

BİR DİNGİLLİ TARIM ARABALARINDA ÇARPMA
FREN ETKİNLİĞİNİN ARTIRILMASI ÜZERİNDE
BİR ARASTIRMA

Turhan KOYUNCU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
1992

ANKARA UNIVERSITESI
FEN BILIMLERI ENSTITUSU

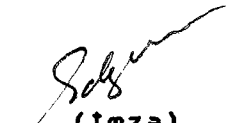
BİR DİNGİLLİ TARIM ARABALARINDA ÇARPMA FREN
ETKİNLİĞİNİN ARTIRILMASI ÜZERİNDE BİR ARASTIRMA

Turhan KOYUNCU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu Tez 13/10/1992 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından
(90 Doksan) Not Takdir Edilerek Oybirliği/~~Çoğunluğu~~ ile Kabul
Edilmiştir.


(imza)


(imza)


(imza)

Prof. Dr. Ahmet SARAL Prof. Dr. Doğan ERDOĞAN Doç. Dr. Muammer NALBANT
(Danışman)

01/11/1992

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR DİNGİLLİ TARIM ARABALARINDA ÇARPMA FREN
ETKİNLİĞİNİN ARTIRILMASI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Turhan KOYUNCU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ahmet SARAL
1992, Sayfa : 54

Jüri : Prof.Dr. Ahmet SARAL
Prof.Dr. Doğan ERDOĞAN
Doç.Dr. Muammer NALBANT

Bu araştırma 1991-1992 yılında A.U.Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde yapılmıştır. Bu çalışmada materyal olarak, bir dingilli 3 ton kapasiteli tarım arabasının çarpma etkili fren düzeni seçilmiştir. Denemelerde tarım arabası fren etkinliğini saptamak için, Ford 5000 traktörü ile düz bir zeminde, 20 km/h hıza ulaşıldıktan sonra frenleme yapılmış ve frenleme ivmesi (negatif ivme) ölçülmüştür. Denemeler, üç grup altında toplanmıştır. Önce tarım arabası orijinal fren sistemiyle deneme yapılmıştır; 2.grupta fren düzeni iletim sisteminde halat çekme kolu iki katına çıkarılmış ve deneme yapılmıştır; 3.grupta ise fren çarpma düzeni yatakları bronz malzeme ile değiştirildikten sonra deneme yapılmıştır.

Yük ve tarım arabası toplam kütesinin % 20, % 25 ve % 30 'u traktöre gelecek şekilde üç ayrı yükleme yapılmıştır. Her yük dağılımı için 5 'er kez ölçme yapılmıştır. Tarım arabası orijinal fren sistemi ortalama ivmesinin 0.73 m/s² değeri ile yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Önce frenlemeyi sağlayan halat ve mekanizmasında değişiklikler yapılmış, daha sonra da çeki okunda gerekli yenilemeler gerçekleştirilmiştir.

Fren düzeni halat çekme kolunda yapılan değisiklik-ten sonra yapılan ölçmelerde frenleme ivmesinin önemli miktarda artarak 2.55 m/s^2 'lik düzeye çıktığı saptanmıştır. Frenleme ivmesi için alt sınır TS 585 Tarım Arabaları Standardında 2.50 m/s^2 olarak verilmektedir. Fren çarpma yataklarında yapılan yeni düzenlemenin de frenleme ivmesinin artmasını olumlu yönde etkilediği ve ivme değerinin 2.86 m/s^2 'ye çıktığı ölçme sonuçlarından anlaşılmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER : Tarım Arabaları, Fren Sistemleri, Servis Frenleri, Çarpma Etkili Frenler, Frenleme ivmesi.

ABSTRACT

Masters Thesis

AN INVESTIGATION ON INCREASING OF
EFFECTS OF OVER-RUN BRAKE FOR SINGLE AXLE TRAILERS

Turhan KOYUNCU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Agriculture Machinery

Supervisor : Prof.Dr.Ahmet SARAL
1992, Page : 54

Jury : Prof.Dr.Ahmet SARAL
Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN
Assoc.Prof.Dr.Muammer NALBANT

This research has been completed at the Department of Agriculture Machinery of Agriculture Faculty of Ankara University at the time between 1991 and 1992. Over-run brake of a single axle trailer which has the capacity load of 3 tons is chosen for this research. To find out of braking affects in the research, braking acceleration (negative acceleration) is measured while Ford 5000 tractor which has 20 km/h speed on the smooth surface.

The experiments have been divided into three groups. In the first group, the experiments have been made by using original braking system of the trailer; in the second group, the experiments have been made by increasing the length of the pulling arm double of the braking system; in the third group, the experiments have been made by changing with the bronz material of the drowbar bed.

The trailer has been loaded 20 %, 25 % and 30 % weight of the trailer and load in order to effect to the tractor and 5 times brakes have been made for every loading.

The average acceleration of the orijinal trailer brake system has been unsaficient 0.73 m/s².

During the experiments the rope, braking mechanism and drowbar of the tariler have been changed.

IV

When the pulling arm is changed the acceleration of the braking system has been measured 2.55 m/s^2 .

The minimum limit of the braking acceleration is 2.50 m/s^2 in the TS 585.

The changing beds of the drowbar effected the braking acceleration and under this condition the braking acceleration reached to the 2.86 m/s^2 .

KEY WORDS : Trailers, braking system, service brakes, over-run brakes, braking acceleration,



DİNSÖZ

Traktörle çekilen lastik tekerlekli tarım arabalarında fren kullanılması TS 585 Tarım Arabaları Standardına göre zorunludur. Arabaya konulan fren her ne kadar fiyatı bir miktar artırıyor ise de, elde edilen emniyetin sağladığı yararlar çok daha yüksektir.

Frenler, hareket halindeki bir aracı istenilen mesafede emniyetli bir biçimde durduran düzenlerdir. Tarım arabaları frenleme etkinliği açısından traktöre bağlıdır. Traktörün hareketine göre tarım arabasında gerekli frenleme kuvveti doğmalıdır. Bu amaçla çeşitli fren düzenleri bulunmaktadır.

Bu araştırmada, bir dingilli tarım arabalarında tarım arabası çeki okundan etkili, çarpma etkisiyle çalışan frenlerin frenleme etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır. Mevcut hız, yük ve yol koşullarında gerekli frenleme zaman ve mesafesinde frenlemenin gerçekleşmesi için fren düzeninde gerekli değişiklik ve yenilemeler yapılmıştır. Daha sonra tarım arabası toplam kütlelerinin % 20, % 25 ve % 30 'u traktöre gelecek şekilde yük dağılımı oluşturularak tarım arabasının frenleme ivme değeri tespit edilmiştir.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren ve çalışmalarımı yönlendirerek değerli yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof.Dr. Ahmet SARAL'a teşekkür ederim. Denemele-
rimin gerçekleşmesi için bölüm imkanlarından yararlanmamı

sağlayan A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölüm Başkanı sayın Prof.Dr. Mehmet Arif EROL'a teşekkür ederim. Çalışmalarında her zaman yardımlarını gördüğüm Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN'a Yrd.Doç.Dr.Ahmet COLAK'a ve Dr.Mustafa VATANDAŞ'a teşekkür ederim.

Tezimi 91-25-00-61 kod nolu proje ile destekleyen A.Ü. Araştırma Fon Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Ayrıca, fren sisteminde gerekli değişiklik ve yenilemelerin yapılmasında yardımcı olan A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü teknik eleman kadrosuna, A. Ü. Kırıkkale Meslek Yüksekokulu Makina Programı elemanlarına ve İbrahim Drs Firmasına teşekkür ederim.

Ankara, 1992

Turhan KOYUNCU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No :

1. GİRİŞ	1
1.1. Tarım Arabalarının Türkiye'deki Durumu	1
1.2. Tarım Arabalarında Kullanılan Fren Sistemleri ve Önemi	2
1.2.1. Servis freni	2
1.2.2. Çarpma etkili fren	5
1.2.3. Park freni	6
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	8
3. MATERYAL VE METOD	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Tarım arabası ve çekici olarak kullanılan traktör.....	20
3.1.2. İvme alıcı ve yardımcı cihazlar	23
3.2. Metod.....	26
3.2.1. Traktör frenli tarım arabası frensiz koşulunda frenleme ivmesinin ölçülmesi.....	27
3.2.2. Frenleme halatı orijinal konumda iken frenleme ivmesinin ölçülmesi.....	28
3.2.3. Frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra frenleme ivmesinin ölçülmesi.....	29
3.2.4. Çeki okunda gerekli yenilemeler yapıldıktan sonra frenleme ivmesinin ölçülmesi	30

VII

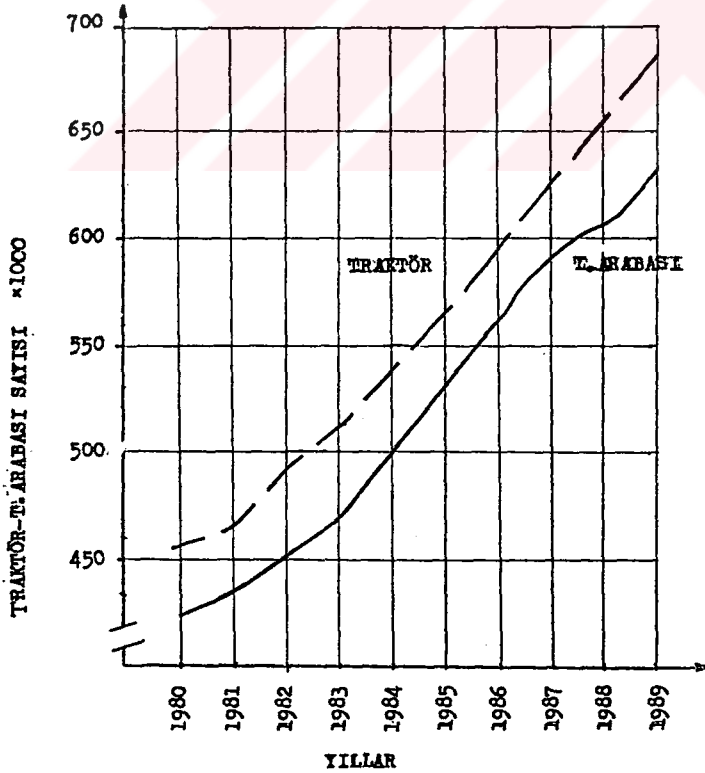
3.2.5. Fren testinin yapıldığı koşullar.....	32
3.2.6. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi.....	33
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	35
4.1. Traktör Frenli Tarım Arabası Frensiz Kosulunda Elde Edilen İvme Değerleri.....	35
4.2. Frenleme Halatı Orijinal Konumda İken Elde Edilen İvme Değerleri.....	36
4.3. Frenleme Halatında Değişiklikler Yapıldıktan Sonra Elde Edilen İvme Değerleri	38
4.4. Çeki Okunda Gerekli Yenilemeler Yapıldıktan Sonra Elde Edilen İvme Değerleri.....	41
4.5. Tartışma.....	46
5. ÖNERİLER	51
6. KAYNAKLAR.....	53

1. GİRİŞ

1.1. Tarım Arabalarının Türkiye'deki Durumu

Tarım arabası (römork), tarımda yük taşımak için kullanılan, lastik tekerlekli, bir veya iki dingilli, traktörle çekilmek üzere çeki oku bulunan, en az bir dingil üzerindeki tekerlekleri etkileyecek fren düzeni ile donatılmış ve saatte en çok 20 km hızla çekilen bir araçtır.

Tarım kesiminde taşıma işi büyük oranda tarım arabası ile yapılmaktadır. Ülkemizde de traktör artışına paralel olarak tarım arabası sayısı düzenli bir artış göstermiş ve 1989 yılında traktör sayısı 672845 adede, tarım arabası sayısı ise 627572 adede ulaşmıştır (şekil 1.1).



Sekil 1.1. Traktör ve tarım arabası adedinin yıllara göre ülkemizdeki değişimi (Anonymous 1989).

1.2. Tarım Arabalarında Kullanılan Fren Sistemleri ve Önemi

Frenler, hareket halindeki aracın hızını azaltan, durduran ya da durmuş bir aracı yerinde sabitleyen sistemlerdir.

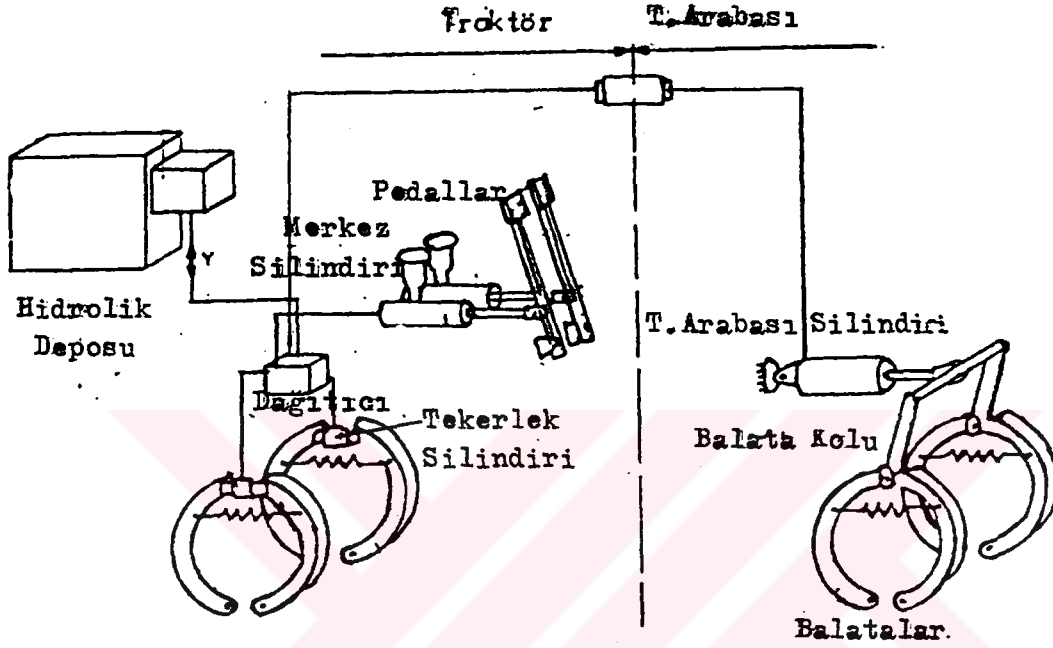
Tarım arabalarında kullanılan fren sistemleri, faydalı yükü yüklenmiş tarım arabasını düz, kuru ve yatay bir zemin üzerinde çekilirken en az 2.5 m/s^2 'lik negatif ivme ile yavaşlatabilecek özellikte yapılmalıdır (Anonymous 1990).

1.2.1 Servis freni

Tarım arabalarının hızını azaltan veya durmasını sağlayan fren sistemleridir. Mekanik, hidrolik, pnömatik, elektriksel ve karma yapılı frenler olarak 5 grupta toplanmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak mekanik (çarpma etkili) fren sistemi kullanılmaktadır. Ancak Avrupa ülkelerinde tarım arabalarında yaygın olarak kullanılan servis freni tipi hidrolikli fren sistemidir. Pnömatik fren sistemi de ikinci dereceden yaygın olarak tarım arabalarında kullanılmaktadır. Hidrolikli fren sistemi traktörle tarım arabası arasındaki fren hidrolik bağlantısı vasıtası ile çalışmaktadır. Bu nedenle hidrolikli fren sistemi maliyeti, pnömatik fren sistemi gibi fazla etkilememektedir.

Sekil 1.2'de traktör fren pedalından kumandalı hidrolikli bir tarım arabası fren sistemi görülmektedir. Bu fren sisteminde sürücü fren pedalına bastığı zaman, merkez silindirinden hareketlendirilen hidrolik sıvısı, fren borularından traktör tekerleklerindeki tekerlek silindirlerine ve

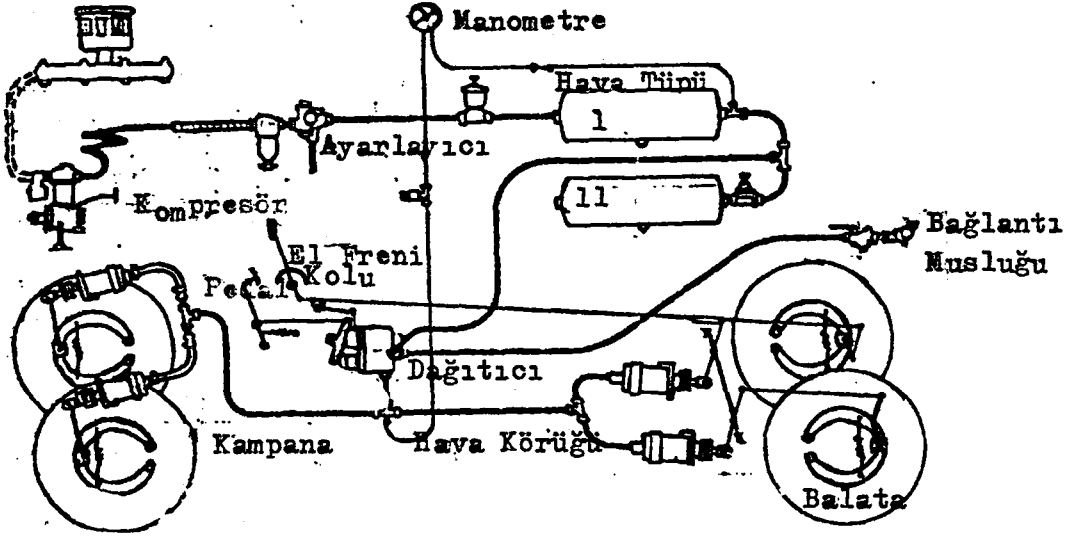
tarım arabasındaki silindire gelerek balataları açmaktadır. Açılan balatalar kampanaya sürterek traktör ve tarım arabasının aynı anda hızını azaltmakta veya durdurmaktadır.



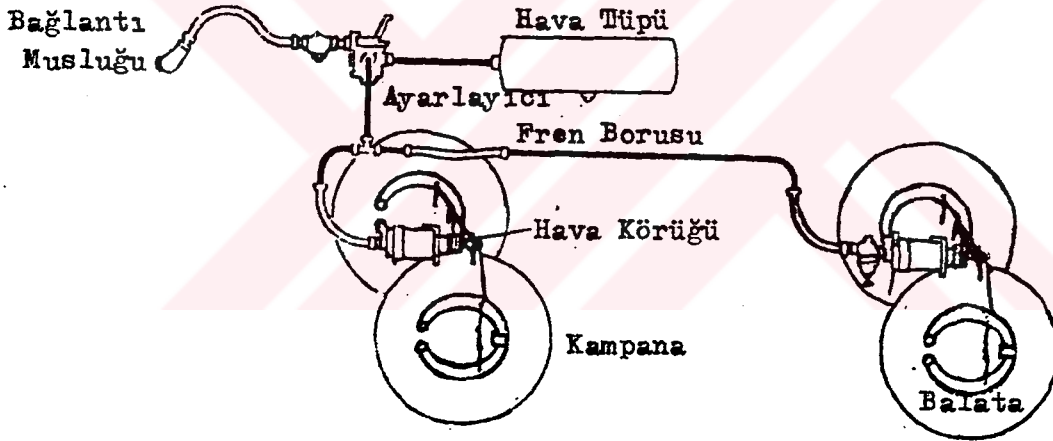
Sekil 1.2. Traktör fren pedalından kumandalı hidrolikli bir tarım arabası fren sistemi.

Sekil 1.3'de traktörün pnömatik fren sisteminden (a) yararlanarak çalışan tarım arabasının pnömatik fren sistemi (b) görülmektedir.

Bu sistemde, traktörden bir kayısla hareket alarak çalışan bir kompresör bulunmaktadır. Bu kompresör gerek traktörün ve gerekse tarım arabasının hava tüplerini doldurmaktadır.



(a)



(b)

Sekil 1.3. Traktörün (a) ve tarım arabasının (b) pnömatik fren sistemi.

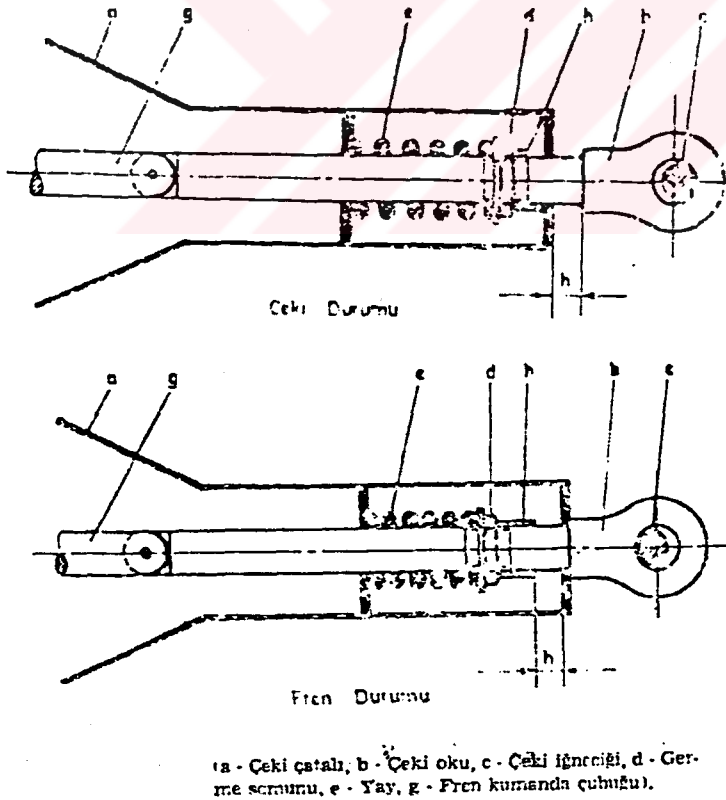
Sürücü fren pedalına bastığı zaman hava tüplerinde bulunan basınçlı hava fren borularından hava körüklerine gider. Hava körükleri pabuçlara bağlı eksantriği çevirerek balataların açılmasını sağlar ve frenlemeyi gerçekleştirir. Tarım arabası traktörün fren sistemine bir bağlama musluğu

ile bağlanır. Frenleme esnasında tarım arabasının hava körükleri traktördeki hava tüplerinde bulunan basınçlı hava ile beslenir. Ancak tarım arabası traktörden ayrı iken, kendi üzerindeki hava tüpü ile hava körüklerini besler.

1.2.2. Çarpma etkili fren

Tarım arabasının hızını azaltır ya da durmasını sağlar. Traktörün frenlemesi esnasında, tarım arabasının traktöre yaklaşması ile harekete geçen fren sistemidir.

Sekil 1.4 'de çarpma etkili fren sisteminin çeki okuna bağlanış biçimi görülmektedir.



Sekil 1.4. Çarpma etkili fren sisteminin çeki okuna bağlanış biçimi (Üz ve Ark, 1976).

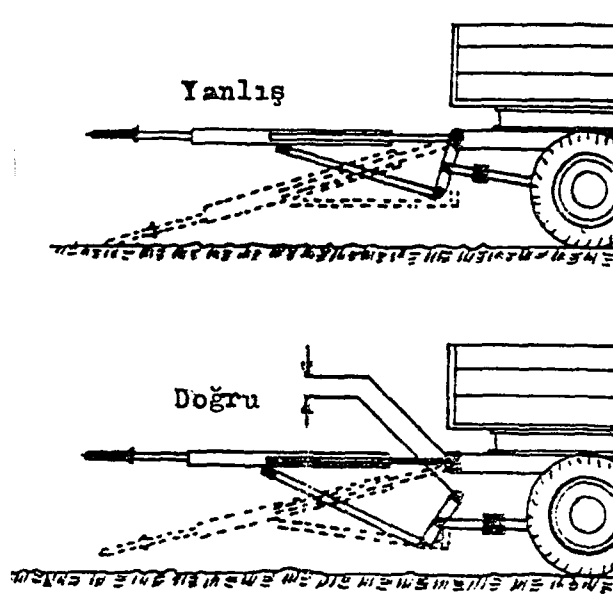
Bu fren sisteminde, traktörün frenlemesi esnasında tarım arabası, yayı sıkıştırarak " h " ile gösterilen mesafe kadar traktöre yaklaşmaktadır. Bu esnada, tarım arabasının tekerleklerindeki balataları açmak için sisteme bağlanmış olan hareket iletim düzeni tarım arabası ile birlikte " h " yolu kadar oynamakta ve balataların açılmasını sağlamaktadır.

Böylece traktörün frenleme durumuna bağlı olarak tarım arabası da frenlenmekte, traktör serbest haldeyken tarım arabası da serbest bulunmaktadır.

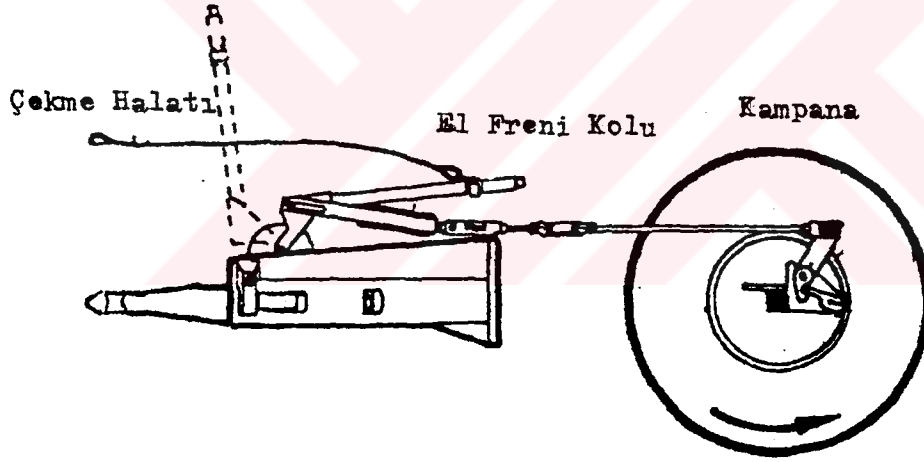
1.2.3. Park freni

Sürücü yokken tarım arabasının düz veya meyilde hareketsiz kalmasını sağlayan fren sistemidir. İki dingilli tarım arabalarında, tarım arabasının dengesi bozulup traktörden ayrıldığında maksimum kuvveti sağlayarak çok kısa bir sürede tarım arabasını emniyetli bir biçimde durdurur.

Şekil 1.5'de iki dingilli tarım arabalarında park freni, şekil 1.6'da ise bir dingilli tarım arabalarındaki park freni görülmektedir.



Sekil 1.5. İki dingilli tarım arabalarında park freni (Kadayıfçılar ve Harzadın, 1967).



Sekil 1.6. Bir dingilli tarım arabalarında park freni.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Anonymous (1979), TS 3413 Standardında, tarım arabaları ve tarımda kullanılan su tankerlerinin fren düzeninde bir tekerlekteki frenleme momentinin değerini 10 Nm hata ile statik olarak ölçebilecek bir düzenin kullanılması ve işlem sırası şöyle açıklanmıştır.

Tarım arabası veya tarımda kullanılan su tankerinin sasisi yatay kalacak şekilde tekerlekler yerden 5 cm kaldırılır. Deney düzeni frenleme momenti ölçülecek tekerleğe bağlanır. Aracın fren düzeni tanıtımında belirtildiği gibi çalıştırılır. Deney düzeni ile uygulanan moment miktarı yavaş yavaş artırılır. Tekerleğin aşağıda hesaplanacak frenleme momenti değerinden önce dönüp dönmediğine bakılır.

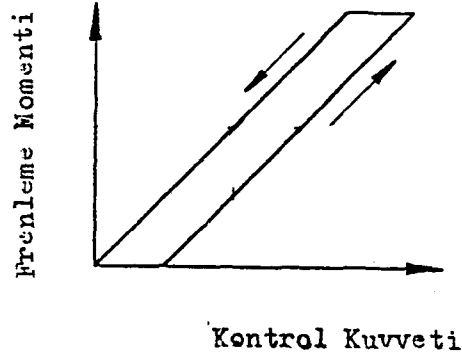
$$M_d = 0.70 (F_y + B_A) R$$

Burada;

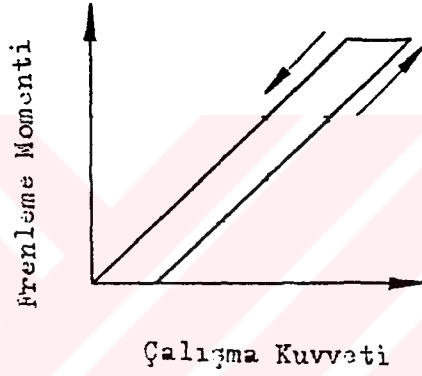
M_d : En küçük frenleme momenti (Nm),
 F_y : Faydalı yük (kg),
 B_A : Aracın boş kütlesi (kg),
 R : Etkin statik lastik yarıçapı (m)'dir.

Fren deneyi fren ile donatılmış her tekerlek için ayrı ayrı yapılır.

Anonymous (1980), ISO 611 Standardında kontrol kuvveti ve fren sisteminin çalışma (uygulama) kuvveti ile frenleme momenti arasındaki ilişki incelenmiştir. Şekil 2.1'de kontrol kuvveti ile frenleme momenti arasındaki ilişki, şekil 2.2'de ise çalışma kuvveti ile frenleme momenti arasındaki ilişki görülmektedir.



Sekil 2.1. Kontrol kuvveti ile frenleme momenti arasındaki ilişki (Anonymous 1980).



Sekil 2.2. Çalışma kuvveti ile frenleme momenti arasındaki ilişki (Anonymous 1980).

Frenleme başlangıcında balatalar kampanaya temas etmeden önce bir süre frenleme kuvveti artmakta fakat frenleme momenti ise artma göstermemektedir. Kontrol kuvvetinin belli bir değerinden sonra, frenleme momenti de doğru orantılı olarak artmaktadır. Maksimum noktada bir süre kontrol kuvveti azalmakta ancak frenleme momenti değişmemektedir. Daha sonra ikisi de yine doğru orantılı olarak azalmakta ve sifıra düşmektedir.

Fren sisteminin çalışma kuvveti kontrol kuvvetine bağlı olduğundan ve aynı değişmeyi gösterdiğinden, çalışma kuvveti ile frenleme momenti arasındaki ilişki, kontrol kuvveti ile frenleme momenti arasındaki ilişkiyle aynıdır.

Anonymous (1983). BS 6384 Standardında frenleme ivmesi ve fren testi için gerekli koşullar detaylı olarak açıklanmaktadır.

Frenleme ivmesi; aracın ortalama hızı ile durma mesafesinden hareketle elde edilen ortalama ivme değeridir.

$$a = \frac{v^2}{2 S}$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada;

a : Ortalama ivme (m/s²),
V : Ortalama hız (m/s),
S : Durma mesafesi (m)'dir.

Fren testi için gerekli koşullar aşağıdadır:

1. Test yapılacak yer kuru, temiz, asfalt veya bunlara denk bir yer olmalı ve tutunma katsayısı yeterli düzeyde olmalıdır.
2. Rüzgar hızı 10 m/s'nin altında olmalıdır.
3. Çevre sıcaklığı -10 ile + 35 °C arasında yer almalıdır.
4. Dingile takılı tekerlekler arası mesafe yani iz genişliği firmanın belirttiği en yüksek değerde olmalı (ayarlanabilir tiplerde) ve tekerlek lastik basınçları da en yüksek değerde olmalıdır.
5. Teste başlarken fren düzeni firmanın belirttiği asgari

düzyeyde yani en fazla aşınma ve yıpranma sınırından daha iyi durumda olmalıdır. Test boyunca frenler kesinlikle ayarlanmamalıdır.

6. Servis frenlerinin etkinliği ölçülürken tekerlekler kitlenmeden durmalıdır.

7. Test sırasındaki ölçümlerle toleransları çizelge 2.1'de görölmektedir.

Çizelge 2.1. Test sırasındaki ölçümlerle toleransları (Anonymous 1983).

Ölçümler	Tolerans (%)
Hareket hızı	±3
Araç kütlesi	±3
İvme	±3
Durma mesafesi	±1
Fren kontrol kuvveti	±5
Tekerlek basıncı	±5
Fren basıncı	±5

8. Test alanının uzunlaşmasına eğimi % 1'den yanlaşmasına eğimi % 3'den fazla olmamalıdır.

9. Fren sisteminin çalışması için gerekli kuvvet ayakla kontrolde 600 N'dan fazla olmamalıdır.

10. Çeken ve çekilen araçların frenlemesi durumunda çekilen aracın ivmesi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$F_2 = (m_1 + m_2)a_3 - m_1a_1$$

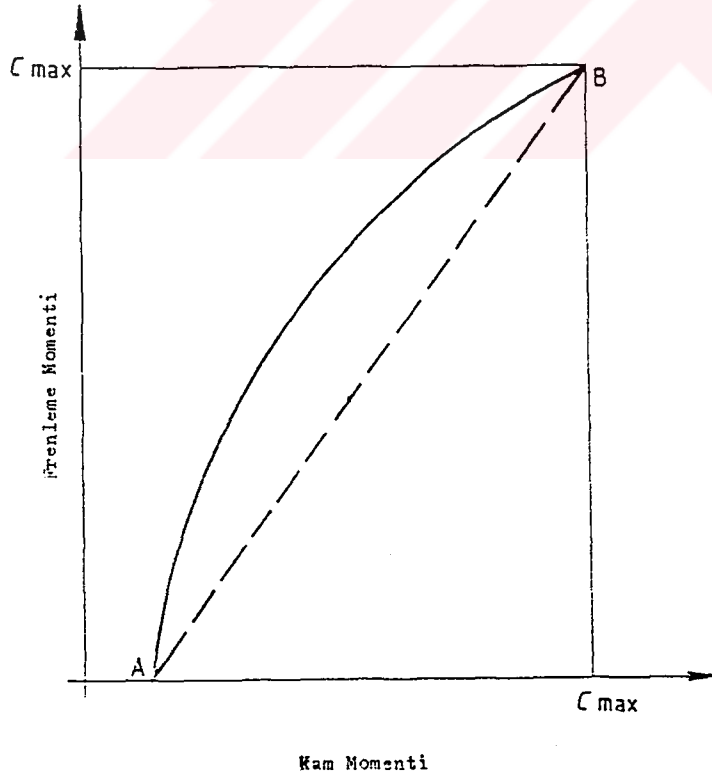
Burada;

- F_2 : Çekilen aracın frenleme kuvveti (N),
 m_1 : Çeken aracın kütlesi (kg),
 m_2 : Çekilen aracın kütlesi (kg),
 a_2 : çeken ve çekilen araç kombinasyonunun ivmesi (m/s^2),
 a_1 : Çeken aracın ivmesi (m/s^2)'dir.

Çekilen aracın ivmesi ise m/s^2 olarak aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$a_2 = \frac{F_2}{M_2}$$

Anonymous (1984), ISO 5696 Standardında frenlemeyi sağlayan kam mekanizmasının momenti ile frenleme momenti arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu ilişki şekil 2.3'de görülmektedir.



Sekil 2.3. Kam momenti ile frenleme momenti arasındaki ilişki (Anonymous 1984).

Frenleme başlangıcında frenleme momenti kam momentine göre daha fazla artmaktadır. Daha sonra ikisi arasında düzgün doğrusal bir artış görülmektedir. Frenleme sonuna doğru frenleme momenti kam momentine göre daha az artmakta ve frenleme sonunda frenleme momenti sabit kalmaktadır. Bu nokta balataların tam etkili olduğu ya da kampanaya tam olarak sürtüdüğü noktadır. Bu noktada kam momentinin artması frenleme momentini etkilemez. Kam momentinin bir fonksiyonu olan frenleme momentini A ile B arasında uzanan çizginin eğimi göstermektedir.

Anonymous (1987). BS 4639 Standardında çarpma etkili fren şöyle tanımlanmaktadır. Çarpma etkili fren; çeken ve çekilen araçlar arasındaki sıkıştırma kuvveti ile faaliyete geçen bir servis frenidir.

Çarpma etkili frenlerde fren kuvvetinin en azından maksimum kütlenin % 25'ine eşit olması gerekir. Tekerlek tarafından oluşturulan kuvvetin % 6'sından daha fazla kumanda kuvvetine ihtiyaç olmamalıdır. Tekerlek kuvveti % 2'den az olduğunda frenler çalışmamalıdır.

Anonymous (1990). TS 585 Standardına göre tarım arabalarındaki fren düzenleri şöyle tanımlanmaktadır.

5 ve 6 tonluk tarım arabalarında fren düzeni bütün tekerlekleri, diğerlerinde ise en az bir dingile bağlı tekerlekleri etkilemelidir. 0.75 ton (dahil)'dan aşağı faydalı ağırlıktaki tarım arabalarında yalnız elle kumanda edilebilen bir fren düzeni kullanılabilir. Tarım arabalarında

kullanılan fren düzeni, faydalı yükü yüklenmiş tarım arabasını düz, kuru ve yatay bir zemin üzerinde çekilirken en az 2.5 m/s^2 'lik negatif ivme ile yavaşlatabilecek özellikte olmalıdır.

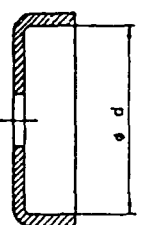
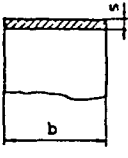
Yine bu standartta, tarım arabalarında bulunması gereken donanımlar şöyle açıklanmaktadır:

Bir dingilli tarım arabalarında çeki oku, tarım arabası traktörden ayrıldığında ok ucunu yerden en az 300 mm yukarıda tutacak biçimde yüksekliği ayarlanabilir taşıyıcı ayakla donatılmalıdır. Taşıyıcı ayakta tekerlek bulunmamalıdır. Çeki halkasına gelecek ağırlık 1200 kg'ı geçmemek üzere yüklü ağırlığın % 20'si ile % 30'u arasında olmalıdır.

Tarım arabası traktöre takılı durumda, geri manevra yapılırken frenlemeyi engellemek için geri manevra kilidi konulmalıdır.

Tarım arabalarında kullanılan kampana ve balata ölçüleri çizelge 2.2'de verilmiştir.

Cizelge 2.2. Tarım arabalarında kullanılan kampana ve balata ölçüleri (Anonymous 1990).

Faydalı Yük (Kg)		Kampana iç çapı		Balata	
Yarı Römork	Römork				
		d	Tolerans	Genişlik b ± 0,5	Kalınlık s ± 0,3
500-750	-	250	± 0,185 0	40	5
1000-1500	-				
2000	2000				
2500	2500	300	± 0,210 0	60	6
3000	3000				
3500	-				
4000	4000				
-	5000	350	± 0,230	60	6
-	6000				

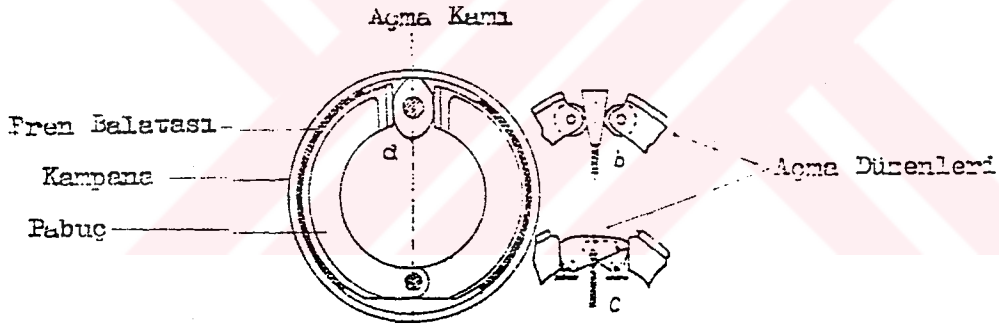
Kadayıfçılar ve Harzadın (1967). çalışmalarında tarım arabasında frenleme esnasında arka tekerleklerden ön tekerleklere bir yük transferi olduğunu, dolayısıyla arka tekerleklerin yükünün hafiflediğini belirtmişlerdir. Frenler arka tekerleklere konduğu takdirde bu bakımdan bir çok hallerde kayma olabileceğini açıklamışlardır.

Tarım arabalarında bugün çarpma etkili frenler daha çok kullanılmaktadır. İniş aşağı harekette tarım arabası kendi kütlesi ile traktörü itmek isteyecektir. Bu itme kuvveti, çeki kancası ve çeki oku birbirine nazaran hareket edebilecek şekilde yapılmak suretiyle frenlere tesir eden kuvvet olarak kullanılabilir.

Tarım arabasının traktörden ayrılması durumunda çeki oku bırakılınca, tekerlekler otomatik olarak frenlenecek şekilde bir konstruksiyona sahip olmalıdır. Bu durumda çeki oku yere temas etmemeli ve toprak aralığı bulunmalıdır.

Çeşitli fren tiplerinden en çok kullanılan içten çakma balatalı olanlardır. Şekil 2.4'de böyle bir fren için iki tatbik şekli görülmektedir. Fren balataları için kullanılan malzeme de 6 ve 9 kp/cm² basınç altında sürtünme katsayısı 0.2 ile 0.6 arasında değişmektedir.

Şekil 2.4. İçten çakma balatalı bir fren için tatbik şekilleri (Kadayıfçılar ve Harzadın 1967).



Tarım arabaları için tavsiye edilen kampana iç çapı balata ölçüleri çizelge 2.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Tarım arabaları için tavsiye edilen kampana iç çapı ve balata ölçüleri (Kadayıfçılar ve Harzadın 1967).

Traylerin faydalı yükü t	Müsaade edilen azami toplam ağırlık - kg	Kampana iç çapı mm	Fren balatasının	
			genişliği mm	kalınlığı mm
2	2700	250	40	5
2,5	3600	300	60	5
3	4400	300	60	5
4	5700	350	60	6
5	7100	400	80	8

Öz ve Arkadaşları (1976), çalışmalarında tarım arabalarında kullanılan fren tiplerini aşağıdaki şekilde belirtmişlerdir.

Seyir freni : 2.5 m/s²'lik ortalama (negatif ivme) sağlayabilmelidir.

Tespit freni : % 20'lik bir yokuşta taşıtı tespit edebilmelidir.

Kopma freni : Tarım arabasının traktörden ayrılması durumunda tarım arabasını % 20'ye kadar olan eğimlerde frenleyerek durdurabilmelidir.

Yine aynı çalışmada tarım arabalarında hangi tip frenlerin ne zaman bulunacağı aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.

G_T çeken traktörün ilavesiz kütlesi, G_{TA} tarım arabasının yüklü kütlesi olmak üzere.

1. Durum

$$G_{TA} \leq 1.5 \text{ ton ve } G_{TA} \leq G_T$$

Bu durumda tarım arabasında frene ihtiyaç yoktur. Yukarıdaki şartlardan herhangi birisinin yerine gelmemesi halinde tarım arabasında bulunması gereken fren 2. durumda olduğu gibidir.

2. Durum

$$G_{TA} = 1.5 \dots 5 \text{ ton ve } G_{TA} \geq G_T$$

Tarım arabasında, traktör üzerinden kumanda edilebilen bir seyir frenine ihtiyaç vardır. Bu bir yaklaşma freni olabilir. Eğer $G_{TA} > 3.5 G_T$ ise tarım arabası üzerindeki

frenin 3. durumda belirtilen tipten olması gerekir.

3. Durum

$$G_{TA} > 5 \text{ ton} \quad \text{ve} \quad G_{TA} > 4.5 G_T$$

Tarım arabası hidrolik bir seyir freni ile teçhiz edilmelidir.

Yukarıdaki zorunluluklar hem bir, hem de çok dingilli tarım arabaları için geçerlidir.

Saral (1984), çalışmasında frenleri genel olarak işletme, park ve dümenleme frenleri olarak üç grup altında, yapısal yönden ise radyal ve aksiyal olmak üzere iki grup altında toplamış ve en kısa fren yoluna erişebilmek için, negatif ivmenin en büyük değerini alması gerektiği aşağıdaki bağıntı ile açıklamıştır.

$$S_{min} = \frac{v^2}{2 a_{max}}$$

Burada;

S_{min} : Minimum fren yolu (m).

v : Taşıtın frenleme başlangıcındaki hızı (m/s),

a_{max} : Maksimum fren ivmesi (m/s²)'dir

Tunalıgil (1974), frenlemeyi şöyle tanımlamaktadır. Frenleme, kontrol edilebilen bir kuvvetle hareketteki bir vasıtayı durdurmak ya da yavaşlatabilmektir. Frenleme iş ve yol durumlarında yapılabildiği gibi tespit etmek için durma halinde de yapılabilir. Bu bakımdan frenlemeyle hız azaltmak, durdurmak ve tespit etmek gerçekleştirilmektedir. Frenler mekanik, hidrolik, pnömatik gruplar altında toplanırlar.

Tunalıgil ve Eker (1985). çalışmalarında frenleme ivmesinin, traktör-frensiz tarım arabası kombinasyonunda en az olduğunu ve $0.5-2.2 \text{ m/s}^2$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Tarım arabasının kütlesi arttıkça sistemin frenleme ivmesi azalmakta yani traktörün, sistemi durdurabilmesi için daha fazla zamana gereksinim duyduğu açıklanmaktadır. Bu bakımdan frensiz tarım arabasının kullanılması iletim işleminde sakıncalı olmaktadır.

Sadece bir dingilinde frenleme yapılan iki dingilli tarım arabalarında fren donanımının ön dingile daha doğrusu ön tekerleklere yerleştirilmesi zorunlu olmaktadır.

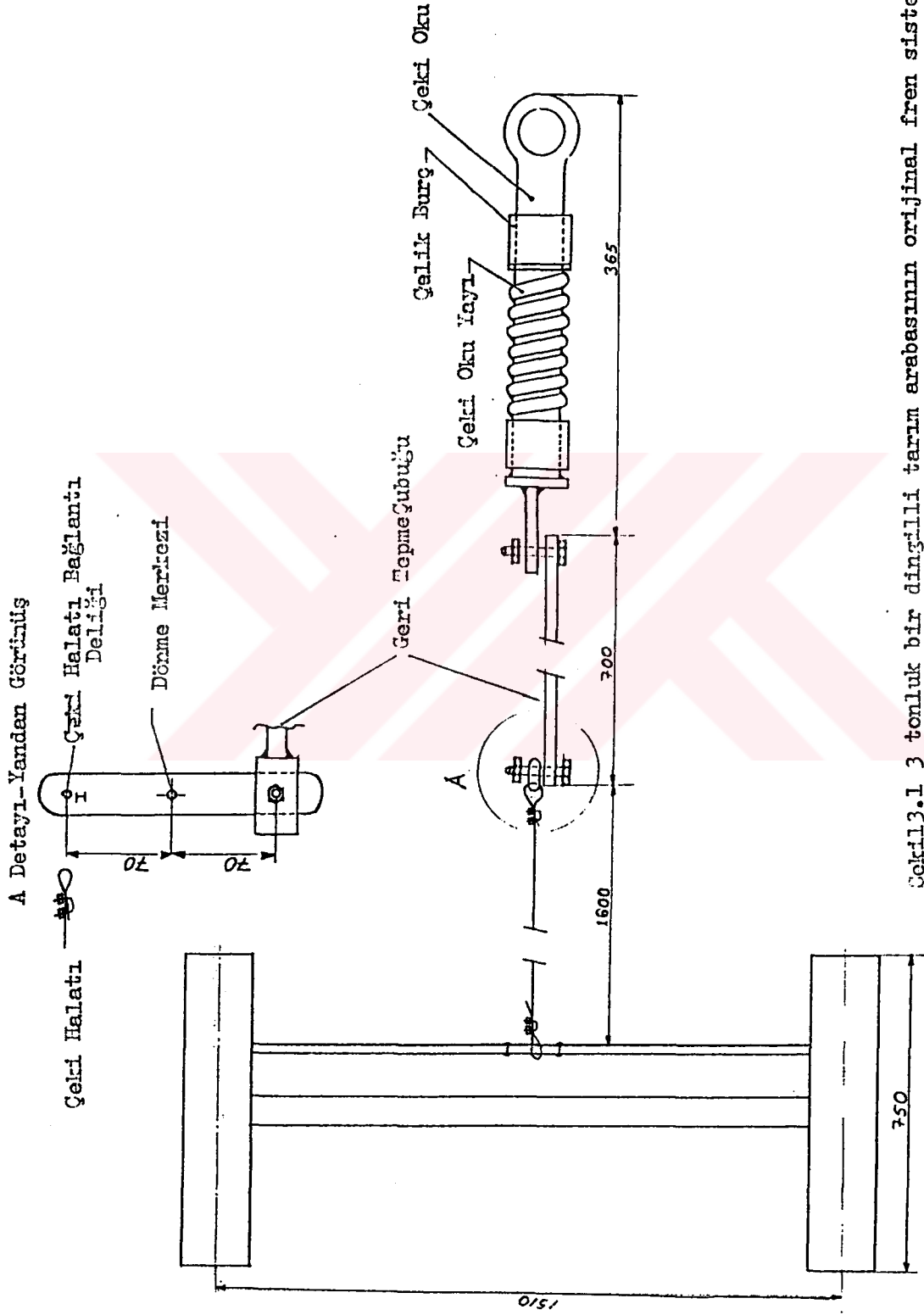
3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırmada deney materyali olarak, 3 tonluk bir dingilli tarım arabasının carpma etkisiyle çalışan freni seçilmiştir. Tarım arabasının çekilmesinde Ford 5000 traktörü kullanılmıştır. Ölçümlerin yapılmasında HBM (Hottinger Baldwin Messtechnik) firmasına ait ivme alıcı, yükseltici ve özel olarak geliştirilmiş bulunan data loggerden yararlanılmıştır. Laboratuvarıda ise, data logger'in belleğinde depolanmış olan dijital veriler, RS 232 ara birimi ile kodlanmış sayısal verilere dönüştürülerek, "ZIRLOG.EXE" veri toplama ve kaydetme programıyla açılan dosyalara yüklenmiştir.

3.1.1. Tarım arabası ve çekici olarak kullanılan traktör

Sekil 3.1'de 3 tonluk bir dingilli tarım arabasının carpma etkisiyle çalışan orijinal freni görülmektedir. Çizelge 3.1'de 3 tonluk bir dingilli tarım arabasının ve çizelge 3.2'de çekici olarak kullanılan Ford 5000 traktörün genel boyutları ile değerleri verilmiştir.



Şekil 3.1 3 tonluk bir dingilli tarım arabasının orijinal fren sistemi.

Cizelge 3.1. 3 tonluk bir dingilli tarım arabasının genel boyutları ile değerleri.

Genel Boyutlar	Değerler
Çeki oku boyu (mm)	1160
Lastik ölçüleri (in)	7.50 x 16
T. arabasının toplam kütlesi (kg)	850
Dingile binen kütle (kg)	650
Çeki noktasına binen kütle (kg)	200
Kampana iç çapı (mm)	310
Balata genişliği (mm)	45
Balata kalınlığı (mm)	5
Balata uzunluğu (mm)	310

TS 585 Standardında 3 tonluk bir tarım arabasının kampana iç çapı 300, balata genişliği 60 ve balata kalınlığı 6 mm olarak verilmiştir.

Cizelge 3.2. Çekici olarak kullanılan Ford 5000 traktörün genel boyutları ile değerleri.

Genel Boyutlar	Değerler
Tüm kütle (yakıt, yağ ve su ile) (kg)	2420
Ön dingil kütlesi (kg)	890
Arka dingil kütlesi (kg)	1530
Fren tipi	Diskli
Disk çapı (cm)	22
Disk adedi (her tarafta)	3 çift
Tüm sürtünme yüzeyi (cm ²)	1326

3.1.2. İvme alıcı ve yardımcı cihazlar

Denemede kullanılan HBM firması yapımı B1M/170 ivme alıcı ile KWS/6T-5 amplifikatörün teknik özellikleri ile değerleri sırası ile çizelge 3.3 ve 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. HBM B1M/170 ivme alıcının teknik özellikleri ile değerleri (Saral 1980).

Teknik Özellikler	Değerler
Maksimum ölçme sınırı (g)	50
Öz frekans (Hz)	170
Çalışma frekans aralığı (Hz)	0-100
Hassasiyet (mV/V)	40
Taşıyıcı frekans (kHz)	5; 50
Çalışma sıcaklığı (°C)	-10...+50
Kütlesi (kg)	0.085
Ölçüleri (mm)	20 x 70

Çizelge 3.4. KWS/6T-5 amplifikatörün teknik özellikleri ve değerleri (Colak 1990).

Teknik Özellikler	Değerler
Çalışma frekansı (Hz)	0.....1300
Duyarlılığı (%)	2
Çalışma gerilimi (V)	220 20
Çalışma sıcaklığı (°C)	-10.....+40
Gücü (VA)	30
Kütlesi (g)	6500
Ölçüleri (mm)	302 x 212 x 151

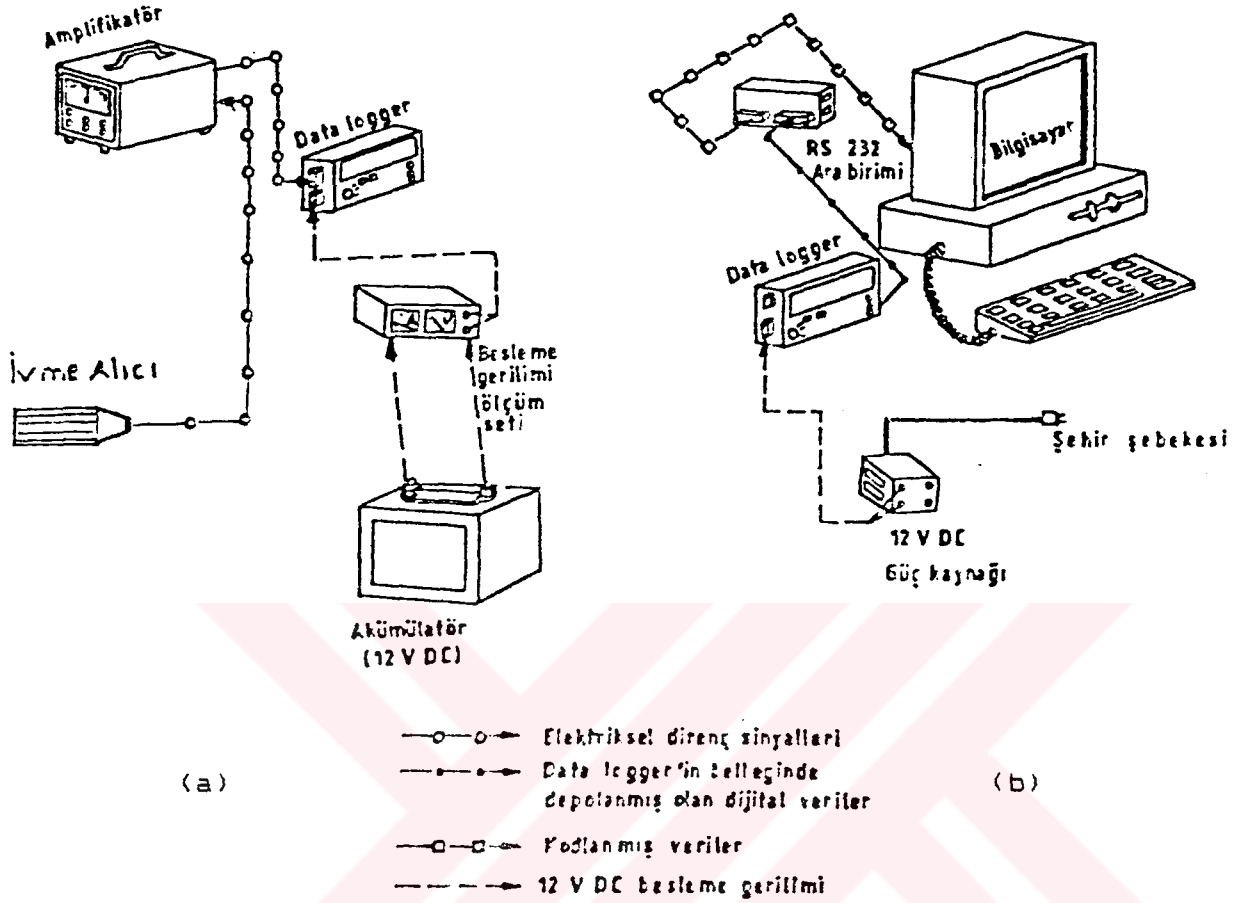
Denemede kullanılan ve analog değerleri dijitalle dönüştürerek belleğinde saklayan data logger'in teknik özellikleri ve değerleri çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Data logger'in teknik özellikleri ve değerleri (Çolak 1990).

Teknik Özellikler	Değerler
Bellek kapasitesi	30.000
Besleme gerilimi (VDC)	12
Ölçüm hassasiyeti (%)	0.5
Sinyalleri algılama aralığı (V)	0-10
Zaman aralıkları (ms, ms. s, s)	10, 100, 1, 5

Şekil 3.2'de ivme alıcı ve yardımcı cihazların denemeler sırasındaki bağlantı şeması (a) ve laboratuvarında, data loggerin belleğindeki bilgilerin bilgisayara aktarıldığı bağlantı şeması (b) verilmiştir.

ivme ölçer tarafından elektrikselsel gerilimlere dönüştürülen ivme değerleri, oldukça zayıf sinyaller şeklindedir. Bu zayıf sinyallerin kaydedilmesi için güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ölçme sistemine, bir amplifikatör (analog yükseltici) eklenmiştir. ivme ölçerin algıladığı zayıf impulslar, özel ara kabloları yardımıyla amplifikatöre iletilmiştir. Cihaz 12 V-DC besleme gerilimi ile çalıştırılmış ve besleme cihazın bünyesindeki hazneye yerleştirilen bataryalarla sağlanmıştır.



Sekil 3.2. İvme alıcı ve yardımcı cihazların denemeler sırasındaki bağlantı şeması (a) ve laboratuvarında, data logger'in belleğindeki bilgilerin bilgisayara aktarıldığı bağlantı şeması (b).

Amplifikatör tarafından güçlendirilen sinyalleri dijitalle çevirerek belleğinde saklayan data logger ise akümülatör ile beslenmiş ve özel kablolar ile diğer cihazlara bağlanmıştır.

Data logger, belleğine kaydettiği dijital dataları bilgisayarca okunabilmeleri için kodlayan RS232 ara birimi ile birlikte bir IBM uyumlu PC bilgisayara, özel bağlantı kabloları ile bağlanmıştır. Verilerin data logger belleğinden,

bilgisayara aktarılması, " ZIRLOG.EXE " veri toplama ve kaydetme programıyla gerçekleştirilmiştir. Program, cihazın belleğinden çağırıldığı sayısal forma dönüştürülmüş verileri, kullanıcının açtığı dosyalara yüklemektedir.

3.2. Metod

Mevcut tarım arabasının orijinal fren sistemi tamamiyle gözden geçirilmiş ve eksiklikleri giderilerek çalışır hale getirilmiştir. Daha sonra bu tarım arabası tartılarak toplam kütle, dingile gelen kütle ve çeki kancasına gelen kütle tespit edilmiştir. Yük olarak her biri 20 kg olan beton kütleler kullanılmıştır.

3 ton yükle yüklenmiş tarım arabası traktöre takılarak traktör-tarım arabası kombinasyonu oluşturulmuştur. Bu kombinasyon fren testi için uygun olan pist alanına götürülmüş ve denemeye alınmıştır.

Yük ve tarım arabası kütlelerinin % 20'si % 25'i ve % 30'u traktöre gelecek şekilde 3 tip yük dağılımı oluşturulmuş ve her yük dağılımı için 5'er fren denemesi yapılmıştır.

Traktör-tarım arabası katarının ivmesinin tespitinde katara takılan B1M/170 ivme alıcı kullanılmıştır. İvme alıcının elde ettiği zayıf sinyalleri güçlendiren amplifikatör ile, bu sinyalleri dijitalle dönüştürerek belleğinde saklayan data logger, titreşimlerden etkilenmeyecek şekilde özel bir kutu içerisine yerleştirilmiş ve katara takılmıştır.

Traktör-tarım arabası katarının hızı 20 km/h'e ulaştıktan sonra, ölçme sistemi çalıştırılarak 450 N'luk kuvvetle fren pedalına basılmış ve katar hareketsiz kalana kadar sistem açık bırakılmıştır. Böylece frenleme boyunca ivmedeki değişimler data loggerin belleğinde depo edilmiştir. Bundan sonraki aşamaya ise laboratuvarında devam edilmiştir.

Laboratuvar çalışmasında ise; data logger'a 12 V DC besleme gerilimi bağlanarak data logger'ın belleğinde depolanmış olan dijital veriler RS 232 ara birimi ile kodlanmış verilere dönüştürülerek bilgisayara aktarılmıştır.

Ivme alıcısındaki 1 g'lik değişim bilgisayarda 40 rakamına denk gelecek şekilde amplifikatör kademelerinden yararlanarak ayarlama yapıldığı için, bilgisayardaki her 4 rakamı 1 m/s²'lik ivme değerine eşit olmaktadır. Böylece bu çalışmanın hassas yapılması sağlanmıştır. Daha sonra sayısal forma dönüştürülmüş bu veriler " ZIRLOG.EXE " veri toplama ve kaydetme programıyla açılan dosyalara yüklenmiş ve printer vasıtası ile forma aktarılmıştır.

Her yük dağılımı için elde edilen binlerce rakamın geometrik ortalaması alınmış ve bu değer 4'e bölünerek ortalama frenleme ivmesi değeri tespit edilmiştir.

3.2.1.Traktör frenli tarım arabası frensiz koşulunda frenleme ivmesinin ölçülmesi

Tarım arabası fren sistemi devreden çıkartılarak yalnız traktörün frenlemesi ile 3 tip yük dağılımında katarın fren-

leme ivmesi değerleri tespit edilmiştir.

Her yük dağılımı için 5'er defa fren pedalına basılmış, toplam 15 frenleme yapılarak ivme değerleri ayrı ayrı llmştir. Böylece tarım arabalarında fren sisteminin bulunmaması halinde, yalnız traktörün frenlemesi ile yeterli ivmenin sağlanıp sağlanmadığı araştırılmıştır.

Katarın elde edilen ivme değerlerinden yola cıkarak, traktörün her yük dağılımı için ayrı ayrı ivme değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (Anonymous 1983).

$$a_T = \frac{m_K \cdot a_K}{m_T}$$

Burada;

a_T : Traktörün ivmesi (m/s^2),
 m_K : Katarın toplam kütlesi (kg),
 a_K : Katarın ivmesi (m/s^2),
 m_T : Traktörün kütlesi (kg)'dir.

3.2.2 Frenleme halatı orijinal konumda iken frenleme ivmesinin llmesi

Bu denemede tarım arabası orijinal fren sisteminde bir değişiklik yapılmadan ölçmeler yapılmıştır. Fren sistemi çalışır pozisyonda tarım arabası traktöre takılarak denemeye alınmıştır. Tarım arabası fren sisteminin traktörle birlikte çalıştığı bu denemede her yük dağılımı için 5'er defa frenleme yapılmış ve toplam 15 ivme değeri tespit edilmiştir.

Tarım arabası ivmesinin bulunmasında ise, yk dağılımına göre traktörün ivmesi dikkate alınarak aşağıdaki bağıntıdan yararlanılmıştır (Anonymous 1983).

$$a_{TA} = \frac{a_k \cdot m_k - a_T \cdot m_T}{m_{TA}}$$

Burada;

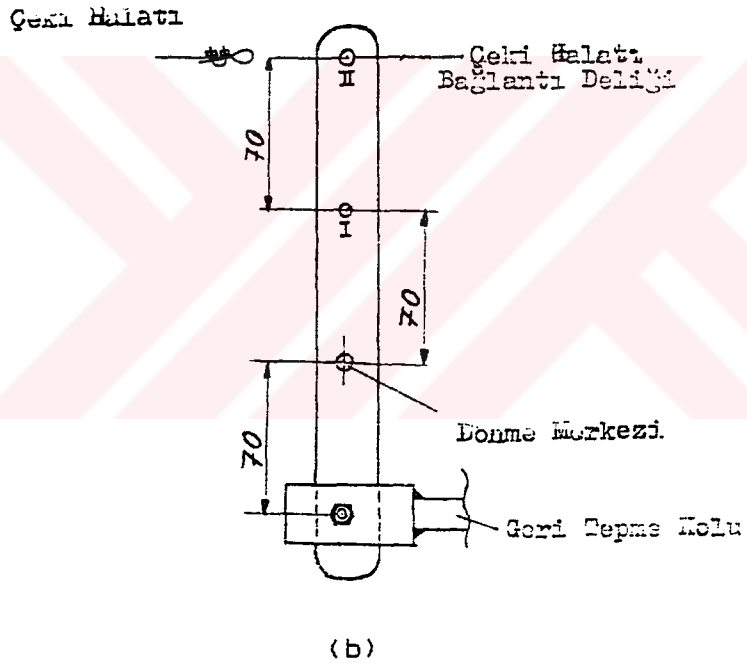
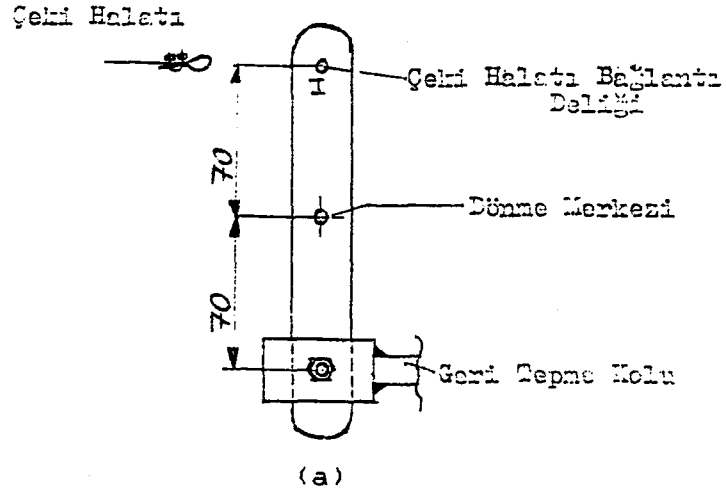
a_{TA} : Tarım arabası ivmesi (m/s²),
 a_k : Katarın ivmesi (m/s²),
 m_k : Katarın kütlesi (kg),
 a_T : Traktörün ivmesi (m/s²),
 m_T : Traktörün kütlesi (kg),
 m_{TA} : Tarım arabası kütlesi (kg)'dir.

3.2.3. Frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra frenleme ivmesinin ölçülmesi

Frenleme halatının bağlı bulunduğu gerdirme kolu uzatılarak ikinci bir delik açılmış ve halat orijinaline göre bir kat daha yukarı takılmıştır. Böylece frenleme esnasında halatın gerilme miktarı arttırılmıştır. Ayrıca tarım arabasına alttan kaynak edilen bir makara vasıtası ile halatın gergin durması sağlanmış ve halat gerdirme ayar civatası yerleştirilmiştir.

Sekil 3.3'de gerdirme kolunun orijinal durumu (a) ve gerdirme kolunda yapılan değişiklikler (b) görülmektedir.

Fren halatı gerdirme düzeninde yapılan değişikliklerden sonra frenleme ivmesi ölçmeleri, bölüm 3.2.2'de verilen düzen içerisinde ve aynı yöntemle tekrarlanmıştır.

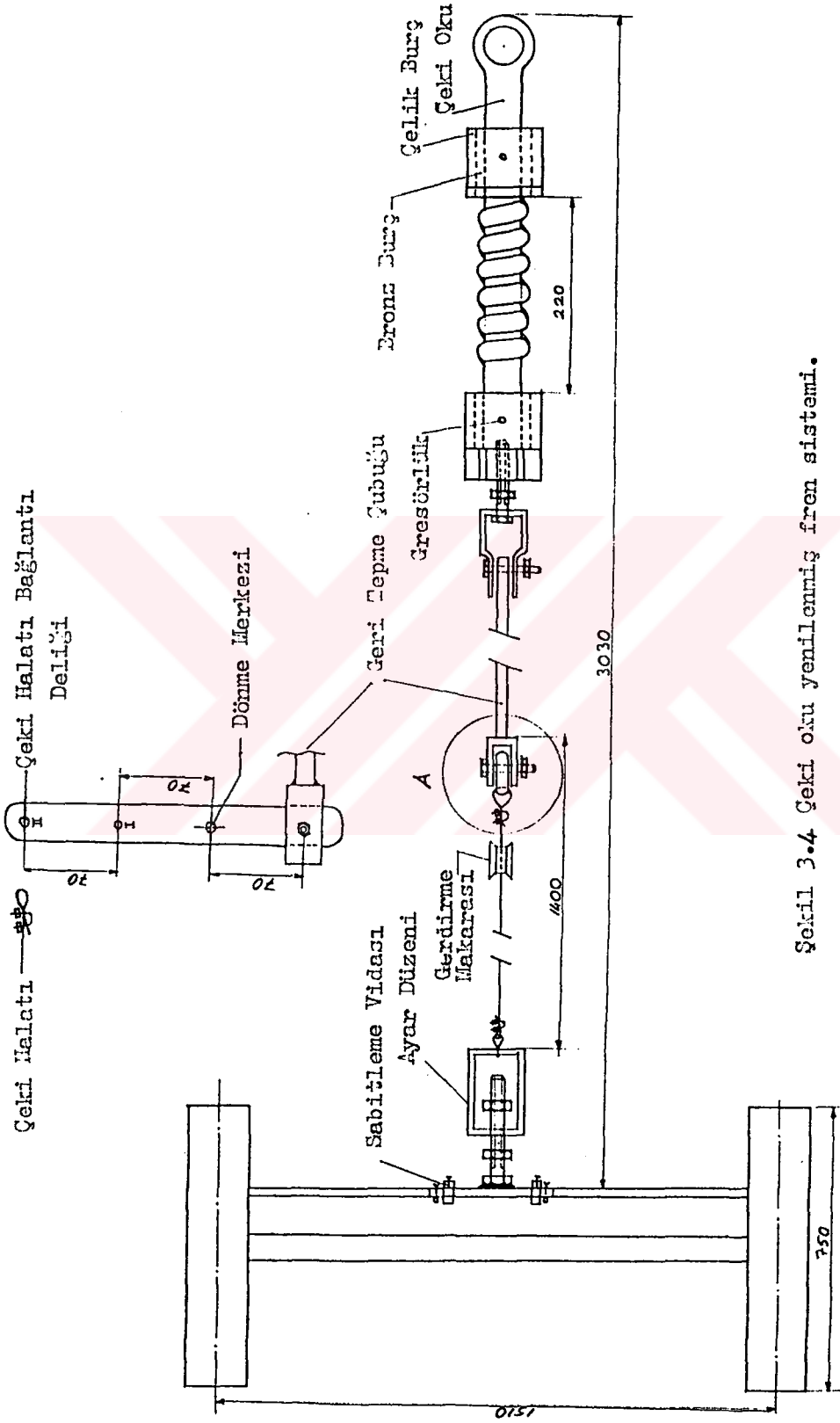


Sekil 3.3. Gerdirme kolunda yapılan değişiklik (a.rijinal durum; b.değişiklik yapıldıktan sonraki durum).

3.2.4. Çeki okunda gerekli yenilemeler yapıldıktan sonra frenleme ivmesinin ölçülmesi

Tarım arabası fren sisteminde aşağıdaki yenilemeler yapılmıştır (sekil 3.4) :

A Detsayı-Yandan Görünüş



Şekil 3.4 Çeki oku yenilenmiş fren sistemi.

- Çeki oku tamamen değiştirilmiştir.
- Okun tarım arabasına bağlantısı 2 adet bronz yatakla gerçekleştirilmiş ve gresörlük takılmıştır.
- Sürtünme minimuma indirilmiş ve frenleme esnasında tarım arabasının çeki oku üzerindeki hareket mesafesi de 80 mm'ye çıkarılmıştır.
- Çeki oku yayı değiştirilmiştir.
- Geri harekette frenlerin devreye girmesini engelleyen geri hareket kilidi yenilenmiştir.

Bu değişiklikler yapıldıktan sonra fren sistemi çalışır halde tarım arabası traktöre takılarak denemeye alınmış ve her bir yük dağılımı için 5'er adet deneme yapılarak toplam 15 adet ivme değeri tespit edilmiştir. Ölçmelerin değerlendirilmesi ise, bölüm 3.2.2'de belirtildiği gibi yapılmıştır.

3.2.5. Fren testinin yapıldığı koşullar

- Fren testi, kuru, temiz, düz ve asfalt bir yolda yapılmıştır.
- Havanın durgun ve rüzgar hızının düşük olduğu bir ortam seçilmiştir.
- Test sırasında çevre sıcaklığı 10-15 °C olarak tespit edilmiştir.
- Tarım arabası iz genişliği ayarlanabilir olmadığından, aynı şekilde bırakılmıştır.

- Lastikler maksimum değer olan 52 lb/in² basınçla şişirilmiştir.
- Fren sistemi, izin verilen en fazla aşınma ve yıpranma sınırından daha iyi durumdayken denemeye alınmıştır. Frenler test boyunca ayarlanmamıştır.
- Her bir test yapılırken frenlerin soğuması ve uygunluğunu koruması sağlanmıştır.
- Frenler 1 saatten fazla çalıştırılmamıştır.
- Tekerlekler kilitlenmeden frenleme sağlanmıştır.
- Traktör hızı izin verilen en büyük değer olan 20 km/h olarak alınmıştır. Bu değer el gazı ile ayarlanmıştır.
- Frenleme sırasında fren pedalına 450 N kuvvet uygulanarak frenleme yapılmıştır.

3.2.6. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi

Tarım arabası fren sisteminin orijinal konumda ve her değişiklikten sonra; % 20, % 25 ve % 30 yük dağılımlarında ve her yük dağılımı için 5'er adet olmak üzere toplam 15 adet ortalama frenleme ivmesi değeri tespit edilmiştir. Tarım arabası fren sistemi orijinal durumdayken, frenleme halatı değiştirildikten sonra ve çeki oku yenilendikten sonra ölçülen frenleme ivmesi değerleriyle üç ayrı grup oluşturulmuştur. Bu gruptaki ortalama frenleme ivmesi değerleri arasındaki farkın ve çeki kancasına gelen yük değişiminin etkisinin önemli olup olmadığının tespiti için tesadüf parselleri

deneme tertibinde iki faktörlü varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Farklı grupların tespitinde ise Duncan testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark.1983).

Traktör-tarım arabası katarının ölçülen ivme değerleri de, yukarıda belirtilen yöntemle, nem fren sisteminde yapılan değişikliklerin hem de çeki kancasına gelen yük değişiminin etkisi yönünden test edilmiştir.



4. ARASTIRMA SONUÇLARI VE TARTISMA

4.1. Traktör Frenli Tarım Arabası Frensiz Koşulunda Elde Edilen İvme Değerleri

Yalnızca traktörün frenlendiği bu denemelerde, tarım arabası çeki kancasına gelen yük % 20, % 25 ve % 30 olacak şekilde değiştirilmiştir. Her bir yükleme koşulu için 5 kez yapılan ölçmelerde elde edilen katarın ivme değerleri çizelge 4.1'de, bu değerlerden yararlanarak hesaplanan traktör ivme değerleri ise çizelge 4.2'de m/s^2 olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1. Traktör frenli tarım arabası frensiz koşulunda ölçülen katarın frenleme ivmesi değerleri (m/s^2)

Denev No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	2.40	2.48	2.69
2	2.50	2.50	2.75
3	2.68	2.45	2.74
4	2.32	2.54	2.72
5	2.39	2.49	2.77
ORT	2.47	2.49	2.73

Traktörün frenli ve tarım arabasının frensiz olduğu traktör-tarım arabası katarının ivme değerlerine bakıldığında, traktöre gelen yük oranı arttıkça katarın ivmesi çok az da olsa artmaktadır.

Cizelge 4.2. Traktör frenli tarım arabası frensiz koşulunda katarın ivme değerlerinden yararlanarak hesaplanan traktör ivme değerleri (m/s^2).

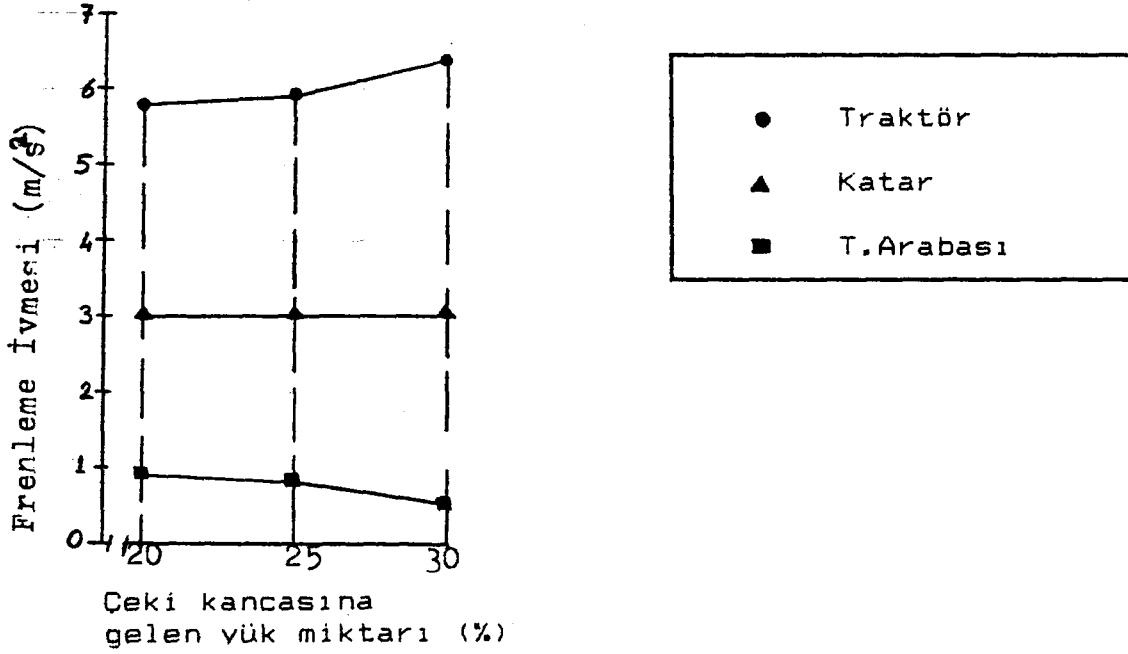
Deney No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	5.66	5.83	6.32
2	5.90	5.88	6.48
3	6.30	5.76	6.44
4	5.47	5.97	6.39
5	5.62	5.85	6.51
ORT	5.80	5.86	6.42

Traktörün ivme değerlerine bakıldığında, arka dingile gelen yük arttıkça ivme değeri de artmaktadır.

4.2. Frenleme. Halatı Orijinal Konumda İken Elde Edilen İvme Değerleri

Traktör ve tarım arabasının aynı anda frenlendiği bu denemelerde tarım arabasının orijinal fren sisteminde bir değişiklik yapılmamıştır. Ancak tarım arabası orijinal fren sistemi gözden geçirilerek eksiklikleri tamamlanmış ve frenleme halatı orijinal konumda iken tarım arabası denemeye alınmıştır.

Bu koşulda elde edilen traktör, katar ve tarım arabası ivme değerleri birbiriyle kolay karşılaştırılabilmesi için şekil 4.1'de grafik halinde verilmiştir.



Sekil 4.1. Frenleme halatı orijinal konumda iken traktör, katar ve tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s²).

Frenleme halatı orijinal konumda iken elde edilen traktör-tarım arabası katarı ivme değerleri çizelge 4.3'de. katarın ivme değerlerinden yararlanarak hesaplanan tarım arabası ivme değerleri ise çizelge 4.4'de m/s² olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3. Frenleme halatı orijinal konumda iken ölçülen katarın frenleme ivmesi değerleri (m/s²).

Deney No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	3.00	2.90	3.15
2	2.89	3.05	2.87
3	2.85	2.94	3.09
4	3.14	3.06	2.91
5	3.02	2.89	3.04
ORT	2.98	2.96	3.01

Katarın frenleme ivmesi değerlerine bakıldığında çeki kancasına gelen yük miktarı değiştikçe frenleme ivmesi değeri önce azalmış sonra ise artmıştır.

Çizelge 4.4. Frenleme halatı orijinal konumda iken tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s^2).

Deney No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	0.73	0.70	0.72
2	0.66	0.96	0.24
3	1.17	0.77	0.62
4	0.96	0.98	0.31
5	0.92	0.69	0.53
ORT	0.88	0.82	0.48

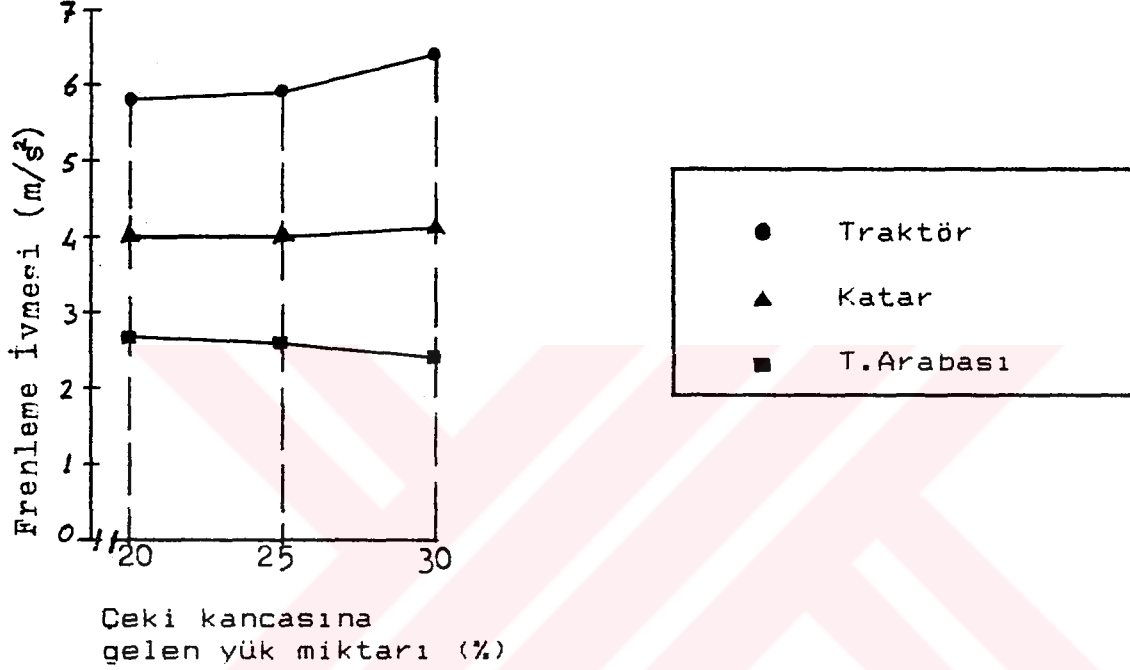
Frenleme halatı orijinal konumda iken elde edilen tarım arabası frenleme ivmesi değerlerine bakıldığında, tarım arabası dingiline gelen yük oranı azaldıkça ivme değerleri de azalmaktadır. En yüksek ortalama ivme değeri tarım arabası dingiline yükün % 80'i gelirken elde edilmiş ve $0.88 m/s^2$ olarak bulunmuştur. Bu değer TS 585 Standardında belirtilen ve tarım arabasının sahip olması gereken minimum değer olan $2.5 m/s^2$ 'den daha düşük olduğu için yetersizdir.

4.3. Frenleme Halatında Değişiklikler Yapıldıktan Sonra Elde Edilen ivme Değerleri

Traktör ve tarım arabasının aynı anda frenlendiği bu denemede frenleme halatının frenleme koluna bağlantı yeri

değiştirilerek ikinci deliğe takılmıştır.

Bu koşulda elde edilen traktör, katar ve tarım arabası frenleme ivmesi değerleri şekil 4.2'de grafik halinde verilmiştir.



Şekil 4.2. Frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra elde edilen traktör, katar ve tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s²).

Frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra katarın ölçülen frenleme ivmesi değerleri çizelge 4.5'de, katarın frenleme ivmesi değerlerinden hesaplanan tarım arabası frenleme ivmesi değerleri ise çizelge 4.6'da m/s² olarak verilmiştir.

Frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra ölçülen katarın frenleme ivmesi değerlerine bakıldığında, çeki kancasına gelen yük miktarının değişmesi katarın frenle-

me ivmesi üzerinde fazla bir değişikliğe neden olmamıştır.

Cizelge 4.5. Frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra ölçülen katarın frenleme ivmesi değerleri (m/s^2).

Deney No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	4.16	3.89	4.20
2	4.05	3.86	4.10
3	3.96	4.04	4.08
4	3.91	4.14	3.96
5	4.00	4.00	4.18
ORT	4.01	3.98	4.10

Cizelge 4.6. Frenleme halatında değişiklikler yapılmış tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s^2).

Deney No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	2.94	2.43	2.55
2	2.75	2.37	2.38
3	2.59	2.69	2.34
4	2.51	2.86	2.13
5	2.66	2.62	2.52
ORT	2.69	2.59	2.38

Frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra elde edilen tarım arabası ivme değerlerine bakıldığında,

tarım arabası dingilinden çeki okuna doğru yük kaydırıldığında ortalama ivme değerleri de azalmaktadır.

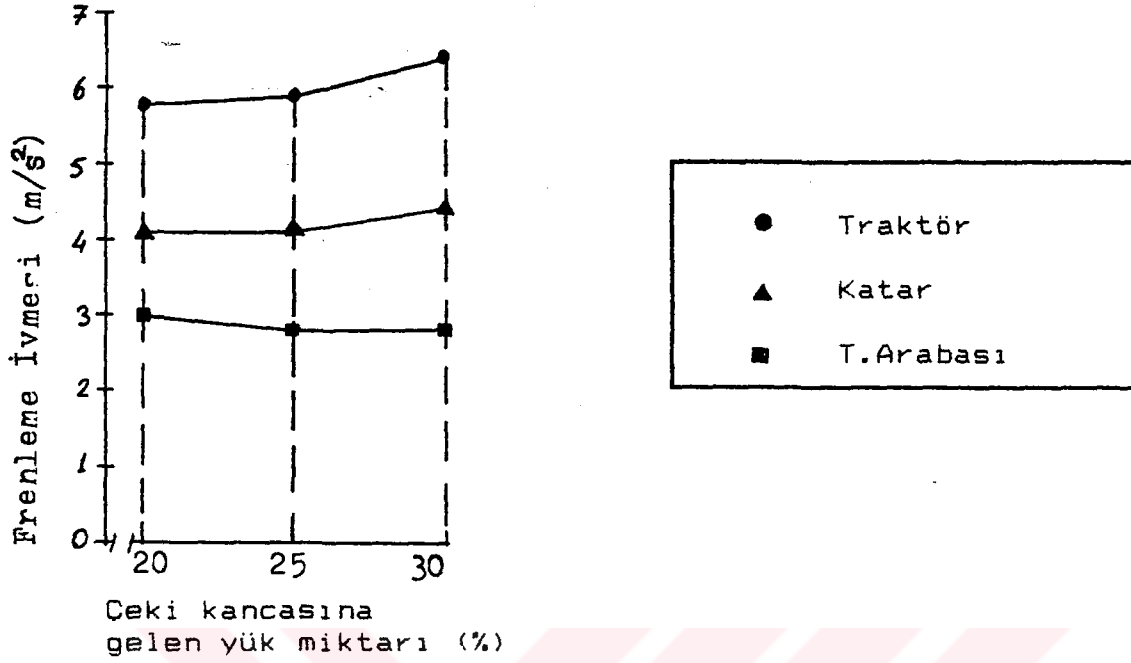
En yüksek ortalama ivme değeri, yükün % 20'si çeki kancasına % 80'i tarım arabası dingiline gelirken elde edilmiştir. Bu değer olması gereken minimum ivme değerinin yani 2.5 m/s^2 'nin üzerinde olduğu için yeterlidir. Fakat yükün % 30'u traktöre gelecek şekilde tarım arabası yüklendiğinde elde edilen ortalama ivme değeri 2.38 m/s^2 olup, olması gereken minimum değerinin altında kalmaktadır.

4.4. Çeki Okunda Gerekli Yenilemeler Yapıldıktan Sonra Elde Edilen İvme Değerleri

Traktör ve tarım arabasının aynı anda frenlendiği bu denemede, tarım arabasında frenleme halatının değiştirilmesine ek olarak çeki okunda yenilemeler yapılmış ve katar denemeye alınmıştır.

Bu koşulda elde edilen traktör, katar ve tarım arabası frenleme ivmesi değerleri şekil 4.4'de grafik halinde verilmiştir.

Çeki okunda gerekli yenilemeler yapıldıktan sonra ölçülen katarın frenleme ivmesi değerleri çizelge 4.7'de ve katarın frenleme ivmesi değerlerinden hesaplanan tarım arabası ivme değerleri de çizelge 4.8'de m/s^2 olarak verilmiştir.



Şekil 4.4. Çeki oku veniledikten sonra elde edilen traktör, katar ve tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s²).

Çizelge 4.7. Çeki okunda venilemeler yapıldıktan sonra ölçülen katarın frenleme ivmesi değerleri (m/s²).

Deney No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	3.98	4.10	4.26
2	4.20	4.14	4.21
3	4.25	3.96	4.46
4	4.10	4.18	4.38
5	4.30	4.19	4.52
ORT	4.16	4.11	4.36

Çeki okunda gerekli yenilemeler yapıldıktan sonra ölçülen katarın frenleme ivmesi değerlerine bakıldığında, çeki kancasına gelen yük miktarının değişimi katarın frenleme ivmesini fazla etkilememektedir.

Çizelge 4.8. Çeki oku yenilenmiş tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s^2).

Deney No	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)		
	20	25	30
1	2.63	2.79	2.66
2	3.01	2.86	2.57
3	3.10	2.55	3.00
4	2.84	2.93	2.86
5	3.18	2.95	3.11
ORT	2.95	2.81	2.84

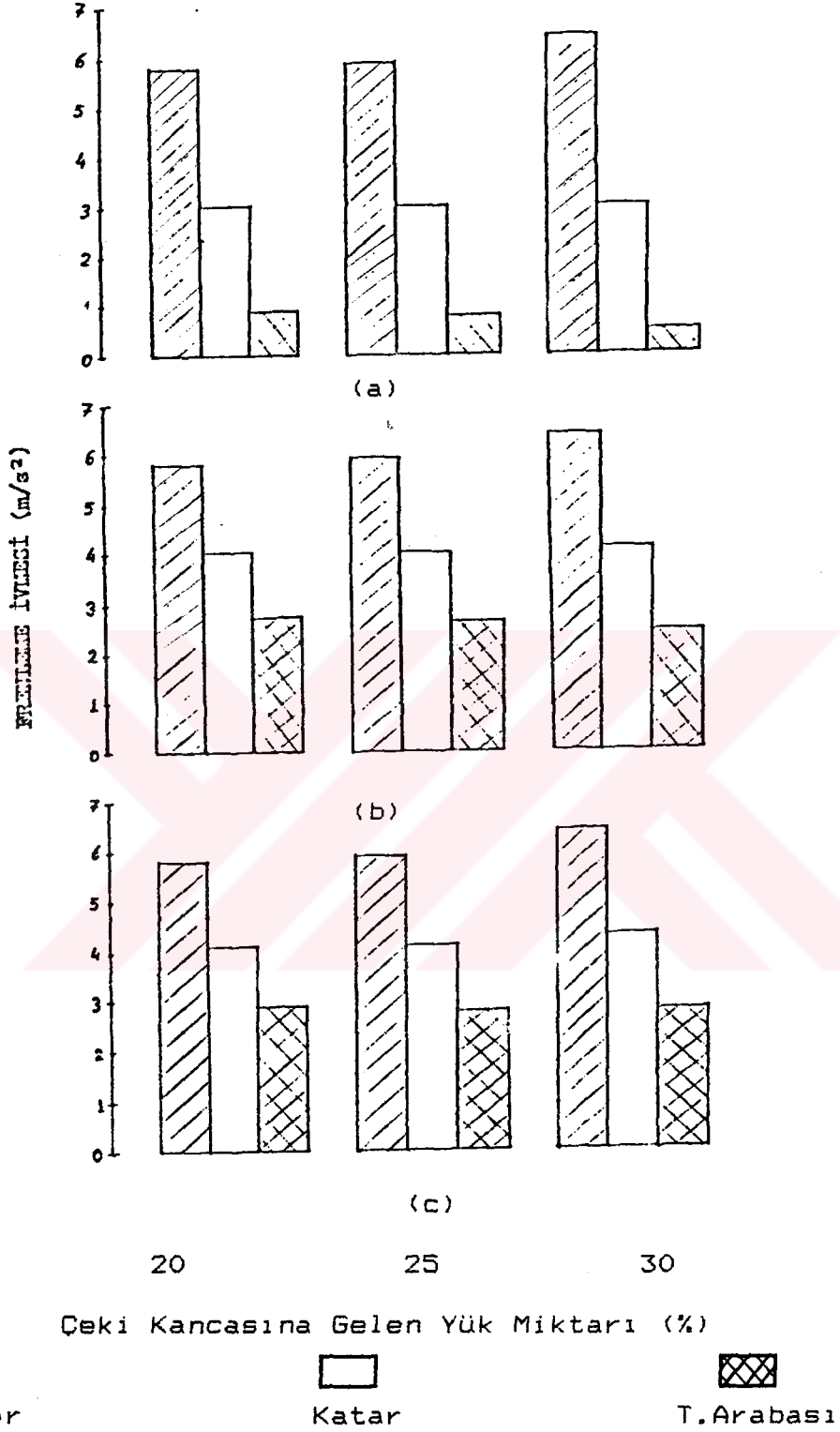
Çizelge 4.8. incelendiğinde, tarım arabası dingiline gelen yük miktarı değiştikçe ortalama ivme değerleri de değişmektedir.

Elde edilen en düşük ivme değeri $2.81 m/s^2$ olup, TS 585 Standardında belirtilen, olması gereken minimum tarım arabası ivme değeri olan $2.5 m/s^2$ 'den $0.31 m/s^2$ daha fazladır. Böylece tarım arabasının frenlenmesi esnasında sahip olması gereken ivme değerine ulaşılmıştır.

Yapılan değişiklik ve yük dağılımlarına göre elde edilen ortalama tarım arabası ivme değerleri, birbiriyle kolay karşılaştırılması için şekil 4.5'de topluca verilmiş-

tir. % 20, % 25 ve % 30 yük dağılımlarına göre frenleme halatı orijinal konumda iken elde edilen değerler (a)'da, frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonraki (b)'de ve çeki okunda gerekli yenilemeler yapıldıktan sonraki (c)'de traktör, katar ve tarım arabası ivme değerleri olarak gösterilmiştir.





Sekil 4.5. % 20, % 25 ve % 30 yük dağılımlarına göre frenleme halatı orijinal konumda iken (a), frenleme halatında değişiklikler yapıldıktan sonra (b) ve çeki okunda yenilemeler yapıldıktan sonra (c) traktör, katar ve tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s²).

4.5. Tartışma

Frenleme halatı orijinal konumda iken, değişiklikler yapıldıktan sonra ve çeki okunda yenilemeler yapıldıktan sonra, çeki kancasına gelen % yük oranlarına göre ölçülen, katarın ivme değerleri topluca çizelge 4.9'da ve bunlardan yararlanarak hesaplanan tarım arabası frenleme ivmesi değerleri çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Frenleme halatı orijinal konumda iken, değişiklikler yapıldıktan sonra ve çeki okunda yenilemeler yapıldıktan sonra ölçülen, katarın frenleme ivmesi değerleri (m/s^2).

Deney No	Frenleme Halatı Orijinal			Frenleme Halatı Değiştirilmiş			Çeki Oku Yenilenmiş		
	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)								
	20	25	30	20	25	30	20	25	30
1	3.00	2.90	3.15	4.16	3.89	4.20	3.98	4.10	4.26
2	2.89	3.05	2.87	4.05	3.86	4.10	4.20	4.14	4.21
3	2.85	2.94	3.09	3.96	4.04	4.08	4.25	3.96	4.46
4	3.14	3.06	2.91	3.91	4.14	3.96	4.10	4.18	4.38
5	3.02	2.89	3.04	4.00	4.00	4.18	4.30	4.19	4.52
ORT	2.98	2.96	3.01	4.01	3.98	4.10	4.16	4.11	4.36
GN ORT	2.98			4.03			4.21		

Tarım arabası frenleme halatı orijinal konumdayken ölçülen, katarın yük dağılımlarına göre ortalama frenleme ivmesi değeri $2.98 m/s^2$ 'dir. Frenleme halatı çekme düzeninde değişiklikler yapıldıktan sonra bu değer $1.05 m/s^2$ artarak

4.03 m/s²'ye ulaşmıştır. Daha sonra da çeki kancasında yenilemeler yapılarak 0.18 m/s²'lik ivme artışı ile 4.21 m/s²'ye kadar yükselmiştir.

Tarım arabası fren sisteminde yapılan her değişiklikten sonra, ölçülen katarın ortalama frenleme ivmesi değerleri arasındaki farkın, önemli olduğu tesadüf parselleri deneme tertibinde iki faktörlü varyans analizi ile tespit edilmiştir. Daha sonra Duncan testi uygulanarak, fren sisteminde yapılan her değişiklikten sonra ölçülen katarın frenleme ivmesi değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Yani 2.98 m/s² ile 4.03 m/s², 4.03 m/s² ile 4.21 m/s² ve 2.98 m/s² ile 4.21 m/s² değerleri arasındaki fark istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Değişik yük dağılımlarında ölçülen katarın ortalama frenleme ivmesi değerleri arasındaki farkın en az iki yük dağılımında önemli olduğu da yukarıdaki gibi tesadüf parselleri deneme tertibinde iki faktörlü varyans analizi ile tespit edilmiştir.

Duncan testi uygulanarak % 20 ile % 25 yük dağılımlarında elde edilen katarın ivme değerleri arasındaki farkın istatistikî olarak % 5 düzeyinde önemsiz, ancak % 25 ile % 30 ve % 20 ile % 30 yük dağılımlarında elde edilen katarın ivme değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur. % 1 düzeyinde ise, % 20 ile % 25 ve % 25 ile % 30 yük dağılımlarında elde edilen katarın ivme değerleri arasındaki fark önemsiz, ancak % 20 ile % 30 yük dağılımla-

rında elde edilen katarın ivme değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur.

Cizelge 4.10. Frenleme halatı orijinal konumda iken, değişiklikler yapıldıktan sonra ve çeki okunda yenilemeler yapıldıktan sonra elde edilen tarım arabası frenleme ivmesi değerleri (m/s^2).

Deney No	Frenleme Halatı Orijinal			Frenleme Halatı Değiştirilmiş			Çeki Oku Yenilenmiş		
	Çeki Kancasına Gelen Yük Miktarı (%)								
	20	25	30	20	25	30	20	25	30
1	0.73	0.70	0.72	2.94	2.43	2.55	2.63	2.79	2.66
2	0.66	0.96	0.24	2.75	2.37	2.38	3.01	2.86	2.57
3	1.17	0.77	0.62	2.59	2.69	2.34	3.10	2.55	3.00
4	0.96	0.98	0.31	2.51	2.86	2.13	2.84	2.93	2.86
5	0.92	0.69	0.53	2.66	2.62	2.52	3.18	2.95	3.11
ORT	0.88	0.82	0.48	2.69	2.59	2.38	2.95	2.81	2.84
GN ORT	0.73			2.55			2.86		

Tarım arabası fren sisteminde yapılan her değişiklikten sonra elde edilen tarım arabası ortalama ivme değerlerinin en az ikisi arasındaki farkın önemli olduğu tesadüf parselleri deneme tertibinde iki faktörlü varyans analizi ile tespit edilmiştir. Daha sonra Duncan testi uygulanarak, fren sisteminde yapılan her değişiklikten sonra ölçülen tarım arabası frenleme ivmesi değerleri arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Yani $0.73 m/s^2$ ile $2.55 m/s^2$, $2.55 m/s^2$ ile $2.86 m/s^2$ ve $0.73 m/s^2$ ile $2.86 m/s^2$ değerleri arasındaki fark istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Değişik yük dağılımlarında elde edilen tarım arabası ortalama frenleme ivmesi değerleri arasındaki farkın, en az iki yük dağılımında önemli olduğu da tesadüf parselleri deneme tertibinde iki faktörlü varyans analizi ile tespit edilmiştir. Duncan testi uygulanarak, % 20 ile % 25 yük dağılımlarında elde edilen ortalama ivme değerleri arasındaki farkın önemsiz, ancak % 25 ile % 30 ve % 20 ile % 30 yük dağılımlarında elde edilen tarım arabası ortalama ivme değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. % 1 düzeyinde ise, % 20 ile % 25 ve % 25 ile % 30 yük dağılımlarında elde edilen ivme değerleri arasındaki farkın önemsiz, fakat % 20 ile % 30 yük dağılımlarında elde edilen tarım arabası ortalama ivme değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur.

Kısaca özetlemek gerekirse, tarım arabası fren sisteminde yapılan değişiklikler katarın ve tarım arabasının ortalama frenleme ivmesi değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Çeki okuna gelen yükün artması ise katarın ortalama ivme değerlerinin artmasına, buna karşın tarım arabası ortalama ivme değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

Çeki kancasına gelen yük % 20 iken katarın ortalama ivmesi 3.72 m/s^2 ve tarım arabasının ortalama ivmesi 2.17 m/s^2 olmuştur. Çeki kancasına gelen yük % 30 olduğunda katarın ivmesi artarak 3.82 m/s^2 ve tarım arabasının ivmesi azalarak 1.9 m/s^2 değerini almıştır. Çeki noktasına gelen yükün artması, tarım arabası dingiline gelen yükün, ve buna

paralel olarak frenleme ivmesinin azalmasına neden olmaktadır. Buna karşın, tarım arabasına göre daha etkili frene sahip traktör arka dingiline gelen yükü artırdığından katarın frenleme ivmesi yükselmektedir.



5. ÖNERİLER

Frenleme etkinliğinin artırılması, yeterli frenleme kuvvetinin sağlanması ve traktör-tarım arabası katarında karşılaşılan trafik kazalarının minimuma indirilmesi için :

- Çeki okundaki geri tepme mesafesi yeterli miktarda olmalı,
- Çeki oku yataklarındaki sürtünme kayıplarını minimuma düşürmek için bronz yataklar kullanılmalı ve gresörlük takılmalı,
- Fren sistemi kuvvet aktarma mekanizmasındaki kol oranı uygun ayarlanmalı,
- Frenleme halatının gergin durmasını sağlamak için, sisteme gerdirme makarası takılmalı ya da başka önlemler alınmalı ve halatın gerginliğini ayarlamak için ayar civatası bulunmalı,
- Fren balata ve kampana ölçüleri TS 585 Standardına uygun olmalı,
- Fren pabuçlarını açan mekanizma uygun olmalı ve uyumlu çalışmalı,
- Fren sistemine geri hareket kilidi takılmalıdır.

Ayrıca, tarım arabası tasarlanırken, dümenlemeyi olumsuz etkilememek ve TS 585'de belirtilen sınırlar arasında kalmak koşuluyla, mümkün olduğunca fazla yük çeki kancasına gelecek şekilde projelenebilir. Bu durumda tarım arabasının frenleme ivmesi azalmakta, ancak traktörün frenleme etkinli-

ğinin artmasından dolayı katarın frenleme ivmesi artmaktadır.

Tarım kesiminde tarım arabasının aynı zamanda insan taşımada kullanıldığı gözönüne alınırsa frenleme etkinliğinin artırılması konusu daha da önem kazanmaktadır.

Aksi halde, tarım arabası tam kapasite ile yüklü olduğunda, traktör-tarım arabası katarının hızı 20 km/h iken ve düşük negatif ivme değerlerinden dolayı, frenleme mesafesi artacaktır. Böylece tarım arabasının traktörü sürükleyerek yana yatırma, devirme ve karayolundan dışarı atması gibi trafik kazaları ile karşılaşma olasılığı artacaktır.

6. KAYNAKLAR

ANONYMOUS, 1979. TS 3413 Tarım Arabaları ve Tarımda Kullanılan Su Tankerlerinin Muayene ve Deney Esasları, TSE Ankara.

ANONYMOUS, 1980. ISO 611 Road Vehicles-Braking of Automotive Vehicles and Their Trailers-Vocabulary.

ANONYMOUS, 1983. BS 6384 Determination of Braking Performance of Agricultural and Forestry Vehicles.

ANONYMOUS, 1984. ISO 5696 Trailed Agricultural Vehicles- Brakes and Braking Devices-Laboratory Test Method.

ANONYMOUS, 1987. BS 4639 Brakes and Braking System For Towed Agricultural Vehicles.

ANONYMOUS, 1989. Tarım İstatistikleri Özeti, DİE. Ankara.

ANONYMOUS, 1990. TS 585 Tarım Römorkları, TSE, Ankara.

ANONYMOUS, 1973. Ford 5000 Traktör El Kitabı.

COLAK, A., 1990. Şeker Pancarı Başkesme Bıçakları Çalışma Koşullarını Etkileyen Temel Karakteristiklerin Tarla Koşullarında Saptanmasına İlişkin Yöntem Geliştirilmesi, Doktora Tezi, A.Ü.ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Ankara.

DİNÇER, H., 1978. Tarım İşletmelerinde Kullanılan Römörlerin İşletme Tekniği Yönünden Ölçülendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı, Fasikül

No.1, Ankara.

DUZGUNEŞ, O., KESİCİ, T. ve GURBUZ, F., 1983. İstatistik Metodları-I. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayın No:861, Ankara.

DUZGUNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GURBUZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II) A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1021, Ankara.

KADAYIFÇILAR, S. ve HARZADIN, G., 1976. Ziraatte Kullanılan Traylerler (Römorklar), A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayın No:297, Ankara.

DZ, H., DZDEMİR, Y., SAYGILI, I. ve KURTAY, T., 1976. Tarım Arabası Hesap ve Konstrüksiyon Esasları, Cilt I Makina Mühendisleri Odası, Yayın No: 104, İstanbul.

SARAL, A., 1980. İki Dingilli Tarım Arabalarının Yapısal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fakültesi Ziraat Makinaları Bölümü, Ankara.

SARAL, A., 1984. Tarım Traktörleri, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayın No.948, Ankara.

TUNALIGİL, B.G., 1974. Tarımda Taşıma-Ulaştırma Vasıtaları. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayın No.551, Ankara.

TUNALIGİL, B.G. ve EKER, B., 1985. Taşıma-İletim Tekniği, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayın No.962, Ankara.