



**SIVI GÜBRE TERTİBATLI ANIZA TAHIL
EKİMİ YAPAN DOĞRUDAN EKİM MAKİNESİ
İÇİN OTOMASYON SİSTEMİNİN TASARIMI**

Behice Boran AKTEPE

Yüksek Lisans Tezi

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN
2021**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SIVI GÜBRE TERTİBATLI ANIZA TAHİL EKİMİ YAPAN
DOĞRUDAN EKİM MAKİNESİ İÇİN OTOMASYON SİSTEMİNİN
TASARIMI**

Behice Boran AKTEPE

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN

TEKİRDAĞ-2021

Her hakkı saklıdır.



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde eksiksiz biçimde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Behice Boran AKTEPE

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SIVI GÜBRE TERTİBATLI ANIZA TAHİL EKİMİ YAPAN DOĞRUDAN EKİM MAKİNESİ İÇİN OTOMASYON SİSTEMİNİN TASARIMI

Behice Boran AKTEPE

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN

Bu çalışmada, Trakya Bölgesinde ayçiçeği hasadından sonra tahıl ekiminde doğrudan ekim makinesinde granül gübre yerine sıvı gübre uygulayabilme özelliği bir doğrudan ekim makinesinde atılan sıvı gübre miktarının ölçülmesini ve izlenmesini sağlayacak bir otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Çalışma sırasında çalışmayı durdurup tıkanan memeyi tespit etmek mümkün olamayacağından dolayı otomasyon sistemine ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Tasarlanan bu otomasyon sistemi ile sıvı gübre atımı sırasında tıkanmış püskürtme memelerinin tespitini yapmak ve traktör sürücüsünün ilaçlama yaparken atılan sıvı gübre miktarını izlemesini sağlamak amaçlanmıştır. Tasarlanan sistemin akış sensörleri sıvı gübre atma makinasının püskürtme memelerine monte edilmiştir. Her bir akış sensöründen toplam 3 tekerrürlü olarak 30 ölçüm alınmıştır. Atılan gerçek sıvı miktarını ölçmek için her bir püskürtme memesinin altına ölçekli kaplar yerleştirilmiştir. Gerçek hacim ölçekli kaplarda toplanan sıvı miktarından, ölçülen hacim ise akış sensörleri üzerinden elde edilen değerlerle bulunmuştur. Sensörlerden ve ölçekli kaplardan alınan ölçümlerle regresyon analizi yapılarak sıvı gübre kullanımı durumunda sistemin kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Aynı zamanda gerçek hacim ve sensör tarafından ölçülen hacim t-testi ile karşılaştırılarak ölçümler arasında istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde bir fark olup olmadığı analiz edilmiştir. Otomasyon sistemi sıvı gübre atımı sırasında tıkanmış gübreleme memelerinin tespitini yapmaktadır. Püskürtme memesinde akış sıfır olduğunda görsel olarak sürücüye uyarı vermektedir. Bu sistemle gübreleme uygulaması sırasında traktör sürücüsünün atılan gübre miktarını izlemesini sağlamaktadır. Ölçümler sonucunda sensör tarafından ölçülen hacim gerçek hacimden bir miktar yüksek çıkmıştır. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasında minimum 0,0 litre, maksimum 0,31 litre fark elde edilmiştir. Ortalama fark 0,17 litre, standart sapma ise 0,08 litre olarak hesaplanmıştır. Gerçek hacim ve ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi incelendiğinde yüksek bir doğrusal ilişki olduğu belirlenmiş ve regresyon katsayısı $R^2 = 0,947$ olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda yapılan bağımsız çift yönlü t-testi sonucunda $P = 0,012$ ($P < 0,05$) bulunduğu için iki ölçüm arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Doğrudan Ekim, Sıvı Gübre, Otomasyon, Tasarım

2021, 55 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DESIGN OF AUTOMATION SYSTEM FOR DIRECT DRILL MACHINE WITH LIQUID FERTILIZER ASSEMBLY FOR GRAIN PLANTING ON STUBBLE

Behice Boran AKTEPE

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biyosistem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN

In this study, an automation system was designed to measure and monitor the amount of liquid fertilizer used in a direct sowing machine with the ability to apply liquid fertilizer instead of granular fertilizer in the direct sowing machine which is used in the grain planting after the sunflower harvest in the Thrace Region. It has been determined that there is a need for an automation system since it will not be possible to detect the clogged nozzle during operation. With this designed automation system, it is aimed to detect clogged spray nozzles during liquid fertilizer spraying and to enable the tractor driver to monitor the amount of liquid fertilizer sprayed while spraying. In the designed system, flow sensors are mounted on the spray nozzles of the liquid fertilizer machine. A total of 30 measurements were taken from each flow sensor with 3 replications. Measuring cylinders were placed under each spray nozzle to measure the actual amount of liquid sprayed. The actual volume was found from the amount of liquid collected in the measuring cylinder, and the measured volume was found by the values obtained from the flow sensors. A regression analysis was made with the measurements taken from sensors and measured cylinders, and the calibration curve of the system was created in case of liquid fertilizer use. At the same time, the actual volume and the volume measured by the sensor were compared with the t-test and it was analyzed whether there was a statistically $P < 0,05$ difference between the measurements. The automation system detects clogged fertilizing nozzles during liquid fertilizer spraying. A visual warning alerts the driver when the flow is zero at the spray nozzle. With this system, it allows the tractor driver to monitor the amount of fertilizer sprayed during fertilization application. As a result of the measurements, the volume measured by the sensor was slightly higher than the actual volume. The difference between the actual volume and the measured volume is minimum 0,0 liter and maximum 0,31 liter. The mean difference was calculated as 0,17 liters and the standard deviation as 0,08 liters. When the regression curve between the actual volume and the measured volume was examined, it was determined that there was a high linear relationship and the regression coefficient was calculated as $R^2 = 0,947$. At the same time, as a result of the independent two-way t-test, $P = 0,012$ ($P < 0,05$), it was found that there was no statistical difference between the two measurements.

Key words: Direct drill, Liquid fertilizer, Wheat, Automation, Assembly

2021, 55 pages

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ÇİZELGE DİZİNİ | v |
| ŞEKİL DİZİNİ | vi |
| SİMGELER ve KISALTMALAR | vii |
| TEŞEKKÜR | ix |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Gübre Kullanımı İle İlgili Türkiye İstatistikleri | 2 |
| 1.2. Gübrelerin Sınıflandırılması | 4 |
| 1.3. Kimyasal Katı Gübreler | 5 |
| 1.4. Organik Sıvı Gübreler..... | 6 |
| 1.5. Organik Sıvı Gübre Çeşitleri | 7 |
| 1.6. Gübre Şerbeti Yapımı | 9 |
| 1.7. Sıvı Gübrenin Avantajları..... | 10 |
| 1.8. Sıvı Gübrenin Dezavantajları | 10 |
| 1.9. Çalışmanın Amacı | 11 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ | 12 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM | 17 |
| 3.1. Materyal | 17 |
| 3.1.1. Arduino MEGA | 17 |
| 3.1.2. Nextion HMI Akıllı 2.8 Inch Dokunmatik TFT LCD Ekran..... | 18 |
| 3.1.3. Nextion Editörü | 19 |
| 3.1.4. YF-S201 Su Akış Sensörü..... | 20 |
| 3.1.5. Sparkfun Openlog-Veri Kayıt Kartı | 20 |
| 3.1.6. 12V 5A Slim Metal Kasa Switch Mod Adaptör- MS-60-12-S | 21 |
| 3.1.7. DC-DC Güç Modülü..... | 21 |
| 3.1.8. Çok Damarlı Montaj Kablosu..... | 22 |
| 3.1.9. Konnektör | 23 |
| 3.1.10. Sıvı Gübre Otomasyon Sistemini | 23 |
| 3.2. Yöntem | 24 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA | 25 |

| | |
|---|---|
| 4.1. Otomasyon Sistemi Programının Akışı ve Yazılımı | 25 |
| 4.2. Püskürtme Memelerinin Gerçek Hacim İle Ölçülen Hacminin Karşılaştırılması | 32 |
| 4.2.1. Motorun 1000 Devirde Çalışmasındaki Sonuçlar..... | 32 |
| 4.2.2. Motorun 1500 Devirde Çalışmasındaki Sonuçlar..... | 35 |
| 4.2.3. Motorun 2000 Devirde Çalışmasındaki Sonuçlar..... | 36 |
| 4.2.4. Motorun 2500 Devirde Çalışmasındaki Sonuçlar..... | 37 |
| 4.3. Debi ve Motor Devri Arasındaki İlişki | 38 |
| 4.4. Ölçülen Hacim Miktarı ile Gerçek Hacim Miktarı Arasındaki Farkın Motor Devrine Göre Karşılaştırılması | 38 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER | 41 |
| KAYNAKLAR..... | 42 |
| ÖZGEÇMİŞ | Hata! Yer işareti tanımlanmamış. |

ÇİZELGE DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 1.1. Türkiye'de gübre üretimi (ton) | 3 |
| Çizelge 1.2. Türkiye'de gübre tüketimi (ton)..... | 4 |
| Çizelge 3.1. Arduino mega elektronik prototipleme platformunun teknik özellikleri | 18 |
| Çizelge 3.2. Nextion HMI akıllı 2.8 inch dokunmatik TFT LCD ekranın teknik özellikleri... | 19 |
| Çizelge 3.3. YF-S201 su akış sensörünün teknik özellikleri..... | 20 |
| Çizelge 3.4. DC-DC güç modülünün teknik özellikleri | 22 |
| Çizelge 4.1. Otomasyon sistem yazılımı | 25 |
| Çizelge 4.2. Memelerden ölçülen hacim değerleri | 32 |
| Çizelge 4.3. Su ile yapılan ölçümlerin gerçekteki hacimleri | 33 |
| Çizelge 4.4. Debi ve motor devri arasındaki ilişki | 38 |
| Çizelge 4.5. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki fark | 39 |
| Çizelge 4.6. Motor devirleri için elde edilen fark değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler..... | 39 |
| Çizelge 4.7. Farklı devir sayılarına göre gerçek değer ile ölçülen değerler arasındaki farklılara ait istatistiksel sonuçlar..... | 40 |

ŞEKİL DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1. Gübrelerin sınıflandırılması | 4 |
| Şekil 1.2. Katı gübre uygulaması..... | 6 |
| Şekil 1.3. Sıvı gübre uygulaması | 7 |
| Şekil 1.4. Gübre verilen bitkinin gelişim aşamaları | 8 |
| Şekil 1.5. Şerbet gübre yapım aşamaları | 10 |
| Şekil 3.1. Arduino mega..... | 17 |
| Şekil 3.2. Nextion HMI akıllı 2.8 inch dokunmatik TFT LCD ekranı | 18 |
| Şekil 3.3. Nextion akıllı dokunmatik ekranı..... | 19 |
| Şekil 3.4. YF-S201 su akış sensörü | 20 |
| Şekil 3.5. Sparkfun openlog – veri kayıt kartı..... | 21 |
| Şekil 3.6. 12V 5A slim metal kasa switch mod adaptör – MS-60-12-S..... | 21 |
| Şekil 3.7. DC-DC güç modülü | 22 |
| Şekil 3.8. Çok damarlı montaj kablosu | 22 |
| Şekil 3.9. Konnektör..... | 23 |
| Şekil 3.10. Sıvı gübre otomasyon sisteminin | 23 |
| Şekil 3.11. Tasarlanan sistem için alınan kalibrasyon ölçümleri | 24 |
| Şekil 4.1. Tasarlanan otomasyon sistemi..... | 31 |
| Şekil 4.2. Gerçek hacim ve ölçülen hacim grafiği..... | 34 |
| Şekil 4.3. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi | 34 |
| Şekil 4.4. Gerçek hacim ve ölçülen hacim grafiği..... | 35 |
| Şekil 4.5. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi | 35 |
| Şekil 4.6. Gerçek hacim ve ölçülen hacim grafiği..... | 36 |
| Şekil 4.7. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi | 36 |
| Şekil 4.8. Gerçek hacim ve ölçülen hacim grafiği..... | 37 |
| Şekil 4.9. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi | 37 |
| Şekil 4.10. Debi ve motor devri arasındaki regresyon eğrisi..... | 38 |

SİMGELER ve KISALTMALAR

| | | |
|-----------------|---|---------------------------------|
| A | : | Amper |
| AWG | : | American Wire Gauge |
| cm | : | Santimetre |
| da | : | Dekar |
| DC | : | Doğru Akım |
| dm ³ | : | Desimetreküp |
| g | : | Gram |
| GB | : | Gigabyte |
| GPS | : | Küresel Konum Belirleme Sistemi |
| h | : | Saat |
| Ha | : | Hektar |
| HMI | : | Human Machine Interface |
| K | : | Potasyum |
| KB | : | Kilobyte |
| kg | : | Kilogram |
| km | : | Kilometre |
| kp | : | Kilopound |
| kW | : | Kilowatt |
| L | : | Litre |
| m | : | Metre |
| mA | : | Miliamper |
| MHz | : | Megahertz |
| mm | : | Milimetre |
| Mpa | : | Mega Pascal |
| N | : | Azot |
| P | : | Fosfor |
| pH | : | Power of Hydrogen |

RGB : Red-Green-Blue
SD : Secure Digital Memory Card
t : Ton
TFT LCD : Thin Film Transistor Liquid- Crystal Display
UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter
V : Volt
VAC : Valve Anti-Cheat
W : Watt
ZMO : Ziraat Mühendisleri Odası



TEŞEKKÜR

Değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN'a tezimi yaptığım süre boyunca her konuda bana sabırla yön gösterdiği, biçim ve içerik bakımından tezin son halini alana kadar incelemelerde yardımcı olduğu ve tez süreci boyunca tezime sağladığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Tezim için yaptığım otomasyon sisteminin tasarımında tüm bilgilerini benimle paylaştığı ve sistemin tasarlanması için yaptığı yardımlardan dolayı Arş. Gör. Dr. Eray ÖNLER'e ve tezimin düzenlenmesi için yaptığı yardımlardan dolayı sevgili arkadaşım Buse SALBAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca bana katkıları olan tüm fakülte hocalarıma ve verdiğim her kararda arkamda olan desteğini hiç esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Haziran, 2021

Behice Boran AKTEPE

Biyosistem Mühendisi

1. GİRİŞ

Tarımsal üretim yöntemleriyle yetiştirilen ürünler topraktan sürekli besin maddesini kullanmaktadırlar. Kullanılan besin maddelerini kaynağı mineral yapı maddeleri ve çeşitli organik materyalleri oluşturmaktadır. Bazı topraklar besin kaynakları yönünden zengin olmalarına karşın, alınabilir besin maddeleri açısından fakir olabilir. Artan nüfusun beslenmesi için verim artırıcı yöntemler aranırken, ilkel tarımdan gelişmiş yöntemlere geçiş sırasında gübreleme ilk benimsenen yol olmuştur (Ülger vd., 1996).

Gübreler, tarımsal üretim sonucu toprakta azalan bitki besin maddelerini tekrar toprağa kazandıran ve toprağın verim gücünü artıran maddelerdir. Gübreler, tarımsal üretimi artırırken gıda kalitesini artırmada kullanılan güçlü bir araçtır. Diğer tarımsal girdilerle karşılaştırıldığında gübreler, tek başına %40'ın üzerinde verim artışı sağlayarak dünya gıda güvenliğine, yaşam standardının yükseltilmesine ve açlıkla mücadeleye çok önemli katkılarda bulunmaktadır. Dünya nüfusunda gün geçtikçe olan ciddi artış ihtiyacımız olan gıda maddelerindeki artışa sebep olmaktadır bu yüzden kişi başına düşen ekilebilir alanların azalması, birim alandan daha fazla bitkisel üretimi gerektirdiğinden gübrelerin bugün olduğu gibi gelecekte de sürdürülebilir tarımda önemli bir noktada olacağı şimdiden anlaşılmaktadır. (Eraslan, İnal, Güneş, Erdal ve Coşkan, 2010).

Bir toprağın verimliliğini arttırmak için aşağıda sıralanan materyaller kullanılmaktadır (Gökçebay, 1986; Ülger, 1982);

- Çiftlik gübreleri, bitki artıkları ve hayvan döküntüleri,
- Yapay gübreler,
- Yeşil gübreler: Bu gübrelerin yetiştirilme amacı toprak içerisindeki besin maddelerinin yıkanarak gitmesini önlemek, toprağa organik materyal kazandırmak ve çürüdüğünde besin kaynağı olarak kullanılabilmesini sağlamaktır. Baklagiller yetiştikleri ortamdan kaynaklı havanın azotunu bağladıklarından bu grupta en iyi olanlardır.

Gübrelerden en iyi şekilde yararlanabilmek için gübrenin toprağa verilme zaman ve şekline dikkat etmek gerekir. Gübreden en yüksek verimi alabilmek için toprağa verilecek zamanı ve toprağa verilme şeklini en doğru biçimde ayarlamak gerekir. Gübreleme ile;

- Toprakların verim gücü arttığı için, birim alandan daha yüksek verim elde edilir,
- Bitkilerin gelişmesi için en uygun ortam sağlanmış olur,

- Gübreleme tekrar edildikçe elde edilen kazançta sürekli hale gelir,
- Besin içeriği arttırıldığı için toprağın kimyasal yapısı düzelir,
- Toprakta mikroorganizma faaliyeti arttırılarak, toprağın verimliliği artırılır,
- Ürünlerin kalitesi arttırılır,
- Topraktan zamanla ve farklı şekillerde uzaklaşan besinler toprağa geri kazandırılır.

Günümüzde bu sebeplerden dolayı yapılan çalışmalarda geliştirilen yeni yöntemler farklı toprak özelliklerine sahip bölgeler için arazi denemeleriyle test edilmeli ve tekrardan geliştirilmelidir. (Gübre ve Gübreleme, t.y.).

1.1. Gübre Kullanımı İle İlgili Türkiye İstatistikleri

Ülkemizde gübre üretimi Çizelge 1.1'de (Ziraat Mühendisleri Odası [ZMO], t.y.) gösterildiği gibi neredeyse tamamı özel sektör tarafından olup 3-4 milyon ton aralığındadır. Gübre üretiminin maliyetli bir işlem olması ve aynı zamanda üretim için gerekli olan ham madde yönünden dışa bağlı olmamız yüzünden ülkemizde yeteri kadar gübre üretilmemektedir. Bu yüzden ülkemizde tüketilen gübrenin sadece %60-70'i kadar gübre üretimi olmaktadır. Üretilen gübre tüketilen gübre miktarını karşılamadığı için gübre ithalatı yapılmaktadır. İthal yoluyla tüketilen gübrenin yaklaşık %30-40'ı karşılanmaktadır. Yani gübre açısından ilke olarak çok kötü bir durumda olmadığımız söylenebilir.

Tarımla uğraşan insanımızın en büyük sorunlarından biri üretimdeki girdilerin maliyetinin yüksek olması ve fiyatta bir kararlılık olmamasıdır. Tarımdaki bu girdilerden en önemlisi de gübredir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de gübre üretimi (ton)

| GÜBRE CİNSİ | 1981 | 1991 | 2001 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| FİZİKİ TOPLAM | 3.299.851 | 3.460.564 | 2.627.986 | 3.661.156 | 3.576.598 | 3.547.796 | 3.674.262 | 3.358.324 | 3.841.645 |
| AZOTLU (%21 N) | 3.327.560 | 4.053.725 | 2.797.997 | 4.308.888 | 4.121.722 | 3.912.636 | 4.129.232 | 3.689.651 | 4.173.613 |
| FOSFORLU (%17P2O5) | 3.198.844 | 2.267.683 | 1.751.310 | 2.570.287 | 2.560.504 | 2.867.873 | 3.034.441 | 2.898.150 | 3.074.445 |
| POTASLI (%50K2O) | | 76.232 | 119.908 | 144.867 | 170.833 | 182.719 | 238.571 | 200.565 | 236.155 |
| EŞDEĞER TOPLAMI | 6.526.404 | 6.397.640 | 4.669.215 | 7.024.042 | 6.853.059 | 6.963.228 | 7.402.244 | 6.788.366 | 7.484.213 |
| AZOT (N) | 698.788 | 851.453 | 587.715 | 905.087 | 865.777 | 821.860 | 867.370 | 775.026 | 876.701 |
| FOSFOR (P2O5) | 543.808 | 385.812 | 297.834 | 437.102 | 435.441 | 487.712 | 516.038 | 492.866 | 522.848 |
| POTAS(K2O) | | 38.116 | 59.954 | 72.433 | 85.416 | 91.359 | 119.286 | 100.282 | 118.077 |
| TOPLAM B.B.M. | 1.242.596 | 1.275.381 | 945.503 | 1.414.622 | 1.386.634 | 1.400.931 | 1.502.693 | 1.368.174 | 1.517.626 |
| N | 698.788 | 851.453 | 587.715 | 905.087 | 865.777 | 821.860 | 867.370 | 775.026 | 876.701 |
| P | 237.427 | 168.446 | 130.034 | 190.839 | 190.114 | 212.935 | 225.302 | 215.185 | 228.275 |
| K | 0 | 31.629 | 49.750 | 60.105 | 70.878 | 75.810 | 98.983 | 83.214 | 97.981 |
| N-P-K TOPLAM | 936.215 | 1.051.527 | 767.499 | 1.156.030 | 1.126.769 | 1.110.605 | 1.191.655 | 1.073.425 | 1.202.957 |

Herkes gübre kullanımı konusunda yeterince bilgiye sahip olmadığı için bazı bölgelerde ihtiyaçtan daha az gübre kullanılmasıyla verimde ciddi oranda düşüşler olurken, ülkemizde bazı bölgelerde bilinçsizce ve fazla miktarda gübre kullanılmasıyla ürünün kalitesini bozulması, toprağın verimliliğini kaybetmesi ve çevreye olumsuz etkisi olması gibi bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Bunlar gibi kötü durumlara sebep olmamak için yetiştirilecek ürün için o bölgedeki toprak analizleri sonuçlarına bakılarak gübreyi ne zaman ve hangi miktarda uygulamak gerektiğini tespit etmek gerekir.

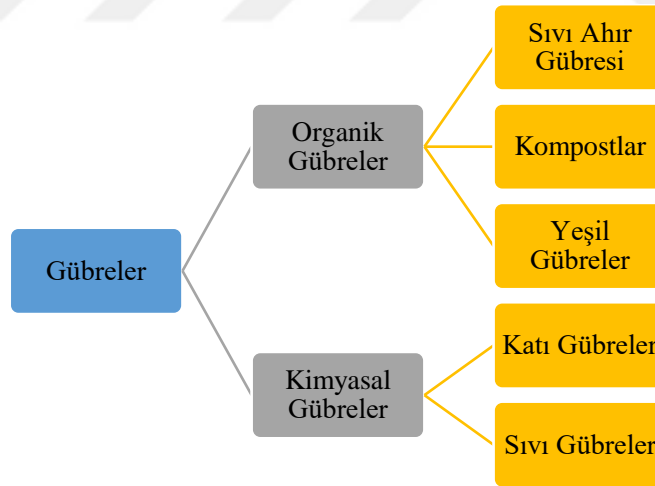
Ülkemizde yeteri kadar gübre üretilmediği için tarımda da yeteri kadar gübre kullanılmamaktadır. Bu da verimin düşmesine ya da ürünün kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Aynı zamanda üretimde ham madde açısından dışa bağımlı olduğumuz için döviz kaybı da önemli problemlerden biridir. Yetiştirilen üründen tam verimin alınabilmesi için ürüne uygun gübre üretimi yapmak ve gübre kullanım miktarını da doğru belirlemek gerekir. Bunun için, ülkemizde gübre üretim planlaması yapılırken yetiştirilecek ürün ve bu ürünün yetiştirileceği topraktaki bitki besin maddesi miktarı göz önüne alınarak yeni formda ve farklı gübre çeşitleri üretilmelidir. Ülkemizdeki gübre tüketimi de Çizelge 1.2'de (ZMO, t.y.) gösterilmiştir (Taban vd., 2016).

Çizelge 1.2. Türkiye'de gübre tüketimi (ton)

| GÜBRE CİNSİ | 1981 | 1991 | 2001 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| FİZİKİ TOPLAM | 3.480.812 | 4.539.804 | 4.262.343 | 5.339.893 | 5.813.612 | 5.471.518 | 5.507.779 | 6.744.922 | 6.332.872 |
| AZOTLU (%21 N) | 3.697.181 | 5.254.734 | 5.391.889 | 6.817.217 | 7.542.247 | 7.107.106 | 7.077.214 | 9.028.793 | 8.401.087 |
| FOSFORLU (%17P2O5) | 2.913.575 | 3.631.510 | 2.765.223 | 3.129.299 | 3.662.099 | 3.353.104 | 3.437.368 | 4.660.032 | 4.438.096 |
| POTASLI (%50K2O) | 75.252 | 95.052 | 135.640 | 202.466 | 211.410 | 234.333 | 263.197 | 236.623 | 249.891 |
| EŞDEĞER TOPLAMI | 6.686.008 | 8.981.296 | 8.292.752 | 10.148.982 | 11.415.756 | 10.694.544 | 10.777.779 | 13.925.448 | 13.089.074 |
| AZOT (N) | 776.409 | 1.103.716 | 1.132.555 | 1.431.946 | 1.584.237 | 1.492.839 | 1.486.568 | 1.896.479 | 1.764.638 |
| FOSFOR (P2O5) | 495.312 | 618.168 | 470.258 | 532.174 | 622.782 | 570.236 | 584.569 | 792.490 | 754.750 |
| POTAS(K2O) | 37.626 | 47.526 | 67.820 | 101.233 | 105.705 | 117.167 | 131.599 | 118.311 | 124.945 |
| TOPLAM B.B.M. | 1.309.347 | 1.769.410 | 1.670.633 | 2.065.354 | 2.312.724 | 2.180.242 | 2.202.735 | 2.807.280 | 2.644.333 |
| N | 776.409 | 1.103.716 | 1.132.555 | 1.431.946 | 1.584.237 | 1.492.839 | 1.486.568 | 1.896.479 | 1.764.638 |
| P | 216.253 | 269.892 | 205.315 | 232.347 | 271.907 | 248.965 | 255.223 | 346.001 | 329.524 |
| K | 31.222 | 39.437 | 56.277 | 84.003 | 87.714 | 97.225 | 109.200 | 98.175 | 103.680 |
| N-P-K TOPLAM | 1.023.884 | 1.413.045 | 1.394.147 | 1.748.297 | 1.943.858 | 1.839.029 | 1.850.991 | 2.340.655 | 2.197.841 |

1.2. Gübrelerin Sınıflandırılması

Gübreler yapılarına göre organik ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Gübrelerin çeşitleri Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Gübrelerin sınıflandırılması (Aktepe, 2019)

Organik gübreler tarımsal faaliyetler sonucu oluşan organik yapıdaki atıklar ile doğal kökenli organik maddelerin fazla bir değişikliğe uğramadan elde edilmesiyle oluşan ve tarımsal üretimde yetiştirilen ürünler için besin kaynağı olan bitki besin maddelerini bünyelerinde organik bileşikler halinde bulunduran bitki takviye maddeleridir (Gübrelerin Sınıflandırılması, t.y.).

Organik gübreler toprakta mikroorganizma faaliyetlerini artırır. Bunun sonucunda organik gübreler toprağın su tutma, geçirgenlik, havalanma ve ısınma gibi özelliklerini bitkinin yetişmesi için daha kullanışlı hale getirirken bunun yanında toprakta kullanılmayan halde olan bitki besin maddelerinin iyileşerek kullanılabilir duruma gelmesini sağlamaktadır. Organik gübreler topraktaki bu kimyasal ve fiziksel özellikleri olumlu yönde değiştirmekle kalmayıp topraktaki mikroorganizma faaliyetlerini de canlandırarak toprağın daha verimli hale gelmesini sağlamaktadır. Organik gübrelere bu iyileştirici özelliklerinden dolayı kültür topraklarına sağladığı bu faydalar için bir başka değişle ‘toprak özelliklerini düzelten gübreler’ denilmektedir (Gübrelerin Sınıflandırılması, t.y.).

1.3. Kimyasal Katı Gübreler

Toprağın ihtiyaı olan fakat toprakta bulunmayan bitki besin maddelerini içinde bulundurarak katı veya sıvı Şekilde kimyasal yollarla üretilmiş olan toprağa takviye olarak verilen maddelere kimyasal gübre denir. Toprakta bulunması gereken inorganik maddeleri desteklemek amacıyla üretilir. Doğal olmayan yöntemlerle üretildiği için bunlara kimyasal gübreler denilmektedir.

Kimyasal gübreler toprağa verildiği andan itibaren toprak içerisinde bulunan mikroorganizmaların çalışmalarını kötü yönde etkileyeceği için zaman içerisinde toprağın pH değerinin düşmesine sebep olmaktadır.

Kimyasal gübreleme (Şekil 1.2) sonucunda toprakta meydana gelen bazı değişimler aşağıdaki gibidir;

- Topraktaki tuz miktarı yükselir,
- Topraktaki mikroorganizmaların faaliyetleri olumsuz etkilenir,
- Gübreler sulara karışarak suların kirlenmesine sebep olur,
- Elde edilen ürünün kalitesi düşer,
- Topraktan yeterince verim alınamaz hale gelir,

Hatta bu durumun önüne geçilmezse ilerleyen zamanlarda toprakta erozyon bile neden olabilir (Kimyasal Gübre, t.y.).



Şekil 1.2. Katı gübre uygulaması (Katı Gübre, t.y)

1.4. Organik Sıvı Gübreler

Sıvı gübre, biyolojik gübrenin bir diğer adıdır. Doğada var olan neredeyse her doğal ve sağlıklı olan madde gübre olarak kullanılabilir. Hayvan gübreleri, çeşitli bitkiler sıvı gübre olabilirler.

Organik bir tarım yapabilmek için toprak, su ve havayı kirletmeden çevre ve insan sağlığını koruyarak bir tarım yapmamız gerekir. Tarımda organik sıvı gübreler kullanarak bunu sağlamış oluruz. Sıvı gübre kullanmanın faydalarından bazıları şunlardır;

- Sıvı gübreler diğer gübre çeşitlerine göre toprağa daha kolay uygulanmaktadır.
- Sıvı gübre kullanılarak yetiştirilen bitkiler toprağa daha kolay tutunurlar ve bitki kökleri daha da güçlenir.
- Sıvı gübre kullandığımızda toprak bununla bitki besin maddesine doyacağı için bitkiye aktarılan su daha faydalı hale gelir.
- Bitkiler, toprakta bulunan bitki besin maddelerini daha kolay bünyelerine alırlar.
- Sıvı gübre kullanıldığında bitki daha iyi beslendiği ve toprağa daha sıkı tutunduğu için toprakta erozyon olma olasılığı azalır.
- Sıvı gübre uygulaması (Şekil 1.3) yapılan alanlarda, bitkinin gelişimi her noktada aynıdır.



Şekil 1.3. Sıvı gübre uygulaması (Sıvı Gübre, 2020)

Gübreleme yapılırken fazla gübre vermenin bitkiyi daha fazla geliştireceğine inanmak veya ihtiyaçtan daha az gübre vermek ikisi de bitkinin gelişimini olumsuz etkiler. Bu yüzden her zaman bitkiye ihtiyacından daha fazla veya daha az gübre vermemek yapılacak en doğru seçimdir Sıvı gübre uygulanırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar şunlardır;

- Sıvı gübreler sıvı olarak yani çözelti şeklinde bulunurlar. Bu yüzden direkt toprağa verilerek ya da sulandırıp bitkiler üzerine püskürterek bitkiye verilebilir.
- Gübreleme yapılırken öncelikle toprak analizi yapılmalı ve bitkinin ihtiyacı olan besin miktarı bu analize göre verilmelidir.

Bütün bitkilerin ihtiyaç duyduğu gübre cinsi ve gübre oranları farklıdır. Bu yüzden her bitkiye farklı oranlarda ve farklı cinslerde gübre uygulanabilir (Sıvı Gübre ile Organik Tarım, t.y.).

1.5. Organik Sıvı Gübre Çeşitleri

Organik tarımda ürünün yetiştirilmesinden depolanmasına kadar tüketiciye gelene kadar geçtiği hiçbir aşamada kimyasal yöntemlere başvurulmaz. Bu sebeple ürünün yetiştirilmesinde organik sıvı gübreler tercih edilir (Şekil 1.4). Organik tarımda bitkinin ihtiyacı olan en önemli girdilerden biri organik gübrelerdir. Organik gübreler; katı, sıvı ve granül olarak üçe ayrılırlar.



Şekil 1.4. Gübre verilen bitkinin gelişim aşamaları (Bitki Gelişimi, t.y.)

Bitkinin ihtiyacı olan bitki besin maddeleri sıvı gübre ile gerekli toprak analizi yaptıktan sonra toprağa verilerek ya da bitki üstüne püskürterek uygulanabilir. Organik sıvı gübreler bitkinin temel ihtiyacı olan fosfor, potasyum ve azot dışında besin değeri yüksek mikro elementleri de içerir. Bu gübreler bitkinin yaprağına veya toprağa yani köküne uygulanabilir. Bahsedilen gübreler aşağıda verildiği gibi sınıflandırılabilir (Organik Sıvı Gübre Çeşitleri, t.y.);

- Büyükbaş hayvan gübresi: Büyükbaş hayvanların dışkılarının yakılarak önce zararlı bakterilerden arındırılır daha sonra su ile kompoze edilerek diğer adı çiftlik gübresi olan bu gübre elde edilir. Hayvanın yaşadığı ortam, beslenme şekli, yaşı ve cinsi gibi özelliklere bağlı olarak gübrenin kalitesi değişmektedir. Hayvanın gelişiminde kullanılan antibiyotik benzeri ilaçlarda o hayvanın dışkısından yapılan gübrenin kalitesini değiştirmektedir. Hayvanlar aldıkları besin maddelerinden yarısını vücudunda tutarken yarısını dışkı yoluyla dışarı atarlar. Genç hayvanların kalsiyum, fosfor, potasyum ve azot gibi minerallere daha fazla ihtiyacı olduğu için yaşlı hayvanlara göre bu elementleri vücutlarında daha fazla tutarlar. Bu yüzden yaşlı hayvanların dışkıların elde edilen gübreler bitkinin ihtiyacı olan bu mineralleri daha fazla bünyesinde barındırır. Hayvanda bulunan neredeyse her madde gübreleme ile toprağa geçecektir. Bu yüzden vücudunda kimyasal bulunan hayvanlardan elde edilen gübrelerin bitkiye çokta faydası olmayacaktır.

- Solucan gübresi: Kendine has yöntemlerle solucanların dışkılarından elde edilir. Bitkiye verilirken 1'e 200 oranında su ile karıştırılır. Üretimi kolay olmasına karşın organik sıvı gübreler arasında besin değeri en yüksek gübre çeşidi olarak bilinir.

- Küçükbaş hayvan gübresi: Küçükbaş hayvanların dışkılarından elde edilir. Toplandıktan sonra fermente olması ve gazdan arınması için bir süre bekletildikten sonra su ile kompoze edilerek toprağa verilir. Bu şekilde bitki köklerinin yanması önlenir. Bu gübre çeşidi mikroorganizma açısından zengin olduğu için toprak verimini artırarak, toprağı besleyerek toprağın daha kolay işlenmesini sağlamaktadır.

- Tavuk gübresi: 3 çeşit tavuk gübresi bulunmaktadır. Bunlar; kafes yumurta tavuğu, yer yumurta tavuğu ve etlik piliç gübrelere dir. Etlik piliç gübrelere ve yer yumurta tavuğu gübrelere altındaki yataklar ve dışkı karışımından oluştuğu için gübrenin kalitesi beslenme şekillerine yetiştirilme şekillerinin yanı sıra yatak özellikleriyle de farklılık gösterebilir. Bunların dışında kafes yumurta tavuğu gübresi tamamen tavuğun dışkısından elde edilir.

1.6. Gübre Şerbeti Yapımı

Bu gübre çeşidi çiftlik hayvanlarının dışkılarından elde edilir. Şerbet bitkiye verilirken tarlanın yüzeyine serpilebilir veya karıklar açılarak toprak içerisine dökülebilir. İçerisinden hayvanın yediğı ot sapları veya katı dışkı parçaları çıkabilir. Özgöl ağırlığı 1,1-1,6 kp/dm³ arasında değışen şerbetin tarlaya dağıtılma miktarı 1000-3000 kg/da arasında değışir (Mutaf, 1984; Gökçebay, 1986).

Çürümesi, kokması ve fermantasyonu bitmiş olan gübreler artık kokmaz ve macun gibi olmazlar. Bu çeşit gübrelere yanmış gübre veya eski gübre denilmektedir. Eğer gübre şerbeti yapılacaksa eski gübre tercih edilmelidir. Eğer gübre yeni ise en az altı ay bekletildikten sonra gübre şerbetinde kullanılmalıdır. Bu gübre çeşidi hazırlanırken dinlenmiş olan su yani kloru uçmuş olan tortusu dibe çökmüş olan su oksijen oranının artması için iyice karıştırıldıktan sonra gübre ile birleştirilmelidir (Şekil 1.5). Sığır gübresi 1/3, solucan gübresi 1/4, koyun ve keçi gübresi 1/5, tavuk gübresi 1/10 oranlarında su ile karıştırmalıdır. Karışım yapıldıktan sonra en az altı en fazla yirmi dört saat bekletilmeli hava serin ise iki gün bekletilmelidir. Bu süre geçtikten sonra bir elek ile elenerek tekrar aynı miktarda su ile karıştırılır ve eğer ihtiyacı varsa toprağa o şekilde verilir ya da yapraklara püskürtülür (Gübre Şerbeti Nasıl Yapılır, t.y.).



Şekil 1.5. Şerbet gübre yapım aşamaları (Gübre Yapım Aşamaları, 2021)

1.7. Sıvı Gübrenin Avantajları

Hassas ekim makinelerin tohum ile birlikte toprağa atılan gübreler granül yapıdadır. Granül yapıdaki bu gübreler köklerin su alımını zorlaştırarak çimlenmelerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca tohum için toksik etki oluşturur. Topraktaki mikroorganizmalara zarar vermemesi açısından tarımda daha çok sıvı gübreler tercih edilmektedir. Sıvı gübrenin bazı avantajları aşağıdakiler gibi sıralanabilir;

- Sıvı olarak verildiğini için bitkinin su ihtiyacını azaltır ve bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından daha kolay alınmasını sağlar,
- Bitkiye fiziksel zarar vermediği için bitkinin her gelişim döneminde kullanılabilir,
- Topraktaki mikrobiyolojik faaliyetlerin artmasıyla toprağın besin değeri artar ve bitkinin büyümesi hızlanır,
- Tohumu tohum yatağındaki tüm zararlılara karşı korur (Çelik, 2020).

1.8. Sıvı Gübrenin Dezavantajları

Sıvı gübre toprağa damla sulama sistemiyle, kovayla, sıvı gübre makineleriyle vb. yollarla verilebilir. Sıvı gübre uygulamasının avantajlarının yanında dezavantajları da vardır. Örneğin damla sulama yöntemiyle toprağa verilen sıvı gübrenin avantajlarının yanında;

- İlk tesis maliyeti olması ve düzenli olarak bakımının yapılması gerekmesi,
- Geleneksel uygulamalar gibi olmayıp yapılabilmesi için bilgi gerektirmesi,

- Özellikle tuzlu alanlarda ve sulama suyunun tuzlu olması durumunda bitki kök bölgesinde tuz birikimi meydana getirmesi,
- Kullanılabilir gübrenin çözünebilir olması nedeniyle fiyatların yüksekliği gibi dezavantajları vardır (Organik Gübreler, t.y.).

1.9. Çalışmanın Amacı

Günümüzde, insan nüfusunun hızla artması beslenme sorununu öne çıkartmaktadır. Yapılan araştırmaların çoğunda, yeni besin kaynakları bulmanın yanı sıra gıda maddelerinin üretiminde verimi arttırmayı amaçlayan çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle tahıl ve diğer taneli ürünlerin ekiminde kullanılan makinelerin tasarımı önem kazanmaktadır.

Sıvı gübreleme, bitki besin elementlerinin su içerisinde çözülmüş hâlde verilmesine denmektedir. Sıvı gübrenin faydaları; tohum üzerinde toksin etki oluşmasını önler, tohum yatağında bulunan, tohum için zararlı böceklerle ve hastalıklara karşı tohumu korur, toprakta bulunan mikroorganizmaların yoğunluğunu artırması ve bu sayede toprakta mikrobiyolojik aktivitelerin yükselmesi ve mikrobiyolojik aktivitenin artması verime olumlu etki yapması, gübre sıvı formda olduğu için bitki besin elementleri bitkiler tarafından daha kolay alınmasını sağlar.

Kullanılan sıvı gübre atım makinalarında karşılaşılan en önemli problem gübre memelerinde meydana gelecek tıkanmalardır. Ayrıca gübreleme işlemi sırasında ne kadar gübre atıldığıнын izlenmesi uygulamanın başarısı açısından önemlidir.

Bu çalışmada, Trakya Bölgesinde ayçiçeği hasadından sonra tahıl ekiminde hem doğrudan ekim yapabilme hem de ekim ile birlikte sıvı gübre uygulayabilme özeliğini olan bir doğrudan ekim makinesinde atılan sıvı gübre miktarının ölçülmesini ve izlenmesini sağlayacak otomasyon sisteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akdemir ve Blackmore (2002) bu çalışmada hasat edilen tarlalarda ürünler elde edildikten sonra verim haritasının nasıl oluşturulduğunu, bu haritaların nasıl değerlendirildiğini anlatmak istemiştir. Bunun için Danimarka'da Royal Veterinary and Agricultural University bağlı olan 4 çiftlikteki 40 tarlanın art arda farklı yıllara ait olan verileri incelenerek verim haritalarını oluşturmuşlardır. Biçerdöver üzerindeki verim ölçme ve konum belirleme sistemleri ile elde edilen verim değerleri ve konum bilgisi yardımıyla verim haritaları elde edilmiştir.

Köseoğlu ve Gündoğdu (2004) tarımda çalışma koşullarının kolaylaştırılması ve bunu bağlı olarak verimde süreklilik sağlayacağı için başvuru alan arazi toplulaştırması çalışmalarında planlamaların daha kolay şekilde yapılabilmesi adına uzaktan algılama sistemlerine olan ihtiyacı yaptığı bu çalışmada değinmiştir. Çalışma Bursa'nın Karacabey ilçesine bağlı birkaç köyde yürütülmüştür. Planlama verilerinin uydu görüntüsü üzerinden belirlenebilmesi için ERDAS-İmage görüntü işleme programında gözle yorumlama, kontrollü ve kontrolsüz sınıflama yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda sulama kanalları, yerleşim yerleri yollar vb. planlama için gerekli olan bilgiler uydu görüntüsü üzerinden belirlenmiştir.

Kürklü ve Çağlayan (2005) bu çalışmada seralarda kullanılan otomasyon sistemlerini sulama, gübreleme, iklim vb. açılardan incelemiş ve üreticiye kolaylık sağlayacak şekilde geliştirmek için bir deneme yapmıştır. Seralarda kullanılan ileri beslemeli sistem ve geri beslemeli sistem baz alınarak bu çalışma yürütülmüştür. İleri beslemeli sistemde değişim tahmin edilerek ona göre bir kontrol sistemi geliştirilirken, geri beslemeli sistemde değişimin ne olduğu algılandıktan sonra kontrol sistemi devreye girmektedir. Nem, sıcaklık, yağmur gibi bitki üzerinde etkileri olan parametreler için tehlike olduğunda uyarı amaçlı bir ileri beslemeli sistem sera maketi üzerinde denenmiştir. Çalışmanın sonucunda seranın kontrolü yapılan ayarlarla sağlanırken aynı zamanda bilgisayardan da takip edilebilmiştir.

Yerdelen vd. (2008) Edirne ilinde ayçiçeğinin toplam verimini saptamak ve ürün desenini belirlemek için bir takım arazi çalışmaları yapmıştır. Bu çalışma için Edirne iline ait dokuz farklı ilçede 500 adet GPS ile koordinat toplanmıştır. Çalışma sonucunda o yıla ait Edirne'de toplam ayçiçeği üretim alanı, farklı bir yöntem ile ise toplam verim hesaplanmıştır.

Güler ve Uygan (2009) pnömatik tahıl ekim makinelerinde kullanılan farklı tip dağıtma başlıklarında, gübreleme normunun ve hava hızının akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek için

bu araştırmayı yapmıştır. Bu çalışmayı üç tip dağıtma başlığı, üç farklı gübreleme normu ve üç farklı hava hızı ile gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda gübreleme normunun artmasının akış düzgünlüğünü iyileştirdiğini, hava hızının artmasının akış düzgünlüğünü bozduğunu tespit etmiştir.

Bellitürk vd. (2010) toprak meknsal değişkenliğini ve gübreleme stratejilerini belirlemek adına bu çalışmayı yapmıştır. Bu alışma Türkiye’de 84 fidanı olan bir zeytin bahçesinde yapılmıştır. Toprak analizleri yapılarak toprağın zeytin yetiştiriciliğine uygunluğu tespit edilmiş ve hangi elementler açısından zengin hangileri açısından fakir olduğu saptanmıştır. Bu şekilde gelecek yıl için toprağın hangi maddelere ihtiyacı olabileceği saptanmıştır.

Aydın (2010) Türkiye’de meyve bahçelerinin gbrenmesinde büyük sıkıntılar ortaya çıkmasından dolayı gübrelemede kolaylık sağlamak açısından prototip gübre dağıtma makinesi tasarlamıştır. Bu makine ile ağaçların ta izdüşümü üzerinden ağaç sıralarına paralel 15-20 cm derinliğinde çukurlar açılmış ve bu çukurlara çiftlik gübresini bırakılarak üzeri toprak ile kapatılmıştır. Bu yöntem dışında uygulanan diğer yöntemler ise gübre dağıtma römorku ile toprak yüzeyine gübre serpmek veya santrifüjlü gübre dağıtıcısı ile yüzeye gübre serpip bu gübreyi kültivatör ile sürmek şekindedir. Ancak bunların hiç birisi gübreden tam verimi alabilecek veya çiftçinin işini kolaylaştırabilecek düzeyde değildir. Bunlardan dolayı bu çalışma gübrelemede kolaylık açısından bu alanda yapılmış ilk ve önemli bir çalışmadır. Bu alışma sonucunda prototip gübre dağıtma makinesi ile diğer yöntemlere göre daha az yakıt harcandığı, gübrenin yüklenmesi ve boşaltılması konusunda bir zorluk ıkartmadığı, zamandan tasarruf sağlandığı ancak verim olarak ilk deneme olduğu için diğer yöntemlere göre fark olmadığı sonucu çıkarılmıştır.

Akdemir (2013) bu çalışmasında Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünün hassas tarım üzerine yaptığı çalışmalardan bahsetmiştir. Tarım rnleri için verim haritası hazırlama teknikleri, Santrifüjlü Gübre Dağıtma Makineleri için Değişken Düzeyli Kontrol Sistemi Geliştirilmesi, Zeytin retiminde yersel değişkenliğin saptanması, Türkiye’de Hassas Tarım Araştırmaları ve Eğitimi, Hububat Ekim Makinalarında Değişken Düzeyli Kontrol Sisteminin Geliştirilmesi, Hassas Tarımda Koordinat Belirleme Sistemleri bu çalışmalardan bazılarıdır. Araştırma sonucunda hassas tarımın önemi bir kez daha vurgulanmıştır.

Doran ve Bağdatlı (2014) bu makalede tarımsal üretimde uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımının tarımsal gidişatı olumlu ve önemli yön vereceğinden bahsetmiştir. Bu teknolojilerin uygun olarak kullanılmasının hem bu görevi yerine getirenlere hem de sonuçlardan yararlanacak olanlara fayda sağladığını, ülkenin kalkınmasında olumlu yönde etkilediğini söylemiştir. Farklı kalite ve özellikteki uydu görüntüleri kısa sürede tarımsal çalışma için bilgilerin toplanmasına olanak sağlar ve geniş alanda yapılan tarımsal çalışmaların analizini kolaylaştırarak doğru bilgi edinmeyi sağlar. Kısacası uzaktan algılama sistemlerinin kullanılması tarımsal çalışmaların planlanmasında üreticiye büyük oranda kolaylık sağlar.

Özbek vd. (2015) hububat ekim makinesi ile mineral gübre ve sıvı ahır gübresinin farklı uygulamalarında değişen verim ve kullanılan yakıt üzerine bir araştırma yapmışlardır. Denemeler 3 farklı uygulama şeklinde yürütülmüştür. Uygulama I'de ekim ve mineral gübreleme derinliği 6 cm ve aynı çiziye (geleneksel), uygulama II (özel olarak dizayn edilmiş kombine hububat ekim makinesi) mineral gübre ve uygulama III'de (özel olarak dizayn edilmiş kombine hububat ekim makinesi ve sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi kombinasyonu) yapılan ekimde tohum derinliği 6 cm, gübreleme derinliği ise tohum derinliğinden 3 cm daha derine ve iki tohum ekici ayağın arasına gelecek şekilde uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucu sıvı gübre uygulamasının ve gübreleme derinliğinin artmasının yakıt tüketimini artırdığı, bitki verimi açısından kontrollü uygulanan sıvı ahır gübresinin mineral gübre yerine kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Üngör ve Akdemir (2016) bu çalışmada meyve bahçelerinde gereksiz girdiyi önlemek, en uygun girdi ile maksimum verim elde edebilmek için ve aynı zamanda kaliteyi yükseltmek amacıyla değişken düzeyli uygulamalar için bilgisayar programı tasarlamıştır. Geliştirilen bu programla girilen bahçe, proje ve ağaç bilgileri ile bir uygulama haritası hazırlanmış ve hazırlanan haritanın anlık GPS bilgileri ile bahçede uygulanması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda uygulama haritasının oluşturulması ve gerçek koordinatlar ile gübre normunun ayarlanması başarılı olarak gerçekleştirilmiştir.

Özbek ve Konak (2017) sıvı ahır gübresi uygulamasının, amonyak azotu kaybı üzerine etkilerini incelemek için yaptığı bu çalışmada prototip bir sıvı gübre enjeksiyon makinesi kullanmıştır. Yaptıkları denemelerde, sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait üç farklı ayak (A) tipi (kazayağı-I, kazayağı-II ve dar uçlu) kullanmışlar ve üç farklı enjeksiyon derinliği (D) (5, 12,5 ve 20 cm) üzerinde çalışmışlardır. Çalışmalar sonucunda en fazla amonyak azot kaybı A3 ayak tipinde 16,68 kg ha⁻¹, en az amonyak azot kaybı ise A2 ayak tipinde 13,86 kg ha⁻¹

olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda en fazla amonyak azotu kaybı D1 enjeksiyon derinliğinde 20,16 kg ha-1, en az amonyak azotu kaybı ise D3 ayak tipinde 10,47 kg ha-1 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın tümünde en iyi sonuç A2 ayak tipinde ve D3 enjeksiyon derinliğinde alınmıştır. Sonuç olarak ayak genişliğinin ve enjeksiyon derinliğinin artması amonyak azotu kaybını azaltmaktadır.

Tekin ve Şen (2017) bu makalede hiper spektral görüntüleme ile tarımda yapılmış bazı çalışmalardan bahsetmiştir. Hiper spektral görüntüleme, üzerinde hiper spektral kameralar bulunan yer ya da hava platformları kullanılarak toprak ve bitki yüzeyinden yansıyan ışınlar yardımıyla görüntülenen alanla ilgili bilgi edinmeyi sağlamaktadır. Günümüzde tarımda yüksek verim elde edebilmek için hassas tarım teknolojileri kullanılmaktadır. Küresel konum belirleme sistemi (GPS) ve uzaktan algılama bu teknolojilerden bazılarıdır. Bir uzaktan algılama teknolojisi olan hiper spektral görüntüleme ise gelişmekte olan bir teknolojidir.

Ünal vd. (2017) çekilir tip 8000 L kapasiteli arkadan çarpma plakalı dağıtımlı yerli üretim bir sıvı gübre dağıtma makinesi kullanarak tarlada yaptıkları çalışmalarda, makinenin üç farklı ilerleme hızındaki (3, 6 ve 9 km/h) çalışma zamanları, efektif iş başarıları, gübreleme debileri, gübreleme kapasiteleri (t/ha ve t/h), patinaj oranları gibi parametreleri belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, makinenin 6 km/h ilerleme hızında efektif çalışma zamanı, efektif iş başarıları, birim alandaki gübreleme kapasitesi ve birim zamandaki gübreleme kapasitesi sırasıyla 0,19 h/ha, 5,26 ha/h, 17,5 t/ha ve 126,0 t/h olarak bulunmuştur.

Öter ve Bahar (2018) son yıllarda tarımda kullanılan damla sulama yöntemlerinin yaygınlaşmasıyla bu sistemleri kontrol etme ihtiyacının artmasına yönelik bu çalışmayı gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada depodaki su seviyesi, topraktaki nem miktarı ve havanın sıcaklığına bağlı olarak analiz yapabilmek için bir kontrollü sulama sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu sistem ile zamandan tasarruf sağlamayı ve su tüketimini kontrol altına almayı amaçlamışlardır.

Batıgücü (2019) bu çalışmada tarımda verimde büyük rol sahibi olan gübre serpmek makinalarının üretiminde kullanılan makinalar ve bu makinalarda imal edilen parçaları incelemiştir. Parçaların üretimi için geçen süreler hesaplanmış ve makine tarafında kullanılan akım değerleri ampermetre ile ölçülmüştür. İmalatı yapılan tüm parçaların toplam işlem süresi ve toplanan harcanan güç hesaplanmıştır.

Dursun (2019) bu makalesinde tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarını kötü koku potansiyeli, toprak sıkışması, zaman kaybı ve azotun korunması yönünden karşılaştırmıştır. Sıvı ahır gübresi toprak yüzeyine yayılarak veya toprak altına enjekte edilerek bitkiye verilir. Tankerli sıvı gübre dağıtma makinasında tanker ağırlığı olduğu için toprağın sıkışmasına neden olur, tankersiz makinalarda böyle bir sorunla karşılaşmaz. Aynı zamanda tankerli makinalara gübre bittiğinde gübre yüklemek için belli bir zaman kaybı olur fakat tankersiz makinalarda gübre hortumla devamlı ve belli miktarlarda verildiği için zamandan tasarruf sağlanır. Çalışmanın sonucunda tankersiz sıvı gübre dağıtan makinaların tankerli olanlara göre zamandan, yakıttan ve iş gücünden tasarruf sağladığı saptanmıştır.

Çelik (2020) Trakya Bölgesinde ayçiçeği hasadından sonra tahıl ekiminde toprağı işlemeden doğrudan ekim yapabilen ve aynı zamanda mevcut ekim makinelerinde kullanılan granül gübre yerine sıvı gübre atma tertibatı yerleştirerek hem doğrudan ekim yapabilme hem de ekim ile birlikte sıvı gübre uygulayabilme özeliğini olan bir doğrudan ekim makinesinin uygulama olanaklarını araştırmıştır. Bu çalışmasının sonucunda ekim sırasında tohum ile birlikte toprağı verilen sıvı gübrenin bitkinin bazı generatif ve vejatatif özelliklerini olumlu etkilediğini fakat verim açısından bir farklılık olmadığını gözlemlemiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Altayoğlu Tarım Makinaları Gıda Tarım Hayvancılık Tic. Ve San. Ltd. Şirketine ait fabrika üretilmiş olan sıvı tertibatlı doğrudan ekim makinesinin sıvı gübre atma otomasyonu ana materyali oluşturmaktadır. Atılan sıvı gübre düzeneğinin sıvı gübre dağılım düzgünlüğü araştırılmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Arduino MEGA

Arduino kullanımı kolay yazılım ve donanım sunan açık kaynak kodlu bir elektronik prototipleme platformudur. ATMEL temelli bir mikro denetleyici kullanmaktadır. Farklı donanımlar ve haberleşme protokolleri için zengin bir kütüphane altyapısına sahip olduğun yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 3.1). Bu neden çalışmada tercih edilmiştir. Arduino MEGA elektronik prototipleme platformunun teknik özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Arduino mega (Arduino, t.y.)

Çizelge 3.1. Arduino mega elektronik prototipleme platformunun teknik özellikleri (Arduino, t.y.)

| Parçaların Adı | Teknik Özellikleri |
|--------------------------------|---|
| Uzunluk | 101.52 mm |
| Genişlik | 53.3 mm |
| Ağırlık | 37 g |
| Mikrodenetçi | ATmega2560 |
| Çalışma voltajı | 5V |
| Giriş voltajı (önerilen) | 7-12V |
| Giriş voltajı (limit değerler) | 6-20V |
| Dijital I / O Pinleri | 54 (bunlardan 15'i PWM çıkışı sağlamaktadır) |
| PWM Dijital I/O Pinleri | 15 |
| Analog Giriş Pinleri | 16 |
| I/O Pin Başına DC akım | 20 mA |
| 3.3V Pin DC akımı | 50 mA |
| Flash Bellek | 256 KB (ATmega2560) 8 KB bootloader tarafından kullanılır |
| SRAM | 8 KB (ATmega2560) |
| EEPROM | 4 KB (ATmega2560) |
| Saat Hızı | 16 MHz |

3.1.2. Nextion HMI Akıllı 2.8 Inch Dokunmatik TFT LCD Ekran

Nextion, cihaz/uygulama ve insan arasında kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla kullanılan bir görselleştirme arabirimidir. Kendi özel editörü sayesinde kolaylıkla insan makina arayüzleri oluşturulabilir. UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) sayesinde bir mikrodenetleyici ile kontrol edilebilir. Kullanım kolaylığı ve Arduino ile uyumlu çalıştığı için çalışmada tercih edilmiştir (Şekil 3.2). Nextion HMI akıllı 2.8 inch dokunmatik TFT LCD ekranın teknik özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.



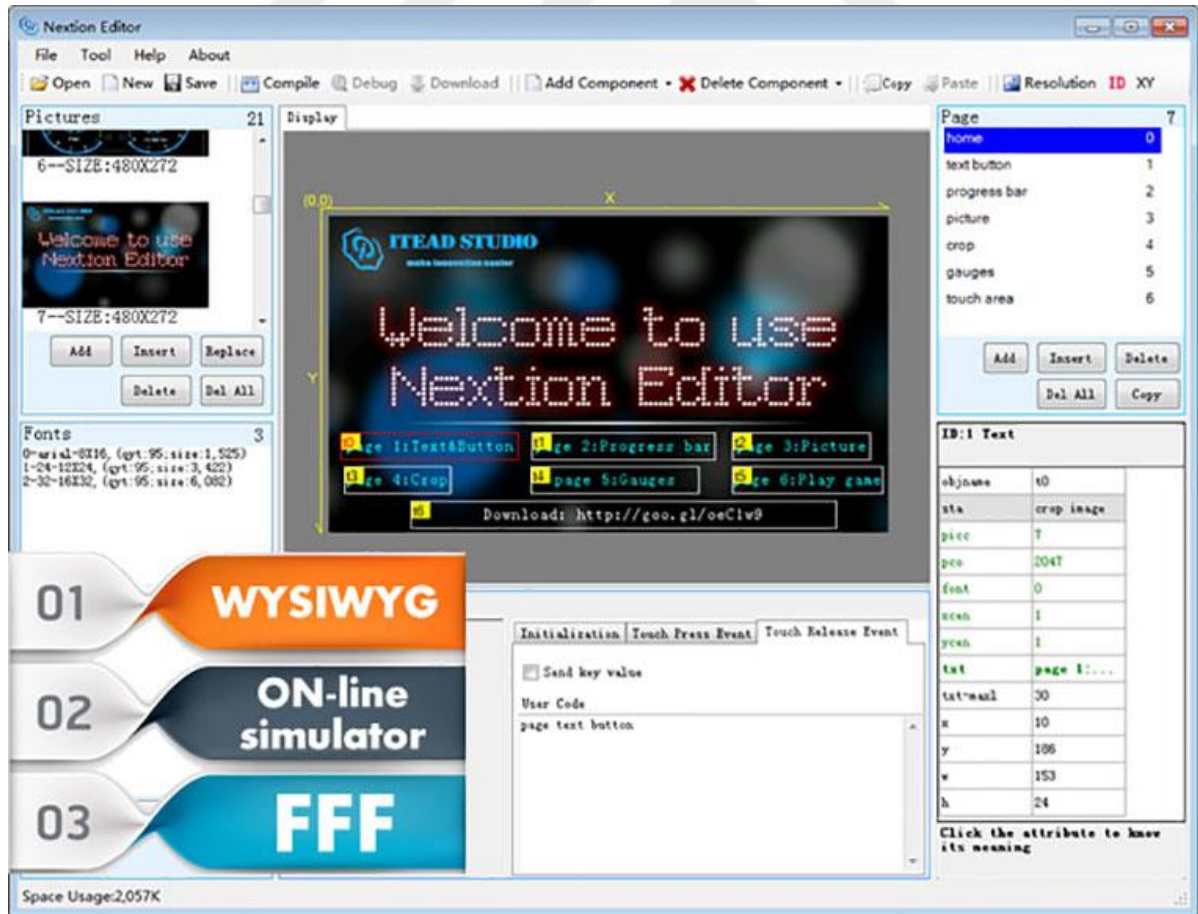
Şekil 3.2. Nextion HMI akıllı 2.8 inch dokunmatik TFT LCD ekranı (Nextion HMI Ekran, t.y.)

Çizelge 3.2. Nextion HMI akıllı 2.8 inch dokunmatik TFT LCD ekranın teknik özellikleri (Nextion HMI Ekran, t.y.)

| Teknik Özellikleri | |
|---|---|
| Çözünürlüğü | 320 x 240 |
| Canlı renkler için | RGB 65 K |
| Entegre | 4 telli Dirençli Dokunmatik Panelli TFT Ekran |
| Yazılım yükseltmesi için | dahili mikro SD kartı |
| Görme Alanı | 57,6 mm (L) × 43,2 mm (W) |
| Ayarlanabilir Parlaklık | 0 ~ 180 nit, ayar aralığı %1 |
| Güç | 5V65mA |
| Herhangi bir TTL Seri Ana Makineye kolay 4 pinli arabirim | |
| Kullanıcı Uygulama Kodu ve Verileri için 4M Flash Belle | |

3.1.3. Nextion Editörü

Nextion Akıllı Dokunmatik ekranın arayüz tasarımı için Nextion Editörü kullanılmıştır. Bilgisayarda oluşturulan HMI (makina insan arayüzü) uzantılı dosya bir mikro sd kart ile akıllı ekrana yüklenebilmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Nextion akıllı dokunmatik ekranı (Nextion Ekran, t.y)

3.1.4. YF-S201 Su Akış Sensörü

Plastik gövdeli, içinde rotor ve hall effect sensörü barındıran bir su akış sensörü kullanılmıştır. Sensörün içerisinden akan suyun rotoru döndürmesi ve hall sensörün rotor dönüş hızına bağlı olarak sinyal üretmesiyle ölçüm yapılmaktadır (Şekil 3.4). İçerisinden geçen akışkanın debisi veya toplam akış miktarı ölçülebilir. YF-S201 su akış sensörünün teknik özellikleri Çizelge 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.4. YF-S201 su akış sensörü (Su Akış Sensörü, t.y.)

Çizelge 3.3. YF-S201 su akış sensörünün teknik özellikleri (Su Akış Sensörü, t.y.)

| Teknik Özellikleri | |
|--------------------|-----------------------|
| Çalışma Gerilimi | DC 5V-24V |
| Çalışma Akımı | 15 mA (DC 5V) |
| Çıkış Türü | Dijital |
| Debi | 1-30L/dakika |
| Su Basıncı | $\leq 1.75\text{MPa}$ |

3.1.5. Sparkfun Openlog-Veri Kayıt Kartı

Sensörden alınan değerlerin ölçüm süresince kaydedilmesi için mikro SD hafıza kartına kayıt yapabilen bir veri kayıt kartı kullanılmıştır. SparkFun OpenLog 32 GB’ a kadar mikro SD hafıza kartlarını destekleyebilmektedir (Şekil 3.5). Üzerinde Atmega328 işlemci bulunan bu kart 16MHz’a kadar yazma hızını desteklemektedir. Veri kaydı sırasında 20-30 mA arasında akım çekerken, boшта çalışma durumunda 2-3mA akım çekmektedir. Bu veri kayıt kartı UART seri bağlantı haberleşmesine sahiptir. Arduino ile çalışabildiği için tercih edilmiştir.



Şekil 3.5. Sparkfun openlog – veri kayıt kartı (Veri Kayıt Kartı, t.y.)

3.1.6. 12V 5A Slim Metal Kasa Switch Mod Adaptör- MS-60-12-S

Arduino mikrodenetleyici ünitesini çalıştırmak için 12V switch mod adaptör kullanılmıştır. Giriş voltajı 100-240 VAC, gücü 60W ve çıkış gerilimi 12 V'tur. Laboratuvar denemelerinde prizden 12 V DC elde edilmek için kullanılmıştır (Şekil 3.6). Makina üzerindeki denemelerde 12V DC traktör aküsünden elde edilmiştir.



Şekil 3.6. 12V 5A slim metal kasa switch mod adaptör – MS-60-12-S (Adaptör, t.y.)

3.1.7. DC-DC Güç Modülü

Akış sensörleri, mikro SD kart modülü ve akıllı ekranı çalıştırmak için 5 V DC gerilime ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çevresel elemanların ihtiyaç duyacakları toplam akım nedeniyle doğrudan Arduino üzerinden çalıştırılmaları uygun olmaz (Arduino dijital kanal başına 20 mA akım çıkışı verebilir). Bu nedenle ayrı bir DC-DC dönüştürücü kullanılarak bu yük Arduino üzerinden alınmıştır. Aynı zamanda kullanılan dönüştürücünün ters akım koruması sayesinde

uçlarına ters polarite verilse dahi sistem zarar görmemektedir (Şekil 3.7). DC-DC Güç Modülü teknik özellikleri Çizelge 3.4’te verilmiştir.



Şekil 3.7. DC-DC güç modülü (Güç Modülü, t.y.)

Çizelge 3.4. DC-DC güç modülünün teknik özellikleri (Güç Modülü, t.y.)

| Teknik Özellikleri | |
|--------------------|-----------------------|
| Çalışma Gerilmi | DC 5V-24V |
| Çalışma Akımı | 15 mA (DC 5V) |
| Çıkış Türü | Dijital |
| Debi | 1-30L/dakika |
| Su Basıncı | $\leq 1.75\text{MPa}$ |

3.1.8. Çok Damarlı Montaj Kablosu

Çevresel elemanların birbirilerine elektriksel olarak bağlanması için 22 AWG (0.22mm) çok damarlı montaj kablosu kullanılmıştır (Şekil 3.8). Kablo seçiminde sistemden geçecek maksimum akım olan 65 mA değeri göz önüne alınmıştır. Bu çapta bir kablo 3A elektrik akımını taşıyabilir.



Şekil 3.8. Çok damarlı montaj kablosu (Montaj Kablosu, t.y.)

3.1.9. Konnektör

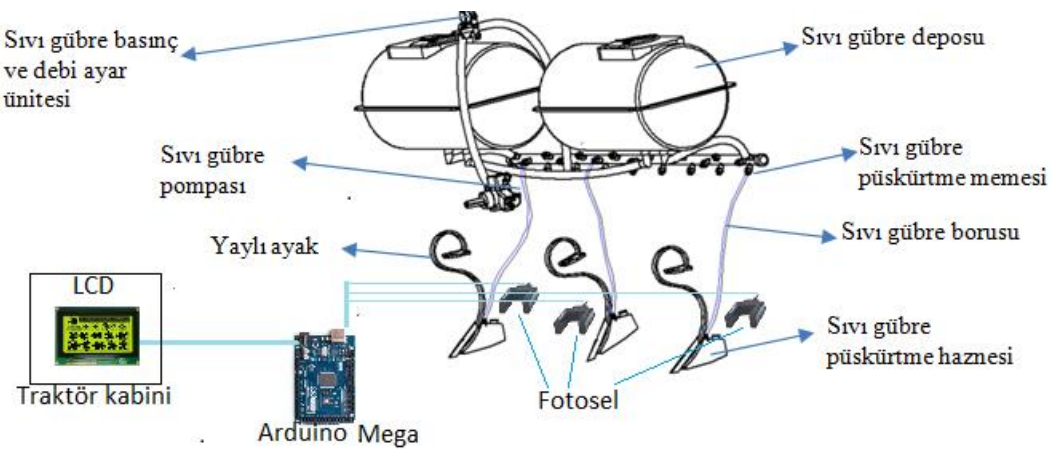
Akış sensörlerinin tasarlanan sisteme kolaylıkla takılıp çıkarılabilmesi için miki konnektörler kullanılmıştır (Şekil 3.9). Böylece arızalanacak sensörle hızlıca değiştirilmesi ve sistem modüler bir yapıya kavuşması sağlanmıştır.



Şekil 3.9. Konnektör (Konnektör, t.y.)

3.1.10. Sıvı Gübre Otomasyon Sistemini

Bu kapsamda mekanik bir ekim makinesinde ayak yapısı ve sıvı gübre atma tertibatı (yaylı ayak, tohum borusu bağlantısı ve sıvı gübre püskürtme ünitesi) kullanılacaktır. Yaylı ayak hem öndeki anızlı toprağı yırtarak tohum yatağını hazırlayarak, hem de ekimin yapılacağı çiziyi açmaktadır (Şekil 3.10). Ayak üzerine yerleştirilen sıvı gübre atma memesi yardımıyla ekim çizisi sıvı gübreyle gübrelenmektedir. Memelerin toprağa yakın çalışmasından dolayı tıkanma olasılığı bulunmaktadır. Sürüş sırasında hangi memenin tıkanıp tıkanmadığının tespiti, traktörü durdurup (gübreleme devam ederken) gözle kontrol yapılmadan mümkün olmamaktadır.



Şekil 3.10. Sıvı gübre otomasyon sisteminin

3.2. Yöntem

Sıvı gübre atış miktarını ölçmek için tasarlanan sistem insan makina arayüzü olarak kullanılan bir ekran, sisteme bağlı çevresel ürünlerin 5V DC ile beslenmesini sağlayan bir DC-DC dönüştürücü, mikrodenetleyeci birimi Arduino MEGA ve sensörlerden alınan verilerin kaydedilmesi için kullanılan Mikro SD veri kayıt modülünden oluşmaktadır. Tüm bu elemanlar 22 AWG çok damarlı montaj kabloları ile birbirine elektriksel olarak bağlanmıştır.

Akış sensörleri sıvı gübre atma makinasının püskürtme memelerine monte edilmiştir. Her bir akış sensöründen 3 tekerrürlü olarak toplam 30 ölçüm alınmıştır (Şekil 3.11). Ölçüm alınan püskürtme memelerinin attığı gerçek sıvı gübre miktarını belirlemek için her bir püskürtme memesinin altına ölçekli kaplar yerleştirilmiştir. Sensörlerden ve ölçekli kaplardan alınan ölçümlerin regresyon analizi yapılarak sıvı gübre kullanımı durumunda sistemin kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur.



Şekil 3.11. Tasarlanan sistem için alınan kalibrasyon ölçümleri

Ayrıca gerçek hacim ve sensör tarafından ölçülen hacimler t-testi ile karşılaştırılarak ölçümler arasında istatistiksel olarak $P < 0.05$ düzeyinde bir fark olup olmadığı analiz edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Otomasyon Sistemi Programının Akışı ve Yazılımı

Tasarlanan otomasyon sistemi için geliştirilen mikrodenetleyici yazılımı Çizelge 4.1’ de gösterilmektedir. Kullanılan akış ölçer sensör L/dk başına 4,5 darbe üreten hall-etkili sensör içeren türbin yapısına sahip bir sensördür. Yazılımda sensörlerden alınan bu darbe sayılarına göre sensör içerisinden akan sıvı debisi ve atılan toplam sıvı hacmi hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu değerler bir ekran üzerinden kullanıcıya gösterilmektedir. Akış kesildiğinde o püskürtme memesine karşılık gelen gösterge kırmızı renge dönerek tıkanmayı kullanıcıya görsel olarak göstermektedir. Tasarlanan otomasyon sistemi Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Otomasyon sistem yazılımı

```
/*
 *
 Measure the liquid/water flow rate using this code.
 Connect Vcc and Gnd of sensor to arduino, and the
 signal line to arduino digital pin 2.
 */

int statusBuzzer = 13;

byte sensorInterrupt0 = 0; // 0 = digital pin 2
byte sensorPin0 = 2;

byte sensorInterrupt1 = 5; // 5 = digital pin 18
byte sensorPin1 = 18;

byte sensorInterrupt2 = 2; // 2 = digital pin 21
byte sensorPin2 = 21;

byte sensorInterrupt3 = 3; // 3 = digital pin 20
byte sensorPin3 = 20;

// The hall-effect flow sensor outputs approximately 4.5 pulses per second per
// litre/minute of flow.
float calibrationFactor = 4.5;

volatile byte pulseCount0;
volatile byte pulseCount1;
volatile byte pulseCount2;
volatile byte pulseCount3;
```

```

float flowRate0;
float flowRate1;
float flowRate2;
float flowRate3;

unsigned long oldTime;

void setup()
{

// Initialize a serial connection for reporting values to the host
Serial.begin(9600);

// Set up the status LED line as an output
pinMode(statusBuzzer, OUTPUT);

pinMode(sensorPin0, INPUT);
digitalWrite(sensorPin0, HIGH);

pinMode(sensorPin1, INPUT);
digitalWrite(sensorPin1, HIGH);

pinMode(sensorPin2, INPUT);
digitalWrite(sensorPin2, HIGH);

pinMode(sensorPin3, INPUT);
digitalWrite(sensorPin3, HIGH);

pulseCount0    = 0;
pulseCount1    = 0;
pulseCount2    = 0;
pulseCount3    = 0;

flowRate0      = 0.0;
flowRate1      = 0.0;
flowRate2      = 0.0;
flowRate3      = 0.0;

oldTime        = 0;

// The Hall-effect sensor is connected to pin 2 which uses interrupt 0.
// Configured to trigger on a FALLING state change (transition from HIGH
// state to LOW state)
attachInterrupt(sensorInterrupt0, pulseCounter0, FALLING);
attachInterrupt(sensorInterrupt1, pulseCounter1, FALLING);
attachInterrupt(sensorInterrupt2, pulseCounter2, FALLING);
attachInterrupt(sensorInterrupt3, pulseCounter3, FALLING);
}

```

```

/**
 * Main program loop
 */
void loop()
{

  if((millis() - oldTime) > 1000) // Only process counters once per second
  {
    // Disable the interrupt while calculating flow rate and sending the value to
    // the host
    detachInterrupt(sensorInterrupt0);
    detachInterrupt(sensorInterrupt1);
    detachInterrupt(sensorInterrupt2);
    detachInterrupt(sensorInterrupt3);

    // Because this loop may not complete in exactly 1 second intervals we calculate
    // the number of milliseconds that have passed since the last execution and use
    // that to scale the output. We also apply the calibrationFactor to scale the output
    // based on the number of pulses per second per units of measure (litres/minute in
    // this case) coming from the sensor.
    flowRate0 = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount0) / calibrationFactor;
    flowRate1 = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount1) / calibrationFactor;
    flowRate2 = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount2) / calibrationFactor;
    flowRate3 = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount3) / calibrationFactor;

    // Note the time this processing pass was executed. Note that because we've
    // disabled interrupts the millis() function won't actually be incrementing right
    // at this point, but it will still return the value it was set to just before
    // interrupts went away.
    oldTime = millis();

    unsigned int frac0;
    unsigned int frac1;
    unsigned int frac2;
    unsigned int frac3;

    // Check flowrate to activate or deactivate buzzer

    if (flowRate0 <= 0){
      digitalWrite(statusBuzzer, LOW);
    }

    else {
      digitalWrite(statusBuzzer, HIGH);
    }

    // Send result to nextion tft screen

```

```

sendFlowRate0ToNextion();
sendFlowRate1ToNextion();
sendFlowRate2ToNextion();
sendFlowRate3ToNextion();

// Check flowrate to change background color

if (flowRate0 <= 0){
  changeColorRed0ToNextion();
}

else {
  changeColorGreen0ToNextion();
}

if (flowRate1 <= 0){
  changeColorRed1ToNextion();
}

else {
  changeColorGreen1ToNextion();
}

if (flowRate2 <= 0){
  changeColorRed2ToNextion();
}

else {
  changeColorGreen2ToNextion();
}

if (flowRate3 <= 0){
  changeColorRed3ToNextion();
}

else {
  changeColorGreen3ToNextion();
}

// Reset the pulse counter so we can start incrementing again
pulseCount0 = 0;
pulseCount1 = 0;
pulseCount2 = 0;
pulseCount3 = 0;

// Enable the interrupt again now that we've finished sending output
attachInterrupt(sensorInterrupt0, pulseCounter0, FALLING);
attachInterrupt(sensorInterrupt1, pulseCounter1, FALLING);

```



```

attachInterrupt(sensorInterrupt2, pulseCounter2, FALLING);
attachInterrupt(sensorInterrupt3, pulseCounter3, FALLING);
}
}

/*
Insterrupt Service Routine
*/
void pulseCounter0()
{
// Increment the pulse counter
pulseCount0++;
}

void pulseCounter1()
{
// Increment the pulse counter
pulseCount1++;
}

void pulseCounter2()
{
// Increment the pulse counter
pulseCount2++;
}

void pulseCounter3()
{
// Increment the pulse counter
pulseCount3++;
}

void sendFlowRate0ToNextion()
{
String command = "flowRate0.txt=\"" +String(flowRate0)+"\"";
Serial.print(command);
endNextionCommand();
}

void sendFlowRate1ToNextion()
{
String command = "flowRate1.txt=\"" +String(flowRate1)+"\"";
Serial.print(command);
endNextionCommand();
}

void sendFlowRate2ToNextion()
{
String command = "flowRate2.txt=\"" +String(flowRate2)+"\"";
Serial.print(command);
}

```

```

endNextionCommand();
}

void sendFlowRate3ToNextion()
{
String command = "flowRate3.txt=\""+String(flowRate3)+"\"";
Serial.print(command);
endNextionCommand();
}

// Change color to Default functions

void changeColorGreen0ToNextion()
{
Serial.print("flowRate0.bco=");
Serial.print(1000);
endNextionCommand();
}

void changeColorGreen1ToNextion()
{
Serial.print("flowRate1.bco=");
Serial.print(1000);
endNextionCommand();
}

void changeColorGreen2ToNextion()
{
Serial.print("flowRate2.bco=");
Serial.print(1000);
endNextionCommand();
}

void changeColorGreen3ToNextion()
{
Serial.print("flowRate3.bco=");
Serial.print(1000);
endNextionCommand();
}

// Change color to Red functions

void changeColorRed0ToNextion()
{
Serial.print("flowRate0.bco=");
Serial.print(60000);
endNextionCommand();
}

```

```

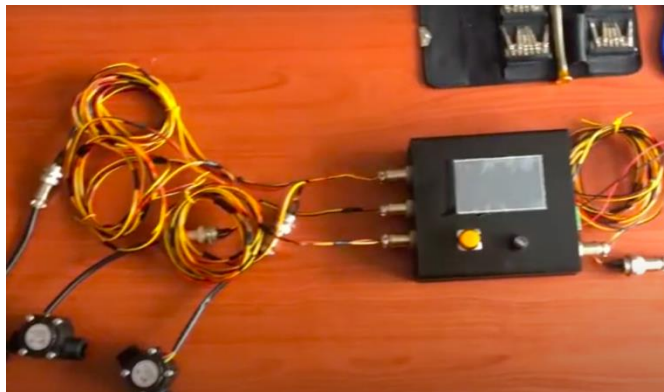
void changeColorRed1ToNextion()
{
  Serial.print("flowRate1.bco=");
  Serial.print(60000);
  endNextionCommand();
}

void changeColorRed2ToNextion()
{
  Serial.print("flowRate2.bco=");
  Serial.print(60000);
  endNextionCommand();
}

void changeColorRed3ToNextion()
{
  Serial.print("flowRate3.bco=");
  Serial.print(60000);
  endNextionCommand();
}

void endNextionCommand()
{
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
}

```



Şekil 4.1. Tasarlanan otomasyon sistemi

4.2. Püskürtme Memelerinin Gerçek Hacim İle Ölçülen Hacminin Karşılaştırılması

4.2.1. Motorun 1000 Devirde Çalışmasındaki Sonuçlar

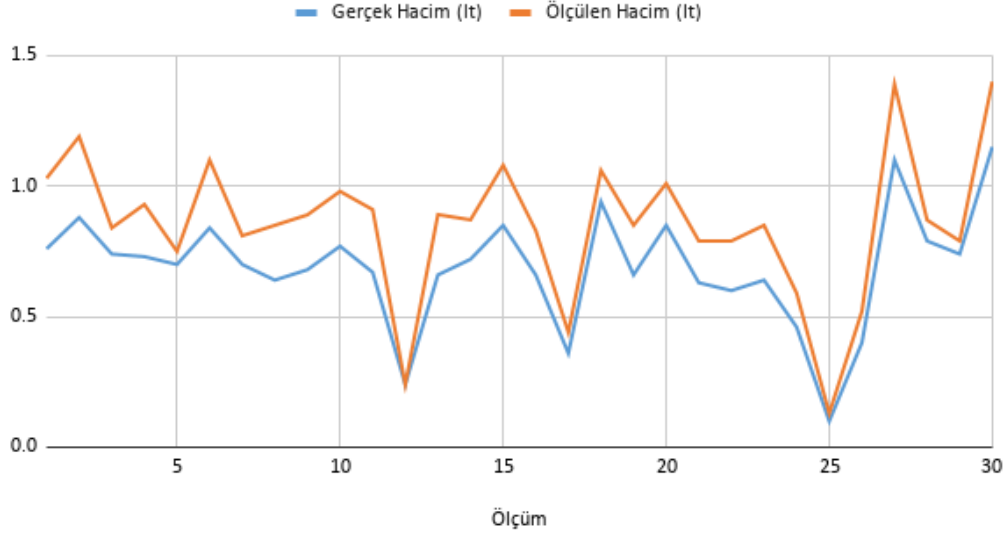
Motorun 1000 devrinde püskürtme memelerinden toplam 30 ölçüm alınmış olup, alınan veriler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Su ile yapılan 30 ölçümün memelerdeki hacmi ile gerçekteki hacim değerleri karşılaştırılması Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Gerçek hacim ölçekli kaplarda toplanan sıvı miktarından, ölçülen hacim ise akış sensöründen elde edilen değerler üzerinden bulunmuştur. Şekil 4.2’de bu ölçümlerin birbiri ile ilişkisi gözlenebilir. Sensör tarafından ölçülen hacmin gerçek hacimden bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Memelerden ölçülen hacim değerleri

| Ölçüm Noktaları | Gerçek Hacim (lt) | Ölçülen Hacim (lt) | Ölçüm Noktaları | Gerçek Hacim (lt) | Ölçülen Hacim (lt) | Ölçüm Noktaları | Gerçek Hacim (lt) | Ölçülen Hacim (lt) |
|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| 1. Ölçüm | 0,76 | 1,03 | 1.Ölçüm | 0,67 | 0,91 | 1.Ölçüm | 0,63 | 0,79 |
| 2. Ölçüm | 0,88 | 1,19 | 2.Ölçüm | 0,24 | 0,24 | 2.Ölçüm | 0,60 | 0,79 |
| 3. Ölçüm | 0,74 | 0,84 | 3.Ölçüm | 0,66 | 0,89 | 3.Ölçüm | 0,64 | 0,85 |
| 4. Ölçüm | 0,73 | 0,93 | 4.Ölçüm | 0,72 | 0,87 | 4.Ölçüm | 0,46 | 0,59 |
| 5. Ölçüm | 0,70 | 0,75 | 5.Ölçüm | 0,85 | 1,08 | 5.Ölçüm | 0,10 | 0,13 |
| 6. Ölçüm | 0,84 | 1,10 | 6.Ölçüm | 0,66 | 0,83 | 6.Ölçüm | 0,40 | 0,52 |
| 7. Ölçüm | 0,70 | 0,81 | 7.Ölçüm | 0,36 | 0,44 | 7.Ölçüm | 1,10 | 1,39 |
| 8. Ölçüm | 0,64 | 0,85 | 8.Ölçüm | 0,94 | 1,06 | 8.Ölçüm | 0,79 | 0,87 |
| 9. Ölçüm | 0,68 | 0,89 | 9.Ölçüm | 0,66 | 0,85 | 9.Ölçüm | 0,74 | 0,79 |
| 10. Ölçüm | 0,77 | 0,98 | 10.Ölçüm | 0,85 | 1,01 | 10.Ölçüm | 1,15 | 1,40 |

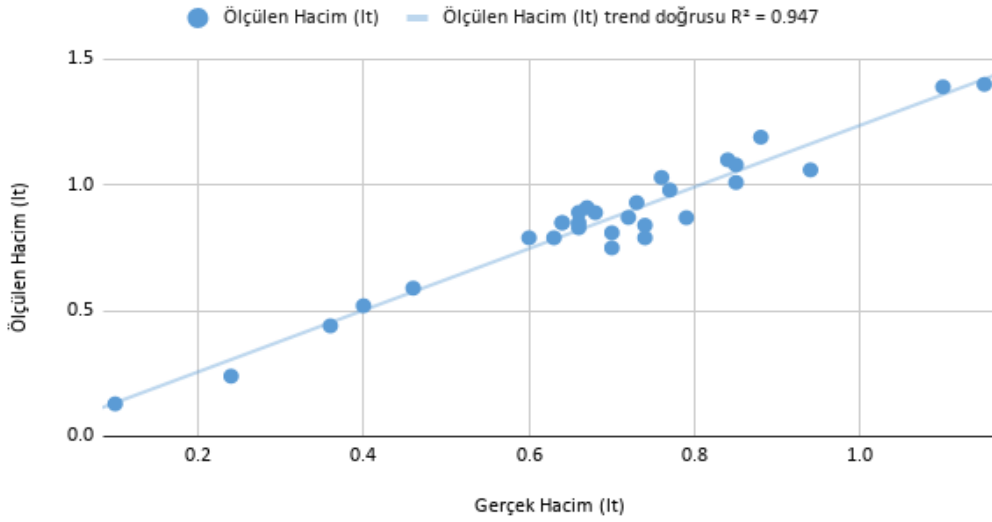
Çizelge 4.3. Su ile yapılan ölçümlerin gerçekteki hacimleri

| Ölçüm | Gerçek hacim (lt) | Ölçülen hacim (lt) |
|--------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 | 0,1 | 0,78 |
| 2 | 0,1 | 1,09 |
| 3 | 0,1 | 0,87 |
| 4 | 0,1 | 0,86 |
| 5 | 0,1 | 0,92 |
| 6 | 0,1 | 0,92 |
| 7 | 0,1 | 0,92 |
| 8 | 0,1 | 0,97 |
| 9 | 0,1 | 0,91 |
| 10 | 0,1 | 0,96 |
| 11 | 0,1 | 1,04 |
| 12 | 0,1 | 1,08 |
| 13 | 0,1 | 1,28 |
| 14 | 0,1 | 1,20 |
| 15 | 0,1 | 0,99 |
| 16 | 0,1 | 1,05 |
| 17 | 0,1 | 1,05 |
| 18 | 0,1 | 1,04 |
| 19 | 0,1 | 1,11 |
| 20 | 0,1 | 0,90 |
| 21 | 0,1 | 1,07 |
| 22 | 0,1 | 1,29 |
| 23 | 0,1 | 1,51 |
| 24 | 0,1 | 1,28 |
| 25 | 0,1 | 1,41 |
| 26 | 0,1 | 1,39 |
| 27 | 0,1 | 1,19 |
| 28 | 0,1 | 1,03 |
| 29 | 0,1 | 1,11 |
| 30 | 0,1 | 1,06 |



Şekil 4.2. Gerçek hacim ve ölçülen hacim grafiği

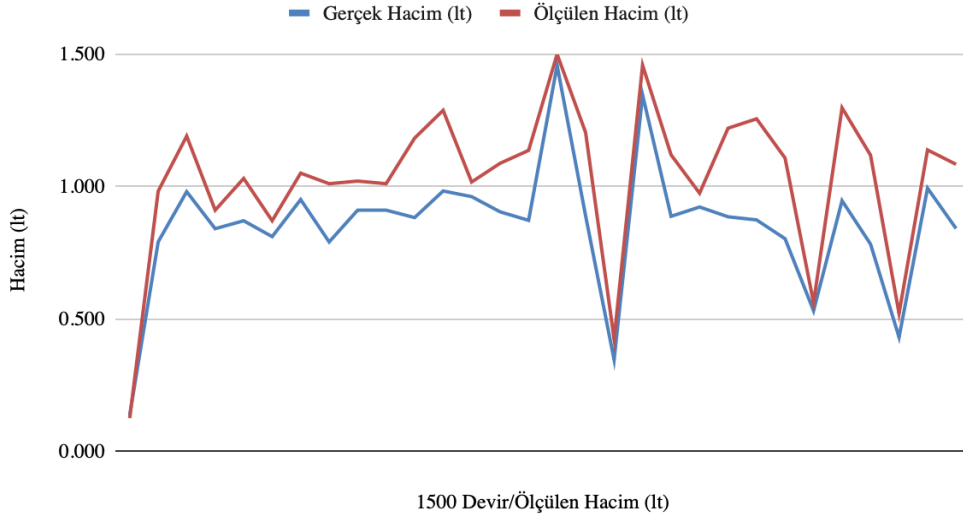
Memelerden akan gerçek hacim ve ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi incelendiğinde aralarında yüksek bir doğrusal ilişki olduğu gözlenmiştir. Regresyon katsayısı $R^2=0,947$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi

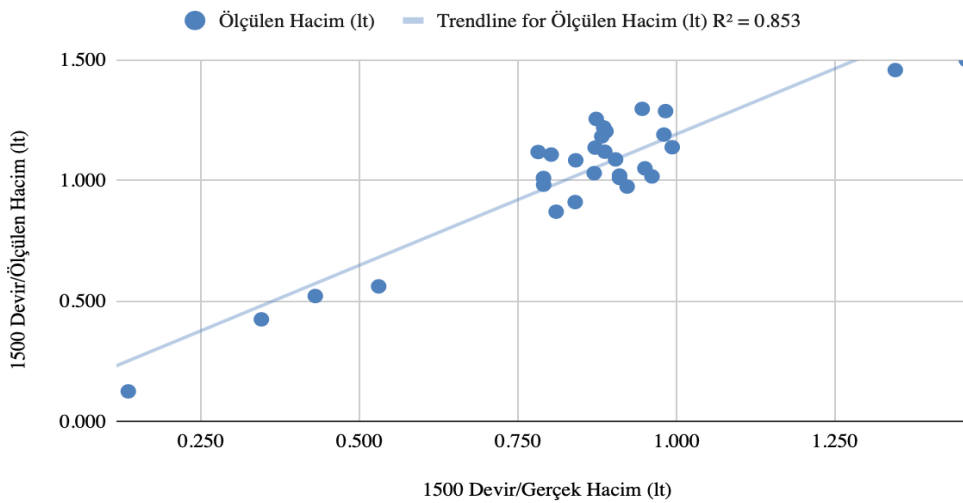
4.2.2. Motorun 1500 Devirde Çalışmasındaki Sonuçlar

Motorun 1500 devrinde püskürtme memelerinden toplam 30 ölçüm alınmış olup, alınan gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki ilişki Şekil 4.4’de gözlenebilir. Sensör tarafından ölçülen hacmin gerçek hacimden bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4. Gerçek hacim ve ölçülen hacim grafiği

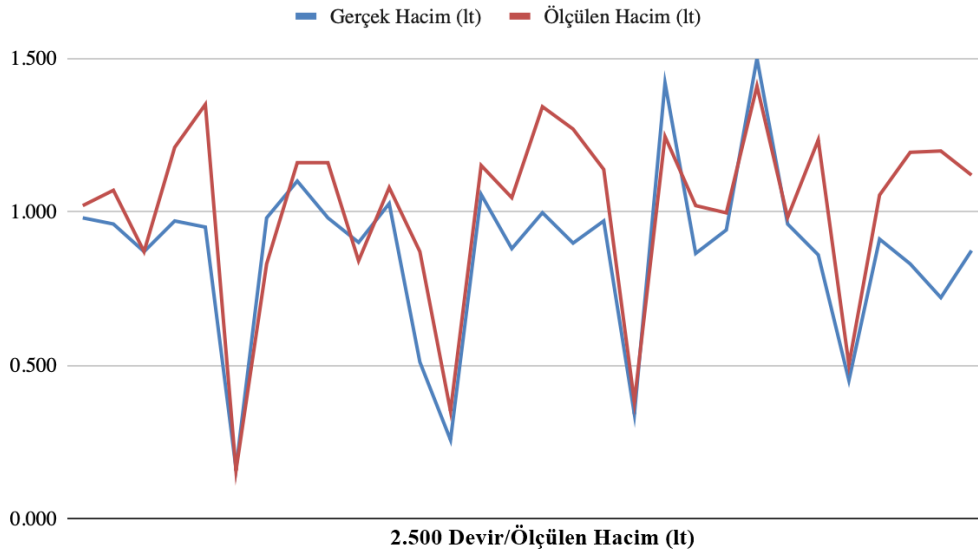
Memelerden akan gerçek hacim ve ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi incelendiğinde aralarında yüksek bir doğrusal ilişki olduğu gözlenmiştir. Regresyon katsayısı $R^2=0,853$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi

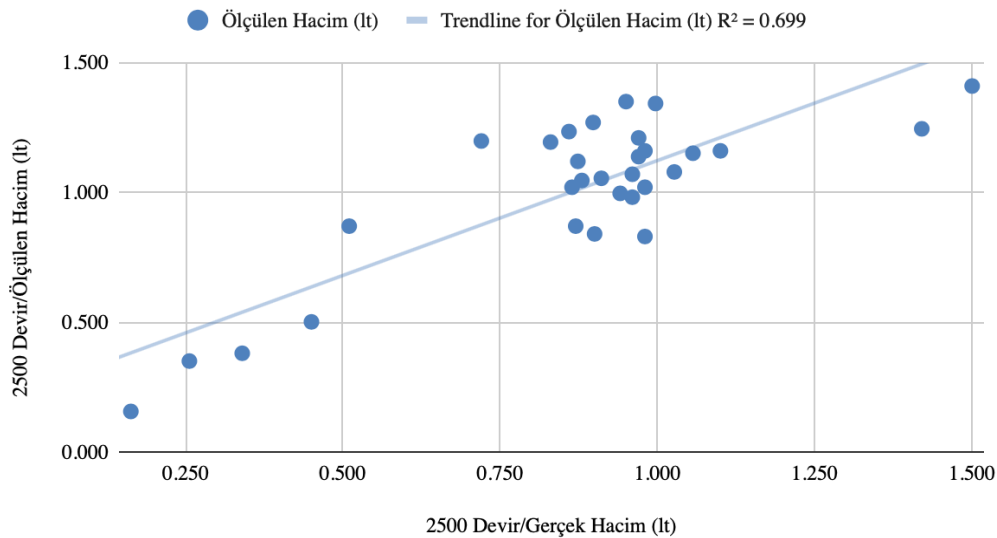
4.2.4. Motorun 2500 Devirde Çalışmasındaki Sonuçlar

Motorun 2500 devrinde püskürtme memelerinden toplam 30 ölçüm alınmış olup, alınan gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki ilişki Şekil 4.8’de gözlenebilir. Sensör tarafından ölçülen hacmin gerçek hacimden bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.8. Gerçek hacim ve ölçülen hacim grafiği

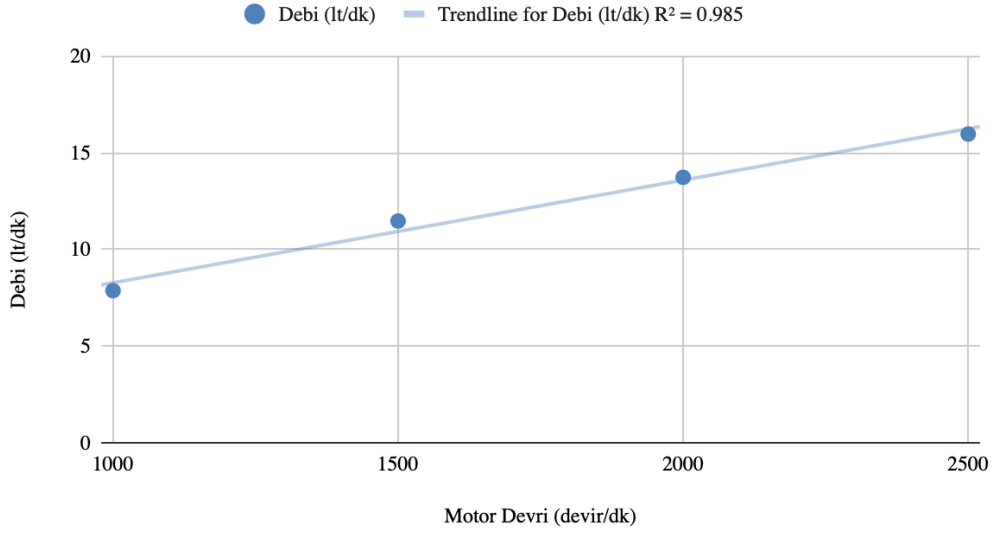
Memelerden akan gerçek hacim ve ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi incelendiğinde aralarında yüksek bir doğrusal ilişki olduğu gözlenmiştir. Regresyon katsayısı $R^2=0,699$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki regresyon eğrisi

4.3. Debi ve Motor Devri Arasındaki İlişki

Motorun 1000-2500 devirleri arasındaki püskürtme memelerinden alınan ortalama debi ölçümleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Püskürtme memelerinden alınan ortalama debi ile motor devri arasındaki regresyon eğrisi incelendiğinde aralarında yüksek bir doğrusal ilişki olduğu gözlenmiştir ve regresyon katsayısı $R^2=0,985$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Debi ve motor devri arasındaki regresyon eğrisi

Çizelge 4.4. Debi ve motor devri arasındaki ilişki

| Motor Devri (devir/dk) | Debi (lt/dk) |
|------------------------|--------------|
| 1000 | 7.87 |
| 1500 | 11.47 |
| 2000 | 13.73 |
| 2500 | 15.97 |

4.4. Ölçülen Hacim Miktarı ile Gerçek Hacim Miktarı Arasındaki Farkın Motor Devrine Göre Karşılaştırılması

Dört farklı motor devrinde ölçülen hacim ile gerçek hacim arasındaki farklar Çizelge 4.5’te verilmiştir. Çizelge 4.6’da ise bu farklara ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki en yüksek fark 2500 devirde 0,478 olarak görülmektedir.

Çizelge 4.5. Gerçek hacim ile ölçülen hacim arasındaki fark

| Ölçüm | 1000 Devir | 1500 Devir | 2000 Devir | 2500 Devir |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 0,270 | 0,011 | 0,270 | 0,040 |
| 2 | 0,310 | 0,078 | 0,320 | 0,110 |
| 3 | 0,100 | 0,210 | 0,095 | 0,000 |
| 4 | 0,200 | 0,070 | 0,295 | 0,240 |
| 5 | 0,050 | 0,160 | 0,200 | 0,400 |
| 6 | 0,260 | 0,060 | 0,150 | 0,007 |
| 7 | 0,110 | 0,100 | 0,247 | 0,150 |
| 8 | 0,210 | 0,220 | 0,145 | 0,060 |
| 9 | 0,210 | 0,335 | 0,180 | 0,180 |
| 10 | 0,210 | 0,382 | 0,140 | 0,060 |
| 11 | 0,240 | 0,305 | 0,245 | 0,052 |
| 12 | 0,000 | 0,030 | 0,106 | 0,360 |
| 13 | 0,230 | 0,055 | 0,295 | 0,094 |
| 14 | 0,150 | 0,184 | 0,361 | 0,095 |
| 15 | 0,230 | 0,264 | 0,252 | 0,166 |
| 16 | 0,170 | 0,043 | 0,276 | 0,346 |
| 17 | 0,080 | 0,315 | 0,100 | 0,372 |
| 18 | 0,120 | 0,192 | 0,014 | 0,168 |
| 19 | 0,190 | 0,113 | 0,091 | 0,040 |
| 20 | 0,160 | 0,232 | 0,439 | 0,175 |
| 21 | 0,160 | 0,052 | 0,167 | 0,156 |
| 22 | 0,190 | 0,110 | 0,283 | 0,056 |
| 23 | 0,210 | 0,100 | 0,224 | 0,090 |
| 24 | 0,130 | 0,300 | 0,151 | 0,022 |
| 25 | 0,030 | 0,305 | 0,081 | 0,375 |
| 26 | 0,120 | 0,351 | 0,034 | 0,051 |
| 27 | 0,210 | 0,336 | 0,012 | 0,144 |
| 28 | 0,080 | 0,090 | 0,116 | 0,364 |
| 29 | 0,050 | 0,145 | 0,138 | 0,478 |
| 30 | 0,250 | 0,243 | 0,253 | 0,246 |

Çizelge 4.6. Motor devirleri için elde edilen fark değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

| Ölçüm | 1000 Devir | 1500 Devir | 2000 Devir | 2500 Devir |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ortalama | 0,167 | 0,180 | 0,189 | 0,170 |
| Maksimum | 0,310 | 0,382 | 0,439 | 0,478 |
| Minimum | 0,000 | 0,011 | 0,012 | 0,000 |
| Standart Sapma | 0,080 | 0,113 | 0,105 | 0,137 |
| Varyans | 0,006 | 0,013 | 0,011 | 0,019 |

Farklı devir sayılarına göre gerçek değer ile sensörden alınan ölçümler arasındaki farklılara ait ortalamaların arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı ANOVA karşılaştırılmıştır. ANOVA testi sonuçları Çizelge 4.7’de görülmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı devir sayılarına göre gerçek değer ile ölçülen değerler arasındaki farklılara ait istatistiksel sonuçlar

| | Miktar | Toplam | Ortalama | Varyans | | |
|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| 1000 Devir | 30 | 5,01 | 0,167 | 0,01 | | |
| 1500 Devir | 30 | 5,39 | 0,18 | 0,01 | | |
| 2000 Devir | 30 | 5,68 | 0,19 | 0,01 | | |
| 2500 Devir | 30 | 5,09 | 0,17 | 0,02 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| Varyasyon Kaynağı | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Gruplar Arasında | 0,0093 | 3 | 0,003 | 0,25 | 0,86 | 2,69 |
| Gruplar İçinde | 1,42 | 116 | 0,012 | | | |
| | | | | | | |
| Toplam | 1,423 | 119 | | | | |

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Trakya Bölgesinde ayçiçeği hasadından sonra tahıl ekiminde hem doğrudan ekim yapabilme hem de ekim ile birlikte sıvı gübre uygulayabilme özeliğini olan bir doğrudan ekim makinesinde atılan sıvı gübre miktarının ölçülmesini ve izlenmesini sağlayacak otomasyon sisteminin geliştirilmiştir. Geliştirilen bu otomasyon sistemi güvenilir sınırlar içerisinde çalıştığı, memelerde meydana gelen tıkanmaların görsel olarak uyarı verdiği ve gübreleme uygulaması sırasında traktör sürücüsünün atılan gübre miktarını izlemesini kolaylıkla sağlandığından bu sistemin uygulamada kullanılabilir olduğu saptanmıştır. Bu sistem doğrudan ekim ve sıvı gübre uygulayabilen bir doğrudan ekim makinası için sıvı gübre miktarının ölçülmesini ve izlenmesini sağlayacak otomasyon sisteminin tasarımı başarı ile tamamlanmıştır. Bu tez çalışması sırasında elde edilen sonuçlarını aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

- Sıvı gübre atımı sırasında tıkanmış gübreleme memelerinin tespitini yapmaktadır. (Püskürtme memesinde akış sıfır olduğunda görsel olarak uyarı vererek)
- Gübreleme uygulaması sırasında traktör sürücüsünün atılan gübre miktarını izlemesini sağlamaktadır.
- Tasarlanan sistemin ölçtüğü değerler ile gerçekten atılan gübre miktarı arasında $R^2=0.947$ oranında kuvvetli bir doğrusal ilişki bulunmaktadır.
- Yapılan bağımsız çift yönlü t-test gerçek ölçümler ile sensör tarafından yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak ($P<0.05$ önem düzeyinde) önemli bir fark olmadığını ortaya koymaktadır.

Tasarlanan sistem ile ilgili sonraki çalışmalarda yapılabilecekler üzerine önerileri şu başlıklar altında toplayabiliriz:

- Çalışmada kullanılan akış ölçüm sensörleri plastik yapıdadır. Sıvı gübre gibi yüksek korozyon etkisine sahip materyaller ile uzun süreli çalışma için korozyona dayanıklı materyalden oluşan sensörler tercih edilebilir.
- Çalışmada kullanılan sensörler türbinli yapıdadır. Sıvı gübre içerisinde bulunan katı materyal sensörler içerisinde tıkanmaya sebebiyet verebilir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda manyetik yöntemle ölçüm yapan akış ölçerler denenerek karşılaştırma yapılabilir.
- Tasarlanan sistemin mekanik dayanıklılığını test etmek amacıyla daha uzun süre saha kullanım ve testine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Adaptör (t.y.)*. Erişim Adresi <https://cilingirogluelektronik.com.tr/adaptor-aku-pil/adaptor-cesitleri/metal-kasa-adaptorleri/prd-t-power-12v-5a-slim-metal-kasa-adaptor>
- Akdemir, B. (2013). Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Bölümünde yürütülen hassas tarım teknolojileri araştırmaları. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9(4),291-296.
- Akdemir, B., Blackmore, S. (2002). Verim haritası hazırlama üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1),38-44.
- Aktepe, B.B. (2019). *Sıvı gübre makinaları* (Yüksek Lisans Semineri), Tekirdağ Namık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arduino (t.y.)*. Erişim Adresi <https://www.direnc.net/arduino-uno-r3-smd>
- Aydın, H. (2010). *Antep fıstığı bahçelerinde kullanılacak alternatif bir gübre makinasının geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Batıgücü, U. (2019). *Gübre serpmeye makinesi imalatında zaman ve enerji analizi* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Bellitürk, K., Sağlam, C., Akdemir, B., Şişman, C.B. (2010) Determination of spatial variability in olive production. Part 1- soil. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(4), 468-475.
- Bitki Gelişimi (t.y.)*. Erişim Adresi <https://pixy.org/191043/>
- Çelik, Y. (2020). *Sıvı gübre tertibatlı anıza tahıl ekimi yapan doğrudan ekim makinesinin uygulama olanaklarının irdelenmesi üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Doran, İ., Bağdatlı, M.C. (2014). Tarımsal sürdürülebilirlikte uzaktan algılamanın önemi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi-Namık Kemal Üniversitesi, 3(1):29-32. Derleme makale
- Dursun, İ., Dursun, E. (2019). Tankersiz ve tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının karşılaştırılması. Hasat Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi, 21-23 Haziran 2019, Ankara.
- Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Erdal, İ. ve Coşkan, A. (2010). Türkiye’de Kimyasal Gübre Üretim ve Tüketim Durumu, Sorunlar, Çözüm Önerileri ve Yenilikler. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği Teknik VII. Kongresi, 11-12 Ocak 2010, 1-21, Ankara.

- Gökçebay, A. (1986). *Tarım Makinaları-I*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 979.
- Gübre Şerbeti Nasıl Yapılır* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=3114&gubre-serbeti-nasil-yapilir%A0.html>
- Gübre ve Gübreleme* (t.y.). Erişim adresi http://www.tarimkutuphanesi.com/gubre_ve_gubreleme_00275.html
- Gübre Yapım Aşamaları (2021)*. Erişim Adresi <https://www.gubreler.com/tag/sulandirilmis-gubre>
- Gübrelerin Sınıflandırılması* (t.y.). Erişim adresi http://www.tarimkutuphanesi.com/gubrelerin_siniflandirilmesi_00276.html
- Güç Modülü* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.direnc.net/5a-dc-dc-guc-modulu>
- Güler, İ.E., Uygan, F. (2009). Pnömatik ekim makinalarında farklı tip dağıtma başlıkları, hava hızı ve gübreleme normunun akış düzgünlüğüne etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1),71-80.
- Katı Gübre* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.toros.com.tr/tr/gubre-faaliyetleri/urunler/bitki-besleme/klasik-gubreler>
- Kimyasal Gübreler ve Olumsuz Etkileri* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.gubrekapimda.com/blog/icerik/kimyasal-gubreler-ve-olumsuz-etkileri>
- Konnektör* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.direnc.net/gx-12-2li-disi-mike-konnektor>
- Köseoğlu, M., Gündoğdu, K.S. (2004). Arazi toplulaştırması planlama çalışmalarında uzaktan algılama tekniklerinden yararlanma olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 45-56.
- Kürklü, A., Çağlayan, N. (2005). Sera otomasyon sistemlerinin geliştirilmesine yönelik bir çalışma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 25-34.
- Montaj Kablosu* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.ferza.com.tr/yeni-urun/22-awg-cok-damarli-montaj-kablosu-15m-kirmizi>
- Mutaf, E., (1984). *Tarım Alet ve Makinaları*. Bornova-İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 218.
- Nextion Ekran* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.amazon.fr/JSMH-Nextion-Pouces-Module-Accessoire/dp/B08219LDDK>

- Nextion HMI Ekran* (t.y.). Erişim Adresi https://www.gittigidiyor.com/bilgisayar-tablet/2-8-inch-nextion-hmi-dokunmatik-tft-lcd-ekran-4-mb-dahili-hafiza_pdp_706991492
- Organik Sıvı Gübre Çeşitleri* (t.y.) Erişim Adresi <https://sivisolucangubresi.org/organik-sivi-gubre-cesitleri/>
- Öter, A., Bahar, M.Ş. (2018). Programlanabilir denetleyici kontrollü sulama sistemi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(4),329-333.
- Özbek, O. ve Konak, M. (2017). Sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarında farklı uygulamalarında azot kaybına etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(1), 1-10.
- Özbek, O., Marakoğlu, T., Çarman, K. ve Çıtıl, E. (2015). Sıvı ahır gübresi uygulanabilen ekim makinasının dizaynı ve değerlendirilmesi. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, 11(2), 139-145.
- Sıvı Gübre* (2020). Erişim Adresi <https://www.hortiturkey.com/yazilar/sivi-gubre-nedir-ne-ise-yarar>
- Su Akış Sensörü* (t.y.). Erişim Adresi <https://www.direnc.net/su-akis-ve-hidrolik-basinc-sensuru>
- Taban, S., İbrikçi, H., Ortaş, İ., Karaman, M.R., Orhan, Y. ve Güneri, A. (2016). Türkiye’de gübre üretimi ve kullanımı.
- Tekin, A.B., Şen, E. (2017). Hiper spektral görüntülemenin tarımda kullanımı. Ege Üniversitesi *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 13(3),127-131.
- Ülger, P. (1982). *Tarımsal Makinaların İlkeleri ve Projelene Esasları*. Erzurum: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 280.
- Ülger, P., Güzel, E., Kayışoğlu, B., Eker, B., Akdemir, B., Pınar, Y. ve Bayhan, Y. (1996). *Tarım Makinaları İlkeleri*. İstanbul: Fakülteler Matbaası.
- Ünal, H., Erdoğan, H., Gürcan, S. ve Satıoğlu, S. (2017). Sıvı gübre makinasının farklı çalışma hızlarındaki işletme özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Fakülte Dergisi*, 2017, 31(1), 49-60.
- Üngör, M.G., Akdemir, B. (2016). Meyve bahçeleri için değişken miktarlı tarımsal girdi uygulama programının geliştirilmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(Ek sayı), 143-150.

Veri Kayıt Kartı (t.y.). Erişim Adresi <https://www.makersupplies.sg/products/sparkfun-openlog-dev-13712>

Yerdelen, A., Mermer, A., Dedeoğlu, F., Yıldız, H., Kaya, Y., Süzer, S., Öcal, M.B. (2008). Edirne ilinde ürün deseninin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak belirlenmesi ve ayçiçeği verim tahmini. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2).

ZMO: Ülkemizde Gübre Üretimi Ve Tüketimi Üzerine Bir Değerlendirme (t.y.). Erişim Adresi <https://www.tmmob.org.tr/icerik/zmo-ulkemizde-gubre-uretimi-ve-tuketimi-uzerine-bir-degerlendirme>.

