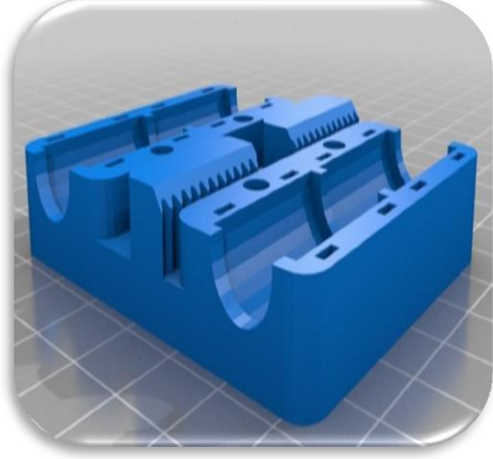
8- Z eksen mil tutucu sağ alt



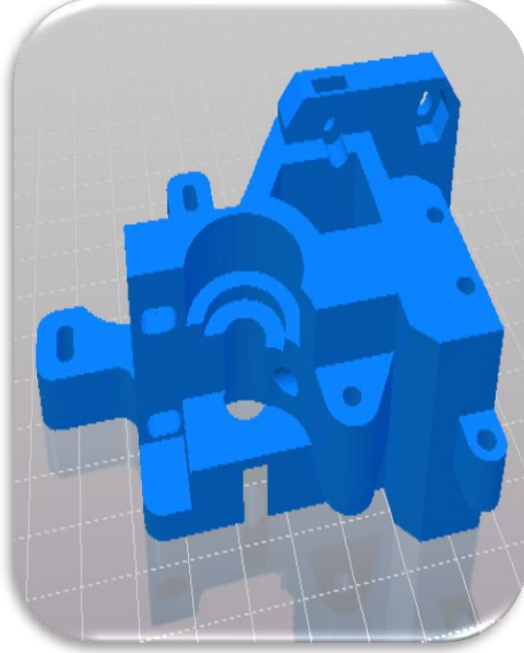
9– Z ekseni mil tutucu sağ alt



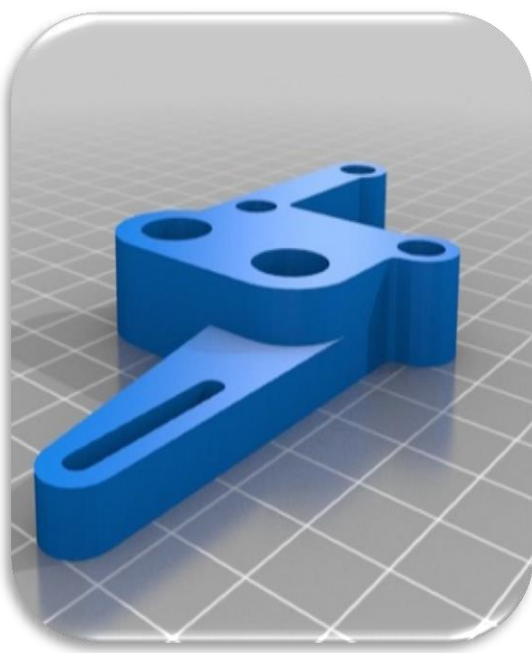
10– Y ekseni kayış bağlantı parçası



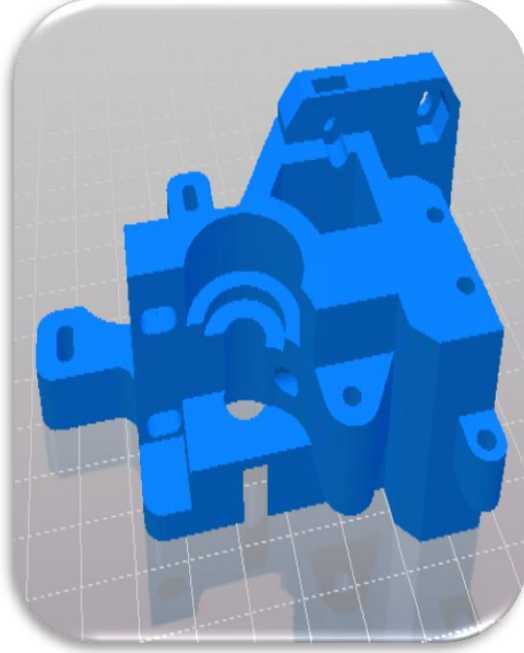
10– Flamen sürücü dişli çark



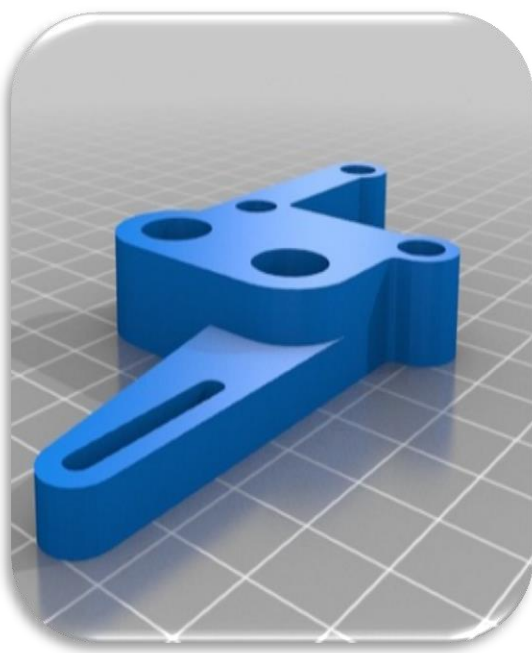
12– X ekseni motor bağlantı



13– Eksruder fan bağlantı parçası



14– Y ekseni motor bağlantı parçası



Şekil 7: Mekanik aksan için yazdırılabilir parçalar

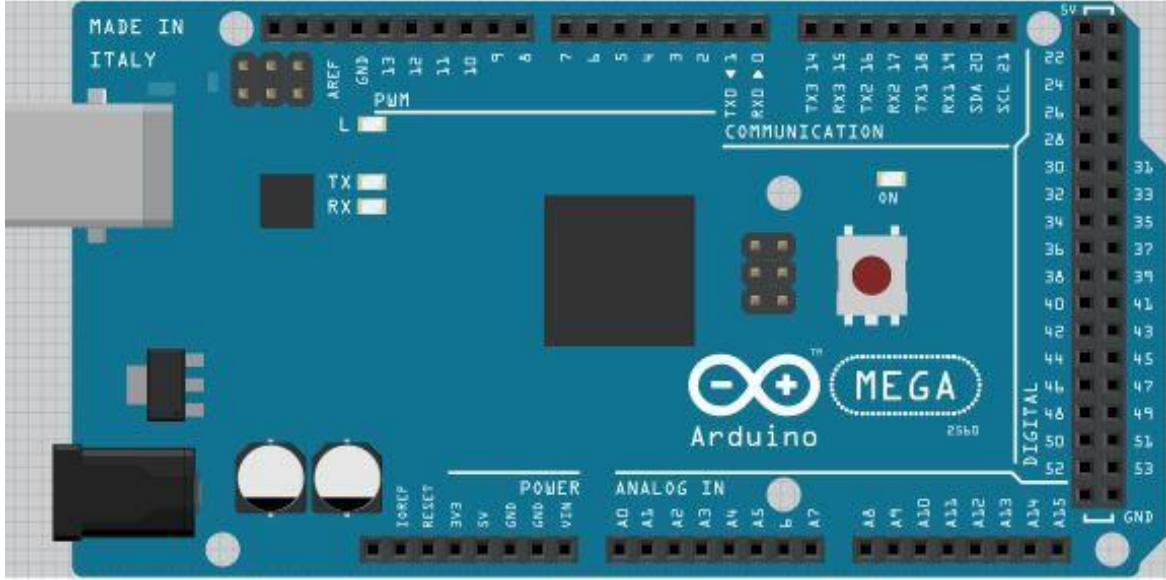
2.2. Elektronik Materyaller

2.2.1.Arduino Mega

Atmega2560 (datasheet) tabanlı bir Arduino kartıdır. 54 digital I/O pini vardır. Bunların 14 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılır. 16 analog girişı, 4 UART (serial port), 16MHz kristal

osilatörü, USB bağlantısı, adaptör girişi, ICSP çıkışı ve bir reset butonu vardır. Arduino Duemilanove ve Diecimila için tasarlanmış tüm eklentilere (shield) uyumludur[7].

Programlama ve erişilebilirlik kolaylığı sayesinde çalışmanın beyin kısmı olmuştur.



Şekil 8: Arduino Mega

2.2.2.Ramps (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4

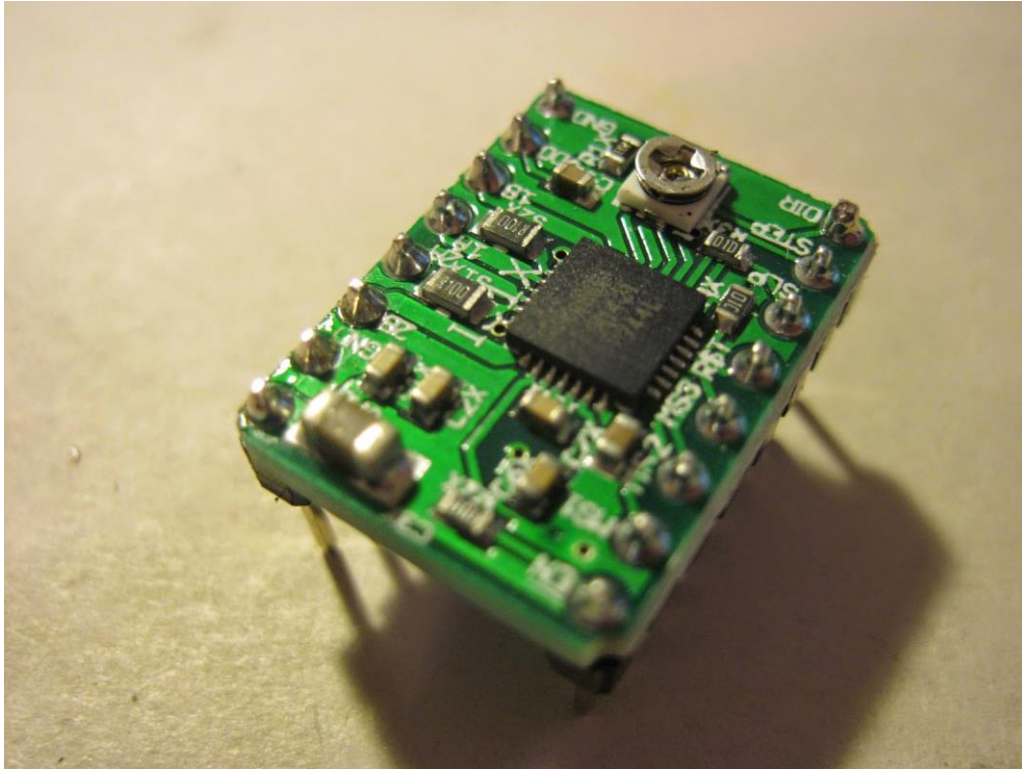
3D yazıcılarda oldukça sık kullanılan bir kontrol kartıdır. Arduino Mega modeli veya benzer pin dizilimine sahip birçok kart ile beraber kullanılabilir olan Ramps 1.4; shield yapısı sayesinde Arduino Mega'nın direk olarak üzerine oturtularak kullanılabilir[8]. Çalışma içinde motor sürücüleri, ısıtıcılar, ısı algılayıcıları ve fanlar Ramps 1.4 kartları sayesinde arduino ile iletişim sağlamıştır.



Şekil 9: Ramps (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4

2.2.3. Motor Sürücü

Bu sürücüler endüstrinin temeli olan standart indüksiyon motorunun hızının ve torkunun kontrol edilmesi için kullanılırlar[9]. Çalışma içinde motorların sürülmesi için kullanılmıştır.



Şekil 10: Motor sürücü

2.2.4.Limit Switchs

Diğer adıyla sınır şalteri, bir hareketli mekanizmanın temas etmesi sonucu mekanik olarak tahrik edilerek elektriksel kontakların pozisyonunu değiştiren elektriksel anahtardır. Limit switch kontaklarının pozisyon değiştirmesi, yani açık konumdan kapalı konuma veya kapalı konumdan açık konuma geçmesi sonucu herhangi bir elektrik devresi açılır veya kapanır[10]. Bu çalışmada limit switch, sistemin maximum çalışma noktalarını algılayıp bu noktadan ileriye gitmeye çalışmasını engellemek için kullanılmıştır.



Şekil 11: Limit switchs

2.2.5.Isıtcı Tabla

Alüminyum veya bakır olan bu tabla baskı esnasında parçanın büzüşmesini önlemek için kullanılmıştır.



Şekil 12: Isıtıcı tabla

2.2.6. Isıtıcı Blok

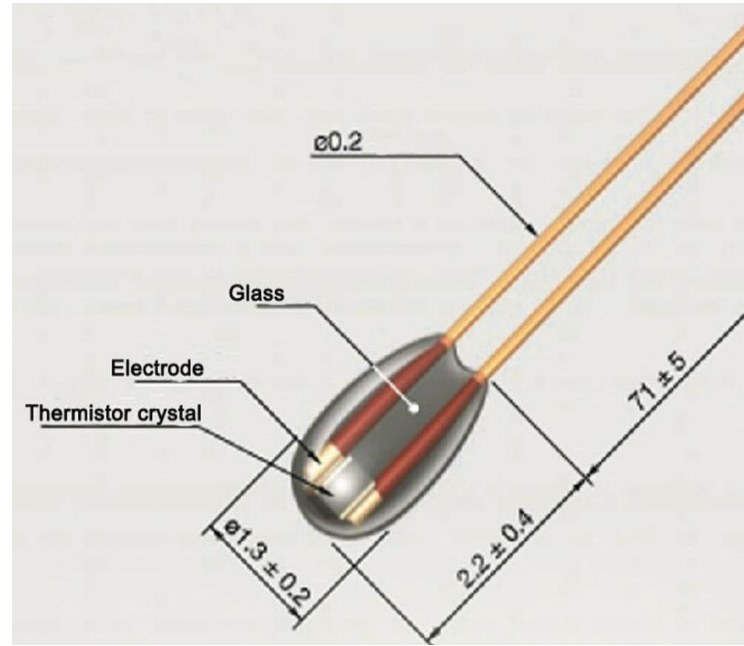
Çalışma içindeki hammaddenin eritilmesi için kullanılmıştır.



Şekil 13: Isıtıcı blok

2.2.7. Termistör

Diğer adıyla ısıl direnç, sıcaklık ile iletkenliği (veya direnci) değişen bir tür dirençtir. Bu dirençler, sıcaklık sensörleri, kendiliğinden sıfırlamalı aşırı akım koruyucuları ve kendiliğinden ayarlamalı ısıtma elementlerinde kullanılır[11]. Çalışma içindeki sistemin gerekli ısıyı algılaması için kullanılmıştır.



Şekil 14: Termistör

2.2.8.LCD Ekran

Çalışma içindeki makinenin bilgisayar ile bağlantısı olmadan kullanılması için kullanılmıştır.



Şekil 15: LCD ekran

2.2.9.Step Motor

Diğer bir adıyla adım motorları elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren elektro-mekanik motorlara denir. Açısal konumu adımlar halinde değiştiren, çok hassas sinyaller ile sürülen motorlardır. Step motorlar, belirli adımlarla hareket eder. Bu adımlar motorun sargılarına uygun sinyaller gönderilerek kontrol edilir[12]. Çalışma da 1.2 amper akım değerinde ve 1.8 derece dönme açısına sahip Nema 17 model step motor kullanılmıştır. Konum kontrolünün önemli olduğu bir çok uygulamada step motorlar kullanılmaktadır. Bunlar ;

CNC makineleri

Lazer kesiciler

Tutma ve yerleştirme makineleri

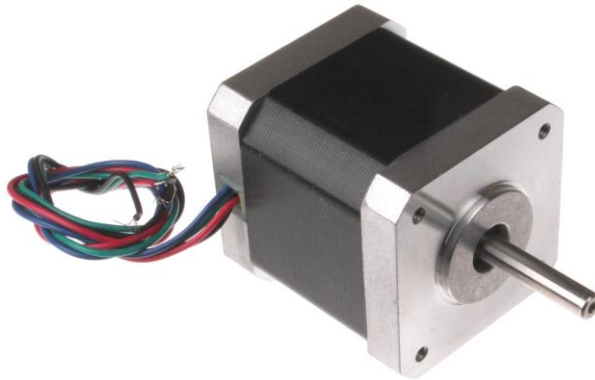
Yazıcılar

3D printerlar

Prototipleme makineleri

Hard diskler

Lineer aktüatörler



Şekil 16: Nema17 Step motor

2.2.10.Güç Kaynağı

Çalışma içinde 12V 30 amper standart led trafo kullanılmıştır. İdeal güç kaynağı 30 Amperdir.



Şekil 17: Güç kaynağı

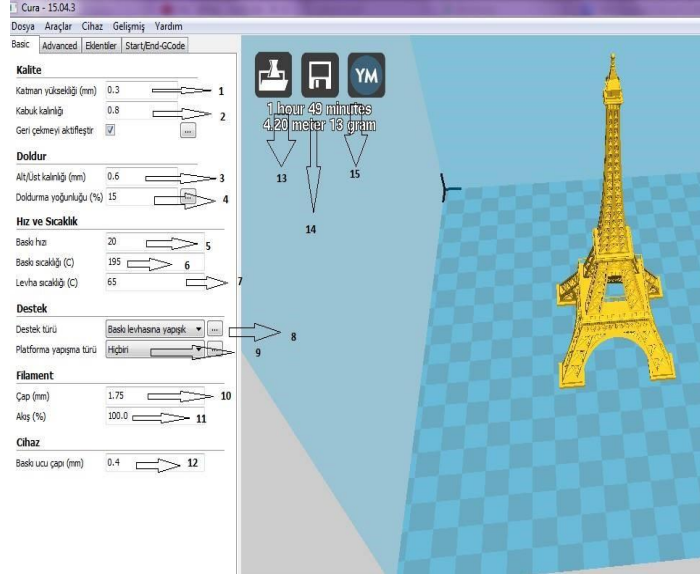
2.3. Yazılım

2.3.1.Firmware

Diğer bir adıyla donanım yazılımı, sayısal veri işleme yeteneği bulunan her tür donanımın kendisinden beklenen işlevleri yerine getirebilmesi için kullandığı yazılımlara verilen addır. Elektronikte ve bilişimde firmware, kalıcı bellek, program kodu ve veri deposudur[13]. Çalışmada arduino'nun içine yerleştirilmiş olan kod bloğudur ve çalışmanın bütün işlemleri burada gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın şekil bilgisine yine bu kod bloğu sayesinde ulaşılır.

2.3.2.Dilimleme Programı (Cura): 3 boyutlu yazıcılardan ürün çıkarabilmek için ilk aşamada bu ürünün digital ortamda 3 boyutlu olarak tasarlanmış olması gerekir. Digital ortamda tasarlanan ürün STL formatında kaydedilir ve 3 boyutlu yazıcı kontrol programlarına aktarılır. 3 boyutlu yazıcı kontrol programlarında baskısı yapılacak olan ürünün yüzey kalitesi, doluluk oranı gibi istenilen özellikleri ayarlanır. Gereken ayarlar yapıldıktan sonra dilimleme işlemi yapılarak ürün katmanlara ayrılır ve “G kodu” dosyası oluşturulur. Oluşturulan bu dosya ya hafıza kartı aracılığıyla yada doğrudan bilgisayar bağlantısı ile 3 boyutlu yazıcılara aktarılarak ürün baskısı gerçekleşir[14]. Çalışma içinde dilimleme programı 3 boyutlu parçaların dilimlenmesi için kullanılmıştır.

Cura için ideal ayarlar ve açıklamaları aşağıdaki gibidir.



Şekil 18: Cura programı ideal temel ayarlar

1-Katman yüksekliği: Katmanların yüksekliğini ayarlanması yapılır.

2- Kabuk kalınlığı: Kabuk kalınlığının ayarlanması yapılır.

3-Alt Üst kalınlığı

4-Doldurma yoğunluğu: Parçanın Mukavemetiyle doğrudan alakalıdır. Parçanın içinin doluluğunun ayarlandığı bölümdür.

5-Baskı hızı: Yazıcıya konulan parçanın hızı bu bölümden ayarlanır. İdeal ayar 20 olarak ayarlanmalı. Baskı kalitesiyle doğrudan alakalıdır.

6-Baskı sıcaklığı:Nozzelin sıcaklığının ayarlandığı yerdir. Bu sıcaklıkların ideal olanı PLA için 195 derece, ABS ve PET için 215 derecedir.

7-Levha sıcaklığı: Isıtıcı tablanın sıcaklığının ayarlandığı bölümdür. İdeal ayar 60-70 derece arasındır.

8-Destek türü: Yapı olarak karmaşık olan parçaların basımında ince olarak desteğin verilmesine olanak sağlayan bu desteğin tabladan mı yoksa malzeme üzerinden mi yoksa hiçbir destek türünün olup olmayacağını belirtmek için ayar yapılır.

9-Platforma yapışma türü

10-Çap:Kullanılan filamentin çapı kaç ise o ölçünün belirtildiği ayar kısmıdır.

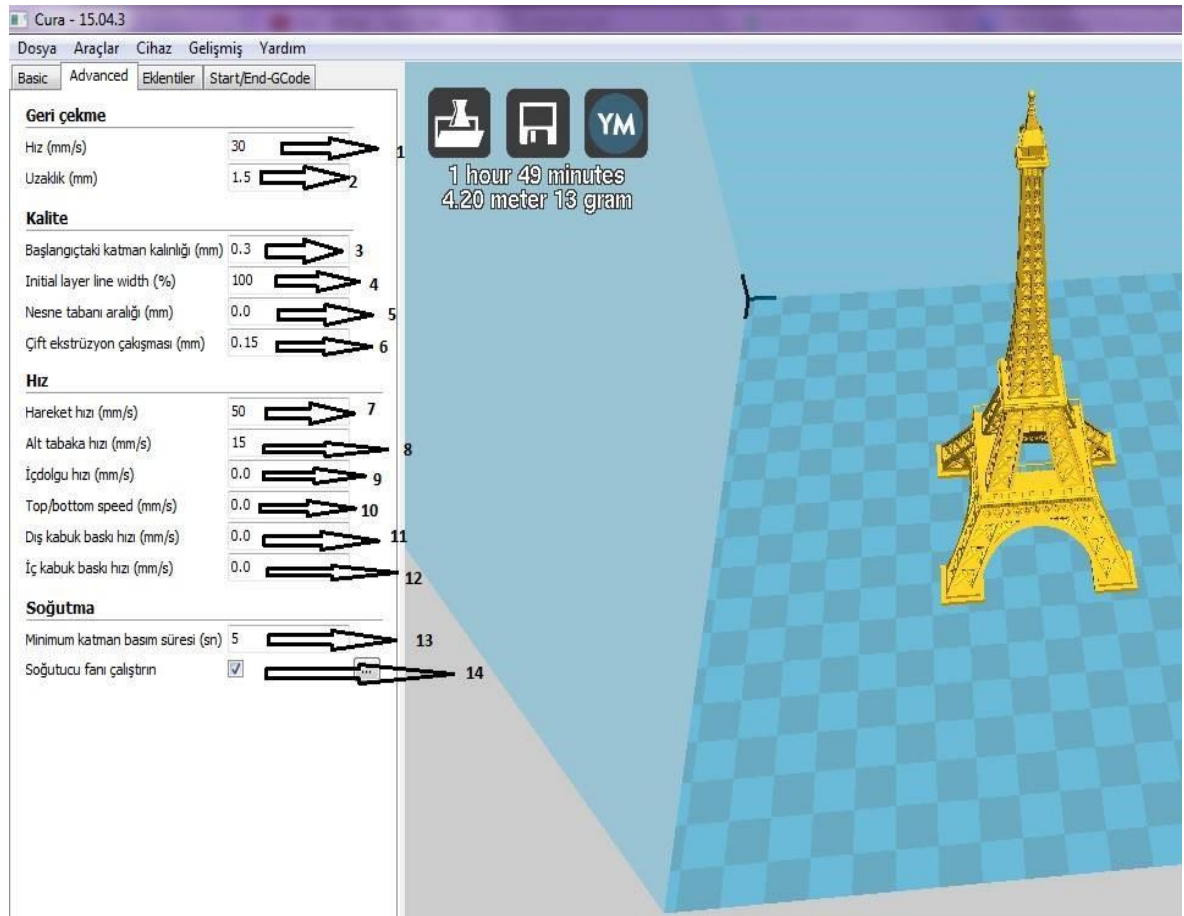
11-Akış: Filamentin % kaç oranla nozzle ile akıtıldığı oranı belirtme ayar kısmıdır.

12-Baskı ucu çapı: Kullanılan nozzle ile ilgili ölçünün programa belirtmek için kullanılan ayar kısmıdır.

13-Dosya

14-Kaydet:Yapılan ayarları G kodlarını kaydet.

15-YM



Şekil 19: Cura programı arayüzü

1-Hız

2-Uzaklık

3-Başlangıçtaki katman kalınlığı

4-Başlangıç katmanının çizgi genişliği

5-Nesne taban aralığı

6-Çift extrüzyon çıkışması

7-Hareket hızı

8-Alt tabaka hızı

9-İç dolgu hızı

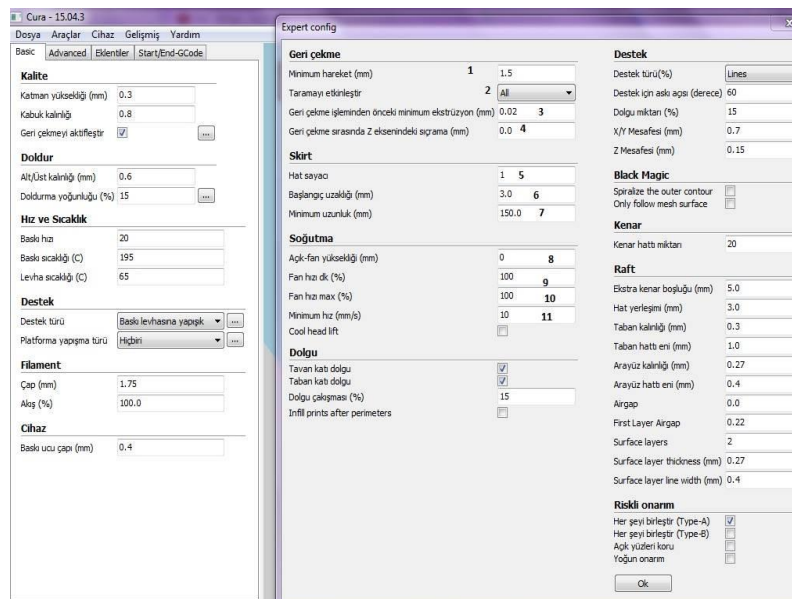
10-En alt/En üst hız

11-Dış kabuk baskı hızı

12-İç kabuk baskı hızı

13-Minimum katman basım süresi;

14-Soğutucu fanı çalıştır:



Şekil 20: Cura programı ince ayarlar

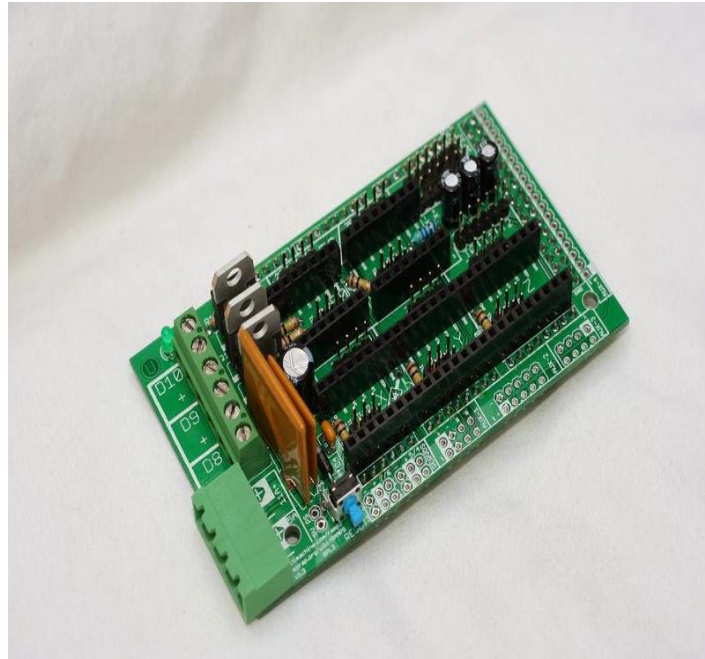
3.Çalışma İçindeki Bazı Parçaların Detayları ve Bağlantı Şemaları

3.1. Kontrol Kartı (RAMPS)

Kontrol kartı en basit tabiri ile 3d printerın beynidir. Bizim ülkemizde karmaşık olan tüm elektronik kartlara genelde beyin denir zaten. Piyasada mevcut bulunan tüm 3d printer elektronik kontrol kartları Arduino'ya dayanmaktadır. Farklı tasarımlara ve özelliklere sahip olsalar da bütün kontrol kartları aynı işlemi gerçekleştirmektedir. Kontrol kartının temel görevi step motorları, ısıtıcı zemin ve ısıtıcı kontrol etmektedir. Şu an açık kaynak olarak 10 dan fazla 3d printer kontrol kartı mevcut ancak çok detaya inmeden en sık kullanan iki kontrol kartına dikkat çekmekte fayda var.

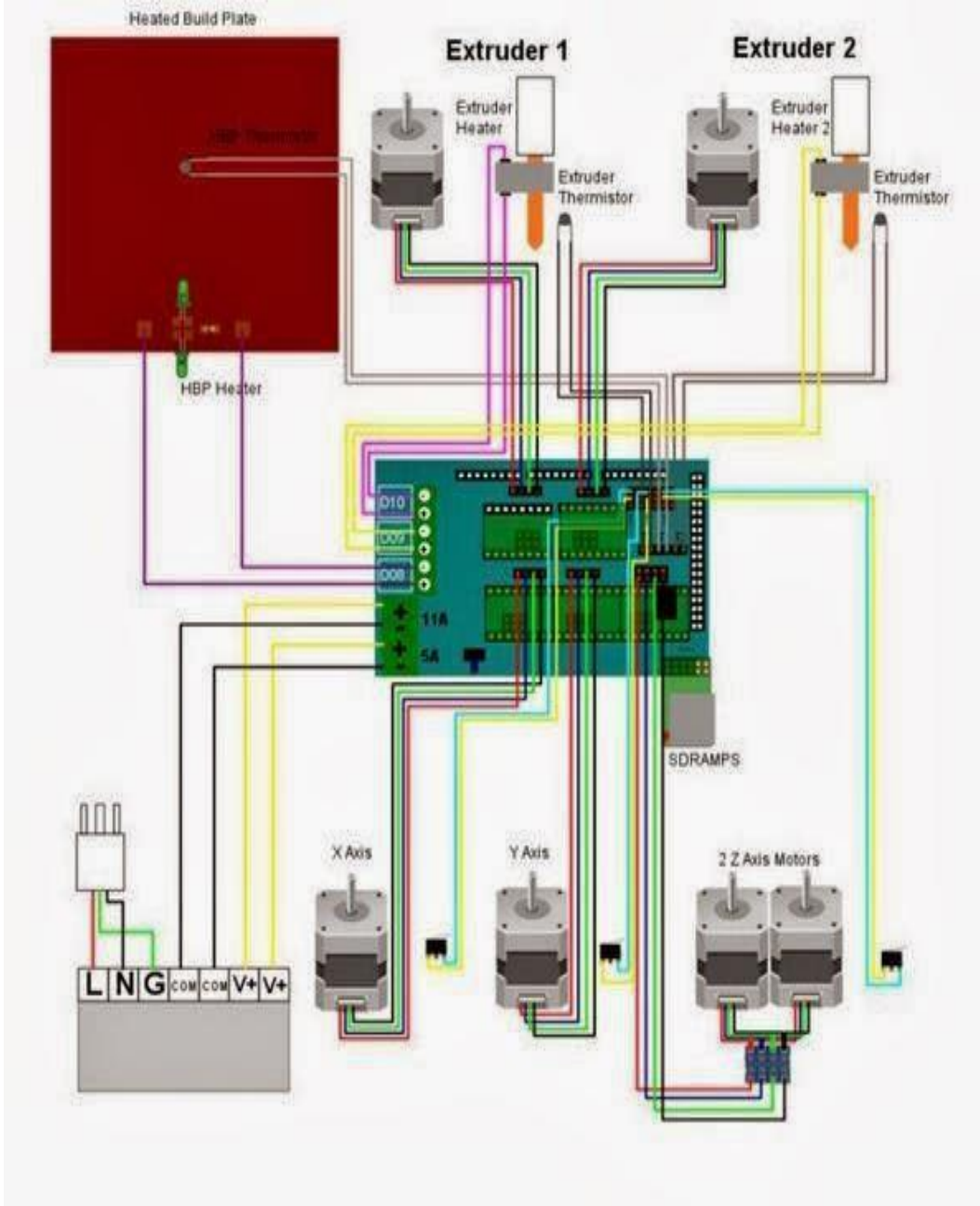
RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield)

Açılımından da anlaşılabilirceği gibi RAMPS bir Arduino ek kartıdır (shield). RAMPS 3d yazıcı için gereken tüm elektronik kontrol işlevini kapsamak üzere tasarlanmıştır. Aşağıdaki resimde gördüğünüz hali Arduino ve 4 ya da 5 adet step sürücü devresi eklenmemiş halidir. Tam olarak kullanılabilmesi için Arduino Mega ve A4988 vb step sürücüler ile birleştirilmesi gerekmektedir. Açık kaynak Reprap 3d printer vb bir çok makinede en çok kullanılan kontrol kartı RAMPs dir.



Şekil 21: RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield)

RAMPS'i diğer parçalara bağlayabilmek için aşağıdaki bağlantı şemasını kullanabiliriz. Bu şema 3D Yazıcı kontrol kartının nasıl gereken tüm işlevleri gerçekleştirdiğini anlamak için de oldukça kullanışlı.



Şekil 22: Ramps bağlantı şeması

3.2 Motorlar ve sürücüler

Step motor sürücü step motoru hareket ettirmek görevini gerçekleştirmektedir. Arduino üzerinden geçen güç motorları sürmeye yetemediği için bu görevi step motor sürücü devresi yapmaktadır. Step motor sürücü devresinin bir diğer özelliği de hassas bir şekilde motorları kontrol edebilmesidir

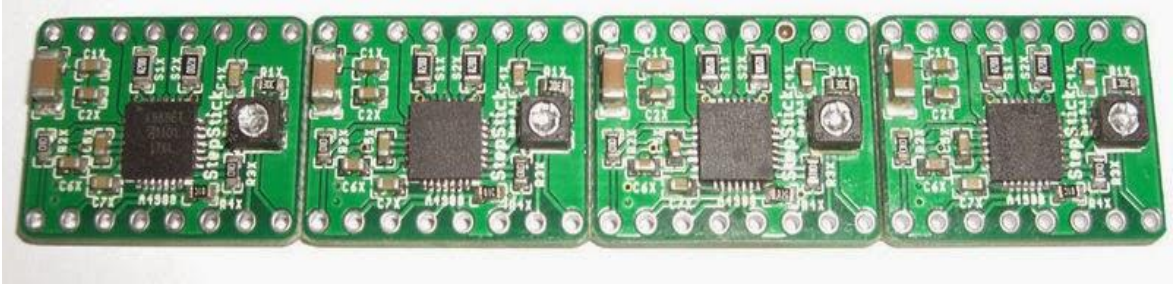
Genellikle kullanılan 2 çeşit sürücü vardır. Bunların ilki A4988 step motor sürücüsü kartı, Allegro'nun en kullanışlı mikrostep çift kutuplu bipolar step motor sürücüsüdür. Sürücünün akım sınırlaması, yüksek akım koruması ve 5 farklı mikrostep çözünürlüğü vardır. 8-35V arasında çalışabilir ve her bobin için 1A akım vermektedir. Üzerinde akım sınırlaması için potansiyometresi bulunmaktadır. Genel özellikleri

- Basit bir adım ve kontrol arayüzü
- 5 farklı adım çözünürlüğü: Tam adım, yarım adım, çeyrek adım, sekizinci adım ve on altıncı adım
- Ayarlanabilir akım kontrolü daha yüksek adım oranları elde etmek için step motorun nominal geriliminden yukarıda gerilim kullanılmasına olanak veren bir potansiyometre ile maksimum akım çıkışı ayarlamanızı sağlar.
- Akıllı değişme kontrolü otomatik olarak doğru akım yavaşlama modunu seçer.
- Aşırı sıcaklıkta termal kapatma, düşük voltaj ve yüksek akım korumaları vardır.
- Kısa devre koruması mevcuttur

Diğer bir step motor sürücüsü ise DRV8825 tir. DRV8825 step motor sürücü kartı, kanal başına 1.5A akım verebilmektedir. Zorlanma ve ani durumlarda bu değer 2.2A'e kadar çıkabilmektedir. Sürücü ayarlanabilir akım sınırlaması, aşırı akım ve aşırı sıcaklık koruması ve altı mikrostep çözünürlük özelliklerine sahiptir. 8.2V ve 45 V arasında geniş bir çalışma voltaj aralığı ile bir çok projede rahatlıkla kullanılabilir. Genel özellikleri;

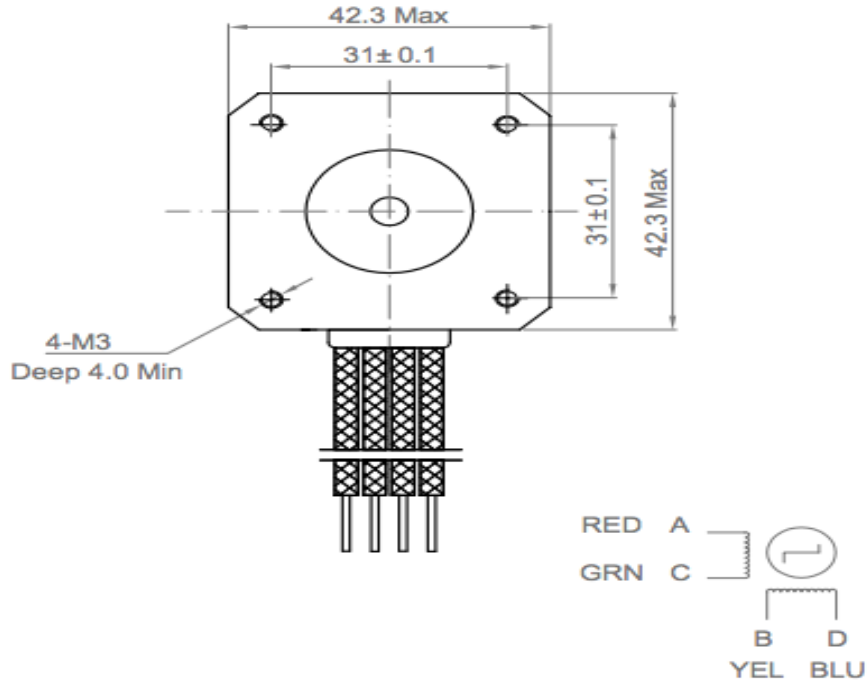
- Basit step ve yön arayüzü
- 6 farklı step çözünürlüğü; full step, half step, 1/4 step, 1/8 step, 1/16 step ve 1/32 step
- Ayarlanabilir akım kontrolü
- Maksimum motor kontrolü
- Maksimum motor gerilimi: 45V
- Kısa devre koruması
- A4988 motor sürücü pin arayüzü ile aynıdır.

4



Şekil 23: Motor sürücüler

Aşağıda



Şekil 24: Nema17 Step motor ölçüleri

3D Printer yapımında en sık kullanıla motorlar NEMA 17 flanşa sahip step motorlardır. Aşağıdaki listede en çok tercih edilen ve kullanılan NEMA 17 motor listesini parça numaraları ve özellikleri ile bulabilirsiniz. Step Motorlar ile ilgili dikkat edilecek bir diğer

nokta ise motorların boyudur. Kabaca eğer motor boyu flanş uzunluğu 42mm kadar ise 3d printer yapımı için kullanılması uygundur diyebiliriz. Motor boyu 20mm civarında ise ürettiği tork yeterli olmayabilmektedir. Daha uzun motorlarda ise tork daha da artmaktadır ancak ağır olmaları nedeni ile makine toplam ağırlığını ciddi şekilde arttırmaktadır.

Üretici	Model	Tork	Voltaj	Shaft	Step Açısı	Motor Uzunluğu
3D Accessories Hub	SH 47-1704 A	43 N-cm		Ø 5 mm Dual	1.8°	42 mm
Kysan	42BYGH4803(SKU 1124030)	54.0 N-cm	4.2 V	Ø 5 mm single	1.8°	48 mm
Kysan	42BYGH4803-DC(SKU 1124090)	54.0 N-cm	4.2 V	Ø 5 mm single	1.8°	48 mm
LDO Motors	LDO-42STH47-1684A	50 N-cm	2.8 V	Ø 5 mm single or	1.8°	47 mm
Lin Engineering	4118S-62-07	31 N-cm		Ø 5 mm	1.8°	
Longs Motor	17HS4417	40.0 N-cm	2.6 V	Ø 5 mm single	1.8°	40 mm
Mercury Motor	SM-42BYG011-25	23.0 N-cm	12 V	Ø 5 mm single	1.8°	34 mm
RobotDigg	17HS1011-20B	28.0 N-cm	4.8 V	Ø 5 mm single	1.8°	34 mm
RobotDigg	17HS3001-20B	40.0 N-cm	2.0 V	Ø 5 mm single	1.8°	40 mm
RobotDigg	17HS6002-27B	65.0 N-cm	4.05 V	Ø 5 mm single flat	1.8°	60 mm
SOYO	SY42STH47-1206A	31.1 N-cm	4.0 V	Ø 5 mm single	1.8°	40 mm
SOYO	SY42STH47-1504A	55.0 N-cm	2.8 V	Ø 5 mm	1.8°	47 mm
SOYO	SY42STH47-1684A	43.1 N-cm	2.8 V	Ø 5 mm single	1.8°	48 mm
SOYO	SY42STH47-1684B	43.1 N-cm	2.8 V	Ø 5 mm double	1.8°	48 mm
Thingibox	TB35HT36-1004A	35.3 N-cm	2.8 V	Ø 5 mm single	1.8°	36 mm
Thingibox	TB35HT36-1004B	35.3 N-cm	2.8 V	Ø 5 mm double	1.8°	36 mm
Trinamic	QSH4218-51-049	49 N-cm		Ø 5 mm	1.8°	47 mm
Wantai	42BYGH W811	47.0 N-cm	3.1 V	Ø 5 mm	1.8°	48 mm

Şekil 25: Nema17 parça listesi ve özellikleri

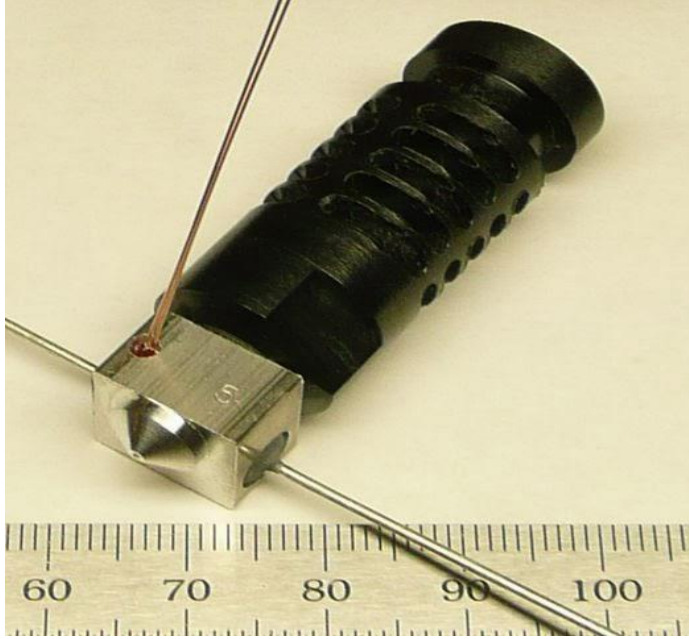
3.3. Isıtıcı uç

Isıtıcı uç (Hot End) ekstrüderden gelen filaman malzemeyi eriten ve ince bir ip haline getiren parçadır. Bu nedenle 3d yazıcının performansını direkt olarak etkileyen en kritik parçadır diyebiliriz. İyi tasarlanmış ve kaliteli olarak üretilmiş bir ısıtıcı uç çok iyi sonuçlar verirken, kalitesiz olarak üretilmiş (genellikle Çin'den gelenler) bir ısıtıcı uç 3d printer işinden tümüyle nefret etmenize sebep olabilir. Bunlara ek olarak kaliteli ısıtıcı uçlar farklı malzemeler ile kullanıldıklarında da sorun yaratabilmektedir. Bu nedenle Makerbot / Ultimaker gibi 3d printer üreticileri filaman üreticileri ile anlaşmalar yaparak kendi makineleri için filaman makine uyumluluğunu garanti altına almaktadırlar.

Kendi 3d yazıcımızı yaparken bu gibi riskleri ortadan kaldırmak için neler yapabiliriz. Öncelikle en çok kullanılan ısıtıcı uçları tercih etmekte fayda var ve mümkünse bu ısıtıcı uçları asıl tasarımcısından almamızda en mantıklısı. Neden ?? daha önce de bahsettiğim gibi ısıtıcı uç 3d yazıcıları en kritik parçasıdır. Reprap ve benzeri açık kaynak yazıcıların ısıtıcı uç tasarımları ile ilgili bir çok bilgiye kolayca erişebiliyoruz ancak bu teknolojiye emek veren bir çok geliştirici kendilerini Çin'den koruyabilmek adına bazı kritik bilgileri paylaşmamayı tercih etmektedirler. 3d Printer meraklılarını yolmayı hedefleyen Çinli üreticiler ise düşük fiyattan kalitesiz ürünleri piyasaya sürmekte. Siz 3d Printer yapmaya çalışırken yaşadığınız sorunları

kendi hatanız zannedersiniz ama yanıt basittir kalitesiz parçalar ve malzeme. Bu gibi sorunlar yaşamamak için tavsiye edilen parçaları asıl geliştiricilerinden temin etmeliyiz.

Tüm ısıtıcı uçlar ısı kontrolünü ısıtıcı bloka gömülü termistor ya da termokupl sayesinde gerçekleştirir.



Şekil 26: Isıtıcı uc

Termistor ve termokupl ısıya mağrus kaldıklarında voltaj üreten elemanlardır. Bu voltaj değeri 3d Printer kontrol kartına gömülü firmware içindeki ki voltaj-sıcaklık tabloları ile sıcaklık birimine dönüştürülür ve ısıtıcı ucun her zaman istenen sıcaklıkta olması sağlanır. Isıtıcı uçların ısıtma bloğu bölümü genellikle alüminyum ya da pirinç gibi ısı iletkenliği yüksek malzemelerden yapılmaktadır. Isıtıcı blokun üst kısmında kalan ve filamanın bulunduğu bölüm ise filamanı daha soğuk bir sıcaklıkta tutacak şekilde tasarlanmıştır.

3.4. Isıtıcı zemin

Isıtıcı zeminin 3d yazıcıda ki işlevinden bahsedelim. Bu parça genellikle baskı sırasında malzemenin yüzeye yapışmasını ve çarpılmamasını sağlamak amacı ile kullanılmaktadır.

PLA için ısıtıcı zemin kullanımı şart olmasa da ABS malzemenin çarpılmasını engellemek açısından şart olmaktadır.

Isıtıcı zemin 3d yazıcınız için kullandığınız güç ünitesine ekstra yük getirecektir. Bu nedenle ısıtıcı zemin kullanacaksanız en az 300W lık bir güç ünitesi kullanmakta fayda var. Isıtıcı zemin de ısıtıcı nozzle da olduğu gibi thermistor ile ısı kontrolü sağlamaktadır.

4.Çalışma süreci

4.1.Fikir

Aklınızda işinize yarayacağını düşündüğünüz, ihtiyaç duyduğunuz veya hobi olarak düşündüğünüz bir model var bu modeli ürüne dönüştürmek istiyorsunuz. Bunun için hazır modellerin çokça bulunduğu www.thingiverse.com tercih edilen bir internet sitesidir. Fakat kafanızdaki modeli kendiniz tasarlamak istiyorsanız catia benzeri programlar tercih edebilirsiniz.

4.2. Model

3 boyutlu tasarım programlarını kullanarak hazırladığınız modelin 3D Printer ile üretilebilmesi için bazı özelliklere sahip olması gerekiyor. 3D yazıcı ile üretim süreci öncesi model genellikle STL formatında ve aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

İlk olarak modeldeki et (duvar) kalınlığının 0 olmaması ve mümkünse de 1mm ve daha fazla olması modelin üretilebilirliğini arttıracaktır. Yani 3D yazıcı kullanarak folyo üretmek mümkün değildir. Bu nedenle et kalınlığı her zaman 0.5mm den fazla olmalıdır.

CAD datasında kesişen köşeler bulunmamalıdır. Parçalar ya ayrı olmalı yada bir biri üzerinde köşe oluşturmayacak şekilde bir arada durmalıdır.

Model üzerinde hiç bir alanda açık yüzey bulunmamalıdır. Bunu su sızdırmazlık testi gibi düşünebilirsiniz yani model kapalı bir hacme sahip olmalıdır.

4.3. Baskı ve üretim

3D yazıcı ile ürün bu aşamada gerçekleştirilir. Bu aşama yukarıda belirlediğiniz parametrelere de bağlı olarak çok uzun ve ya çok kısa sürebilir. Tam dolu ve katman kalınlığı 0.1mm olan bir parça oldukça uzun zaman alabilirken, katman kalınlığı 0.3mm ve %20 dolu bir parça yaklaşık 10 kat daha kısa zaman alabilmektedir.

5.Sonuç

Yapılan çalışma sonunda FDM tipi 3D printer üretilmiş ve baskı alınarak denenmiştir. Bu sayede kendi tasarladığımız veya hazır olarak stl. Formatında indirdiğimiz bir çok çizimin baskısını alabiliyoruz. Yeni bir proje yapmak istediğimizde bize lazım olan bir çok parçayı dışardan almak yerine kendimiz üretebiliriz.

PARÇALARI TEMİN EDİLEBİLECEK İŞLETMELERİN İLETİŞİM BİLGİLERİ

Poyraz Paslanmaz

Adres: DES Sanayi Sitesi 1.Cadde C 3 Blok

No: 22-24 Yukarı

Dudullu/Ümraniye/İstanbul

Telefon:444 5 617

Eren Paslanmaz

Akdeniz Sanayi Sitesi 5005 Sk.

No:71 Kepez / ANTALYA

Telefon : 0 (242) 221 57 55

Çetinkaya Otomasyon

29. CAD. (YENİ 2254. CADDE) (NO:76 nın karşısı) İvedik Organize Sanayi YENİMAHALLE / ANKARA

Telefon : 0312 394 42 07

Sigma profil market

Terazidere Mahallesi Çiftehavuzlar Caddesi Melihbey İş hanı No: 36/6 Bayrampaşa / İstanbul / TÜRKİYE

Tel: 212.480 08 21

Hattek LTD.ŞTİ

Nilüfer Ticaret Merkezi Yaylalı Sk. No : 1
16000 Nilüfer,Bursa,Türkiye

Tel: 224 441 26 30

Doğa Rulman

Esenşehir Mah. Natoyolu Cad. No:217
34776 (İmes San.Sit. B Kapısı Karşısı)
Yukarı Dudullu- İstanbul – TÜRKİYE

Tel: 216 365 07 77

Nake Civata

Büsan Organize Sanayi Bölgesi 10644 Sk
(4.Sokak) No:1

Tel : 332 236 75 65

Sanal Pazar

www.sanalpazar.com

Cnc marketim

www.cncmarketim.com

Özevren Rulman

100. Yıl Bulvarı Kosova İş Merkezi No:
137 / H 06370 Ostim - ANKARA

Tel : (0312) 354 96 58

Orhanlı Mah. Katip Çelebi Cad. No:13
Tuzla – İstanbul

Tel : (0216) 394 45 45

Yavuzlar Makina

İzmir Yolu Nilüfer Ticaret Merkezi 57.
Sokak No:22
Nilüfer / BURSA

Tel : 0224 443 29 00

İleri Mühendislik

İkitelli organize sanayi bölgesi dersan
koop. sanayi sitesi s8 blok no:188
Başakşehir/İstanbul Pk: 34490

Tel : 0212 549 70 25

Robotistan

www.robotistan.com

Tel : 0850 766 0 425

Tri D Printing

www.tridprinting.com

Ok Metal

Maltepe Mah.Gümüş Suyu Cd. Birtaş San.
Sitesi No:61/4
Zeytinburnu - İstanbul / Türkiye

Tel : 0212 674 89 01

Şahin Rulman

Numunebağı Cad. Suntaş İş Merkezi
No:1/56
Bayrampaşa / İSTANBUL - Pk:34150

Tel : 212 577 03 29

Standart yay

Kavaklı Mahallesi, İstanbul Caddesi, No:
17 34520 / Beylikdüzü / İstanbul –Türkiye

Tel : 212 549 59 86

**DE-MMONTAJ OLARAK SATIN ALINABİLECEK FİRMALAR VE İLETİŞİM
BİLGİLERİ**

Prusa tipi 3d printerlar için

GEEETECH

www.geeetech.com –China

ANKA 3D PRINTER

Kadıburhanettin Mahallesi Ray Sokak No : 6 Sivas / Merkez Tel : 0(506) 849 53 14

UZARAS 3D YAZICI MERKEZİ

www.uzaras3d.com

Fatih Sultan Mehmet Mah. Barbaros Hayrettin Paşa Cad. 3 4 KARTEPE / KOCAELİ

Tel : 05343637552

KAYNAKÇA

<http://www.3byazici.com>

<http://www.robotistan.com>

<https://tr.wikipedia.org>

<http://reprap.org>

<http://kedkem.com>

<http://www.quadbrain.com>