

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

3 BOYUTLU TARAYICI TASARIMI ve İMALATI

İsmail ŞAHİN

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Prof. Dr. Cengiz DOĞAN danışmanlığında, İsmail ŞAHİN'in hazırladığı “**3 Boyutlu Tarayıcı Tasarımı ve İmalatı**” konulu bu çalışma 29/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Harran Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Cengiz DOĞAN

Üye : Doç. Dr. Bülent AKTAŞ

Üye : Doç. Dr. Kürşad GÖV

Bu Tezin Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 18102

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	2
3. MATERYAL ve YÖNTEM	5
3.1. Giriş	5
3.2. 3B Tarayıcı Tasarım ve İmalatı	6
3.3. Bir Noktanın Koordinatlarının Bulunması	11
3.4. 3B Tarayıcının Set Edilmesi	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	26
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	31
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	35

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

3 BOYUTLU LAZER TARAYICI TASARIMI VE İMALATI

İsmail ŞAHİN

Harran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cengiz DOĞAN

Yıl:2019, Sayfa: 35

Bu çalışmada, üç boyutlu bir tarayıcısı tasarlanarak imal edilmiştir. 3B tarayıcısı, düşey ekseninde dönen bir elemanın üst ucuna iki uçundan yataklanan birbirlerine seri olarak millerle bağlanan üç adet elemandan oluşmaktadır. Tarama sırasında en uçtaki elemanın ucu yüzeye temas ettirilerek noktanın koordinatları ölçülerek kayıt edilmektedir. Elemanların dönme merkezleri arası mesafeler ile elemanların birbirleri arasındaki açıların trigonometrik parametreleri kullanılarak yüzey noktalarının X, Y, Z koordinatlarını belirlemektedir. Elemanların eksenler arası açıları ölçmek için hareket eksenleri olan, biri düşey, diğer üçü de yatay ekseninde olmak üzere 4 adet artırılmış tip enkoder kullanılmıştır. Sistemde kullanılan Delta marka 28SV tipi bir Plc ile on-line olarak puls olarak okunan enkoderler verileri, önce açılara daha sonra da radyana dönüştürülmektedir. Eleman boyları ile eklemler arası açıların sinüs veya kosinüs değerleri ile matematik fonksiyonları kullanılarak hazırlanan Plc programıyla nokta koordinatları on-line olarak belirlenerek Plc hafızasına kaydedilmektedir. Plc hafızasındaki nokta koordinat dataları on-line olarak KEPserver programı ile Microsoft Excele programına aktarılmaktadır. Excell kaydedilen veriler, operatör vasıtasıyla ThreeDIFY programına aktararak 3B nokta bulutu ile değişik özelliklerde 3B yüzeye dönüştürmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: 3B tarayıcı, modelleme

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A 3-D SCANER

İsmail ŞAHİN

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Cengiz DOĞAN
Year:2019, Page: 35**

In this study, a three- dimensional scanner is designed and manufactured. The 3D scanner consists of three elements which are connected to each other in series by shafts, which are mounted at both ends to the upper end of a rotating element in the vertical axis. During scanning, the tip of the end element is contacted with the surface and the coordinates of the point are measured and recorded. It determines the X, Y, Z coordinates of the surface points by using trigonometric parameters of the distances between the centers of rotation of the elements and the angles between the elements. Four incremental type encoders, one of which is vertical and three of which are horizontal, are used to measure the angles between the axes of the elements. With the Delta 28SV type Plc used in the system, the encoders data read as pulses on-line are converted to angles and then to radians. The sine or cosine values of the element lengths and the inter-joint angles and the point coordinates are determined on-line by Plc program which is prepared by using mathematical functions and recorded in Plc memory. Point coordinate data in PLC memory is transferred to Microsoft Excele program with KEPServer program on-line. Excell recorded data is transferred to the ThreeDIFY program by the operator and converted to 3D surface with 3D point cloud with different features.

KEY WORDS: 3D scanner, modelling

TEŞEKKÜR

Bu teze konu olan tarayıcının tasarımında ve imalatındaki çok kıymetli emekleri bulunan, lisans derslerimi aldığım yıllarda ve danışmanlık dönemindeki eşsiz rehberliği ve yol göstericiliği için Sayın Prof. Dr. Cengiz DOĞAN'a, tezin yazım aşamasında yazılım ile ilgili çok değerli yardımlarından dolayı Doç. Dr. Nurettin BEŐLİ hocama, teknik resim ile ilgili her sorumu yanıtlayan yardımını hiçbir zaman esirgemeyen Öğr. Gör. M. Vehbi BALAK hocama, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesindeki saygı değer diğer hocalarıma ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. 3B Tarayıcı sisteminin şematik görünüşü	6
Şekil 3.2. L ₀ Elemanının görünüşleri ile tabla üzerine montajı	6
Şekil 3.3. Enkoder ile L ₀ mili trijer kasnaklar	7
Şekil 3.4. Enkoder montaj sacı ile sacın düşey silindire montajı	7
Şekil 3.5. Düşey silindirin alttan görünüşü	8
Şekil 3.6. L ₀ elemanının plaka üzerine montajı	8
Şekil 3.7. L ₁ elemanının perspektif görünüşleri	8
Şekil 3.8. L ₀ üst ucu rulmanları ile L ₁ elemanı alt yuvası mil ve enkoder bağlantısı	9
Şekil 3.9. L ₀ üst kısmına montajı	9
Şekil 3.10. L ₂ elemanının perspektif görünüşleri	10
Şekil 3.11. L ₃ elemanı	10
Şekil 3.12. 3B tarayıcının perspektif görüntüsü	11
Şekil 3.13. Üç boyutlu lazer tarayıcı	12
Şekil 3.14. Bir noktanın koordinatlarının belirlenmesi	13
Şekil 3.15. Enkoderlerinin delta DVP28SV plc bağlantıları	14
Şekil 3.16. Delta DVP28SV plc'ye 4 adet artırılmış enkoder bağlantısı	19
Şekil 3.17. 3B tarayıcı sisteminde Plc elektrik besleme sistemi	19
Şekil 3.18. Modbus ascii protokolüyle plc den modbus data adresleri	20
Şekil 3.19. DDE protokolüyle exceldeki satır ve sütun numaraları	20
Şekil 3.20. Advanced tags ile excel ve plc değerlerini link ile birbirlerine bağlamak	21
Şekil 3.21. Tarama sırasında excel görüntüsü	21
Şekil 3.22. 3B tarayıcının set tablası yerleşim pozisyonu	24
Şekil 3.23. 3B tarayıcının set tablası üst görünüşü	25
Şekil 4.1. Tarama yapılan kaşık	26
Şekil 4.2. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında nokta bulutu olarak görülmesi	28
Şekil 4.3. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi	28
Şekil 4.4. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi	29
Şekil 4.5. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi	29
Şekil 4.6. Taranan kaşığın iç yüzeyi olarak ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4. 1. Kaşık tarayıcı dataları	26
---	----



1. GİRİŞ

Günümüzde karmaşık yüzeyli parçalar genellikle CNC tezgâhlarında işlenmektedir. CNC tezgâhları G-kodu adı verilen birçok satırdan oluşan ve tezgâhı yönlendiren veriler yardımıyla G-kodlarını teknik resimlerden otomatik üreten Mastercam ve benzeri birçok program vardır. Ancak bu programlarda G-kodlarını üretmek için parçaların teknik resimlerinin çizilmesi gerekmektedir. Parçaların teknik resimlerini çizmek hata yapmaya açık, uzun süren ve eğitimli operatör gerektiren bir durumdur. Parçaların yüzeyleri karmaşık yapıda olduğunda teknik resimleri yapmak daha da zorlaşmaktadır.

Bu çalışmada nesnelerin üç boyutlu (3B) modellerini oluşturmak için bir sistem tasarlanarak imal edilmiştir. İmal edilen 3B tarayıcısı taranan yüzeylerin Kartezyen koordinat sistemindeki X, Y, Z değerleri ölçülmüştür. Bu değerler işlenerek çeşitli programlar yardımıyla taranan parçaların üç boyutlu katı modelleri oluşturulmuştur.

3B tarayıcılar günümüzde imalat, tersine mühendislik, Ar-Ge faaliyetleri, tıbbi görüntüleme ve modelleme, arkeolojik eserlerin yenileme ve rölyefleşmesi gibi birçok farklı disiplinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Chen, 2005). Son yıllarda, bu konuyla ilişkili pek çok teknoloji ve ürün piyasaya çıkmıştır. Birçok şirket ve araştırma enstitüsü, bu teknoloji için araştırma yapmak ve sistemi geliştirmek için oldukça fazla kaynak sarf etmektedir (Reshetyuk, 2006).

Üç boyutlu tarayıcılar iki boyutlu belge tarayıcıların taranan cismin dijital bir kopyasını oluşturmasına benzer bir şekilde çalışır, o nesnenin veya çevrenin şekli hakkında veri toplayan cihazlardır. Toplanan bu veriler nesnenin veya çevrenin birçok uygulamada faydalanılan üç boyutlu dijital modelinin oluşturulmasında kullanılabilir (Koyuncu ve ark., 2010).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Birçok mühendislik dalı içerisinde kendine uygulama alanları bulan üç boyutlu tarama hakkında birçok çalışma yapılmıştır aşağıda bunlardan bazıları belirtilmektedir.

Boehler ve ark. (2003), lazer tarama hassasiyetinin araştırılması konulu çalışmalarında farklı lazer kaynakları ve farklı tarama yöntemleriyle elde edilen verileri çeşitli uygulamalar özelinde incelemişlerdir.

Moening ve Dodgson (2004), nokta bulutları oluşturmak ve nokta bulutlarında yüzeyler elde etme teknikleri ile ilgili çalışmalarında, karmaşık geometrilere oluşan nokta bulutlarını işleme yöntemleri ortaya koymuşlardır.

Delikanlı ve ark. (2005), hızlı prototipleme konsepti olarak ortaya çıkan Stereolithography (SLA) teknolojisini incelemiş, çalışmalarında hızlı prototipleme ve hızlı imalat teknolojilerinin yeri ve gelişimi ele alınmıştır, bu yöntemlerle üretilmiş parçaların kullanım alanları ve malzeme cinsleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Sonuçta ise bu teknolojinin sağladığı avantajlar üretim teknolojilerinde açtığı yeni ufuklar hakkında bilgiler verilmiştir.

Kasap (2006), lazerle taranan (aktif tarama) nesnenin noktalar kümesinden oluşan 3 boyutlu modelini çıkartan sistem geliştirilmiştir.

Bolton (2009), sistem tasarımında Delphi 7 görsel programlama dili, 2 web kamera, lazer ve kamera kalibrasyon paterni kullanılmıştır. Aktif tarama yöntemi kullanılarak nesnelere ait 3 boyutlu modelin oluşturulabilmesi için, 2 boyutlu resim düzlemi görüntüsüyle 3 boyutlu dünya koordinat sistemi arasındaki ilişkiyi tanımlayan kamera ölçümleme parametreleri hesaplamıştır.

Berbercuma (2006), 3 boyutlu tarayıcılar incelenmiş; konu ile direkt bağlantısı olan tersine mühendislik süreci araştırılmış ve koordinat ölçme cihazları da dâhil edilerek kapsamlı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmasında 3 boyutlu tarayıcılar ile CMM arasındaki farkları belirtilmiş ve inceleme örneği olarak türbin çarkına yer verilmiştir. Türbin çarkı 3 boyutlu tarayıcıda taranmış ve nokta bulutundan CAD ortamında Unigraphics NX programı kullanılarak tekrar oluşturulmuştur.

Aba (2006), aynı anda birden fazla kamera kullanarak kameraların farklı ortamlarda birbirleri ve ortamla uyumlu bir şekilde çalışabilmeleri için kalibrasyonlarını incelemiştir. Kamera parametreleri çıkarıldıktan sonra, modellenmesi istenen nesnenin resimleri her bir kameradan aynı anda alınması ile ilgili çalışmıştır.

Rabbani (2006), çalışmasında nokta bulutları ve görüntülerden endüstriyel olarak kullanılacak, yarı otomatik, üç boyutlu modelleme, yöntem ve teknikleri incelemiştir. Görüntüleri alınmış nesnelere ait üç boyutlu nokta bulutu bilgilerini nesne yapısal özelliklerinin şablon olarak kullandığı bir sistem oluşturmuştur. Çalışmasında oluşturduğu sistemin üstünlük ve eksiklerinin değerlendirmiştir.

Toklu (2009), Üç boyutlu modelleme ve lazer üçgenlemesi (“Laser Triangulation”) yöntemiyle yüzey tarama konusunda bir çalışma yapmıştır. Dikey bir lazer ışın demeti vasıtasıyla taranan yüzeyin görüntülerini, kamera aracılığıyla bilgisayara aktarmıştır. Bu görüntülerin işlenmesi sonucunda, taranan yüzeyin üç boyutlu sayısal modeli bilgisayara kaydedilmektedir.

Aşkın (2009), yersel lazer tarayıcı ile elde edilmiş nokta bulutu kümelerinden gerçeğe yakın üç boyutlu model üretim teknikleri ve karşılaşılan problemleri incelenmiş, modelleme aşamaları ve algoritmaları ortaya koyularak problemlere çözüm yöntemleri üretilmiştir.

Balta ve Öztürk (2009), çeşitli veri toplama yöntemleri ile elde edilen, nokta bulutu verilerini cisim yüzey ve hacim bilgisini ifade eden ham verilerin, bilgisayar ortamında gösteriminde ilk aşama olan örme yüzey üretilmesini ele almıştır.

Koyuncu ve ark. (2010), belirli büyüklüklerdeki nesnelerin makul bir süre zarfında üç boyutlu modellerini çıkarabilecek, düşük maliyetli tarayıcı imali sürecini incelemiştir. Yapılan tarayıcı doğrusal bir Helyum-Neon lazer ışık kaynağı, iki kamera, bir adım motoru, motor kontrol kartı ve bir kişisel bilgisayar kullanmıştır. Nesneler, adım motoru ile bilgisayardan hareket ettirilen döner platforma yerleştirilmiş, üzerlerine lazer ışık gönderilmiş ve kameralar bu şekilde görüntü yakalamıştır. Görüntülerde nesne yüzeyine düşen ve yansıyan ışığın gözlemlendiği resim ögesi pozisyonları kullanılmış bilgisayar vasıtasıyla 3B sanal modeller oluşturulmuştur. Bazı örnek nesneler üzerinde bu adımlar uygulanmış ve sonuç olarak oluşturulan 3B modellerin isabetliliğini incelemiştir.

Küllü (2010), çalışmasında belirli büyüklüklerdeki nesnelerin makul bir süre zarfında 3 boyutlu modellerini çıkarabilecek, düşük maliyetli bir 3B tarayıcı inşa etmiştir. Sistemin yapımı sırasındaki değerlendirmelerde maliyet, isabetlilik, nesne büyüklükleri, nesne özellikleri ve zaman konularıyla ilgili beklentiler açıkça belirtilmiştir.

Pektur ve Candan (2010), otomotiv sektöründe sıklıkla kullanılan turbo şarjın bir parçası olan salyangozun bilgisayar destekli tasarım ve imalat yöntemleri kullanılarak üretiminin gerçekleşmesini incelemiştir.

Kumbay (2010), lazer üçgenleme yönteminin temel ele alarak, foto-alıcı olarak pozisyon hassasiyetli algılayıcı kullanmıştır. Hedeften yansıyan ışığı odaklayıcı mercekle üzerinden aygıtının ışığa duyarlı yüzeyinde toplamış ve foto-akım üretmiştir. Ürettiği foto-akım sayesinde mesafe bilgisi elde etmiştir.

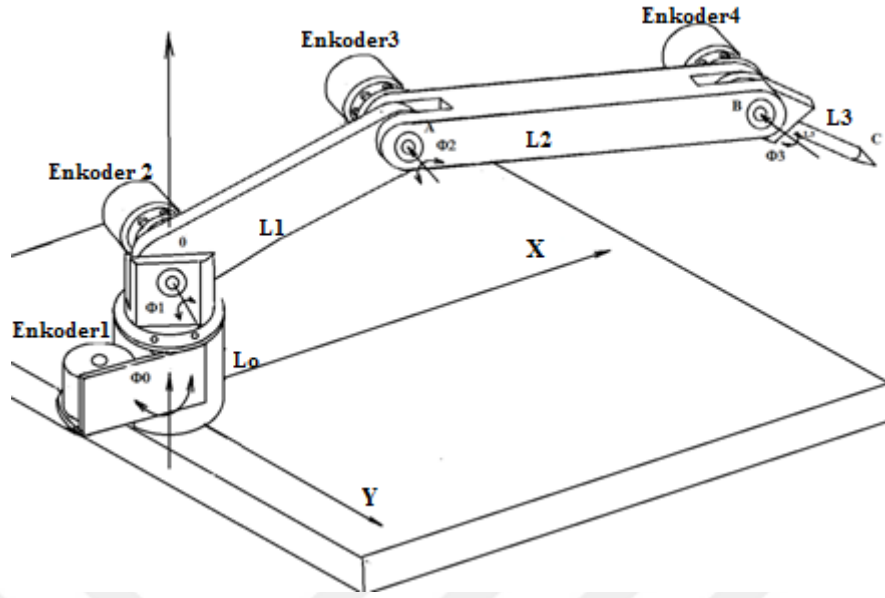
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Giriş

Bu çalışmada, tasarlanarak imal edilen 3B tarayıcısının şematik görüntüsü Şekil 3.1.' de görülmektedir. 3B tarayıcısı, düşey ekseninde dönen bir L_0 elemanın üst ucuna birbirlerine seri olarak millerle bağlanan üç elemandan (L_1 , L_2 ve L_3) oluşmaktadır. Tarama sırasında L_3 elemanının ucu yüzeye temas ettirilerek noktanın koordinatları ölçülerek kayıt edilmektedir. Elemanların dönme merkezleri arası mesafeler ile elemanların birbirleri arasındaki açıların trigonometrik parametreleri kullanılarak yüzey noktalarının X, Y, Z koordinatlarını belirlemektedir. Elemanların eksenler arası açıları ölçmek için hareket eksenleri olan, biri düşey, diğer üçü de yatay ekseninde olmak üzere 4 adet artırımı tip enkoder kullanılmıştır.

Sistemde kullanılan Delta marka 28SV tipi bir Plc ile on-line olarak puls olarak okunan enkoderler verileri, önce açılara daha sonra da radyana dönüştürülmektedir. Eleman boyları ile eklemler arası açıların sinüs veya kosinüs değerleri ile matematik fonksiyonları kullanılarak hazırlanan Plc programıyla nokta koordinatları on-line olarak belirlenerek Plc hafızasına kaydedilmektedir.

Plc hafızasındaki nokta koordinat dataları on-line olarak KEPserver programı ile Microsoft Excele programına aktarılmaktadır. Excell kaydedilen veriler, operatör vasıtasıyla ThreeDIFY programına aktarılarak 3B nokta bulutu ile değişik özelliklerde 3B yüzeye dönüştürmektedir.



Şekil 3.1. 3B tarayıcı sisteminin şematik görünüşü

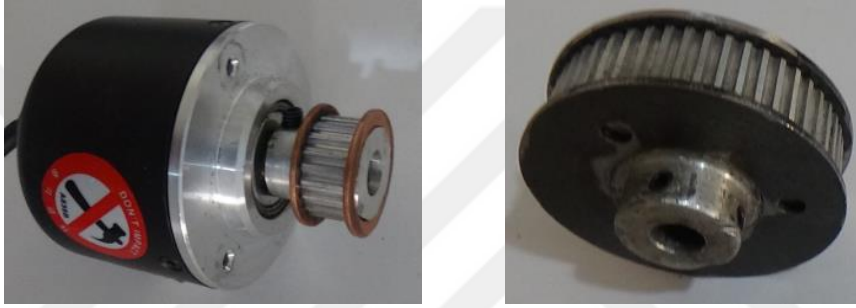
3.2. 3B Tarayıcı Tasarım ve İmalatı

3B tarayıcı, zemine yerleştirilen 500x400x20mm ebatlarında bir alüminyum plakanın üzerine montaj edilmiştir. 3B tarayıcısı ile yüksekliği büyük parçaların tarayabilmesi için XYZ eksenini orijin noktası plaka yüzeyinden 120 mm yüksekliğe yerleştirilmiştir. Bu yüksekliği sağlamak için Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi L_0 elemanı, plakanın üst yüzeyine civatalarla tespit edilen bir alüminyum silindirin içerisine montaj edilmiştir. Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi alt kısmı bir mil şeklinde olan L_0 elemanı iki adet derin yivli rulman ile alüminyum silindirin içerisine montaj edilmiştir.

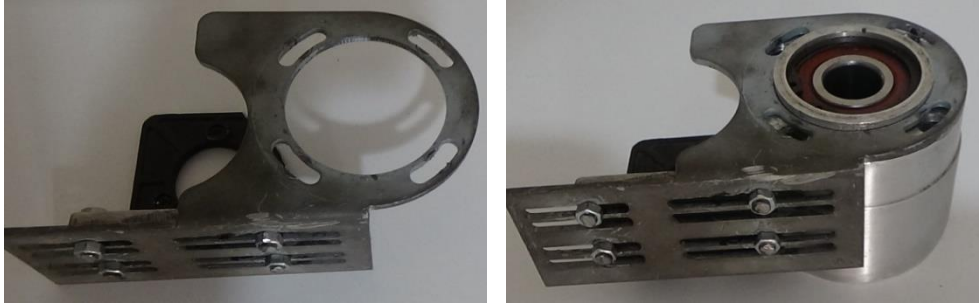


Şekil 3.2. L_0 elemanının görünüşleri ile tabla üzerine montajı

L_0 elemanının Z eksenine doğrultusundaki dönüşünü ölçmek için silindirin dışına düşey doğrultuda 5000 puls/dev. bir enkoder montaj edilmiştir. Enkoderi montaj etmek için Şekil 3.3.'de görülen bir çelik sac levha imal edilerek silindirin üst yüzeyine civatalarla tespit edilmiştir. Enkoder çelik sacın içerisine tespit edilen enkoder bağlantı parçasına civatalarla montaj edilmiştir. L_0 elemanının hareketi enkodere Şekil 3.3.'de görüldüğü triger kayış kasnak sistemiyle aktarılmıştır. L_0 elemanının dönüş hareketini enkodere aktarmak için Şekil 3.4.'de görülen triger kasnaklar kullanılmıştır. Bunun için L_0 elemanının alt ucuna 24 dişli, enkoder miline ise 12 dişli triger kasnaklar montaj edilerek 0.05 mm ölçme hassasiyeti sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Enkoder ile L_0 mili triger kasnaklar



Şekil 3.4. Enkoder montaj sacı ile sacın düşey silindire montajı

Triger kayışa gergi verebilmek için enkoder Şekil 3.4.'de görüldüğü gibi sac plakaya yatay doğrultuda açılan kanallara civatalanmıştır.



Şekil 3.5. Düşey silindirin alttan görünüşü

Şekil 3.5.'de görüldüğü gibi düşey doğrultuda kasnağı aşağı doğrultuda bulunan triger kasnak ile L_0 elemanının milinin alt ucuna yerleştirilen triger kasnaklar arasında bir kayış yerleştirilmiştir. L_0 elemanına yataklık eden silindir Şekil 3.6.'da görüldüğü gibi 4 adet uzun boylu civatalarla plaka üzerine tespit edilmiştir. L_0 Elemanının üstüne L_1 elemanı montaj edilmesi için iki adet rulman yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6. L_0 elemanının plaka üzerine montajı



Şekil 3.7. L_1 elemanının perspektif görünüşleri

L_0 elemanın üst ucuna her iki ucunda mil yerleştirilmesi için silindirik delik bulunan bir dikdörtgenler prizması şeklindeki L_1 elemanın perspektif görünüşü Şekil 3.7.'de görülmektedir.

Şekil 3.8.'de görüldüğü gibi L_1 elemanın alt ucu L_0 elemanın üst ucunda bulunan iki adet rulman yuvalarına bir adet pim yerleştirilerek mil setskur ile L_1 elemanına tespit edilmektedir.



Şekil 3.8. L_0 üst ucu rulmanları ile L_1 elemanı alt yuvası mil ve enkoder bağlantısı

Enkoder ile mili esnek kaplin ile birleştirerek enkoderi L_0 üst rulmanı hizasına montaj etmek için alüminyumdan iki tarafı flanşlı bir boru imal edilmiştir. Bu sayede enkoder mil ekseninde olmak üzere L_0 üst kısmına Şekil 3.9.'da görüldüğü gibi montaj edilmiştir.



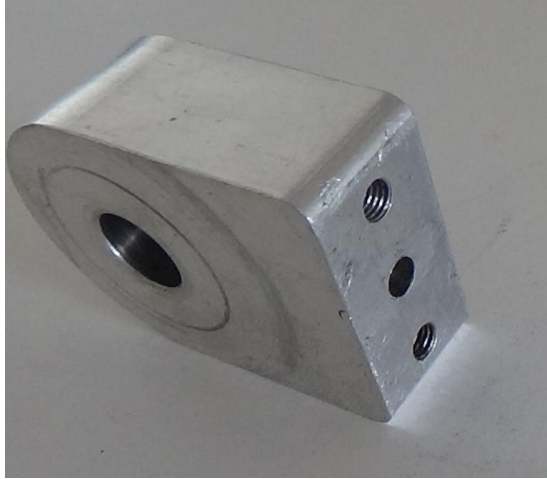
Şekil 3.9. L_0 üst kısmına montajı



Şekil 3.10. L₂ elemanın perspektif görüntüleri

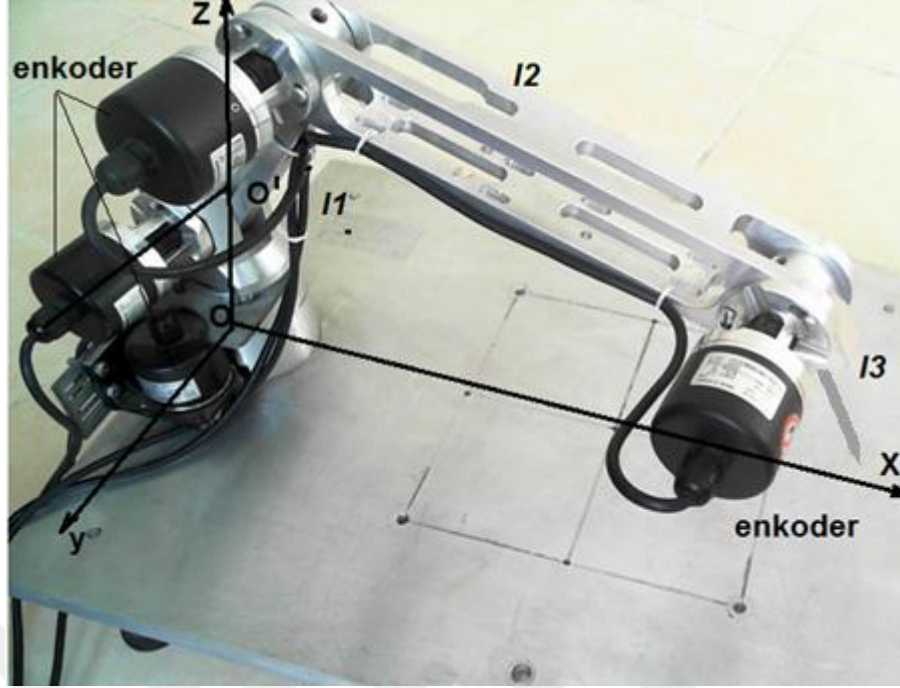
L₂ elemanın perspektif görüntüleri Şekil 3.10.'da görülmektedir. L₁ ile L₃ elemanlarını miller ile bağlayan L₂ elemanı, her iki ucu L₀ elemanın üst ucuna benzeyen boyu sistemde en uzun olan elemandır. L₂ elemanı her iki ucuna L₀ ile L₁ aralarındaki bağlantının aynısı uygulandığından 3. ve 4. numaralı enkoderler montaj edilmiştir.

Şekil 3.11.'de görüldüğü gibi 3. Numaralı eleman L₁ elemanın yarısı şeklinde bir parçadır. Alt ucuna 0.5mm çapında küre bulunan bir mil montaj edilmektedir. 2 ve 3 nolu elemanlar arasında L₀ üst kısmındaki bağlantı donanımı bulunmaktadır.



Şekil 3.11. L₃ elemanı

İmal edilen 3B tarayıcının perspektif görüntüsü Şekil 3.12.'de görülmektedir.



Şekil 3.12. 3B tarayıcının perspektif görüntüsü

3.3. Bir Noktanın Koordinatlarının Bulunması

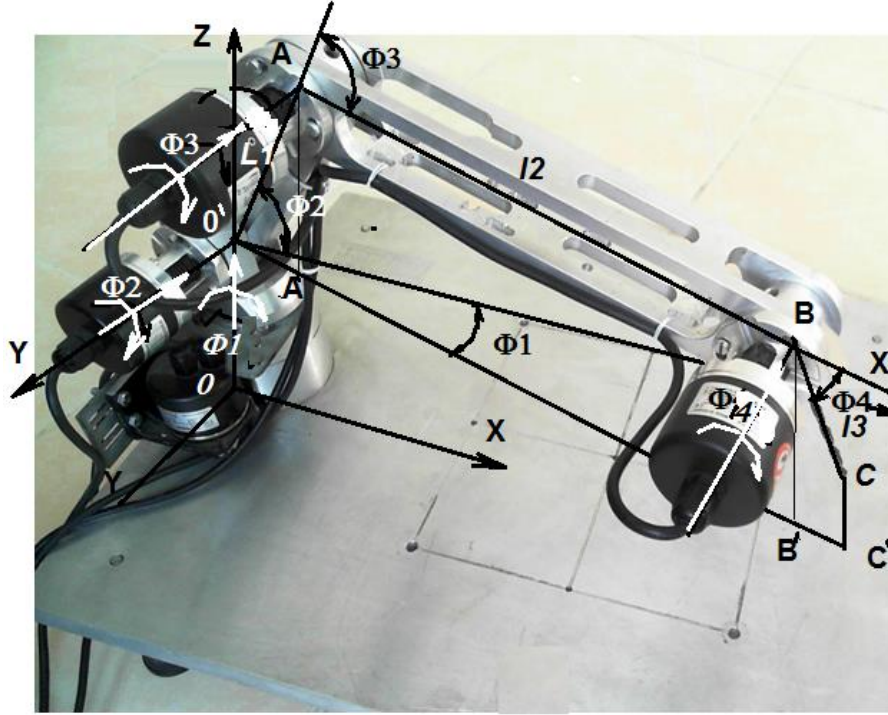
Düşey ekseninde dönen bir ekleme 3 serbestlik dereceli düzlemsel manipulatörün düşey düzlemde monte edilmesiyle 4 serbestlik dereceli (4SD) bir manipulatör elde edilmiştir. Bu tasarımın uç efektörüne 0.5 mm lik küresel prob yerleştirilmiştir. Mafsallara yerleştirilen enkoderler vasıtasıyla 4SD manipulatörün uç efektörünün koordinatları ölçülebilmektedir. Uç efektörü temas ettirmek suretiyle yüzeyin kartezyen koordinatlardaki nokta bulutu dataları elde edilebilmektedir.

Eklemlerin tasarımında 5000 pulse/rev enkoderler kullanılarak iki fazlı bağlantı şekliyle (A ve B fazları) bir turda 10000 pulse/rev çözünürlük elde edilmiştir. Tarayıcı kolunun uzunluğu nedeniyle, okunan dataların hassasiyetini arttırmak için birinci eklem olan düşey eklemin tasarımında 2,6 katlık triger kayış-kasnak sistemi kullanılarak okuma hassasiyeti artırılmıştır.

4SD manipulatörü yatay düzlemde 500*400mm ebatlarındaki alüminyum şase üzerine montaj edilmiştir. Şase, diğer tüm aksamıyla birlikte CNC tezgâhında

işlenmiş, montaj sırasındaki çapaklara karşı yüzey iyileştirilmesi için taşlanmıştır. Eklemlerde hareket mili rulmanlı olarak yataklanmış, hareketi ölçülecek olan link üzerinde ise setskur ile sabitlenmiştir. Enkoderlerin eklem üzerine yapılacak gövde montajı için yataklama aparatı yine CNC tezgâhında işlenmiştir. Enkoderler yataklanmış olan millere kaplinli bağlantıyla tespit edilmiştir.

Zemin ekleminde kullanılacak olan triger kayış dişli oranı 2,6 kat olduğu için bu dişli CNC azdırma tezgâhında üretilmiştir. Kayış sisteminin montajı için eklem gövdesinde yatak açılmış, dışarıda küçük dişli enkoderin miline montaj edilmiş, içeride büyük dişli eklemin miline setskurla sabitlenmiştir. Bu eklemin enkoder montajı için sac metalden bir aparat tasarlanarak üretilmiştir. Yapılan montaj ile büyük dişli içeride dönerken ve küçük dişli dışarıda dönerken, triger kayışla eklem açıklığından içeri doğru dönerek girip çıkmaktadır.



Şekil 3.13. Üç boyutlu lazer tarayıcı

Bu çalışmada, tasarlanarak imal edilen Şekil 3.13.'de gösterilen 3B tarayıcısının elemanlarının pimleri arası mesafeleri (L_0 , L_1 , L_2 ve L_3) ile bu elemanların dönme hareket eksenleri (Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 ve Φ_4) Plc vasıtasıyla on-line olarak ölçülmektedir. 3B

Tarayıcısı boy ve açısal hareket yönüyle şematik olarak Şekil 3.14.'de çizilmiştir. Tarama sırasında yüzeye temas eden C ucunun X, Y, Z Kartezyen koordinata göre C_x , C_y ve C_z koordinatlarının hesaplamaları sırası ile Denklem 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8'de verilmiştir.

$$OA' = L1 \cos \Phi 2 \quad (3.1)$$

$$A'B' = L2 \cos(\Phi 2 - \Phi 3) \quad (3.2)$$

$$B'C' = L3 \sin(\Phi 4 + \Phi 3 - \Phi 2) \quad (3.3)$$

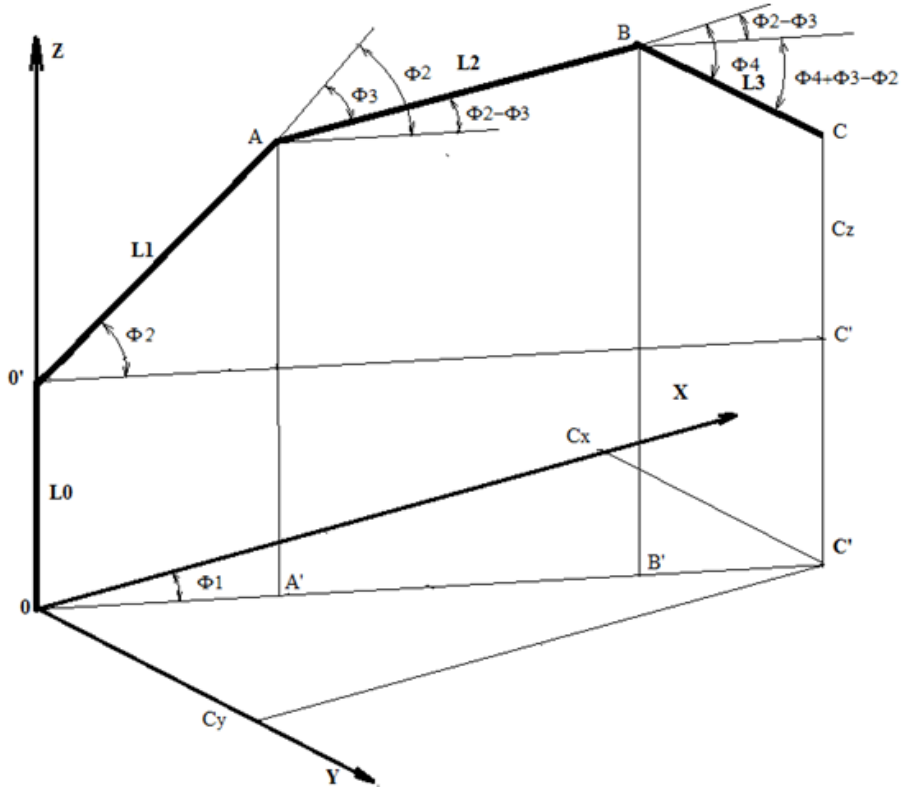
$$OC' = OA' + A'B' + B'C' \quad (3.4)$$

$$OC' = L1 \cos \Phi 2 + L2 \cos(\Phi 3 - \Phi 2) + L3 \sin(\Phi 3 + \Phi 4 - \Phi 2) \quad (3.5)$$

$$Ax = OC' \cos \Phi 1 \quad (3.6)$$

$$Ay = OC' \sin \Phi 1 \quad (3.7)$$

$$Az = L0 + L1 \sin \Phi 2 + L2 \cos(\Phi 3 - \Phi 2) - L3 \sin(\Phi 3 + \Phi 4 - \Phi 2) \quad (3.8)$$



Şekil 3.14. Bir noktanın koordinatlarının belirlenmesi

Uç efektörünün X, Y, Z pozisyonları Denklem 3.6, 3.7 ve 3.8 nolu denklemlerde belirtilmiştir. Bu ifadeler PLC içerisinde bir dizi data işlemleri ile kodlanmıştır. Tüm işlem yükü PLC ye bırakılmıştır ve PLC dışında herhangi bir hesaplama işlemi yapılmamıştır. Böylece data transferi süresince veri ve zaman kaybı önlenmiş, sadece PLC de yüksek hızlı hesaplanmış olan dataları kayıt ortamına gönderilerek orada görüntülenip, storlanmasına imkân tanınmıştır.

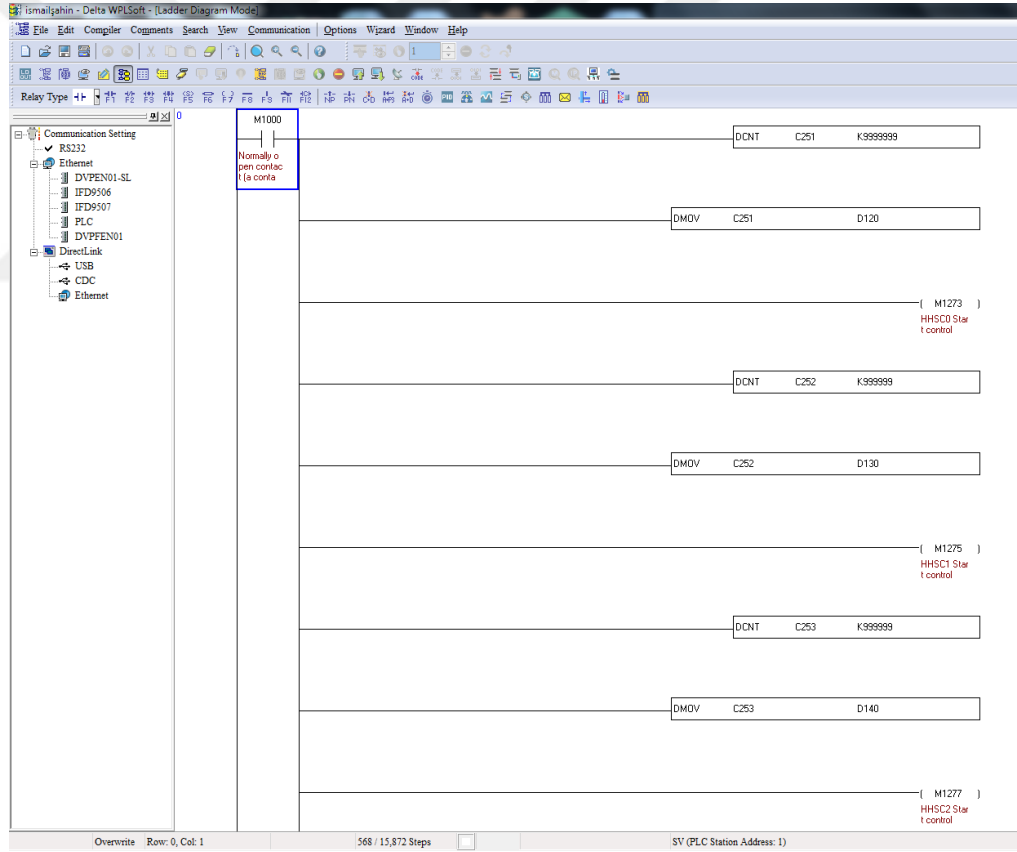
- 3B tarayıcıda bulunan 5000 puls/dev artırımlı tip 4 adet enkoderler DELTA marka 28SV Plc'nin C251, C252, C253 ve C254 yüksek hızlı sayıcı komutları kullanılarak okunmuştur.
- Okunan enkoderler1, enkoderler2, enkoderler3 ve enkoderler4 sıra ile D120, D130, D140, D150 datalarına kaydedilmiştir. Sistemdeki 1 nolu enkoder hassas değer alabilmesi için triger kayış-kasnak düzeneği ile 2.6 kat arttırılmış iken 2, 3 ve 4 nolu encoderler ekleme doğrudan bağlanmıştır.
- D120, D130, D140 ve D150 ye atılan encoder dataları FLT komutu kullanılarak daha sonra uygulanacak matematiksel işlemler için noktalı sayı türüne (floating sayı) çevrilmiştir ve sırasıyla D200, D300, D400, D500 datalarında kaydedilmiştir.
- Bu datalar DMULR komutu ile floating sayı formatında dereceye çevrilmiş ve sırasıyla D210, D310, D410, D510 datalarında kaydedilmiştir.
- DELTA PLC trigonometrik fonksiyonlarda (sinüs, cosinüs işlemlerinde) açıları radyan türünden işleme aldığı için encoder dataları DRAD komutu ile dereceden radyana çevrilmiştir ve D220, D320, D420, D520 datalarında kaydedilmiştir.
- Daha sonraki işlemler için bu açıların sinüs ve kosinüs değerleri DCOS ve DSIN komutlarıyla hesaplanmıştır.
- Cosinüs dataları sırasıyla D230, D330, D430, D530 datalarında storlanırken,
- Sinüs dataları ise sırasıyla D240, D340, D440, D540 datalarına kaydedilmiştir.
- Eklem uzunlukları olan L1, L2, L3 ise DMOVR komutu kullanılarak float data türünde sırasıyla D10, D20, D30 datalarında kaydedilmiştir.

Kinematik hesaplamalar Denklem 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8'de gösterilmiştir. Uç efektörünün (C noktasının) koordinatları Denklem 3.6, 3.7 ve 3.8 ile belirtilmiştir.

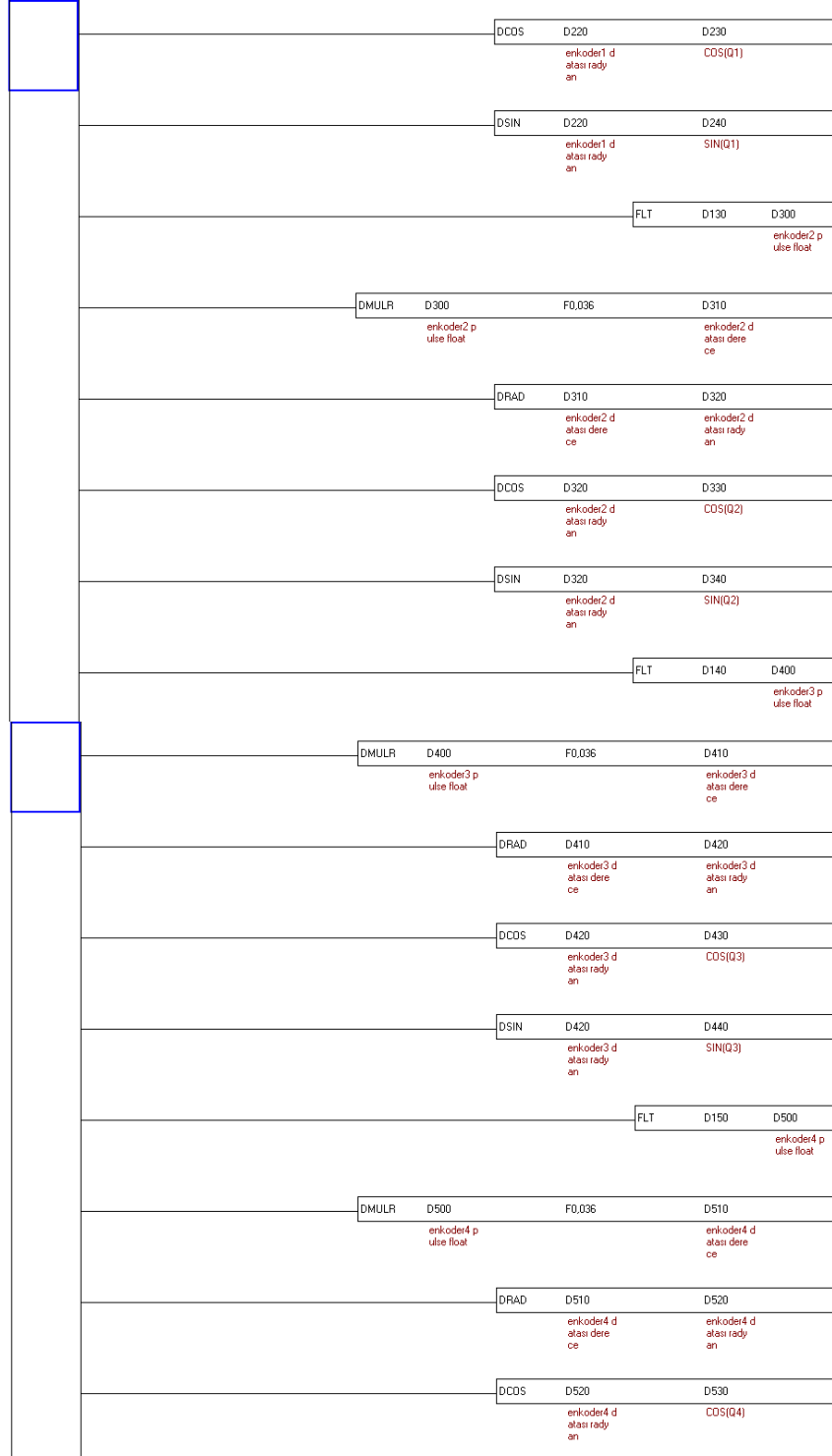
Yukarıda belirtilen işlemlerin plc içerisinde hesaplanması;

- Yapılan hesaplamalar sonucunda X, Y ve Z dataları sırasıyla D710, D720 ve D850 datalarında kaydedilmiştir.
- Yapılan tarama sırasında okunan enkoderler ve tüm hesaplamalar plc de online olarak D710, D720, D850 datalarına işlenmiştir.

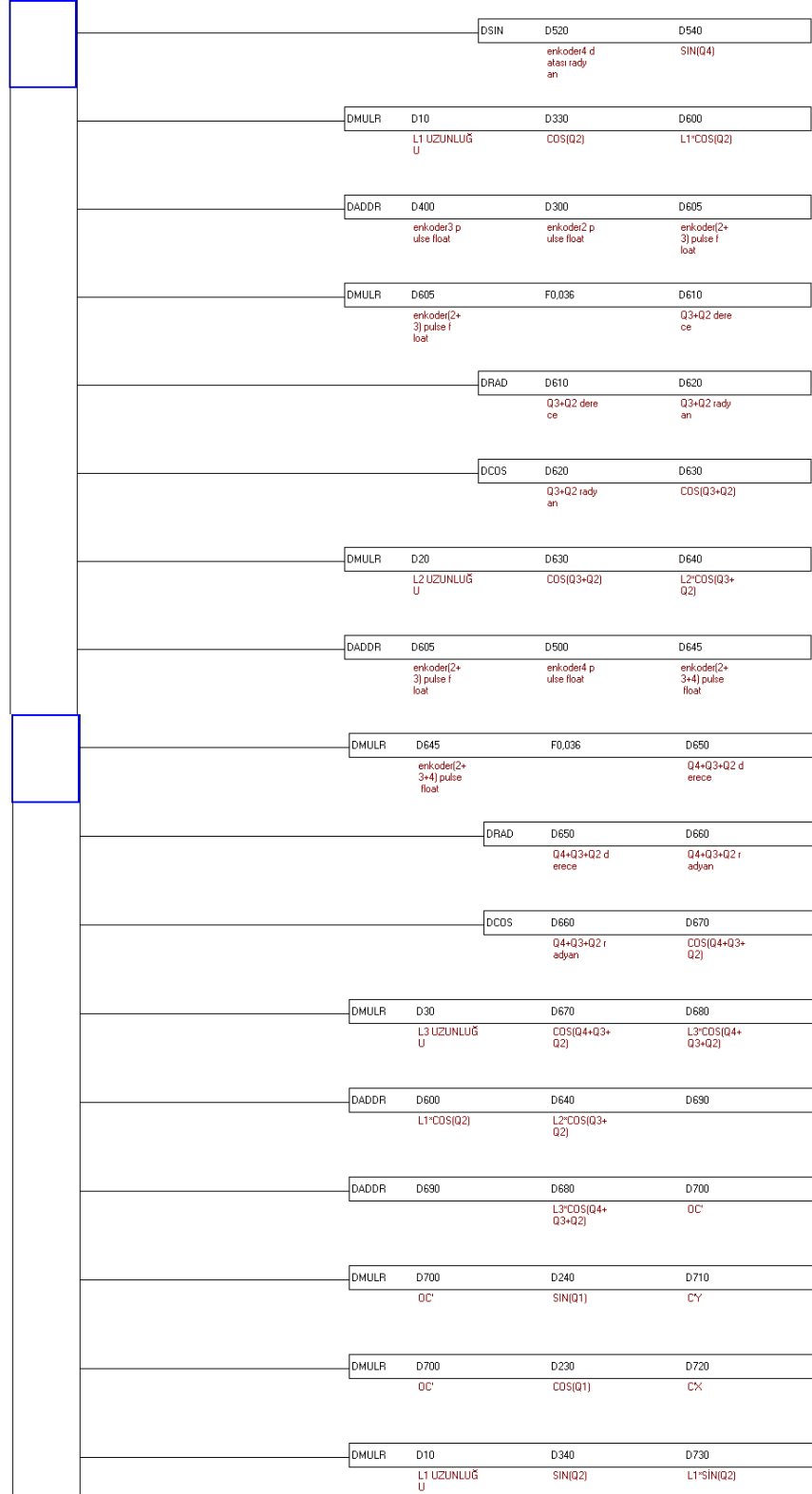
Bu tarama verileri KEPServer yazılımı aracılığıyla Excel programına anlık olarak aktarılmıştır. Operatör kontrolünde Excelde tanımlanmış olan makro kullanılarak X, Y, Z dataları bir satırda sırayla yan yana yazılıp her yeni nokta için bu üç değer alt alta kaydedilmiştir. Endokerlerin Plc bağlantıları Şekil 3.15.'de gösterilmiştir.



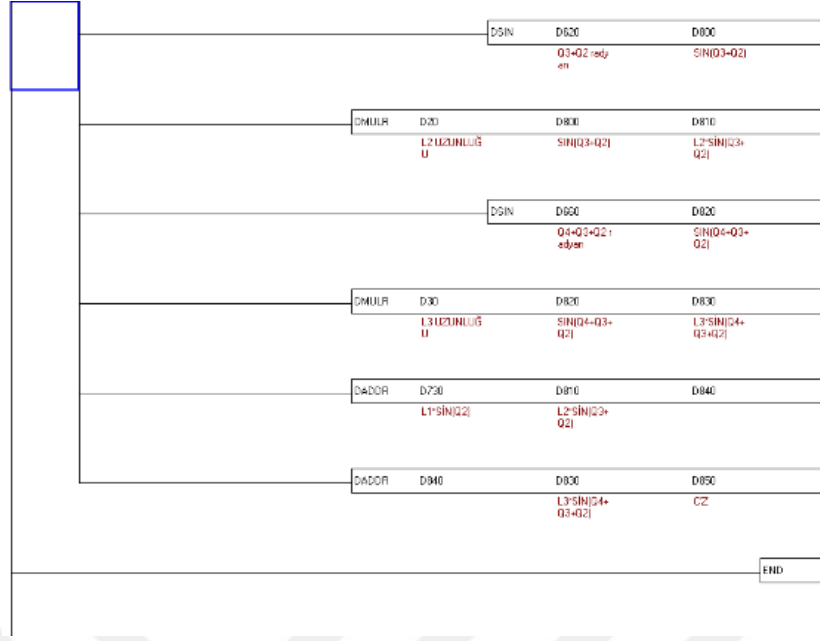
Şekil 3.15. Enkoderlerinin delta DVP28SV Plc bağlantıları



Şekil 3.15. (devam)



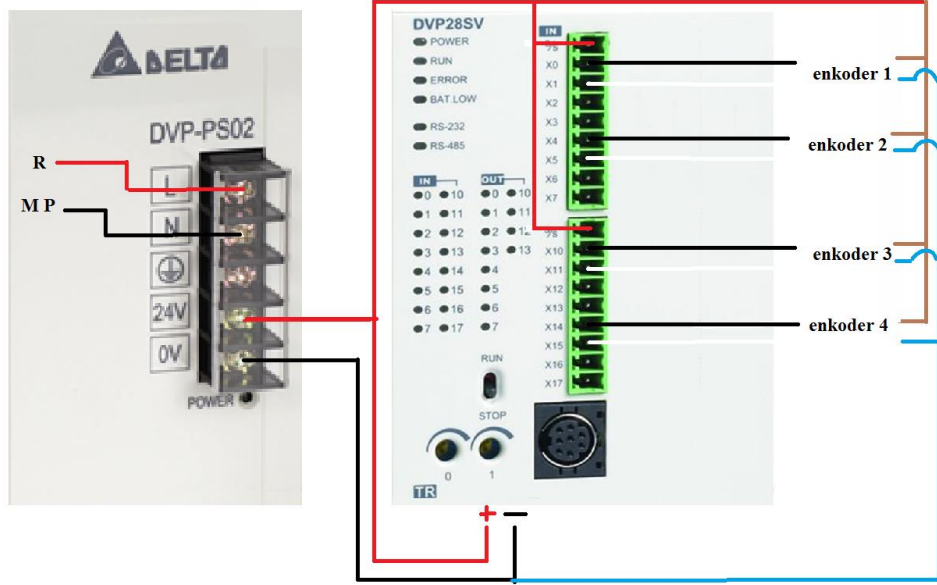
Şekil 3.15. (devam)



Şekil 3.15. (devam)

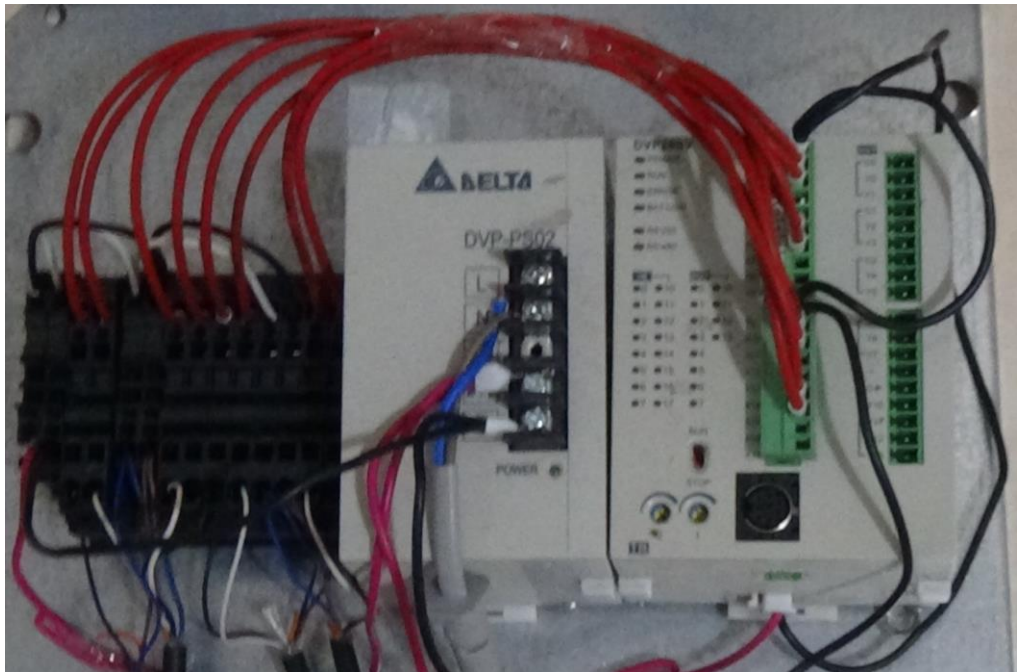
Tarayıcıda delta DVP28SV plc ile 4 adet 5000 pulse/rev rotary enkoder kullanılmıştır. Kullanılan delta plc programlanmasında enkoderlar iki fazlı olarak okunarak kayıtları 5000 pulse/rev rotary enkoder 10000 pulse/rev olarak okunmuştur.

Delta DVP28SV plc ile artırımı enkoderi okumak için enkoderin + ve – çıkışları sıra ile enkoder1 (X0, X1), enkoder2 (X4,X5), enkoder3 (X10, X11) ve enkoder4 (X14,X15) girişlerine bağlanırken enkoderin + ve – beslemeleri kırmızı ve siyah kablolarla yapılır. Delta DVP28SV plc'ye 4 adet artırımı enkoder bağlantısı Şekil 3.16.'da gösterilmektedir.



Şekil 3.16. Delta DVP28SV plc'ye 4 adet artırımı enkoder bağlantısı

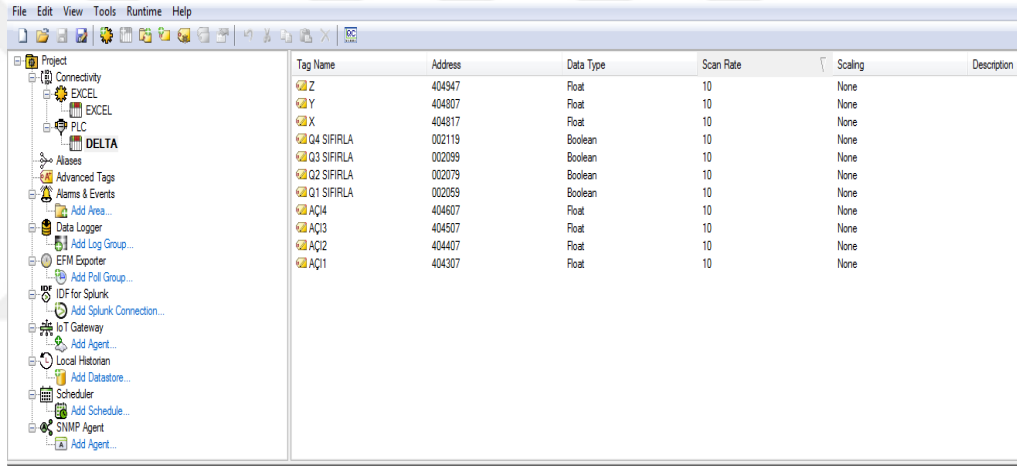
3B Tarayıcı sistemi için hazırlanan Plc elektrik besleme sistemi Şekil 3.17.'de görülmektedir.



Şekil 3.17. 3B tarayıcı sisteminde Plc elektrik besleme sistemi

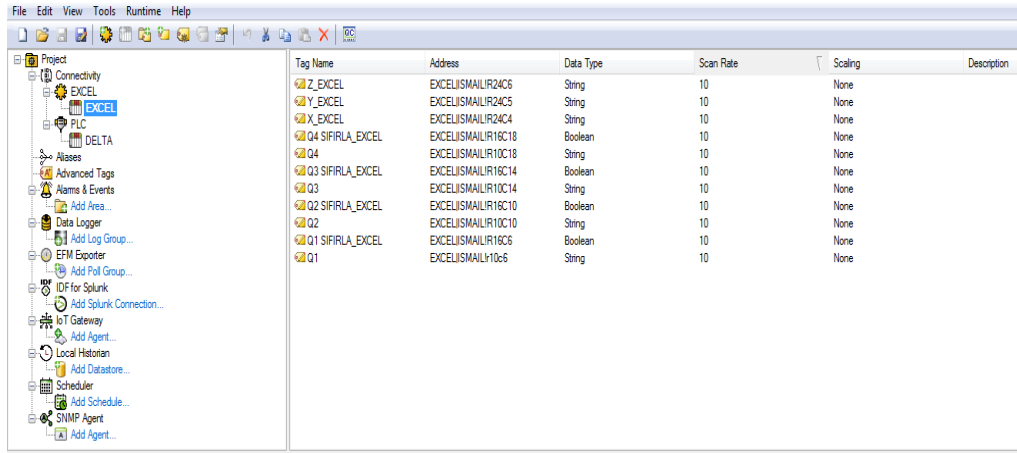
Tarama sırasında elde edilen değerleri KEPServer programıyla Excel formatına dönüştürülerek bir nokta koordinatları her satırda X, Y, Z koordinatları yazdırılmıştır. İstenildiği anda bir butona basılıştta ekrana kaydedilmiştir. Hazırlanan Excel programında nokta koordinatları alt alta satırlar halinde yazılmaktadır. Tarama elde edilen yüzey nokta bulutu ThreeDify XLGrapher programına atılarak yüzeye dönüştürülmektedir.

Delta plc'deki enkoder dataları kepserver programıyla modbus protokolüyle alınarak excele dde protokolü ile gönderilmesi sırası ile Şekil 3.18., 3.19., 3.20 ve 3.21'de gösterilmiştir.



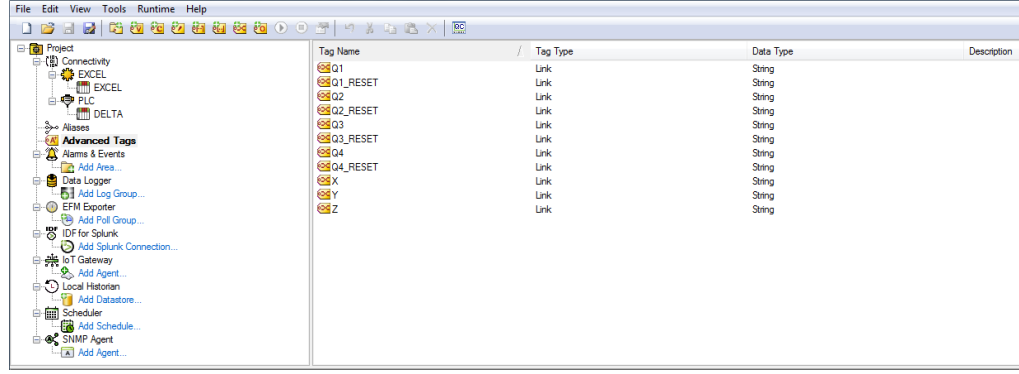
Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
Z	404947	Float	10	None	
Y	404807	Float	10	None	
X	404817	Float	10	None	
Q4 SIFIRLA	002119	Boolean	10	None	
Q3 SIFIRLA	002099	Boolean	10	None	
Q2 SIFIRLA	002079	Boolean	10	None	
Q1 SIFIRLA	002059	Boolean	10	None	
AQ4	404607	Float	10	None	
AQ3	404507	Float	10	None	
AQ2	404407	Float	10	None	
AQ1	404307	Float	10	None	

Şekil 3.18. Modbus ascii protokolüyle plc den modbus data adresleri



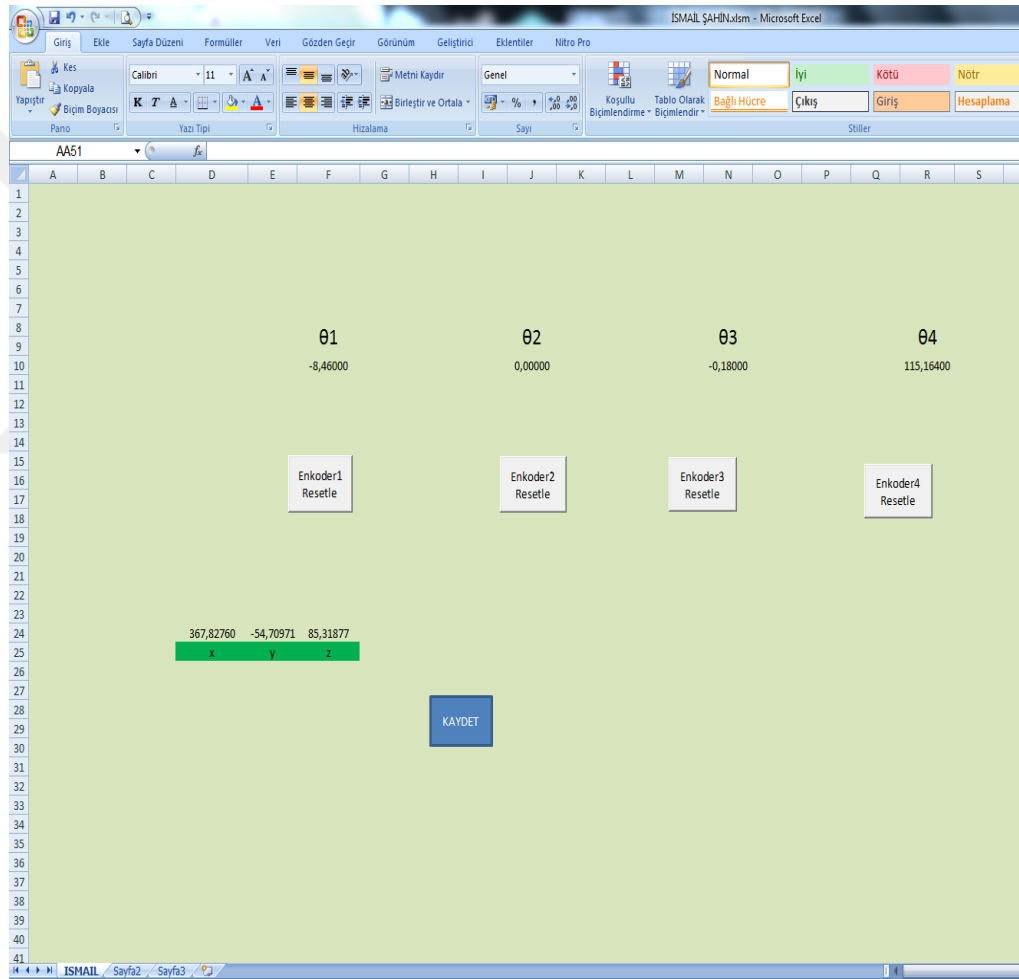
Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
Z_EXCEL	EXCELISMALIR24C6	String	10	None	
Y_EXCEL	EXCELISMALIR24C5	String	10	None	
X_EXCEL	EXCELISMALIR24C4	String	10	None	
Q4 SIFIRLA_EXCEL	EXCELISMALIR16C18	Boolean	10	None	
Q4	EXCELISMALIR10C18	String	10	None	
Q3 SIFIRLA_EXCEL	EXCELISMALIR16C14	Boolean	10	None	
Q3	EXCELISMALIR10C14	String	10	None	
Q2 SIFIRLA_EXCEL	EXCELISMALIR16C10	Boolean	10	None	
Q2	EXCELISMALIR10C10	String	10	None	
Q1 SIFIRLA_EXCEL	EXCELISMALIR16C6	Boolean	10	None	
Q1	EXCELISMALIR10C6	String	10	None	

Şekil 3.19. DDE protokolüyle exceldeki satır ve sütun numaraları



Tag Name	Tag Type	Data Type	Description
Q1	Link	String	
Q1_RESET	Link	String	
Q2	Link	String	
Q2_RESET	Link	String	
Q3	Link	String	
Q3_RESET	Link	String	
Q4	Link	String	
Q4_RESET	Link	String	
X	Link	String	
Y	Link	String	
Z	Link	String	

Şekil 3.20. Advanced tags ile excel ve plc değerlerini link ile birbirlerine bağlamak.



	θ1	θ2	θ3	θ4
	-8,46000	0,00000	-0,18000	115,16400
Enkoder1 Resetle		Enkoder2 Resetle	Enkoder3 Resetle	Enkoder4 Resetle
	367,82760	-54,70971	85,31877	
	x	y	z	

KAYDET

Şekil 3.21. Tarama sırasında excel görüntüsü.

Tarama işlemleri sırasında kullanılan kodlar aşağıdaki gibidir;

Enkoder1 Resetle butonu makrosu:

```
Private Sub ResetButon_1_Click()
Dim ws As Worksheet
Set ws = Worksheets("ISMAIL")
If ResetButon_1.Caption = "Enkoder1 Resetle" Then
    ResetButon_1.Caption = "Enkoder1 Resetlendi"
    ResetButon_1.BackColor = vbGreen
    ws.Cells(16, 6).Value = "1"
ElseIf ResetButon_1.Caption = "Enkoder1 Resetlendi" Then
    ResetButon_1.Caption = "Enkoder1 Resetle"
    ResetButon_1.BackColor = vbButtonFace
    ws.Cells(16, 6).Value = "0"
End If
End Sub
```

Enkoder2 Resetle butonu makrosu:

```
Private Sub ResetButon_2_Click()
Dim ws As Worksheet
Set ws = Worksheets("ISMAIL")
If ResetButon_2.Caption = "Enkoder2 Resetle" Then
    ResetButon_2.Caption = "Enkoder2 Resetlendi"
    ResetButon_2.BackColor = vbGreen
    ws.Cells(16, 10).Value = "1"
ElseIf ResetButon_2.Caption = "Enkoder2 Resetlendi" Then
    ResetButon_2.Caption = "Enkoder2 Resetle"
    ResetButon_2.BackColor = vbButtonFace
    ws.Cells(16, 10).Value = "0"
End If
End Sub
```

Enkoder3 Resetle butonu makrosu:

```
Private Sub ResetButon_3_Click()
Dim ws As Worksheet
Set ws = Worksheets("ISMAIL")
If ResetButon_3.Caption = "Enkoder3 Resetle" Then
    ResetButon_3.Caption = "Enkoder3 Resetlendi"
    ResetButon_3.BackColor = vbGreen
    ws.Cells(16, 14).Value = "1"
ElseIf ResetButon_3.Caption = "Enkoder3 Resetlendi" Then
    ResetButon_3.Caption = "Enkoder3 Resetle"
    ResetButon_3.BackColor = vbButtonFace
    ws.Cells(16, 14).Value = "0"
End If
End Sub
```

Enkoder4 Resetle butonu makrosu:

```
Private Sub ResetButon_4_Click()
Dim ws As Worksheet
Set ws = Worksheets("ISMAIL")
If ResetButon_4.Caption = "Enkoder4 Resetle" Then
    ResetButon_4.Caption = "Enkoder4 Resetlendi"
    ResetButon_4.BackColor = vbGreen
    ws.Cells(16, 18).Value = "1"
ElseIf ResetButon_4.Caption = "Enkoder4 Resetlendi" Then
    ResetButon_4.Caption = "Enkoder4 Resetle"
    ResetButon_4.BackColor = vbButtonFace
    ws.Cells(16, 18).Value = "0"
End If
End Sub
```

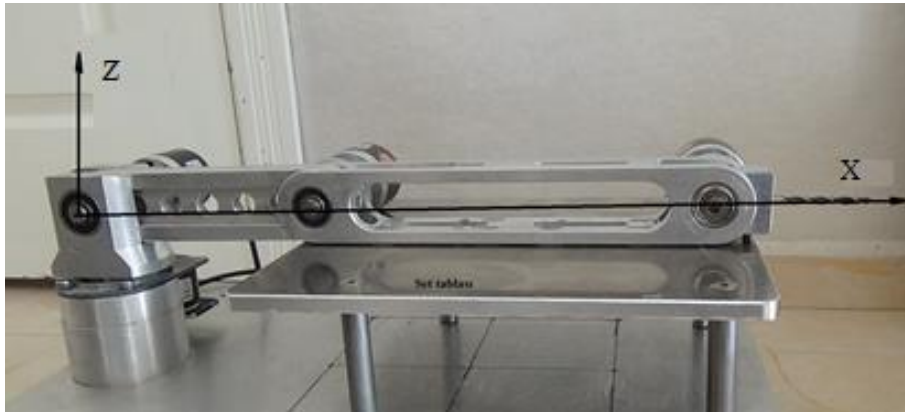
Kaydet Butonu Makrosu:

```
Sub Makro5()
```

```
Range("D24:F24").Select
Selection.Copy
ActiveWindow.SmallScroll Down:=9
Application.Goto Reference:="R2000C4"
Selection.End(xlUp).Select
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial
Paste:=xlPasteValuesAndNumberFormats, Operation:= _
xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-6
Application.CutCopyMode = False
Range("D1").Select
End Sub
```

3.4. 3B Tarayıcının Set Edilmesi

3B tarayıcısı ile tarama yapmadan önce set (ayarlanması) gerekmektedir. Bunun için Şekil 3.22’de görüldü gibi 3B tarayıcı tablası üzerine 90mm yüksekliğinde bir plaka yerleştirilmektedir. 3B tarayıcısı kolları plaka üzerine yerleştirildiğinde tarama probu ile eksen merkezleri X eksenine doğrultusunda yerleştirilmektedir.



Şekil 3.22. 3B tarayıcının set tablası yerleşim pozisyonu



Şekil 3.23. 3B tarayıcının set tablası üst görünüşü

3B tarayıcı tablasının üst görünüşünde, yatay düzlemdeki X ve Y eksenlerinin yerleşimi Şekil 3.23’de görüldüğü gibi olmaktadır. Bu pozisyonda Excel programındaki açıların resetle butonuna basılınca enkoderlerden $\Phi_1=90$ iken $\Phi_2=\Phi_3=\Phi_4=0$ olarak kaydedilerek tarayıcı hazır pozisyona gelmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

3B tarayıcıda Online taramada tarayıcı uç yüzeylere temas edildiği anda Plc noktanın koordinatlarını hesaplayarak KEPServer programı aracılığıyla Excel ekranında butona tıklayarak alt alta dizmektedir. Tarama sırasında her data için 50 ms sürede online olarak değerler alabilmektedir.

Bu çalışmada tasarlanarak imal edilen 3B tarayıcı ile Şekil 4.1.'de görülen kaşığın dış yüzeyi taranarak yüzeyin nokta koordinatları kaydedilmiştir.



Şekil 4.1. Tarama yapılan kaşık

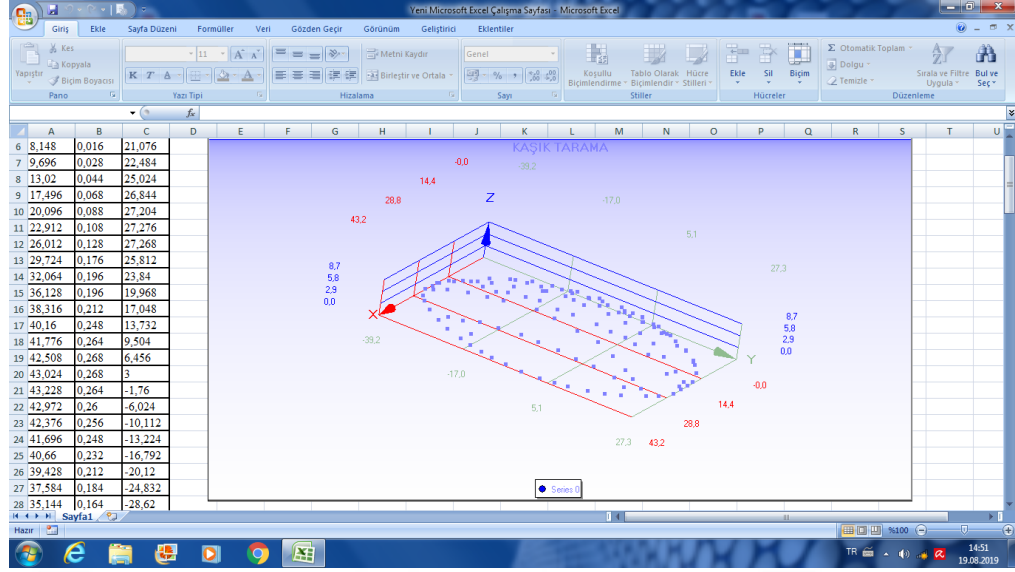
Kaşığın 3B tarayıcı ile yapılan taramada elde edilen 250 nokta koordinatları Çizelge 4.1.'de verilmiş ve tarama işlemleri sırası ile Şekil 4.2., 4.3., 4.4, 4.5 ve 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Kaşık tarayıcı dataları

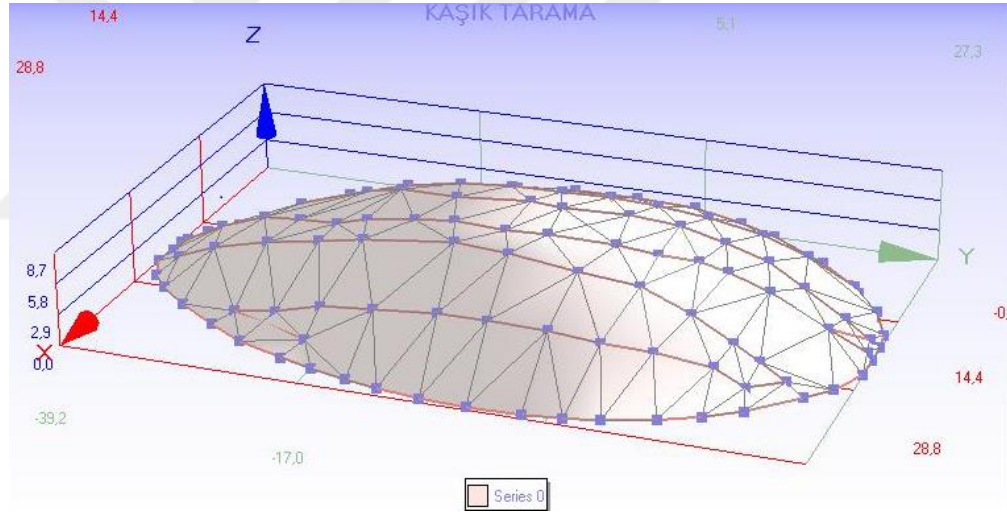
Veri	x	z	y	Veri	x	z	y	Veri	x	z	y
1	0.068	0	2.888	10	20.1	0.09	27.2	19	42.51	0.27	6.456
2	0.452	0	6.004	11	22.91	0.11	27.28	20	43.02	0.27	3
3	1.132	0	8.868	12	26.01	0.13	27.27	21	43.23	0.26	-1.76
4	2.676	0	12.96	13	29.72	0.18	25.81	22	42.97	0.26	-6.024
5	5.04	0.01	17.3	14	32.06	0.2	23.84	23	42.38	0.26	-10.11
6	8.148	0.02	21.076	15	36.13	0.2	19.97	24	41.7	0.25	-13.22
7	9.696	0.03	22.484	16	38.32	0.21	17.05	25	40.66	0.23	-16.79
8	13.02	0.04	25.024	17	40.16	0.25	13.73	26	39.43	0.21	-20.12
9	17.5	0.07	26.844	18	41.78	0.26	9.504	27	37.58	0.18	-24.83

Çizelge 4.2. (devam)

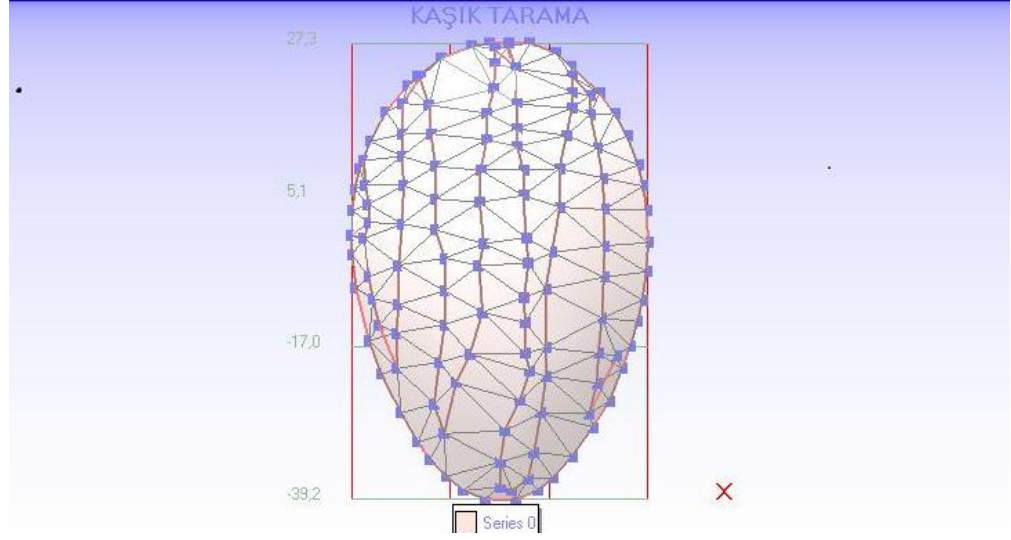
Veri	x	z	y	Veri	x	z	y	Veri	x	z	y
28	35.14	0.16	-28.62	63	11.55	5.22	14.07	98	24.48	6.34	-24.76
29	32.11	0.15	-32.87	64	12.21	6.42	9.32	99	22.35	5.11	-29.11
30	29.35	0.13	-36	65	12.2	6.9	4.592	100	21.67	3.32	-33.69
31	27.08	0.1	-37.83	66	12.2	7.1	0.1	101	21.66	1.49	-37.29
32	23.94	0.09	-39.16	67	13.56	7.58	-4.028	102	23.4	1.11	-37.8
33	19.39	0.08	-39.04	68	13.57	7.53	-8.788	103	25.7	1.65	-36.19
34	16.29	0.04	-37.84	69	13.56	7.09	-13.71	104	26.58	3.43	-32.23
35	13.82	0.04	-35.75	70	12.76	5.84	-19.18	105	27.6	5.16	-26.56
36	11.42	0.04	-33.33	71	12.01	3.85	-25.24	106	28.37	6.34	-21.22
37	9.66	0.02	-30.79	72	13.48	2.92	-29.56	107	28.32	7.06	-17.06
38	7.208	0.02	-26.55	73	15.23	5.81	-22.14	108	28.28	8.02	-8.552
39	4.32	0.01	-20.92	74	17.23	7.36	-17.96	109	29.2	8.11	-3.204
40	2.532	0.01	-16.03	75	19.08	8.17	-11.89	110	30.35	7.88	3.412
41	0.608	0.01	-8.372	76	18.56	8.5	-5.104	111	30.28	7.33	8.984
42	0.072	0.01	-3.504	77	19.27	8.59	-1.916	112	31.32	5.97	13.828
43	-0.032	0.01	-0.716	78	18.65	8.51	4.092	113	32.1	4.26	17.756
44	1.824	1.84	-1.152	79	18.79	8.21	8.76	114	32.2	2.95	20.104
45	2.48	2.3	1.176	80	19.7	7.58	13.2	115	32.21	1.5	22.38
46	2.46	2.22	3.82	81	19.74	6.42	17.04	116	34.73	1.67	19.62
47	2.02	1.45	6.616	82	20.78	4.91	20.57	117	34.79	3.07	16.856
48	1.784	0.42	10.148	83	20.82	2.6	24.22	118	35.85	4.16	11.976
49	2.472	2.15	-6.74	84	20.82	0.98	26.47	119	36.64	4.66	7.644
50	3.08	2.16	-9.932	85	23.88	2.91	23.6	120	36.78	5.14	3.036
51	3.98	2.12	-13.7	86	22.86	0.73	26.79	121	36.83	5.27	-2.236
52	6.632	2.18	-20.08	87	24.06	5.63	18.44	122	36.76	5.2	-6.796
53	6.512	3.45	-14.9	88	24.08	6.89	14.79	123	36.49	4.55	-12.78
54	6.848	4.45	-10.8	89	24.11	7.52	12.23	124	35.98	3.86	-17.89
55	6.884	5	-5.036	90	25.03	8.03	8.844	125	35.76	2.65	-22.18
56	7.324	5.24	0.952	91	25.03	8.4	5.092	126	34.67	1.53	-26.62
57	7.588	5.17	6.544	92	25.44	8.68	-1.024	127	38.63	1.84	-18.22
58	7.312	4.2	10.816	93	25.79	8.67	-4.764	128	40.83	1.9	-10.73
59	7.34	3.34	13.988	94	25.14	8.6	-9.752	129	41.7	1.92	-4.544
60	7.464	1.47	18.496	95	25.28	8.27	-13.42	130	42.37	1.52	-1.052
61	9.928	0.74	22.164	96	25.3	7.68	-17.88	131	42.19	1.49	-6.168
62	11.31	3.62	18.228	97	25.99	7.18	-20.5	132	41.84	1.37	-9.14



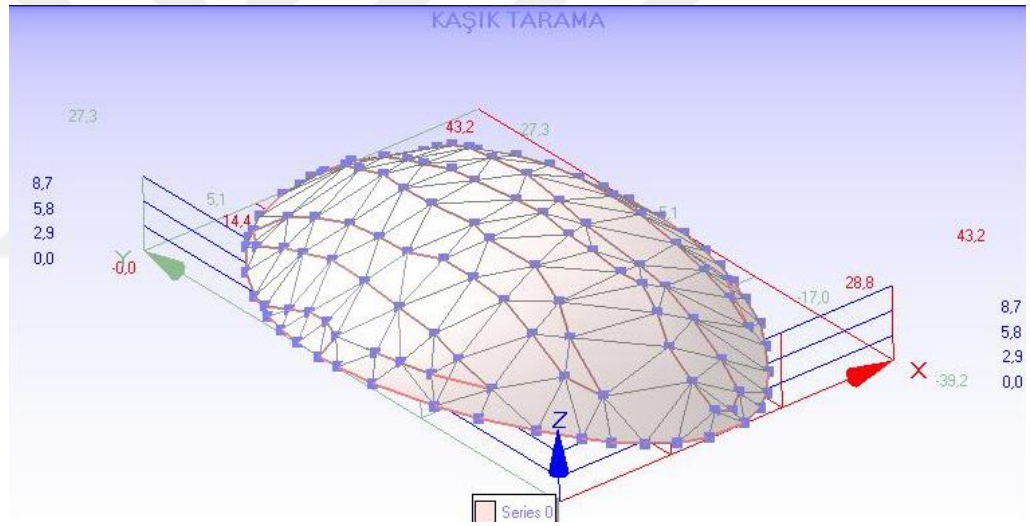
Şekil 4.2. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında nokta bulutu olarak görülmesi



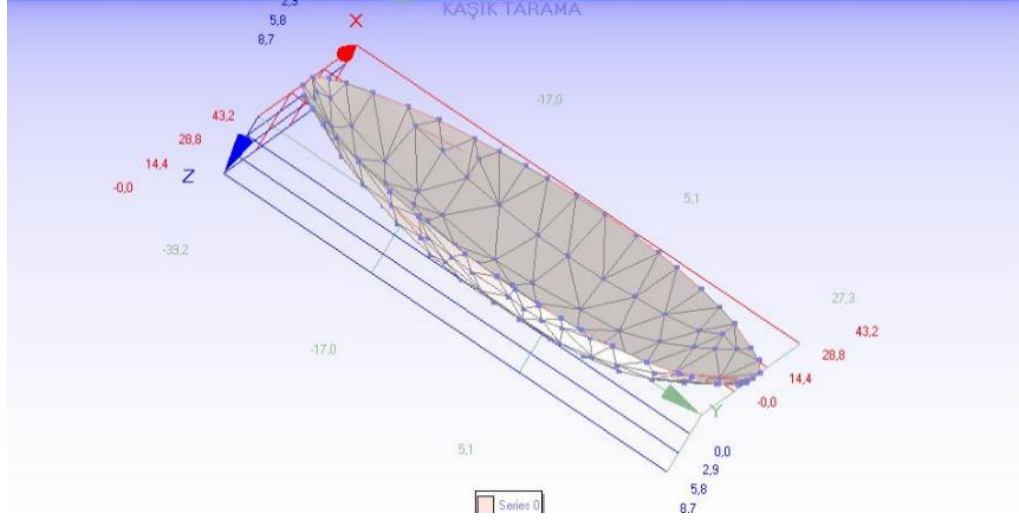
Şekil 4.3. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi



Şekil 4.4. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi



Şekil 4.5. Taranan kaşığın ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi



Şekil 4.6. Taranan kaşığın iç yüzey olarak ThreeDify ekranında 3B olarak görülmesi

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

3B Taramada yüzeyden alınan noktaların sayısı arttıkça hassasiyet artmaktadır. Tasarlanarak imal edilen 3B tarayıcı ile taranan nokta sayısı artırıldıkça kaliteli görüntü elde edilebilmektedir. 3B Tarayıcı KEPServer ile ThreeDify programları satın alınarak ekonomik olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada sonuç olarak üç boyutlu lazer tarayıcı imal edildi ve bu tarayıcı kullanılarak çeşitli nesnelere taranıp üç boyutlu verileri bilgisayar ortamına aktarılıp görselleştirildi. Tarayıcının tasarımı, imalatı ve kullanımı sırasında aşağıda verilmiş olan sonuçlar ve önerilere ulaşıldı.

Tarayıcının hareketleri sırasında mekanik elemanların oldukça kararlı hareket etmelidir.

Stabilizasyonun temini için bileşenlerin montajında oldukça dikkatli ve hassas toleranslarla yataklama ve kaynaklar yapılması gerektiği, aksi takdirde eksantrik yataklamadan kaynaklanan kasılmalar ve hareket esnasında aksel kaymalar görülme ihtimalinin arttığı, bu durum tarama verilerini doğrudan ve kötü bir şekilde etkilemektedir.

Sistemin tasarımında dinamik bir yapı imal edileceği göz önünde bulundurulması, hareketli elemanların mesnetlere maksimum gücü ileteceği noktalardaki yer değiştirmeleri karşılayacak kalınlıkta ve güçte malzeme seçilmelidir.

Taranacak nesne yerleştirilirken detayların daha yoğun olduğu aksel tarama akseline dik seçilirse aynı detaydan birçok eğri geçeceği için tarama başarısı artar.

Tarama işlemine başlamadan elde edilmesi gereken minimum çözünürlük ve tarama zamanı için ayrılacak maksimum zamanın, optimum bir nokta keşitirilip, tarama işlemine başlamak tekrar tarama gerekliliğini azaltacaktır.

Sistemde kullanılan yazılımları seçerken yaygın kullanılabilen programlara öncelik verilirse tasarlanan tarayıcıyı herkesin kullanması mümkün olur.



KAYNAKLAR

- ABA, K., 2006. Düşük Maliyetli Üç Boyutlu Tarayıcı Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 87s.
- AŞKIN, F. H., 2009. Lazer Tarama Verileriyle 3B Obje Modellenmesinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 111s.
- BALTA, C. ve ÖZTÜRK, S., 2009. Tersine Mühendislikte Lazer Tarama Nokta Bulutundan Örme Yüzey Elde Edilmesi. Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongre, 11-13 Eylül, Kocaeli, s.641-649.
- BERBERCUMA, G., 2006. Üç Boyutlu Tarayıcılar ile Veri Toplanması ve Cad Ortamına Değişik Formatlarda Aktarılması. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gebze, 240s.
- BOEHLER, W., BORDAS-VINCENT, M. and MARBS, A., 2003. Investigating laser scanner accuracy. XIXth CIPA Symposium, 30th of September–4th of October 2003, Antalya, Turkey.
- BOLTON, W., 2009. Programmable Logic Control. Elsevier Science and Technology, Newnes, Oxford, USA, 389p.
- CHEN, Y., 2005. Integrated Laser 2-D Surface Imaging System for Thickness Measurement of Thermoplastic Pavement Marking Materials. University of Houston, Department of Electrical and Computer Engineering, Doctoral thesis, USA, 256p.
- DELİKANLI, K., SOFU, M. M. ve BEKÇİ, U., 2005. Üretim Sektöründe Hızlı Direkt İmalat Sistemlerinin Yeri ve Önemi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1(4): 33-39.
- KASAP, B., 2006. 3d Nesne Modellemeye Yönelik Lazerli Bir Tarayıcı Sistemin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Kayseri, 68 s.
- KOYUNUCU, B., KÜLLÜ, K., TUĞRUL, B., NUMANOĞLU, M., ve AR, Y., 2006. Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı ve Bilgisayar Teknikleri ile Cisimlerin Sanal Ortama Aktarılması, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara, 58s.
- KUMBAY, E., 2010. Lazerli Üçgenleme Yöntem Tabanlı Mesafe Ölçüm Sensörlerinin Doğrusallaştırma Yöntemlerinin Geliştirilmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Bursa, 112s.
- KÜLLÜ, K., 2010. Construction Of A 3-Dimensional Laser Scanner And Object Modelling By Using Image Processing Techniques. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 78s.
- MOENNING, C., and DODGSON, N. A., 2004. Intrinsic Point Cloud Simplification. International Conference Graphicon, 6-10 Eylül, Cilt I, Moscow, s. 163-171.
- PEKTUR, Ö., ve CANDAN, C., 2010. Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat Yöntemleri Kullanılarak Turbo Şarj Salyangozu Üretimi. 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, 11-12 Kasım, Balıkesir, s. 447-453.
- RABBANİ, T. R., 2006. Automatic Reconstruction of Industrial Installations Using Point Clouds and Images. Netherladse Commissie Voor Geodesia, Department of Aerospace Engineering, Doctoral thesis, Rotterdam, 175p.

- RESHETYUK, Y., 2006. Investigation and calibration of pulsed time-of-flight terrestrial laser scanners. Royal Institute of Technology, Department of Transport and Economics, Doctoral thesis, Stockholm, 151p.
- TOKLU N.E., 2009. Bilgisayarlı Görüntü İşleme ile 3–Boyutlu Nesne Tarama ve Modelleme. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 46s.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İsmail ŞAHİN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Şahinbey 21/08/1991
Telefon : +90532 065 29 30
e-Mail : ismail_shn@hotmail.com

EĞİTİM

Lise : Abdulkadir Konukoğlu lisesi/Gaziantep 2009
Üniversite : Harran Üniversitesi/Şanlıurfa 2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015-2017	Serkan Makina ve Otomasyon sistemleri	Üretim Mühendisi
2017-2019	Serkan Makina ve Otomasyon sistemleri	İşletme müdürlüğü

UZMANLIK ALANI

Makine Mühendisliği Ana bilim Dalı

YABANCI DİLLER

İngilizce