

**ÇAPA TRAKTÖRLERİ İÇİN
TORK VE ÇEKİ KUVVETİNİ
SAPTAMAK AMACIYLA
BİR TEST DÜZENEGİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**
Koray Kaya
Yüksek Lisans Tezi
Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bahattin Akdemir

2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇAPA TRAKTÖRLERİ İÇİN TORK VE ÇEKİ KUVVETİNİ
SAPTAMAK AMACIYLA BİR TEST DÜZENİĞİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Koray KAYA

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF.DR. BAHATTİN AKDEMİR

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Bahattin Akdemir danışmanlığında, Koray KAYA tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Bahattin Akdemir

İmza :

Üye : Prof. Dr. Birol Kayışoğlu

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. İ.Savaş Dalmış

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇAPA TRAKTÖRLERİNİN TORK VE ÇEKİ KUVVETİNİ SAPTAMAK AMACIYLA BİR TEST DÜZENİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Koray KAYA

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Bahattin Akdemir

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan standart traktörlerinin tork ve çeki kuvveti ölçümleri için değişik deney düzenekleri mevcut olsa da tek akslı bahçe traktörleri için, araştırma ve geliştirme amaçlı bir tork ve çeki kuvveti ölçüm düzeneğinin eksikliği göze çarpmaktadır.

Bu araştırmanın amacı; ülke genelinde yaygın olarak kullanılan tek akslı bahçe traktörünün farklı ekipmanlarla çalışma koşullarında tork ve çeki kuvvetinin ölçülebilmesi amacıyla bir ölçüm düzeneğinin geliştirilmesidir.

Torkmetre ve çeki kuvveti ölçmeye yarayan yük hücresinin traktöre takılabilmesi ve ölçüm yapılabilmesi için bir ölçme sistemi tasarlanmıştır. Ölçme sistemi 60 mm çapında St50 çelik malzeme kullanılarak üretilmiş ve ölçüm cihazlarının traktöre uyumlu bir şekilde montajı sağlanmıştır. Yapılan bahçe denemelerinde geliştirilen ölçme sistemi farklı alet ve makinalarla çalıştırılarak test edilmiştir. Denemelerin yapıldığı bahçe % 26,16 kil, % 24 silt, % 49,84 kum içeren kumlu killi-tın bir toprak yapısına sahip olup nem içeriği ise % 4,2 dir. Ölçümler sırasında ekipman olarak tek kulaklı bahçe pulluğu, ark pulluğu, toprak frezesi ve tarım arabası kullanılmıştır. Elde edilen veriler bir arabirim yardımıyla bilgisayara aktararak kaydedilmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Yapılan denemeler incelendiğinde; tek kulaklı bahçe pulluğunda minimum değer 231,90 N , maksimum değer 1350,75 N, ark pulluğunda minimum 373,77 N , maksimum 961,36 N, tarım arabasında minimum 81,00 N , maksimum 615,13 N çeki kuvveti değerleri olduğu ve toprak frezesinde ise okunan minimum tork değerinin 60 Nm, maksimum 100 Nm olduğu gözlenmiştir.

İmalat ve kullanım aşamalarında uygun traktör motor tork ve çeki kuvveti ile uygun ekipman kullanımını dikkate almak ekonomik ve efektif bir tarım açısından büyük önem arz etmektedir. Elde edilen veriler gerek üretim aşamasında gerekse traktör-ekipman ilişkisinin efektif biçimde kurulabilmesinde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Çapa traktörü, Bahçe mekanizasyonu, Tork, Çeki kuvveti, Deney düzeneği

2010, 62 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DEVELOPMENT A TEST APPARATUS FOR MEASURING DRAFT FORCE AND TORQUE FOR HOEING TRACTOR

Koray KAYA

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculture machinery

Supervisor : Prof. Dr. Bahattin Akdemir

Although existing of different measurement systems for measuring torque and draft forces of standard tractors used widely in Turkish agriculture, There is lack of test apparatus used in research and development for a single-axle tractors.

Objective of this research is to develop a measurement system for hoeing tractor with single axle to measure pulling force and torque when it works with different agricultural equipments.

A measurement chassis was designed to attach torque-meter and loadcell used to measure draft force and to realize measurements. Measurement system was manufactured by using steel (St50) which its diameter was in 60 mm. and suitable connection of measurement devices (loadcell and torquemeter) to tractor established. Measuring system developed in this study observed for possible problems during garden experiments for different equipments and machines.

The garden where the tests have been realized has a sandy-clay soil texture. Contents is 26,16% clay, 24% silt, 49,84 %sand and its moisture is % 4,4. Single sock garden plough, arc plough, hoeing rotovator and garden trailer are used in field tests. Data have been saved on computer by using an interface. The tests have been carried out in three replications.

Torque and draft force values were recorded without facing any problem. The obtained values are 231.90 N minimum , 1350.75 N maximum for single sock garden plough, 373.77 N minimum, 961.36 N maximum for arc plough, 81.00 N minimum, 615.13 N maximum draft forces for garden trailer and 60 Nm minimum, 100 Nm maximum torque values for hoeing roller.

Taking into account of appropriate tractor engine torque and draft force and use appropriate equipment during manufacturing and application stages is great significance in terms of economic and effective agriculture. Obtained data may be used for manufacturing process of the tractor and establishing effective relationship between tractor and equipment

Keywords : Hoeing tractor , Garden mechanization, Torque, Draft force , Test apparatus

2010 , 62 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	
1.1. Türkiye’de tarımsal mekanizasyon ve traktör.....	1
1.2. Bağ-Bahçe tarımında mekanizasyon uygulamaları ve Türkiye’deki durumu.....	4
1.3. Traktörler.....	6
1.3.1. Tek akslı traktörlerin sayısal değişimi.....	7
1.3.2. Traktörlerin sınıflandırılması.....	8
1.3.2.1. Tek akslı traktörler.....	12
1.3.2.1.1 Tek akslı traktörlerle kullanılan toprak işleme aletleri.....	13
1.4. Amaç.....	16
2. KAYNAK ÖZETLERİ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	
3. MATERYAL ve YÖNTEM	
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Deneme alanı.....	23
3.1.2. Meteorolojik veriler.....	24
3.1.3. Denemelerde kullanılan tek akslı traktörün özellikleri.....	24
3.1.4. Denemelerde kullanılan tarım makinalarının teknik özellikleri.....	30
3.1.4.1. Toprak frezesi.....	31
3.1.4.2. Kulaklı pulluk.....	32
3.1.4.3. Ark pulluğu.....	33
3.1.4.4. Tarım arabası.....	33
3.1.5. Denemelerde kullanılan ölçüm aletleri ve cihazlar.....	33
3.1.5.1. Ara birim.....	33
3.1.5.2. Çeki kuvveti ölçme sensörü.....	34
3.1.5.3. Torkmetre.....	35
3.1.5.4. Yazılım.....	36
3.2. Yöntem.....	37
3.2.1. Deney düzeneğinin oluşturulması.....	37
3.2.1.1. Tork ölçüm düzeneğinin oluşturulması.....	37
3.2.1.2. Çeki kuvvetinin saptanması.....	41
3.2.2. Tarla çalışma hızının saptanması.....	46
3.2.3. Bilgisayar destekli ölçme sistemi kalibrasyonu.....	46
3.2.3.1. Torkmetrenin kalibrasyonu.....	46
3.2.3.1.1. Değişken yüklenme (Hysteresis) yöntemi.....	46
3.2.3.1.2. Tekrarlı Ölçüm Yöntemi.....	46
3.2.3.2. Yük hücresinin kalibrasyonu.....	47
3.2.3.2.1. Değişken yüklenme (hysteresis) yöntemi.....	47
3.2.3.2.2. Tekrarlı ölçüm yöntemi.....	47
3.2.4. Bilgisayar destekli ölçme sisteminde kullanılan program.....	47
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	
4.1. Ölçme sistemi kalibrasyon değerleri.....	50
4.1.1. Torkmetrenin kalibrasyon değerleri.....	50
4.1.1.1. Değişken yüklenme değerleri.....	50
4.1.1.2. Tekrarlı Ölçüm Değerleri.....	51
4.1.2. Yük hücresinin kalibrasyon değerleri.....	52

4.1.2.1. Değişken yüklenme değerleri.....	52
4.1.2.2. Tekrarlı Ölçüm Değerleri.....	53
4.2. Çeki kuvveti ölçümleri.....	54
4.2.1. Tek kulaklı bahçe pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları.....	52
4.2.2. Ark Pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları.....	55
4.2.3. Tarım arabası ile çeki kuvveti ölçüm sonuçları.....	56
4.3. Tork ölçümleri.....	57
4.3.1. Toprak frezesi ile çalışmadaki tork ölçüm sonuçları.....	57
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	58
6. KAYNAKLAR.....	59
TEŞEKKÜR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye tarım bölgeleri.....	3
Şekil 1.2. İki ve dört tekerlekli (1-18 kW) traktörlerin bölgelere göre dağılımı.....	8
Şekil 1.3. Standart traktör.....	11
Şekil 1.4. Alet taşıyıcı traktör.....	12
Şekil 1.5. Sistem traktörü.....	12
Şekil 1.6. Özel traktörlerin sınıflandırması.....	13
Şekil 1.7. Özel traktörler.....	13
Şekil 1.8. Tek akslı traktörler.....	15
Şekil 1.9. Tek akslı bir traktörün ana bileşenleri.....	17
Şekil 1.10. Tek akslı bir traktör ve kullanım şekilleri.....	17
Şekil 1.11. Toprak frezesi.....	18
Şekil 1.12. Ark pulluğu.....	18
Şekil 1.13. Kazayağı kültivatör.....	19
Şekil 1.14. Tekli pulluk.....	19
Şekil 3.1. Ölçümlerin yapıldığı Oklalı Köyü.....	28
Şekil 3.2. Ölçümlerin yapıldığı bahçenin genel bir görünüşü.....	28
Şekil 3.3. Taral marka 51 S çapa traktörü.....	29
Şekil 3.4. Taral marka toprak frezesi.....	31
Şekil 3.5. Taral marka toprak frezesi teknik çizimleri.....	32
Şekil 3.6. Kulaklı pulluk.....	32
Şekil 3.7. Ark pulluğu.....	33
Şekil 3.8. Tarım arabası.....	33
Şekil 3.9. Ara birim.....	33
Şekil 3.10. Çeki Kuvveti Ölçme Sensörü.....	34
Şekil 3.11. Torkmetre.....	35
Şekil 3.12. Parçaların AutoCad tasarım çizimleri.....	38
Şekil 3.13. Flanşın dik işleme tezgahında imalatı.....	39
Şekil 3.14. Flanş bağlantısı ve ana taşıyıcı mil.....	39
Şekil 3.15. Flanşın traktöre monte edilmiş hali.....	39
Şekil 3.16. Ara bağlantı parçasının montajı.....	40
Şekil 3.17. Yük taşıyıcı millerin montajı.....	40
Şekil 3.18. Torkmetre montajının bitmiş hali.....	40
Şekil 3.19. Destekleme lamalarının monte edilmiş hali.....	41
Şekil 3.20. Ölçüm sisteminin son hali.....	41
Şekil 3.21. Çeki kuvveti ölçerinin traktörün ön çeki demirine montajı – 1.....	42
Şekil 3.22. Çeki kuvveti ölçerinin traktörün ön çeki demirine montajı – 2.....	42
Şekil 3.23. Çeki kuvveti testi – 1.....	43
Şekil 3.24. Çeki kuvveti testi – 2.....	43
Şekil 3.25. Çeki kuvveti testi – 3.....	44
Şekil 3.26. Tork ölçüm testi.....	44
Şekil 3.27. Tarım arabası ile çeki kuvveti testi -1.....	45
Şekil 3.28. Tarım arabası ile çeki kuvveti testi – 2.....	45
Şekil 3.29. Yazılımın ara birime bağlı olan cihazları bulması.....	48
Şekil 3.30. Torkmetrenin modelinin yazılıma tanıtılması.....	48
Şekil 3.31. Cihaz modeli ataması.....	49
Şekil 3.32. Veri okuma işleminin tamamlanması.....	49
Şekil 4.1. Torkmetrenin değişken yüklenme etkileri.....	51
Şekil 4.2. Yük hücresinin değişken yüklenme etkileri.....	53
Şekil 4.3. Tek kulaklı bahçe pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları.....	54

Şekil 4.4. Ark pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölüm sonuçları.....	55
Şekil 4.5. Tarım arabası ile çeki kuvveti ölüm sonuçları.....	56
Şekil 4.6. Toprak frezesi ile çalışmadaki tork ölüm sonuçları.....	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’deki işletmelerin büyüklüğüne göre dağılımı.....	2
Çizelge 1.2. Tarım alanlarının tarım bölgelerine göre dağılımı.....	3
Çizelge 1.3. Türkiye tarımında sebze meyve, bağ, zeytinlik ve toplam tarım alanları.....	4
Çizelge 1.4. Türkiye’de traktör sayılarının tarihsel değişimi.....	6
Çizelge 1.5. Bölgelere göre birim alana düşen traktör sayısı.....	7
Çizelge 1.6. Özel traktörlerin bazı karakteristikleri.....	11
Çizelge 3.1. Toprak analiz sonuçları.....	29
Çizelge 3.2. İstanbul ili günlük sıcaklık ve bağıl nem değerleri.....	29
Çizelge 3.3. TARAL marka 51 S çapa traktörüne ait bazı teknik veriler.....	30
Çizelge 3.4. Çapa bıçaklarının teknik özellikleri.....	31
Çizelge 3.5. Yük hücresinin teknik özellikleri.....	34
Çizelge 3.6. Torkmetre teknik özellikleri.....	36
Çizelge 4.1. Değişken yüklenme değerleri.....	50
Çizelge 4.2. Tekrarlı yüklenme değerleri.....	51
Çizelge 4.3. Değişken Yüklenme Değerleri.....	52
Çizelge 4.4. Tekrarlı Yüklenme Değerleri.....	53
Çizelge 4.5. Tek kulaklı bahçe pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları.....	54
Çizelge 4.6. Ark pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları.....	55
Çizelge 4.7. Tarım arabası ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları.....	56
Çizelge 4.8. Toprak frezesi ile çalışmadaki tork ölçüm sonuçları.....	57

1. GİRİŞ

Tarımsal mekanizasyon deyimini geniş kapsamlı bir deyim olup, tarımsal alanda gerekli işlerin mekanik vasıtalarla yapılması anlamına gelmektedir. Tanım olarak; tarımsal mekanizasyon, tarımsal üretimde kullanılan, geri tarım tekniği ve ilkel yöntemlerin yerine modern alet, makine, cihaz ve tesislerin ileri tarım tekniğine uygun olarak kullanılmasıdır (Ülger ve ark. 1996).

Gülsoylu ve Ulusoy (2006) tarafından bildirildiğine göre Türkiye tarımında makinalaşma yaklaşık elli yıllık bir geçmişe sahiptir. Bu süre zarfında traktör ve tarım makineleri varlığında ve bunların kullanımında önemli kazanımlar elde edilmiştir. Traktör parkı 1 milyon'a yakın sayısal çokluğa erişmiş, böylece 1,53 (kw/ha) güç yoğunluğu, 36 traktör (traktör/1000 ha) ve 315 (traktör/işletme) traktör yoğunluğu değerleriyle Dünya ortalamasının üzerinde mekanizasyon düzeyleri sağlanmıştır.

Ancak, Gülsoylu ve Ulusoy (2006) tarafından bildirildiğine göre ulaşılan düzey gelişmiş ülke değerlerinin henüz çok gerisindedir. Ayrıca mevcut parkın yaş ortalaması çok yüksek (16 yaş), güç ortalaması çok düşüktür (42 kW)'tür. Bunların yanı sıra tarımsal yapının elverişsizliği nedeniyle mekanizasyon etkinliği düşüktür. Tarımsal nüfus ve işletme sayısı fazla, dolayısıyla fert ve işletme başına düşen gelir ve alan değerleri düşüktür. Ayrıca, işletmelerdeki parsel sayısı fazladır. Bu nedenlere bağlı olarak mekanizasyon araçları edinimi zor, kullanımında ve bu bağlamda tarımsal üretimin genelinde verimlilik düşüktür.

Tarım alanlarında kullanım biçiminin yanı sıra, tarımsal mekanizasyon planlamasını etkileyen en önemli parametrelerden birisi işletme sayısı, büyüklükleri ve bu alanların kaç parçadan oluştuğudur.

Türkiye'de işletme yapısı dikkate alındığında 0-49 dekar işletme büyüklüğü 1 985 266 adet ve % 64.82 ile ilk sırada yer almaktadır. Ortalama büyüklük 20 dekadır ki, bu alan iki tekerlekli traktörlerin güç ve yetenekleri açısından uygun bir büyüklük sayılabilir. Genellikle 50 dekar ve üzeri tarımsal alanlarda iki tekerlekli traktörlerin kullanılması uygun olmamaktadır (Gülsoylu ve Ulusoy 2006).

0-49 dekar büyüklüğe sahip işletmelerin tarım bölgelerine göre dağılımı ve arazi parça sayısı Çizelge 1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye'deki işletmelerin büyüklüğüne göre dağılımı 2006

İşletme Büyüklüğü (da)	Toplam İşletme	Toplam Arazi (da)
5 den az	251.686	667.059
5 – 9	381.287	2.511.091
10 – 19	752.156	10.042.501
20 – 49	1.274.609	38.668.961
50 – 99	713.149	46.750.693
100 – 199	383.323	49.216.633
200 – 499	173.774	46.487.432
500 – 999	24.201	14.982.493
1000 – 2499	10.266	13.856.621
2500 – 4999	1.930	6.538.082
5000 +	441	4.789.427
Toplam	3.966.822	234.510.993

Türkiye'de 0-49 dekar alana sahip işletmelerin % 75,23'ü iki ve daha çok parçadan oluşmaktadır. Bu parçalı yapı arazilerin daha da küçülmesi anlamına gelmektedir. 0-49 dekar alana sahip işletmelerin tarım bölgelerinde göre dağılımı incelendiğinde Karadeniz (%23,2), Ege (%20,3) ve Akdeniz (%13,2) bölgelerinin ilk üç sırayı aldığı görülmektedir.

Bu durumda, iki tekerlekli traktörlerin sayısal değişimi ve kullanımı araştırılırken hedef işletmeler; küçük işletmeler, çok parçalı işletmeler, sebze-meyve-bağ alanları olmalıdır.

Toplam tarım alanlarının tarım bölgeleri itibariyle dağılımı Çizelge 1.2.'de verilmiştir (Gülsoylu ve Ulusoy 2006).

Çizelge 1.2. Tarım alanlarının tarım bölgelerine göre dağılımı (ha) (2006 DİE)

Bölgeler	Tarla Alanı	Sebze Alanı	Meyve, zeytin, bağ alanı	Toplam
1. Bölge (Ortakuzey)	4.913.695	105.787	145.428	5.164.910
2. Bölge (Ege)	1.905.012	209.654	784.387	2.899.053
3. Bölge (Marmara)	1.434.828	97.286	190.912	1.723.026
4. Bölge (Akdeniz)	2.110.139	181.859	453.386	2.745.484
5. Bölge (Kuzeydoğu)	1.459.653	10.711	22.852	1.493.216
6. Bölge (Güneydoğu)	3.253.654	61.964	166.575	3.482.193
7. Bölge (Karadeniz)	1.103.247	68.278	491.454	1.662.979
8. Bölge (Ortadoğu)	1.985.063	41.827	128.256	2.185.146
9. Bölge (Ortagüney)	4.998.147	53.889	171.175	5.223.211
Toplam	23.163.438	831.255	2.584.525	26.579.218

Tarım alanlarının tarım bölgelerine göre dağılımını gösteren bu çizelgeye bakıldığında tarla alanlarında Ortagüney, sebze, meyve, zeytin ve bağ alanlarında Ege, toplamda ise yine Ortagüney Anadolu bölümü en fazla araziye sahip bölgeler olduğu görülmektedir.

1.2. Bağ-Bahçe Tarımında Mekanizasyon Uygulamaları ve Türkiye’deki Durumu

Türkiye toprakları içerisinde toplam tarım alanları ve ülke ekonomisinde önemli yere ve paya sahip olan bahçe tarımı sebze, meyve, bağ alanı ve zeytinliklerin yıllara göre durumu “bin hektar” cinsinden izelge 1.3.’te verilmiştir.

Çizelge 1.3. Türkiye tarımında sebze meyve, bağ, zeytinlik ve toplam tarım alanları (TUİK 2006)

Yıl	Toplam Tarım Alanı	Toplam İşlenen Tarım Alanı	Sebze Bahçeleri	Meyve Bahçeleri	Bağ Alanı	Zeytinlik
1987	42.104	24.964	609	1.517	590	856
1988	41.940	24.786	612	1.531	590	856
1989	42.074	24.880	610	1.563	597	857
1990	42.033	24.827	635	1.583	580	866
1991	40.032	24.631	652	1.560	586	877
1992	39.953	24.563	663	1.565	576	871
1993	39.913	24.481	654	1.615	567	872
1994	40.049	24.605	709	1.618	567	881
1995	39.212	24.373	785	1.340	565	556
1996	39.364	24.514	785	1.344	560	568
1997	39.242	24.297	775	1.364	545	658
1998	39.344	24.436	783	1.389	541	600
1999	39.180	24.279	790	1.393	535	595
2000	38.757	23.826	793	1.418	535	600
2001	40.967	23.800	799	1.425	525	600
2002	41.196	23.994	831	1.435	530	620
2003	40.645	23.372	818	1.501	530	625
2004	41.210	23.871	805	1.558	520	644
2005	41.223	23.830	806	1.598	516	662
2006	40.496	23.030	779	1.623	514	712

Ancak bağ bahçe tarımında tarımsal mekanizasyondan tarla bitkileri üretimindeki mekanizasyon uygulamaları kadar yararlanılamamaktadır. Çünkü Türkiye’de bahçe tarımı çoğunlukla geleneksel yöntemlere göre küçük alanlar üzerinde ve aile işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Kooperatifleşme yeterince gelişmediği için elde edilen ürünlerin saklanması, pazarlanması daima bir sorun olmaktadır. Ayrıca bahçe tarımında mekanizasyon düzeyinin tarımın diğer kesimlerinde görülen dzeyelelere ulaşamamasında bazı sebze ve meyvelerin biyolojik özelliklerinin farklı ve dış mekanik etkilere karşı çok duyarlı olması önemli rol oynamaktadır.

Bu nedenle bahçe tarımında tam mekanizasyondan söz edilememektedir. Doğru uygulandığı takdirde çiftçinin değerli bir yardımcısı olmakta, verimi artırmakta ve ürünün kalitesini iyileştirmekte, ağır işleri kolaylaştırmaktadır.

Bunu tersine, tekniğin yanlış uygulandığı hallerde ise mekanizasyon işletme için bir yük olmaktan ileri gidemediği gibi verimin de düşmesine neden olabilir.

Bahçe tarımında mekanizasyon düzeyinin yükselmesini sağlayacak genel şartlar şöyle sıralanabilir.

- Makinalı tarım her şeyden önce ekonomik bir işletme büyüklüğü gerektirir. Sebze ve meyve bahçeleriyle bağlarda kullanılan küçük güçlü tek ve çift akslı bahçe traktörleri dışında yüksek kapasiteli ekim, dikim, bakım ve bazı hasat makinaları ancak belli bir işletme büyüklüğünde ekonomik olmaktadır. Ülkemizde işletme büyüklükleri bu konuda olumsuz bir durumu sergilemektedir.
- Makinalı tarım için sebze ve meyve bahçelerinde kötü hava koşullarında bile araçların kolayca hareket edebilecekleri iyi düzenlenmiş yollara gerek vardır.
- Pazarda işletme karakterine uygun, istenildiği zaman kolayca edinilebilen, güvenilir, bakım ve onarım servisleri, yedek parçası bulunan tarım makinaları bulunmalıdır.
- Arazi şekli ve eğimi, parsel uzunluğu makinalı tarıma elverişli olmalıdır. Tarla başlarındaki dönüşler için az zaman sarf edilmesi ve dönme şeritlerinin küçük olması bakımından tarla ve bahçelerin mümkün olduğu kadar uzun olması istenir.

Bahçe mekanizasyonunun bu genel koşulları sağlandığı takdirde insan gücünden en yüksek düzeyde yararlanılabildiği gibi, elde edilecek ürün nitelik yönünden iyileştirilir, nicelik yönünden artırılabilir (Anonim 2002a).

1.3. Traktörler

Türkiye’de traktör sayılarının beygir güçleri ve yıllara göre dağılımını incelediğimizde de aşağıdaki gibi bir tablo ortaya çıkmaktadır.

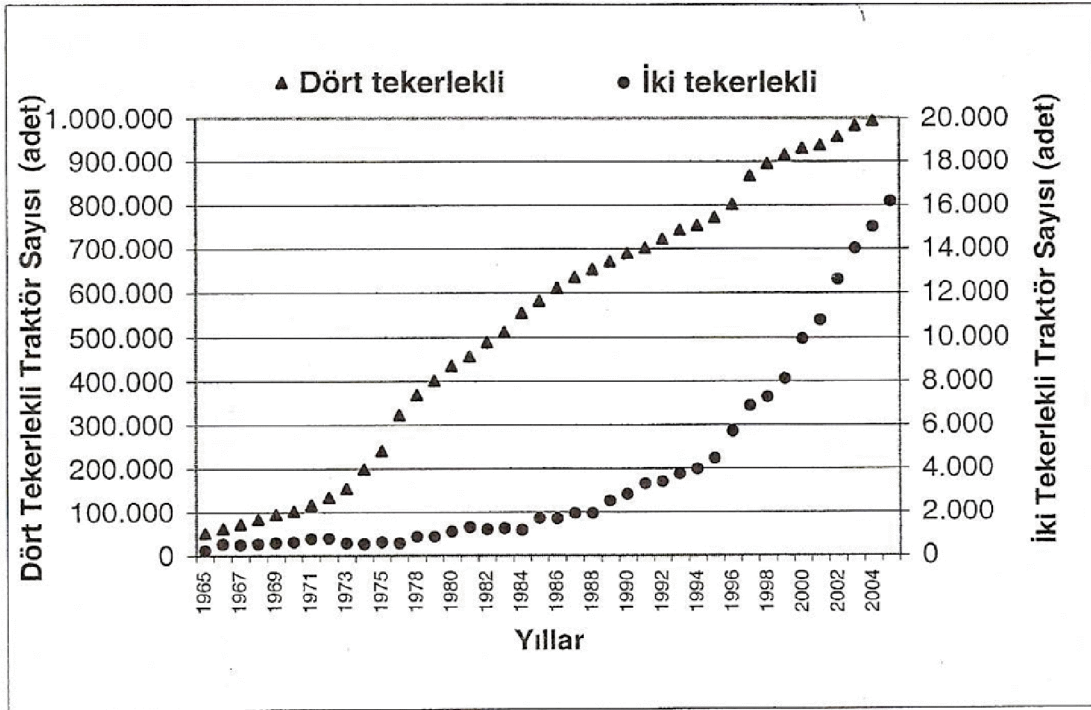
Çizelge 1.4. Türkiye’de traktör sayılarının tarihsel değişimi (TÜİK 2008).

Yıllar	Toplam	Beygir Gücü					
		Tek Akslı		İki Akslı			
		1-5	5 +	1-10	35-50	50+	70 +
1961	42 505	-	-	-	-	-	-
1974	200 466	-	-	-	-	-	-
1986	612 374	530	1 149	2 375	327 007	197 563	-
1990	692 454	1 234	1 570	3 175	364 052	237 579	-
1995	776 863	1 022	3 445	2 841	389 023	287 616	-
1996	807 303	1 075	4 620	2 960	401 360	301 935	-
1997	874 995	2 370	4 501	2 631	424 128	342 709	-
1998	902 513	1 449	5 826	3 271	434 018	358 456	-
1999	924 471	1 323	6 783	3 439	437 928	376 092	-
2000	942 441	2 049	7 882	3 776	446 541	383 424	-
2001	948 416	2 048	8 727	4 243	450 452	388 098	-
2002	970 083	2 994	15 689	4 149	449 139	-	45 668
2003	997 620	3 098	10 896	4 104	459 383	-	51 668
2004	1 009 065	3 220	11 784	3 904	458 677	-	56 349
2005	1 022 365	2 848	13 321	3 495	460 336	-	62 237

Tabloya bakıldığında tek akslı traktörlerin 1986 yılından bu yana zaman zaman değişkenlik gösterse de ülke genelinde sayılarının yıllar geçtikçe arttığı, yaygın olarak kullanılmaya başlandığı görülebilmektedir.

1.3.1. Tek Akslı Traktörlerin Sayısal Değişimi

Türkiye’de 1965-2004 yılları arasındaki iki tekerlekli ve dört tekerlekli traktör sayılarındaki değişim Şekil 1.1.’de gösterilmiştir. Bu grafik incelendiğinde görülüyor ki 40 yıllık süreçte dört tekerlekli traktörler yaklaşık 19,4 kat artarken, iki tekerlekli traktör sayısında 68,2 kat artış olmuştur. Ne var ki, ülkemizde iki tekerlekli traktör sayısı çok düşük olup, tüm traktörler içindeki payı %0,5 (1965) den, %1,6 (2005)’e çıkmıştır (Gülsoylu ve Ulusoy 2006f).



Şekil 1.1. 1965- 2005 yılları arasında iki ve dört tekerlekli traktörlerin sayısal değişimi (TÜİK 2005)

Bölgelere göre birim alana düşen traktör sayısı da Çizelge 1.5.’de görülmektedir.

Çizelge 1.5. Bölgelere göre birim alana düşen traktör sayısı (TÜİK 2005)

Bölgeler	İki tekerlekli traktör sayısı (adet)	Dört tekerlekli 1-18 kW (1-24 BG) Traktör sayısı (adet)	0 – 49 da İşletmelere ait toplam arazi	(traktör / 1000 ha)	
				İki tekerlekli traktörler	Dört tekerlekli traktörler 1-18 kW Traktörler
1. Bölge (Ortakuzey)	2.414	2.571	3.922.700	6,15	6,55

2. Bölge (Ege)	594	7.946	7.971.765	0,75	9,97
3. Bölge (Marmara)	2.717	3.480	3.254.995	8,35	10,69
4. Bölge (Akdeniz)	1.782	1.223	4.584.026	3,89	2,67
5. Bölge (Kuzeydoğ)	37	427	1.982.567	0,19	2,15
6. Bölge (Güneydoğ)	17	64	2.898.925	0,06	0,22
7. Bölge (Karadeniz)	5.168	2.357	8.026.894	6,44	2,94
8. Bölge (Ortadoğu)	2.530	3.333	4.143.281	6,11	8,04
9. Bölge (Ortagüney)	910	2.358	2.545.976	3,57	9,26
Toplam	16.169	23.759	39.331.129	4,11	6,04

1.3.2. Traktörlerin Sınıflandırılması

Başlangıçta sadece çeki işleri için düşünülen ve geliştirilen traktörler günümüzde standart tarla traktörleri olarak adlandırılmakla beraber bunlara bağ, bahçe ve sebze yetiştiriciliğinde kullanılan birçok özel traktör eklenmiştir. Tarımda kullanılan traktörler 4 ana gruba ayrılırlar (Erdoğan 1997a).

a) Standart Traktörler: Arkasındaki 3 nokta askı (bağlantı) düzeni ve kuyruk mili ile çeki kancasına sahip olan traktörler çeki işlerinde kullanılır. Tahrik tekerleklerinin sayısına göre; arka tekerlekleri muharrik ve dört tekerlekten muharrik olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Şekil 1.2.'de bir standart traktör resmi verilmiştir.



Şekil 1.2. Standart traktör

b) Alet Taşıyıcı Traktörler: Bu traktörlerde, genel olarak motor orta aksın önüne yerleştirilmiştir. Uzatılmış çatıya her türlü ekipman bağlanabilmektedir. Şekil 1.3.'de bir alet taşıyıcı traktör resmi verilmiştir.



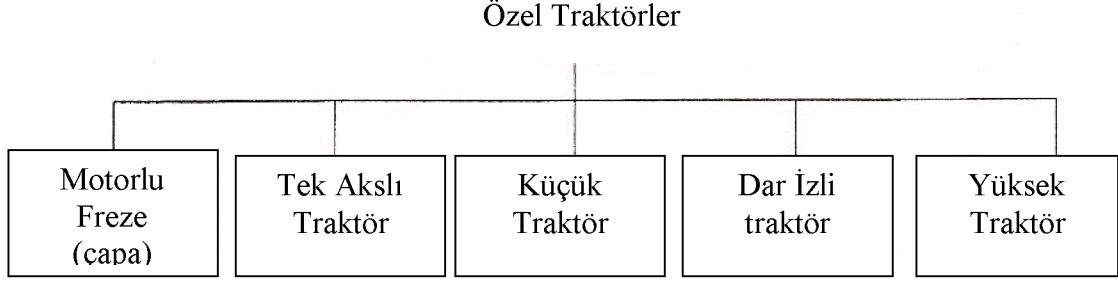
Şekil 1.3. Alet taşıyıcı traktör

c) Sistem Traktörleri: Traktör ön ve arkada 3 nokta askı düzeni ve kuyruk miline sahiptir. Genel olarak kolay ekipman bağlama olanağı, yüksek konfor ve kaza güvenliğine sahiptirler. Dört tekerleği eşit ölçüde muharrik olup, ön tekerlek dümenlemelidirler. bağlarda çalışmaları olanaklıdır. Şekil 1.4.'de bir sistem taşıyıcı traktör resmi verilmiştir.

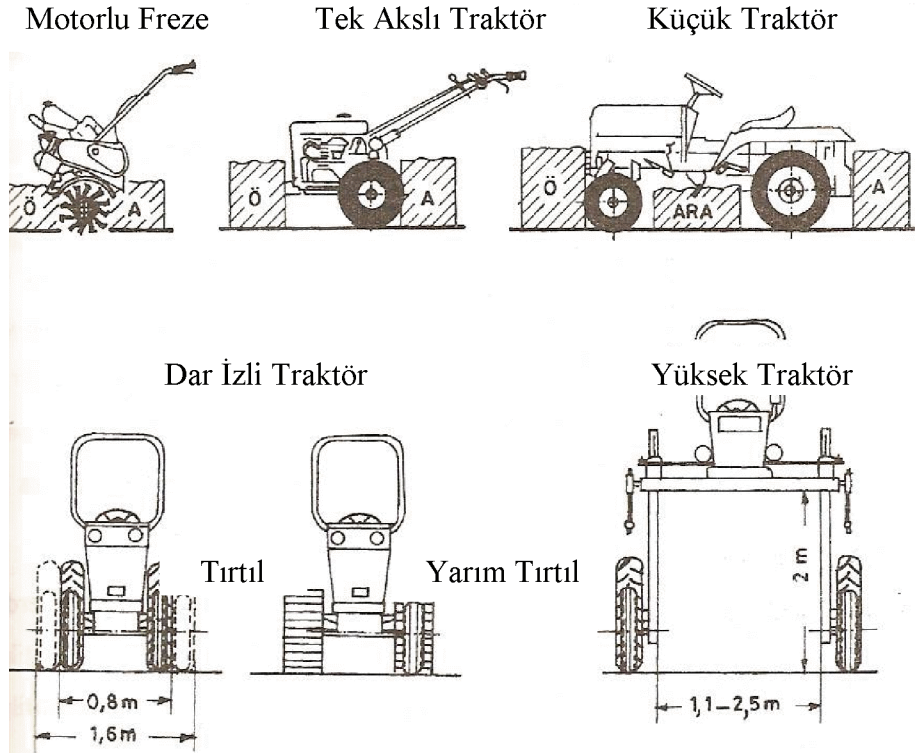


Şekil 1.4. Sistem Traktörü

d) Özel Traktörler: Özel amaçlarla örneğin bağ-bahçe ve sebze yetiştiriciliğinde kullanılan traktörlerdir. Farklı işlemlere sahiptirler ve aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar. Şekil 1.5.'te özel traktörlerin sınıflandırılması ve Şekil 1.6.'da özel traktörlerin resimleri verilmiştir.



Şekil 1.5. Özel traktörlerin sınıflandırması



Şekil 1.6. Özel traktörler

Motorlu Freze (Çapa): Tahrik tekerleği olmayıp frezenin çalışması ile hareket etmektedir. Tutamaklar ile komuta edilmektedir. Bu makinalar ot kontrolü ve sıra arasını yüzeysel işleme amacıyla kullanılmaktadır.

Küçük ve hafif olup satın alma bedeli düşüktür. Çapalama bıçakları çıkarılmak ve aks uçlarına birer tekerlek bağlamak suretiyle çoğu zaman tek asklı bir traktör gibi kullanmak mümkündür.

Tek Akslı Traktör: Önüne ve arkasına uygun ekipmanlar bağlanarak çeşitli işler yapılabilmektedir. Tutamaklarla, arkasından yürünerek komuta ve kontrol edilir. Küçük bahçe işletmeleri için uygundur. Çalışma hızları 1-20 km/h kadardır. Sebze yetiştiriciliğinde uygun ekipmanlarla donatılarak pulluk, çapa gibi ekipmanlarla toprak işleme, ekim ve dikim, ilaçlama, yüzeysel toprak işleme, köklü ve soğanlı sebzelerin hasat işlemi gibi çeşitli işler yapabilirler.

Küçük Traktör: Öne, akslar arasına ve arkaya ekipman bağlanabilen, arka tekerlekleri muharrik ve büyük ölçüde tekerleğe sahip olan traktörlerdir. Bağ bahçe ve sebzecilikte yoğun olarak kullanılmaktadırlar.

Dar İzli Traktör: İz genişliği küçük olan traktörlerdir. Koruyucu çerçeve dışında yüksekliği 1,5 metre kadardır. Bitki sıra araları dar olan meyve bahçesi, fidanlık ve bağ tarımında kullanılırlar.

Yüksek Çatılı Traktör: Toprak aralığı 2 metreye kadar olan yüksek çatılı traktörlerde akslar arasına ekipman bağlanabilmektedir. Güç iletimi mekanik yada hidrostatik olarak yapılır. % 7'ye kadar meyilli alanlarda çalışabilir. Bağ, meyve bahçesi ve fidan yetiştirilmesinde kullanılırlar. Özel traktörlerin bazı özellikleri Çizelge 1.6.'da verilmiştir (Erdoğan 1997b).

Çizelge 1.6. Özel traktörlerin bazı özellikleri

Traktör Tipi	Motor Gücü (kW)	Ağırlığı (kg)	İz Genişliği (m)
Motorlu Freze	1,2 – 5,5	25 – 170	0,25 – 1,26
Tek Akslı Traktör	3,5 – 15	50 – 450	0,25 – 1,26
Küçük Traktör	5 – 22	240 – 810	0,62 – 0,87
Dar İzli Traktör	21 – 50	995 – 2250	0,78 – 1,26
Yüksek Çatılı Traktör	37 – 74	< 3000	1,7 – 3,15

1.3.2.1. Tek Akslı Traktörler

Gülsoylu ve Ulusoy (2006g) tarafından bildirildiğine göre tek akslı traktörler güç gruplarına göre de; Hafif (3-4,5kW), Orta (4,5-7 kW) ve Ağır (7+ kW) olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Keçecioglu ve Gülsoylu 2003a).

Tek akslı küçük güçlü bahçe traktörlerinin iş kapasiteleri düşük olmasına rağmen, hareket yetenekleri fazladır (Kurtay 1981a). Şekil 1.7.'de tek akslı traktörler yer almaktadır.



Şekil 1.7. Tek akslı traktörler

Bu traktörler dar çizi aralarına girebilir, toprağı toprak frezesi veya pulluk ile işler, sulama, hasat, taşıma, ilaçlama gibi işlerde başarıyla kullanılırlar (Kurtay 1981b).

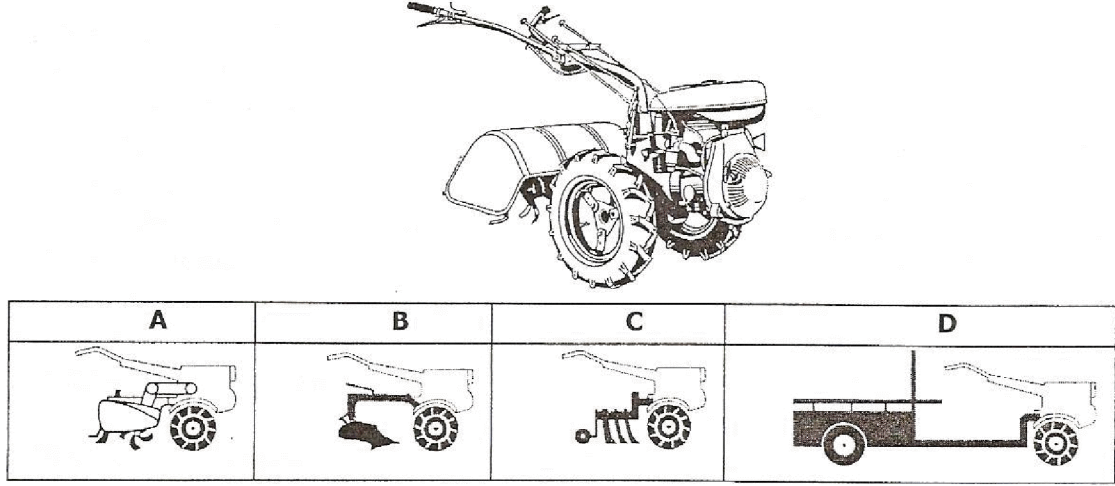
Gülsoylu ve Ulusoy (2006ı) tarafından bildirildiğine göre tek akslı traktörler bir blok halindeki motoru taşıyan iki tekerlekle mesnetlenmiştir ve genellikle güç kaynağı olarak 3-6 kW Otto motoru veya 5-9 kW diesel motoru kullanılmaktadır (Keçecioglu ve Gülsoylu 2003b).

Ekipmanlar traktörün gerek arkasına gerekse önüne takılabilmektedir. Hafif olmaları, kolay ve kısa alanda dönüş yapabilmeleri, değişik ekipmanların takılabilmesi, ağırlık merkezinin yere yakın olması nedeniyle eğimli arazilerde çalışabilmektedirler (Gülsoylu ve Ulusoy 2006j).

Kullanılan pulluklar tek veya çift kulaklı pulluklardır. Tek kulaklı pulluklar çoğunlukla açılı döner pulluk tipindedir. Çift kulaklı pulluklar ise tahtavari sürme yapan normal pulluklardır (Anonim 2002b).

Bu tek akslı traktörlerin manevra kabiliyetleri büyük klasik traktörlere nazaran çok daha üstündür. En sıra dışı hal olarak bir teker etrafında dönebilirler. Çitlere en uygun biçimde yanaşabilirler (Kadayıfçılar 1981).

Şekil 1.8.'de, bağ ve bahçe mekanizasyonunda tek akslı-iki tekerlekli bir traktörün, toprak frezesi (A), tek gövdeli pulluk (B) veya kültivatör (C) gibi değişik makinalarla toprak işlemede kullanımı görülmektedir. İki tekerlekli traktöre tek akslı bir römork bağlandığında (D) taşıma işi yapabilen ve kullanıcının oturabildiği bir araç haline gelmektedir (Gülsoylu ve Ulusoy 2006k).



Şekil 1.8. Tek akslı bir traktör ve kullanım şekilleri

1.3.2.1.1 Tek Akslı Traktörlerle Kullanılan Toprak İşleme Aletleri

Meyve bahçelerinde tek akslı traktör kullanımında genellikle özel toprak işleme aletleri kullanılmaktadır. Ağaçlara bilhassa taç ve dallara zarar verilmemesi için aletler yüksek olmamalıdır. Bundan başka ağaçların kökleri de korunmalıdır. Bu nedenle aletlerde bir derinlik ayarı mümkün olmalıdır. (Anonim 2002c).

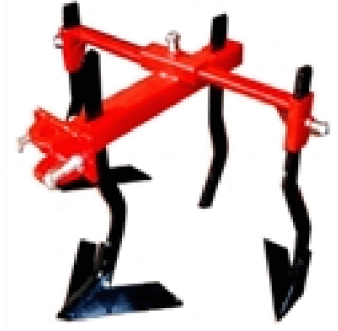
Tek akslı traktörde meyve bahçelerinde toprak işleme aleti olarak, bu traktöre uygun boyutlarda özel olarak üretilmiş olan toprak frezesi, karık pulluğu, kaz ayağı kültivatör ve tekli kulaklı pulluk kullanılmaktadır (Anonim 2002d). Şekil 1.9 , Şekil 1.10., Şekil 1.11. ve Şekil 1.12.'de bu aletlerin resimleri yer almaktadır.



Şekil 1.9. Toprak frezesi



Şekil 1.10. Ark pulluğu



Şekil 1.11. Kazayarı kültivatör



Şekil 1.12. Tekli pulluk

Bağ ve meyve bahçeleri; toprak koşulları, arazinin meyili ve üzerindeki bitkiler yönünden tarla arazisinden tamamen farklı özellikler gösterdikleri için, tek akslı traktörlerin bazı özelliklere sahip olmaları gerekir. Bu özellikleri şöyle sıralayabiliriz;

1. İz genişliği ayar olanakları fazla
2. Sıra aralarına girebilmek için toplam genişlikleri az
3. Meyve altlarına girebilmek için alçak yapılı
4. En küçük dönme yarıçapları küçük
5. Egzoz boruları, ağaçlara zarar vermemek için, aşağıya alınmış olmalıdır
6. Sürücünün dallardan zarar görmemesi için de, oturma yerleri özel örtü altına alınmalıdır (Saral 1997).

1.4. Amaç

Tarım makinası ile ekipman arasında olması gereken uyumun eksikliği yada yanlış makinaya yanlış ekipman takılması sonucumakro açıdan bakıldığında ülke ekonomisinde ciddi kayıplar meydana gelmektedir. Belirli bir beygir gücüne sahip bir tarım makinasının yada traktöre uygun boyutlarda ve teknik özellikte ekipman kullanılmadığında gerek yakıt tüketimi gerekse de buna bağlı olarak çevreye salınan zehirli egzoz gazları önemli boyutlarda sorun teşkil etmektedir.

Özellikle traktör – ekipman uyumu açısından, bir traktörün arkasına takılacak olan ekipmanı hangi çekme kuvvetiyle çekeceği yada hangi döndürme kuvvetiyle döndüreceğinin bilinmesi ve buna göre de hem imalat hem de kullanım aşamalarında uygun traktör – ekipman kombinasyonu sağlanması açısından böyle bir ölçüm düzeneğinin gerekliliği yadsınamaz miktardadır. Bu sayede sunulan ve ihtiyaç duyulan güçler dengeli ve uygun bir şekilde ortaya koyulacak, bu da yakıt tüketimi, zararlı gaz salımları ve satın alma maliyetleri açısından önemli yarar sağlanacaktır.

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan standart traktörlerinin tork ve çeki kuvveti ölçümleri için değişik deney düzenekleri mevcut olsa da tek akslı bahçe traktörleri için, özellikle üretim aşamasında yararlanmak üzere bir tork ve çeki kuvveti ölçüm düzeneğinin eksikliği göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada amaç; ülke genelinde yaygın olarak kullanılan bir tek akslı bahçe traktörünün farklı ekipmanlarla çalışma koşullarında tork ve çeki kuvvetinin ölçülebilmesi amacıyla bir ölçüm düzeneğinin oluşturulmasıdır.

Bu çalışmada TARAL marka 51 S model bir tek akslı bahçe traktörü ile birlikte yine bahçe mekanizasyonunda kullanılan tekli kulaklı pulluk, toprak frezesi, karık açma pulluğu ve taşıma işlerinde kullanılan standart tip bir tarım arabası kullanılmıştır. Elde bulunan torkmetre ve çeki kuvveti ölçmeye yarayan yük hücresinin traktöre takılabilmesi ve ölçüm yapılabilmesi için yapılan tasarım, 60 mm çapında ST50 çelik malzeme kullanılarak üretilmiş ve ölçüm cihazlarının traktöre uyumlu bir şekilde montajı sağlanmıştır. Yapılan tarla denemelerinde çeşitli tork ve çeki kuvveti değerleri elde edilmiş ve kayıt altına alınmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Keçecioğlu (1971) Yaptığı çalışmasında pullukların toprakla karşılaştıkları direnç kuvvetleri üzerinde yaptığı bir araştırmada, öncelikle kullanılan ölçme sistemine ait teknik özellikleri vermiş ve bu sistem kullanılarak, üç farklı toprak özelliğinde ve 11 farklı kulak tipinde pullukların karşılaştığı toprak dirençlerini, farklı iş derinliği ve ilerleme hızları için belirlemiştir. Sonuçlar şekil ve çizelgeler ile açıklanmıştır. Pulluk çeki dirençlerine kulak tipi, toprak yapısı, iş derinliği ve ilerleme hızlarının oldukça etkili olduğu belirtilmiştir. Kulaklı pulluk tasarımı ve kullanımında bu değişkenlerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Çiftlik makinalarının çeki gücü ve tork gereksinimlerinin incelendiği ve Çukurova bölgesinde tarla koşullarında yapılan bu çalışmada bu makinaların ortalama çeki gücü gereksinimlerinin makina tipine ve tarla çalışma koşullarına bağlı olarak 1.82 kN ile 12.37 kN arasında değişkenlik gösterdiğini belirlenmiştir. Bunun yanı sıra çalışma hızı ile çeki gücünün doğru orantılı olarak arttığını saptanmıştır. Yine çalışma hızına bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte Kültivatörün tork gereksiniminin 61 – 75 Nm, tarla pülverizatörünün 4.4 – 6.1 Nm ve santrifüj gübre dağıtma makinasının da 5.1 – 8.5 Nm arasında olduğunu tespit edilmiştir (Işık, 1990).

Işık ve Sabancı (1991) Yaptıkları çalışmada titreşimli ve sabit ayaklı dipkazanların çeki kuvveti gereksinimlerinin toprak ve çalışma koşulları ile değişimi konusunda yaptıkları araştırmada; killi (ağır) ve kumlu-tın (hafif) olmak üzere iki farklı bünyeye sahip toprak üzerinde, farklı çalışma hızı ve iş derinliklerinde yürütülen denemelere ait sonuçları vermişlerdir. Denemelerde sabit ayaklı ev titreşimli tip makinaların çeki kuvveti ve güç gereksinimleri belirlenmiştir.

Maksimum çeki kuvveti / traktör ağırlığı oranının, traktörlerin kıyaslanmasında önemli bir teknik kriter olduğunun belirtildiği bu çalışmada oranın yüksek değeri, o oranda teknik üstünlüğü ifade ettiği (Özellikle tekerlekli traktörlerde %15 – 16 patinaj koşulunda), tekerlekli traktörlerde en küçük viteste sağlanan çeki kuvveti, genelde maksimum patinaj koşulu ile (yani % 15 kadar) sınırlandırıldığı ve dolayısıyla tüm motor gücünden yararlanılamayacağı belirlenmiştir (Kadayıfçılar, 1992).

Sabancı ve ark. (1993). Güneydoğu Anadolu'daki GAP bölgesinde sulamaya açılacak alanlarda optimum traktör gücü seçimi için gerekli temel işletmecilik verilerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları araştırmada, GAP bölgesi toprak serilerinde kulaklı pulluk, dipkazan, çizel ve kültivatör ile farklı çalışma hızı ve iş derinliklerinde çeki kuvveti, çalışma hızı ve patinaj gibi temel işletmecilik verilerini saptamışlardır.

Araştırmada ele alınan makinalar ile yapılan denemelerde uygun çalışma hızının 5 km/h, uygun çalışma derinliğinin kulaklı pullukta 25 cm, dipkazanda 45 cm, çizelde 30 cm ve kültivatörde 10 cm olduğunu belirlemişlerdir. GAP bölgesinde kullanılacak toprak işleme makinaları için uygun traktör gücü büyüklüğünün 45 kW dolayında olduğu ve bu büyüklüğün gelecekte sulamaya açılacak alanlarda uygun güç büyüklüğü olduğunu belirtmişlerdir.

Kılıç (1993) Türkiye'de yaygın olarak kullanılan bazı traktörlerin 20 km/h sabit hızda, en yüksek vites kademesinde gereksinme duyulan güç, enerji ve yakıt değerlerini saptamıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda traktörlerin özgül yakıt tüketimleri, motor gücü ve yakıt gücünün tekerlek gücüne dönüşüm oranları tespit edilerek, çiftçilerin kullandığı traktörlerin performans parametrelerinin, traktör standart değerlerine uygun olduğunu saptamıştır.

Traktör – tarım makinası enerji ilişkilerinin saptanması için bilgisayar destekli ölçme sisteminin geliştirilmesi ve mekanizasyon planlamasında temel işletmecilik verilerinin belirlenmesi üzerine yapılan bu araştırmada, çeki kuvveti, çalışma hızı, patinaj, çeki gücü ve yakıt tüketimi gibi mekanizasyon planlamasında gerekli temel işletmecilik verilerinin elde edilmesi için, universal, taşınabilir, kolay bağlanır ve traktör kuyruk mili çalışmalarına da olanak sağlayacak şekilde bilgisayar destekli bir ölçme sistemi kurulmuş, geliştirilmiş ve kalibrasyon çalışmalarını yapılmıştır. Elde edilen verilerin PC bilgisayarda kayıt ve değerlendirilmesini sağlayan bilgisayar destekli ölçme sistemi kullanım programı hazırlanmıştır.

Geliştirilen bu sistem ile killi-kuru, killi-tavlı ve kumlu-tavlı toprak özelliklerine sahip arazilerde farklı iş derinliği ve farklı çalışma hızı koşullarında, kulaklı pulluk, dipkazan, çizel, kültivatör ve tırmık gibi toprak işleme makinalarına ait temel işletmecilik verileri ölçülmüştür. Araştırma sonunda, geliştirilen bilgisayar destekli ölçme sisteminin, işletmecilik verilerinin ölçümünde güvenli bir şekilde kullanılabileceği saptanmıştır. Ayrıca, değişik toprak özelliklerine sahip arazilerde, bazı toprak işleme makinaları için farklı iş derinliği ve çalışma hızlarında çeki kuvveti, çalışma hızı, patinaj, çeki gücü ve yakıt tüketimi ile bunlara ilişkin birim değerler belirlenmiştir (Akıncı, 1994).

Iqbal ve ark. (1994) Yaptıkları bu çalışmada seçilen bazı toprak işleme aletlerinin çeki gücü gereksinimlerini saptamışlardır. Belirledikleri birinci ve ikincisi sınıf toprak işleme aletlerinden olan dipkazan, çizel pulluk ve kültivatörün killi toprakta 2.5 km/h lik tarla çalışma hızında belirledikleri çeki gücü gereksinimlerine göre en fazla çeki gücünü 35.43 kW'lık bir traktörün gücünün % 40'ını harcamasıyla çizel pulluk gerçekleştirmiştir.

Yüksel ve Tekin (1995) Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde kullanılan toprak işleme makinalarının çeki kuvveti gereksinimlerinin ölçülmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır.

Kulaklı pulluk ile yapılan denemelerde çalışma hızı 0.42 m/s ile 0.88 m/s arasında değişirken, gereksinim duyulan çeki güçleri 3.37 kW ile 9.33 kW arasında olmuştur. Kültivatörde ise çalışma hızları 0.68 – 1.16 m/s arasında değişirken, çeki güçleri 2.59 kW ile 6.11 kW olarak tespit edilmiştir. Diskaro ile yapılan denemelerde çalışma hızı 0.92 – 2.2 m/s arasında değişirken, çeki değerleri 1.52 kW ile 7.19 kW arasında değişmiştir. Dişli tırmık ile yapılan denemelerde ise çalışma hızı 0.96 – 2.11 m/s arasında değişirken, çeki gücü değerleri 1.59 ile 6.86 kW olarak bulunmuştur. Denemesi yapılan toprak işleme makinaları arasında en fazla güç gereksinimi kulaklı pullukta 0.88 m/s hızda 9.33 kW olmuştur. En az güç gereksinimi ise diskaro ile çalışmada 0.91 m/s hızda 1.52 kW olmuştur. Araştırma; her bir toprak işleme aleti için hızın artmasının çeki kuvvetinin de artırdığını ortaya koymuştur.

Farklı çalışma koşullarında traktör egzoz emisyonlarını, çeki kuvveti, yakıt tüketimi vb. gibi işletme verilerini de ölçerek belirlemek amacıyla yapılan araştırmada Trakya Bölgesinde yaygın olarak kullanılan tarım alet ve makinaların çeki kuvveti, devir sayısı, patinaj, tarla çalışma hızı, yakıt tüketimi ve yüklenme gibi bazı işletme verilerini saptanmış ve bu verileri kullanarak laboratuvar koşullarında egzoz emisyon değerleri belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda; en fazla CO emisyonunu yaysız kültivatör ile çalışmada 3.216 g/kWh olarak saptanmıştır.

Makinalar ile çalışmada bulunan egzoz emisyon değerleri ISO 8178 standardına göre belirlenen egzoz emisyon değerleri ile karşılaştırıldığında en büyük fark CO emisyonunda ekim makinası ile çalışmada % 19.628, HC emisyonunda yaysız kültivatör ile çalışmada % 309.160 ve NOx emisyonunda yaysız kültivatör ile çalışmada % 14.622 olarak saptanmıştır (Durgut, 2001).

Alkan ve Bayhan (2003). Çekilir tip tarım alet ve makinalarının çeki kuvvetlerinin belirlenmesinde bilgisayar destekli bir ölçme sisteminin kullanılması üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Yaptıkları bu çalışmanın amacı; iki traktör yöntemi ile alet ve makinelerin çeki kuvveti, patinaj ve yakıt tüketimini belirlemede kullanılacak yöntemlerin kalibrasyonunu yapmaktır. Ayrıca, yöredeki işletmelerin büyüklüğüne bağlı olarak toprak işlemede yoğun olarak kullanılan alet ve makinelerin bazı işletme verilerini (çeki kuvveti, patinaj, ve yakıt tüketimi) saptamak araştırmanın diğer bir amacını oluşturmaktaydı. Bu çalışmada Trakya Bölgesinde yaygın olarak kullanılan pulluk, çizel pulluk, kültivatör ve yaylı kültivatör + döner tırmık kombinasyonunun çeki kuvveti, patinaj, ilerleme hızı, yakıt tüketimi değerleri belirlenmeye çalışılmışlardır. Tarım alet ve makinelerin çeki kuvvetini belirlemede kullanılacak olan bilgisayar destekli ölçme sistemi taşınabilir, üniversal nitelikte olup, traktör üzerine kolaylıkla yerleştirilebilir durumdadır.

Patinaj değerlerinin saptanmasında ise tekerlek üzerine sabit şekilde yerleştirilen manyetik algılayıcıdan gelen sinyaller özel bir ekranda kayıt edilerek gösterilmiştir. Bu düzenek tekerlek üzerine kolay yerleştirilmiş ve arazinin eğiminden etkilenmeden çalışması sağlanmıştır. Çeki kuvveti ve patinaj ölçme sistemlerin her ikisi de elde edilen sonuçlar doğrultusunda güvenilir olduğunu kanıtlamışlardır.

Çanakçı ve Akıncı (2004). Antalya bölgesi sera sebzeçiliği işletmelerinde tarımsal altyapı ve mekanizasyon özelliklerini ve bu bağlamda tek akslı bahçe traktörleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. İşletmelere ait verileri anket çalışması ile elde edilmiştir. Araştırmayı toplam 116 işletmede yürütmüşlerdir. İşletmelerde bulunan sera alanlarının %45.5'i cam, %54.5'i plastik seradır.

Seralarda yaygın olarak yetiştirilen ürünler domates, biber, patlıcan, hıyar, fasulye ve kavundur. Sera işletmeleri, sera sebzeçiliğinin yanı sıra tarla, meyve ve açıkta sebze yetiştiriciliği de yapmaktadır. İşletmelerin %52'sinde en az bir adet traktör bulunmaktadır. Ortalama traktör gücü 37 kW ve birim traktör sayısı 0.50 adet/işletme'dir. İşletmelerin mekanizasyon düzeyi göstergelerini sırasıyla 10.83 kW/ha, 18.43 kW/işletme, 3.47 ha/traktör ve 2.07 ton/traktör ve ayrıca, birim alan başına düşen elektrik ve dizel motor gücünü de 7.05 kW olarak saptamışlardır.

Toprak frezesi bıçaklarının farklı çalışma hızlarındaki aşınma durumlarını incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada killi toprakta yerli yapım bir toprak frezesinin işleyici bıçaklarının, iki farklı ilerleme hızındaki aşınma durumu ve aşınmayla kaybedilen malzeme miktarının enerji eşdeğerini belirlenmiştir.

Düşük ilerleme hızında (2.3 km/h), bir bıçaktaki ağırlık ve yüzey alanı aşınması ortalama olarak sırasıyla 8.8 ± 0.513 g/ha ve 1.5 ± 0.083 cm²/ha bulunmuştur. Yüksek ilerleme hızında ise (5.5 km/h), sırasıyla 1.8 ± 0.177 g/ha ve 0.43 ± 0.025 cm²/ha belirlenmiştir. Mevcut özelliğe sahip freze bıçağı ile mevcut toprak koşulunda sürüm yapıldığında, düşük hızda yaklaşık 300 400 da alan, yüksek hızda ise yaklaşık 1400 - 1500 da alan sürüldükten sonra işleme ömrünü tamamlayacağı belirlenmiştir. Ülkemizdeki toplam toprak frezesi makinası dikkate alındığında, 2.3 km/h ilerleme hızındaki bıçak malzemesinin yıllık aşınma miktarının 5730 t, kaybedilen enerjinin 497x106 MJ ve kaybedilen enerjinin hububat karşılığının da 33100 t olduğu bulunmuştur. 5.5 km/h ilerleme hızında bıçak aşınma miktarı, enerji kaybı ve kaybedilen enerjinin hububat karşılığı yaklaşık 5 kat azaldığı sonucuna ulaşılmıştır (Ünal ve Tümsavaş, 2005).

Değişik lastik ve tekerlek düzenlemelerinin traktör çeki verimine etkileri üzerine gerçekleştirilen bir araştırmada iki farklı yapıda (diagonal ve radyal) lastik tekerlek ve farklı düzenlemelerinin (ek ağırlıklı-ek lastik tekerlekli), traktör verimi üzerindeki etkileri, deneysel yöntemlerle elde edilen veriler yardımıyla incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Elde ettiği sonuçlara göre; en yüksek çalışma verimi, beton ve anızlı zeminler için, radyal lastik-ek lastik tekerlek-çalışmada seçilen en yüksek vites kademesi (yaklaşık 6 km/h) kombinasyonu için elde edilmiştir. Çalışmada incelenen faktörlerin etkileri birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirildiğinde, yakıt ve zaman tasarrufları açısından en iyi sonuçlar ek lastik tekerlek uygulamalarında elde edilmiştir. Bu nedenle, ek lastik uygulamasının oluşturduğu ek maliyetlerin diagonal lastik yerine radyal lastik kullanımı ile oluşan ek maliyetlere kıyasla daha fazla olmasına rağmen, geri kazanımlarının daha kısa sürelerde gerçekleştiği saptamıştır (Sümer, 2006).

Gülsoylu ve Ulusoy (2006). Türkiye’de tek akslı-iki tekerlekli traktörlerin sayısal değişimi ve kullanımını üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmalarında DİE (TÜİK) kaynaklarından yararlanılarak illere ait veriler tarım bölgelerine göre gruplandırılmış ve küçük işletmelerin mekanizasyonunda önemli yeri olan tek akslı-iki tekerlekli traktörlerin Türkiye’deki gelişimini ve kullanımını incelemiştir.

Tarım bölgeleri içinde en fazla iki tekerlekli traktörün % 31,96'lık oranla Karadeniz Bölgesi'nde ve toplamda 2.662 adet ile Ordu ilinin birinci il durumunda olduğunu belirlemişlerdir. Traktörlerde çeki performansı üzerine bazı faktörlerin etkilerini üzerine yapılan bir araştırmada, çalışmasında dört farklı aks yükü, üç farklı lastik basıncı ve dört farklı çeki kuvvetinin traktörün çeki performansını belirlemek üzere; patinaj, çeki gücü, dinamik çeki oranı, çeki verimliliği ve özgül yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir.

Denemeler, beton zeminden oluşan traktör çeki gücü deney pistinde yapılmış, çeki kuvvetine bağlı olarak; patinaj değerleri % 0.79 ile % 23.54, çeki gücü değerleri 12.1 kW ile 30.1 kW, dinamik çeki oranı değerleri 0.213 ile 1.156, çeki verimliliği değerleri 0.54 ile 0.97, özgül yakıt tüketimi değerleri 296 g/kWh ile 533 g/kWh arasında değiştiği sonucunu elde etmiştir. Ve dinamik aks yükü, lastik basıncı ve çeki kuvvetinin; patinaj, çeki gücü, çeki verimliliği ve özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($P < 0.01$) (Küçüksarıyıldız, 2006).

Gülsoylu ve Günhan (2007) Traktör ve tarım makinaları tarla performansının belirlenmesinde kullanılan bir veri toplama sistemi üzerine çalışmışlardır. Traktör-makine tarla performansının saptanması için; çeki kuvveti, ilerleme hızı, patinaj ve yakıt tüketimi gibi gerekli temel işletmecilik verilerini belirlemek amacıyla geliştirdikleri ölçme sisteminde, çeki kuvveti ölçümü için traktör üç nokta bağlantı düzenine yerleştirilen ölçme çantasına bağlı üç adet kuvvet algılama pimi, tekerlek devri ve patinaj ölçümü için arka tekerleğe yerleştirilen manyetik algılayıcı, yakıt tüketimi için yakıt ölçer, veri toplama sistemi (ADAM-5000/485) ve laptop bilgisayar kullanmışlardır. Yaptıkları bu çalışma sonucunda veri toplama sistemi oluşturulmuş ve kuvvet algılama pimlerinin kalibrasyonu yapılmıştır. Geliştirdikleri bu sistem ile tarla denemelerinde çeki kuvveti, yakıt tüketimi ve tekerlek patinajı ölçülebilmektedir.

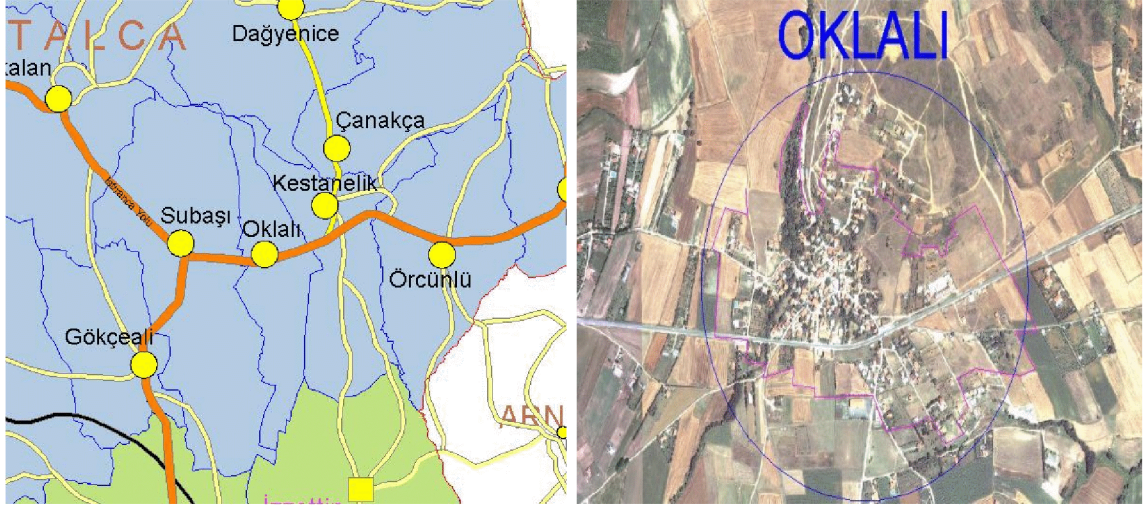
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Tek akslı bir çapa traktörünün tork ve çeki kuvvetini saptamak amacıyla geliştirilen bu deney düzeneğinde farklı çalışma hızlarında farklı ekipmanlar kullanılarak yapılan denemeler sonucunda tork ve çeki kuvvetinin belirlenmesi için kullanılan materyal ve yöntem bu bölümde açıklanmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanı

Denemeler İstanbul İli Çatalca İlçesi Oklalı Köyü'nde gerçekleştirilmiştir. (Şekil 3.1.) Ölçümlerin yapıldığı bahçe Şekil 3.2.'de görülmektedir. Bu alan ait toprak analiz sonuçları da Çizelge 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Ölçümlerin yapıldığı Oklalı Köyü



Şekil 3.2. Ölçümlerin yapıldığı bahçenin genel bir görünüşü

Çizelge 3.1. Toprak analiz sonuçları

Derinlik (m)	Mineral İçeriği (%)				Toprak Sınıfı
	Kil	Silt	Kum	Tuz (E.İletkenlik)	
	26,16	24	49,84	547,000	Kumlu-Killi- Tın
Ort. Nem Değeri (%)	12,26				

Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi denemeler düşük nem ve yüksek kum içeriğine sahip kumlu killi tın bir toprakta gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Meteorolojik Veriler

Araştırmanın yürütüldüğü günlerde çalışma ortamı iklim özelliklerinin saptanması amacıyla İstanbul Yeşilköy Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan, İstanbul ili 21 Nisan 2010 tarihine ait sıcaklık ve bağıl nem değerleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. İstanbul ili günlük sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Deneme Süresi	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 gün	26	56

3.1.3. Denemelerde Kullanılan Tek Akslı Traktörün Özellikleri

Denemelerde TARAL 51 S çapa traktörü kullanılmıştır. Bu traktöre ait bazı teknik veriler Şekil 3.3 ve Çizelge 3.3'de verilmiştir. Türkiye'de bahçe tarımında en yaygın olarak kullanılan tek akslı bahçe traktörü TARAL marka 51 S çapa traktörü olduğundan bu traktör seçilmiştir.



Şekil 3.3. TARAL marka 51 S çapa traktör

Çizelge 3.3. TARAL marka 51 S çapa traktörüne ait bazı teknik veriler

MOTOR	Tek silindirli,4 zamanlı,hava soğutmalı,dizel
GÜÇ (HP)	12
SİLİNDİR HACMİ (cm ³)	510
MOTOR DEVRİ (d/dak)	3000
KAVRAMA	Tek diskli, kuru, mekanik kumandalı
ŞANZIMAN	4 ileri 2 geri vitesli kol ile kumandalı
DİFERANSİYEL	4 konik planet dişli, diferansiyel kilidi didon üzerinden mekanik kumandalı
HIZLAR (km/h)	İleri:1,3 - 2,6 - 6,8 - 13,5 Geri:2,8 - 5,6
KUYRUK MİLİ 1	Hareketten bağımsız, 2 devirli (540 ve 800 d/dak) kamalı mil, 20x17 DIN 5482
KUYRUK MİLİ 2	Harekete bağımlı, tekerleğin her dönüşünde 23 devir. 20x17 DIN 5482
FRENLER	Elle kumandalı birbirinden bağımsız. Sağ-sol frenleme, işletme park ve düzenleme için
İŞ GENİŞLİĞİ (cm)	80
LASTİK EBATLARI	90x210x110
AĞIRLIK (kg)	185

TARAL marka 51 S çapa traktöründe 12 bg gücünde, tek silindirli hava soğutmalı bir dizel motor kullanılmaktadır. Silindir hacmi 510 cm³ olan motorun devri 3000 d/dak dır. 4 ileri 2 geri vites kutusu bulunan traktörün hızı ise ileri yönde 1,3 ile 13,5 km/h arasında değişmektedir. Hareketten bağımlı ve bağımsız olmak üzere 2 adet kuyruk mili bulunmaktadır ve ağırlığı 185 kg.dır.

3.1.4. Denemelerde Kullanılan Tarım Makinalarının Teknik Özellikleri

Bir tarım işletmesinde kullanılan tek akslı traktörlerin arkasına takılabilecek olan ekipmanlardan bu araştırmada kullanılan kulaklı pulluk, toprak frezesi, kazayağı kültivatör ve tarım arabasına ait özellikler bu bölümde açıklanmıştır.

3.1.4.1. Toprak Frezesi

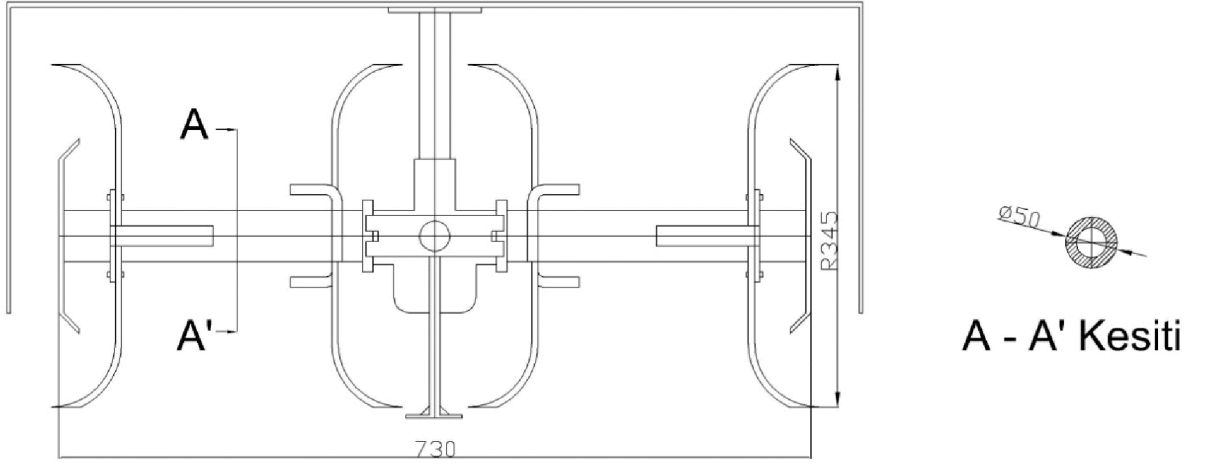
Denemelerde Şekil 3.4.'te görülen TARAL marka ve 50 cm. iş genişliğine sahip toprak frezesi kullanılmıştır. Freze bıçakları 4'lü gruplar halinde 4 sıra olarak içi boş 50 mm'lik boru üzerine kaynaklı 10 mm'lik 128 mm çaplı flanşlar üzerine ikişer adet civata ile bağlanmıştır. Çapa bıçak grubu 3 mm'lik pres bükme koruma sacı ile kaplanmıştır. Çapa bıçaklarına ait teknik özellikler Çizelge 3.4.'de, teknik çizimler de Şekil 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çapa bıçaklarının teknik özellikleri

Konstrüktif iş genişliği (c)	68 mm
Bıçağın çizdiği dairenin çapı (R)	345 mm
Lama genişliği (a)	52 mm
Lama uzunluğu	175 mm
Lama kalınlığı (b)	6 mm
Toprağa giriş açısı	36°
Bileme açısı	20°



Şekil 3.4. TARAL marka toprak frezesi



Şekil 3.5. TARAL marka toprak frezesi teknik çizimleri

3.1.4.2. Kulaklı Pulluk

Denemelerde şekilde görülen tekli kulaklı pulluk kullanılmıştır (Şekil 3.6.). Traktöre çeki demirinden bir flanş ve civatalarla bağlanıp çekilerek çalışan pulluğun iş genişliği 260 mm, toprak işleme derinliği 150 – 200 mm. dir.



Şekil 3.6. Kulaklı pulluk

3.1.4.3. Ark Pulluğu

Denemelerde Şekilde görülen tekli ark pulluğu kullanılmıştır (Şekil 3.7.). Traktöre eki demirinden bir flanş ve civatalarla bağlanarak çekilerek çalışan pulluğuun iş genişliği 550 mm, toprak işleme derinliği 100 – 150 mm. dir.



Şekil 3.7. Ark pulluğu

3.1.4.4. Tarım Arabası

Denemelerde Şekilde görülen tek dingil, metal konstrüksiyonlu ve traktör gövdesine bir mil ile bağlı tarım arabası kullanılmıştır (Şekil 3.8.). Arabanın taşıma kapasitesi 1500 kg.dir.



Şekil 3.8. Tarım arabası

3.1.5. Denemelerde Kullanılan lm Aletleri ve Cihazlar

3.1.5.1. Ara Birim

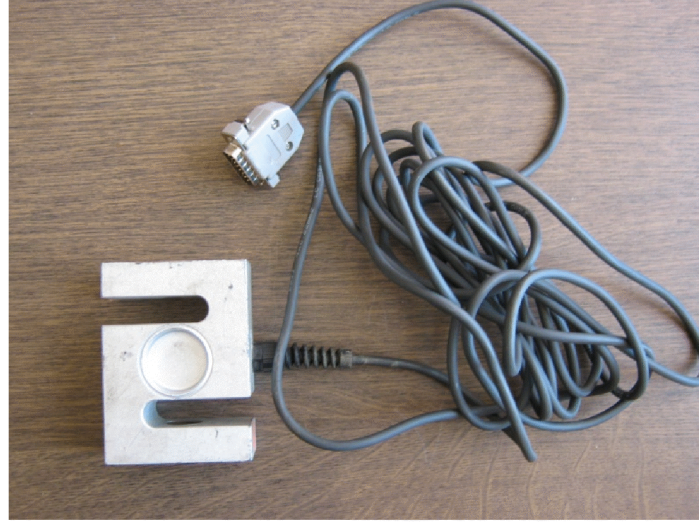
Sistemin en önemli yapılarından biri olan ara birimin görevi traktör ve deney düzeneği üzerine yerleştirilmiş olan sensörlerin gönderdiği sinyalleri milivolt / volt olarak bilgisayara aktarmaktır. Sensörlerin gönderdiği sinyallerin dijital ortamda algılanabilmesi ve daha sonra yorumlanabilmesi için arabirime ihtiyaç duyulmaktadır. Arabirim olarak HBM Spider8 kullanılmıştır (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Ara birim

3.1.5.2. Çeki Kuvveti Ölçme Sensörü

Traktör ile arkasına takılan tarım makinası arasında oluşan çeki kuvvetini ölçmek için ESIT TCS 2 marka 2 tonluk yük hücresi (load cell) kullanılmıştır (Şekil 3.10). Yük hücresinin maksimum gerilme direnci 2000 kg'dır. Çap yüzeyine paralel iki kanal açılmış olup alın yüzeylerinin merkezinden açılmış vida dişlerine bağlanan saplamalarla traktör ile ekipman arasına takılabilmektedir. Yük hücresinin teknik özellikleri Çizelge 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 3.10. Çeki kuvveti ölçme sensörü

Çizelge 3.5. Yük hücresinin teknik özellikleri

Kapasite	kg	2000
Minimum ölçüm aralığı (Vmin)		$E_{max} / 5000$
Toplam hata	%	$\leq \pm 0.03 \leq \pm 0.02$
Sıfara dönüş hatası (DR)	%E _{max}	0.01
Minimum yük	%E _{max}	0
Aşırı yükleme kapasitesi	%E _{max}	150
Aşırı yan yükleme kapasitesi	%E _{max}	100
Kırılma kapasitesi	%E _{max}	200
Esneme (E _{max} yükte)	mm	=0.4
Maksimum uyarma gerilimi (U _{max})	V	15
Kazanç (C _n)	mV/V	$2 \pm 0.1\%$
Yüksüz çıkış	%C _n	= ± 1.0

Giriş direnci	O	385 ±20
Çıkış direnci	O	350 ±3
İzolasyon direnci	MO	=500
Düzeltilmiş çalışma sıcaklığı aralığı	°C	-10...+40
Çalışma sıcaklığı aralığı	°C	-40...+80
Yük Hücresi malzemesi		Çelik
Koruma sınıfı (EN60529 standartlarına göre)		IP68
Ağırlık	kg	1.9

Yük hücresinin teknik özelliklerine bakıldığında kapasitesinin 2000 kg ve toplam hata aralığının $\% \leq \pm 0.03 \leq \pm 0.02$ olduğu görülmektedir.

3.1.5.3. Torkmetre

Traktör ile toprak frezesi arasında oluşan torku ölçmek için HBM marka torkmetre kullanılmıştır (Şekil 3.11.). Torkmetre 5Nm – 1000 Nm arasında ölçüm yapabilmekte olup maksimum 4000 d/dak dönme hızına sahiptir. Her doğrultuda ölçüm yapabilen torkmetreye ait teknik özellikler Çizelge 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.11. Torkmetre

Çizelge 3.6. Torkmetre teknik özellikleri

Hassasiyet Sınıfı		0.2
Nominal tork	Nm	5
Nominal hassasiyet	mV/V	2
Karakteristik tolerans	%	< ± 0.2
Referans sıcaklıktaki giriş direnci	Ohm	350 ± 1.8
Maksimum kabul edilebilir tahrik voltajı	V	20
Nominal tahrik voltajı aralığı	V	0.5 ... 12
Referans sıcaklık	°C	+23
Çalışma sıcaklığı aralığı	°C	-10 ... +60
Depolama sıcaklığı aralığı	°C	-50 ... +70
Yaklaşık burulma direnci	kNm/rad	0.29
Nominal torkta yaklaşık burulma açısı	Deg.	1
Maksimum kabul edilebilir dönme devri	d/dak	4000
Statik yükleme limiti	%	150
Mil üzerindeki dikey yük limiti	N	5
Mil üzerindeki yatay yük limiti	kN	0.35
DIN IEC 60529 a göre güvenlik derecesi		IP50
Çıkış voltajı	V	5
Besleme voltajı	Vdc	4.8 ... 5.2
Maksimum tüketim	mA	50

3.1.5.4. Yazılım

Araştırmada yapılan ölçümlerin ara birimle bilgisayara aktarılmasından sonra okunabilmesi için HBM CATMAN EXPRESS 4.5 isimli yazılım kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

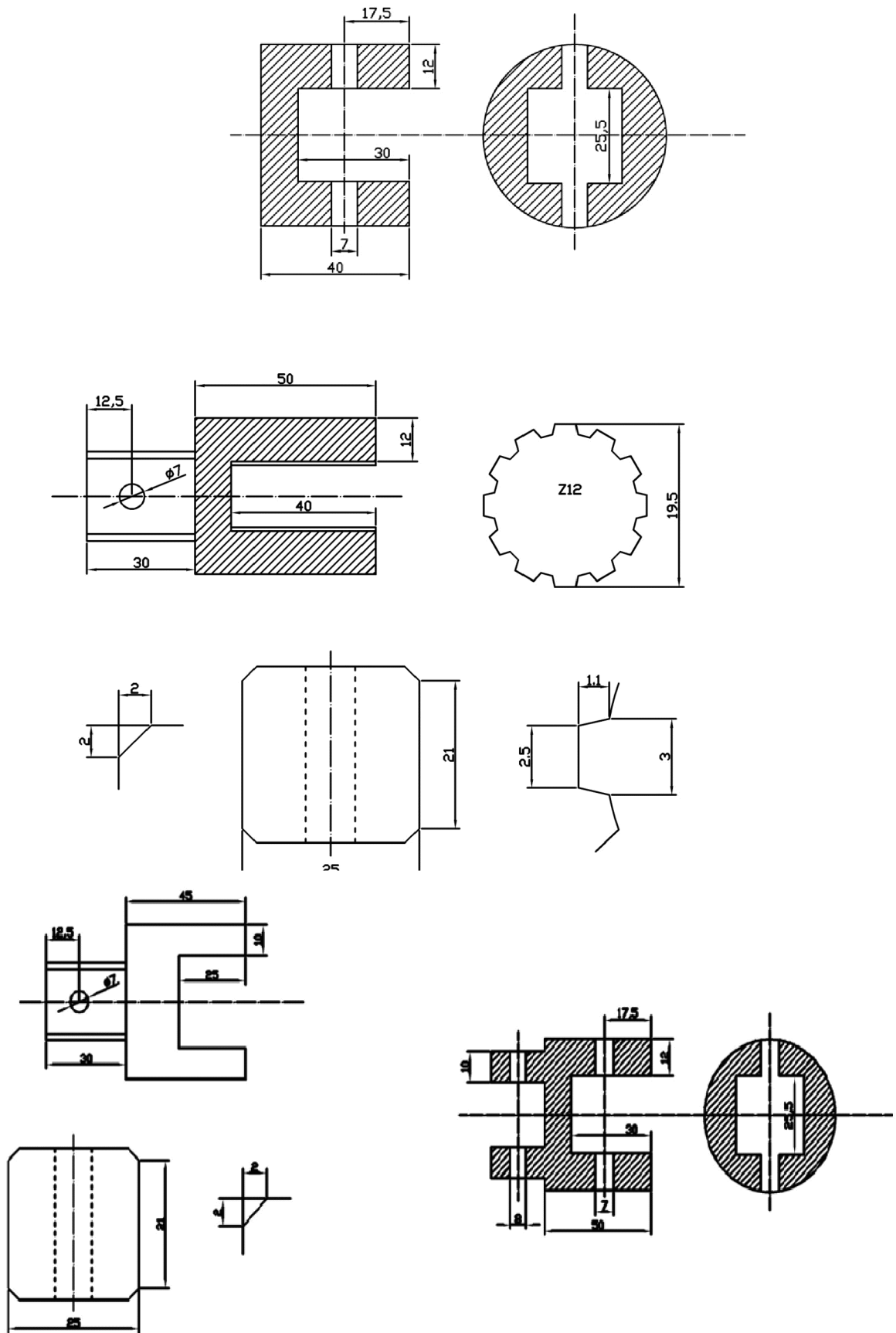
Tek akslı çapa traktörleri için tork ve çeki kuvvetini saptamak amacıyla bir test düzeneğinin geliştirmek için yapılan bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için izlenen yöntemler aşağıda ölçüm düzeneğinin oluşturulması, tork ölçüm düzeneğinin oluşturulması, çeki kuvvetinin saptanması, tarla çalışma hızının saptanması, bilgisayar destekli ölçme sistemi kalibrasyonu ve bilgisayar destekli ölçme sistemi için kullanılan program başlıkları altında açıklanmıştır.

3.2.1. Ölçüm Düzeneğinin Oluşturulması

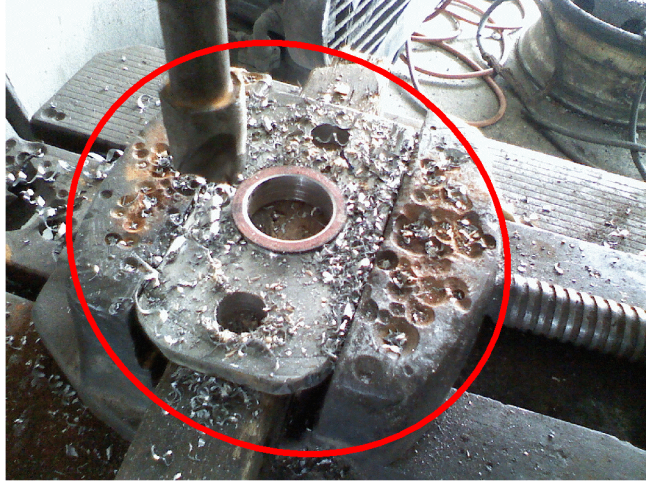
Ölçüm düzeneğini oluştururken, kullanılacak olan torkmetre ve yük hücresinin traktöre uyumlu bir biçimde montajının yapılabilmesi için gerekli olan parçaların öncelikle teknik resimleri çizilmiş, ardından imalat ve montaj aşamaları gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1 Tork Ölçüm Düzeneğinin Oluşturulması

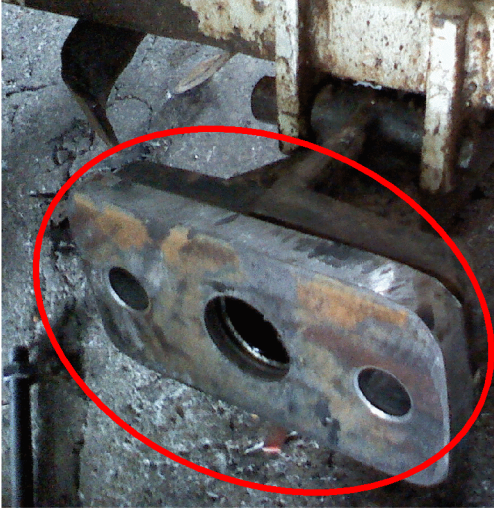
Tork ölçümü yapacak olan torkmetrenin traktöre montajı için oluşturulan düzeneğin traktörün gerekli ölçüleri alınarak, buna uygun şekilde önce AutoCad tasarımları yapılmıştır (Şekil 3.12.) Bunun sonrasında St50 çelik ve dökme demir malzeme kullanılarak aşama aşama üretimi ve montajı gerçekleştirilmiştir. Üretim aşamaları ile ilgili şekiller aşağıda verilmiştir. Flanşın dik işleme tezgahında imalatı Şekil 3.13.'de, Flanş bağlantısı ve ana taşıyıcı mil Şekil 3.14.'de., Flanşın traktöre monte edilmiş hali Şekil 3.15.'de, Ara bağlantı parçasının montajı Şekil 3.16.'da, Yük taşıyıcı millerin montajı Şekil 3.17.'de, Torkmetre montajının bitmiş hali Şekil 3.18.'de, Destekleme lamalarının monte edilmiş hali Şekil 3.19.'da ve Ölçüm sisteminin son hali Şekil 3.20.'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Parçaların AutoCad tasarım çizimleri



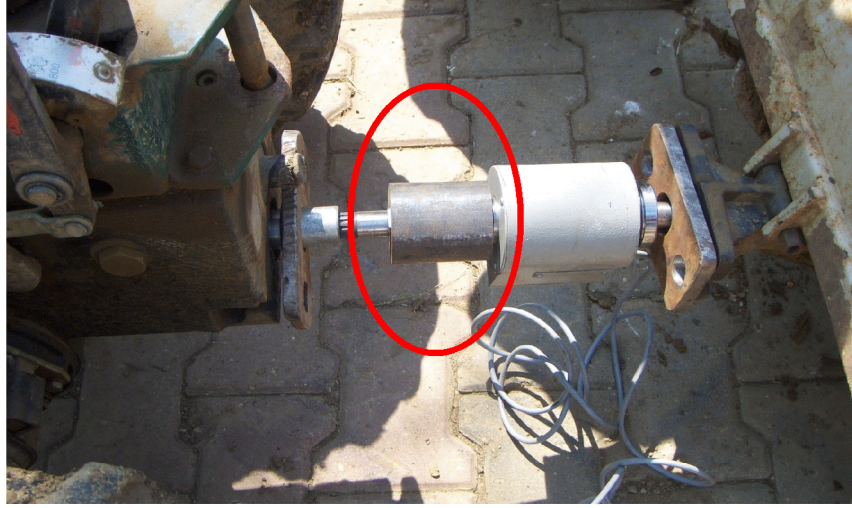
Şekil 3.13. Flanşın dik işleme tezgahında imalatı



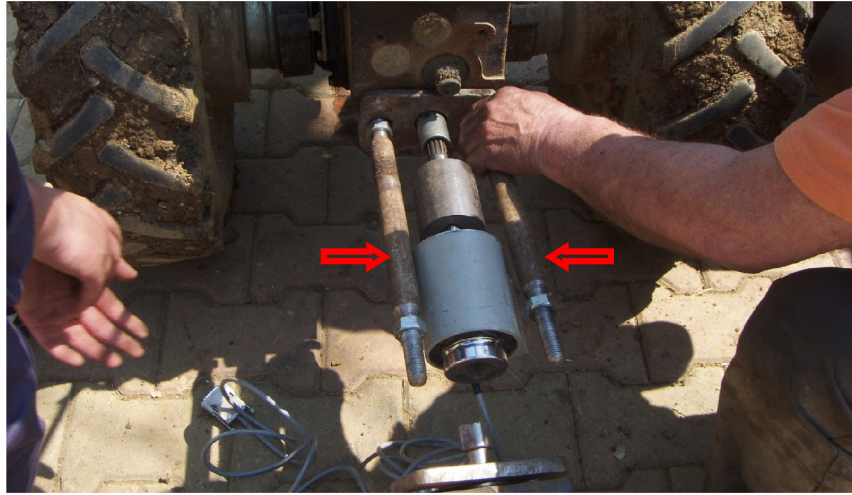
Şekil 3.14. Flanş bağlantısı ve ana taşıyıcı mil



Şekil 3.15. Flanşın traktöre monte edilmiş hali



Şekil 3.16. Ara bağlantı parçasının montajı



Şekil 3.17. Yük taşıyıcı millerin montajı



Şekil 3.18. Torkmetre montajının bitmiş hali



Şekil 3.19. Destekleme lamalarının monte edilmiş hali



Şekil 3.20. Ölçüm sisteminin son hali

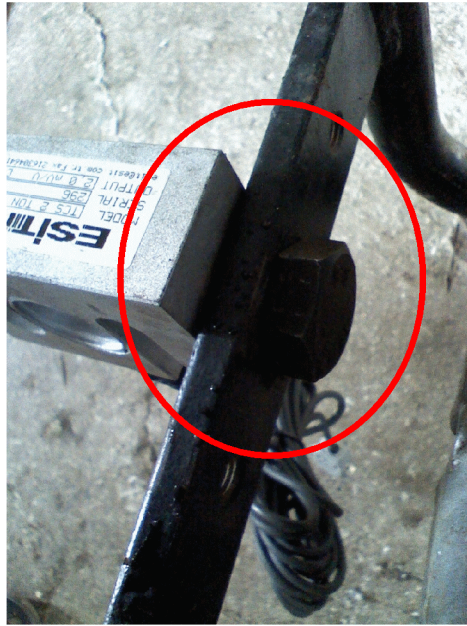
3.2.1.2. Çeki Kuvvetinin Saptanması

Araştırmada çeki kuvvetinin bulunması için Şekil 3.23’de görülen çift traktör kullanılmıştır. Öndeki traktör çalışma koşuluna uygun ilerleme hızında yürürken, arkadaki traktör boşa, çalışır durumda çekilmektedir. İki traktörün arasına çeki direnci ölçüm düzeneği bağlanmıştır (Akıncı 1994, Durgut 2001, Göktürk ve Akdemir 2002). Bu ölçüm düzeneği ile tekli kulaklı pulluk, ark pulluğu ve tarım arabası için çeki kuvveti ölçümü yapılmıştır.

Ölçme sisteminin bahçe traktörüne montajı Şekil 3.21. ve Şekil 3.22.'de verilmiştir.



Şekil 3.21. Çeki kuvveti ölçerinin traktörün ön çeki demirine montajı – 1



Şekil 3.22. Çeki kuvveti ölçerinin traktörün ön çeki demirine montajı – 2

Bahçe testlerindeN görünümler Şekil 3.23., Şekil 3.24, Şekil 3.25., Şekil 3.26., Şekil 3.27. ve Şekil 3.28’de verilmiştir.



Şekil 3.23. Çeki kuvveti testi -1



Şekil 3.24. Çeki kuvveti testi - 2



Şekil 3.25. Çeki kuvveti testi – 3



Şekil 3.26. Tork ölçüm testi



Şekil 3.27. Tarım arabası ile çeki kuvveti testi - 1



Şekil 3.28. Tarım arabası ile çeki kuvveti testi – 2

Çeki kuvveti yapılan çalışmalarda traktör hem boşta hem de yüklü konumda yürütülerek hareket yönündeki yatay kuvvet, iki traktör arasındaki yük sensöründen gelen verilerin bilgisayara kaydedilmesi ile saptanmıştır.

3.2.2. Tarla Çalışma Hızının Saptanması

Tarla çalışma hızı, makinanın aktif çalışma periyodundaki ortalama hareket hızı veya belirli bir çalışma süresinde alınan yoldur (Akıncı 1994).

Bu amaçla araştırmanın yapıldığı tarlada 25 m'lik parseller işaretlenmiştir ve traktörün aktif çalışma süresinde 25 m'lik mesafeyi ne kadar zamanda aldığı kronometreyle belirlenmiştir. Zaman ölçümleri sonucunda aşağıdaki eşitlikle ilerleme hızları tespit edilmiştir (Ülger ve ark. 1996).

Çalışma hızı;

$$V = l / t$$

Burada;

V = İlerleme hızı (m/s)

L = Alınan yol (m)

t = Zaman (s)

3.2.3. Bilgisayar Destekli Ölçme Sistemi Kalibrasyonu

3.2.3.1. Torkmetrenin Kalibrasyonu

Ölçüm sisteminde yer alan ve tork ölçen torkmetreden, özellikle dinamik koşullarda elde edilen değerlerin doğru ve güvenilir değerler olduğunu belirlemek için, dinamik koşullarda ani yüklenme veya yüklenme azalması durumunda oluşan değişimin belirlenmesinde değişken yüklenme (hysteresis) ve tekrarlı yüklenmelerde ölçüm değerlerindeki sapmaların belirlenmesinde tekrarlı ölçüm yöntemleri kullanılmıştır (Akıncı 1994).

3.2.3.1.1. Değişken Yüklenme (Hysteresis) Yöntemi

Torkmetre üzerinde, dinamik koşullarda yüklenme, yük etkisinin azalması veya ortadan kalkması durumunda, kuvvet değerlerindeki değişimin saptanması için torkmetre 830 Nm'lik artış değeri ile 420 Nm'ye kadar yüklenmiş ve yine 830 Nm'lik azalış değerleri ile yük azalması, geri yüklenme koşulu sağlanmıştır. Statik koşullarda yapılan bu deneme ile dinamik koşullarda oluşabilecek yük değişiminin torkmetre üzerindeki etkisi bulunmuştur (Akıncı, 1994).

3.2.3.1.2. Tekrarlı Ölçüm Yöntemi

Torkmetrenin tekrarlı yüklenme koşullarında kuvvet değişim oranının saptanması için, torkmetre çok tekrarlı olarak sabit yük etkisi altında bırakılmıştır. Sabit yük değeri 170 Nm' dir. (Akıncı, 1994).

3.2.3.2. Yük Hücresinin Kalibrasyonu

Ölçüm sisteminde yer alan ve kuvvet ölçen yük hücresinden, özellikle dinamik koşullarda elde edilen değerlerin doğru ve güvenilir değerler olduğunu belirlemek için, dinamik koşullarda ani yüklenme veya yüklenme azalması durumunda oluşan değişimin belirlenmesinde değişken yüklenme (hysteresis) ve tekrarlı yüklenmelerde ölçüm değerlerindeki sapmaların belirlenmesinde tekrarlı ölçüm yöntemleri kullanılmıştır (Akıncı 1994).

3.2.3.2.1. Değişken Yüklenme (Hysteresis) Yöntemi

Yük hücreleri üzerinde, dinamik koşullarda yüklenme, yük etkisinin azalması veya ortadan kalkması durumunda, kuvvet değerlerindeki değişimin saptanması için yük hücresi 98 N'luk (1000 gr.) artış değeri ile 490 N' a (5 kg.) kadar yüklenmiş ve yine 98 N'luk azalış değerleri ile yük azalması, geri yüklenme koşulu sağlanmıştır. Statik koşullarda yapılan bu deneme ile dinamik koşullarda oluşabilecek yük değişiminin hücreler üzerindeki etkisi bulunmuştur (Akıncı, 1994).

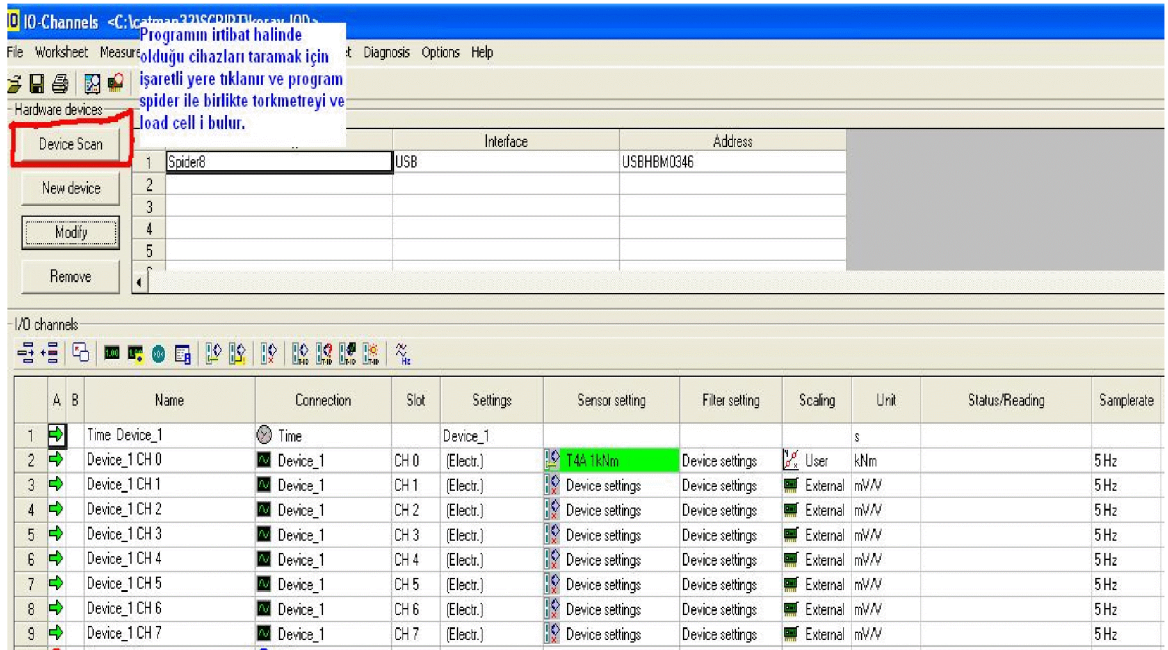
3.2.3.2.2. Tekrarlı Ölçüm Yöntemi

Yük hücrelerinin tekrarlı yüklenme koşullarında kuvvet değişim oranının saptanması için, yük hücreleri çok tekrarlı olarak sabit yük etkisi altında bırakılmıştır. Sabit yük değeri 294 N' dur. (Akıncı, 1994)

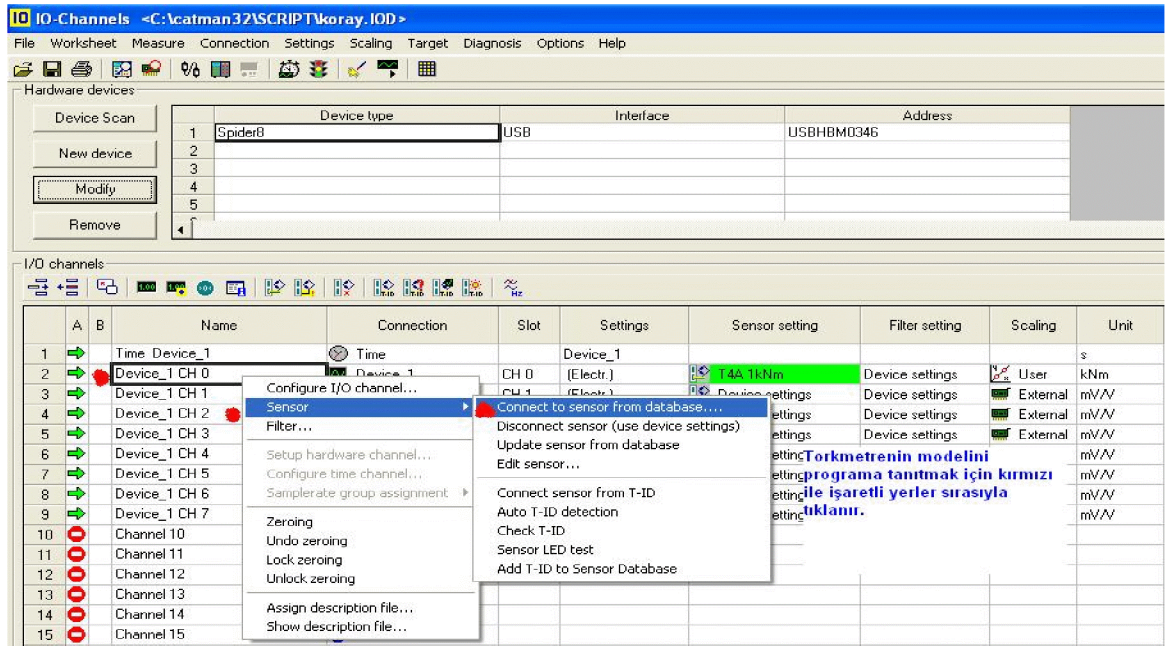
3.2.4. Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminde Kullanılan Program

Tek akslı bir çapa traktörünün tork ve çeki kuvvetini saptamak amacıyla geliştirilen bu deney düzeneğinde farklı çalışma hızlarında farklı ekipmanlar kullanılarak yapılan denemeler sonucunda tork ve çeki kuvvetinin ölçümünde kullanılan bilgisayar destekli ölçme sistemi yazılımına ait kullanım programı akış şeması, Yazılımın ara birime bağlı olan cihazları bulması Şekil 3.29.'da, Torkmetrenin modelinin yazılıma tanıtılması Şekil 3.30.'da, Cihaz modeli ataması Şekil 3.31.'de ve Veri okuma işleminin tamamlanması Şekil 3.32.'de verilmiştir.

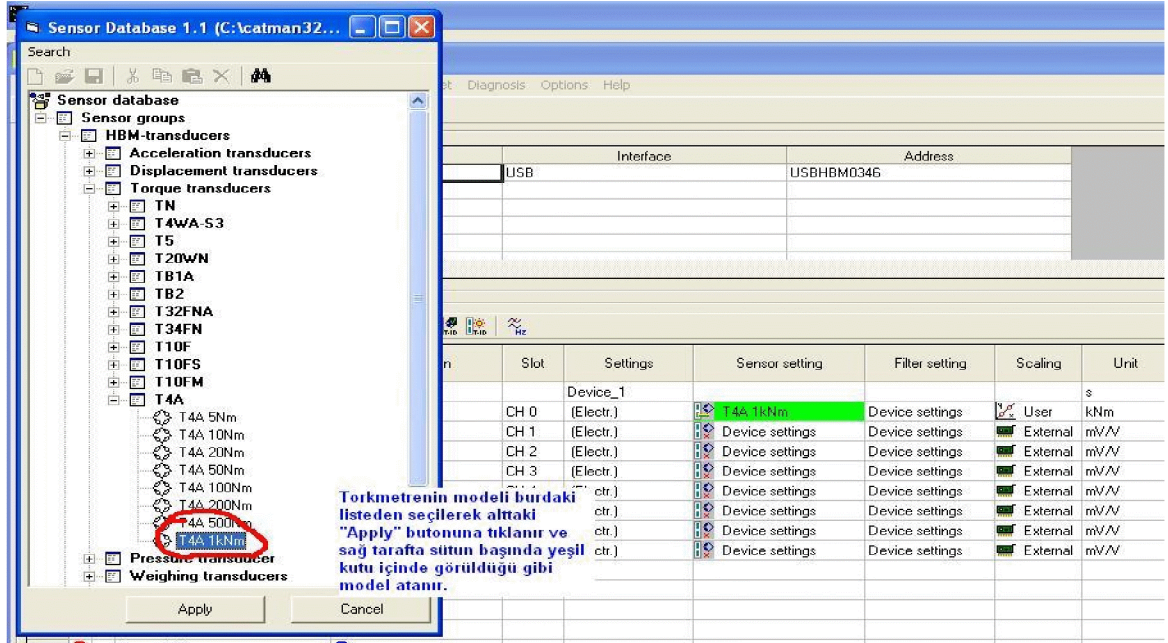
Bu şekillerde, yazılımın ölçüm yaparken nasıl kullanıldığını, verilerin nasıl alınıp bilgisayara hangi yollardan kaydedileceği görülmektedir.



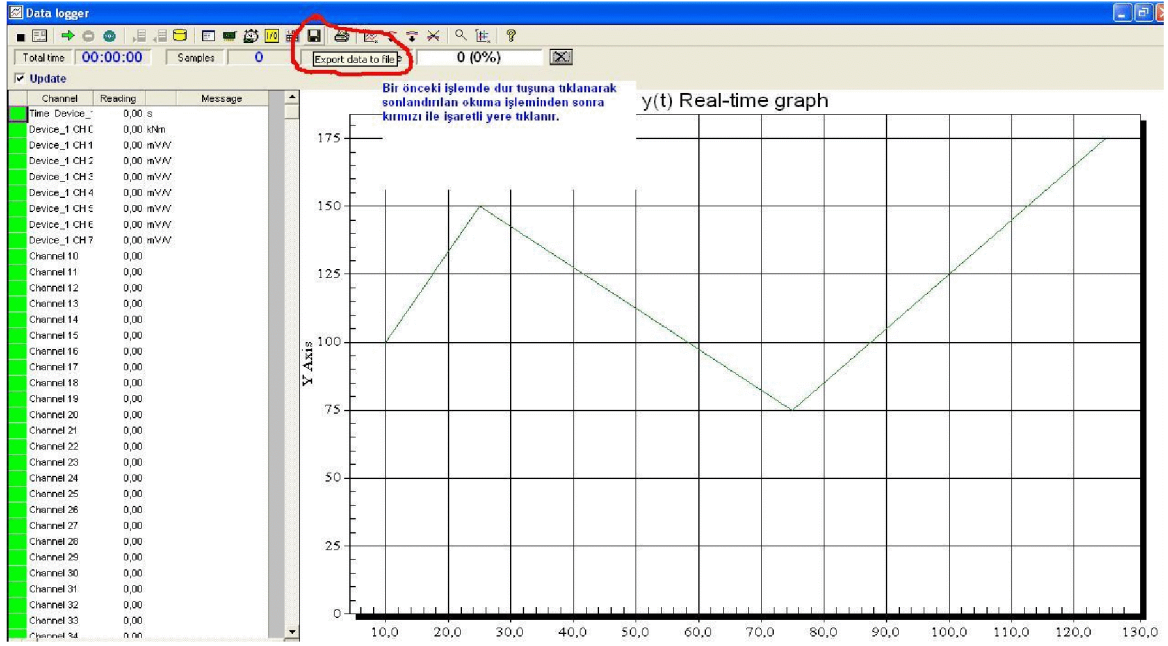
Şekil 3.29. Yazılımın ara birime bağlı olan cihazları bulması



Şekil 3.30. Torkmetrenin modelinin yazılıma tanıtılması



Şekil 3.31. Cihaz modeli ataması



Şekil 3.32. Veri okuma işleminin tamamlanması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırma bulguları, bilgisayar destekli ölçme sisteminin kalibrasyon değerleri, çeki kuvveti ölçümleri ve tork ölçümü başlıkları altında verilmiştir.

4.1. Ölçme Sistemi Kalibrasyon Değerleri

Bilgisayar destekli ölçme sistemi çeki kuvvetini ölçmek için yük hücresi ve torkmetre ile çalıştırılmıştır.

4.1.1. Torkmetrenin Kalibrasyon Değerleri

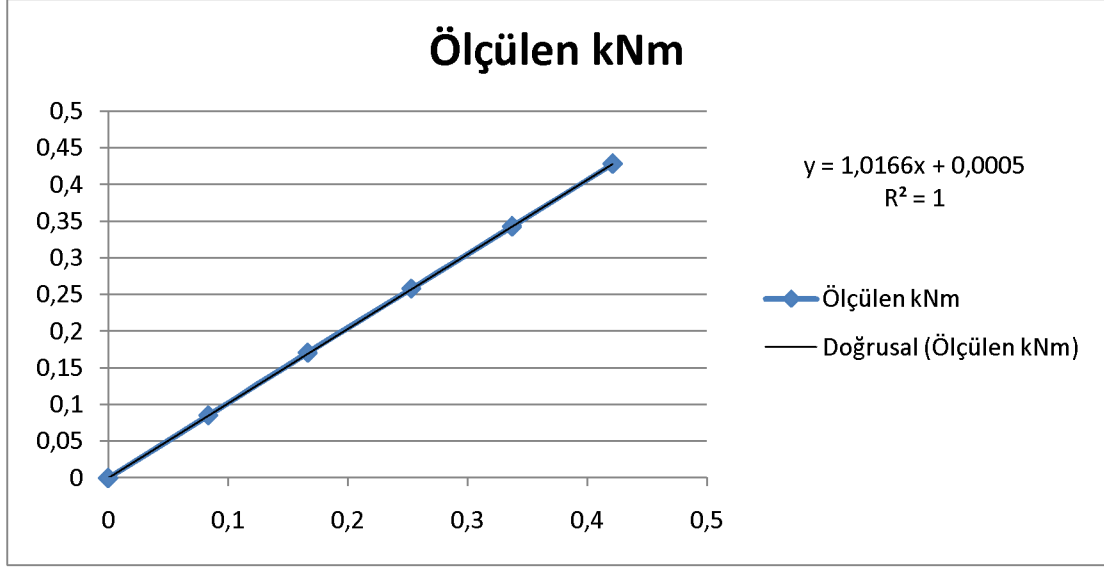
4.1.1.1. Değişken Yüklenme Değerleri

Ölçüm setinde kullanılan torkmetre toprak frezesinden gelen dönme momentini ölçerken sürekli olarak değişken kuvvetlerin etkisinde kalmaktadır. Bu kuvvetler topraktan toprak frezesine gelen dirençlerin etkileri ile oluşmaktadır. Yüklenme ve geri yüklenme şeklinde tanımlanan değişken yüklenmelerin her bir yük hücresi üzerindeki etkileri Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1.'de açıklanmıştır.

Çizelge 4.1. Değişken Yüklenme Değerleri

Uygulanan Dönme Momenti (Nm)	Ölçülen Dönme Momenti (Nm)	Uygulanan Dönme Momenti (Nm)	Ölçülen Dönme Momenti (Nm)
80	80	420	420
160	170	330	340
250	250	250	250
330	340	160	170
420	420	80	80

Çizelge 4.1.'de yüklenme birimleri olarak uygulanan dönme momenti değerlerinin karşılığında denk gelen ölçülen dönme momenti değerleri 80 ile 420 arasında değişmektedirler.



Şekil 4.1. Torkmetrenin değişken yüklenme etkileri

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 incelendiğinde prototip ölçüm setinde kullanılan torkmetrenin yüklenme koşullarında okunan verilerin bir doğru denklemi oluşturacak değerler olduğu görülmektedir.

4.1.1.2. Tekrarlı Ölçüm Değerleri

Ölçüm setinde kullanılan torkmetrenin tekrarlı yüklenme koşullarında ölçülen yük değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tekrarlı ölçümlerde 1660 Nm yük kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. Tekrarlı Yüklenme Değerleri

Tekrar Sayısı	Yüklenme Değer (Nm)
1	170
2	170
3	170
Ortalama	170
Standart Sapma	0

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, üç tekrarlı olarak yapılan tekrarlı ölçüm denemelerinde ortalama yüklenme değeri 170 Nm ve standart sapma değeri 0 dır.

Yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen yüklenme değerlerindeki farklılığın küçük olması, sistemin değişik zamanlarda ve farklı yüklenme koşullarında doğru ve güvenilir ölçümler yapabileceğini göstermektedir (Akıncı, 1994).

4.1.2. Yük Hücresinin Kalibrasyon Değerleri

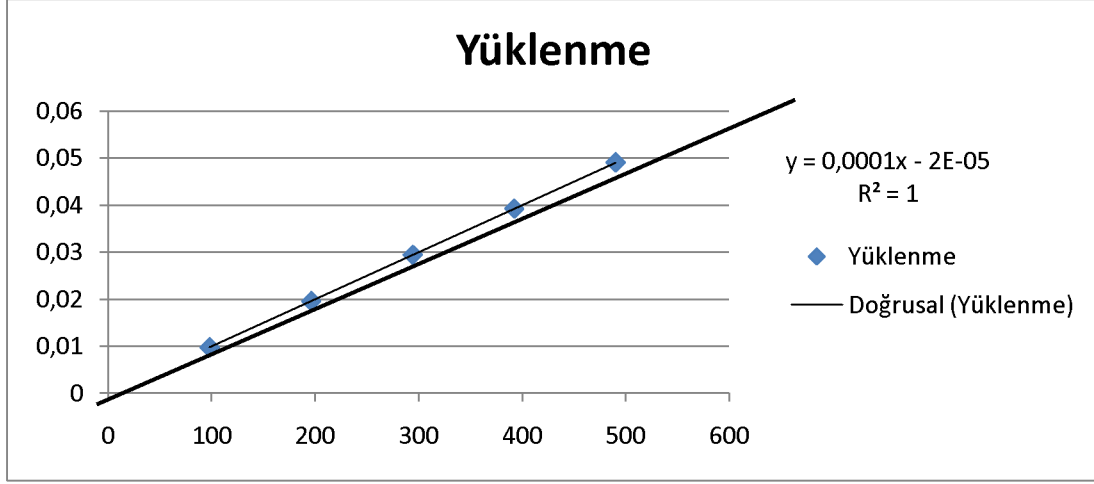
4.1.2.1. Değişken Yüklenme Değerleri

Ölçüm setinde kullanılan yük hücresi pulluklar ve tarım arabasından gelen kuvvetleri ölçerken sürekli olarak değişken kuvvetlerin etkisinde kalmaktadır. Bu kuvvetler pulluklara topraktan gelen dirençlerin, tarım arabasında da yolun yapısından kaynaklanan dirençlerin etkileri ile oluşmaktadır. Yüklenme ve geri yüklenme şeklinde tanımlanan değişken yüklenmelerin yük hücresi üzerindeki etkileri Çizelge 4.3. ve Şekil 4.3.'de açıklanmıştır.

Çizelge 4.3. Değişken Yüklenme Değerleri

Ağırlık (N)	Yüklenme Birim (mV/V)	Ağırlık (N)	Geri Yükleme Birim (mV/V)
98	0,0098	490	0,0491
196	0,01964	392	0,03928
294	0,02946	294	0,02946
392	0,03928	196	0,01964
490	0,0491	98	0,001

Çizelge 4.3.'de yüklenme birimleri olarak mV/V değerlerinin karşılığına denk gelen newton değerleri 98 ile 490 arasında değişmektedirler.



Şekil 4.2. Yük hücresinin değişken yüklenme etkileri

Çizelge 4.3. ve Şekil 4.2. incelendiğinde prototip ölçüm setinde kullanılan yük hücresinin yüklenme koşullarında okunan verilerin bir doğru denklemi oluşturacak değerler olduğu görülmektedir.

4.1.2.2. Tekrarlı Ölçüm Değerleri

Ölçüm setinde kullanılan yük hücrelerinin tekrarlı yükleme koşullarında ölçülen yük değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Tekrarlı ölçümlerde 294 N (3 kg) yük kullanılmıştır.

Çizelge 4.4. Tekrarlı Yüklenme Değerleri

Tekrar Sayısı	Yüklenme Değer (N)
1	294
2	294
3	294
Ortalama	294
Standart Sapma	0

Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, üç tekrarlı olarak yapılan tekrarlı ölçüm denemelerinde ortalama yüklenme değeri 294 N ve standart sapma değeri 0 dır.

Yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen yüklenme değerlerindeki farklılığın küçük olması, sistemin değişik zamanlarda ve farklı yüklenme koşullarında doğru ve güvenilir ölçümler yapabileceğini göstermektedir (Akıncı, 1994).

4.2. Çeki Kuvveti Ölçümleri

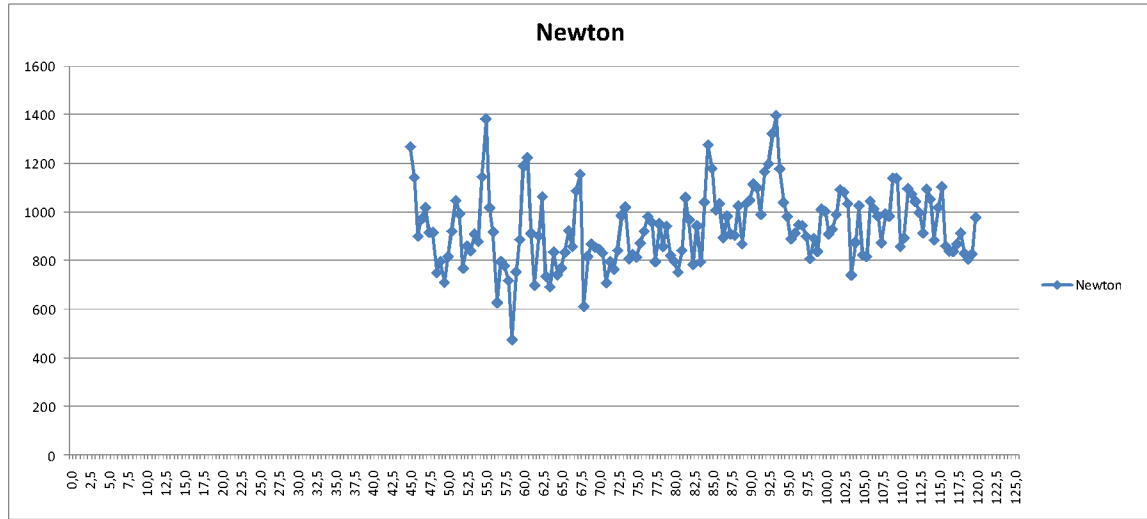
4.2.1. Tek Kulaklı Bahçe Pulluğu İle Çalışmadaki Çeki Kuvveti Ölçüm Sonuçları

Tek kulaklı bahçe pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tek kulaklı bahçe pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları

	ÇEKİ KUVVETİ (N)			
	1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar	Ortalama
Ölçüm Sayısı	76	76	76	76
Minimum	112,25	473,68	109,78	231,90
Maksimum	1269,33	1384,06	1398,86	1350,75
Ortalama	840,82	893,55	923,55	885,97
Standart Sapma	150,89	155,04	213,59	173,17

Çizelge 4.5.'te görüldüğü gibi 3 tekrarlı olarak yapılan ölçüm sonucunun ortalama değerlerine bakıldığında minimum 231,90 N, maksimum 1350,75 N ve ortalamasının 885,97 N ve standart sapmanın ise 173,17 olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Tek kulaklı bahçe pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları

Yapılan üç tekrarın ortalamasının alınması sonucu elde edilen değerlerle oluşturulan şekil incelendiğinde çeki kuvvetini ölçen yük hücrelerine bağlı iki traktörden, pulluk takılı olan ve çekilen traktörün verilerin alınmaya başlandığı andan çekilmeye başlandığı ana kadar olan değerlerinin 109,78 ile 1398,86 Newton arasında değiştiği görülmektedir.

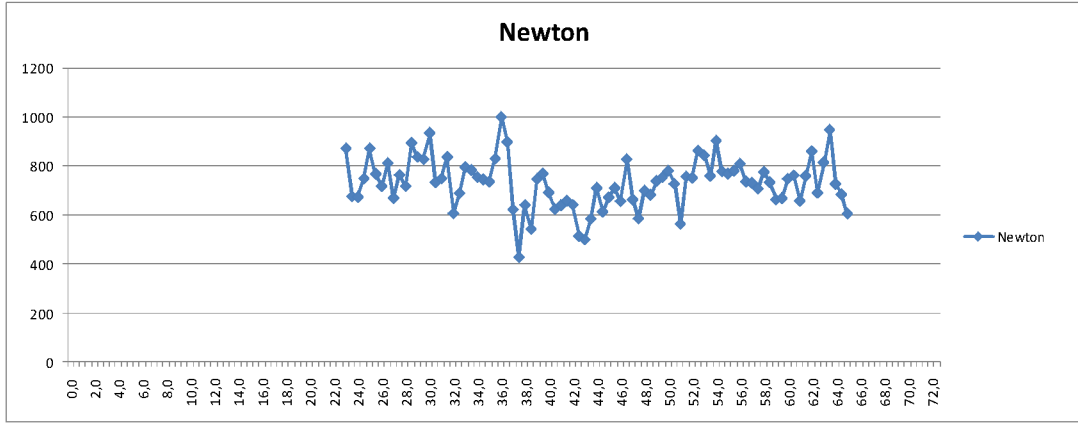
4.2.2. Ark Pulluğu İle Çalışmadaki Çeki Kuvveti Ölçüm Sonuçları

Ark pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Ark pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçlar

	ÇEKİ KUVVETİ (N)			
	1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar	Ortalama
Ölçüm Sayısı	35	34	34	34
Minimum	363,90	430,51	326,89	373,77
Maksimum	935,04	1000,42	948,61	961,36
Ortalama	718,42	684,375	745,43	716,08
Standart Sapma	130,33	113,88	109,30	117,84

Çizelge 4.6.'da görüldüğü gibi 3 tekrarlı olarak yapılan ölçüm sonucunun ortalama değerlerine bakıldığında minimum 373,77 N, maksimum 961,36 N, ortalamanın 716,08 N ve standart sapma ise 117,84 olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4. Ark pulluğu ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları

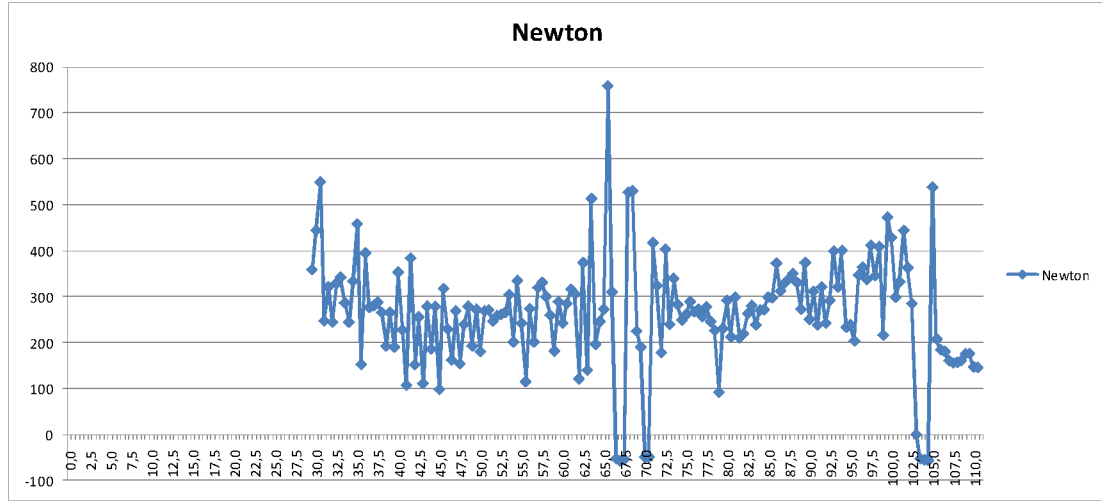
Yapılan üç tekrarın ortalamasının alınması sonucu elde edilen değerlerle oluşturulan şekil incelendiğinde çeki kuvvetini ölçen yük hüresine bağlı iki traktörden, ark pulluğu takılı olan ve çekilen traktörün verilerin alınmaya başlandığı andan çekilmeye başlandığı ana kadar olan değerlerinin 326,89 ile 1000,42 Newton arasında değiştiği görülmektedir. Saniyede 2 veri şeklinde okuma yapan yük hüresinin aldığı veriler karık pulluğunun toprak altı yapısına bağlı olarak karşılaştığı farklı dirençleri farklı kuvvet değerleri şeklinde değişkenlik göstermektedir.

4.2.3. Tarım Arabası İle Çeki Kuvveti Ölçüm Sonuçları

Tarım arabası ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Çizelge 4.7. Tarım arabası ile çalışmadaki çeki kuvveti ölçüm sonuçları

	ÇEKİ KUVVETİ (N)			
	1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar	Ortalama
Ölçüm Sayısı	74	74	74	74
Minimum	54,27	97,45	91,28	81,00
Maksimum	548,93	758,64	537,83	615,13
Ortalama	135,35	247,43	263,44	215,41
Standart Sapma	111,74	132,38	110,74	118,29

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi 3 tekrarlı olarak yapılan ölçüm sonucunun ortalama değerlerine bakıldığında minimum 81,00 N, maksimum 615,13 N, ortalamanın 215,41 N olduğu görülmektedir. Standart sapma ise 118,29 olup değerlerin varyasyon katsayısı 14092,81 dir.



Şekil 4.5. Tarım arabası ile çeki kuvveti ölçüm sonuçları

Yapılan üç tekrarın ortalamasının alınması sonucu elde edilen değerlerle oluşturulan şekil incelendiğinde çeki kuvvetini ölçen yük hücresine bağlı iki traktörden, tarım arabası takılı olan ve çekilen traktörün verilerin alınmaya başlandığı andan çekilmeye başlandığı ana kadar olan değerlerinin sıfırın biraz üstünden başlayarak, çekilmeye başlandığı andan itibaren yolun yapı ve eğim koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve 54,27 ile 728,64Newton arasında olduğu görülmektedir.

4.3. Tork Ölçümleri

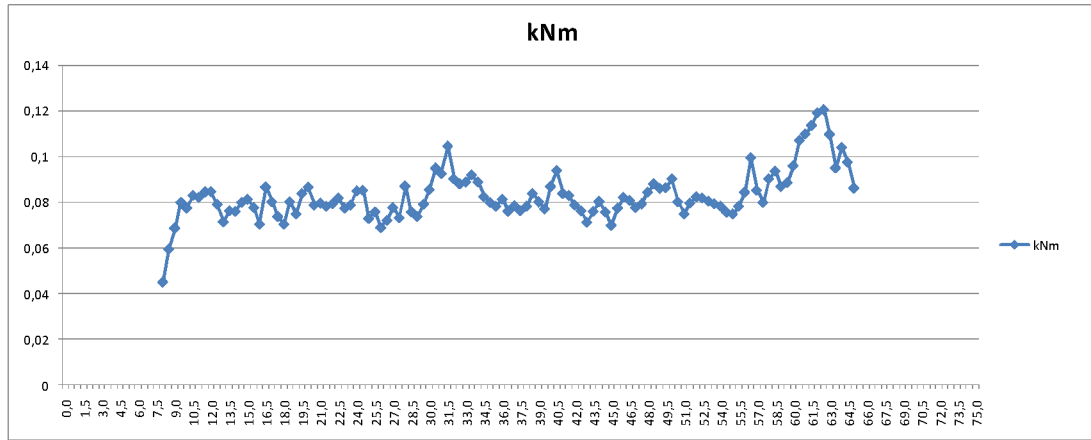
4.3.1. Toprak Frezesi İle Çalışmadaki Tork Ölçüm Sonuçları

Toprak frezesi ile çalışmadaki tork ölçüm sonuçları Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Toprak frezesi ile çalışmadaki tork ölçüm sonuçları

Tork (Nm)	1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar	Ortalama
Ölçüm Sayısı	39	38	38	38
Minimum	40	70	70	60
Maksimum	80	100	120	100
Ortalama	70	80	80	80
Standart Sapma	7	7	10	10

Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi 3 tekrarlı olarak yapılan ölçüm sonucunun ortalama değerlerine bakıldığında minimum 60 Nm, maksimum 100 Nm, ortalamanın 80 Nm olduğu görülmektedir. Standart sapma ise 0,01 olup değerlerin varyasyon katsayısı 3,84 dür.



Şekil 4.6. Toprak frezesi ile çalışmadaki tork ölçüm sonuçları

Yapılan üç tekrarın ortalamasının alınması sonucu elde edilen değerlerle oluşturulan şekil incelendiğinde traktöre kuyruk milinden bağlı olan toprak frezesinden alınan değerler, 7,5. saniyede traktör kavramayaverilip toprak frezesi çalışmaya başladığı andan itibaren toprakta karşılaşılan dirence bağlı olarak değişkenlik göstermiş ve 61,5. saniyede 120 Nm üzerinde pik yaparak 65. saniyede traktör tekrar kavramadan ayrıldığından dolayı grafik 0 Nm değerine doğru indiği görülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tek akslı bir bahçe traktörünün tork ve çeki kuvvetinin ölçülmesi için bir deney düzeneğinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda tasarlanan parçalar önce bilgisayar ortamında AutoCad programında çizilmiş ve daha sonra da gerekli talaşlı imalat işlemleri ile üretilmiştir. Sonrasında uygun montaj işlemleri gerçekleştirilerek ölçüm aletleri ile traktör-ekipman uyumu sağlanmış ve denemeler arazide gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sonunda standart traktörler için var olan tork ve çeki kuvveti ölçüm düzeneğinin ardından tek akslı çapa traktörleri için de bir ölçüm düzeneğinin yapılabilirliği gösterilmiştir.

Özellikle tek akslı bahçe traktörleri için daha önceden böyle bir çalışmanın yapılmamış olmasından kaynaklanan tasarım ve montaj süreçlerinde yol göstermesi anlamında ciddi literatür sıkıntıları yaşanmıştır. Torkmetrenin traktöre bağlanması aşamasında kullanılan ara parçanın tasarımında gerek oluşacak yüksek atalet momenti gerekse de sürtünme kuvvetleri açısından dayanıklı bir malzeme seçmenin ve mümkünse herhangi bir bağlantı elemanı kullanmadan sıkı geçme şeklinde montaj gerçekleştirme süreci de oldukça uzun ve tekrar tekrar tasarım anlamında zorlayıcı olmuştur.

Oluşturulan bu sistemin efektif bir traktör – ekipman seçimi açısından kullanılması bağlamında özellikle çapa traktörü üreten firmalar ile entegre edilmesi, sürdürülebilir, kaynakların doğru kullanıldığı ve ekonomik tarım açısından önem taşımaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Akıncı İ (1994) Traktör – Tarım Makinası Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alkan V, Bayhan Y (2003). Çekilir Tıp Tarım Alet ve Makinalarının Çeki Kuvvetinin Belirlenmesinde Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Kullanılması. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2): 195-202.
- Anonim (2002). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Adana Zirai Üretim İşletme ve Personel Eğitim Müdürlüğü Bağ Bahçe Mekanizasyonu, Yayın No: 7, 171 s, Adana.
- Anonim. www.tuik.gov.tr
- Çanakçı M, Akıncı İ (2004). Antalya Bölgesi Sera Sebzeçiliği İşletmelerinde Tarımsal Altyapı ve Mekanizasyon Özellikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1): 101-108.
- Durgut R (2001) Farklı Çalışma Koşullarında Traktör Egzos Emisyonlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Erdoğan D (1997). Bahçe Mekanizasyonu. Anka Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1477, Ders Kitabı No: 440 126 s, Ankara.
- Gülsoylu E, Günhan T (2007). Traktör ve Tarım Makinaları Tarla Performansının Belirlenmesinde Kullanılan Bir Veri Toplama Sistemi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 4: 225-231.
- Gülsoylu E, Ulusoy E (2006). Türkiye’de Tek Akslı – İki Tekerlekli Traktörlerin Sayısal Değişimi ve Kullanımı. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2: 271-278.
- Göktürk B, Akdemir B (2002). Kazıcı Bıçaklı, Titreşimli Tıp Kuru Soğan Hasat Makinasının Geliştirilmesi Ve Diğer Hasat Yöntemleri İle Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Türk Standardları Enstitüsü, Yıl:40, sayı:481, Sayfa:84-88, ANKARA.
- Iqbal M, Sabir M, Younis M, Azhar A (1994). Draft Requirements of Selected Tillage Implements. Agricultural Mechanization In Asia, Africa and Latin America, 25: 13-15
- Işık A, Sabancı A (1991). Titreşimli ve Sabit Ayaklı Dipekazanların Çeki Kuvveti Gereksinimlerinin Toprak ve Çalışma Koşulları İle Değişimi Üzerinde Bir Araştırma. 13. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildiri Kitabı, 185-197, Konya.
- Işık A (1990). Çiftlik Makinalarının Çeki Gücü ve Tork Gereksinimlerini Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 47-58, Adana.
- Kadayıfçılar S (1992). Tarım Traktörlerinin Deney Sonuçlarının İrdelenmesi. 14. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildiri Kitabı, Samsun.
- Kadayıfçılar S (1981). Dünyada Küçük Güçlü Traktörün Yeri. 6. Tarımsal Mekanizasyon Semineri, Tek Cilt, 32, İstanbul.
- Keçecioglu G (2003). Traktör Pulluklarının Toprakta Karşılaştığı Direnç Kuvvetleri Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:185, Ege Üniversitesi Matbaası. S:99, İzmir.
- Keçecioglu G, Gülsoylu E (2003). Tarım Traktörleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Basımevi, 435 s, İzmir.
- Kılıç E (1993) Türkiye’de Yaygın Olarak Kullanılan Bazı (Ford 3600, Steyr 768, MF 185) Traktörlerin 20 km/s’lik Sabit Hızda En Yüksek Vites Kademesinde Gereksinme Duyulan Güç, Enerji ve Yakıt Değerlerinin Saptanması, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kurtay T (1981). Dünyada Küçük Güçlü Traktörün Yeri. 6. Tarımsal Mekanizasyon Semineri, Tek Cilt, 15, İstanbul.

- Küçüksarıyıldız H (2006) Traktörlerde Çeki Performansı Üzerine Bazı Faktörlerin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sabancı A, Işık A, Akıncı İ, Godwin R, Blackmore S (1993). Güneydoğu Anadolu'daki GAP Bölgesinde Sulamaya Açılacak Alanlarda Optimum Traktör Gücü Seçimi İçin Gerekli Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 32-42, Aydın.
- Saral A (1996). Tarım Traktörleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No.436, İstanbul, 22.
- Sümer S (2005) Değişik Lastik ve Tekerlek Düzenlemelerinin Traktör Çeki Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ülger P, Güzel E, Kayışoğlu B, Akdemir B, Pınar Y, Eker B, Bayhan Y (1996). Tarım Makinaları İlkeleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No.29, 435 s İstanbul.
- Ünal H, Tümsavaş Z (2005). Toprak Frezesi Bıçaklarının Farklı Çalışma Hızlarındaki Aşınma Durumlarının İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 51-62.
- Yüksel G, Tekin Y (1995). U.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Kullanılan Toprak İşleme Makinalarının Çeki Kuvveti Gereksinimlerinin Ölçülmesi. 16. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Tek Cilt 698-705, Bursa.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tezin tüm aşamalarında yardımcı olan danışman hocam Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR'e, Prof. Dr. Poyraz ÜLGER, Prof.Dr. Selçuk Arın, Prof.Dr. Bülent Eker, Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU'na, Doç.Dr. Türkan Aktaş, Doç.Dr. Yılmaz Bayhan, Yrd.Doç.Dr. Cihangir Sağlam, Yrd.Doç.Dr. Fulya Toruk, Yrd.Doç.Dr. İlker Çelen ve Yrd.Doç.Dr.Erkan Gönüloğlu'na, tez süresince tecrübelerinden yararlandığım Araştırma Görevlisi Ersen OKUR ve Dr. Recai DURGUT'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin tüm aşamalarında bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve her koşulda yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Savaş Dalmış'a teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca da bana destek olan anneme, babama, kardeşime ve amcam Tuncay KAYA'ya teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Zonguldak'ta doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2002 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Programı ile yüksek öğrenimine başladı. 2006 yılında aynı programın Tarım Makinaları Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen JOHN DEERE tarım makinaları firmasında Bölge Teknik Müdürü olarak görev yapmaktadır.