

**OTOMATİK TOPRAK ÖRNEKLEME  
MAKİNESİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Nail TÜREN**

**Yüksek Lisans Tezi  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR  
Tekirdağ-2013**

**T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OTOMATİK TOPRAK ÖRNEKLEME MAKİNESİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Nail TÜREN**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR**

**TEKİRDAĞ-2013**

**Her hakkı saklıdır.**

Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR danışmanlığında, Nail TÜREN tarafından hazırlanan “Otomatik Toprak Örnekleme Makinesinin Geliştirilmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

*İmza:*

Üye : Doç. Dr. Yılmaz BAYHAN

*İmza:*

Üye : Doç. Dr. Ufuk TÜRKER

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### OTOMATİK TOPRAK ÖRNEKLEME MAKİNESİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Nail TÜREN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

Bu çalışmada, otomatik bir toprak örnekleme makinesi geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Geliştirilen makine traktöre üç nokta askı sistemi ile bağlanmakta ve 30 cm derinlikten toprak örneği alabilmektedir. Makine, toprak numunesi alımı için mekanik, hidrolik ve elektronik sistemlerden oluşmaktadır. Ayrıca sistemde örnek alınan yerin konumunu belirlemek amacıyla GPS modülü bulunmaktadır.

Tarla testleri sonucunda; makinenin toprak örnekleme amacıyla kullanılabileceği saptanmıştır. Ayrıca, GPS modülü yardımıyla coğrafi konum belirlenerek örnekleme yapıldığı için veriler kullanılarak yersel değişkenlik haritalanarak incelenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak örnekleme makinesi, Hassas tarım, GPS.

2013, 32 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **DEVELOPMENT OF AUTOMATIC SOIL SAMPLING MACHINE**

Nail TÜREN

Namik Kemal University,  
Institute of Natutral and Applied Science  
Department of Biosystems Engineering  
Advisor: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

Objective of this research is to develop an automatic soil sampling machine.

The developed machine can be mounted to the tractor three-point linkage system and takes soil samples from a depth of 30 cm. The machine consist of mechanic, hydraulic and electronic control system to take soil samples from desired area. In addition, There is a GPS module to determine position of the soil sampling point.

The developed machine can be used for taking of soil samples according to the field tests results.

Also, data can be used for precision farming applications such as determining and evaluating of field spatial variability because position of sampling points can be determined by GPS module.

**Keywords:** Soil sampling machine, precision farming, GPS.

**2013, 32 Pages**

## TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım sırasında ve daha birçok konuda bilgisiyle bana yol gösteren, teővik ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR 'e, proje araőtırcıları Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaő Dalmıő 'a, Yrd. Doç. Dr. Korkmaz Bellitürk' e ve yüksel lisans derslerini aldığım Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerine teőekkürlerimi sunarım.

Nail TÜREN

Tekirdağ, Eylül 2013

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Toprak Analizi Yapılmasının Gerekliliği.....	1
1.2. Araştırmanın Gerekçesi.....	5
1.3. Araştırmanın Amacı.....	6
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>7</b>
<b>3. MATERYAL YÖNTEM.....</b>	<b>10</b>
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Toprak Örnekleme Makinası.....	10
3.1.1.1. Hidrolik Sistem.....	11
3.1.1.2. Numune Probları.....	13
3.1.1.3. Elektronik Sistem.....	16
3.1.2. Penetrometre.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Tasarım.....	20
3.2.2. Tarla Denemelerinin Düzenlenmesi.....	23
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>25</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>29</b>
<b>6. KAYNAKÇA.....</b>	<b>30</b>
ÖZGEÇMİŞ.....	32

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## Sayfa No

Şekil 3.1. Toprak örnekleme makinesinin genel görünüşü.....	10
Şekil 3.2. Toprak örnekleme makinenin üç görünüşü ve genel ölçüleri.....	11
Şekil 3.3. 4/3 Selenoid valf.....	12
Şekil 3.4. Mekanik limit switch.....	12
Şekil 3.5. Hidrolik silindir.....	13
Şekil 3.6. Traktör bağlantı kolları ve itici.....	13
Şekil 3.7. 12mm'lik toprak örnekleme probu.....	14
Şekil 3.8. 24 mm'lik toprak örnekleme probu.....	15
Şekil 3.9. DC motor.....	15
Şekil 3.10. Hidrolik devre şeması.....	16
Şekil 3.11. Toprak örnekleme makinesi ana kontrol devre şeması ve devrenin 3 boyutlu görünümü.....	17
Şekil 3.12. PIC18F4520 mikrodenetleyici entegrenin görünüşü ve pin kodları.....	17
Şekil 3.13. GPS kartı ve ekranı.....	18
Şekil 3.14. NMEA protokol yapısı.....	18
Şekil 3.15. Eijkelkamp Penetrologger.....	19
Şekil 3.16. Elektronik konfigürasyon.....	21
Şekil 3.17. Toprak örnekleme makinesi çalışma algoritması.....	22
Şekil 3.18. Eijkelkamp Penetrologger ölçüm parametre değerleri.....	24
Şekil 4.1. Numune alma hızları ile numune ağırlıkları.....	27



## ÇİZELGELER DİZİNİ

## Sayfa No

Çizelge 1.1. Yıllara göre toprak analizi.....	3
Çizelge 4.1. Tarla 1 analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.2. Tarla 2 analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.3. Tarla 1 deneme sonuçları.....	26
Çizelge 4.4. Tarla 2 deneme sonuçları.....	26
Çizelge 4.5. Farklı örnekleme hızlarındaki makine örnekleme miktarları.....	27
Çizelge 4.6. Makine ile alınan toprak örneklerinin klasik yöntemle (kürekle) alınan toprak örnekleri ile kıyaslamalı analiz sonuçları.....	28

## 1. GİRİŞ

Toprak analizlerinin amacı; topraklarda bulunan bitki besin maddesi miktarlarını tespit etmek suretiyle o topraklarda yetiştirilecek bitkilerin isteği olan gübre cins ve miktarlarını ortaya koymaktır. Hangi gübreden, ne kadar, ne zaman ve nasıl uygulanması gerekir sorularına doğru yanıt bulunması isteniyorsa; uzman kişilerce yapılan toprak analiz sonuçlarına uymak suretiyle tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerekir. Toprak analiz sonuçlarına uyulmadan yapılan başta gübreleme ve diğer tarımsal faaliyetler faydadan çok zarar getirir. Özellikle gübre fiyatlarındaki önlenemeyen artışlar karşısında bilinçsizce gübre kullanımına bağlı boşa giden paralar, hastalıklara karşı direnci zayıf bitkiler, artan nüfusun ihtiyaçlarına yanıt veremeyen düşük verim değerleri, her yıl organik maddesi giderek azalan tarım toprakları, kirlenen çevre (toprak, su ve hava), bozulan ekolojik dengeler ile insan sağlığı ve daha nice kötü sonuçlar karşısında toprak analizinin yapılması artık kaçınılmazdır (Bellitürk 2010).

Dünyanın bitmez tükenmez kaynağı olarak görülen topraklar bilinçsiz bir şekilde kullanıldıkça, verimlilik güçleri giderek azalacaktır. Toprak analizleri, toprağın bitkilere besin maddesi sağlama gücünün belirlenmesi amacıyla kullanılan en önemli yöntemdir. Zira ülkemizde kimyevi gübre desteği ödemelerinden yararlanabilmek için, 50 dekar ve üzerindeki arazilerde toprak analizi yaptırma şartı aranmaktadır. Ancak arazinin büyüklüğüne bakmadan, söz konusu istenmeyen durumlarla karşılaşmamak ve gelecek nesillere verimli topraklar bırakabilmek için tarım topraklarımızı mutlak surette analiz ettirmeliyiz (Bellitürk 2010).

### 1.1 TOPRAK ANALİZİ YAPILMASININ GEREKLİLİĞİ

Tarımın asıl amacı, karmaşık bir sistem olan toprakta yüksek verimli ve ekonomik bitki yetiştirmektir. Toprağın katı maddeleri (organik ve inorganik) büyüklük, şekil ve kimyasal bileşim bakımından büyük farklılıklar gösterirler. Bir toprakta özellikle kimyasal içerik yönünden var olan özelliklerin belirlenmesi çok önemlidir. Bunun için önce teşhis, sonra tedavi yöntemi ile uzman kişiler tarafından toprak analizi yapılması gerekir (Bellitürk 2010).

İnsanlığın var olduğu ilk zamanlardan beri sürdürülen tarım faaliyetleri sonucunda, topraklar bitki besin maddeleri bakımından gittikçe yoksullaşmış ve verim güçleri azalmıştır. Yetiştirilen ürünlerin hasat edilmesi sonucunda topraklardan önemli miktarlarda besin

maddesi sömürülmekte ve toprak her yıl biraz daha fakirleşmektedir. Tarım topraklarının verimli olabilmesi ve verim güçlerinin korunabilmesi ancak çeşitli şekillerde kaybolan besin maddelerinin, gübre uygulamaları sonucunda toprağa geri kazandırılması ile mümkündür (Anonim 2013).

Doğru bir gübreleme, bitkinin isteği olan gübre cins ve miktarını bilmek ve bu gübreleri en uygun zamanda toprağa uygulamakla yapılabilir. Bunun için kurallara uygun olarak alınan belirli miktarlardaki toprak örneği, bu amaçla kurulmuş laboratuvarlarda kimyasal yollarla analiz edilerek içerisindeki bitki besin maddesi miktarları bulunur. Böylece o toprakta yetiştirilecek bitkinin büyümesi ve iyi bir ürün vermesi için hangi besin maddelerinin eksik veya fazla olduğu tespit edilir. Görüldüğü gibi, doğru gübre kullanımında en ekonomik yol, toprak analizidir. Toprak analizleri ile toprakların üzerinde yetiştirilen bitkileri besleme güçleri ortaya çıkarılır. Tarımsal işlemlerde asıl amaç, birim alandan daha fazla ve üstün nitelikli ürün almaktır (Bellitürk 2010).

Günümüzde tarımsal üretimde verimliliği artırmak amacıyla kullanılan üretim girdileri kontrolsüz bir şekilde artmaktadır. Kullanılan girdiler bir yandan verimliliğini arttırırken, bir yandan da çevre ve insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin, toprağa atılan amonyum nitrat gübresinin fazlası, suda çözülerek önemli bir çevre kirleticisi olabilmektedir.

Üretim potansiyelinden gereğince yararlanmak ve üretimi artırmak için teknolojik gelişmeleri yakından izlemek ve üretim girdilerini bilinçli bir şekilde uygulamak gerekmektedir. Tarımsal üretimin artırılmasında gübreleme en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Gübrelemede verilecek gübre çeşidi ve miktarının yanında bitki yetiştirilecek topraklarda var olan bitki besin maddeleri miktarının bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte tarım ürünlerine olan talebin giderek artması, bitkilerin daha iyi beslenmesini temin ederek sağlanan ürün artışları ile karşılanmıştır. Yeni geliştirilerek kültüre alınan yüksek verimli çeşitlerin bitki besin istekleri de doğal olarak yüksek olduğundan, gübreye olan talep giderek artmıştır. Gübre olarak verilen bitki besin maddelerinin yeterli düzeyde bitkiye sağlanamadığı hallerde, ürün kaybı olmakta, kalite özellikleri bozulmakta ve ürünün pazar değeri de düşmektedir. Bunun sonucunda üretici NPK gübrelerini kullanmasına rağmen karlı bir çiftçilik yapamayarak zarar etmektedir. Bu nedenle bilinçli ve ekonomik bir gübreleme yapabilmek için tarla toprağının analiz edilerek verilecek gübre çeşit ve miktarının belirlenmesi önem kazanmaktadır. Ülkemizde günümüze değin yapılan çalışmalar, üreticilerin büyük bir çoğunluğunun toprak analizi yaptırmaksızın gübreleme yaptığını ortaya koymaktadır. Oysaki tarımsal girdilerin içinde gübrelerin payı oldukça yüksek olup, yoğun

tarımın giderek yaygınlaşmasıyla gübre kullanımı da hızlı bir şekilde artmaktadır. Analiz yapılmaksızın dekara verilecek 1 kg fazla gübrenin bile ekonomik ve çevresel kayıplar yapacağı bilinmelidir. Çevre kirletilmeden, birim alandan yüksek verimli ve kaliteli ürün alabilmek için toprak analizlerine dayalı gübreleme programları hazırlanmalıdır.

Aşağıdaki çizelgeden de görüldüğü gibi (eski) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı laboratuvarlarda 1999-2003 yılları arasında toplam 550 bin toprak örneği analizi yapılmıştır. Toprak analiz laboratuvarlarının yarıdan fazlasının çalışmaması, eleman ve mekân sorununun bulunması toprak analizlerinde bulunduğumuz durumu yeterince açıklamaktadır. İntensif tarım yapılan bölgelerde toprak analizlerinin her ekim döneminde yapılması gerektiği, çayır ve mera alanlarında ise hiç analiz yapılmadığı düşünüldüğünde konunun ihmal edildiği açıkça görülmektedir (Anonim, 2013).

Çizelge 1.1. Yıllara göre toprak analizi

<b>Yıl</b>	<b>Toprak Analiz Sayısı (Adet)</b>
1999	181.891
2000	186.421
2001	113.547
2002	75.609
2003	2.885
<b>Toplam</b>	<b>550.339</b>

Toprak analizleri yolu ile toprakta ekilen bitkinin yararlanabileceği besin maddelerinin miktarları tayin edilir. Bu miktarlara göre de o toprağa verilmesi gereken besin maddeleri ortaya çıkar ve dolayısı ile hangi gübrelerden ne kadar verileceği belli olur. Böylece çiftçinin gübreye vermiş olduğu para, boşa gitmemiş olur.

Çiftçi toprağını analiz ettirmeden gübre kullandığında, şu hatalara düşebilir:

1- İhtiyaçtan fazla gübre kullanabilir.

2- İhtiyaçtan az gübre kullanabilir.

3- Yanlış zamanda, yanlış cins ve miktarda gübre kullanabilir. Bu üç hataya düşmemek için çiftçinin toprağını analiz ettirmesi ve bu sonuca göre de toprağına vereceği gübreleri öğrenmesi gereklidir. Artan nüfusu besleme zorunluluğu, çevrenin taşıma gücünü artırma zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Bu durumda tartışılması gereken konu, ekolojik felaketlere neden olmadan ekosferin yeni bir taşıma gücünde nasıl dengeye

geleceğidir. Dünya nüfusunun 2025 yılında 8-10 milyara ulaşması durumunda tarımsal alanlar üzerindeki baskı daha da artacak, bu da gübrelerin aşırı kullanımını artıracaktır (Ekmekyapar 2008).

Doğru gübrelemenin vazgeçilmez şartlarından biri de, toprak analizleridir. Yapılan bir çalışmada araştırmacılar 1 m<sup>2</sup>'lik alandan yaklaşık olarak 100 adet toprak örneği almışlar ve bu örnekler üzerinde K, Ca, Mg ve P analizlerini yapmışlardır. Sonuçlara göre, 1 m<sup>2</sup>'lik alan gibi küçük bir saha içerisinde dahi tespit edilen en yüksek değer, ortalama değer iki katı çıkmıştır. En düşük değer ise ortalama değer yarısı kadar bulunmuştur (Bayraklı, 1986). Bu çalışmadan da görüldüğü gibi, arazinin büyüklüğüne bakılmaksızın, herkesin toprak analizi yaptırması en akılcı yoldur. Tarım topraklarımızın organik maddece fakir olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Ancak potasyum ve kısmen fosfor bakımından yeterli olan topraklarımızın zaman içinde organik maddede olduğu gibi fosfor ve potasyumca da fakirleşebileceği unutulmamalıdır. Ülkemizde birçok tarım ürünlerinde üretimden tüketime kadar bazı sorunlar vardır. Toprak ve yaprak analizine dayanarak gübreleme yapılmaması bu sorunların başında yer almaktadır. Özellikle gübre girdisindeki maliyet artışları, dengeli gübreleme ile kısmen azaltılabilmektedir. Bunun da tek bir yolu vardır, o da toprağı tanımaktır (Bellitürk 2009). Verimi artırmaya yönelik kültürel uygulamalar arasında gübre uygulamalarının çok önemli bir yeri vardır. Ancak, gerek dünyada ve gerekse ülkemizde verimi artırmak için yaygın biçimde ve bol miktarda kullanılan gübre çeşidi kimyasal gübrelerdir. Özellikle gübreleme konusunda bilinçsiz ve gereksiz yapılan uygulamalar, ekonomik yönden bir kayba neden olduğu gibi, çevre kirliliğine de yol açmaktadır. Bu nedenle azot kirliliğini önlemek için, azotlu gübreyi yıkanma ve birikme olmayacak şekilde gerekli olan teknik önlemlerle birlikte uygulamak gerekmektedir. Mineral gübrelerin hiç kullanılmaması ya da kullanımının kısıtlanması tarımsal üretimi olumsuz etkileyeceğinden, doğru ve dengeli bir şekilde kullanımı ile bu sorun nispeten ortadan kalkmış olacaktır. Gübreleme programlarının doğru bir şekilde saptanması ve toprak-bitki analiz sonuçlarına göre gübre uygulamasıyla, gereğinden fazla yapay gübre kullanımının önüne geçilebilir (Bellitürk 2004).

Günümüzde hızla artan teknolojik gelişmelerle birlikte, plansız nüfus artışı beraberinde birçok sorunları ortaya çıkarmıştır. Bu sorunlardan en başta geleni de yetersiz beslenme ve açlık sorunudur. Bu sorun karşısında insanlar yeni arayışlar içerisine girmişlerdir. Bu arayışlardan birisi de, üretimde artışın sağlanabilmesi için ekim alanlarında genişletme çabaları olmuştur. Ancak günümüzde tarım alanlarının doğal sınırına ulaşılmış

olması ve kırsal nüfusun sürekli olarak azalmasından dolayı yeni ekim alanlarının açılması artık mümkün değildir. Bu nedenle birim alandan en yüksek verimi alabilme olanaklarının artırılması zorunluluk halini almıştır. Tarımsal verimliliğin sürekliliği için en doğru yol, toprak analizi yaptırmaktır. Toprak analizi konusunda ülkemizde hizmet veren bazı yerlere; ziraat fakültelerinin toprak bölümleri, araştırma enstitüleri, bazı ticaret borsaları, özel laboratuvarlar örnek verilebilir.

Doğal kaynakların korunması, çevre kalitesindeki bozulmanın önlenmesi ve üretim maliyetinin düşürülmesi için uygun verimlilik ve amenajman sistemlerinin geliştirilmesi ve benimsetilmesi gerekir. Sürdürülebilir toprak verimliliği ve iyi bir tarım için tüm toprak, bitki, iklim koşulları ve insan faktörünün birbirlerine uyumlu olması gerekir. Bu denge ve düzen ne kadar iyi kurulursa, bitki o kadar iyi gelişmekte, verim o ölçüde artmakta, kazanç o kadar fazla olmaktadır. Bu etkenler arasındaki denge ve düzen, birbirlerinin aleyhine bozulduğu anda, toprak verimliliği ve sonuçta ürün verimi olumsuz yönde etkilenir. Sonuç olarak sürdürülebilir toprak verimliliğinin idaresi, öncelikle toprak verimliliğine yön veren koşulların iyi anlaşılmasını gerektirir (Karaman ve ark. 2007).

## **1.2 ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ**

Geleneksel tarım sisteminde çiftçiler, tarladan tesadüfi olarak toprak örnekleri almakta ve analiz sonuçlarına ait ortalama değerlerden yararlanmaktadırlar. Tüm tarla bu ortalama değerler esas alınarak işleme tabi tutulmakta ve sadece tek bir norma (orana) göre uygulama yapılmaktadır. Modern tarım tekniğinde ise, tarlanın değişik yerlerinden düzenli bir biçimde örnekler alınmakta ve analiz sonuçlarına göre norm değiştirilebilmekte veya sadece girdi ihtiyacı duyulan yere ve gerekli miktarda uygulanmaktadır. Bu örneklemelerde toprağın verimliliği, fiziksel ve kimyasal koşulları ile sulama-drenaj durumları değerlendirilmektedir. Optimum bitki gelişimi için, toprağın değişik düzeylerde bitki besin elementlerine sahip olması gerekmektedir. Ürün gelişimini etkileyen bu elementlerin düzeyinin belirlenmesi amacıyla toprak analizleri yapılmaktadır (Vatandaş ve ark. 2005)

Modern tarım, uzaktan algılamayla belirlenemeyen toprak özelliklerindeki değişkenliğin belirlenmesi amacıyla, tarım arazilerinden çok sayıda örnek alınmasını gerektirmektedir. Bu sayı büyük arazilerde yüzlerle ifade edilmektedir. Bu kadar örneğin insan gücü kullanılarak alınması zor ve zaman alıcı olduğu için, otomatik toprak örnekleme makinası geliştirilmiştir. Üzerinde GPS bulunan ve otomatik olarak hidrolik esaslı bir sondayı toprağa daldırmakta ve 30 cm derinlikten toprak almaktadır. Bu tip araçların

kullanılmasıyla toprak örnekleme işlemi daha kısa sürede ve standart olarak gerçekleştirilebilmektedir. Kısa bir zamanda çok sayıda örnek almak mümkün hale gelmektedir (Vatandaş ve ark. 2005).

### **1.3 ARAŞTIRMANIN AMACI**

Bu araştırmanın amacı çiftçilerimizin ve araştırmacıların normalde kürek, burgu vb aletler kullanarak yaptıkları toprak örnekleme işlemini otomatik olarak yapan ve örnekleme yapılan yerin koordinat bilgilerini belirleyen bir sistem geliştirmektir.

Bu amacı gerçekleştirmek için tam otomatik bir toprak örnekleme makinesi, hidrolik sistemi kontrol eden ve konum bilgilerini belirleyen bir elektronik sistem, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğüne desteklenen bir proje aracılığı ile geliştirilmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sun ve ark. (2011), hassas tarımın bölgesel ölçekteki bilgileri toplamak için çeşitli sensör tekniklerine dayandığını belirtmişlerdir. Her özel toprak, bitki ve hava koşullarına atıfta çeşitli bilgiler anlamak ve yorumlamak için, farklı durumda çalışmalara ihtiyaç vardır. Çalışmada geleneksel toprak ve üretim yönetiminin aksine, hassas tarımın harita tabanlı bir yönetim sistemine dayandığını belirtmiştir. Çalışmalarında farklı araştırmacıların toprak fiziki yapısına göre ve üretim yöntem ve çeşidine bağlı farklı sensör tipleri kullandıklarını belirtmiştir.

Zhang ve ark. (2002), hassas tarımda, gelişmiş sensör teknolojisi, CBS (coğrafi bilgi sistemi), GPS (küresel konumlandırma sistemi) ve kapsamlı tarımda kullanılan kablosuz iletişimin, giderek artan bir ilgi gördüğünü belirtmiştir.

Corwin ve Lesch (2005), toprak su içeriği ve yüzey porozite gibi toprak özelliklerinin zamansal değişimlerinin, bitki için su durumunu etkilediğini belirtmiştir. Toprak-bitki-hava sisteminin bilgilerimizin sınırlı kaldığını ancak, toprak ve bitki teknik kullanılabilir olmanın çeşitli bilgiler olmasına rağmen, veri yorumlaması zorluğunu vurgulamışlardır.

Valente ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, toprak su içeriği ve yüzey porozite gibi toprak özelliklerinin zamansal değişimlerinin, bitki için su durumunu etkilediğini belirtmiştir. Toprak-bitki-hava sisteminin bilgilerimizin sınırlı kaldığını ancak, toprak ve bitki teknik kullanılabilir olmanın çeşitli bilgiler olmasına rağmen, veri yorumlaması zorluğunu vurgulamışlardır.

Bu yorumlarda toprak örnekleme önemi açısından dikkate değer bulunmaktadır.

Adamchuk ve ark. (2004), gerçek zamanlı olarak birden toprak özellikleri karakterize etmek için tek bir parametre sensörünün yetersizliğini vurgulamışlardır.

Farklı alan bilgilerinin doğru bir şekilde toplanabilmesi için, farklı çift algılama veya üçlü algılama teknikleri anlamak ve yorumlamak amacıyla son yirmi yılda birçok araştırma yapılmıştır. Çok sayıda çalışma, bir yük hücresi ile bir süre etki alanı reflektometri (TDR) toprak su içeriği sensöründen oluşmaktadır (Topp ve ark., 1996, Morrison ve ark., 1999, Vaz ve Hopmans 2001, Young ve ark. 2001).

Tticken (2002), Toprak örnekleme uygulamasının kaliteli bir gübreleme doğruluğu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Toprak örnekleme derinliği, örnek sayısı ve bir alan veya alan bölümünde örnekleme dağılımı kaliteli bir örneklemeye ulaşmak için önemli kriterlerdir. Alana belirli gübre uygulaması için gerekli toprak örnekleri artan sayıları dikkate



alınarak, örnekleme ihtiyaçlarını seçilen yöntemin hızlı olması, güvenilir bilgi sağlamak için etkili olması ve uygun maliyette olması gerekir. Toprak örnekleme sistemleri, şu anda kullanılmakta olan hassas toprak örnekleme derinlik ve alınan parça sayısını otomatik kontrole izin vermemektedir. Tticken yaptığı çalışmada farklı bir örnekleme makinesi geliştirerek tanıtmıştır. Burada anlatılan sistemde, yeni tasarlanmış hidrolik burgu kullanır, bu örnekler değişik alan ve toprak koşulları altında sabit bir derinlikte toprak örneği almaktadır. Bu burgu sarımı belirli bir şekil ve açı ile elde edilmiştir. Alınan parça ve derinlik sayısı bir on-board bilgisayara bağlı bir sensör tarafından otomatik olarak kontrol edilir. Ayrıca, tanı araçları, hataları tanımlar ve herhangi bir arızayı önler. Tticken, toprak örnekleme sisteminin tarlada belirli gübre uygulaması için gerekli güvenilirliği sağlayan, tam otomatik ve standart örnekleme prosedürü sağladığını belirtmiştir.

Wild ve ark. (2002) yeni bir toprak örnekleme sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri sistem; toprak örnekleme burgusu, örnek miktarı belirleme ünitesi, örnek hazırlama ünitesi, filtreleme ünitesi ve tarla test kitinden oluşmaktadır. Tüm üniteler bir tarım arabası ile taşınabilmektedir. Sistemin test sonuçları, manuel olarak yapılan toprak örnekleme yönteminde oluşan insana dayalı hataların ortadan kaldırılabildiği saptanmıştır.

Başayığıt ve ark. (2008) çalışmalarında, Isparta ilinde meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile haritalanmasına yönelik bir yaklaşım yer almaktadır. Bu amaçla, çalışma alanı toprakları havzalara bölünmüş, toplam 160 farklı nokta, iki farklı derinlik için bazı belirlenen pH, EC, kireç, organik madde, tuz ve KDK değerlerine ait noktasal veriler kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin konumsal analiz enterpolasyon araçları ters uzaklık enterpolasyon tekniği (IDW) kullanılarak noktasal veriler alansal verilere dönüştürülmüştür. Böylece her bir toprak özelliği için tematik haritalar üretilmiştir. Oluşturulan tematik haritaların kontrolü amacıyla rastgele seçilen 40 farklı noktada toprak örneği alınmış, bu örneklerde yapılan analiz sonuçları ile üretilen tematik haritalar karşılaştırılarak doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, toprak özelliklerini gösteren tematik haritaların havza bazında genel fikir verebileceği, noktasal verilerin alansal verilere yayılmasında enterpolasyon tekniğinin toprak özellikleri için kullanımında çeşitli kısıtların ortaya çıktığı ve örnekleme sayısının diğer uygulama alanlarına göre daha fazla olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yomralıoğlu (2000) sayısal akıllı haritalar yardımıyla sorgulama amaçlı veri tabanlarını ve istatistiksel analizleri kullanarak, bilginin sınıflandırılmasını sağlamakta, nesnelere ve olaylardan, sonuçları tahmin etmekte ve stratejik planlamada öne çıkmaktadır.

Akbas ve ark. (2008) çalışmalarında; sayısal akıllı haritalar yardımıyla sorgulama amaçlı veri tabanlarını ve istatistiksel analizleri kullanarak, bilginin sınıflandırılmasını sağlamakta, nesnelere ve olaylardan, sonuçları tahmin etmekte ve stratejik planlamada öne çıkmaktadır.

Basayigit ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, coğrafi bilgi sistemlerinin toprak uygulamaları daha çok arazi kullanım planlamaları üzerine yoğunlaştığını bildirmiştir. Coğrafi bilgi sistemi ortamına harita katmanları olarak aktarılan veriler ile (toprak haritası, arazi yetenek sınıfları, sulu tarıma uygunluk sınıfları, tarımsal kullanıma uygunluk durumları ve potansiyel kullanım grupları gibi) parsel bazında ideal arazi kullanımları belirlenebilmektedir. Ayrıca bu uygulamalar ile her bir parsel için üretim planları, münavebe sistemine göre uygun ürün deseninin saptanması ve münavebe uygulamaları için birden fazla senaryonun üretilmesini de içeren uygun yönetim sisteminin oluşturulması mümkün olmaktadır.

Toprak bilgi sistemleri toprakla ilişkili olan tüm disiplinler için önemli bir bilgi kaynağı olmaktadır. Ancak basılı haritaların yorumlanması hayli zor olmakta, konumsal verilerle oluşturulan ve sayısal veri tabanlarına sahip bilgi sistemleri ortamındaki haritaların yorumlanması ise kolay olmaktadır. (King et al. 1995, Finke et al. 2003, Dinç 2008)

Yapılan literatür araştırmalarından anlaşılacağı üzere farklı toprak özelliklerinin saptanabilmesi üzerine uzun yıllardır çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar teknolojik alt yapının artması ile hassas tarım uygulamalarına dönüşmüş ve konum ve haritalama sistemleri gelişmiştir. Yapacağımız bu çalışma da hassas tarım uygulamalarına entegre olabilen, üzerinde konumlama sistemi olacak şekilde otomatik çalışan bir toprak örnekleme makinesi olacaktır. Geliştirilecek makine literatüre, klasik toprak örnekleme sistemlerinde kullanılan burgulu sistemlerden farklı bir metod içeren örnekleme probu kullanmasıyla geçirilecektir.

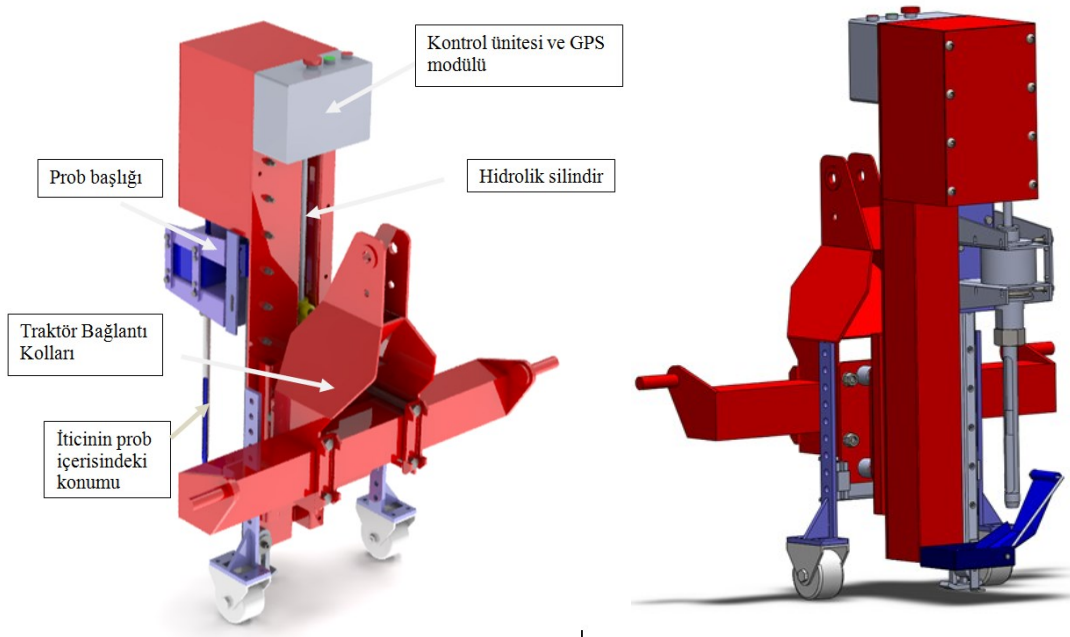
### 3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

#### 3.1 Materyal

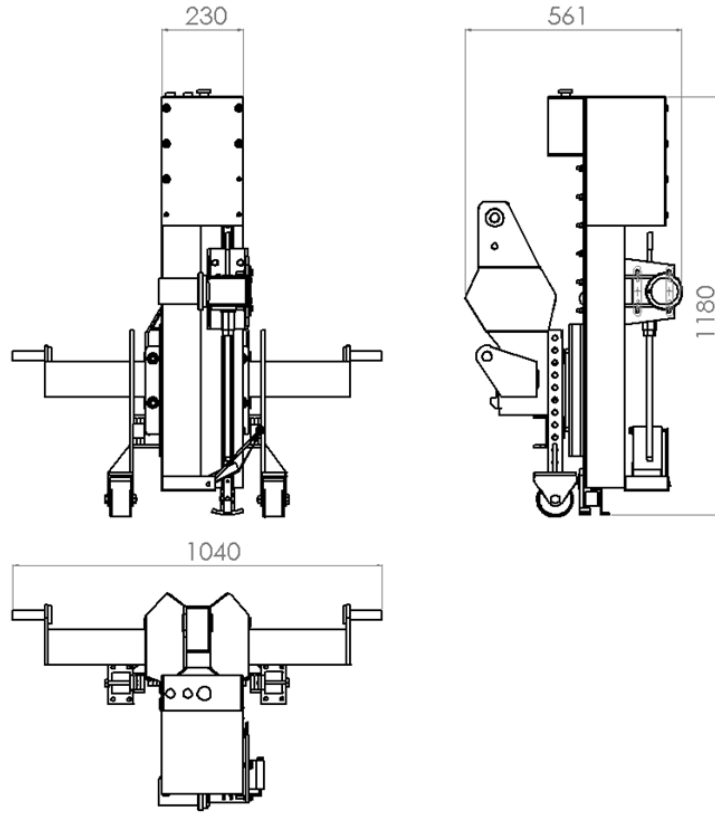
##### 3.1.1. Toprak Örnekleme Makinası

Toprak örnekleme Makinesi, bağlandığı traktörden aldığı güç ile yaklaşık 100 bar basınçla, max. 30 cm toprak derinliğinden homojen toprak örnekleri alabilmektedir. Derinlik, limit switchleri yardımıyla değiştirilerek 10-30 cm arasında ayarlanabilmektedir. Toprak örneği diğer burgulu makineler gibi değil, bir sondaj şeklinde alınmaktadır. Bu sebeple ayarlanmış derinlikten alınan toprak örnekleri homojen olmaktadır.

Yeni sürülmüş toprak dahil, her türlü topraktan örnek alabilecek yapıda olması öngörülen makine özel olarak geliştirilmiş 12 mm ve 24 mm iç çaplı problemleri sayesinde bir örneklemede  $34 \text{ cm}^3$ - $136 \text{ cm}^3$  hacimlerinde örnek alabilmektedir. Laboratuvarlarda analizler için ihtiyaç olan miktar kadar örnek alımı için gerekli örnek alma işlemleri tekerrürlü alımlarla sağlanmaktadır. Şekil 3.1'de toprak örnekleme makinesinin genel görünüşü ve önemli kısımları sunulmuştur. Şekil 3.2' de ise makinenin üç görünüşü ve genel ölçüleri sunulmuştur. Uygun toprak basıncının sağlanabilmesi ve etkili bir örnekleme çalışması için makine ağırlığı en uygun ağırlıkta tutulmaya çalışılmıştır. Etkili bir toprak örneği alınabilmesi için örneği alacak olan ünitenin değeri yaklaşık 50 kg'dır. Makinenin traktöre bağlanması için gereken sistemin ağırlığı ise 65 kg'dır. Toplamda 115 kg ağırlığında bir makine tasarlanmıştır.



Şekil 3.1. Toprak örnekleme makinesinin genel görünüşü



Şekil 3.2. Toprak örnekleme makinenin üç görünüşü ve genel ölçüleri

### 3.1.1.1. Hidrolik Sistem

Makinenin toprak numunesi alması için gerekli olan prob hareketleri sistemde kullanılan bir hidrolik ünite ile sağlanmaktadır. Sistemde kullanılan S1, S2 limit switchleri ve 4/3 selenoid valfin kontrolü geliştirilen elektronik devre ile sağlanmaktadır. Bu devre elektronik kontrol ünitesi kısmında açıklanmıştır.

### 4/3 Selenoid Valf

Solenoid valf, sıvı ve gazların akışını kontrol için kullanılan elektromekanik bir kontrollü bir vanadır. Solenoid valf üzerindeki bobine elektrik enerjisi 12V DC gerilim uygulanarak valfin konumunun değişmesi sağlanır. Solenoid valfler akışkanlar üzerinde en çok kullanılan kontrol üniteleridir. Görevleri; açmak ve kapatmak ve akışkanları karıştırmak olarak özetlenebilir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. 4/3 Selenoid valf

Birçok kullanım alanında tercih edilme nedenleri; hızlı ve tam komut almaları, yüksek güvenilirlik, uzun ömürlü, malzemelere uyum, düşük enerji kullanımı ve kompakt dizayn sahibi olmalarıdır.

Uygulamada toprak örnekleme makinesi hidroliği kontrolü için bir selenoid valf kullanılmaktadır. Traktörden alınan hidrolik çıkışları selenoid valften geçirildikten sonra toprak örnekleme makinesini kontrol etmektedir.

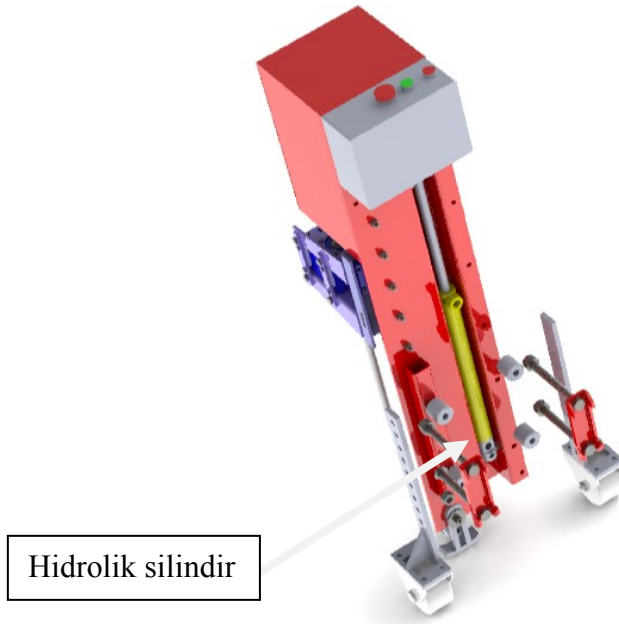
### **Mekanik Limit Switch**

Projede makinenin çalışması esnasında prob aşağıya inerken veya yukarıya çıkarken durdurma noktalarının ayarlanması Şekil 3.4’de görülen limit switchlerle sağlanmaktadır. Switchlerden gelen kuru kontak bilgisi sayesinde kontrol devresi probun iniş veya çıkış limitine geldiğini anlayarak selenoid vanaların konumunu değiştirmektedir.



Şekil 3.4. Mekanik limit switch

Probun düşey ekseninde hareketini sağlayan hidrolik silindirin makine üzerindeki konumu Şekil 3.5’de görülmektedir.



Şekil 3.5. Hidrolik silindir

Geliştirilen toprak örnekleme makinesi üzerinde, örnekleme probunun içinden toprağı sıyırmak amacıyla kullanılan bir itici çubuk bulunmaktadır. Bu itici çubuk 10mm çapında transmisyon çeliğı malzeme kullanılarak 600 mm boyunda imal edilmiş ve makine üzerine cıvatalı bağlantı kullanılarak montaj edilmiştir.

Toprak örnekleme makinesinin üç nokta bağlantı sistemiyle traktöre bağlantısı için standart olarak kullanılan üç nokta bağlantı sistemi kullanılmıştır (Şekil 3.6).



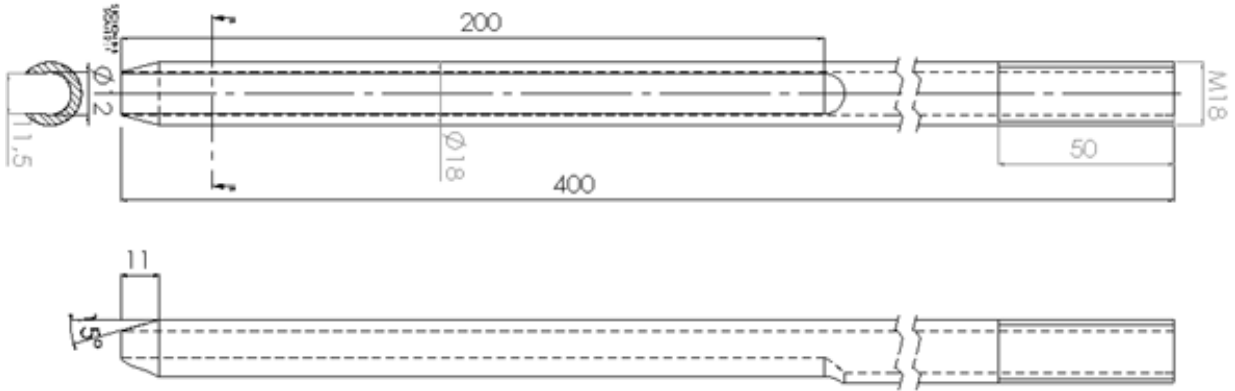
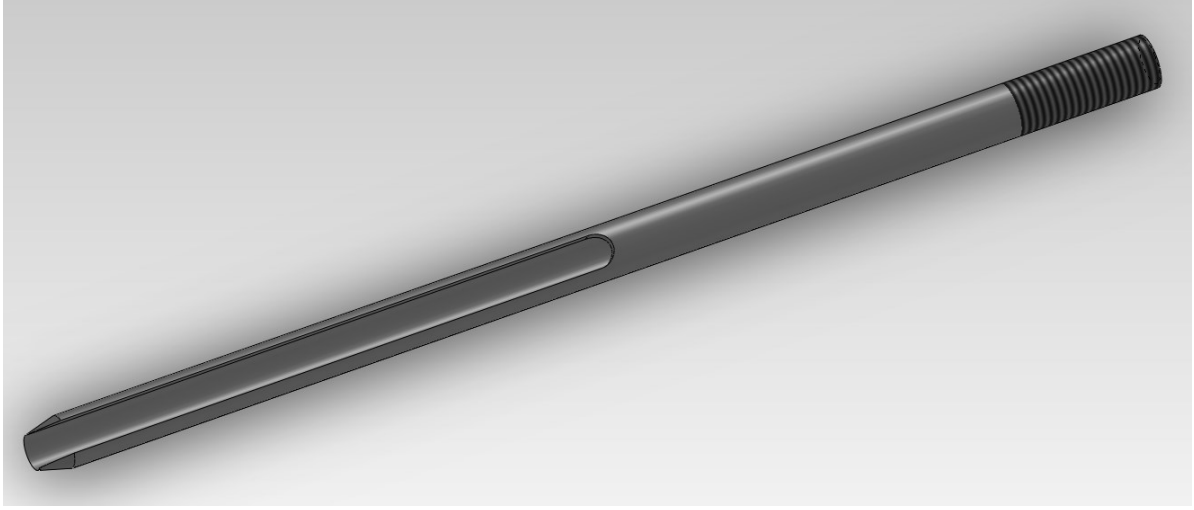
Şekil 3.6. Traktör bağlantı kolları ve itici

### 3.1.1.2. Numune Probları

Makinede 12 mm ve 24 mm iç çaplarında iki farklı çap ve kapasitede prob kullanılabilir.

### 12 mm iç çaplı prob

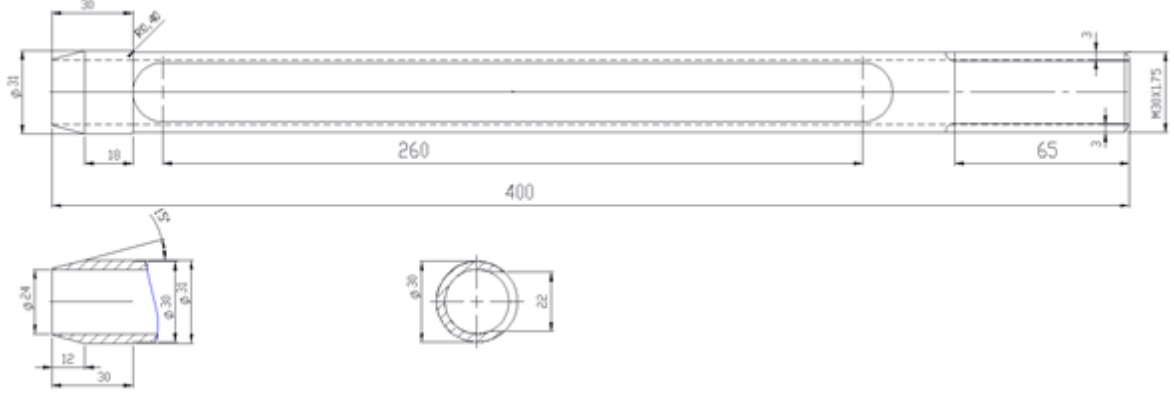
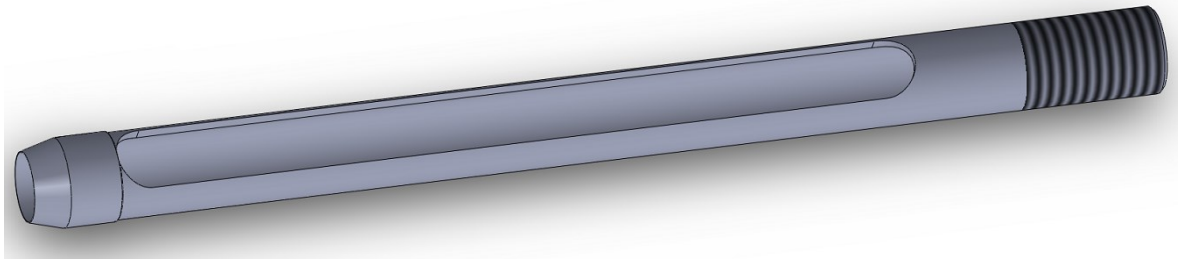
Toprağa girerek toprak numunesini alacak olan 600 mm boyunda, 18 mm dış çapında ve 12mm iç çapında çelik prob (Şekil 3.7). Çelik prom üzerinde makineye bağlantı için 50mm boyunda M18 vida açılmıştır. Numune alımının kolaylaştırılması için ayrıca prop ucundan 200 mm uzunluğunda 11.5 mm genişliğinde bir kanal açılmıştır. Prop HSS malzemedan 56 HRC sertliğinde üretilmiştir.



Şekil 3.7. 12mm'lik toprak örnekleme probu

### 24 mm iç çaplı prob

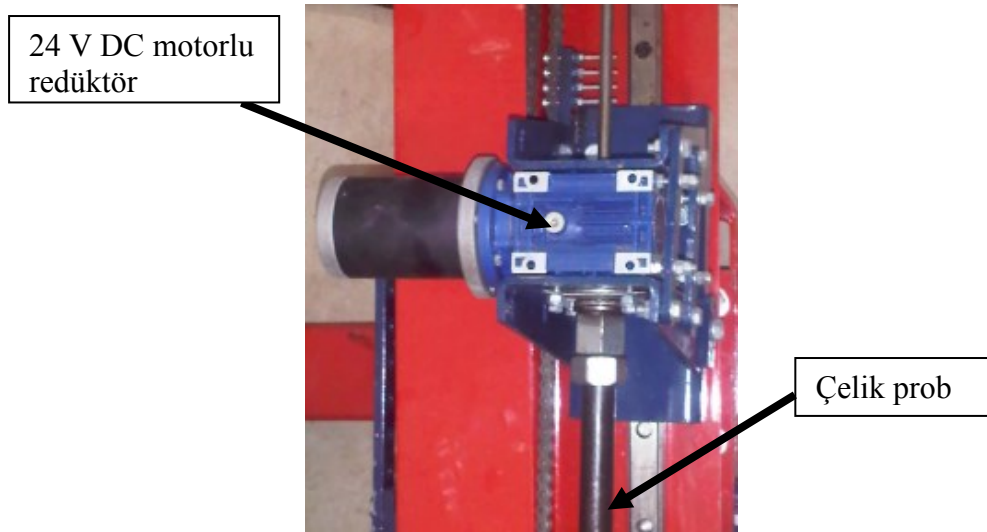
Toprağa girerek toprak numunesini alacak olan 400 mm boyunda, 30 mm dış çapında ve 24 mm iç çapında imal edilen çelik prob Şekil 3.8'de görülmektedir. Çelik prob üzerinde makineye bağlantı için 50 mm boyunda M30 X 1.75 vida açılmıştır. Numune alımının kolaylaştırılması için ayrıca prop ucundan 272 mm uzunluğunda 22 mm genişliğinde bir kanal açılmıştır. Prob St52 dikışsiz çekme borudan 40 HRC sertliğinde imal edilmiştir.



Şekil 3.8. 24 mm'lik toprak örnekleme probu

24 VDC motorlu redüktör;

12 mm'lik probun topraktan numune almasını kolaylaştırmak amacı ile 24 Vdc motor tahrikli bir redüktör kullanılmıştır. Redüktör 1/40 çalışma oranına sahiptir (Şekil 3.9).

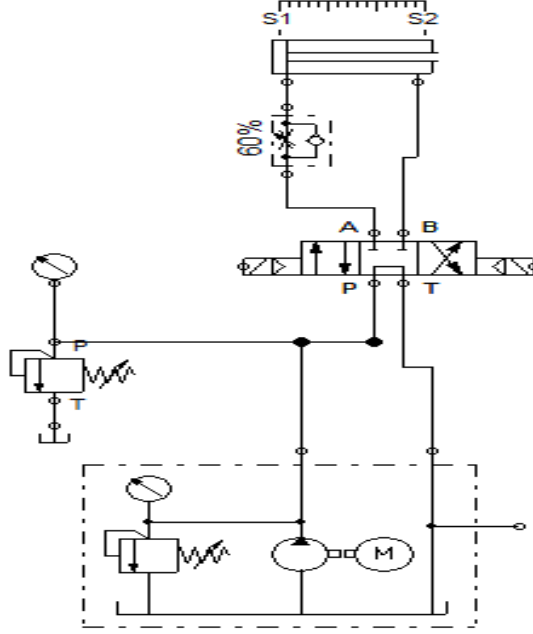


Şekil 3.9. DC motor



### 3.1.1.3. Elektronik Sistem

Toprak örnekleme makinesi kontrol sistemi 2 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci kısım makineye mekanik hareket veren hidrolik selenoidleri kontrol eden sistemdir. Kullanılan hidrolik ünitenin devre şeması Şekil 3.10'de görülmektedir. İkinci kısım ise örnek alınan noktanın koordinatlarını gösteren GPS sistemi.

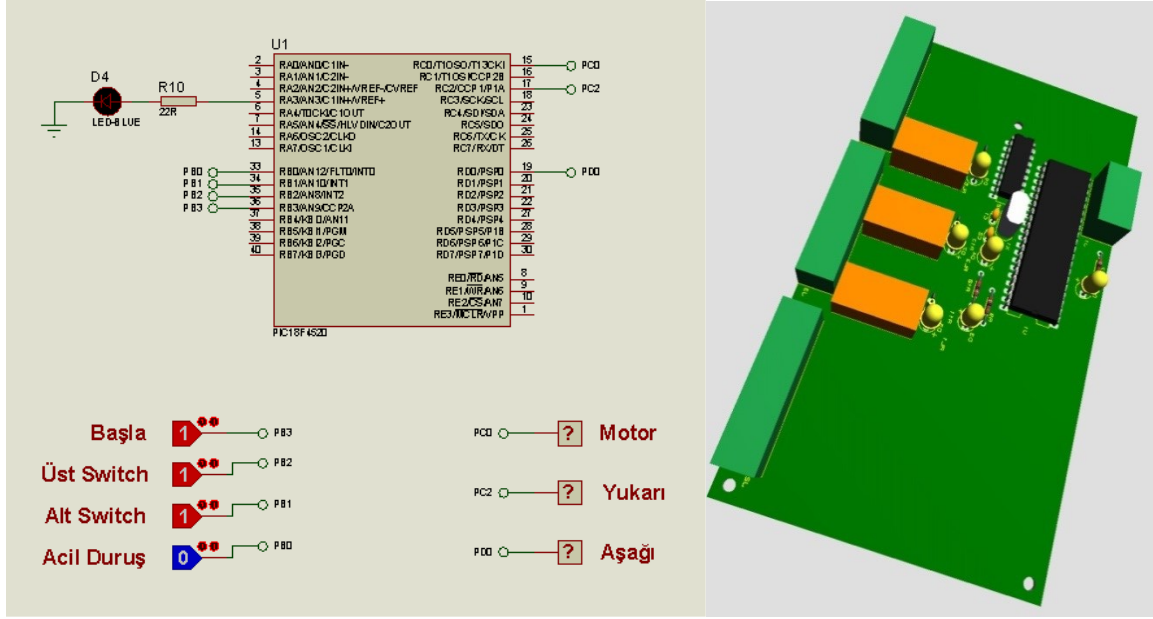


Şekil 3.10. Hidrolik devre şeması

Birinci kısımda kullanılan devrede, devreyi kontrol eden PIC Mikro denetleyicisi, güç kaynağı olarak akü, selenoidleri kontrol eden 2 adet röle ve makinenin limitlerini belirleyen 2 adet limit switch, start butonu ve acil stop butonu bulunmaktadır (Şekil 3.11).

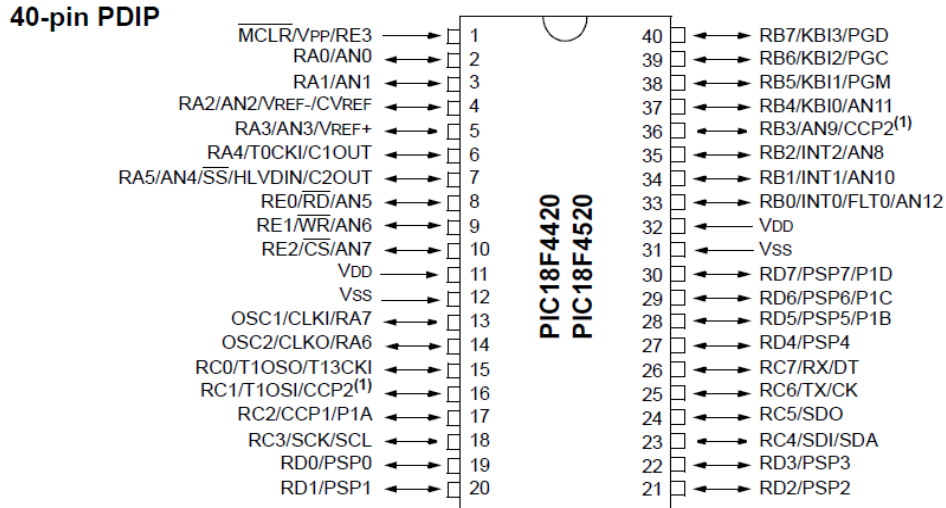
İkinci kısımda kullanılan devre, birinci devreden bağımsız olarak çalışmakta ve devreyi kontrol ederek GPS koordinatlarının görünmesini sağlayan PIC Mikro denetleyicisi, GPS devresi, butonlar ve koordinatların görüldüğü 4x20 karakter LCD ekran bulunmaktadır.

Uygulama aşamasında her iki kısım için de ayrı program hazırlanarak mikro denetleyici entegrelere yüklenmektedir.



Şekil 3.11. Toprak örnekleme makinesi ana kontrol devre şeması ve devrenin 3 boyutlu görünümü

Ana kontrol kartında PIC18F4520, 40MHz'e kadar işlem hızına sahip, 5V gibi düşük bir gerilimle çalışarak düşük güç tüketimi yapan bir mikro denetleyici kullanılmıştır. Şekil 3.12' de kullanılan mikro denetleyicinin görünüşü ve bağlantı pin kodları sunulmuştur.



Şekil 3.12. PIC18F4520 mikrodenetleyici entegrenin görünüşü ve pin kodları

### GPS Modülü

Projede toprak örnekleme yapılan noktaların koordinatlarının alınması için Şekil 3.13'de görülen GPS kartı kullanılmıştır. GPS kartı ile sürekli olarak bulunan noktanın

koordinatları uydulardan alınıp ve ekrana yansıtılmaktadır. Yeterli örnek alındığında o noktanın koordinatının kayıt edilmesi için hafıza butonuna basılarak mikro denetleyicinin epromuna enlem ve boylam bilgileri olarak kayıt edilmektedir. Hafızadaki bilgiler ekrana veya seri port yardımı ile bilgisayara aktarılmaktadır.



Şekil 3.13. GPS kartı ve ekranı

GPS elektronik kontrol devresi GPS modülünden NMEA formatında gelen stringleri mikrokontroller içindeki yazılım sayesinde bölümlendirerek ayrıştırır ve anlamlı hale getirir. Enlem ve boylam bilgileri ortaya çıkan koordinatı slip yazıcıya yazdırma komutu göndererek yazdırır.

GPS Board tümleşik LEA GPS modülü ile basit ve kullanışlı bir GPS alıcısıdır. Bu board ile iletişim UART portundan elektronik devrelerle, mikroişlemcilerle yapılabildiği gibi, USB portundan direk olarak PC uygulamaları ile direk iletişim de yapılabilir. Besleme gerilimi 3,3Vdc veya 5Vdc seçeneğlidir.

Global Konumlandırma sistemi bu gün çok kullanılan popüler teknolojilerden biridir.

Günümüzde yaygın olarak otomotiv navigasyon sistemleri kullanım alanlarındandır. Uydulardan gelen sinyallerle konum, zaman ve hız belirlenebilmektedir. Bir mikroişlemci ile genellikle seri port üzerinden bağlantı kurularak NMEA protokolüne göre haberleşme yapılmaktadır. Gelen data bölümleri Şekil 3.14' de görülmektedir.



Şekil 3.14. NMEA protokol yapısı

### 3.1.2. Penetrometre

Makinenin çalışma koşullarında karşılaştığı kuvvetlerin belirlenmesi amacıyla, tarla denemelerinin yapıldığı alanlardaki toprak penetrasyon direncinin ölçülmesinde Eijkelkamp Penetrologger kullanılmıştır (Şekil 3.15). Penetrologger manuel olarak toprağa batırılmakta fakat tüm ölçümleri ayarlanan değerlere göre otomatik almaktadır. Maksimum penetrasyon kuvveti 1000 N olan Penetrologger 80 mm derinliğe kadar ölçüm yapabilmektedir. Farklı koni indekslerinde çalışabilen penetrologger yürütülen araştırmada 600 açılı 1 cm<sup>2</sup> alanlı 11.28 mm anma çaplı konik uç ile kullanılmıştır.



Şekil 3.15. Eijkelkamp Penetrologger

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Tasarım

Geliştirilen toprak örnekleme makinesi, standart olarak tüm üç nokta bağlantı sistemlerine bağlanabilecek yapıda tasarımı hedeflenmiştir. Kullanım kolaylığı düşünülerek traktör üç nokta askı sistemi vasıtası ile traktörlere bağlanabilecek şekilde tasarım gerçekleştirilmiştir.

Tasarlanan prototip toprak örnekleme makinesi traktör hidrolik güç ünitesi tarafından çalıştırılan hidrolik bir silindir yardımı ile belirlenen farklı derinliklerden toprak örneği almak üzere tasarlanmıştır.

Makine iki farklı prob ile iki farklı düzende çalışabilmektedir. 12 mm çaplı prob kullanımı esnasında silindir tarafından tahrik edilen özel olarak şekillendirilen toprak örnekleme ucu redüktör tarafından döndürülerek toprağa batmakta ve çıkışı esnasında da toprak örneklerini alarak ilk konumuna dönmektedir. 24 mm çaplı prob kullanım düzeninde ise makine üzerinden redüktör çıkarılmakta ve prob redüktörsüz olarak makineye takılmaktadır. Prob özelliği itibarı ile dönme hareketine ihtiyaç duymamaktadır.

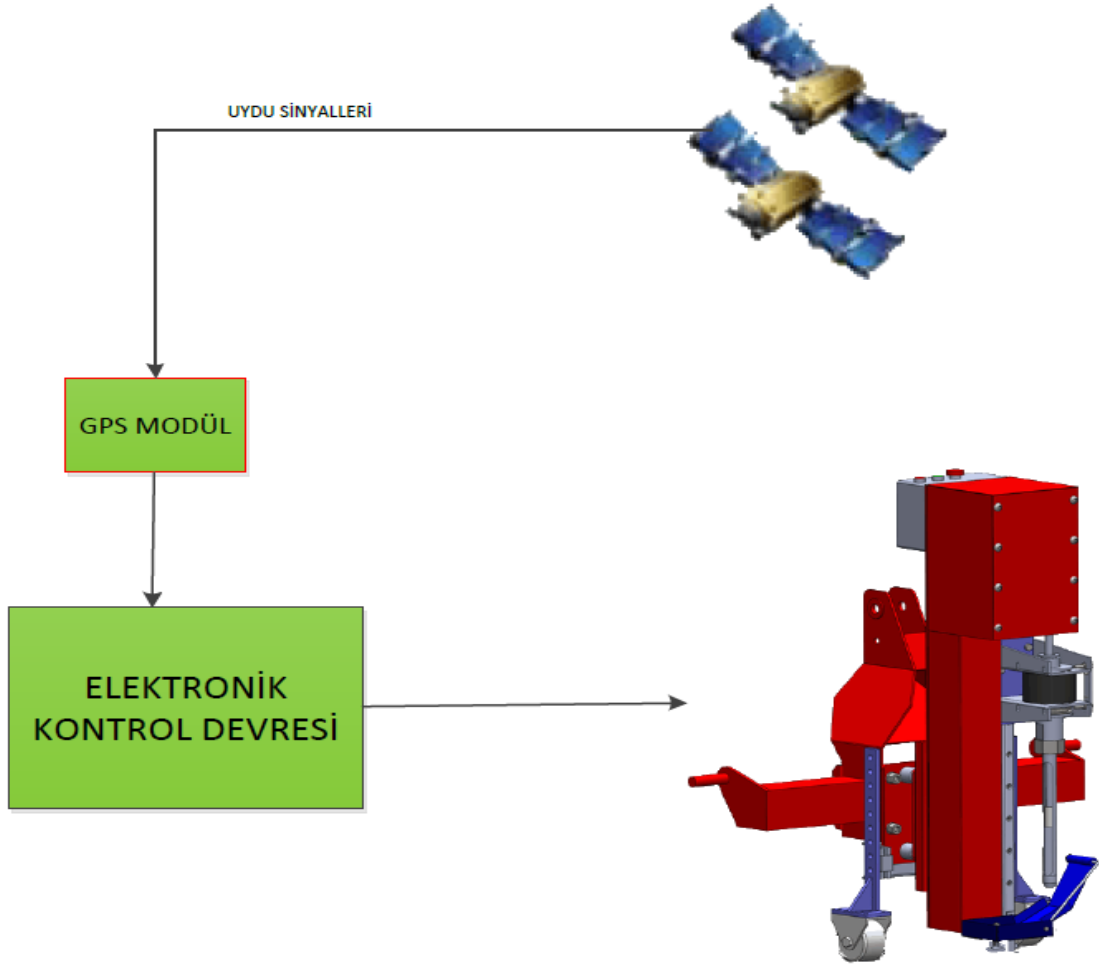
Alınan numunenin probdan boşaltılabilmesi için itici kullanılmakta, itici tarafından itilen numune, numune kaplarına boşaltılmaktadır.

Tasarlanan yeni makinenin üç boyutlu modeli oluşturularak imalat resimleri hazırlanmış ve tasarım prototip imalatına hazır hale getirilmiştir.

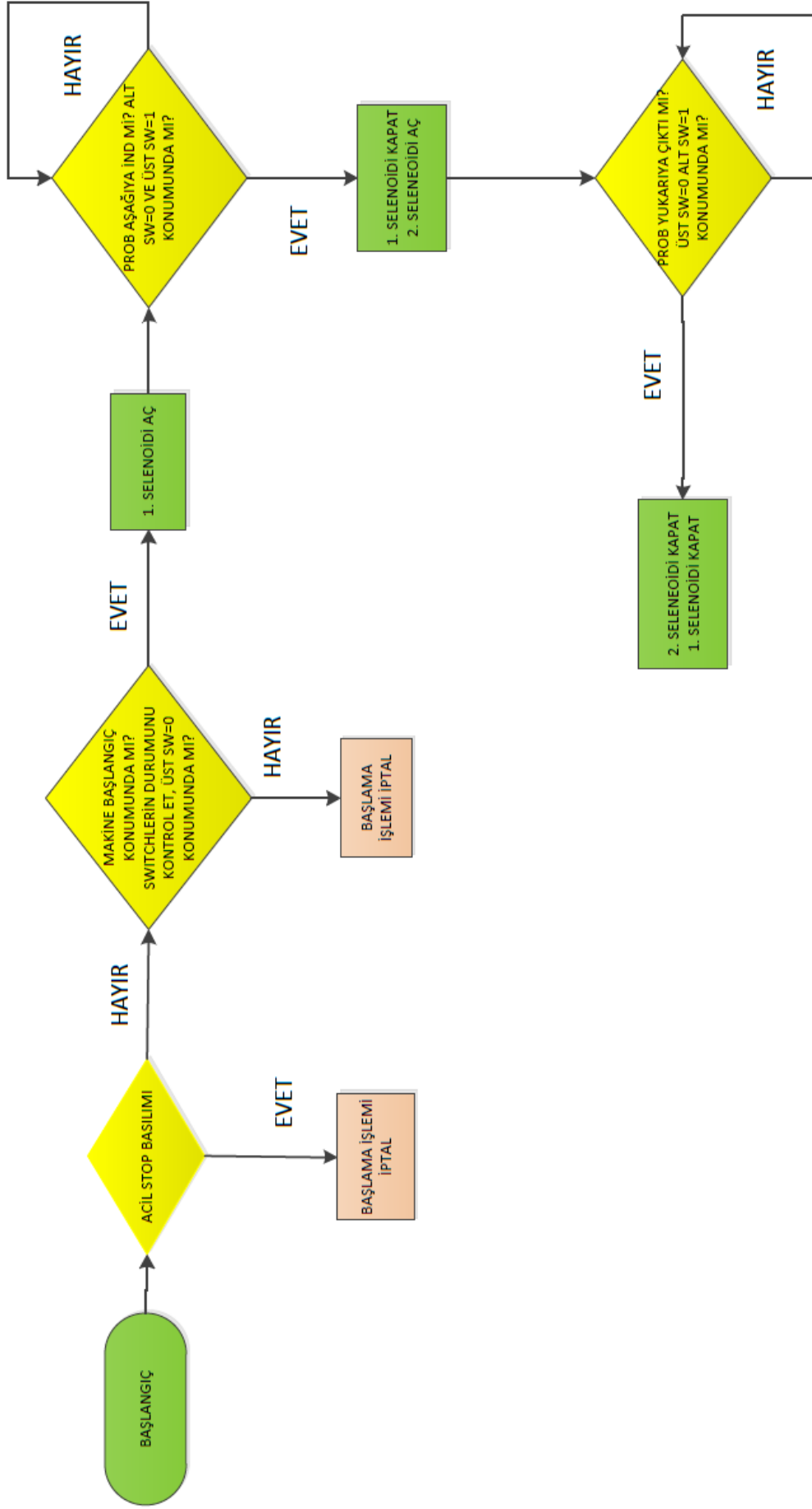
Makinenin kontrol ünitesi kararlı ve yüksek kuvvet gerektirdiği için hidrolik enerji kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. Kullanılan hidrolik sistemde selenoid valf ve elektrik kumandalı limit switchler kullanılmıştır. Makine çalışma basıncını takip edebilmek için hidrolik sisteme 300 bar kapasiteli bir manometre bağlanmıştır. Hidrolik sistemde bulunan basınç emniyet valfi ile çalışma basıncı ayarlanabilmektedir. Makine çalışma hızının değiştirilebilmesi için hidrolik sistem üzerinde bulunan akış kontrol valfinden yararlanılmaktadır.

Kullanılan bu devre elemanlarının kontrolü için bir elektronik devre tasarlanmış ve bu devreye entegre edilen GPS modülü ile hassas tarıma uygun konum bilgilerinin kaydedilmesi hedeflenmiştir. Uygulamalarda depolanacak bu verilerin farklı uygulamalar için haritalama uygulamalarında kullanılması hedeflenmiştir.

Şekil 3.16' de toprak örnekleme makinesinin genel çalışma prensibi görülmektedir. Şekil 3.17'da ise makinenin çalışma algoritması sunulmuştur.



Şekil 3.16. Elektronik konfigürasyon



Şekil 3.17. Toprak örnekleme makinesi çalışma algoritması

Yukarı da verilen akış diyagramında görüldüğü gibi, sistem başlat düğmesine basıldığı anda acil stop kontrolü yapmaktadır. Acil stop düğmesi basılı ise sistem prosedürden çıkarak hiçbir işlem yapmamaktadır. Aynı şekilde çalışma esnasında da acil stop kontrolü yapılarak, acil stop düğmesine basıldığı anda sistem olduğu gibi kalmaktadır.

Başlangıç anında acil stop basılı değilse sistem bir sonraki adıma geçerek konum tespiti yapmaktadır. Bu tespit yukarı ve aşağı switchlerin konumuna göre yapılmaktadır. Sistemin hareketini limitleyen 2 adet switch vardır. Switchler serbest konumda ise bu “logic 1” olarak geri dönüş vermektedir. Basılı konumda ise “Logic 0” olarak geri dönüş vermektedir. Eğer sistem başlangıç konumunda değilse başlatma işlemi iptal edilmektedir. Eğer başlangıç konumunda ise; birinci selenoidi açma komutu verilerek probun aşağıya inmesi için hidrolik tetiklenir ve probun aşağıya inmesi sağlanır.

Aşağıya inmeye başlayan prob alt limit switchi “0” olana kadar hareket eder. Alt limit mesafesine ulaşıncaya switch “0” gönderir ve sistem birinci selenoide kapanma ikinci selenoide ise açılma komutu göndererek probun yukarı hareketi için hidrolik kontrol edilir. Probun yukarıya hareketi boyunca switch durumları kontrol edilmeye devam eder. Eğer alt limit switchi “1” konumunda ve üst limit switchi “0” konumuna gelmiş ise her iki selenoide tekrar kapatma komutu gönderilerek hidrolik devreden çıkarılır ve makine başlangıç konumunda beklemeye alınır.

### **3.2.2. Tarla Denemelerinin Düzenlenmesi**

Makine iş başarısının saptanabilmesi için Namık Kemal Üniversitesi Merkez Kampüsünde bulunan uygulama alanlarında test edilmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalarda iki farklı deneme alanında 3 ve 4 tekerrürlü ölçümler yapılarak makine kapasitesi test edilmiştir. Tarla denemelerinde alınan numuneler tartılarak makinenin örnekleme kapasitesi saptanmaya çalışılmıştır. Alınan örneklerin analizleri klasik yöntemlerle alınan numunelerle karşılaştırılmıştır.

Denemelerin yürütüldüğü alanlarda toprak penetrasyon direnci ölçülerek değerler deneme raporlarında sunulmuştur. Penetrasyon direnci Eijkelkamp Penetrologger kullanılarak ölçülmüştür. Penetrologger çalışma parametreleri Şekil 3.18’de sunulmuştur.



Project	12071301
Company	Nku
Plot	Plot-001
Cone	1.0cm <sup>2</sup> 60°
Pen.Speed	2
Nr. Of Plots	2
Penetr./Plot	4



Şekil 3.18. Eijkelkamp Penetrologger ölçüm parametre değerleri

Makine üzerinde bulunan basınç emniyet valfi ile çalışma basıncı 17 MPa olarak ayarlanmıştır. Makine çalışma hızı da hidrolik sistem üzerinde bulunan akış kontrol valfi yardımıyla ayarlanabilmektedir. Tarla denemeleri esnasında makine 0.02 m/s' lik çalışma hızında çalıştırılmıştır. Örnekleme derinliği belirlenirken şerit metre yardımı ile probun toprağa dalma derinliği ve alınan örnek boyunun ölçülmesi yöntemiyle saptanmıştır.

Denemelerde örnekleme hızının örnekleme miktarına etkisini saptamak amacı ile 24 mm çaplı prob ile 3 farklı çalışma hızında örnekleme yapılmıştır. Kullanılan çalışma hızları 0,1 m/s, 0,16 m/s, 0,22 m/s'dir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Denemeler iki farklı tarlada yürütülmüştür. Alınan toprak örneklerin analizleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.1. Tarla 1 analiz sonuçları**

Örnek Adı: Tarla 1		
PARAMETRE	ANALİZ SONUCU	DEĞERLENDİRME
pH (1/2,5 Toprak-su)	7.41	Nötr
Tuz (%)	0.034	Tuzsuz
Kireç (%)	0.3	Çok Az
Organik madde (%)	0.61	Çok Az
Toplam N (Azot) (%)	0.031	Düşük
P (Fosfor – P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/da)	8.07	Orta
K (Potasyum – K <sub>2</sub> O)	18.8	Az
%Kum	51.89	
%Silt	14.54	
%Kil	33.57	
%Nem	3.86	
Tekstür Sınıfı	Kumlu Killi Tın	

**Çizelge 4.2. Tarla 2 analiz sonuçları**

Örnek Adı: Tarla 2		
PARAMETRE	ANALİZ SONUCU	DEĞERLENDİRME
pH (1/2,5 Toprak-su)	7,82	Hafif Alkalin
Tuz (%)	0,036	Tuzsuz
Kireç (%)	0,2	Çok Az
Organik madde (%)	0,48	Çok Az
Toplam N (Azot) (%)	0,024	Düşük
P (Fosfor – P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/da)	7.73	Orta
K (Potasyum – K <sub>2</sub> O)	26,8	Orta
%Kum	58,52	
%Silt	16,46	
%Kil	25,02	
%Nem	2,88	
Tekstür Sınıfı	Kumlu Killi Tın	

Otomatik toprak örnekleme makinesi ile yapılan tarla denemelerinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde her bir örneğin GPS koordinatları, alınma derinliği ve gramajı görülmektedir.

**Çizelge 4.3. Tarla 1 deneme sonuçları**

Tarla 1	Tarih: 18.06.2013	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4
Prop Ø12	GPS Verileri				
	Enlem	40°59'50.24''K	40°59'49.82''K	40°59'49.19''K	40°59'48.78''K
	Boylam	27°35'21.03''D	27°35'21.26''D	27°35'21.49''D	27°35'21.66''D
	Toprak Penetrasyon Direnci (MPa)	40	42	40	40
	Örnek Derinliği (cm)	15	15	15	15
Örnek ağırlığı (gr)	25	18.5	22.6	26	
Prop Ø24	GPS Verileri				
	Enlem	40°59'48.90''K	40°59'49.43''K	40°59'49.98''K	40°59'50.51''K
	Boylam	27°35'22.43''D	27°35'22.15''D	27°35'22.04''D	27°35'21.82''D
	Toprak Penetrasyon Direnci (MPa)	35	43	40	40
	Örnek Derinliği (cm)	25	10	15	15
Örnek ağırlığı (gr)	136.4	23.7	66.1	91	

**Çizelge 4.4. Tarla 2 deneme sonuçları**

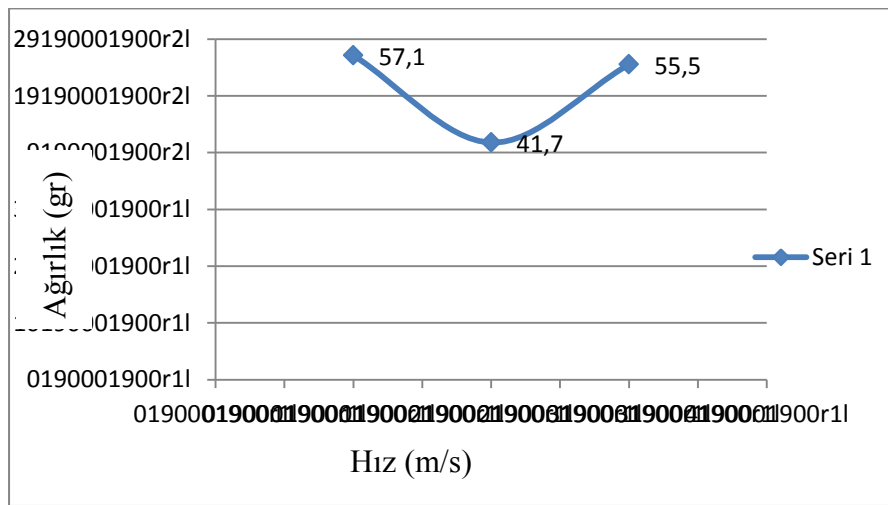
Tarla 2	Tarih: 18.06.2013	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4
Prop Ø12	GPS Verileri				
	Enlem	40°59'49.19''K	40°59'48.48''K	40°59'47.93''K	40°59'47.33''K
	Boylam	27°35'19.54''D	27°35'19.90''D	27°35'20.08''D	27°35'20.34''D
	Toprak Penetrasyon Direnci (MPa)	38	38	36	40
	Örnek Derinliği (cm)	20	20	20	20
Örnek ağırlığı (gr)	28.3	31.8	29.3	33.5	
Prop Ø24	GPS Verileri				
	Enlem	40°59'47.19''K	40°59'47.79''K	40°59'48.45''K	40°59'49.28''K
	Boylam	27°35'19.37''D	27°35'19.06''D	27°35'18.81''D	27°35'18.47''D
	Toprak Penetrasyon Direnci (MPa)	38	35	36	38
	Örnek Derinliği (cm)	20	25	20	20
Örnek ağırlığı (gr)	83.1	162.6	99.1	89.5	

Farklı örnekleme hızlarındaki makine örnekleme miktarları Çizelge 4.5’de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı örnekleme hızlarındaki makine örnekleme miktarları.

Hız (m/s)	GPS Koordinatı	Penetrasyon Değeri (MPa)	Ağırlık (gr)	Nem (%)
1 (0,22 m/s)	4059.70727N 02735.14078E	4.8	64.7	1,05
2 (0,16 m/s)		4.8	45.0	1,05
3 (0,1 m/s)		4.8	69.9	1,32
1 (0,22 m/s)	4059.70718N 02735.14064E	4.8	48.6	0,96
2 (0,16 m/s)		4.8	40.0	0,77
3 (0,1 m/s)		4.8	43.7	1,08
1 (0,22 m/s)	4059.70705N 02735.14048E	4.8	58.1	1,19
2 (0,16 m/s)		4.8	40.3	0,62
3 (0,1 m/s)		4.8	53.0	0,88

Çizelge 4.5’de sunulan hız ve numune ağırlıklarının ortalamalarına göre oluşturulan grafik (Şekil 4.1) incelendiğinde numune alma hızları ile numune ağırlıkları arasında bir ilişki gözlenmemektedir.



Şekil 4.1. Numune alma hızları ile numune ağırlıkları

Makine 0,1 m/s çalışma hızında 57 g, 0,16 m/s çalışma hızında 41.7 g ve 0,22 m/s çalışma hızında ise 55.5 g toprak örneği alabilmiştir. Ancak değişen hızla daha fazla ya da daha az miktarda toprak örneği alınabildiği söylenememektedir. Bu da makinenin belirtilen hız aralığındaki değişiminden etkilenmeden aynı miktarda toprak örneği alabileceği ile ilgili bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Otomatik toprak örnekleme makinesi ile alınan örneklerin klasik yöntemle alınan örneklerle kıyaslaması yapılarak makinenin analiz sonuçları üzerine olan etkisi irdelenmiş ve analiz sonuçları Çizelge 4.6.'de sunulmuştur.

**Çizelge 4.6. Makine ile alınan toprak örneklerinin klasik yöntemle (kürekle) alınan toprak örnekleri ile kıyaslamalı analiz sonuçları**

Örnek No	Tekstür				% Org. Mad.	% Nem	% Kireç	pH (1:2.5 Toprak:Su)	% Tuzluluk
	% Kil	% Kum	% Silt	Sınıfı					
<b>Makine ile alınan toprak (Makine ile tek seferde 21 gram toprak alınabilmiştir)</b>	<b>50.62</b>	<b>23.56</b>	<b>25.82</b>	<b>Kil (C)</b>	<b>1.22</b>	<b>7.16</b>	<b>2.20</b>	<b>7.15</b>	<b>0.03</b>
<b>Klasik yöntemle (kürekle) alınan toprak</b>	<b>47.87</b>	<b>26.63</b>	<b>25.50</b>	<b>Kil (C)</b>	<b>1.18</b>	<b>6.88</b>	<b>2.23</b>	<b>7.11</b>	<b>0.03</b>

Killi toprakta ve %7 nem oranlarında yapılan çalışmalarda makine ile ancak 21 g toprak örneği alınabilmiştir. Çizelgedeki değerler örneklemenin hangi koşullarda yapıldığını belirlemek amacıyla verilmiştir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan deneysel çalışmalarda makinenin mekanik ve elektronik aksamının başarılı bir şekilde çalıştığı saptanmıştır.

1. Yapılan toprak analizlerinden makinenin toprak yapısını bozmadığı saptanmıştır.
2. Örneklem derinliklerine bakıldığında hedeflenen 30cm derinliğe ulaşılamadığı görülmektedir. Bu durum toprak penetrasyon direncinin çok yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Örnek alınan bölgelerde toprak direnci 35-48 MPa olarak ölçülmüştür. Bu değerlerde makine 10-25 mm aralığındaki derinliklerden örnek alabilmiştir.
3. Yapılan deneysel çalışmalarda geliştirilen toprak örnekleme makinesinin toprak örnekleme başarısının toprak sertliği ile ilişkili olduğu saptanmıştır. 35-48 MPa dirençli topraklarda 10-25mm aralığındaki derinliklerden numune alabilmektedir. Yüksek dirençli toprak örneklemelerinde prob 15 mm battıktan sonra makine askı kolları üzerinde kendini kaldırarak kursunu tamamlamaktadır. Makine ağırlığı arttırılarak bu derinliğin arttırılabileceği düşünülmektedir.
4. Makine çalışma hızının alınan toprak örneği miktarına etkisi 0.6 m/s, 0.12 m/s, 0,22 m/s çalışma hızlarında saptanamamıştır.
5. Geniş alanlarda insanın kürek/burgu vb. aletlerle toprak örneklemenin zorluğu düşünüldüğünde, geliştirilen otomatik toprak örnekleme makinasının iyileştirilmesi ile çiftliğin tamamında rahatlıkla örnekleme yapılabilir ve maliyet azalacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonim 2013. [http://www.ntb.org.tr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1238&Itemid=649](http://www.ntb.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=1238&Itemid=649)
- Bayraklı, F., 1986. Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Samsun.
- Adamchuk, V.I., Hummel, J.B., Morgan, M.T., Upadhyaya, S.K., 2004. On-the-go soil sensors for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 44, 71–91.
- Akbaş, F, Ünlükara, A., Kurunç, A., İpek, U., Yıldız, H., 2008. Tokat Kazova’da Taban Suyu Gözlemlerinin CBS Yöntemleriyle Yapılması ve Yorumlanması. Sulama ve Tuzlanma Konferansı, 12-13 Haziran 2008, Şanlıurfa.
- Başayığıt L., Senol H., Müjdeci M., 2008. Isparta ili meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması, 2008, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(2): 1-10
- Basayigit, L. 2004. CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Arazi Kullanım Haritasının Hazırlanmasında Isparta Örneği. *Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (4) 366-374.
- Bellitürk, K., 2004. Tekirdağ İli Topraklarında Üre Hidroliz Oranı ve Mineralize Olan Azot Miktarları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 108s., Edirne.
- Bellitürk, K., 2009. Sürdürülebilir Tarımda Doğru Gübrelemenin Önemi. *Hasad Aylık Tarım Dergisi (Bitkisel Üretim)*. ISSN 1302-1702: 25 (290): 68-72, İstanbul.
- Bellitürk, K., 2010. Toprak Analizlerinin Önemi. *Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım Dergisi*, Mart, İstanbul, Yıl: 25 (298): 76-78.
- Corwin, D.L., Lesch, S.M., 2005. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computer and Electronics in Agriculture* 46, 11–43.
- Dinç, A. O., 2008. Development of Soil Information System for the Turkish Republic of Northern Cyprus. *Tekirdag Ziraat Fakültesi Dergisi*. 5(1); 53-60.
- Ekmekyapar, F., 2008. Atmosferik Sera Gazı Olarak Denitrifikasyondan Kaynaklanan Azot Oksitler. *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu*, 13-14 Mart: 113-120, Ankara.
- Finke, P., R. Hartwich, R. Dudal, J. Ibanez, M. Jamagne, D. King, L. Montanarella and N. Yassoglou, 2003. Manuel of Procedures. Georeferenced Soil Database for Europe. European Commission Joint Resarch Centre. Italy. p 163.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T. ve Zengin, M., 2007. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. *Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları No: 1*, Ankara.

- King, D., A. Burrill, J. Daroussin, C. Le Bas, R. Tavernier and E. Van Ranst, 1995. The EU Soil Geographic Database. In: Agriculture; European land information systems for agroenvironmental monitoring. European Commission Joint Research Centre. Italy. pp:43-60.
- Kovalenko, C.G., 1993. Soil test analysis methods for British Columbia agricultural crops. B.C. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries Resource Management Branch, Abbotsfort, BC.
- Morrison Jr., J.E., Lowery, B., Hart, G.L., 1999. Soil penetrometer for sensing soil moisture content as in soil characterization for site-specific farming. In: Proceeding of the geophysical and Ecological Problems of Agriculture in 21st Century, vol. 2, International Soil and Tillage Research Organization, St.Petersburg, Russia.
- Sun Y., H. Druecker, E. Hartung, H. Hueging, Q. Cheng, Q. Zeng, W. Sheng, J. Lin, O. Roller, S. Paetzold, P. Schulze Lammers, 2011, "Map-based investigation of soil physical conditions and crop yield using diverse sensor techniques" Soil & Tillage Research 112 (2011) 149–158.
- Tticken R. E. L., 2002, Automation and standardisation of site specific soil sampling, Precision Agriculture, 2, 179188, 2000
- Topp, G.C., St-Amour, G., Compton, B.A., 1996. Measuring cone resistance and water content with a TDR–penetrometer combination. In: Proceedings of the Third Eastern Canada Soil Structure Workshop 21–22 August 1996, Merrickville, Ontario, Canada, pp. 1–6.
- Valente, A., Morais, R., Tuli, A., Hopmans, J., Kluitenberg, G., 2006. Multi-functional probe for small-scale simultaneous measurements of soil thermal properties, water content, and electrical conductivity. Sensors and Actuators A 132, 70–77.
- Vatandaş, M., Güner, M., Türker, U., 2005. Hassas Tarım Teknolojileri [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/41d77dd5271fca2\\_ek.pdf?tipi=14&sube=](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/41d77dd5271fca2_ek.pdf?tipi=14&sube=) (Erişim Tarihi 12.09.2013)
- Vaz, C.M.P., Hopmans, J.W., 2001. Simultaneous measurements of soil penetration resistance and water content with a combined penetrometer–TDR moisture probe. Soil Science Society of America Journal 65, 4–12.
- Wild K., Neuhauser H., Rödel G., A mobile system for nitrate-N analysis of soils, 2002 ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress, Sponsored by ASAE and CIGR, Hyatt Regency Chicago, Chicago, Illinois, USA, July 28-July 31
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. İber Ofset, 2. Baskı, Trabzon.
- Young, G.D., Adams, B.A., Topp, G.C., 2001. A portable data collection system for simultaneous cone penetrometer force and volumetric soil water content measurement. Canadian Journal of Soil Science 79, 23–31.



Zhang, N.Q., Wang, M.H., Wang, N., 2002. Precision agriculture—a worldwide overview. *Computer and Electronics in Agriculture* 36, 113–132

## **ÖZGEÇMİŞ**

Nail Türen 20.04.1972 tarihinde Bulgaristan'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Tekirdağ'da tamamlamıştır. 2000 Yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünde lisans öğrenimini tamamlamış, halen devam ettiği Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'ndaki yüksek lisans öğrenimine 2009-2010 öğretim yılında başlamıştır. Serbest mühendislik ve müşavirlik yapan Nail Türen, elektronik – otomasyon, elektronik güvenlik ve test cihazları konusunda firmalara, kurum ve kuruluşlara hizmet vermektedir.