



Araştırma Makalesi

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs
Selçuk Üniversitesi
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
25 (3): (2011) 104-109
ISSN:1309-0550



İki Dingilli Tarım Arabasının Statik ve Dinamik Durumda Frenleme Etkinliğinin Belirlenmesi¹

Mustafa Nevzat ÖRNEK^{2,4}, Fikret DEMİR³

²Selçuk Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Konya/Türkiye
³Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 14.07.2011, Kabul Tarihi: 11.08.2011)

Özet

Bu çalışmada, Konya Bölgesi'nde imal edilen, 3 tonluk, iki dingilli, çarpma frenli bir tarım arabasının statik ve dinamik durumda frenleme etkinliği belirlenmiştir. Denemeler 10, 15 ve 20 km/h ilerleme hızlarında ve tarım arabasının boş, % 50 dolu, tam dolu ve % 150 dolu durumunda yapılmıştır.

Tarım arabasının kütlesi arttıkça kombinasyonun frenleme ivmesi azalmaktadır. Denemeler sonucunda, tarım arabasının frenleme ivmesi, her bir kombinasyon için TSE tarafından önerilen 2.5 m/s² değerinin altında kalmıştır.

Anahtar kelimeler: Tarım arabası, çarpma fren, frenleme etkinliği, frenleme ivmesi

Determination of Breaking Efficiency at Static and Dynamic States of Two-Axle Trailer

Abstract

In this research, breaking efficiency at static and dynamic states of four-wheeled trailer of three tons, which is produced in Konya region, was determined. In the experiments, at 10, 15 and 20 km h⁻¹ forward speeds and empty, 50 % loaded, full loaded and 150 % loaded conditions were worked.

While it increases of the trailer mass, breaking acceleration of the combination decreases. As a result of experiment, it was found that, breaking acceleration of trailer for each combination remained below 2.5 m s⁻² which is the value suggested by TSE.

Key words: Agricultural trailers, over-run brake, breaking efficiency, breaking acceleration.

Giriş

Tarımsal üretimde, taşıma işlemi geniş bir uygulama alanına sahiptir. Tarım arabası, tarımda yük taşımak için kullanılan, lastik tekerlekli, bir veya iki dingilli, traktörle çekilmek için çeki oku bulunan, en az bir dingil üzerindeki tekerlekleri etkileyecek fren sistemi bulunan, saatte 20 km hızla çekilen bir araçtır (Saral 1980; Deligönül 1989; Saral ve Koyuncu 1993).

Ülkemiz tarım makineleri parkında, 2009 yılı verilerine göre 1 041239 adet tarım arabası bulunmaktadır. Tarım arabasının 2002- 2009 yılları arasında, parktaki değişimi %10,1'lik bir oranda gerçekleşmiştir. Başka bir ifade ile bu değişimin yetersiz olduğunu ve tarım arabası parkının yaşlı olduğunu belirtebiliriz. Ayrıca, traktör başına 0.97 adet tarım arabası düşmektedir (Anonim 2010). Bu değer, ülkemiz parkında tarım arabasının önemini göstermektedir.

Günümüzde tarım arabalarının, traktör ile birlikte karayollarında da seyretmeleri nedeniyle, etkin bir frenleme sistemleri ile donatılmış olması gerekmektedir. Tarım kesiminde meydana gelen kazalardaki ölümlerin %31.58'i, yaralanmaların ise %13.25'i tarım

arabaları ile taşıma işlemlerinden kaynaklanmaktadır (Peker ve Özkan 1994).

Tarım arabalarında, servis freni ve park freni olmak üzere genelde iki tip fren bulunmaktadır. Servis freni faydalı yükü yüklenmiş bir tarım arabasının düz, kuru ve yatay zemin üzerinde çekilirken en az 2.5 m/s²'lik negatif ivme ile yavaşlatabilecek özellikte olmalıdır. Servis frenleri mekanik, hidrolik, pnömatik ve kombinasyonlu frenler olarak dört grupta toplanmaktadır (Straelen 1983).

Gelişmiş ülkelerde, tarım arabalarında yaygın olarak hidrolik etki ile çalışan fren sistemi kullanılırken, ülkemizde genelde mekanik (çarpma) etkili, fren sistemi kullanılmaktadır.

Crolla ve Dwyer (1983), tarım arabası ağırlığının, traktör ağırlığına oranının artışına bağlı olarak, fren sistemine sahip olmayan çift dingilli tarım arabalarında, tek dingillilere göre kombinasyonun frenleme ivmesinin daha az olduğunu vurgulamaktadırlar.

Çarman ve ark. (1991), traktör-tarım arabası kombinasyonunun frenleme etkinliğini teorik olarak incelemişler ve tarım arabasının frenli olması durumunda

¹01.08.1996 tarihindeki S.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsünde kabul edilen Yüksek Lisans Tezinden özetlenmiştir.

⁴Sorumlu yazar: nevzat@selcuk.edu.tr

kombinasyona ait frenleme ivmesinin 3.86- 4.20 m/s² arasında değiştiğini hesaplamışlardır.

Saral ve Koyuncu (1993), çarpma fren etkinliğini belirtmek amacıyla denemeye aldıkları tek dingilli tarım arabasının çeki oku gözündeki yükün, toplam ağırlığının % 20'sinden % 30'a çıkarılması durumunda kombinasyonun frenleme ivmesinin 3.72 m/s² çıktığını belirlemişlerdir.

Demir ve Çarman (1996), tarım arabasında çeki gözüne gelen bası kuvvetine bağlı olarak, frenleme momenti değerlerinin 0.344 kNm ile 1.746 kNm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Bu çalışmada, Konya Bölgesi'nde imal edilen, iki dingilli bir tarım arabasının statik ve dinamik durumunda frenleme etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

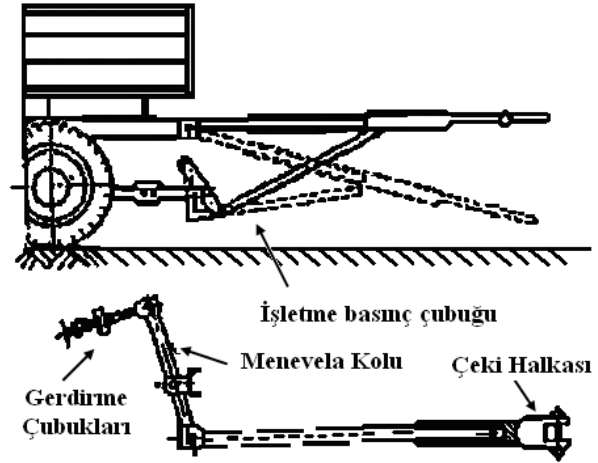
Materyal ve Metot

Araştırma materyali olarak, Konya Bölgesi'nde imalatı yapılan, üç tonluk, iki dingilli tarım arabası seçilmiştir. Aşağıdaki Tabloda tarım arabasına ait bazı teknik özellikler verilmiştir.

Tablo 1. Tarım Arabasına Ait Teknik Özellikler

Tarım arabasının teknik özellikleri	
Toplam uzunluk	5390 mm
Toplam genişlik	2050 mm
Toplam yükseklik	1660 mm
İz genişliği	1435 mm
Lastik ölçüsü	7.50 x 16
Maksimum kayma yolu	75 mm
Balata boyutları	390x45x7 mm
Kampana iç çapı	310 mm
Bası yayının yay katsayısı	10.4 N/mm
Bası yayının ortalama halka çapı	52 mm
Manivela kolu uzunluğu (uzun)	145 mm
Manivela kolu uzunluğu (kısa)	103 mm
Kam milinin moment kolu uzunluğu	160 mm
Manivela aktarma oranı	1.55
Kam milinin moment kolu uzunluğu	160 mm

Tarım arabasında bulunan çarpma (otomatik) fren, çeki halkası, işletme basınç çubuğu, fren çeki zinciri ve gerdirme çubuklarından oluşmuştur. Traktör frenlendiğinde çeki halkası, yay basıncını yenerek işletme basınç çubuğuna etki etmekte ve tekerleklerin frenlenmesini sağlamaktadır (Şekil 1). Çeki halkası, çeki oku ucunda dönebilecek ve ileri geri hareket edebilecek şekilde yataklandırılmıştır. Ayrıca şokları yutma ve çeki halkasının frenlemeden sonra eski konumuna getirebilmek için sistem helizon yayla donatılmıştır. Çeki halkasının çıkmaması için arka ucuna ayarlı somun takılmıştır. Fren düzeninde geri dönüş kilidi de bulunmaktadır. Çeki halkasının, traktörden kurtulması halinde çeki oku yere değmeden, yükseklik kademesi ayarlanabilen park freni de bulunmaktadır.



Şekil 1. Çarpma freninin şematik görünüşü

Denemelerde, materyal olarak kullanılan tarım arabası üzerinde herhangi bir ayar işlemi yapılmamıştır. Dört tekerleğin lastik hava basınçları eşit tutulmuştur. Denemeler esnasında bir seri ön deneyler yapılarak frenlerin ısıtılması sağlanmış, ölçü cihazlarının çalışma düzenleri kontrol edilmiştir. Her deneme tekrarında ölçü cihazlarının kalibrasyonları kontrol edilerek yeniden yapılmıştır.

Statik durumda frenleme etkinliğinin ölçülmesinde, bir tekerlekteki frenleme momenti ölçülerek, hesaplanan değerle karşılaştırılmıştır. TS 3413'de belirtilen statik deney yöntemine göre, ölçülen değer, hesaplanan değerden büyük olmalıdır. Hesaplama aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Anonim 1992).

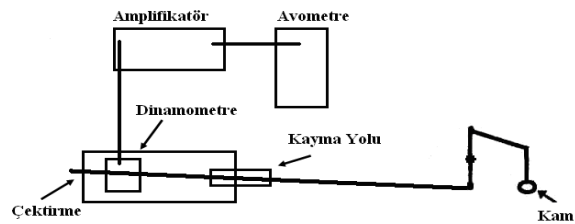
$$M_d = 0,7 \cdot m \cdot R$$

Burada;

M_d : Tekerleğin en küçük
frenleme momenti (Nm)

m : Bir tekerleğe düşen ağırlık (kg)

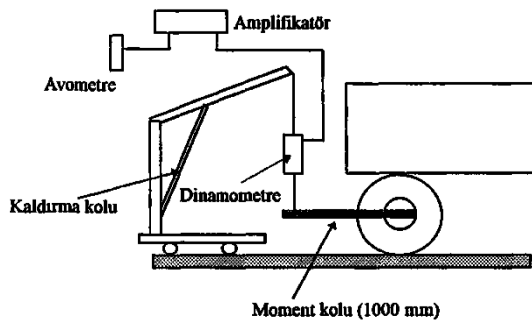
R : Etkin statik lastik yarıçapı (m)



Şekil 2. Çeki gözündeki kuvvet ölçüm sistemi

Tarım arabasının statik durumda frenleme etkinliğinin belirlenmesi için, özel bir ölçü düzeni kullanılmıştır (Şekil 2). Bu düzende çeki gözü önüne elektronik bir çeki-bası dinamometresi yerleştirilmiştir. Dinamometreden alınan sinyaller amplifikatör aracılığı ile yükseltildikten sonra dijital bir avometre aracılığı ile okunmaktadır. Çeki gözündeki kayma yolu mesafesi çekirme yardımıyla değiştirilerek çeki gözünde eksenel yönde bası kuvveti oluşturulmuştur.

Bu düzende frenleme momentinin ölçüleceği tekerlek aksı, kriko yardımıyla kaldırılarak tekerlek jantına 1000 mm uzunluktaki özel bir manivela kolu yatay olarak bağlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Tekerlek momenti ölçüm sistemi

Manivela kolu ile kaldırma çubuğu arasına, elektronik dinamometre bağlanmıştır. Çeki gözündeki çekirme yardımıyla uygulanan bası kuvveti sonrası frenlenen tekerlek dönmeye zorlanmış ve tekerlek dönmeye başladığı anda dinamometreden alınan sinyaller amplifikatörde yükseltildikten sonra dijital avometreden okunmuştur. Çeki gözünde, çekirme yardımı ile sağlanan bası kuvvetleri, beş kademe ölçülmüştür. Çeki gözünün geriye doğru hareket eden miktarı (kayma yolu) kumpasla ölçülerek belirlenmiştir.

Fren bası çubuğundaki kuvvet aşağıdaki eşitliğinden yararlanarak hesaplanmıştır (Demir ve Çarman 1996).

$$P = P_{\text{ç}} - P_{\text{y}}$$

Burada;

P : Fren basınç çubuğundaki kuvvet (kN)

$P_{\text{ç}}$: Çeki gözüne uygulanan bası kuvveti (kN)

P_{y} : Yayın sıkışma kuvveti (kN)

Yayın sıkışma kuvveti yay katsayısından belirlenmiştir. Yay katsayısını belirlemek amacıyla özel bir aparatla yayın farklı sıkıştırma (bası) kuvvetindeki esneme miktarları ölçülmüştür (Varol ve Çarman 1993).

Denemeler, Selçuk Üniversitesi Kampüs'ünde bulunan beton piste yapılmıştır. 50 m'lik aralıklarla dikilen jalonlar arasında, geçiş süreleri beş tekerürlü olarak belirlenmiştir. Her ölçü değeri için uygun vites kade-

mesi seçilmiş 10 (V_1), 15 (V_2) ve 20 km/h (V_3) ilerleme hızları traktör gaz kolundan işaretlenmiştir. Ortalama ilerleme hızlarının hesaplamasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$v = \frac{s}{t}$$

Burada;

v : Ortalama ilerleme hızı (m/s)

s : Alınan yol (m)

t : Geçiş süresi (s)

Tarım arabasının dinamik durumundaki deneyleri; tarım arabası boş (W_1), % 50 yüklü (W_2), % 100 yüklü (W_3), % 150 yüklü (W_4) olarak ve 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h ilerleme hızlarında, beton düz yol koşullarında yapılmıştır. Yük olarak kum kullanılmıştır. Her denemede yük değişiminde tarım arabası tartılarak olması gereken değerlere getirilmiştir.

Frenleme ivmesi, WIHAG Bremsschreiber DBP marka mekanik bir ivme ölçücü ile yapılmıştır. Mekanik ivme ölçücü, ivme karakterini kaydeden bir yazıcı ile 20 mm/s'lik bir hızla hareket eden bir kart sisteminden oluşmaktadır. Ölçümlerde, karta kaydedilen frenleme işlevinin çizim karakteristiği frenleme başlangıcından bitimine kadar olan bölümün, yatay mesafesi ölçülmüştür. Traktör-tarım arabası kombinasyonunun durma yolu mesafeleri, durma süresi ve ivme değerleri aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır.

t = Kart üzerinde okunan mesafe (mm) / Kartın ilerleme hızı (20mm/s)

$$a = \frac{v}{t} = \frac{v^2}{2.s}$$

Burada;

t : Frenleme süresi (s),

a : Frenleme ivmesi (m/s^2),

v : İlerleme hızı

(frenleme başlangıcındaki hızı) (m/s),

s : Durma mesafesi (m)

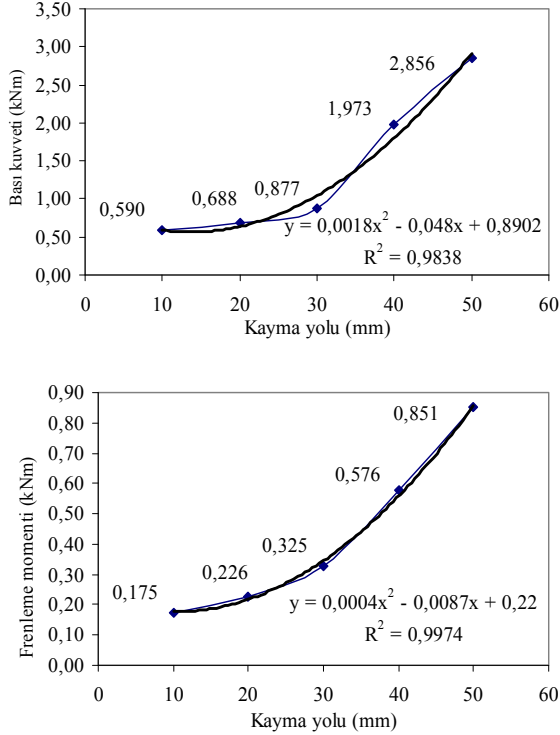
Denemeler, tesadüf bloklar deneme tertibine göre yapılmıştır. Denemeler sonucunda elde edilen ivme ve durma yolu değerlerine varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizleri sonucunda önemli çıkan parametrelere LSD testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987) (Düzgüneş ve ark. 1993).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Statik durumdaki frenleme etkinliği

Denemeye alınan çift dingilli tarım arabasının, statik durumdaki frenleme etkinliği incelendiğinde 10- 50 mm arasında değişen kayma yoluna bağlı olarak elde

edilen bası kuvvetleri ve frenleme moment değerleri ile aralarındaki ilişkileri veren regresyon denklemleri Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Kayma yoluna bağlı olarak, frenleme momenti ve bası kuvvetleri

Şekil 4’ün incelenmesiyle farklı kayma yollarını sağlayan bası kuvvetleri 0.590 ile 2.856 kN arasında değişmiştir. Tarım arabasının kayma yolunun 10 mm’den 50 mm’ye çıkarılması durumunda, bası kuvvetindeki artış 4.76 katı kadar olmuştur. Çeki gözünün kayma yolundaki değişime bağlı olarak, frenleme momenti değerleri ise 0.175 kNm’den 0.851 kNm’ye çıkmıştır. Kayma yolundaki artış frenleme momenti değerini artırmıştır. Hesapla bulunan frenleme momenti değeri ile frenlemenin yeterli olduğu durumdaki kayma yolu 30 mm ve frenleme momenti 0.301 kNm olarak belirlenmiştir.

Dinamik durumda frenleme etkinliği

Yükleme ve ilerleme hızlarına göre elde edilen ve frenleme karakteristiğini ifade eden zaman, ivme ve yol değerleri Tablo 2’de toplu olarak, ivme ile yük ve ilerleme hızlarının değişimleri ise Şekil 5 ve 6’da, frenleme yolu ile ilerleme hızı ve yük arasındaki değişimler ise Şekil 7 ve 8’de verilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre tarım arabasının yükleme durumuna bağlı olarak, ivme değerleri azalmaktadır. Bu azalma 10 km/h ilerleme hızında %18.68, 15 km/h ilerleme hızında %18.78 ve 20 km/h ilerleme hızında %17.17 olarak belirlenmiştir. İvme değerlerine yapılan varyans analizi sonucunda, bu azalmaların istatistiksel açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır (F=0.36). Başka bir ifade ile ilerleme hızının yükleme koşullarına bağlı olarak, ivme değerleri üzerine etkisi bulunmamaktadır.

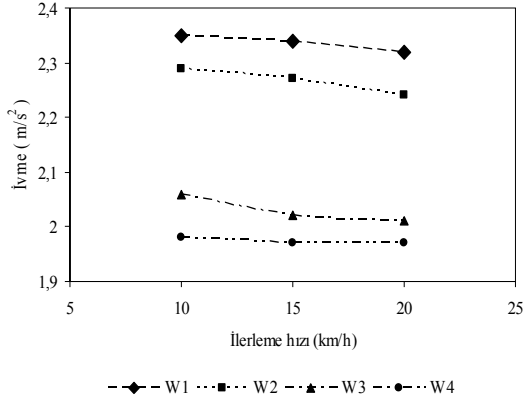
Tablo 2. Denemelerden elde edilen zaman, ivme, yol değerleri ve LSD testi sonuçları

		İlerleme hızı (km/h)			İvme
		10	15	20	
W ₁	t	1.18±0.05	1.78±0.05	2.40±0.13	2.34 _a
	a	2.35±0.11	2.34±0.07	2.32±0.12	
	s	1.64±0.08	3.72±0.12	6.67±0.35	
W ₂	t	1.22±0.05	1.83±0.02	2.48±0.05	2.27 _a
	a	2.29±0.09	2.27±0.02	2.24±0.05	
	s	1.70±0.08	3.82±0.04	6.89±0.15	
W ₃	t	1.35±0.07	2.07±0.04	2.63±0.07	2.03 _b
	a	2.06±0.11	2.02±0.04	2.01±0.06	
	s	1.88±0.05	4.31±0.08	7.32±0.21	
W ₄	t	1.40±0.04	2.18±0.02	2.80±0.04	1.98 _b
	a	1.98±0.05	1.97±0.02	1.98±0.02	
	s	1.94±0.05	4.41±0.02	7.78±0.09	
Yol		1.79 _a	4.48 _b	7.16 _c	LSD(P<0.01)=0.01005 LSD(P<0.01) = 1.141

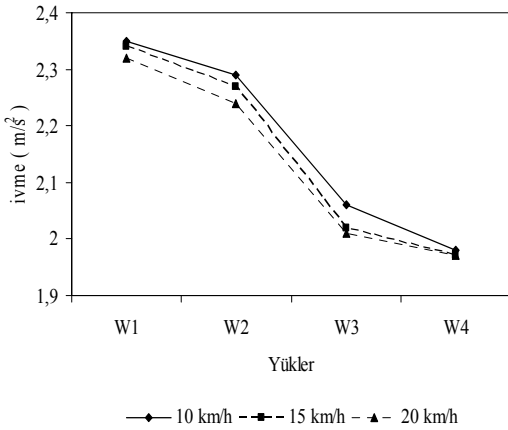
İvme ile yük arasındaki değişim Şekil 6’da görüldüğü gibi azalma eğilimi göstermektedir. Bu azalma, uygulanan varyans analizi sonucunda (F=27.64), %1 seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Yük

değerlerine yapılan LSD testi sonucunda, yüksüz ve %50 yüklü durumda elde edilen ivme değerleri arasında farkın olmadığını ve aynı durumun %100 ve %150 yüklü durumda da söz konusu olduğunu, ancak %100 yüklü ve %150 yüklü durumda elde edilen ivme de-

ğerlerinin, yüksüz ve %50 yüklü durumda elde edilen ivme değerlerinden farklı olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).



Şekil 5. İlerleme hızı ile ivme arasındaki ilişki



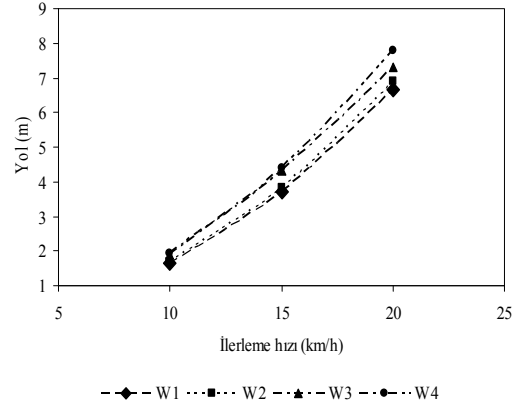
Şekil 6. İvme ile yük arasındaki ilişki

Varyans analizi sonucunda, yük x ilerleme hızı interaksiyonunun ($F=0.08$), ivme değerleri üzerine etkisi ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

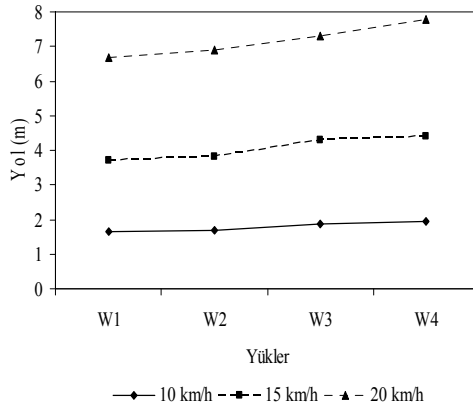
Elde edilen frenleme yolu değerleri, ilerleme hızına (Şekil 7) ve yükleme durumuna (Şekil 8) bağlı olarak artmıştır. Bu artışların istatistiki açıdan önemli olup olmadığını belirlemek için, frenleme yolu değerlerine varyans analizi yapılmıştır.

İlerleme hızlarına bağlı olarak, durma mesafeleri W_1 yükünde %406, W_2 yükünde %405, W_3 yükünde %389 ve W_4 yükünde %401 oranında artmıştır (Şekil 7). Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($F=115.6$). İlerleme hızlarına uygulanan LSD testi sonucunda, üç ilerleme hızı arasında farklılık olduğunu söyleyebiliriz. (Tablo 2). Yük değerlerine bağlı olarak durma mesafeleri, V_1 hızında %18.3, V_2 hızında

da %18.5 ve V_3 hızında ise %16.65 oranında artış göstermiştir (Şekil 8). Ancak yapılan varyans analizi sonucunda, bu artışın istatistiksel yönden önemli olmadığı ($F=1.29$), aynı şekilde yük x ilerleme hızı interaksiyonu da istatistiksel yönden önemsiz bulunmuştur ($F=0.96$).



Şekil 7. Frenleme yolu ile hız arasındaki ilişki



Şekil 8. Frenleme yolu ile yük arasındaki ilişki

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, frenlemenin yeterli olduğu moment değeri 30 mm kayma yolunda elde edilmiştir. Dinamik halde ölçülen frenleme ivme değeri ise -2.5 m/s^2 'nin altında bulunmuştur. Bu durum fren sistemindeki yataklandırma gerdirme zincirlerinin ayarsızlığı, manivela aktarma ve kam mili moment kolunun uyumsuzluğu ile buna bağlı olarak kuvvet aktarma etkinliğinin (frenleme tesirliliğinin) maksada uygun olarak gerçekleşmemesinden kaynaklandığını belirtebiliriz.

Denemeler sonucunda, traktör tarım arabası kombinasyonunda frenleme ivmesi, her bir kombinasyon

için TSE tarafından önerilen -2.5 m/s^2 'lik ivme değerinin altında kalmıştır.

Kaynaklar

Anonim, 1990. Tarım Römorkları. *TS 585, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar*, Ankara.

Anonim, 1992. Tarım Arabaları ve Tarımda Kullanılan Su Tankerlerinin Muayene ve Deney Esasları *TS 3413, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar*, Ankara.

Anonim, 2010. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Ziyaret Tarihi 03.05.2011)

Crolla, D.A, Dwyer, M.J, 1983. The Braking Of Off-Road Vehicles On Road Surfaces. *Braking Of Road Vehicles Proceedings Of The I. Mech. E. Conference, Loughborough University*, Uk.

Çarman, K., Ögüt, H., Demir, F., 1991. Türkiye'de İmal Edilen Tarım Arabalarının Traktörle Kombinasyonunda Frenleme Etkinliğinin İncelenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi*, Sayfa: 129-135, Konya.

Demir, F., Çarman, K., 1996. Yerli Yapım Çift Dingilli Tarım Arabalarının Statik Durumda Frenleme Etkinliğinin Saptanması, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (12) 106-113, Konya.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1987. Araştırma Deneme Metodları. (İstatistik Metodları Cilt-2),

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1021, Ders Kitabı 295. Ankara.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1993. İstatistik Metodları, Cilt-1, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 1291, Ders Kitabı 369, Ankara.

Deligönül, F., 1989. Taşıma İletim Tekniği, Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 3, Adana.

Peker, A., Özkan, A., 1994. 1973-1993 Yılları Arasında Karaman Yöresinde Meydana Gelen Traktör Ve Tarım İş Makinalarında Kazalarının Değerlendirilmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*, Antalya.

Saral, A., 1980. İki Dingilli Tarım Arabalarının Yapısal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma (Basilmamış Doçentlik Tezi), *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Makinaları Bölümü*, Ankara.

Saral, A., Koyuncu, T., 1993. Bir Dingilli Tarım Arabalarında Çarpma Fren Etkinliğinin Artırılması Üzerine Bir Araştırma. *5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon Ve Enerji Kongresi*, 484-493, İzmir.

Straelen, B.C.P.M., 1983. Braking System For Agricultural Trailers. *Instituut Voor Mechanisatie, Arbeid En Geboruwten*, Wageningen.

Varol, R., Çarman, K., 1993. Kültivatör Yaylarının Yorulma Özelliklerinin Belirlenmesi. *5. Denizli Malzeme Sempozyumu*, 379-388, Denizli.