

T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



3D PRINTER(ÜÇ BOYUTLU YAZICI)

BİTİRME TEZİ

Hazırlayan

Erman POLAT 2011010225025

Tez Danışmanı

Yrd.Doç.Dr. Aytül BOZKURT

KARABÜK-2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER.....	1
KABUL VE ONAY	6
TEŞEKKÜR	7
BÖLÜM 1.....	8
GİRİŞ.....	8
1.1 PROBLEM.....	10
1.2 PLASTİK ÜRÜNLER İÇİN ÜÇ BOYUTLU YAZICI GELİŞİMİ	10
1.3 ÇALIŞMA KAPSAMI	11
1.4 ÇALIŞMA PLANI.....	11
1.5 ÇALIŞMA BEKLENTİLERİ	11
1.6 ÜÇ BOYUTLU YAZICI NEDİR?	11
1.7 ÜÇ BOYUTLU YAZICI AVANTAJLARI	15
1.8 ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİLERİ.....	16
BÖLÜM 2.....	17
ÜÇ BOYUTLU YAZICIDA KULLANILAN HAMMADDELER.....	17
2.1 ABS PLASTİK.....	17
2.2 PLA PLASTİK	18
BÖLÜM 3.....	19
ÜÇ BOYUTLU YAZICIDA KULLANILAN MALZEMELER.....	19
3.1 ARDUINO MEGA 2560 R3	19
3.2 RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4.....	21
3.3 MOTORLAR.....	22

3.4 LCD(Bilgi Ekranı).....	23
3.4.1 SMART CONTROLLER 2004.....	23
3.5 MOTOR SÜRÜCÜLERİ.....	24
3.5.1 DRV8825 STEP MOTOR SÜRÜCÜSÜ.....	24
3.5.2 A4988 STEP MOTOR SÜRÜCÜSÜ	25
3.6 SINIR ANAHTARI(END STOP)	26
3.7 ISITICI TABLA(HEATBED MK2B).....	26
3.8 TERMİSTÖRLER.....	27
3.9 GÜÇ KAYNAĞI.....	27
3.10 SOĞUTUCU FAN	27
BÖLÜM 4.....	28
ÜÇ BOYUTLU YAZICI PROGRAMLAMASI.....	28
4.1 ÜÇ BOYUTLU NESNE DİLİMLEME PROGRAMLARI	28
4.2 ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR İÇİN CAD PROGRAMLARI	30
4.3 GELECEKTE ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ.....	31
1.9 ÜÇ BOYUTLU NESNE DİLİMLEME PROGRAMI-CURA.....	32
BÖLÜM 5.....	36
TÜRKİYE’DE ÜÇ BOYUTLU YAZICI ALANINDAKİ ÇALIŞMALAR	36
5.1 TÜRKİYE’DEKİ ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ	36
5.2 ÜRETMEK İSTEYENE KNOW-HOW	36
5.3 TÜRKİYE’NİN ÜÇ BOYUTLU YAZICI PAZARINDAKİ REKABETİ	37
5.3.1 TÜRKİYE’DE FİLAMENT ÜRETEN FİRMALAR	37
5.3.2 ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN SEKTÖRLERE KATKISI	38
BÖLÜM 6.....	41
GENEL SONUÇLAR	41
6.1 EĞİTİMDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ	41
6.1.1 İLKOKULLARDA ÜÇ BOYUTLU YAZICI	41

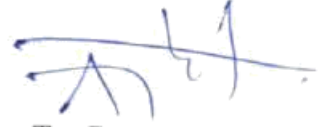
6.1.2 LİSELERDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI.....	41
6.1.3 ÜNİVERSİTELERDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI.....	42
6.2 EĞİTİME ENTEGRE EDİLMESİNİN FAYDALARI.....	42
KAYNAKÇA	43

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1 Üç Boyutlu Yazıcının Üretim Kolaylığı	9
Şekil 2 3D Yazıcı Flament Örnekleri (PLA)	12
Şekil 3 3D Yazıcı Flament Örnekleri (PLA)	13
Şekil 4 Delta Üç Boyutlu Yazıcı	13
Şekil 5 Core XY Mantığı ile Üretilmiş Üç Boyutlu Yazıcı	14
Şekil 6 SLS 3 Boyutlu Yazıcı	16
Şekil 7 3D Printer Hammaddeleri PLA ve ABS	18
Şekil 8 Arduino Mega 2560	19
Şekil 9 RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4	22
Şekil 10 NEMA Step motor	23
Şekil 11 SMART CONTROLLER 2004	23
Şekil 12 DRV8825 Step Motor Sürücüsü	24
Şekil 13 A4988 Step motor sürücüsü	25
Şekil 14 Sınır Anahtarı(End Stop)	26
Şekil 15 Isıtıcı Tabla	26
Şekil 16 Termistör	27
Şekil 17 Güç Kaynağı	27
Şekil 18 Soğutucu Fan	27
Şekil 19 Cura Nesne Dilimleme Programı Arayüzü	28
Şekil 20 Makerware Nesne Dilimleme Programı Arayüzü	29
Şekil 21 Repetier Üç Boyutlu Nesne Dilimleme Programı	29
Şekil 22 Cura Programının Arayüzü	32
Şekil 23 STL Uzantılı Dosya Yükleme	32
Şekil 24 Üç Boyutlu Ürün Modeli	33
Şekil 25 Basic Sekmesi Ayarları	33
Şekil 26 Advanced Sekmesi Ayarları	34
Şekil 27 Save Toolpath Sekmesi	35
Şekil 28 Sağlık Alanında Üç Boyutlu Yazıcı	38
Şekil 29 Yerçekimsiz Ortamda Üç Boyutlu Yazıcı	38
Şekil 30 Eğitim Alanında Üç Boyutlu Yazıcı	39
Şekil 31 Elektronik Devrelerde Üç Boyutlu Yazıcı	39
Şekil 32 Üç Boyutlu Yazıcı İle Jet Motor Üretimi	40

KABUL VE ONAY

Erman POLAT...tarafından hazırlanan "Yeni Nesil IEEE 802.11 Kablosuz Yerel Alan Ağları Mevcut Durum, Geleceğe Yönelik ve Açık Zorluklar" başlıklı bu tezin Lisans Bitirme Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım. 20/06/2016



Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Aytül BOZKURT

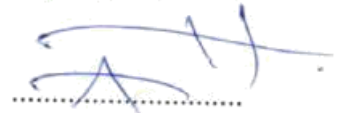
Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir. 20/06/2016

Tez Jürisi

Başkan: Doç Dr. Ahmet DEMİR

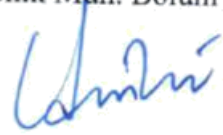
Üye : Yrd. Doç. Dr. Aytül BOZKURT

Üye : Doç. Dr. Ramazan ÖZMEN



KBÜ Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Mezuniyet Komisyonu ve Bölüm Başkanlığı bu tezi Lisans Bitirme Tezi olarak onamıştır. .20./06/2016

Doç.Dr. Ahmet DEMİR
Mekatronik Müh. Bölüm Bşk. V.



TEŞEKKÜR

2011 senesinde küçük bir çocuk olarak geldiğim bu şehirden mühendis bir yetişkin olarak dönmeyi başarıyorum. En başta beni yetiştirip bu günlere getiren, benim rahat yaşamam için herşeyi yapan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasında, planlanmasında ve proje yapımında desteğini esirgemeyen, her daim yardımcı olmaya çalışıp bana anlayışlı davranan Sayın Yrd. Doç. Dr. Aytül BOZKURT' a teşekkürlerimi sunarım.

Ben ve arkadaşlarımla hep bir adım öne adım atmasını amaçlayan, bizlere daha kaliteli eğitim verebilmek amacıyla herşeyi deneyip çabalayan bölüm başkanımız Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Erman POLAT

BÖLÜM 1

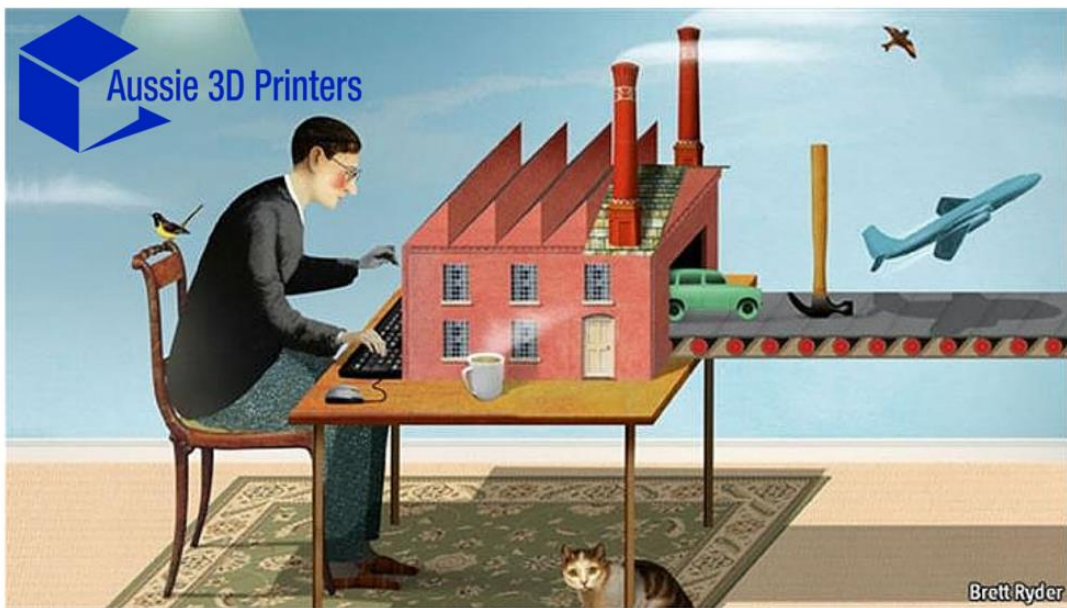
GİRİŞ

Yeni bir sanayi devriminin başlarındayız... Üretimin zamandan ve mekandan bağımsız olarak yapılabileceği “3D Yazıcı Teknolojisi” ile gerçekleştirilebilen, bilgisayar ortamında tasarlanmış nesnelerin üç boyutlu olarak katı formda basılmasına üç boyutlu baskı deniyor. Bu baskı yöntemi, herhangi bir üç boyutlu bir nesnenin sanal olarak katmanlara bölünmesine ve her bir katmanın eritilen ham madde dökülerek üst üste gelecek şekilde basılması mantığına dayanır.

Bu teknoloji ilk olarak 1980’li yıllarda kullanılmaya başlanmasına rağmen 2010 yılından sonra tüm dünyada çok hızlı bir şekilde yayılmaya ve gelişmeye başladı. İlk üç boyutlu yazıcı 1984 yılında üretilmiş olsa da şimdilerde birçok firma üç boyutlu yazıcı üretimi yapabilmektedir. Uzmanlar hızla gelişen bu teknolojinin üretim sektörünü önemli ölçüde değiştireceğini söylüyor. Yaratıcı kişiler üç boyutlu ürün tasarımlarını internet ortamında paylaşmaya başladı bile. Dünyaca ünlü yönetim danışmanlık şirketi A.T. Kearney üç boyutlu baskı teknolojileriyle ilgili yayınladığı raporunda “Soru şirketlerin ihtiyacı olup olmadığı değil, ne zaman ihtiyaç duyacaklarıdır” ifadelerini kullanıyor ve şirketleri bu yeni üretim çağında yerlerini almaya çağırıyor. 2014 yılında 4.5 milyar dolar olan 3d baskı teknolojileri pazarının büyüklüğünün 2020 yılı itibarıyla yüzde 25’in üzerinde bir artış yaşayarak 17.2 milyar dolara ulaşması bekleniyor.

3D Yazıcılar, tıp sektöründe, biyolojik dokuların ve yapay organ üretiminde hücrelerin tutunabileceği kalıpların hazırlanmasında, kimyasal bileşik veya ilaç üretiminde, nano teknolojide ve biyomedikal sektörü parça üretiminde kullanılmaya başlamış durumda.ABD’li bir araştırmacı geçtiğimiz yıl bir hastadan alınan dokuları işleyerek altı saat içerisinde 3d yazıcıdan böbrek basmayı başardı. Belçika’da yapılan bir araştırmada ise iki ayrı hastaya 3d yazıcıda basılmış yüz ve çene takıldı. 3d teknolojisinde yaşanan hızlı gelişmeler, çok yakın gelecekte birçok bilimsel gelişmeyi de beraberinde getireceğe benziyor...

Günümüzdeki geleneksel 3D yazıcıların büyük kısmı ilk düşük maliyetli yazıcılardan olan açık kaynak olan RepRap projesini baz almıştır. RepRap projesi açık kaynak 3D yazıcılarda devrim niteliği taşımaktadır ve günümüzde 3D yazıcıların yaygınlaşmasında büyük bir öneme sahiptir. 3d yazıcılarda, ham madde olarak PLA veya ABS yaygın olarak kullanılmakta olup, profesyonel makinelerde titanyumdan seramiğe, çelikten mum benzeri materyale kadar birçok farklı ham madde kullanılabilir. Genel olarak kullanılan ham madde PLA olmaktadır. Bunun sebebi ABS'nin baskı sırasında çok fazla koku salması sayılabilir. Kapalı alanlarda kullanılması zor olduğu için ve PLA'nın hem kokusuz hem de piyasada uygun maliyetle elde edilebilmesi kullanımının daha fazla olmasını sağlıyor. Ayrıca 2 çeşit veri kabulü yaparlar. Bunlardan birincisi yazılımsal olan CAD programları(Autocad, 3DS Max, Sketch Up, Rhinoceros vb.) ile modellenmiş bir cismin veri kabulüdür. Diğeri ise fiziksel olan ve oluşturulacak cismin aynısını lazer teknolojisiyle tarayarak gerçekleştirilen veri kabulüdür. Bu iki veri kabulü ile de 3d yazıcılar baskı yapmadan önce hafızalarında bu verileri .STL uzantısına dönüştürerek oluşacak cismi nanometrik katmanlara bölerler ve bir örümceğin ağını örmesi gibi teker teker katmanları örler. Her örülen katmanda, cisim artık gerçek tasarımdan çıkıp gerçek yüzünü gösterir. Ayrıca üç boyutlu yazıcının baskı sırasında yapacağı bütün hareketler ve ne zaman ham maddeyi dökmeye başlayacağı bilgisi de bu dosya içerisinde. Yazıcının çözünürlüğü katmanın kalınlığına ve x-y eksenleri üzerindeki hareket hassaslığına bağlıdır. Genelde baskı kalınlığı 100 µm (250 DPI). Fakat bazı yazıcılar çok daha yüksek çözünürlükte baskı yapabilmektedir. 16 µm (1,600 DPI). Baskı süresi yazıcıya ve basılan tasarıma göre değişkenlik göstermektedir.



Şekil 1 Üç Boyutlu Yazıcının Üretim Kolaylığı

1.1 PROBLEM

Geleneksel yollarla parça üretme süreci hem maliyetli hem de oldukça zaman alıcı faaliyetleri kapsamaktadır. Bu faaliyetler içerisinde freze, torna gibi çeşitli tezgahların kullanımı söz konusudur. 3d yazıcılar ile geleneksel imalat yöntemine ihtiyaç duymadan mümkün olan en kısa zamanda gerekli parçaların üretilmesi ve maliyetlerin minimuma çekilmesi hedeflenmiştir.

3d yazıcılar ile dijital verilerin ürüne, rnlerinse veriye dnştrlebilmesinin mümkün olduğunu, dijital fabrikasyon teknolojisinin bireylere istedikleri anda, istedikleri yer, istedikleri ürünü tasarlayıp üretebileceğini anlamış bulunmaktayız.

1.2 PLASTİK ÜRÜNLER İÇİN  BOYUTLU YAZICI GELİşİMİ

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.

İlk üç boyutlu yazıcı Charles Hull tarafından 1984 yılında üretilmiştir. 1986 yılında üç boyutlu yazıcılar için ilk şirket kurulmuştur. 1988 yılında kurulan bu şirke tarafından geliştirilen SLA-250 adında ilk üç boyutlu 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 injet teknolojisinden yola çıkarak yeni bir teknoloji geliştirdi 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 geliştirme imkanı hızla arttı. 2008 yılında Object Geometries şirketi, Connex500 ile aynı zamanda 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.

1.3 ÇALIŞMA KAPSAMI

1. Plastik ürün için üç boyutlu yazıcı tasarımı,
2. Plastik ürün için üç boyutlu yazıcı prototipi,
3. Plastik ürün için üç boyutlu yazıcı kontrolü,
4. Ürün tasarım programı tanıtımı ve program seçimi,

1.4 ÇALIŞMA PLANI

1. Üç boyutlu yazıcı tasarımı ve mekanik montajı,
2. Üç boyutlu yazıcının elektronik montajı ve bilgisayarla bağlantısı,
3. Üç boyutlu yazıcının kontrol programı kullanımı,
4. Üç boyutlu yazıcı için CAD programı,
5. Örnek uygulamalar.

1.5 ÇALIŞMA BEKLENTİLERİ

1. Plastik ürünler için üç boyutlu yazıcıların tasarımı ve inşasını öğrenme,
2. Plastik ürünler için üç boyutlu yazıcıların elektronik bağlantılarını öğrenme,
3. Plastik ürünler için üç boyutlu yazıcıların kontrolünü öğrenme,
4. Üç boyutlu yazıcılarda üretim için plastik ürünlerin üretimini öğrenme,

1.6 ÜÇ BOYUTLU YAZICI NEDİR?

Üç boyutlu yazdırma, bilgisayar üzerinde tasarlanmış (CAD çizimleri) ve ya üç boyutlu olarak taranmış modelleri üç boyutlu katı nesneler halinde üretmeye denir. Bu işlemleri yapan makinelere de üç boyutlu yazıcı denir.

Üç boyutlu yazıcı bilgisayar verisini el ile tutulabilir gerçek nesnelere dönüştüren bir makinedir. Bu makineler geleneksel imalat yöntemleri kullanılarak üretilme imkanı olmayan karmaşık geometriye sahip parçaları üretebilmektedir.

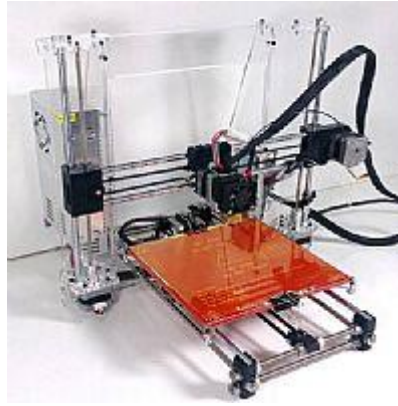
3D yazıcılar, baskı yapmak üzere iki çeşit veri kabulü yaparlar. Bunlardan birincisi yazılımsal olan CAD programları ile modellenmiş bir cismin veri kabulüdür. Diğeri ise fiziksel olan ve oluşturulacak cismin aynısını lazer teknolojisiyle tarayarak gerçekleştirilen veri kabulüdür. Bu iki veri kabulü ile de 3d yazıcılar baskı yapmadan önce hafızalarında bu verileri .STL uzantısına dönüştürerek oluşacak cismi nanometrik katmanlara bölerler. Her örülen katmanda, cisim artık gerçek tasarımdan çıkıp gerçek yüzünü gösterir.

Üç boyutlu yazıcılar genellikle PLA ve ya ABS gibi termoplastik polimer malzemeler kullanmaktadır. ABS'ye örnek lego parçaları verilebilir. Dayanıklılık olarak elverişli fakat yüksek sıcaklığa karşı çok tehlikeli olan HCN gazı ortaya çıkarırlar. Bu yüzden PLA'nın özellikle 3d yazıcılardaki kullanımının daha çok olduğunu görmekteyiz.[1]



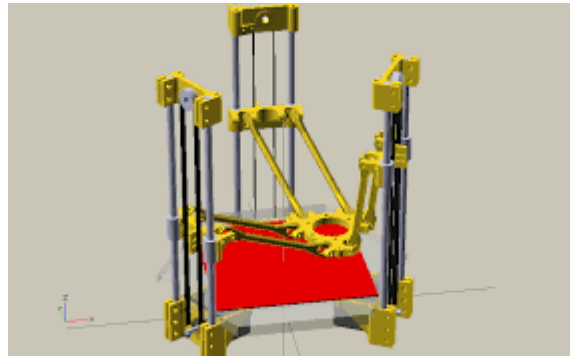
Şekil 2 3D Yazıcı Flament Örnekleri (PLA)

Üç boyutlu yazıcıların kartezyen yazıcı, delta yazıcı ve core xy yazıcı gibi çeşitleri bulunmaktadır. Kartezyen mantığında çalışan üç boyutlu yazıcılar genellikle bilgisayar kontrollü xyz kartezyen platformuna bağlanmış termoplastik püskürtücüden oluşurlar. Bu yazıcının iskeletleri çelik çubuklardan veya profillerden oluşurlar. Bağlantı yolları ya geleneksel yollarla imal edilerek ya da bir başka üç boyutlu yazıcıdan imal edilerek kullanılan plastik parçalardır. X ve Y eksenindeki hareketler eksantrik triger kayışı tarafından sağlanırken Z eksenindeki hareket vidalı miller kullanılarak iki adet step motor sayesinde kontrol edilir. Şekil 1.3’de kartezyen üç boyutlu örneği görülmektedir. Tezimizde kullandığımız yazıcıda bu yazıcıya örnektir.



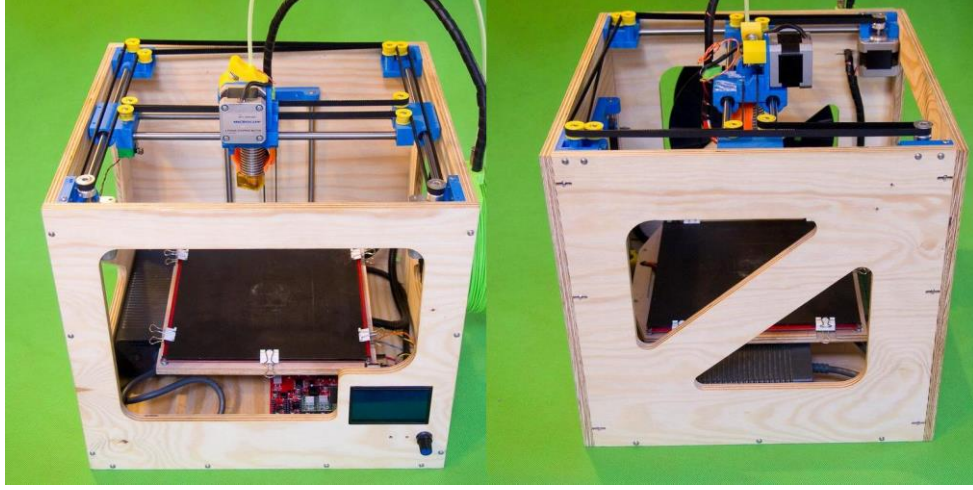
Şekil 3 3D Yazıcı Flament Örnekleri (PLA)

Delta yazıcıları diğer yazıcılardan ayıran temel fark, dikey Z eksenindeki hareketi sağlamak için üç yerden birer step motor ile tahrik edilmesidir. Bunun sebebi şekil olarak üçgen gibi olmasıdır. Şekil 1.4’te örnek bir delta tipi yazıcı gösterilmiştir.



Şekil 4 Delta Üç Boyutlu Yazıcı

Core XY mantığıyla çalışan üç boyutlu yazıcılarda X ve Y eksen hareketi kayış kasnaklar yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Burada ergitmenin yapıldığı kafa XY koordinat sistemine bağlanmıştır. Z eksen hareketi tablaya verilmiştir. Tabla vidalı miller aracılığıyla step motorlar ile kontrol edilmektedir. Şekil 1.5'te core xy mantığıyla üretilen üç boyutlu yazıcı görülmektedir.



Şekil 5 Core XY Mantığı ile Üretilmiş Üç Boyutlu Yazıcı

Günümüzde ham maddesi metal olan üç boyutlu yazıcılarda bulunmaktadır. Ancak bu yazıcılar fazla maliyetli olmasından dolayı büyük firmalar tarafından kullanılmaktadır.

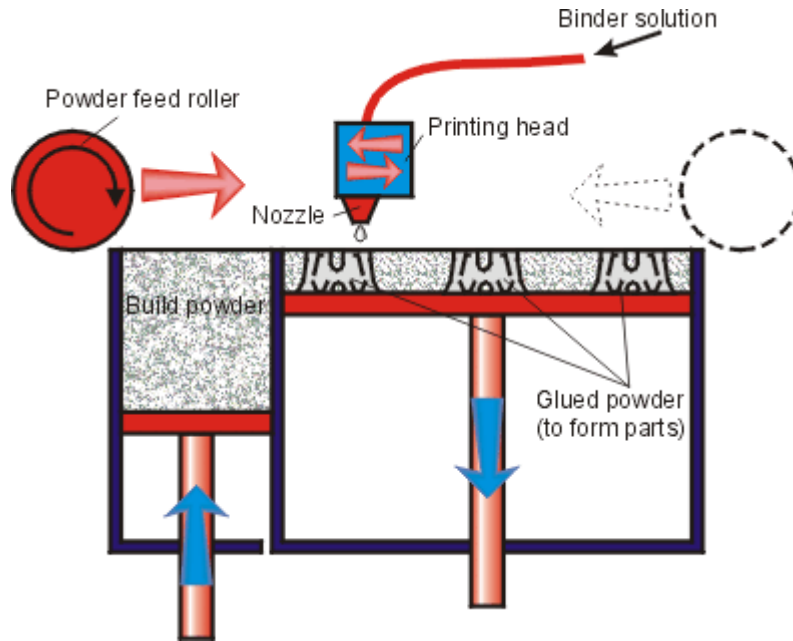
1.7 ÜÇ BOYUTLU YAZICI AVANTAJLARI

1. Bilgisayar ortamında çizimi yapılmış her çeşitten ürünün modeli saatler hatta dakikalar içinde somut nesnelere dönüştürölüp incelenabilir hale gelir.
2. Üç boyutlu yazıcılar sayesinde geleneksel yöntemlerle üretim yapılırken ihtiyaç duyulan makine, teçhizat ve işçilik ortadan kalkar. Ciddi emek gerektiren işleri (frezeleme, tornalama, üretim sonrası talaş temizleme vb.) ortadan kaldırır.
3. Karmaşık yüzey geometrisine sahip tasarımlar rahatlıkla gerçek nesnelere dönüştürölabilirler.
4. Kullanılan sarf malzemesi PLA filamentleri olup bunların temini hem kolaydır hem de uygun fiyattadır.
5. Kullanılan sarf malzemesi mısır nişastasından üretilmiş PLA adında bioplastiktir. Bu malzemenin sağlığı olumsuz yönde etkileyecek özelliğı yoktur. Ergitilirken çevreye zehirli gaz çıkarmaz, koku yapmaz. Bunlara ilave olarak doğada çözölnebilme özelliğı ile çevreye de zarar vermez.
6. Üç boyutlu yazıcılarla yapılan üç boyutlu baskılar işçiliğı ortadan kaldırdığı için zamandan kazanç sağlar. Yapılan tasarımların geleneksel yöntemlere göre daha hızlı prototipleri üretilip incelenabilir.
7. Daha az maliyetli üretim yapılabilir. İşçilik masraflarının ortadan kaldırılması, daha ucuz sarf malzemelerin kullanılması, parça üretiminin kolay olması maliyetleri düşürmektedir.

1.8 ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİLERİ

Üç boyutlu yazıcılar birbirinden farklı teknolojileri kullanarak üretim yapabilmektedir. Bunlardan en yaygın olarak bilineni ve kullanılanı FDM (fused Deposition Modelling) ya da birleştirme yoluyla yığma teknolojisidir. Bu teknikte ısı ile şekil alabilen (PLA, ABS) malzemeler kullanılmaktadır.

Çok kullanılan diğer bir yöntem ise SLS (Selective Laser Sintering) yöntemidir. Türkçede karşılığı seçici lazer sinterleme olarak geçmektedir. Lazer ışınlarının toz malzemenin üzerine hızlı bir şekilde yansıtılarak katmanlar meydana getirilir. Lazer teknolojinin gücüne bağlı olarak metal, plastik, seramik gibi birçok malzeme kullanılabilir.[2]



Şekil 6 SLS 3 Boyutlu Yazıcı

BÖLÜM 2

ÜÇ BOYUTLU YAZICIDA KULLANILAN HAMMADDELER

2.1 ABS PLASTİK

Akrilonitril Butadin Stiren, plastik enjeksiyon sektöründe de oldukça sık kullanılan hafif ama sert bir Termoplastik polimerdir. Popüler bir örnek vermek gerekirse Lego parçaları bu malzemenin yapılmaktadır. Bir petrol ürünü olan ABS aseton ile çözülebilmektedir. ABS kullanarak print ettiğiniz ürünleri - 20 ile 80 ° C arasında kullanabilirsiniz. Erime başlangıç sıcaklığı 105 derece olması nedeniyle 80 derece üzerinde yumuşama ve şekil bozulması yaşayabilirsiniz. ABS malzemesi yoğun güneş ışınlarına marus kalırsa hasar görebilir bu nedenle ciddi bir şekilde güneş altında kalacak ürünlerde parçayı boyamak iyi bir çözümdür. ABS yüksek mukavemet ve darbe direnci nedeniyle tercih edilen bir üründür. Örneğin bir Lego parçasını elle kırmayı deneyebilirsiniz...

ABS nin en can sıkıcı özelliği ise yüksek sıcaklığa marus kaldığında HCN gazı cikarmasıdır. Bu gaz az miktarda salinsada da oldukça zehirli bir gazdır. Hatta ikinci dünya savaşı sırasında gaz odalarında bu gaz kullanılmıştır. Bu nedenle 3D Yazıcılar ile ABS kullanırken ortamı havalandırmakta fayda vardır. Katı halde ürün olarak herhangi bir zararı bulunmazken 230-250 derecede 3D Yazıcı ile eritilirken HCN gazi açığa çıkabilmektedir. Bir diğer negatif özelliği ise 3D yazıcıda kullanım sırasında daha yüksek sıcaklık gerektirmesi nedeni ile daha zorlu bir proses kalibrasyon işlemi gerektirmesidir yani ABS ile güzel bir parça üretmek PLA dan daha zordur. Gene yüksek sıcaklıkta proses edilmesi nedeniyle işlem sırasında büyük parçalarda çarpılma riski oldukça fazladır. Çarpılmayı engellemek için ısıtıcılı yazma platformu kullanılması gerekmektedir.

Özetlemek gerekirse ABS daha yüksek mukavemetli ancak çalışması daha zor bir 3D Yazıcı malzemesi dir ancak fiyat olarak PLA ya göre daha uygun olabilmektedir.

2.2 PLA PLASTİK

Polilaktik Asit ise şu an ki istatistiklere göre en çok kullanılan 3D Yazıcı malzemesi özellikle ev kullanıcılarının bu malzemeyi tercih etmesinin başında daha düşük sıcaklıklarda erimesi nedeni ile kolay çalışılabilir olması yatıyor. Yani PLA kullanarak bir parçayı 3D Yazıcı ile basmak ABS ye oranla daha kolay. Ayrıca PLA, çarpılma ihtimalinin düşük olması nedeni ile ısıtıcı bir platform gerektirmiyor.

Polilaktik asit ABS den farklı olarak petrolden değil nişasta içeren ürünlerden elde edilir. Örneğin mısır,şeker kamışı vb. Bu nedenle sağlık açısından ABS den üstündür. Hatta PLA medikal sektöründe implant ve protezlerde sıkça kullanılmaktadır. İnsan vücudu içinde parçalanma süresi 6 ay ile 2 yıl arasında değişmektedir.

PLA nin negatif özellikler ise ABS den çok daha düşük mukavemete sahip olmasıdır. Yani 3D yazısını ile yük taşıyacak ya da darbe alması muhtemel bir parça üretmek istiyorsanız bu noktada PLA doğru seçim olmaya bilir. Ayrıca PLA nin ısı altındaki dayanımı ABS ye oranla oldukça kötüdür. 50 °C üzerinde uygulamalarda kullanmak pek iyi bir fikir olmayabilir. Erime sıcaklık aralığını ABS ye oranla daha geniş olması çarpılma ihtimalini azaltırken, malzemenin yavaş sertleşmesi nedeni ile yazım hızı arttırıldığında kötü sonuçlar vermektedir. Yazım hızını arttırabilmek için işlem sırasında parça bir fan yardımı ile soğutulabilir.



Şekil 7 3D Printer Hammaddeleri PLA ve ABS

BÖLÜM 3

ÜÇ BOYUTLU YAZICIDA KULLANILAN MALZEMELER

3.1 ARDUINO MEGA 2560 R3

Arduino Mega 2560 ATmega2560 mikrodenetleyici içeren bir Arduino kartıdır. Arduino Uno 'dan sonra en çok tercih edilen Arduino kartı olduğu söylenebilir.



Şekil 8 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 'ta 54 tane dijital giriş / çıkış pini vardır. Bunlardan 15 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 16 adet analog girişi, 4 UART (donanım seri port), bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, power jakı (2.1mm), ICSP başlığı ve reset butonu bulunmaktadır. Arduino Mega 2560 bir mikrodenetleyiciyi desteklemek için gerekli bileşenlerin hepsini içerir. Arduino Mega 2560 bir bilgisayara bağlanarak, bir adaptör ile ya da pil ile çalıştırılabilir. Arduino Mega, Arduino Duemilanove ya da Diecimila için tasarlanan shieldlerin çoğu ile kullanılabilir.

Arduino Mega 2560 R2 (revision 2) 8U2 HWB çizgisini toprağa çeken bir dirence sahiptir. Böylece DFU mode kullanmak kolaylaşır. Arduino Mega R3 (revision 3) ise şu ek özelliklere sahiptir;

- 1.0 pinout : AREF pininin yanına SDA ve SCL pinleri eklenmiştir. Reset pininin yanına iki yeni pin eklenmiştir. IOREF shield lerin karttan sağlanan voltaja adapte olmasını sağlar. İleride shield ler hem 5 V ile çalışan AVR kullanan kartlar ile hem de 3.3 V ile çalışan Arduino Due ile uyumlu olacaktır. İkinci pin ise herhangi bir yere bağlı değildir. İleride yapılacak geliştirmeler için eklenmiştir.
- Daha güçlü reset devresi
- Arduino Mega 2560 R1 ve R2 de kullanılan ATmega8U2 yerine R3 te ATmega16U2 kullanılmıştır.

Arduino Mega 2560 Teknik Özellikleri

- Çalışma gerilimi : +5 V DC
- Mikrodenetleyici : ATmega2560
- Tavsiye edilen besleme gerilimi : 7 - 12 V DC
- Besleme gerilimi limitleri : 6 - 20 V
- Dijital giriş / çıkış pinleri : 54 tane (15 tanesi PWM çıkışını destekler)
- Analog giriş pinleri : 16 tane
- Giriş / çıkış pini başına düşen DC akım : 40 mA
- 3,3 V pini için akım : 50 mA
- Flash hafıza : 256 KB (8 KB bootloader için kullanılır)
- SRAM : 8 KB
- EEPROM : 4 KB
- Saat frekansı : 16 MHz

3.2 RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4

Ramps(RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4; 3D printerlarda oldukça sık kullanılan bir kontrol kartıdır. Arduino Mega modeli veya benzer pin dizilimine sahip bir çok kart ile beraber kullanılabilir olan Ramps 1.4; shield yapısı sayesinde Arduino Mega'nın direk olarak üzerine oturtularak kullanılabilir.

Kendi 3D yazıcınızı yapmak veya var olan 3D yazıcınızın kontrol kartını değiştirmek istiyorsanız bu kartı rahatlıkla kullanabilirsiniz. Açık kaynak donanımına sahip olan Ramps bu özelliği ile bir çok kullanıcıya ulaşmıştır ve bu sebeple kart oldukça geliştirilmiştir.

Reprap, Mendel ve Prusa uyumlu olan Ramps, 5 adet step motorun kontrolüne imkan vermektedir.

Ürün üzerine 5 adet A4988 motor sürücü kartı takılarak uygun step motorların kontrolleri sağlanabilir. Motor sürücüler ürün paketinde dahil değildir. X eksen için 1, Y eksen için 1 Z eksen için 2 motor desteği sunan Ramps, 2 tane de Extruder için step motor desteğini sunmaktadır. Bu özelliklere ek olarak yine 3 adet ısıtıcı çıkışı ve 3 adet de limit-switch girişi yer almaktadır. Ayrıca Ramps ile uyumlu LCD ekran girişi de yine ürün üzerinde yer alan konnektörden sağlanmaktadır.

Özellikleri:

1. Farklı aksesuarları kontrol etmek için genişletilebilir altyapı,
2. Isıtıcı ve Fan için 3 Mosfet Çıkışı,
3. Termistör Çıkışı
4. Yüksek güvenlik ve korumaya ek 5A'lık sigorta
5. 11A'lık Isı tablası sigortası
6. 5 A4988 Step Motor Sürücü Kartı Desteği
7. Dişi Headerlar sayesinde sürücüler kolayca takılıp, çıkarılabilir.
8. Gelecekteki kullanımlar için bırakılmış I2C ve SPI pinleri
9. Tüm mosfetler çok yönlü kullanım için PWM çıkışlarına bağlanmıştır. Erkek headerlar sayesinde limit switch, motor ve LED bağlantıları kolaylıkla yapılabilinmektedir. Bu konnektörler 3A'e kadar dayanabilecek şekildedir.
10. Dahili SD kart yuvası ürün üzerinde bulunmamaktadır ancak SD kart modülleri karta bağlanabilir.
11. Isıtıcı çıkışları aktif edildiğinde LED'ler yanacaktır.
12. Prusa Mendel modelinde Z eksen için iki motor bağlayabilme özelliği bulunmaktadır.



CE FC RoHS

Şekil 9 RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) 1.4

3.3 MOTORLAR

Kolay kullanımlı NEMA serisi bipolar step motorlar ile konum kontrolü uygulamalarınızı gerçekleştirebilir, motor devrini step motor sürücü kartlar ile ayarlayabilirsiniz.

Teknik Özellikler:

- Çalışma Voltajı: 2.8 V (Sürücü ile istenilen voltajda kontrol edilebilir.)
- Faz Başına Çektiği Akım: 1700mA @2,8V
- Faz Direnç Değeri: 1,65 Ohm
- Faz Endüktans Değeri: 3,2 mH
- Adım Açısı: 1.8°
- Tur Başına Adım Sayısı: 200
- Tutunma Torku: 3.7 kg-cm
- Ölçüler: 42.3x42.3x38mm (NEMA 17)
- Motor Mil Kalınlığı: 5mm
- Kablo Uzunluğu: 30cm
- Ağırlık: 285g

Konum kontrolünün önemli olduğu bir çok uygulamada step motorlar kullanılmaktadır. Örneğin yazıcılar, CNC makinaları, 3D printerlar, lazer kesiciler, tutma ve yerleştirme makinaları, lineer aktüatörler, hard diskler...



Şekil 10 NEMA Step motor

3.4 LCD(Bilgi Ekranı)

3.4.1 SMART CONTROLLER 2004

RepRap Ramps 1.4 ile uyumlu bu 4x20 Karakter LCD kiti, 3 boyutlu yazıcılarda basılacak dosyayı seçmek ve kalibrosyanları bilgisayardan bağımsız olarak yapmak için kullanabileceğiniz akıllı bir kontrol kartıdır.

LCD Kartı üzerinde 4x20 karakter mavi üzerine beyaz yazılı LCD ekran, menülerdeki geçişleri yapmak için potansiyometre (buton olarak da potansiyometre kullanılmaktadır), durdurmak için buton, uyarı çıkışı için buzzer, LCD'nin kontrastını ayarlamak için trimpot ve SD kart soketi yer almaktadır.

Ayrıca kit dahilinde LCD kartını Ramps 1.4 kartına bağlayabileceğiniz bir ara kart ve ara bağlantı kabloları yer almaktadır.

Bu kartı kullanarak bilgisayara hiç bir ihtiyaç duymadan tüm kalibrasyonları yapabilir, SD karta yüklediğiniz g-code'unu direk 3 boyutlu yazıcınızdan bastırabilirsiniz.



Şekil 11 SMART CONTROLLER 2004

3.5 MOTOR SÜRÜCÜLERİ

3.5.1 DRV8825 STEP MOTOR SÜRÜCÜSÜ

DRV8825 Step Motor Sürücü Kartı TI üretimi DRV8825 motor kontrol çiplerine dayalı bir microstepping step motor kontrol kartıdır. Kartın pin dizilimi A4988 step motor sürücü kartları ile hemen hemen aynıdır. Bu nedenle daha yüksek performans isteyen uygulamalarda A4988 yerine kullanılabilir. DRV8825 'in özellikleri arasında ayarlanabilir akım limitleme, aşırı akım ve aşırı sıcaklık korumaları ve 6 adet microstepping seçeneği bulunmaktadır. Kart 1/32 adıma kadar microstepping seçeneği sunmaktadır. DRV8825 Step Motor Sürücü Kartı motor besleme voltajı 8,2V ile 45V arasında olabilir ve soğutmaya gerek duymaksızın faz başına 1,5A akım geçirebilir. Ek soğutma yöntemleri kullanıldığında bu akım 2,2A 'e kadar yükselebilir.



Şekil 12 DRV8825 Step Motor Sürücüsü

DRV8825 Step Motor Sürücü Kartı üzerindeki ayarlanabilir akım kontrolü sayesinde kart üzerindeki potansiyometre ile maksimum akımı ayarlayabilir ve motorun nominal voltajından daha yüksek voltajlar uygulayarak step hızını arttırabilirsiniz.

Genel Özellikler

- Basit step ve yön kontrol arayüzü
- 6 değişik microstepping seçeneği (1/32 adıma kadar)
- Ayarlanabilir akım kontrolü
- Akıllı kesme kontrolü ile akım azaltma modu otomatik olarak seçilir. (Yavaş veya hızlı akım azaltma)
- 45V maksimum besleme voltajı
- Dahili voltaj regülatörü (Harici lojik besleme gerektirmez)
- Hem 3,3V, hem 5V sistemlerle uyumlu çalışabilir
- Yüksek sıcaklık kapanma, aşırı akım kapanması ve düşük voltaj kilidi
- Kısa devre koruması

3.5.2 A4988 STEP MOTOR SÜRÜCÜSÜ

Pololu A4988 Step Motor Sürücü Devresi üzerinde Allegro' nun A4988 mikrostep bipolar step motor sürücüsünü bulunduran, ayarlanabilir akım sınırlaması, akım ve aşırı sıcaklık koruması ve beş farklı mikro adım çözünürlükleri bulunan step motor sürücü modülüdür. Bu modül 8V ila 35V aralığında çalışır. Soğutucu veya fan ile soğutma olmadan faz başına yaklaşık 1A kadar motor kontrolü yapabilirsiniz. Yeterli ilave soğutma ile bobin başına 2A olarak derecelendirilmiştir.



Şekil 13 A4988 Step motor sürücüsü

Genel Özellikleri:

- Bu step motor sürücüsü bobin başına 2A çıkış akımına kadar bir bipolar step motoru kontrol etmenizi sağlar.
- Kolay bir adım ve yön kontrol arayüzü
- Beş farklı adım çözünürlükleri: Tam adım, yarım adım, çeyrek adım, sekizinci adım, ve onaltıncı adım.
- Ayarlanabilir akım kontrolü size yüksek adımı oranları elde etmek için step motorun anma gerilimi üzerindeki gerilimleri kullanmanızı sağlayan bir potansiyometre ile maksimum akım çıkışı ayarlamanızı sağlar.
- Akıllı kesme kontrolü otomatik olarak doğru akım azaltma modunu seçer. (Hızlı azaltma veya yavaş azaltma)
- Aşırı sıcaklık, termal kapatma, düşük voltaj, yüksek akım ve kısa devre korumaları mevcuttur.

3.6 SINIR ANAHTARI(END STOP)

3 boyutlu yazıcıların eksenleri üzerine yerleştirilerek, eksenin sonuna gelindiğinde sistemin durmasını sağlayabilen Optik Limit Switch'dir. Ürün dahilinde bağlantıların kolay yapılabilmesi için ürüne kablo dahil edilmiştir. Bir ucu JST konnektörü olan kablounun diğer ucu ise üçlü dişi header şeklindedir. Başta Ramps olmak üzere bir çok 3 boyutlu yazıcı kontrol kartları ile beraber kullanılabilinmektedir.



Şekil 14 Sınır Anahtarı(End Stop)

3.7 ISITICI TABLA(HEATBED MK2B)

- 3boyutlu yazıcılarda basılan parçaların yapıştığı zemindir.
- Mk2b ısıtıcı tablan yüzeyi 3 mm alüminyum ile kaplıdır.
- Alüminyum kaplama ısının yüzeyde homojen dağılmasını sağlamaktadır.
- Homojen ısı dağılımı sayesinde Mk2b ısıtıcı tabla her noktasında eşit ısınarak baskı kalitesinin artmasına da yardımcı olmaktadır.



Şekil 15 Isıtıcı Tabla

3.8 TERMİSTÖRLER

Ekstruder bloğumuzdaki veya ısıtıcı tablamızdaki sıcaklığı ölçmek için kullanılan NTC 3950 100k ohm değerindeki termistörlerdir.



Şekil 16 Termistör

3.9 GÜÇ KAYNAĞI

3 Boyutlu Yazıcı yaparken ilk başta güç kaynağını doğru ve yeterli seçmeniz gerekmektedir. ABS (ısıtmalı tabla kullanacaksanız) en az 12V 20A ve üstü , PLA kullanacaksanız ise 12V 7A ve üstü bir güç kaynağına ihtiyacınız vardır.



Şekil 17 Güç Kaynağı

3.10 SOĞUTUCU FAN

3 Boyutlu yazıcılarda fan;baskı kalitesini,yazıcının sağlıklı çalışabilmesini doğrudan etkilemektedir. Ramps üzerinde en az 1 tane güçlü fan bulunmalıdır.Çünkü sürücüler ve diğer devre elemanları yazıcı çalışırken çok ısınmaktadırlar.Hotend kısmındada bir tane yada 2 tane fan takılmalıdır.Burada hotendin bağlı olduğu plastiği eritebilme durumu olduğundan dolayı ve katmanların soğutulması için fan kullanılmaktadır.

Hotend kısmı için 4x4 cm ebatında bir fan yeterlidir.Ramps için ise 6x6cm veya 8x8cm v.b büyüklükte bir fan takılabilir.



Şekil 18 Soğutucu Fan

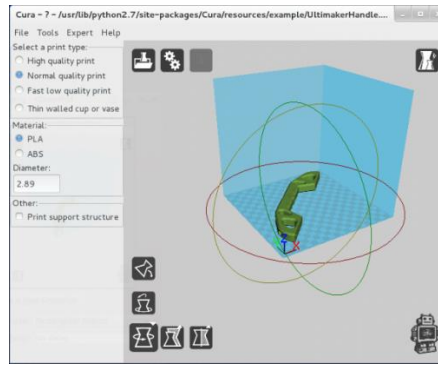
BÖLÜM 4

ÜÇ BOYUTLU YAZICI PROGRAMLAMASI

4.1 ÜÇ BOYUTLU NESNE DİLİMLEME PROGRAMLARI

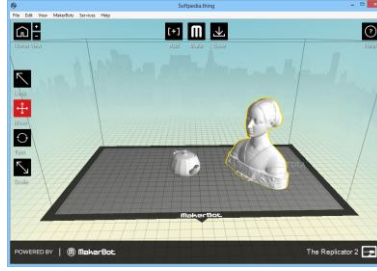
Üç boyutlu yazıcılardan ürün çıkarabilmek için ilk aşamada bu ürünün dijital ortamda üç boyutlu olarak tasarlanmış olması gerekir. Dijital ortamda tasarlanan ürün STL formatında kaydedilir ve üç boyutlu yazıcı programlarına aktarılır. Üç boyutlu yazıcı kontrol programlarında baskısı yapılacak ürünün 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 ya da doğrudan bilgisayar bağlantısı ile üç boyutlu yazıcılara aktarılarak ürün baskısı gerçekleştirilir.

Piyasada markalaşmış üç boyutlu yazıcıların kendine özel tasarımları olan dilimleme ve kontrol programları bulunmaktadır. Bunlardan en sık rastlananları Ultimaker’ in kullanıcıları için ücretsiz olarak sunduğu Cura adındaki dilimleme programıdır. Şekil 4.1’ de Cura üç boyutlu nesne dilimleme programının ara yüzü görülmektedir.



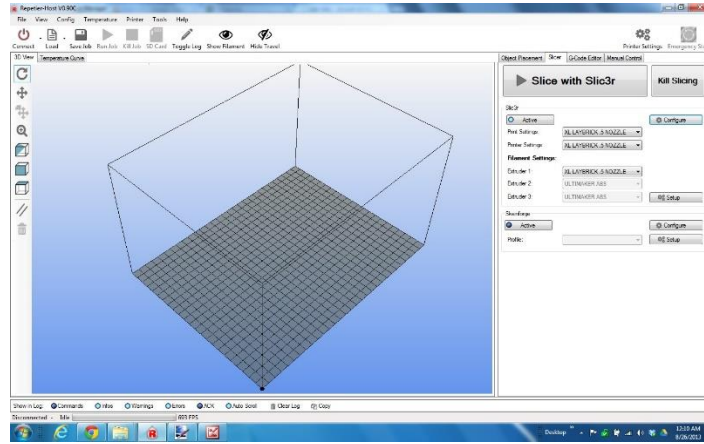
Şekil 19 Cura Nesne Dilimleme Programı Arayüzü

Bir diğer nesne dilimleme dilimleme programı ise Makerbot' un tasarlayıp kullanıcılarına ücretsiz olarak sunduğu Makerware üç boyutlu nesne dilimleme programıdır. Şekil 4.2' de programın arayüzü görülmektedir.



Şekil 20 Makerware Nesne Dilimleme Programı Arayüzü

Bir diğer üç boyutlu nesne dilimleme programı Repetier' dir. Bu program ile hem dilimleme hem de üç boyutlu yalıcı kontrolü yapılmaktadır. Şekil 4.3' te programın arayüzü görülmektedir.



Şekil 21 Repetier Üç Boyutlu Nesne Dilimleme Programı

4.2 ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR İÇİN CAD PROGRAMLARI

Üç boyutlu yazıcılar için bilinen bütün CAD programları uygundur. Tek yapılması gereken herhangi bir CAD programında tasarımı yapılmış modelin STL formatında kaydedilip üç boyutlu yazıcı kontrol programına aktarılmasıdır. Aşağıda günümüzde kullanılan birçok CAD program örneği verilmiştir.[3]

- Solidworks
- Autodesk
- Autocad
- Rhino
- 3ds Max
- Maya
- Blender
- Inventor
- Zbrush
- Mudbox
- Creo
- Modo
- Mathematica
- LightWave
- SketchUp
- OpenSCAD
- FreeCAD
- TinkerCad.com

4.3 GELECEKTE ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ

Gelecekte üç boyutlu yazıcıların kullanımı yaygınlaştıkça maliyetleri de giderek azalacaktır. Üç boyutlu yazıcı maliyetlerinin düşmesiyle beraber hemen hemen her eve girmeye başlayacaktır. Bu durum birçok avantajı beraberinde getirecektir.

Örneğin çocuklar internetten indirdiği üç boyutlu bir oyuncak verisi ile kendi oyuncaklarını yapabilecekler veya evde kullanılan bir cihazın herhangi bir parçası bozulduğu zaman bu parçayı direkt fabrikadan getirtmek yerine yalnızca gerekli olan geometri ve malzeme bilgisi için ödeme yapmak yeterli olacaktır. Bu durum malın transferinden çok bilginin transferine önem kazandıracaktır.

Tıp alanında ise doğrudan, hastalara özel hammaddesi seramik olan protez imalatı gerçekleştirilebilecektir. Örneğin diş hekimleri bilgisayar destekli tomografi verisine bağlı olarak hastanın yapısına uygun protezi el emeği en aza indirerek kolaylıkla imal edebilecektir. Yakın bir gelecekte, insanların ihtiyaç duyduğu organların üç boyutlu yazıcılarla üretilebilmesi beklenmektedir.

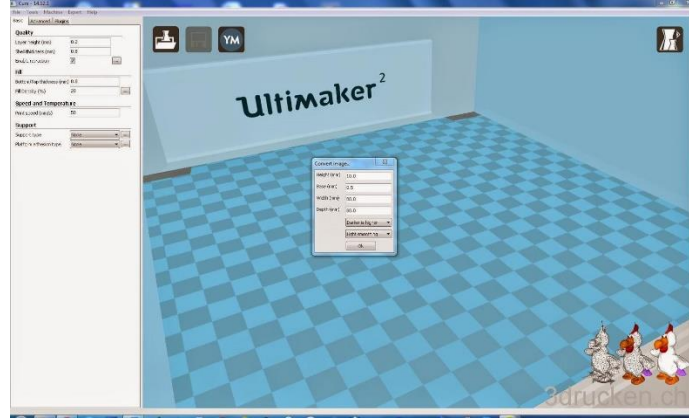
Yakın gelecekte metal hammadde kullanan üç boyutlu yazıcıların sayısı ve üretim hassasiyeti hızla artacaktır. Bu da en fazla içinde soğutma kanallı açılmış metal kalıpların imalatında kullanılacaktır.

Aynı zamanda birden fazla malzeme kullanılarak (metal, plastik, seramik v.b.) karmaşık malzeme özelliklerine sahip parçalarla mekanik ya da elektromekanik parça gruplarını imal edebilen cihazlar artacaktır. Bu konuya verilebilecek en iyi örnek Almanya' daki MicroTEC firmasının bir enjektör iğnesinin içine girebilecek küçüklükte motor ve mekanizmalar üretmiş olmasıdır. Bunlara ilave olarak son senelerde mikron seviyede parçalar üreten teknolojiler konusunda araştırmalar ve uygulamalar hız kazanmıştır. Mikro düzeyde üretim teknolojisi sayesinde biyoteknoloji ve medikal uygulama alanlarında artış olacağı tahmin edilmektedir.

Üç boyutlu baskı esnasında katman kalınlığı eğer atom veya molekül sayıları ile ölçülebilecek kadar inceltilebilirse elektronik kısımları da birlikte üretilebilir. Bu sayede artık problem olan imalat zorluğu değil, mükemmel ürün tasarlama konusunda olacaktır.[3]

1.9 ÜÇ BOYUTLU NESNE DİLİMLEME PROGRAMI-CURA

Üç boyutlu nesne dilimleme programlarından birisi Cura'dır. Bu tez çalışmasında da "Cura" adlı üç boyutlu nesne dilimleme programı kullanılmıştır. Şekil 4.4' de Cura programının arayüzü görülmektedir.



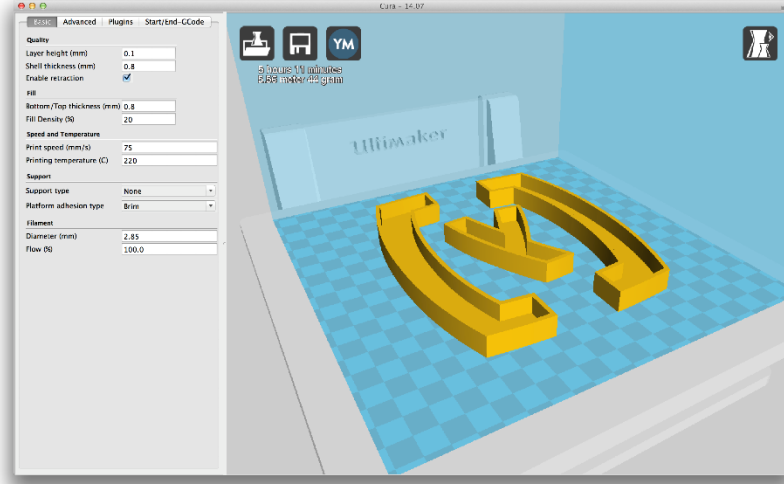
Şekil 22 Cura Programının Arayüzü

Üretilmek istenen ürün modeli STL formatında kaydedildikten sonra bu dosya Cura programına çağrılır. Dosya yükleme işlemi Load sekmesinden yapılmaktadır. Bunun örneği Şekil 4.5' de gösterilmiştir.



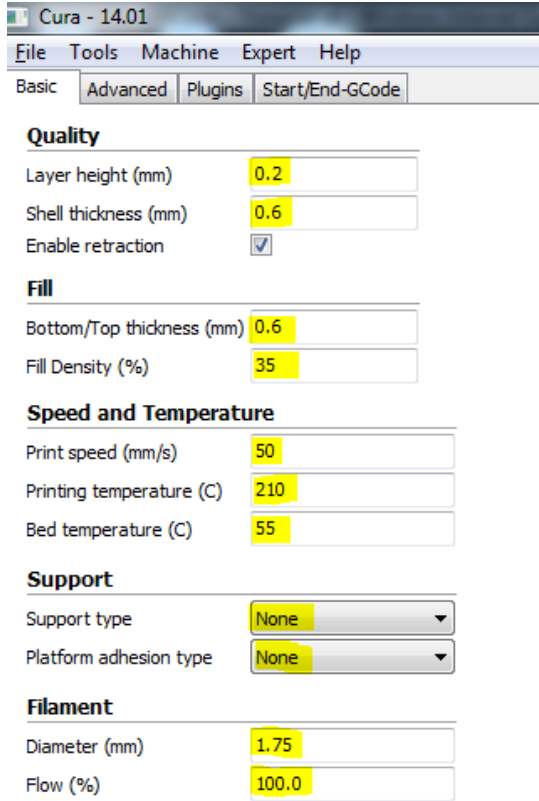
Şekil 23 STL Uzantılı Dosya Yükleme

Ürün modeli Şekil 4.6' da görüldüğü gibi Cura programına aktarılmıştır.



Şekil 24 Üç Boyutlu Ürün Modeli

Şekil 4.7' de ürün modelinin basic sekmesinden temel ayarları yapılmaktadır.



Şekil 25 Basic Sekmesi Ayarları

1. Quality: Kalite Ayarları

Layer height: Tabaka yüksekliği

Shell thickness: Kabuk kalınlığı

Enable retraction: Extruderin geri çekilmesini sağlamak

2. Fill Doluluk Ayarları

Bottom top thickness: Alt üst kalınlığı

Fill Density: Doluluk yoğunluğu

3. Speed and Temperature: Hız ve Sıcaklık

Print speed: Baskı hızı

Printing temperature: Yazdırma sıcaklığı

Bed temperature: Tabla sıcaklığı

4.Support: Destek Ayarları

Support type: Destek türü

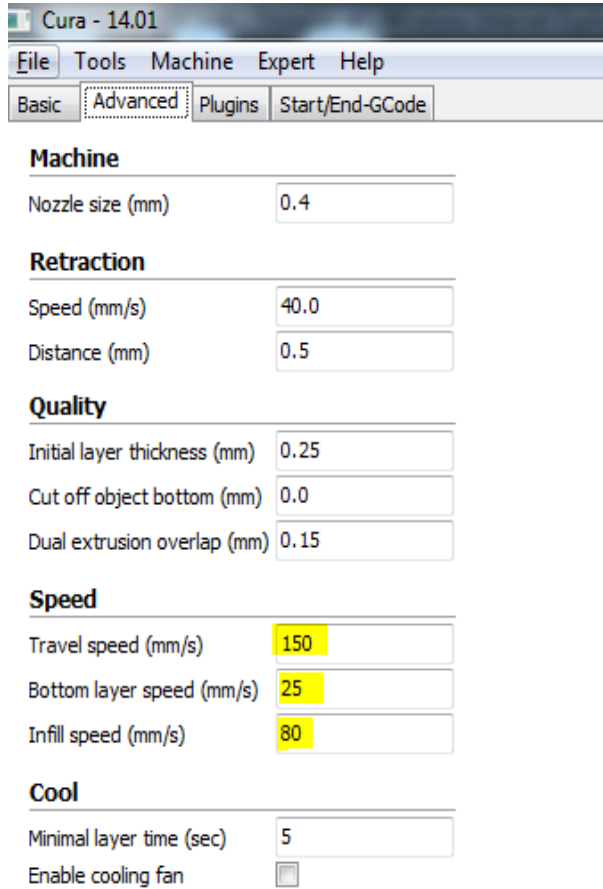
Platform adhesion type: Etek oluşturma türü

5.Filament: Filaman Ayarları

Diameter: Filaman çapı

Flow: Filaman akış oranı

Destek, içinde boşluk barındıran karmaşık geometrilere sahip ürün modellerinde kullanılmaktadır. Cura programında iki çeşit destek atma türü bulunmaktadır. Bunlar “Birim” ve “Raft” olmak üzere iki çeşittir.[3]



Şekil 26 Advanced Sekmesi Ayarları

1.Machine: Makine

Nozzle size: Nozzle çapı

2.Retraktion: Geri Çekilme Ayarları

Speed: Hız

Distance: Mesafe

3.Quality: Kalite Ayarları

Initial layer thickness: İlk tabaka kalınlığı

Cut off object: Nesneyi ilk katmandan kesmek

4.Speed: Hız Ayarları

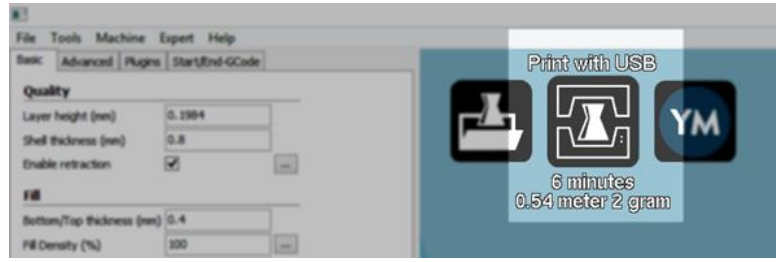
Travel speed: Sürüş hızı

Bottom layer speed: Alt tabaka hızı

Infill speed: Dolgu hızı

Ürün modelinin boyutlarında değişiklik yapmak için “Scala” sekmesi kullanılmaktadır. Scala sekmesi ile ürünü istenilen boyutta büyütme ve küçültme işlemlerine tabi tutulabilir.

Bütün ayarlar yapıldıktan sonra “save toolpath” sekmesi tıklanarak g kodu dosyası bilgisayara kaydedilir. Bunun yanında ürünün kaç dakikada oluşturulacağı ve ne kadar filament kullanılacağı bilgiside Şekil 4.9’ da olduğu gibi görülecektir.



Şekil 27 Save Toolpath Sekmesi

BÖLÜM 5

TÜRKİYE’DE ÜÇ BOYUTLU YAZICI ALANINDAKİ ÇALIŞMALAR

5.1 TÜRKİYE’DEKİ ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ

CES teknoloji fuarına [İstanbul 2/2014] bu yıl damgasını vuran 3 boyutlu yazıcıları bir Türk mühendis yıllardır geliştiriyor. Açık kaynaklı geliştirdiği ürün bugün Çin’de üretilip, satılıyor. Mühendis Nuri Erginer, tecrübelerini Türkiye’nin de bu pazarda rekabetçi olabilmesi için aktarabileceğini söyledi.

Erginer, 1995 yılında bir beyaz eşya firmasında staj yaparken kütüphanede okuduğu bir kitapla 3 boyutlu (3D) yazıcılardan haberdar oldu. O günden itibaren bu konuya merak duyan Türk mühendis, 3D yazıcıların Türkiye’de bilinirliğinin az olması sebebiyle yurtdışında çalışmalara katıldı. CNC makinelerinin 3 boyutlu yazıcı olarak kullanılabileceği fikrinden yola çıkan mühendis yazılım ve donanım içeren bir kit tasarladı. Açık kaynaklı olarak gerçekleştirdiği çalışmaları internette yoğun ilgi gördü. SeedStudio isimli bir Çin firması kendisinden aldığı özel izinle CNC makinalarını 3 boyutlu yazıcıya çeviren bu kiti üretilip, satıyor. 3D yazıcıların geliştirilmesinde Amerikalı mühendis Mike Joyce ile birlikte çalıştığını aktaran Erginer, “Onunla tanışmamız benim printerlarla ilgili yazılımımı internette okuyup incelemesiyle oldu. Bana kendi fikirlerini ve yapacağı makineyi anlattı. Bu makinenin yazılımı üzerine internet üzerinden birlikte çalıştık. Kendimize Team 7/24 adını verdik. Ben yazılımı Türkiye’de geliştirirken o ABD’de uyuyor, ben uyurken de çalışmaları o devam ettiriyordu. Saat farkını böylece lehimize kullandık. Kendisi Kickstarter adında bir proje fonlama sitesinde 2 başarılı kampanya yaparak 800 bin dolara yakın para topladı ve yazıcıları üretmeye başladı” dedi.

5.2 ÜRETMEK İSTEYENE KNOW-HOW

Erginer, çalışmalarını Gnexlab isimli teknolojik çalışma merkezinde yürütüyor. Gnexlab, herhangi bir ticari faaliyet göstermeksizin, Türk mühendislerin de bu alanda bir şeyler yapabildiğini ispatlamaya çalışıyor. Teknolojiye meraklı herkesi bu topluluğun içine girmeye davet eden Erginer, “Şu an profesyonel olarak çalıştığım bir işim var. 3D çalışmalarını evde boş zamanlarımda hobi olarak yaptım. Çok emek ve zaman harcadım. 3 boyutlu yazıcıları ticari olarak geliştirmek isteyen şirketler olursa onlara know-how desteği vermeye hazırım. Bu konuda yeni teknolojiler geliştirmek isteyen üniversiteler, vizyon sahibi işadamları, Türkiye’yi dünyayla eşzamanlı olarak 3D yazıcıların geldiği noktaya

taşıyabilir. Bu pazarda rekabet edebilecek bir 3D printer markası ortaya çıkarabiliriz” dedi. GN2'nin 240 mikron baskı kalitesiyle çıktı alan ilk Türk malı 3 boyutlu yazıcı olduğunu anlatan Enginer, 5 yıllık bir çalışmanın ardından geliştirilen ürünün 100 mikron hassasiyetiyle dünyadaki örneklerini yakaladığını anlattı. Enginer, "Delta mekanizmasını kullanan bu cihaz büyük çıktı ebatlarına ulaşabilmesi ve neredeyse tüm parçalarının Türkiye’de üretilmiş olması nedeni ile büyük önem taşıyor.[5]

5.3 TÜRKİYE’NİN ÜÇ BOYUTLU YAZICI PAZARINDAKİ REKABETİ

Türkiye’nin teknoloji alanındaki en değerli “yerli” firmalarından biri olan infoTRON, 3 boyutlu yazıcı sektöründe merakla beklenen MOJO™’yu piyasaya sürdü. MOJO™, 10 bin Euro’nun altına inen ilk 3 boyutlu yazıcı ünvanını elinde bulunduruyor. Teknoloji dünyasında yaşanan hızlı değişim, bilgi çağına daha hızlı ulaşılacağına sinyallerini veriyor. Sanayide inovasyon ve tasarımı özendirilen 3 boyutlu yazıcıların Türkiye lideri olan infoTRON, en ekonomik 3D Printer MOJO™’yu tanıttı.

Yaklaşık 20 yıllık tecrübesi ile teknoloji ve tasarım dünyasına hizmet veren infoTRON, pahalı olarak bilinen 3 boyutlu yazıcıları, ilgi duyan herkesin alabileceği fiyata çekti. Bugüne kadar Türk sanayinde 10 binden fazla firmaya hizmet ve çözüm üreten infoTRON, uygun fiyatlı ve yetkin özellikleriyle ilgi çeken MOJO™’yu Türkiye’de satışa sundu.

Sabancı Üniversitesi’nde Prof. Dr. Bahattin Koç ve ekibi, canlı hücrelerle üç boyutlu biyo-baskı yöntemi kullanarak yapay doku üretmeyi başardı. Bahattin Koç ve öğrencileri; Can Küçükgül, Saime Burçe Özler, Forough Hafezi MR verilerini kullanarak Türkiye’de ve dünyada ilk kez aort damarı doku örneğini, hücreleri ve destek yapılarını kat-kat üç boyutlu basarak oluşturuldu.[5]

5.3.1 TÜRKİYE’DE FİLAMENT ÜRETEN FİRMALAR

Türkiye’de filament üreten türk firmalarından biri ‘3D SANEM’ firmasıdır. PLA, PET VE ABS malzemeleri olmak üzere üç farklı filament üretilip satışa sunulmaktadır.

Bir diğer filament üretici firma ‘Pure Imagination’ firmasıdır. ABS, PLA, Nylon, Flex PLA, HIPS olmak üzere beş farklı filament üreten ve satışa sunan firmadır.

Son olarak ‘OO-KUMA’ firması beş farklı filament üretilip satışa sunmuştur. Bunlar; ABS, PLA, FLEX, Karbon Fiber ABS, Ahşap Dolgulu PLA (%30’ dan fazla ahşap lifleri barındırır)’dır.[3]

5.3.2 ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN SEKTÖRLERE KATKISI

Üç boyutlu yazıcıların kullanım alanlarının çok geniş olabilmesi ona yapılan yatırımların da fazla olmasını sağlıyor. Bir çok sektörde günümüzde ve gelecekte hizmet edecek üç boyutlu yazıcılar piyasanın içerisine hızlıca girmeyi başardı bile. Bu sektörleri maddeler halinde sıralamak istersek;

Sağlık sektörü: Protez el ve ayak , protez diş yapımı alanlarında kullanılabilmektedir. Sağlık sektöründe bir devrim olarak tabir edilen bir diğer kullanımı ise 3D yazıcı ile kişiye özel hap üretimi yapılmıştır. 3D yazıcı sayesinde hapların içine hastalığın derecesine göre farklı malzemeler enjekte ediliyor. Sonuç olarak hap üretim maliyetinde de faydası olmaktadır.



Şekil 28 Sağlık Alanında Üç Boyutlu Yazıcı

Uzay araştırmaları: NASA'nın uzay araştırmalarındaki en büyük engeli araştırma üssü inşa etmektir. Gerekli ekipman ve eşyaların nasıl temin edileceği konusu ciddi bir problemdir. NASA ve Made in Space ortaklığı ile geliştirilen sıfır yerçekimi ortamında çalışabilecek 3D yazıcı sayesinde bu problem çözümlenmiş oldu.



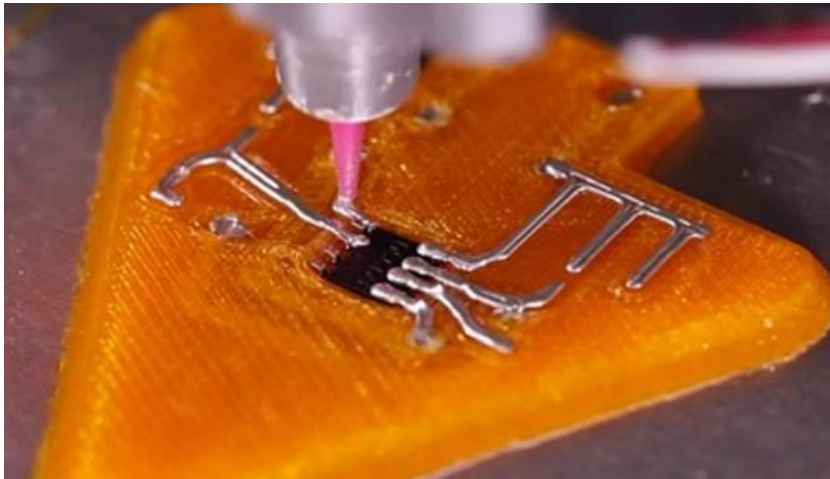
Şekil 29 Yerçekimsiz Ortamda Üç Boyutlu Yazıcı

Eğitim: 3D Yazıcılar Eğitim sektöründe aktif olarak tercih ediliyor. Tasarım eğitim için önemli bir evredir. Teknoloji sayesinde tasarım programları öğrenciler tarafından kolayca öğrenilebiliyor ve tasarladıkları nesneleri 3D olarak hayata geçirebiliyorlar. Soyut olarak objeleri somut hale dönüştürmek her alanda öğrenciler için mükemmel bir deneyimdir.



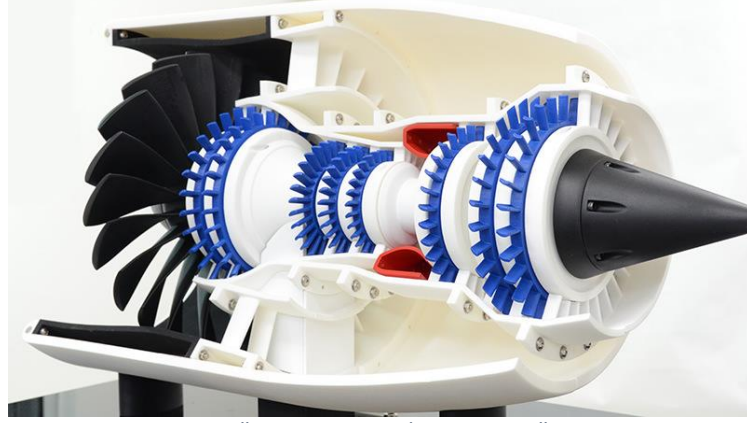
Şekil 30 Eğitim Alanında Üç Boyutlu Yazıcı

Elektronik devreler: Elektronik devre oluşumu uzun süren bir süreçtir. Önce devre kartı sonrasında dirençler ve kondansör gibi parçalar sırayla eklenmekteydi. 3D yazıcılar sayesinde bu süreç oldukça kısalmaktadır.



Şekil 31 Elektronik Devrelerde Üç Boyutlu Yazıcı

Uçak motoru: Uçak motoru yapımı bir diğer kullanım alanıdır. Avusturalı bilim insanları dünyada bir ilke imza atarak 3D yazıcı ile jet motoru üretmeyi başarmışlardır.



Şekil 32 Üç Boyutlu Yazıcı İle Jet Motor Üretimi

Jet motoru yapılışından sonra endüstri alanında iki yönden önemli olduğu ifade edilmiştir. Bunlardan bir tanesi 3D baskı ile neler yapılabileceğini anlamak. Diğer önemi ise jet motor üretim sürecini ciddi oranda kısaltabilecektir. 3D yazıcı ile üretilen jet motoru ile normal jet motoru arasındaki farklar ise 3D yazıcı ile üretilen motorun daha az yakıt tüketimi olanağı, kısa sürede üretilmesi ve hafif olmasıdır.[6]

BÖLÜM 6

GENEL SONUÇLAR

6.1 EĞİTİMDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ

Üç boyutlu yazıcıların geniş bir çalışma alanı olması insanların üç boyutlu yazıcı üretme isteğini beraberinde getirdi. Artık herkesin evinde bulundurabileceği bir makine haline gelen üç boyutlu yazıcılar, bir çok katkı göstermeye başladılar bile...

Üç boyutlu yazıcılar temelde bir ürünün piyasaya çıkmadan önce son halini görebilmek için tasarlanmış makinelerdir. Bu sayede bir ürün seri üretime geçmeden önce bu yazıcılardan çıkış alınıp son haline bakılarak ürünün elle tutulduğunda nasıl bir şeye benzediği görülebiliyor. Bu da hem maliyet tasarrufu hem de olası sorunların önceden görülmesini sağladığı için ciddi bir kolaylık getiriyor.

Yeni nesil artık hızla gelişen bir teknolojiyle büyüyor ve okullar bu teknolojinin nimetlerini öğrencilerine aktarabilmek için bu alanda çalışan firma ve kuruluşlarla işbirliğine gidiyorlar. Üç boyutlu yazım önümüzdeki yıllarda çok daha gelişecek ve üç boyutlu teknolojilerin eğitim ve öğretime geni fırsatta katkı sağlamasında büyük rol oynayacaklar[7].

6.1.1 İLKOKULLARDA ÜÇ BOYUTLU YAZICI

İlköğretim çağıdaki çocuklara ilk üç boyutlu yazıcılar ile yapılmış nesneler tanıtılmalıdır. Somut şekildedir bir problemin çözümünün fiziki olarak tasarımları istenmeli ve sonrada bu tasarımlar hayata geçirilmelidir. Bu öğrencilerin analitik becerilerini, mekansal farkındalıklarını vematematik becerilerini geliştirmeye yardımcı olabilir. Zaman içerisinde üç boyutlu düşünmek üzerine eğitileceklerdir...

6.1.2 LİSELERDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI

Lise çağındaki öğrencilerin üç boyutlu imalat dünyasını daha da derinlemesine keşfetmek mümkün olacaktır. Grafik ve el Sanatları sınıfları pek çok yeni eğitim seçenekleri ortaya çıkarılabilir. Öğrencilerin kavramsal yaratıcılıkları üç boyutlu yazıcılar vasıtasıyla sınır tanımayacaktır. Aynı şekilde, teknik sınıflar için yeni bir öğrenme süreci ortaya çıkmaktadır;

yapılan edüstriyel tasarımlar hemen orada prototiplenebilecek ve yine hemen üzerlerinde analiz ve düzenlemeler yapılabilecektir. Bu öğrenme metodunda, tasarım sürecinde zaman ve dikkat hataların düzeltilmesine değil tasarımlarımızın geliştirilip zenginleştirilmelerine harcanacağı için, dolaylı yoldan öğrencilerin özgüvenlerini geliştirmelerine yardımcı olacaktır[7].

6.1.3 ÜNİVERSİTELERDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI

Üç boyutlu yazıcıların en belli başlı uygulamaları mühendislik, mimarlık ve güzel sanatlar öğrencileri için prototip geliştirme yönündedir. Gelgelelim üç boyutlu yazıcılar diğer başka disiplinlerde de faydalı olmaktadır:

- Tarihi eserlerin kopyaları orjinaline zarar verme endişesi olmadan araştırılabilir,
- Grafik tasarımcıları bir ilave boyutun yaratıcılığını keşfedebilirler,
- Biyoloji ve Tıp öğrencileri kemik yapılarını fiziki olarak hissederek öğrenebilirler,
- Kimya alanında karmaşık moleküllerin 3boyutlu modelleri görsel hafızanın kullanılmasını tetikleyebilir.

6.2 EĞİTİME ENTEGRE EDİLMESİNİN FAYDALARI

Öğrencilerin sadece gelecekteki kariyerlerine hazırlamak ve onları değerli becerilerle donatmak yeterli değildir. 3Boyutlu yazıcılar devrimsel bir algı ortamı yaratarak öğrencilerin nesnelerdeki mesajları daha net almalarını sağlayabilirler[7]. Örneğin:

- Öğrencilerin ilgi odaklarını yakalamada: Genç öğrenciler birçok sıkıcı metin arasında dikkatlerini kaybettiklerinde verilmek istenen mesaj ^boyutlu olarak verilebilir. .
- Ders sırasında etkileşimi canlandırmada: 3D yazıcı kullanarak sınıflarda etkileşimli bir öğrenme deneyimi sağlanabilir. Bir insan iskeletinin bölümleri veya bir matematik problemindeki nesneler hayata geçirilerek ders zamanı daha keyifli hale getirilebilir.
- Eller tutulur eğitim araçları yaratmada: Karmaşık kavramsal konuları tahtada anlatmak yerine üçüncü bir boyutun zenginliği kullanılarak öğrencilere sadece görsel değil hissel kavrama imkanı da verilebilir.

KAYNAKÇA

1. Orkun,O. (2015). 3d printerdan nasıl çıktı alınır? <http://www.elektrikport.com>
(30 Mayıs 2016)
2. Yiğit,Ç.(2014). Geleceğin Teknolojisi 3D ve 3D Printerlar, <http://www.elektrikport.com>
(30 Mayıs 2016)
3. Çelik,D.(2015). ÜÇ BOYUTLU YAZICI TASARIMI,PROTOTİPİ VE TERSİNE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI,YÜKSEK LİSANS TEZİ(30 Mayıs 2016)
4. Sarı,F.(02.07.2014). 3 Boyutlu Yazıcılar Türkiye’de, <http://shiftdelete.net/3-boyutlu-yazicilar-turkiyede-53381> (15.03.2016)
5. Akgül,M.K.(2014) Sanayi Üretiminde Çığır Açan Teknolojiler Üç Boyutlu[3D] Yazıcılar, [https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-uretiminde-cigir-acan-teknolojiler-uc-boyutlu-\[3d\]-yazicilar/1820](https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-uretiminde-cigir-acan-teknolojiler-uc-boyutlu-[3d]-yazicilar/1820)
6. Üç Boyutlu Yazıcı Kullanım Alanları Nedir?, (2015),
<http://www.netgazete.com/teknoloji/3d-yazici-kullanim-alanlari-nelerdir--712613>
7. Eğitimde 3 Boyutun Faydası ,(2014), <http://www.voksel.com.tr/blog/egitimde-3-boyutun-faydasi/2>