

**SIRAYI TAKİP EDEBİLEN
HASSAS ÇAPALAMA
MAKİNASININ GELİŞTİRİLMESİ
Uğur Boğaçhan BALTACIOĞLU**

**Yüksek Lisans Tezi
Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM**

2013

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SIRAYI TAKİP EDEBİLEN HASSAS ÇAPALAMA MAKİNASININ
GELİŞTİRİLMESİ**

Uğur Boğaçhan BALTACIOĞLU

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: YRD. DOÇ. DR. CİHANGİR SAĞLAM

TEKİRDAĞ-2013

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM danışmanlığında, Uğur Boğaçhan BALTACIOĞLU tarafından hazırlanan “Sırayı Takip Hassas Edebilen Çapalama Makinasının Geliştirilmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makinaları Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza :

Üye: Prof. Dr. İbrahim YALÇIN

İmza :

Üye: Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM (Danışman)

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SIRAYI TAKİP EDEBİLEN HASSAS ÇAPALAMA MAKİNASININ GELİŞTİRİLMESİ

Uğur Boğaçhan BALTACIOĞLU

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM

Tarımsal üretimdeki ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili olan endişelerden dolayı tarımsal ürünlerden maksimum verimi, optimum kalitede alabilmek için standart tarım uygulamalarının geliştirilmesi yönüne doğru gidilmektedir. Hassas tarım uygulamaları sayesinde tarımsal girdileri azaltarak tarımsal üretimde ekonomik ve çevresel anlamda sürdürülebilirliğin sağlanması mümkündür. Tarımdaki bu sürdürülebilirliği sağlamak ve sağlıklı ürünler üretmek için ise günümüzde zararlı bitkiler ile mücadelede kimyasal mücadele azaltılmaya çalışılmakta bunun yerine ise mekanik mücadele yöntemlerine başvurulmaktadır.

Tarla koşullarında sıra arasında traktörü yönlendirmek traktör operatörü için oldukça zor ve yorucu bir işdir. Makinenin otomatik olarak bitki sıraları arasında yönlendirilmesi ile operatörün yorgunluğunun azalmasının yanında aynı zamanda iş verimliliğini artmasına ve verimli bir çalışmanın gerçekleşmesine olanak tanınmış olur. Geliştirilecek olan sıra takip sistemi sayesinde sıra arasında bitkilere yaklaşma mesafesi artacağından çapalanabilen alanın genişlemesi buna bağlı olarak da yabancı ot mücadele etkinliğinin ve verimliliğin artması mümkün olacaktır.

Bu çalışmada, çapalama aleti üzerine akupile edilecek olan bir kamera ile bitki sıraları algılanacak, algılanan bu bitki sıraları elektronik düzenek ile işlenerek çapalama aletinin sırayı takip edebilmesi için gerekli kayma miktarı hidrolik üniteye iletilecek ve çift taraflı hidrolik piston vasıtası ile şasenin gereken yönde ve gerekli miktarda kaydırılması ve dolayısı ile çapalama aletinin sırayı takip etmesi sağlanacaktır.

Geliştirilecek olan bu sistemin başarılı olup olmadığını test etmek amacı ile proje kapsamında test amaçlı 7 sıralı bir çapalama makinesi; 4 sırası, geliştirilecek olan sistem ile kontrol edilebilecek diğer 3 sırası ise şaseye sabit olarak bağlanacak şekilde dizayn edilecektir. Bu test aleti, ekimi 6 sıralı pnomatik makine ile yapılmış olan ayçiçeği tarlasında denemeye tabi tutulacak ve ister ekim esnasında ister çapalama esnasında operatör ya da arazi koşullarından kaynaklanan sıradan kaymalar karşısında sistemin çalışabilirliği test edilmiş olacaktır.

Geliştirilecek olan bu sistem ile traktör operatörü çapalama işlemi sırasında sıra takibi için fazladan bir dikkat göstermesine gerek kalmaksızın verimli bir çapalama işlemi sağlanmış olacaktır.

Anahtar kelimeler: Çapalama aleti, yabancı ot mücadelesi, hassas çapalama, sıra takibi.

ABSTRACT

MSc. Thesis

Developing Of The Row Guiding Precision How Machine

Ugur Bogachan BALTACIOGLU

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Cihangir SAGLAM

Towards to the development of standard agricultural practices to be reached, because of economic and environmental sustainability concerns, in agricultural production, in order to receive the maximum yield with optimum quality. Through precision farming practices by reducing the agricultural inputs in agricultural production, economic and environmental sense, it is possible to ensure sustainability. Ensure the sustainability of agriculture and to produce healthier products, tries to reducing the chemical control against weeds at the present day, instead of the chemical methods the mechanical weed control methods are referenced for controlling the weed.

Steering agricultural machinery within rowed crop fields is a tedious task for producers. Automated guidance of the machinery will not only reduce operator fatigue but also increase both the productivity and safety of the operation. With the tracking system that will be developed, the approach distance between the crop rows will increase as well as the hoeing area, according to this point affectivities and efficiency of cultivating will be able to increase.

In this study, the crop rows will be detected by the camera which will be coupled onto hoeing device, the raw data which detected by the camera will be processed by the electrical control unit, after the processed, amount of the shifting that required will be forwarded to the hydraulic unit for tracking the crop rows and the hoeing device will be shifting that the required amount of shift and the required way by the double- sided shifting hydraulic piston and therefore tracking the crop rows of the hoeing device will be provided.

With the development of this system, during the hoeing operation the tractor operator without the need of any attention for following the crop rows, an efficient hoeing operation will be provided.

Keywords : Hoeing device, mechanical weed control, precision hoeing, crop row tracking.

2013 , 34 Pages

ÖNSÖZ

Çapa makineleri yabancı otların yok edilmesi amacıyla kullanılan makinelerdir. Yabancı otların yok edilmesi bitki bakım işinin önemli bir kısmını oluşturur. Araştırmalar mücadele edilmediği takdirde verimdeki azalmaların tahılta %20-40, Mısırdaki %80 oranlarına çıkabildiğini göstermektedir. Kültür bitkileri içerisinde bulunan yabancı otların rekabetinden doğan etkilenme en fazla ekimden sonraki 1-1,5 aylık dönemde olmaktadır.(ANONİM, 2013) Çapa makineleri yabancı otların yok edilmesi ve toprağın kabartılması amacıyla kullanılan makinelerdir.

Günümüzde, tarımsal mekanizasyon diğer tarım uygulamalarının etkinliğini arttırmak, ekonomikliğini sağlamak ve çalışma koşullarını iyileştirmek yönünden tamamlayıcı bir girdidir. Günümüz koşullarında üretim alanlarını arttırmak mümkün olmadığı gibi mevcut üretim alanlarının hızla yok olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu koşullarda birim alandan mümkün olan maksimum verimi elde etmek öncelikli amaçtır. Bu ise öncelikli olarak uygun tarım tekniklerinin kullanılmasına ve teknolojiye gelişmelerin tarımsal üretime aktarılmasına bağlıdır. Tarımsal mücadele bu bağlamda tarımsal üretimin önemli bir unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tarımsal üretimde organik üretime olan yönelim günümüzde hızla artış gösteren bir kavramdır. Bu amaç doğrultusunda zararlı bitkiler ile mücadele de kimyasal kullanımının minimuma indirilmesi mümkün ise tamamen kaldırılması başlıca hedeflerdir. Bu ise mekanik mücadele ekipmanlarının etkin ve doğru kullanımı ile olanaklıdır.

Tarımsal üretimde kullanılan ekipmanların etkinliği arazi koşullarının uygunluğu ve operatörün iş tecrübesi ile doğru orantılı olarak artış göstermektedir. TUBİTAK-1002 projesi kapsamında desteklenen bu çalışmada; öne çıkan hedeflerden bir tanesi ekipmanın etkinliğini; olumsuz arazi koşullarının etkilerinden ve operatör hatalarından arındırarak arttırmaktır.

Yine çalışmanın önemli hedeflerinden bir diğeri de standart bir çapalama aleti ile sıra arasında çapalama genişliğine (yaklaşık 45cm) oranla geliştirilecek sistem ile çapalama genişliğinin artırılması (yaklaşık 55-60cm) ve buna bağlı olarak bitki gelişiminin olumlu yönde etkilenmesidir.

Günümüz tarım makinelerinin de yaşanan en büyük gelişme potansiyeli kontrol, komuta ve bilişim sistemlerinde gözlenmektedir. Sanayileşmiş ülkelerde makine yatırımları mekanik,

elektronik ve yazılım olarak ayrılacak olursa, elektronik ve yazılım bölümlerinin payı son 30 yılda %11'den %60'a yükseldiği görülür. Gelişmiş ülkelerde tarım makinelerinin %30'u, elektro- mekanik ve elektro- hidrolik komuta elemanları ile donatılmıştır.(KEÇECİOĞLU ve ark. , 2003) Bu projede de elektro- mekanik ve elektro- hidrolik komuta elemanlarının çapalama aletine adaptasyonu sağlanacaktır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
GRAFİK LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	11
3.1 Materyal.....	11
3.1.1 Elektronik Sistem.....	11
3.1.1.1 Görüntü Analiz & İşleme Programı.....	11
3.1.1.2 Görüntüler.....	11
3.1.1.3 Fiziksel Programlama Platformu.....	11
3.1.1.4 Kamera.....	12
3.1.1.5 Anahtarlama Modülü.....	13
3.1.1.6 Bilgisayar.....	13
3.1.1.7 Ultrasonik Sensör.....	15
3.2 Yöntem.....	16
4. MEKANİK SİSTEM.....	22
5. BULGULAR.....	29
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	30
7. KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	33
TEŞEKKÜR.....	34

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Tarla bitkilerinin sınıflandırılması (BAYDAR, 2012).....	1
Şekil 1.2. Traktör önüne bağlanan çapalama aleti (PERMEM, 2011).....	3
Şekil 1.3. Traktör aksları arasına bağlanan çapalama aleti (PERMEM, 2011).....	4
Şekil 1.4. Traktör arkasına bağlanan çapalama aleti(PERMEM, 2011)	4
Şekil 1.5. Operatör kontrollü şase kaydırmalı hassas çapa makinesi (AYALA 2010)	5
Şekil 1.6. Operatör kontrollü paralelogram hareket esaslı hassas çapa makinesi (AYALA 2010).....	5
Şekil 1.7. Elektro- mekanik hassas çapalama makinesi	5
Şekil 2.1. Deneysel birbirinden bağımsız kontrollü üç adet 4mlik ünitelerden oluşan, görüntü algılayıcılı 12m çapalama makinesinin önden görünüşü	8
Şekil 3.1. Arduino UNO kartı	12
Şekil 3.2. Algılayıcı kamera	12
Şekil 3.3. Mosfet modülü	13
Şekil 3.4. HP Probook 6550b laptop	13
Şekil 3.5. LV- MaxSonar- EZ4 ultrasonik sensör	15
Şekil 3.6. Kamera görüntüsünün alınması	16
Şekil 3.7. Perspektif düzeltmesi	16
Şekil 3.8. Referans bitki sırasının seçilmesi.....	17
Şekil 3.9. Görüntü renk derinliğinin düşürülmesi	17
Şekil 3.10. Yeşil rengin filtrelenmesi.....	18
Şekil 3.11. Görüntü üzerindeki boşlukların giderilmesi	18
Şekil 3.12. Bitki sırasının ağırlık merkezinin bulunması	19
Şekil 3.13. Hesaplanan sapma miktarının seri port üzerinden arduino elektronik kontrol ünitesine gönderilmesi.....	19
Şekil 3.14. Orta noktası bulunan bitki sırasının görüntüsü	20
Şekil 3.15. Sistemin çalışma diyagram	21
Şekil 4.1. Çift taraflı hidrolik silindir teknik resmi & detayları	22
Şekil 4.2. Parker oransal yön valfi kod açıklaması	23
Şekil 4.3. Hidrolik silindir yataklama & askı sistemi	25
Şekil 4.4. Hareketli ünitenin sabit şaseye bağlantı şekli	25
Şekil 4.5. Laboratuvar düzeneği üzerindeki hidrolik silindirin konumu.....	26

Şekil 4.6. Yataklama ve sabitleme sisteminin laboratuvar düzeneği üzerindeki duruşu	27
Şekil 4.7. 7 sıralı çapalama aleti katı modeli üst görünüş	27
Şekil 4.8. Çift taraflı hidrolik silindirin şase üzerine montaj şekli.....	28
Şekil 4.9. Oransal yön valf inin şase üzerine montaj şekli.....	28
Şekil 4.10- Sırayı takip edebilen hassas çapalama makinesi	28

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. Bazı sıra üzeri tarla bitkilerinin ekim, üretim ve verim değerleri - TUIK 2011(BAYDAR, 2012)	2
Tablo 3.1. Algılayıcı kamera teknik özellikleri.....	13
Tablo 3.2. LV- MaxSonar- EZ4 ultrasonik sensör teknik özellikleri.....	15

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1. Oransal yön valfi teknik özellikleri.....	24
--	----

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 4.1. Akışkan debisinin değişimi.....	24
---	----

Grafik 5.1. Değişen aydınlık seviyesine göre ölçüm sonuçları.....	29
---	----

1. GİRİŞ

1.1 Tarla Bitkileri

Güneş, toprak, hava ve su gibi doğal kaynakları kullanarak, insan ve hayvan beslenmesi için elzem olan karbonhidrat, yağ, protein, enzimler, vitaminler ve mineraller gibi birincil, alkaloit, terpenoit ve fenolik maddeler gibi ikincil temel organik metabolitlerin üretimi demek olan tarımın en önemli bitkisel üretim kaynaklarının başında tarla bitkileri gelmektedir. Tarla bitkileri, insanların olmazsa olmaz kabul edilen beslenme, giyinme, barınma ve tedavi gibi temel ihtiyaçlarını büyük ölçüde karşılayan en önemli ürünlerdir. Tarla bitkileri, tarlada yetiştirilen genelde otsu yapılı ve tek yıllık ve bazen çalimsı veya odunsu çok yıllık kültür bitkileridir. Tarla bitkileri; tahıllar, yemelik baklagiller, endüstri bitkileri ve yem bitkileri olarak dört ana grupta toplanırlar. Ayrıca hayvan beslenmesinde kullanılan doğal ve yapay oluşturulmuş çayır ve meralar da tarla bitkileri içerisinde yer alır.(BAYDAR, 2012)

Tarla bitkileri aşağıdaki genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

TARLA BİTKİLERİ	Tahıllar	Serin İklim Tahılları
		Sıcak İklim Tahılları
	Yemelik Baklagiller	Serin Mevsim Baklagiller
		Sıcak Mevsim Baklagiller
	Endüstri Bitkileri	Yağ Bitkileri
		Lif Bitkileri
		Nişasta-Şeker Bitkileri
		Tıbbi ve Aromatik Bitkiler
	Çayır-mera ve Yem Bitkileri	Buğdaygil ve Baklagil Yem Bitkileri
		Çayır ve Mera'lar

Şekil 1.1. Tarla bitkilerinin sınıflandırılması (BAYDAR, 2012)

76 milyon hektarın üzerinde arazi varlığı olan Türkiye’de yaklaşık 23. 6 milyon hektar tarım alanının 19. 7 milyon hektarında tarla tarımı şeklinde tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak tarla tarımın yapıldığı kurak ve yarı kurak bölgelerimizde her yıl 4 milyon hektar alan nadas uygulaması nedeniyle boş bırakılmaktadır. Bu nedenle, her yıl üzerinde tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılan tarla alanı 15. 7 milyon hektar kadardır. Bu alanın %76’sında tahıllar, %12’sinde endüstri bitkileri, %5’inde baklagiller ve %7’sinde yem

bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Sayılan bu ürünler dışında, 14. 6 milyon hektarlık çayır-mera alanları da çitlik hayvanları için doğal otlatma alanlarıdır. Bu çalışmada hedef bitkiler olarak ise çapa işleminin uygulanabileceği sıra üzerinde ekimi yapan tarla bitkileridir. (BAYDAR, 2012)

Türkiye’de tarım alanlarının %83.5’inde (nadasa bırakılan alanlar dahil) tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tahıllardan buğday, arpa, mısır ve çeltik, yemeklik baklagillerden nohut, mercimek ve fasulye, endüstri bitkilerinden pamuk, ayçiçeği, şekerpancarı ve patates, tıbbi, aromatik ve keyif bitkilerinden tütün, çay, haşhaş, kimyon ve anason, yem bitkilerinden fiğ, yonca, korunga, hasıl mısır ve darılar hem yarattıkları istihdam hem de ürettikleri ekonomik değer itibariyle son derece önemlidirler. (BAYDAR, 2012)

Yapılan bu çalışmada hedef bitkiler olarak çapalama işleminin yapılabileceği sıra ekimine uygun bitkiler göz önüne alınmıştır. Tablo 1. 1 ’de Türkiye’de yetişen bazı sıra üzeri bitkileri ile ilgili bilgiler aktarılmıştır.

Tarla Bitkisi	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Ekim Sıklığı (Sıra arası x Sıra üzeri) (cm)
Mısır	590.000	4.2 milyon	715	70 x 25
Şeker Pancarı	300.000	16.1 milyon	5.425	45 x 25
Patates	145.000	4.6 milyon	3.250	70 x 30
Pamuk	542.000	955 bin	176	70 x 20
Ayçiçeği	656.000	1.3 milyon	204	70 x 30

Tablo 1.1. Bazı sıra üzeri tarla bitkilerinin ekim, üretim ve verim değerleri - TUİK 2011(BAYDAR, 2012)

Çalışmanın yapıldığı Trakya bölgesinde üretimi yapılan başlıca sıra üzeri bitkileri, mısır (18. 000- 49. 999 ton) ve ayçiçeği (100. 000- 350. 000 ton) gösterilebilir. Bu çalışmada mısır bitkisinin sıra arası mesafesi dikkate alınmıştır. (BAYDAR, 2012)

Çalışmada hedef bitki olarak bir sıra bitkisi olan ayçiçeğinin tarla görüntüleri kullanılmıştır.

1.2 Tarım Ürünlerinde Çapalama ve Önemi

Çapalamanın amacı yabancı otları yok etmek, toprağın havalanmasını sağlamak, kılcal sistemi kırarak toprak suyunun buharlaşmasını azaltmak ve böylece bitkiye uygun toprak

ortamı hazırlamaktır. Yabancı otlar görünmeye başladığında çapalamaya başlanır. Çapalama genellikle ekilen kültür bitkisinin toprak yüzeyine çıkmasından sonra yapılır. (ANONİM, 2013)

Tarımsal üretimde organik üretime olan yönelim günümüzde hızla artış gösteren bir kavramdır. Bu amaç doğrultusunda zararlı bitkiler ile mücadele de kimyasal kullanımının minimuma indirilmesi mümkün ise tamamen kaldırılması başlıca hedefdir. Bu ise mekanik mücadele ekipmanlarının etkin ve doğru kullanımı ile olanaklıdır. Çapalama işleminin zamanında ve düzgün yapılması halinde başarılı bir mekanik mücadele sağlanmış olur.

1.3 Çapa Makineleri ve Tipleri

Çapa makineleri yabancı otların yok edilmesi ve toprağın kabartılması amacıyla kullanılan makinelerdir. Çapa alet ve makinelerinde genel olarak şu özellikler aranır:

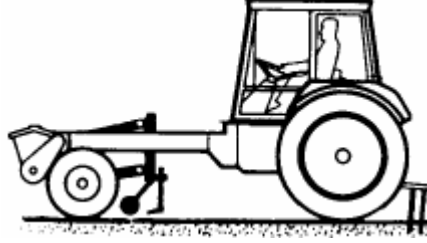
- Çapa makinelerinin üniteleri değişik sıra arasına uyum sağlayabilmeli,
- Traktöre bağlanma ve ünitelerinin sökülmesi ve takılması kolay olmalı.
- Üzerlerinde derinlik ayar ve kumanda düzenleri bulunmalı,
- Çalışma sırasında tıkanmamalı
- Bitkiye zarar vermeden 30 mm' ye kadar yanaşabilmeli,
- Çatı yükseklikleri bitkiye zarar vermeyecek ölçüde ayarlanabilmeli.

Traktörün önüne bağlanan çapalarda dümenleme kolaylığı olmakla birlikte tekerleklerin bir ölçüde çapalanmış yerleri çığnemesi söz konusudur. (PERMEM, 2011)



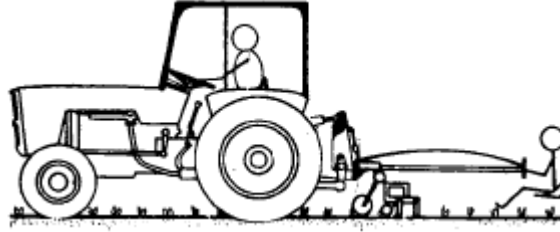
Şekil 1.2. Traktör önüne bağlanan çapalama aleti (PERMEM, 2011)

Traktör aksları arasına bağlanan çapalar daha çok alet taşıyıcı tipteki traktörlerle kullanılır. Bunlar için hassas bir dümenleme düzenine gerek yoktur.



Şekil 1.3. Traktör aksları arasına bağlanan çapalama aleti (PERMEM, 2011)

Traktör arkasına bağlanan çapalarda hassas bir çapalama için traktör operatörü dışında makine üzerine oturan ayrı bir dümençiye gerek duyulur.



Şekil 1.4. Traktör arkasına bağlanan çapalama aleti(PERMEM, 2011)

Bu projede bir çapalama aletinin iş performansını arttırmak için bitki sıralarını algılayıp çapalama ünitesini yönlendiren bir prototip tasarımı gerçekleştirilecektir.(PERMEM 2011)

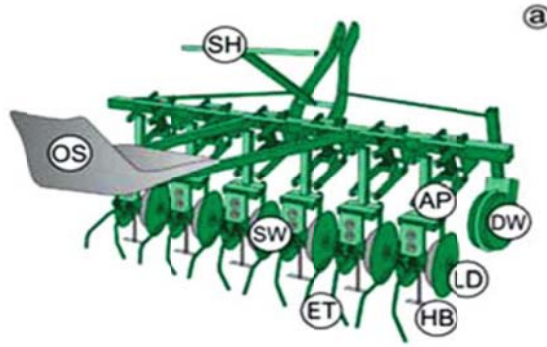
Şekil 1. 4' de gösterildiği gibi traktör arkasına bağlanan çapalarda hassas bir çapalama için traktör operatörü dışında makine üzerine oturan ayrı bir dümençiye gerek duyulur. Bu üniteler; şekil 1. 5' de gösterilen operatör kontrollü şase kaydırmalı hassas çapa makinesi ve yine şekil 1. 6'de gösterilen operatör kontrollü paralelogram hareket esaslı hassas çapa aleti olmak üzere bu aletler iki tiptir. Sözü edilen bu iki yöntemde de traktör operatörü ve traktör arkasında bağlı bulunan operatör kontrollü bir çapalama aleti, operatörün makineye yön vermesi sureti ile çapalama aletinin sıra arasında kaydırılarak çapalama işlemi gerçekleştirilir. Ancak tarımsal işlemlerin ağır ve zaman alıcı olmasından kaynaklı olarak gerek traktör operatöründe gerekse çapa makinesinde operatöründe dikkat dağılmasından kaynaklı bitki kayıplarının önüne geçilememektedir.

Yukarıda belirtilen bu çalışma sistemi esas alınarak şekil 1. 7'de gösterilen traktör operatörü inisiyatifinden bağımsız hassas uygulamalı bir otomasyon ünitesi geliştirilmiştir.

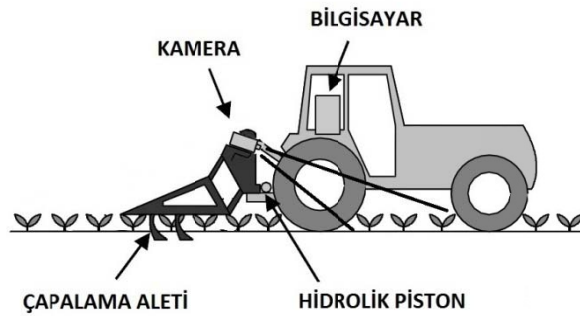
Oluşturulacak sistem görüntü işleme teknikleri kullanılarak algılanan sıra pozisyonuna göre sıra üzerindeki kaymalarla orantılı olarak hidrolik ünite otomatik kumanda edilecektir. Bu sistem sayesinde sıra durumuna göre çapalama aletinin sağa veya sola kaydırma işlemi otomatik olarak gerçekleştirilecektir.



Şekil 1.5. Operatör kontrollü şase kaydırmalı hassas çapa makinesi (AYALA, 2010)



Şekil 1.6. Operatör kontrollü paralelogram hareket esaslı hassas çapa makinesi (AYALA, 2010)



Şekil 1.7. Elektro- mekanik hassas çapalama makinesi

Sıra bitkilerinin üretiminde önem taşıyan aşamalardan biri olan çapalama(mekanik mücadele) esnasında arazi koşulları, operatör hataları v.b gibi sebepler ile ortaya çıkabilen

sıradan sapmalarda önemli bitki kayıpları meydana gelmekte ve buna bağlı olarak da üretim miktarlarında azalmalar olmaktadır.

Ayrıca standart çapalama aletleri ile yukarıda bahsedilen gerekçelerden dolayı bitki sıralarına yaklaşmak mümkün olmadığından sıra arasında çapalanabilen alan düşük olmaktadır.

Bu çalışmada yukarıda sayılan nedenler ile meydana gelen sıradan sapmaları elemine edebilmesi ve bitki sıralarına daha fazla yaklaşılabileninden dolayı sıra arasında çapalanan alan miktarının artırılması amaçlanmıştır. Çapalama aleti üzerine adapte edilecek algılama ve mekanik kaydırma düzeneği ile çapa aletinin sıradan sapmadan, sırayı takip etmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Algılama düzeneği arazi şartlarında çalışabilen bir adet kamera, elektronik kartlar ve işleyici ara yüzlerden oluşmuştur. Sistemin mekanik elamanlarını ise çapalama aletinin şasesine ilave edilecek kaydırma şasesi, çift taraflı hidrolik piston, hidrolik valf grupları ve diğer hidrolik ekipmanlardan oluşturulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

OKAMOTO ve ark. , yaptıkları çalışmada ürün sıralarını algılamaya yönelik yeni bir metot geliştirmiş ve geliştirdikleri bu sistemin testlerini yapmışlardır. Arazi denemeleri yeni metodun fizibilitesi doğrulamıştır. Kamera ve hedef bitki arasındaki R.M.S hatalarının 3cm'den ve başlangıç hatalarının R.M.S.'nin 0.3 dereceden az olduğu saptamışlardır. Bu işlem fotoğraf başına 20-30ms zaman almıştır (CPU, Intel Celeron 450MHZ). Sonuç olarak pratikte yeterli hassasiyeti ve hızı sağlamışlardır.

Geliştirilen sıra üzeri ürün algılama sensörünün, bir çapalama makinesinde otomasyonlu bir yol izleme sistemi olarak kullanılabilir olduğu ortaya konulmuştur. Arazi testleri sonucunda, sistemin kusursuz bir şekilde sıra izleyebildiği ve çapalama makinesi ile sıra üzeri bitkileri arasındaki tahmin edilen offset miktarını koruyarak sıra takibini gerçekleştirebildiği saptamışlardır.(OKAMOTO ve ark., 2002)

MÖLLER yapmış olduğu çalışmada, son on yıldır Avrupa'nın büyük çapalama aleti üreticilerinin kamera destekli sıra izleme sistemlerindeki çalışmaları üzerinde durmuştur. Bu çalışmalarda tipik bir sırayı takip edebilen çapalama makinesinin başlıca bileşenleri olan kamera, kontrol modülü, pozisyon geri besleme sensörleri ve hidrolik elemanları incelemiştir. ECU(endüstriyel bilgisayar donanımı) bu sistemde, hidrolik aktüatör ve pozisyon geri

besleme sensörleri ile birlikte kapalı bir döngünün işlediğini saptamıştır. Geliştirilen sistemlerde kamera çapalama aletinin şasesine ürün sıralarını engelsiz bir biçimde görebilecek şekilde yerleştirildiğini, yerleştirilen bu kameradan elde edilen örnek görüntülerin ECU tarafından işlenerek görüntülerin algoritmalarının elde edildiğini ve bunun sonucunda kameranın merkez noktası ile ürün sırası arasında belirli bir kayma miktarının belirlendiğini görmüştür. Saptanan bu kayma oranının çapalama makinesinin kaydırılmasını kontrol eden kontrol modülüne gönderildiğini ve tipik bir sistemin normal çalışma koşulları altında ± 3 cm doğruluğu ve ilerleme hızını 10km/h a kadar çıkabileceğini belirlemiştir. (MÖLLER, 2010)

TILLET yapmış olduğu çalışmada, görüntülü yönlendirme kullanılarak çoklu devreyi de kapsayan sistemin, arazi koşullarındaki güvenilirliği kanıtlanmıştır. Operatörün iş yükünü azaltıcı ergonomik kullanıcı ara yüzü, hata uyarıları ve bazı otomatik hata kurtarma stratejileri bulunmuştur.

Tarımsal ve çevresel değerlendirmeler ile saha denemeleri bu teknolojinin sunduğu potansiyel fırsatların değerlendirilmesinin gerekli olduğunu ortaya koymuştur. (TILLET, 2005)

COMBO ve ark. , robotik sistemlerin tanıtımı ve bu sistemlerin tarım içerisine geçişinin gelecekte tarım için önemli bir fırsat teşkil edeceğini ortaya koymuştur. Tarım işletmelerinin birçoğunda robot sistemlerinin istihdamının artması ile üretim maliyetlerini azaltması yanında sürdürülebilirlik ve iş güvenliğinin de artmasını öne sürmüşlerdir. Organik tarım uygulamaları için fiziksel yabancı ot kontrolü gibi çevre dostu uygulamaların ekonomik olarak diğer uygulamalara nazaran daha düşük maliyetli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Tarımsal üretimde yabancı otlar ağırlıklı olarak herbisitler ile kontrol edilmekte bunun yanın da organik tarımda herbisit kullanımına izin verilmemektedir, mekanik yabancı ot kontrol yöntemlerinin bu nedene bağlı olarak daha fazla gelişim göstereceğini ortaya koymuşlardır. (COMBA ve ark., 2010)

BAKKER; daha önceki araştırmaların görüntüye dayalı sıra algılama algoritmalarının karnabaharda(Marchant ve Brivot, 1995), pamukta (Billingsley ve Schoenfisch, 1997; Slaughter et al., 1999), domates, marul (Slaughter et al., 1999) ve tahılda (Hague ve Tillett, 2001; Søgaaard ve Olsen, 2003) test edildiğini saptamıştır. Şeker pancarı sıra belirlemede yapılmış olan bazı çalışmalarda başarılı olduğunu belirlemiştir. Marchant (1996) şeker pancarı sıralarını standart bir CCD tek renkli kameradan elde edilmiş görüntüler ile takip etmeyi başarmıştır. Algılayıcı kamerada, engelleyici filtreleri kaldırılması ile yakın kızılötesini geliştirmiş ve görülebilir dalga boylarını ortadan kaldırmak için bandpass filtre

kullanmıştır. Bitkilerin 120mm yukarısından almış olduğu resimler ile ikili görüntüler elde etmiş ve bunları eşleştirmiştir. Bu resimlerde hough transform yöntemini uygulamıştır. (BAKKER, 2008)

KISE yapmış olduğu çalışmada, sıra üzeri bitkiler ile ilişki kurularak izlenebilecek bir yolun belirlenebileceğini, belirlenen bu yolun, görüntü tabanlı yönlendirme sistemi ile çapalama, kimyasal ilaçlama ve hasat gibi tarımsal işlemler yapılırken makinenin ürün sıraları arasında dolaşabileceğini ortaya koymuştur. (KISE, 2003)

Şekil 2. 1' de belirtilen makine Garford tarım makineleri tarafından deneysel olarak özel projelendirilmiş ve üç adet 4m'lik çapalama bölümünden oluşan sırayı takip edebilen hassas çapalama makinesi gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Deneysel birbirinden bağımsız kontrollü üç adet 4mlik üniteden oluşan, görüntü algılayıcı 12m çapalama makinesinin önden görünüşü

Bu makine de şase üzerine konumlandırılmış olan tek etkili hidrolik silindir çifti +/-250mm yanal hareket sağlarken aynı zamanda traktör yönlendirilmesinde etkili olmuştur. Her bir kayar ünitenin konumu bir potansiyometre tarafından algılanmıştır. Üç çapa ünitesinin her biri üzerine akuple bir cihaz ile donatılmıştır, CCD kamera şasenin tam ortasına 1.4m yükseklikte ve dikey olarak 40°lik bir görüş açısı ile monte edilmiştir. Görüntüler çapa makinesinin tam ortasından 2m uzunluğundaki 4 sıradan elde edilmiştir. Sistemde kullanılan bilgisayarda her bir ünite için üç adet ethernet girişi kullanılmıştır. Her bir bilgisayar birbiri ile seri bağlantı üzerinden ilişkilendirilmiş mikro işlemciler ile bağlanmıştır. Mikroişlemciler sensör girişi ve solenoid valf çıkışlarının kontrolü yanı sıra düşük seviye kontrolüne ve hız ölçümüne de olanak sağlamıştır. Her üç kameradan analiz edilen bilgiler ana bilgisayarda çalışan Kalman filtre tabanlı izleme algoritmasını güncellemek için kullanılmıştır. Yatay hatası rafine edilmiş tahminler solenoid olarak kontrol edilen, hidrolik valfleri açık-kapalı olarak yönlendirebilen ve bunun yanında offset hatalarını azaltan uygun mikro kontrollere gönderilmiştir. (TILLET ve ark, 2006)

AYALA yapmış olduğu bir çalışmada, herbisitlerin yan etkileri ve organik tarımın giderek yaygınlaşması ile mekanik yabancı ot kontrolünde gelişmelere gerek duyulduğunu ortaya koymuştur. Gelişmekte olan bitkilere, tırmık, çapa, fırça gibi kltvasyon işlemleri sıra üzeri yabancı ot kontrolünde uygulandığını belirlemiştir. Sıra zeri bitkilerinin kltvasyonu çok uzun yıllardır uygulanmakta olduğunun ve genel olarak gelişme bu yöntemlerde çeşitli gelişmelerin olduğunu açıklamıştır. Kapasiteyi ve doğruluğu arttırmak için, çapalama aletini kumanda etmeyi sağlayacak olan yönlendirme sistemlerinin bu gelişimlerde önem taşıdığını belirlemiştir. (AYALA, 2010)

ERICSON ve ark. , bu çalışmada çok yönlü(omnidirectional) kamera kullanılarak birbirine paralel bitki sıralarının tespit edilmesi sağlanmıştır. Çalışmada balıkgözü lens ve katadioptric lens kullanılmıştır. Sınır temelli yöntem ve hough transform ortak kullanılarak sıra tespiti gerçekleştirilmiştir. Kamera ve lenslerin kalibrasyonu için önceden çekilmiş görüntüler kullanılmış, denemeler hem önceden çekilmiş görüntüler hem de gerçek görüntüler üzerinden yapılmıştır. Sınır temelli yöntemin sürekli bitki sıralarında, houghtransformun ise kesikli yapıdaki bitkilerde sıra tespiti için etkili olduğu görülmüştür. (ERICSON ve ark, 2010)

LEE yapmış olduğu bir çalışmada, sıra üzerindeki yabancı otların algılanıp selektif herbisit uygulaması yapılabilmesi için gerçek zamanlı çalışan bir robotik kontrol sistemi tasarlamıştır. Robot görüş sistemi 1 görüntüyü 0.34 s' de işlemiştir. Kameranın görüş alanı 11.43cm – 10.16cm'lik bir alanı kapsamakta ve belirtilen bu alan içerisinde 10 adet bitki bulunmaktadır. Denemeler sırasında ilerleme hızı 1.20 km/saat'tir. (LEE, 1999)

KAIZU bir çalışmasında, pirinç ekiminde yeni bir yöntem ortaya koymuştur. Tarımsal araçlarda genellikle NIR veya RGB kamera kullanıldığını ancak su içeriği yüksek yüzeylerde sıra tespitinin kuru yüzeylere göre oldukça zor yapıldığını belirlemiştir. Bu problemin zm için ucuz monokrom bir kamera ve optik filtrelerden oluşan dual-spektral kamera sistemi geliştirmiştir. Gerçek zamanlı olarak aynı yerde bulunan farklı dalga boyundaki görüntüler elde etmiştir. Denemeler su yüzeyindeki bozucu gürültüyü azaltacak bulutlu günlerde yapılmıştır. (KAIZU, 2008)

XAVIER ve ark. , bu çalışmada kontrolsüz işık ortamında yabancı otlarla bitki sıralarının birbirinden ayrılmasını sağlayan bilgisayar destekli görüş sistemini ortaya koymuşlardır. Sistemi gerçek zamanlı hızlı işlem yapan ve yavaş ama daha güvenilir bir işlem yapan iki alt görüntü işleme sisteminden oluşturmuşlardır. Böylece daha doğru sonuçlar elde etmişlerdir. Farklı yıllarda, değişik nem düzeylerine sahip mısır tarlalarından alınan

videolarda sıra algılamasını %95, yabancı ot algılamasını ise %80 başarıyla gerçekleştirmişlerdir. (XAVIER ve ark., 2011)

Hassas tarım çevre dostu yöntemler ile ürün yetiştirme girdilerinin yönetilmesine yardım eder. Yerine has verilerin kullanımı ile hassas tarım kullanılacak gübrenin, tohumun, toprak ve diğer koşullara uygun olan kimyasal kullanımını belirleyebilir. Hassas tarım fiziksel girdiler için bilgi ve birikim yedekler. Literatür eleştirileri hassas tarımın birçok yolla sürdürülebilir tarımsal üretimine katkıda bulunduğuna işaret ederler, hassas tarım gübrelerin ve pestisitlerin ihtiyaç duyulduğu yerde ve ihtiyaç duyulduğu zaman uygulanmaları ile çevresel yüklenmeyi azaltmanın gerekliliği fikrini kabul eder. Hassas tarımın çevreye olan faydaları aşırı uygulamalardan kaynaklanan kayıpların azaltılması ile girdilerin daha yerinde kullanımı ve buna bağlı olarak besin dengesizliklerinden, yabancı otlardan, zararlı böceklerden v.b. meydana gelebilecek kayıpların en aza indirilmesidir. (BONGIOVANNI ve ark: 2004)

TELAMA ve ark; 2006 yılı arazi robotları yarışması için otomasyonlu bir robot olan Demeter'ı geliştirmişlerdir. RC-platfömunun modifiye edilmesi ile dört tekerlekli yönlendirilebilir bir robot elde etmişlerdir. Robotu alüminyumdan imal etmişler ve batarya ile çalıştırmışlardır. Amortisör ile orta aks değiştirmişlerdir. Robot ağırlık merkezi ortada olacak şekilde imal edilmiştir. Robot iki adet mikro denetleyici yardımı ile kontrol edilmiş ve kontrol paneli olarak da laptop kullanmışlardır. Robotun ana amaçları olarak, belli bir yol doğrultusunda ilerlemek, sıra üzerindeki bitkilerin aralarındaki boşlukları saptamaktır. Robot bunları yapay görüntüleme ve ultrasonik sensörleri kullanarak başarmıştır.(TELAMA ve ark., 2006)

GEE ve ark. , geliştirmiş oldukları bir makinede de renk algılayıcı bir kamerayı geniş açılı bir perspektif yakalayabilmek için bitkileri görebilecek şekilde yukarıya yerleştirmişlerdir. Kullandıkları metodu iki ana başlığa bölümlendirmişlerdir. Birinci aşama çift hough dönüştürme yönteminin kullanılması ile bitki sıralarının algılanması, ikinci aşama ise bitkilerin yabancı otların arasından ayırt edilme işlemi olarak tanımlamışlardır. Çalışmalar sonucunda geliştirilen sistemin değişik perspektif açılarında ve değişik frekanslarda uygun bir şekilde çalışabildiği kanıtlanmıştır. (GEE ve ark., 2008)

REUMERS ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada, tarımsal araçların otomasyonlu hale getirilmesinde bitki sıraları izleme sistemlerinin kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Makinenin takip edeceği yolu belirlemede makine üzerinde bir kamera kullanılabileceğini, bu sayede sürücü olmadan tarımsal makinelerin yönlendirilmesinin ve arazi üzerinde kontrolü

mümkün olabileceğini belirlemişlerdir. Geliştirilecek olan bu çeşit bir düzeneğin mekanik yabancı ot kontrol aletlerinde, traktörlerde, ekim makineleri, hasat makineleri gibi sistemlerde kullanılarak çalışmalardaki hassasiyetin, çalışma hızının artırılmasında ve operatöre bağımlılığın azaltılmasında kullanabileceğini ortaya koymuşlardır. (REUMERS ve ark.)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Elektronik Sistem

3.1.1.1 Görüntü Analiz & İşleme Programı

Görüntü analizi ve işleme programı olarak Roboreal programı kullanılmıştır. Bu program kolay kullanıcı ara yüzü sayesinde görüntü işleme uygulamalarının kısa süre içerisinde geliştirilebilmesine olanak tanır. Birçok görüntü işleme algoritmasını içinde barındıran geniş kütüphanesi yardımıyla geniş bir skalada görüntü işleme uygulamaları geliştirilebilir.

3.1.1.2 Görüntüler

Denemelerde ayçiçeği bitki sıralarına ait kaydedilen görüntü kullanılmıştır. Görüntüler 1/3" 2.7megapiksel CMOS Sensor bir dijital kamera ile Haziran-2013 döneminde Namık Kemal Üniversitesi deneme arazisinde çekilmiştir. Görüntüler 24 bit renkte 640x480 çözünürlükte RGB renk uzayına sahip wmv formatında kaydedilmiştir. Elde edilen görüntüler Roboreal 2.50.32 yazılımı ile Windows 7 işletim sistemine sahip Intel® Core™ i3-370M İşlemci (2,40 GHz, 3 MB L3 önbellek)özellikli bilgisayar üzerinde işlenmiştir.

3.1.1.3 Fiziksel Programlama Platformu

Processing/ Wiring dilini kullanarak çevre elemanları ile temel giriş çıkış uygulamalarını gerçekleştiren açık kaynaklı fiziksel programlama platformu olarak Arduino UNO kartı kullanılmıştır.

- ATmega328 Mikro denetleyici
- 7-12V Giriş Voltajı
- 14 Dijital G/Ç Pini
- 6 PWM Çıkışı
- 6 ADC Girişi

- 16MHz Çalışma Frekansı
- 32KB Flash Hafıza



Şekil 3.1. Arduino UNO kartı

3.1.1.4 Kamera

Oto fokus özellikli yüksek çözünürlüklü dijital kamera kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Algılayıcı kamera

Performans özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> • 1/3" 2.7megapiksel CMOS Sensor • 1280 x 720 pixels progressive@30fps (720p) • f/1.7 • Cam mercek • Focusmesafes 0.1m - ...) • Yazılım güncellemesi
Uygulama Özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Oto fokus • Otomatik aydınlık ayarı (mekanik iris) • Otomatik titreşim giderici • Yazılım kurmaya gerek kalmadan kullanım

Boyutlar	<ul style="list-style-type: none">• Yükseklik: 58mm• Genişlik: 34mm• Uzunluk: 125mm• Ağırlık: 230g
----------	---

Tablo 3.1. Algılayıcı kamera teknik özellikleri

3.1.1.5 Anahtarlama Modülü

Tinker Kit Mosfet Modülü ile yüksek akım çeken yükleri (Motor vb) Arduino üzerinden anahtarlayarak kontrol edilebilir. Mekanik bir röleden farklı olarak yüksek hızlardaki anahtarlama özelliğine sahiptir. Bu yüzden yüksek frekanslardaki PWM sinyalleri ile kolaylıkla anahtarlama yapılabilir. Modül üzerinde IRF520 Power Mosfet transistör, Tinker Kit 3pin JST konnektör, sinyal kuvvetlendirici (signal amplifier), modülün doğru bir şekilde bağlandığını gösteren yeşil LED, ve parlaklığı modül giriş sinyaline bağlı olarak değişen sarı bir led bulunmaktadır. Mosfet Modülü ile 24 V' a kadar çalışma voltajına sahip cihazları kontrol edebilir.



Şekil 3.3. Mosfet modülü

3.1.1.6 Bilgisayar

Kontrol programının çalıştırıldığı bilgisayarın teknik özellikleri ve modeli aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.4. HP Probook 6550b laptop

Sistem özellikleri

İşlemci türü Intel® Core™ i3-370M İşlemci (2,40 GHz, 3 MB L3 önbellek)

Yüklü işletim sistemi Orijinal Windows® 7 Professional 32

Yonga kümesi Mobile Intel® HM57 Express

Boyutlar ve ağırlık

Ürün ağırlığı 2,51 kg başlangıç ağırlığı,

Ağırlık, yapılandırmaya ve bileşenlere bağlı olarak farklılık gösterir

Ürün boyutları (G x D x Y) 37,14 X 24,8 X 3,48 cm

Bellek

Standart bellek 2 GB 1333 MHz DDR3 SDRAM

Bellek yuvaları 2 SODIMM

Bilgi Depolama

Dahili sürücüler 320 GB 7200 rpm SATA II

Optik sürücüler DVD+/-RW SuperMulti DL LightScribe

Grafik

Ekran 39,6 cm (15,6 inç) çapraz LED arkadan aydınlatmalı HD yansısız

Grafik Intel HD Grafik

Genişletme özellikleri

Bağlantı Noktaları 3 USB 2.0

1 eSATA/USB 2.0 Combo

1 harici VGA monitör

1 DisplayPort

1 1394a

1 stereo mikrofon girişi

1 stereo kulaklık/hat çıkışı

1 AC gücü

1 RJ-11

1 RJ-45

1 yerleştirme konektörü

1 ikincil pil konektörü

Yuvalar 1 Express Card/54
1 Ortam Kartı Okuyucu

3.1.1.7 Ultrasonik Sensör



Şekil 3.5. LV- MaxSonar- EZ4 ultrasonik sensör

Ultrasonik ses dalgaları 20 kHz ile 500 kHz arasında frekanslara sahip ses dalgalarıdır. Bizim duyabildiğimiz 300 Hz-14000 Hz bandının üzerindedirler. Ultrasonik sensörler ultrasonik ses dalgaları yayan ve bunların engellere çarpıp geri dönmesine kadar geçen süreyi hesaplayarak aradaki uzaklığı belirleyebilen sensörlerdir.

Bu sensörler de bu kadar yüksek frekanslarda ses dalgalarının yayılmasının nedeni; bu frekanslardaki dalgaların düzgün doğrusal şekilde ilerlemeleri, enerjilerinin yüksek olması ve sert yüzeylerden kolayca yansımalarıdır.

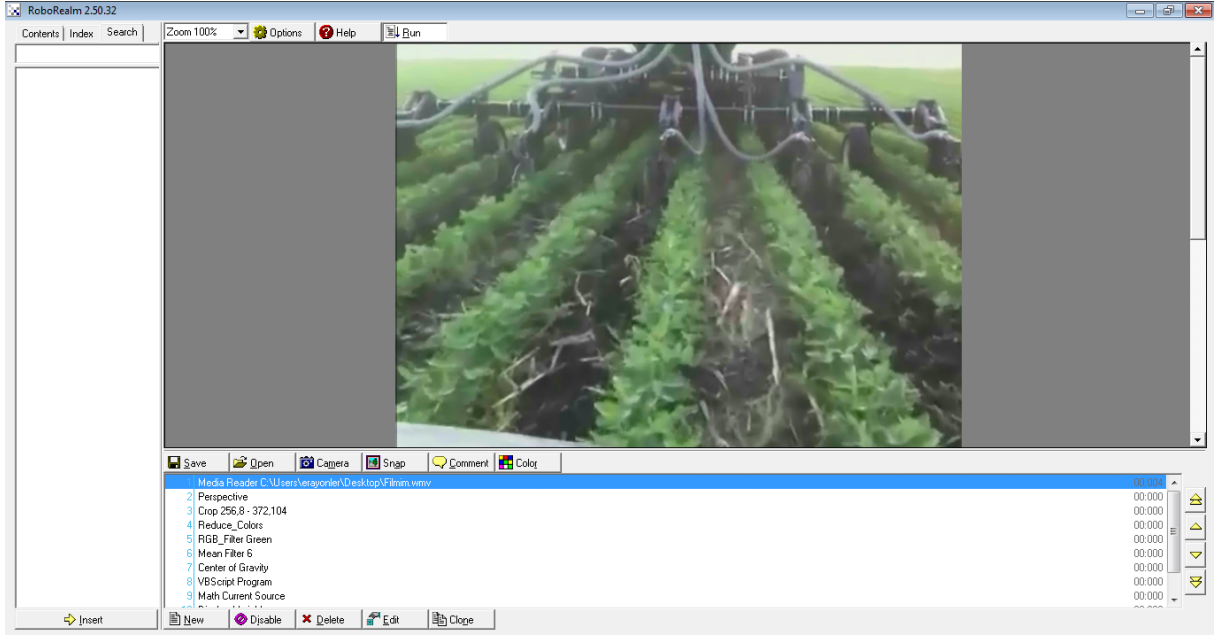
Maxbotix firması tarafından üretilen LV-MaxSonar-EZ4 model ultrasonik sensör pistonun ne kadar ilerlediğini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Ultrasonik sensörden elde edilen mesafe ölçümü Arduino UNO mikro denetleyici modülünde değerlendirilmiştir.

Besleme Gerilimi	2.5 – 5.5VDC
Maksimum Ölçüm Mesafesi	645 cm
Çalışma Akımı	2.0 mA
Okuma Hızı	20Hz
Arayüz	Analog, seri ve PWM

Tablo 3.2. LV- MaxSonar- EZ4 ultrasonik sensör teknik özellikleri

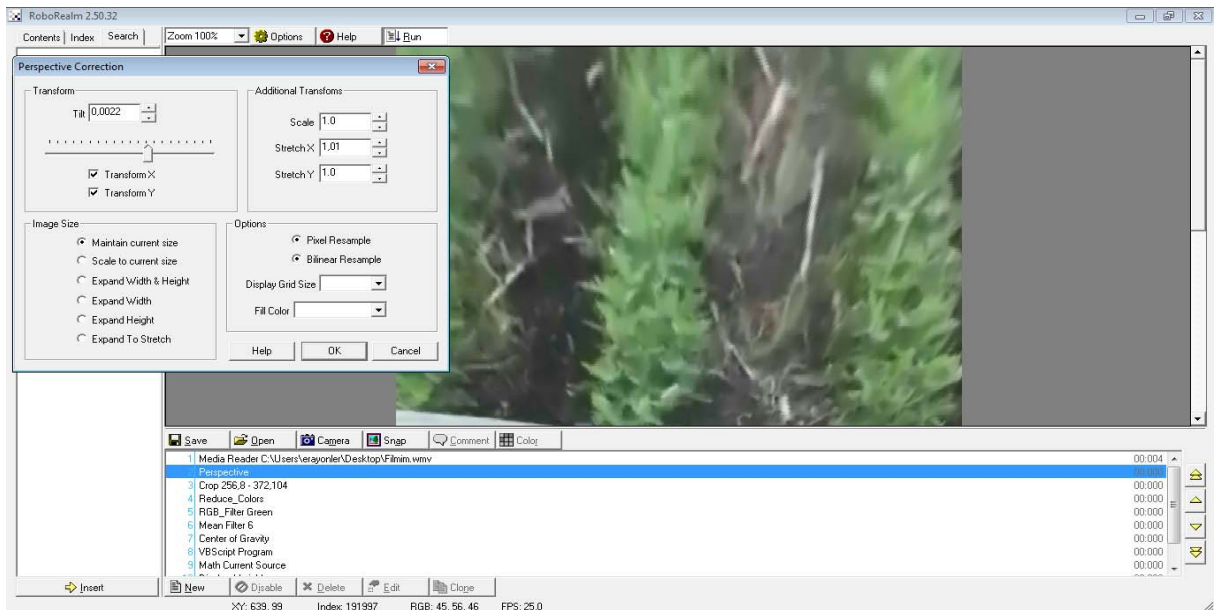
3.2 Yöntem

Kullanılan yöntem bitki sırasının belirlenmesi ve valfin elektronik olarak kontrol edilmesi olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Yöntem bitki sırasının yeşil renge göre filtreleme yapılarak arka plandan ayrılmasına ve tespit edilen bu sıranın ağırlık merkezinin bulunarak, ağırlık merkezinin görüntü üzerindeki değişimine göre sıradan sapmanın hesaplanmasına dayanmaktadır. İşlemler aşağıdaki adımlar ile gerçekleştirilmektedir.



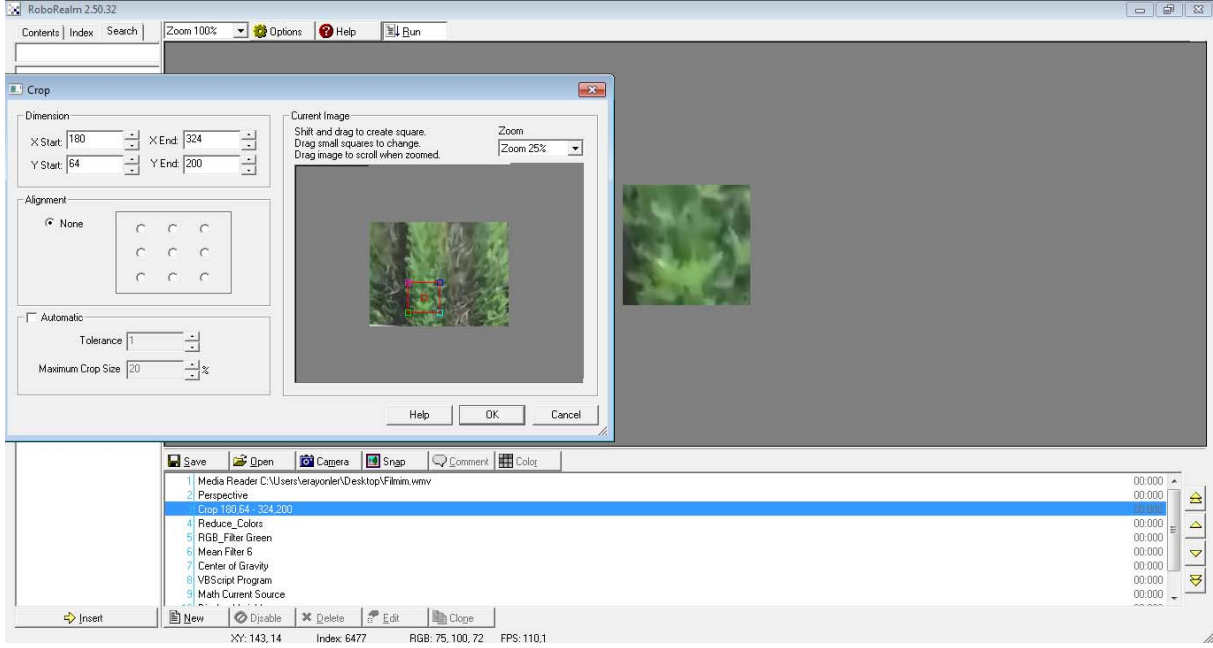
Şekil 3.6. Kamera görüntüsünün alınması

İlk işlem adımında test edilecek tarla görüntüsü programa yüklenmiştir.



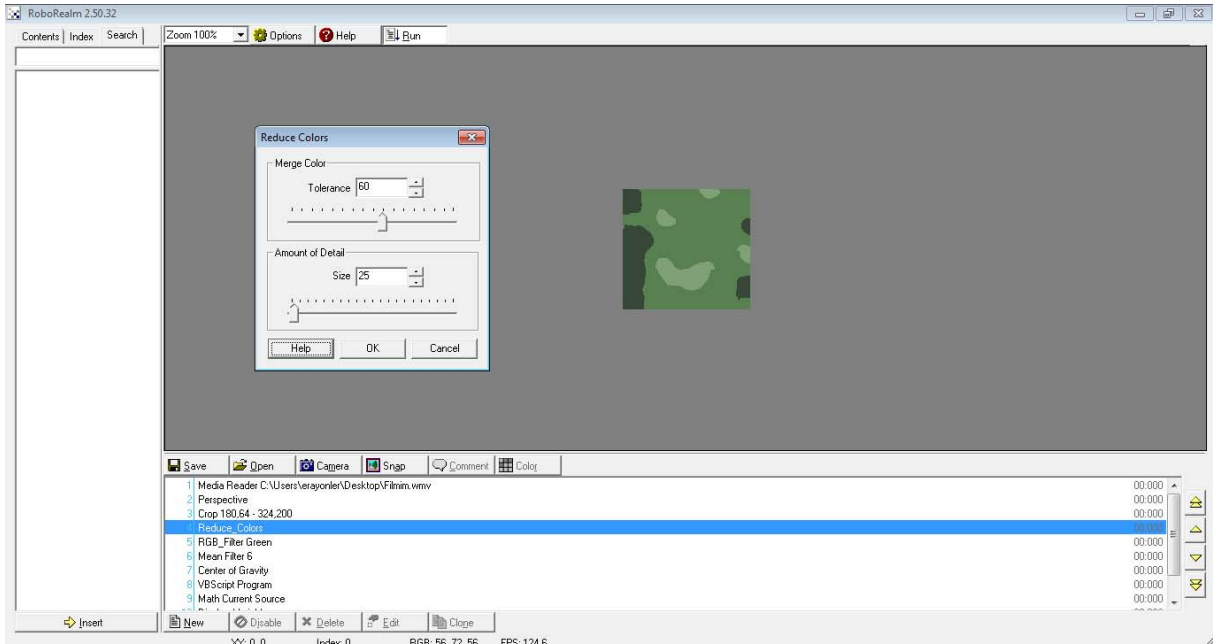
Şekil 3.7. Perspektif düzeltmesi

Kameranın bakış açısı ve kamera lensi nedeniyle oluşacak bozulmayı gidermek amacıyla perspektif düzeltmesi yapıldı. Böylece kamera yere tam 90° ile baktığında meydana gelecek olan görüntü elde edildi.



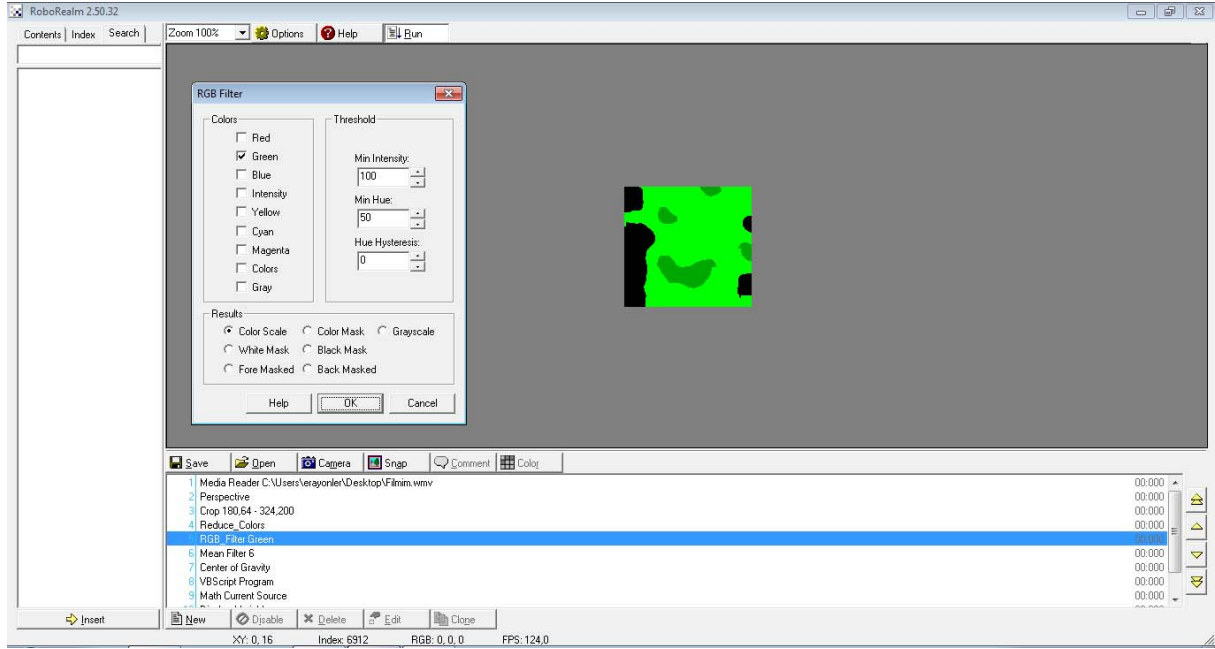
Şekil 3.8. Referans bitki sırasının seçilmesi

İşlenecek veri miktarını azaltarak bilgisayara düşen işlem yükünü azaltmak ve işlem süresini kısaltmak amacıyla ekranın ilgilenilen bölgesi seçildi.



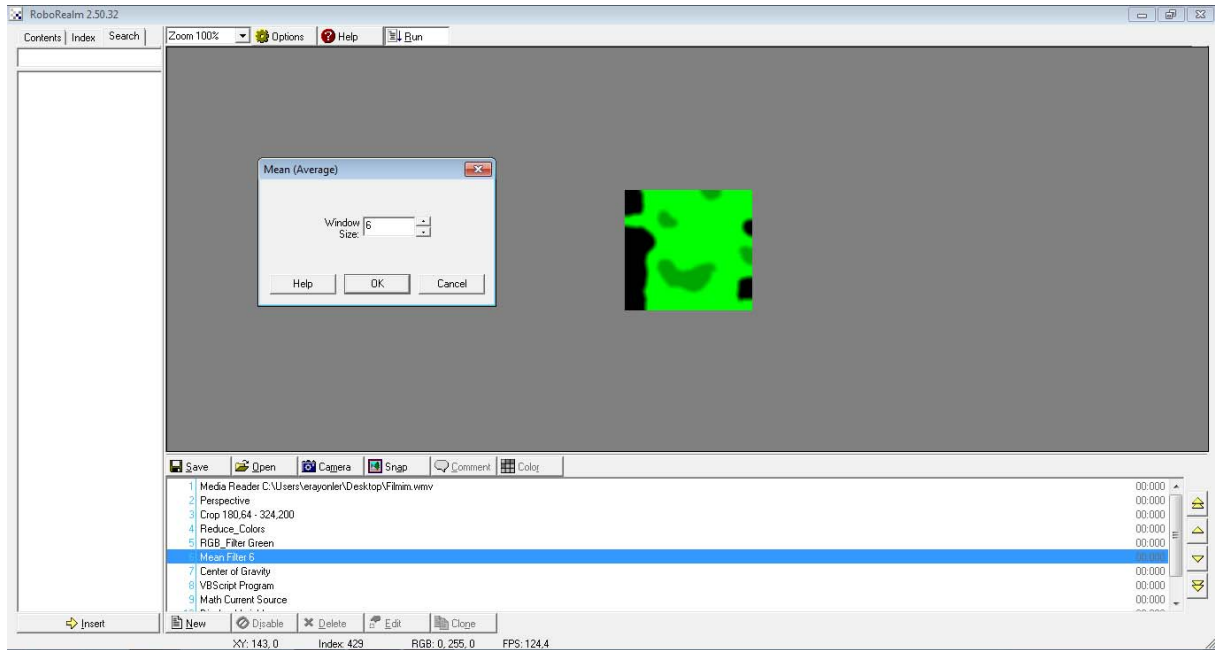
Şekil 3.9. Görüntü renk derinliğinin düşürülmesi

Veri işleme hızının artırılması ve bilgisayarın yükünün azaltılması için görüntü üzerindeki renk detayı azaltıldı.



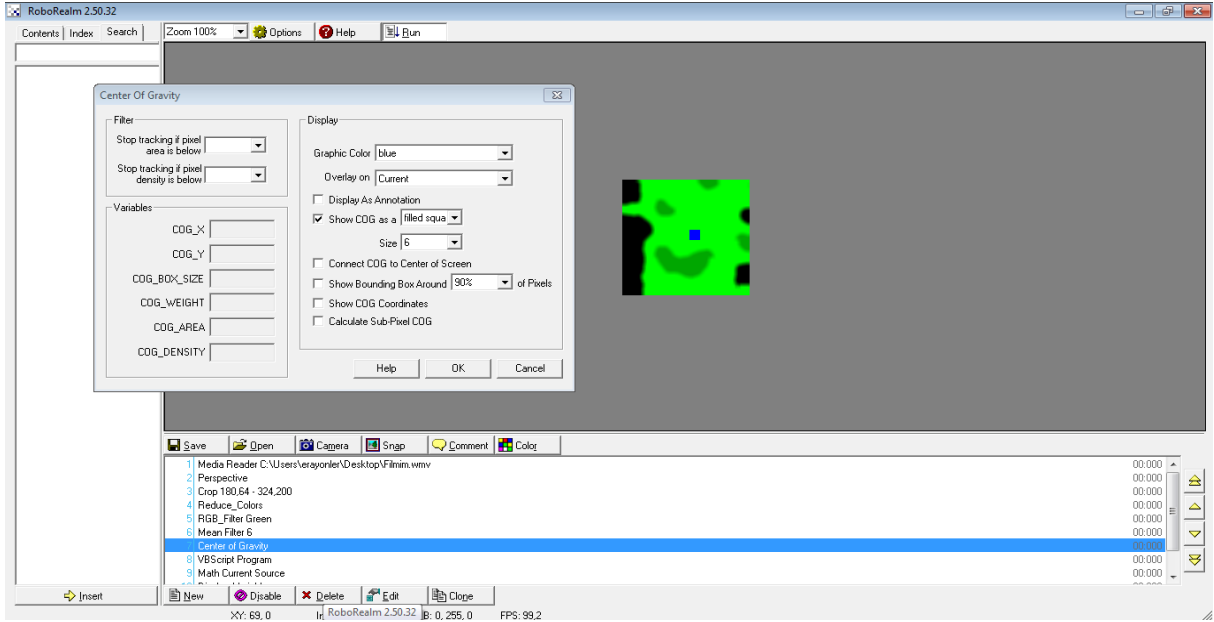
Şekil 3.10. Yeşil rengin filtrenmesi

Görüntü üzerinde yeşil renk filtrenerek bitki ile arka plan birbirinden ayrıldı. Denemeler sırasında hough transform gibi farklı çizgi izleme teknikleri kullanıldı. Ancak gerek işlem hızını artırması gerekse de bilgisayarın işlem yükünü hafifletmesi nedeniyle yeşil filtreleme yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Görüntü üzerindeki boşlukların giderilmesi

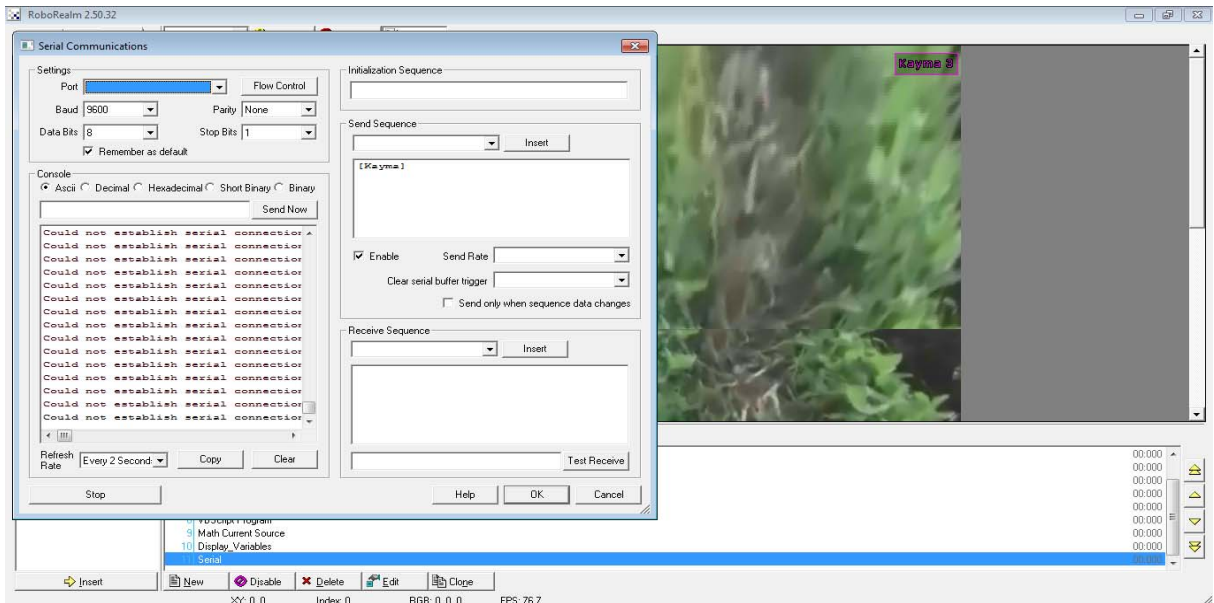
Bir filtreleme işlemi ile bitki arasındaki boşluklar giderilerek sıranın daha düzgün bir şekilde algılanması sağlandı.



Şekil 3.12. Bitki sırasının ağırlık merkezinin bulunması

Görüntü üzerindeki yeşil piksellerin yoğunluğuna göre, bitki sırasının orta noktası bulundu. Bulunan bu orta nokta sayesinde sıradan sapma hesaplandı.

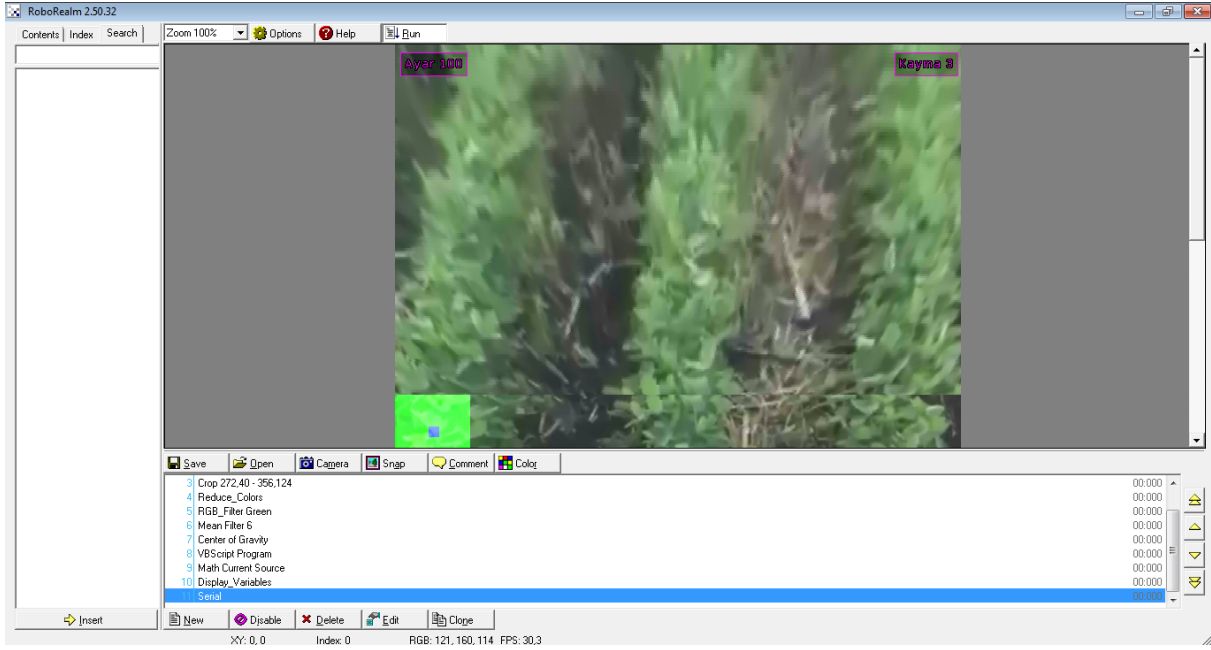
Hesaplanan sapma miktarına göre valflerin kontrol edilmesini sağlayan kısım ise aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.13. Hesaplanan sapma miktarının seri port üzerinden arduino elektronik kontrol ünitesine gönderilmesi

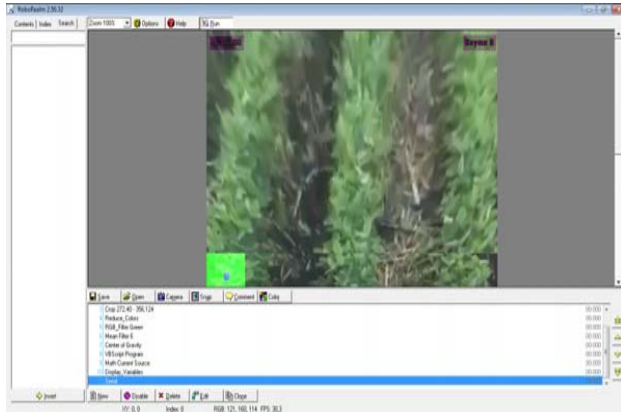
Hesaplanan sapma miktarına göre valfin hareket ettirilmesi için gerekli olan komut arduino elektronik kontrol ünitesine gönderildi.

Arduino elektronik kontrol ünitesi sapma miktarı ve ultrasonik sensörden alınan valfin konum verisine göre sağa veya sola yapılacak gerekli kaydırma işlemi hesaplanarak yapılması sağlandı.



Şekil 3.14. Orta noktası bulunan bitki sırasının görüntüsü

Görüntünün alınması ve işlenmesi bilgisayar üzerinde yapılmaktadır. (Roboreal programı)



Ultrasonik sensör mesafe ölçümü yaparak. Silindirin anlık konumunun bulunmasını sağlar.



Anahtarlama modülleri (mosfet modüller), arduinodan gelen sinyale göre valflerin çalıştırılmasını sağlar.



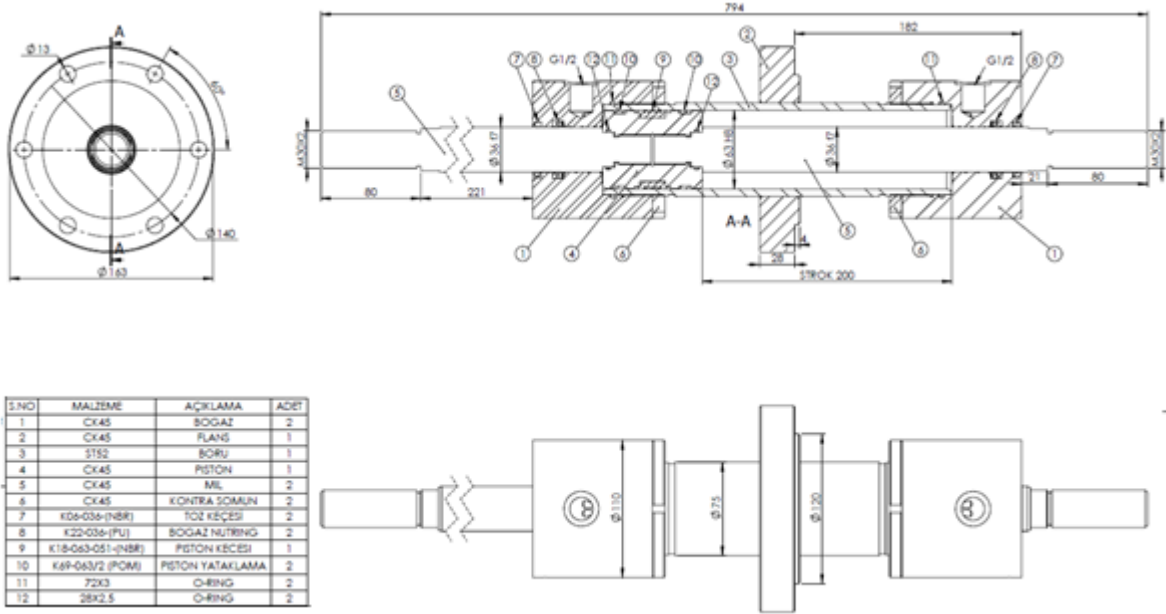
Fiziksel programlama platformu (arduino), seri port üzerinden aldığı kayma verisi ve ultrasonik sensörden aldığı valfin konum verisine göre hidrolik silindirin sola veya sağa ne kadar kayacağını hesaplayarak kontrol eder.

Şekil 3.15. Sistemin çalışma diyagramı

4. MEKANİK SİSTEM

Bu çalışmada, standart uygulamada 4 sırayı çapalayabilen çapalama aleti deneme amacı ile 3 sırası sabit, 4 sırası hareketli toplamda 7 sıralı bir çapalama makinesine dönüştürülmüştür.

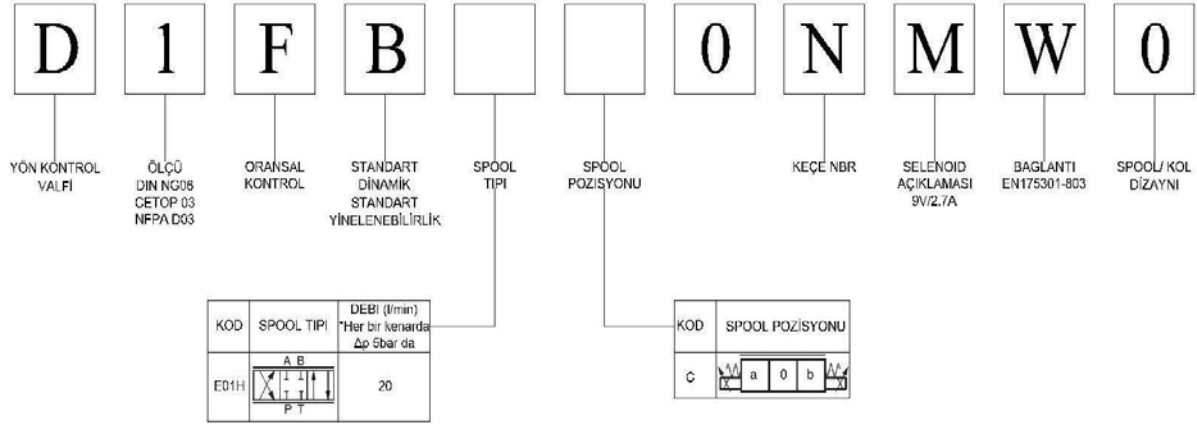
Hareketli kısmın kaydırılmasında tedarik edilen şekil 4. 1’de teknik çizimi ve ayrıntıları verilmiş olan çift taraflı hidrolik silindir kullanılmıştır. Hidrolik silindirin çift taraflı seçilmesindeki neden, pistonun her iki tarafında da hidrolik akışkanı kontrolünü sağlayarak, sıralar arasında ilerleyen hareketli ünitenin gerektiği zaman gerektirdiği oranda(sıradaki sapma miktarı kadar) sağa- sola hareketini sağlayabilmektir. Hareketli çapa ünitesinin sabit üniteye göre izledikleri doğrudan sapması maksimum $\pm 50\text{mm}$ (toplam hareket 100mm) olacak şekilde dizayn edilmiştir. Seçilmiş olan piston da ise hareket mesafesi $\pm 100\text{mm}$, strok 200mm’dir.



Şekil 4.1. Çift taraflı hidrolik silindir teknik resmi & detayları

Yukarıda bahsedilen hidrolik silindirin sağa ve sola olan hareketinin kontrolünü sağlayabilmek için ise “Parker-D1FBE01HC0NMW0” kodlu oransal yön valfi tedarik edilmiştir. Oransal yön valfine ait yukarıda verilmiş olan kodun açılımı şekil 4. 2’de ayrıntılı bir biçimde gösterilmiştir. Bu oransal yön valfinin kontrolü elektronik sistem tarafından gönderilen sinyaller ile solenoidlerin açılıp kapanması vasıtası ile sağlanmaktadır. Elektronik sistem makinanın ne yöne kaydırılması gerektiğini valf bloğuna ileterek valf bloğundaki

gerekli yöne ait selenoid açılmasını ve hidrolik akışkanın silindirin gereken bölümüne akışını sağlaması ile gerçekleşmektedir.



Şekil 4.2. Parker oransal yön valfi kod açıklaması

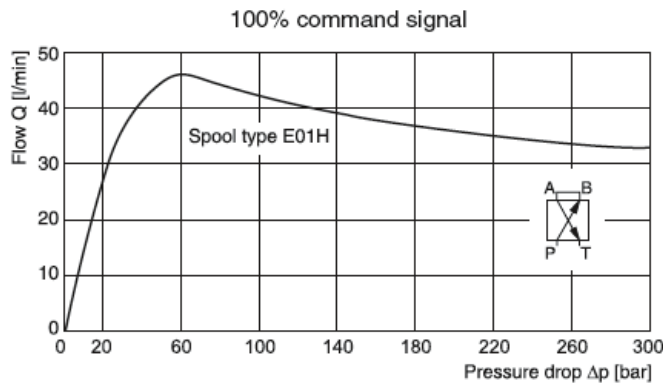
Sistemde kullanılan oransal yön valfine ait teknik özellikler aşağıda Çizelge 4. 1' de verilmiştir.

<u>Genel</u>		
Dizayn		Doğrudan kumandalı orantılı DC valf
Kumanda		Oransal selenoid valf
Size		NG06/CETOP 03/NFPA D03
Montaj ara yüzü		DIN 24340 / ISO 4401 / CETOP RP121 / NFPA
Montaj pozisyonu		Serbest
Ortam sıcaklığı	°C	-20...+60
Ağırlık	kg	2.2
Titreşim direnci	g	25 acc DIN IEC68, part 2-6
<u>Hidrolik</u>		
Max. İşletme basıncı	bar	Ports P, A, B 350;
	bar	Port T 250
Akışkan		Hidrolik yağ DIN 51524...535 gereğince, isteğe göre farklı
Akışkan sıcaklığı	°C	-20...+60
Viskozite		
İzin verilen	cSt/mm ² /s	20...380
Önerilen	cSt/mm ² /s	30...80

Filtrasyon Nominal debi $\Delta p=5\text{bar}$ 'da 100bar basınçta kaçak	l/min ml/min	ISO 4406 (1999) 18/16/13 (acc. NAS 1638:7) 6 / 12 / 20 <50
<u>Statik/ Dinamik</u> Gecikme	%	<4
<u>Elektriksel Karakteristikleri</u> Çalışma oranı Koruma sınıfı Solenoid Kaynak voltajı Akım ihtiyacı Direnç Bobin izolasyonu sınıfı Elektrik bağlantısı Min. Kablolama Max. Kablolama uzunluğu	% V A Ohm mm ² m	100 EN 60529 uygun olarak IP65 Code "M" 9 2.7 2.7 F (155°C) EN 175301- 803 gereğince bağlantı 3x1.5 (AWG 16) 50

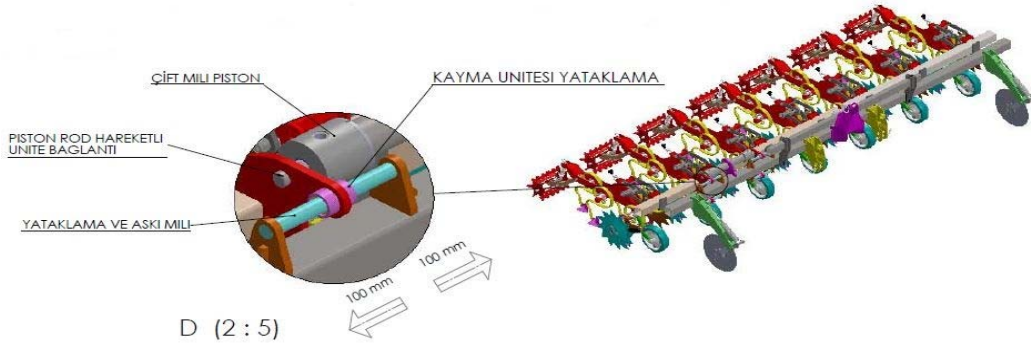
Çizelge 4.1. Oransal yön valfi teknik özellikleri

Grafik 4. 1' de elektronik sistemden alınan %100 kontrol sinyalinde, hidrolik akışkanın debisindeki ve basıncındaki değişim gösterilmiştir.

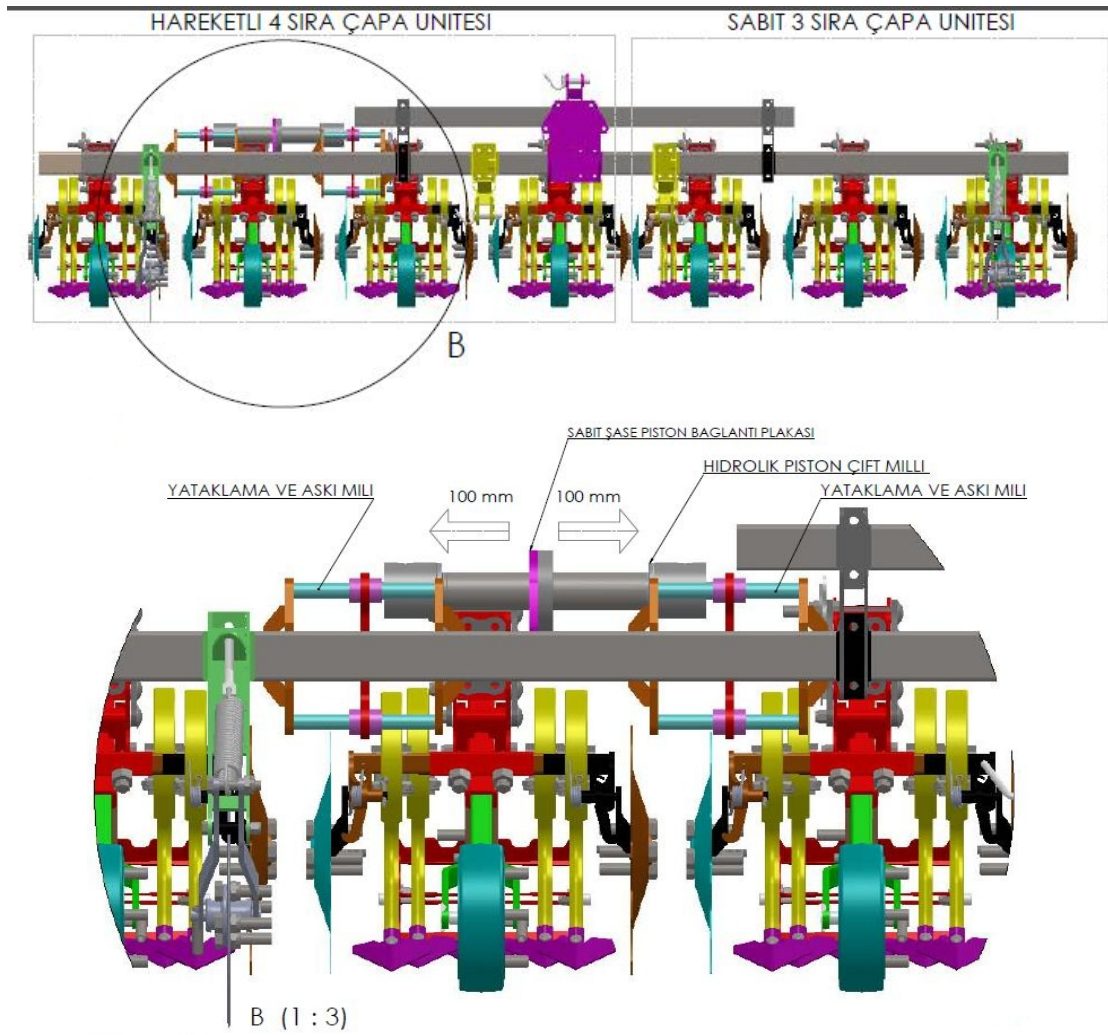


Grafik 4.1. Akışkan debisinin değişimi

Hidrolik ünitenin imalatı devam ederken diğer taraftan hidrolik silindirin makina ile montajını ve silindirin sağ-sola kaydırma hareketini yapacak olan sabitleme, yataklama ve askı sisteminin imalatına başlanmıştır. Şekil 4. 3 ve Şekil 4. 4' de bahsedilen sabitleme, yataklama & askı sistemine ait açıklayıcı notlar verilmiştir.



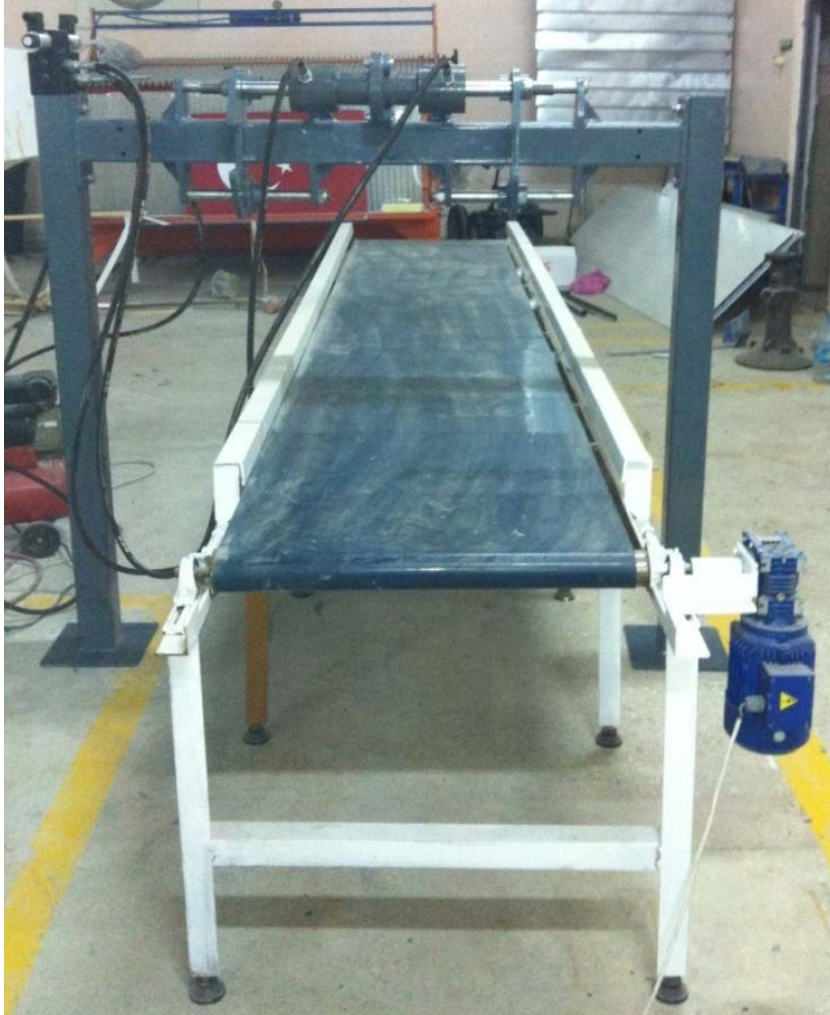
Şekil 4.3. Hidrolik silindir yataklama & askı sistemi



Şekil 4.4. Hareketli ünitenin sabit şaseye bağlantı şekli

Yukarıda 3D tasarım programı ile dizayn edilen bu sabitleme, yataklama ve askı üniteleri ilk etapta laboratuvar da deneme amacı ile 1 set üretilmiştir. Üretilen bu 1 set ünite harici bir şase üzerine oturtularak hidrolik silindirin çalışması esnasında yataklamanın ve sabitleyici sistemin durumu laboratuvar ortamında gözlemlenmiştir. Laboratuvar koşullarında hidrolik pompa vasıtası ile silindire hareket verilerek geliştirilen elektronik düzenek ile manüel olarak kontrol edilmiş ve silindirin komutlar ile birlikte problemsiz olarak çalıştığı gözlemlenmiştir. Şekil 4. 5’ de laboratuvar düzeneği üzerindeki hidrolik silindirin konumu verilmiştir.

Daha sonra bilgisayar ortamında simüle edilen tarla koşullarında(bitki sıralarına ait kamera görüntüleri) elektronik sistem ve silindirin çalışması gözlemlenmiş ve her hangi bir problem ile karşılaşmadığından silindirin çapalama aleti üzerine montajı aşamasına geçilmiştir.

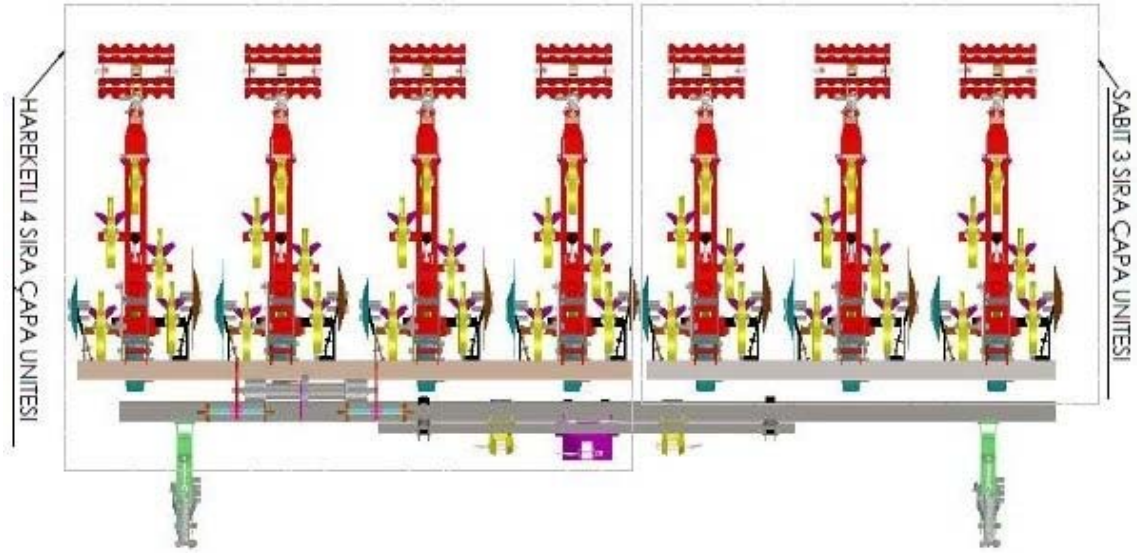


Şekil 4.5. Laboratuvar düzeneği üzerindeki hidrolik silindirin konumu



Şekil 4.6. Yataklama ve sabitleme sisteminin laboratuvar düzeneği üzerindeki duruşu

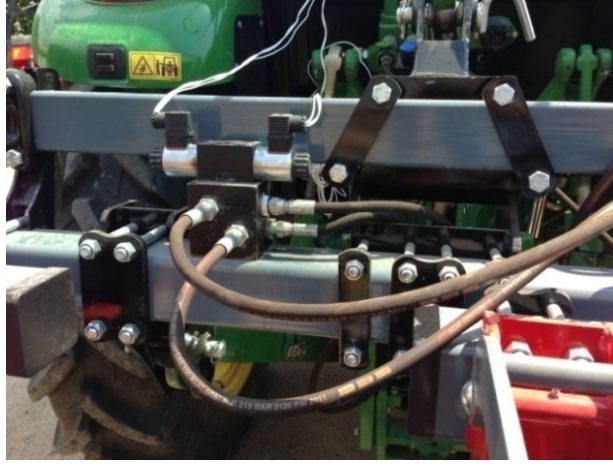
Laboratuvar denemelerinden sonra sistemin çapalama aleti üzerine montajı sağlanmış ve çapalama aletinin elektronik düzenek ile kontrolü denenmiştir. Bu aşamada gerek traktör hidrolik düzeneğinden gerek silindirin kayma miktarını belirleyen geri bildirim gereksiniminden kaynaklı bir takım problemler ile karşılaşılmış bu problemler sisteme ilave edilen sürekli akışlı bir selenoid valf ve ultrasonik sensör ve bu sensörü kumanda eden ilave bir yazılım ile çözülmüştür.



Şekil 4.7. 7 sıralı çapalama aleti katı modeli üst görünüş



Şekil 4.8. Çift taraflı hidrolik silindirin şase üzerine montaj şekli



Şekil 4.9. Oransal yön valf inin şase üzerine montaj şekli



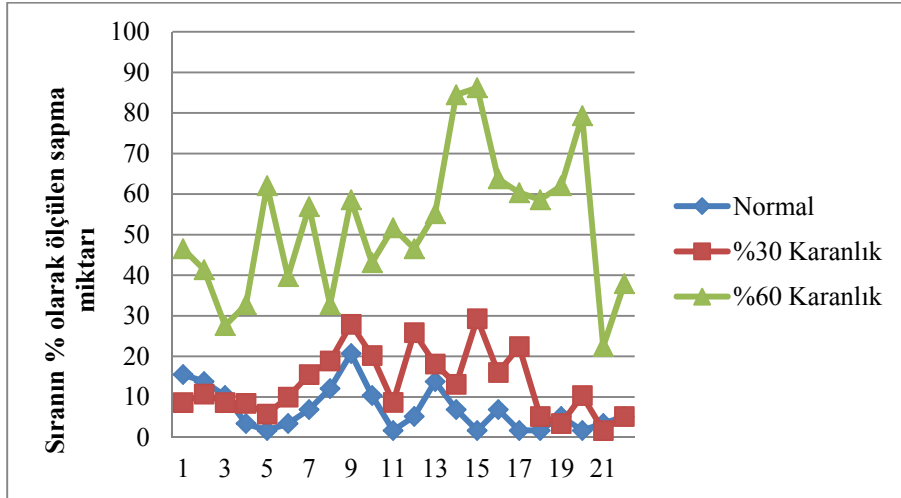
Şekil 4.10. Sırayı takip edebilen hassas çapalama makinesi

5. BULGULAR

Kamera ile kaydedilen görüntüler 8 km/sa ilerleme hızına sahip bir traktör üzerinden alınmıştır.

Başlangıçta kullanılan hough transform yöntemiyle bitki sırasının tespiti planlanmış ancak bilgisayara yüklenen işlem miktarının artması ve işlem süresinin uzaması sonucu bu yöntem tercih edilmemiştir. Bunun yerine yeşil rengin filtrelenerek bitki sırasının arka plandan ayrılması ve seçilen sıranın ağırlık merkezindeki değişim miktarından sapma miktarını hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Hough transform sıklıkla kullanılan güvenilir bir yöntem olmasına rağmen, kullandığımız yöntem ayarların iyi yapılması durumunda uygun sonuçlar verebilmekte ve işlem hızı hough transformına göre oldukça hızlı (yaklaşık 20 kat) olmaktadır. Hough transform ile 0.154 sn işlem süresi elde edilmişken, kullandığımız yöntemde bu süre 0.007 sn' ye düşmektedir.

Renge dayalı bir ölçüm yapıldığı için aydınlık seviyesi işlem başarısı açısından önemlidir. Alınan görüntüler güneşin en parlak ve en dik açıyla geldiği öğlen saatlerinde alınmıştır. Yazılım üzerinde aydınlık seviyesinde yapılan oynamalarla farklı aydınlık seviyelerindeki ölçüm sonuçlarının değişimi simülasyon üzerinde kestirilmiştir. Aydınlık seviyesindeki düşüşler ölçüm sonuçlarını olumsuz olarak etkilemektedir.



Grafik 5.1. Değişen aydınlık seviyesine göre ölçüm sonuçları

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmanın öncelikli amacının prototip bir elektro- hidrolik kontrol sistemi geliştirilmek olduğu düşünülür ise amaçlanan sisteme çalışmalar sonucunda ulaşılmış marınanın kameradan alınan görüntülere bağılı olarak kontrolü sağlanmıştır.

Yapılan bu çalışma da makine sadece laboratuvar ortamında test edilmiştir. İleriki çalışmalarda makinenin gerçek etkinliğinin saptanması ve çapalama etkinliğinin çalışma başarısı tarla koşullarında test edilmesi gereklidir. Bu sebep ile makinenin farklı toprak tiplerinde, kameranın farklı bakış açılarda ve farklı sıra bitkilerinde ayrıntılı olarak denemelere tabi tutulup sonuçlarının gözlemlenmesi makinenin ve dolayısı ile sistemin kullanılabilirliği ve etkinliğini ortaya koyması açısından önemlidir. Bu çalışmalar da tamamlandıktan sonra sırayı takip edebilen hassas çapalama makinesinin tamamen gelişiminin sonuçlandırılması ile çiftçi kullanımına sunulabileceği ön görülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ayala, V.R. , Rasmussen, J. , Gerhards, R. ,Chapter 17mechanical Weed Control, Precision Crop Protection - The Challenge And Use Of Heterogeneity, Springer Science + Business Media B.V. (2010), Pp:279
- Anonim(2013),http://www.ekilavuz.com/kilavuz/3c3f0222c04c7641/1/capa_makinesi/oztekin/pamuk-misir (erişim tarihi: 02.09.2013)
- Anonim(2013),<http://forum.saraytarim.gov.tr/?part=forum&gorev=oku&id=4486&cat=5&ti=%C7APALAMA> (erişim tarihi: 02.09.2013)
- Bakkera, T. , Wouters, H. , Asselt, K. , Bontsema, J. , Tang, L. , Müller, J. , Straten, G. ,A Vision Based Row Detection System For Sugar Beet, Computers and Electronics in Agriculture 60, (2008), Page: 87- 95.
- Baydar H. (2012). Tarla Bitkileri (Genel). Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, <http://ziraat.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/138/files/tarla-bitkilerine-giris-16112012.pdf> (erişim tarihi: 24.09.2013)
- Bongiovanni, R. , Lowenberg- Deboer, J. , Precision Agriculture, Precision Agriculture and Sustainability, 5, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, (2004), Pp: 359-387.
- Comba, L. , Gay, P. , Piccarolo, P. , Ricauda, A. D. , Work Safety and Risk Prevention in Agro-food and Forest Systems, International Conference Ragusa SHWA2010 - September 16-18,RagusaIblaCampus- Italy, (2010), Pp: 476.
- Ericson, S., Astrand, B., The 2010 IEEE/RSJ International Conference, Intelligent Robots and Systems, Taipei- Taiwan, (2010), Pp:4982.
- G'ee, C. H. , Bossu, J. , Jones, G. , Truchetet, F. , Crop Weed is Crimination in Perspective Agronomic Images, Computers and Electronics in Agriculture 60, (2008), Pp: 49- 59.
- Kaizu, Y. , Imou, K. , A Dual-Spectral Camera System for Paddy Rice Seed Line Grow Detection, Computers and Electronics in Agriculture, 63, (2008) Pp: 49- 56.
- Kise, M. , Zhang, Q. , Rovira, M. F. , A Stereovision- Based Crop Row Detection Method for Tractor- Automated Guidance, Biosystem Engineering, (2003), Pp: 357-367.
- Keçecioglu, G. , Sülsoylu, E. , Traktör ve Tarım Makinaları Hidroliği, III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir Kültürpark Fuar Alanı, (2003), Pp: 57-66.
- Lee, W. S., Slaughter, D. C.,Giles,D. K., Robotic Weed Control System for Tomatoes, Precision Agriculture, 1, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, (1999), Pp:95-113.
- Möller, J., 21st Annual Meeting Bologna, EIMA International, Bologna, (2010), Pp: 2.

- Okamoto, H. , Hamada, K. , Karaoka, T. , Terawaki, M. , Hata, S. , Automation Technology for Off-Road Equipment, Proceedings of the July 26-27, 2002, Conference, Chicago-Illinois- USA, (2002), Pp. 307-316.
- Reumers, J. , Ramon, H., Crop Row Detection by a CCD Scanning Camera, Laboratory of Agro- Machinery and Processing, Kasteelpark- Heverlee.
- Bilgi Konusu: Çapa Makineleri, Tarım Alet ve Makinaları, B- 310, Permeme, Pp:151-156, http://www.permem.gov.tr/yyn_dosyalar/B-310.pdf (erişim tarihi, 31.01.2011).
- Telama, M. , Turtiainen, J. , Viinanen, P. , Kostamo, J. , Mussalo, V. , Virtanen, T. , Oksanen, T. , Tiusanen, J. , Demeter – Autonomous Field Robot, Field Robot Event, Hohenheim, (2006).
- Tillett, N. , Cost- Effective Weed Control in Cereals Using Vision Guided Inter- Row Hoeing and Band Spraying Systems, Tillett and Hague Technology Limited, 83 Mill Lane, Greenfield, Bedfordshire, MK45 5DG, (2005).
- Tillett, N.D. , Hague, T. , Increasing Work Rate in Vision Guided Precision Banded Operations, Biosystem Engineering, 94(4), United Kingdom,(2006), Pp: 487-494.
- Xavier, P. Artizzu, B. , Ribeiro, A. , Guijarro, M. , Pajares, G. , Real- Time Image Processing for Crop/ Weed Discrimination in Maize Fields, Computers and Electronics in Agriculture, 75, (2011),Pp: 337- 346.

ÖZGEÇMİŞ

U. Boğaçhan BALTACIOĞLU 29.07.1988 tarihinde İstanbul'da doğdu. Özel Uğur Koleji'nde lise eğitimini tamamladıktan sonra Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden 2009 yılında mezun oldu. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans programını bitirdi. Lisans mezuniyetinden bu yana AKKAYA EPS MAKİNA firmasında proje sorumlusu olarak görev yapan Boğaçhan BALTACIOĞLU, iyi derecede İngilizce bilmektedir. Temel ilgi alanları Türkiye'de hassas tarım uygulamalarında ki gelişmeler ve akıllı sistemlerin tarımsal mekanizasyonda kullanımınıdır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca bilgilerini ve desteğini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM' a, bu çalışmadaki yardımlarından dolayı Sayın Araş Gör. Eray ÖNLER' e ve makinenin prototip imalatında bizlere destek veren KURT TARIM' a en içten teşekkürlerimi sunarım.