İ.T.Ü
Makina Fakültesi

TMMOB
Makina Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi

IV. ULUSAL
MAKİNA TEORİSİ SEMPOZYUMU

22-24 Eylül 1990
YALOVA-İSTANBUL

Cam Eşya Transferi İçin Bir Robot Uygulaması.....499
S. Haydar İÇLİ, Ahmet KUZUCU

Taşıt Tasarımının Matematik Modeli.....515
Metin ERGENEMAN, Ali G. GÖKTAN

Modüler Robot Konstrüksiyonu ve Kinematiği.....525
Hikmet KOCABAŞ

Holografi Tekniği.....535
Osman F. GENCELİ

Disk'li Fren Konstrüksiyon Dizileri İçin Dinamik ve Termik Benzerlikler Arasında Uyarlama.....545
Fatih C. BABALIK, Gültekin KARADERE

Hasat Makinaları Biçme Düzeni Mekanik Tahrik Sistemlerinin Optimizasyonu.....555
Mehmet DİLMAÇ

Tek ve Çift Çeker Tarım Traktörlerinin Çeki Etkinlikleri Üzerinde Bir Araştırma.....565
Alaettin SABANCI, İbrahim AKINCI

Tarım Traktörleri ve Tarım Makinalarında Elektronik Kontrol ve Komuta Düzenleri.....573
Osman YALDIZ

Biçerdöverle Hasatta Dolap ve Bitki İlişkileri.....583
Alim IŞIK

Motorlu Taşıtlarda Egzoz Sisteminin Dizaynı.....593
Mustafa BAYHAN

Silindirik LPG Tanklarının Bilgisayar Yardımıyla Tasarımı.....605
Selahaddin ANIK, Vural CEYHUN

4. ULUSAL
MAKİNA TEORİSİ SEMPOZYUMU
Eylül 1990, Yalova-İSTANBUL

TEK VE ÇİFT ÇEKER TARIM TRAKTÖRLERİNİN ÇEKİ ETKİNLİKLERİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Alaettin SABANCI İbrahim AKINCI

Ç.Ü.Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, ADANA

ÖZET

Günümüzde gelişmiş ülkeler düzeyine yaklaşan ülkemizdeki tarımsal mekanizasyon düzeyinden daha iyi yararlanmanın olanakları araştırılmaktadır. Tarım traktörlerinde çift çeker (çift diferansiyelli) traktörlerin çeki güçlerinin yüksek olduğu bilinmektedir.Ancak, çift çeker traktörlerin teknik ve ekonomik özelliklerinin kıyaslanmasına ilişkin sorular ülkemiz için henüz yanıtsızdır.

Bu amaçla yapılan araştırmada; tarım traktörlerinin tek ve çift çeker özelliklerine göre beton ve işlenmiş sert toprak (arazi) üzerinde çeki yeteneklerinin artışı için koşullar araştırılmış, ölçülen çeki yeteneklerinin işletmeciye mal oluş bedelleri incelenmiş; ortaya çıkan seçenekler konusunda öneriler geliştirilmiştir.

1. GİRİŞ

Tarımsal alanlarda insan ve hayvan gücü yerine traktörlerin kullanılmasından bu yana, traktörlerin güç iletim sistemlerinde önemli gelişmeler olmuştur. Traktörlerde motor gücünün daha yüksek çeki gücüne dönüştürülmesi istenen bir özelliktir. Bu amaçla yapılan gelişmelerin başında daha yüksek çeki gücü geliştirebilen çift çeker (çift diferansiyelli - iki aksı kuvvetli) traktörlerin geliştirilmesi gelmektedir.

Ülkemizde henüz yeni kullanılmasına başlanan bu tip traktörlerin çeki etkinlikleri, iş başarıları ile teknik ve ekonomik özelliklerinin saptanması, ülkemiz mekanizasyon olanaklarından daha iyi yararlanabilme açısından, traktörlerin çeki yeteneklerinin artışı için gerekli koşulların saptanması ve işletmeciye mal oluş bedellerinin incelenmesi büyük yararlar sağlayacaktır.

Bu çalışmada; çift çeker traktörlerin tek çeker traktörlere kıyasla üstünlükleri araştırılmış, bu amaçla her iki grup traktörün beton ve arazi yüzeyler üzerinde çeki yetenekleri ölçülmüş ve buna etkili faktörler irdelenmiştir. Traktörler iş başarıları ve ekonomik yönden de kıyaslanarak, teknik ve ekonomik yönlü bir değerlendirme yapılmıştır. Böylece çift çeker

traktörlerin effektif kullanımı ve ekonomik işletimi konusunda uygulamaya yönelik veriler araştırılmış, öneriler geliştirilmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada kullanılan 4 adet (FIAT 65-46, FORD 6610 tek ve çift çeker) traktörün çeki kuvveti, ilerleme hızı, patinaj ve yakıt tüketimi ölçümleri için çift traktörle ölçüm yöntemi gereğince, 2 adet traktör birlikte kullanılmıştır. Türk traktör ve Hema firmasına ait bu traktörlerin bazı özellikleri Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Araştırma beton ve arazi koşullarında yapılmış, deney yöntemi olarak ek kütleli maks. güç deneyleri seçilmiştir. Arazi koşullarında yapılan denemelerde traktör iş başarısının saptanabilmesi için ikinci traktör üzerine 2,3 veya 4 gövdeli pulluk bağlanarak denemeler yürütülmüştür. Çeki deneyleri sırasında, çeki kuvveti, ilerleme hızı, patinaj ve yakıt tüketimi ölçümleri ve belirtilen koşullarda traktörlerin çeki etkinlikleri saptanmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada Kullanılan Traktörlerin Bazı Özellikleri (Anonymous, 1985; Anonymous,1987; Anonymous, 1988 a,b; Sabancı ve Ark, 1989)

Özellik	FIAT 65-46		FORD 6610	
	Tek Çeker	Çift Çeker	Tek Çeker	Çift Çeker
Traktör Tipi	Lastik tekerlekli, Üniversal arka aksı kuvetli	Lastik tekerlekli, Üniversal her iki aksı kuvetli	Lastik tekerlekli, Üniversal arka aksı kuvetli	Lastik tekerlekli, Üniversal her iki aksı kuvetli
Motor özellikleri				
- Motor tipi	4 zamanlı, dizel motor	4 zamanlı, dizel motor	4 zamanlı, dizel motor	4 zamanlı, dizel motor
- Silindir sayısı (adet)	4	4	4	4
- Silindir hacmi (dm^3)	3.613	3.613	4.390	4.390
- Sıkıştırma oranı	17/1	17/1	16.3/1	16.3/1
- Motor gücü (kW) ve hızı (d/d)	47.8;2400	47.8;2400	63.3; 2100	63.3; 2100
Hız kutusu				
- Tipi	Mekanik	Mekanik	Mekanik,	Hidrolik
- Hız kademesi	8 ileri, 2 geri (Arazi, Yol)	12 ileri 3 geri (Arazi I, Arazi II, Yol)	8 ileri, 2 geri (Arazi, Yol)	16 ileri 8 geri (Arazi I,Arazi II ,Yol I, Yol II)
Yönlendirme sistemi				
- Çalışma yöntemi ve tipi	Mekanik bilyalı	Hidrolik hidrostatik	Hidrolik, hidrostatik	Hidrolik, hidrostatik
Yürütme sistemi				
- Yönlendirme tekerlekleri				
- Boyutları ve Kat adedi	7.50 -16 ; 6 kat	11.2/10-24 ; 6 kat	7.50 -16; 6 kat	13.6 - 24; 6 kat
- Lastik basıncı (atm)	1.8	1.1	2.0	2.2
- Kuvvet tekerlekleri				
- Sayısı	2 (arka)	4 (ön ve arka)	2 (arka)	4 (ön ve arka)
- Boyutları ve Kat adedi	16.9/14-30 ; 6 kat	16.9/14-30; 6 kat	13.6 / 12 - 26; 6 kat	16.9 - 34; 8 kat
- Lastik basıncı (atm)	1.0	1.0	1.38	2.0
Genel Ölçüler				
- İz genişliği (mm)	1455...1955	1425....1825	1339...2439	1740....2270
- Akslararası uzaklık (mm)	2222	2185	2223	2270
- Çeki demiri yerden yük. (mm)	460	450	420	465
- Toplam kütle (kg)	2520	2852	3232	3814
- Ön - arka aks kütlesi (kg)	860 - 1660	804 - 1778	1167 - 2065	1450 - 2364
- Ek kütle (kg) Ön - Arka	180 - 110	240 - 165	160 - 270	320 - -

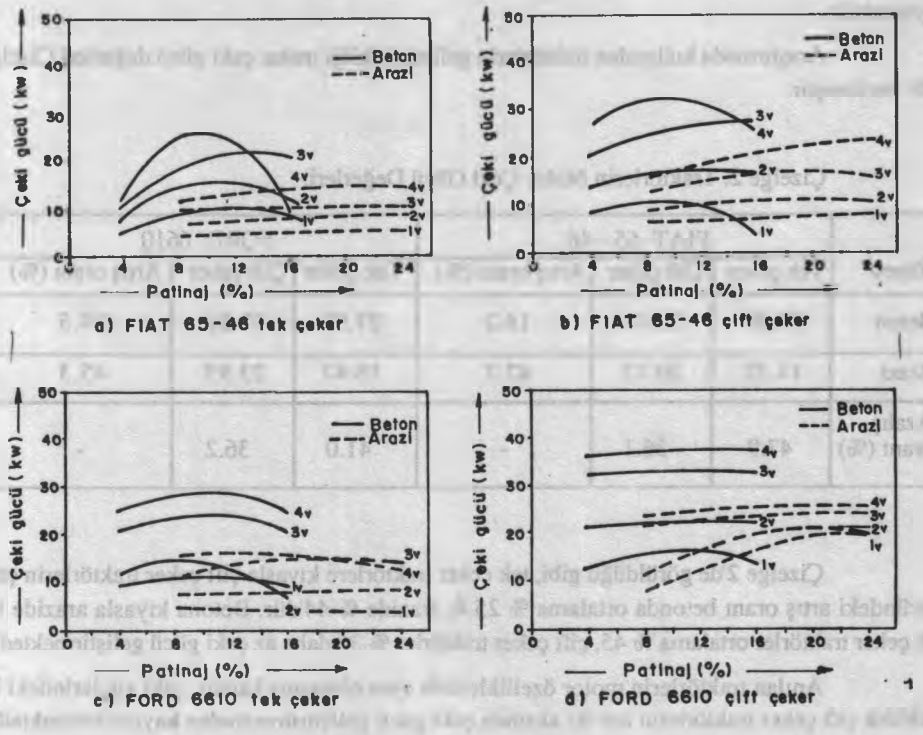
3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

3.1. Çeki Gücü Değerleri

Traktörlerde çeki gücünün, geliştirilen çeki kuvveti ve ilerleme hızının bir fonksiyonu olduğu bilinmektedir. Araştırmada kullanılan traktörlerden FIAT 65-46 tek çeker traktör betonda 13.99 kN, arazide 13.1 kN; FIAT 65-46 çift çeker traktör betonda 20.46 kN, arazide 18.7 kN çeki kuvveti geliştirmektedir. FORD 6610 tek çeker traktörün geliştirebildiği maks çeki kuvveti betonda 16.66 kN, arazide 14.8 kN; FORD 6610 çift çeker traktörde bu değerin betonda 22.32 kN; arazide 21.6 kN olduğu saptanmıştır. Diğer bir deyimle, anılan çift çeker traktörler, diğer traktörlere göre her iki zeminde de daha fazla çeki kuvveti geliştirebilmektedir.

Optimum çalışma koşullarında traktör çalışma hızlarının betonda 3.5 km/h ile 7.5 km/h, arazide 4 km/h ile 6.5 km/h arasında değiştiği saptanmıştır.

Buna göre araştırmada kullanılan FIAT 65-46 ve FORD 6610 tek ve çift çeker traktörlerin geliştirebildiği çeki gücü değerlerinin patinaja göre değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Traktörlerde çeki gücünün patinaja göre değişimi.

Traktörlerde vites kademesine göre ilerleme hızlarındaki artışın önemli olduğu dikkate alınırsa, çeki kuvveti ve ilerleme hızı değişkenlerine bağlı çeki gücü değerleri de belli

oranlarda artış göstermektedir. Çift çeker traktörler tek çeker traktörlere kıyasla her iki yüzey üzerinde de daha fazla tutunma yeteneği ve çeki kuvveti etkisiyle daha yüksek çeki gücü geliştirmektedir. Ayrıca ilerleme hızlarının belli kademeye kadar artırılmasıyla da çeki gücünde artışların olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).

Maksimum traktör verimlerinin elde edildiği optimum çalışma koşullarında patinaj sınırlarının betonda % 8 - 10, arazide % 14 - 18 olduğu saptanmıştır. Maks. çeki gücünün beton yüzey üzerinde anılan patinaj sınırlarında elde edilmesine karşın, bu değerin arazi çalışmalarında % 14 - 18 patinaj sınırları dışında yer aldığı görülmektedir. Maks. çeki gücü değerlerinin optimum çalışma koşulları dışında yer alması, toprağın sert yapıda olması nedeniyle maks. çeki kuvveti değerlerinin daha yüksek patinajlarda elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Eğer toprak işlemenin zamanında yapıldığı düşünülürse maks. çeki gücünün uygun patinaj sınırlarında olacağı tahmin edilmektedir.

Traktörlerden yüksek oranda yararlanma derecesi, geliştirebildikleri maks. çeki güçlerine yakın bölgelerde çalıştırılmasıyla olasıdır. Bu nedenle traktörlerin özellikle arazide yüksek çeki gücüyle çalıştırılabilmesi için uygun çalışma hızlarının seçiminin zorunlu olduğu söylenebilir.

Araştırmada kullanılan traktörlerin geliştirebildiği maks. çeki gücü değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Traktörlerin Maks. Çeki Gücü Değerleri.

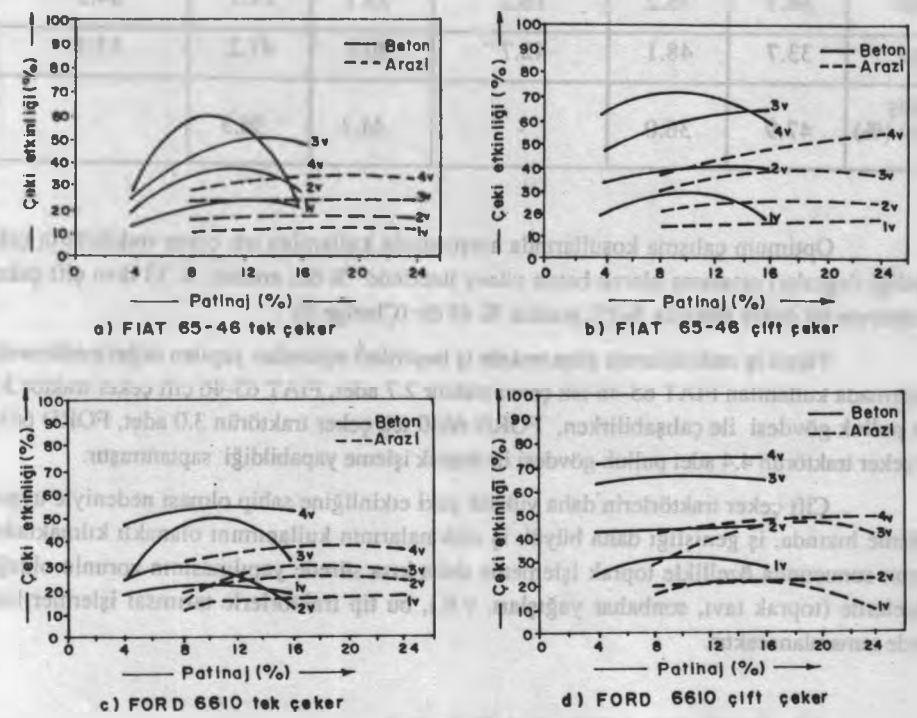
Yüzey	FIAT 65 - 46			FORD 6610		
	Tek çeker	Çift çeker	Artış oranı (%)	Tek çeker	Çift çeker	Artış oranı (%)
Beton	27.89	32.41	16.2	27.90	37.53	34.5
Arazi	14.52	20.72	42.7	16.47	23.93	45.3
Azalış oranı (%)	47.9	36.1	-	41.0	36.2	-

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, tek çeker traktörlere kıyasla çift çeker traktörlerin çeki gücündeki artış oranı betonda ortalama % 25.4; arazide % 44'dür. Betona kıyasla arazide ise tek çeker traktörler ortalama % 45, çift çeker traktörler % 36 daha az çeki gücü geliştirmektedir.

Anılan traktörlerin motor özelliklerinin aynı olmasına karşın, çeki güçlerindeki bu farklılık çift çeker traktörlerin her iki aksında çeki gücü geliştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Eğer toprak işlemenin zamanında diğer bir deyimle toprak nem içeriğinin uygun olduğu anda yapıldığı düşünülürse, pulluğa gelen toprak dirençleri azalacaktır. Bunun sonucunda traktör tutunma yeteneği daha da artacak, daha az patinajda daha yüksek çeki kuvveti geliştirilerek daha yüksek çeki gücü elde edilebilecektir.

3.2. Çeki Etkinliği Değerleri

Traktörlerde çeki gücünün aks gücüne oranı diğer bir ifade ile çeki etkinliği değerlerinin patinaja göre değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Traktörlerde çeki etkinliğinin patinaja göre değişimi.

Şekil 2'de görüldüğü gibi, çeki etkinliği değerleri arazi yüzeyine kıyasla beton yüzey üzerinde tutunma yeteneğinin etkisiyle daha yüksek olmaktadır. Diğer yandan hem beton hem arazi koşullarında her iki grup traktörün çeki etkinliği değerlerinde vites kademesinin artışıyla belli oranlarda artış görülmektedir.

Traktörlerin maks. çeki etkinliğindeki değişim sınırları beton yüzey üzerinde özellikle tek çeker traktörlerde daha dar sınırlar arasında değişmesine karşın, arazi yüzeyi üzerindeki çalışmalarda bu değişim sınırlarının her iki grup traktörlerde daha geniş olduğu saptanmıştır. Buna göre traktörlerin arazi çalışmalarında daha geniş patinaj sınırlarında çalıştırılmasının olanaklı olduğu söylenebilir. Ayrıca her iki yüzey üzerindeki çalışmalarında, çift çeker traktörlerin tek çeker traktörlere kıyasla daha yüksek çeki etkinliğine sahip olduğu saptanmıştır.

Araştırmada kullanılan traktörlerin sahip olduğu maks. çeki etkinliği değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Traktörlerin Maks. Çeki Etkinliği Değerleri

Yüzey	FIAT 65 - 46			FORD 6610		
	Tek çeker	Çift çeker	Artış oranı (%)	Tek çeker	Çift çeker	Artış oranı (%)
Beton	64.7	75.2	16.2	55.1	74.1	34.5
Arazi	33.7	48.1	42.7	30.7	47.2	53.7
Azalış oranı (%)	47.9	36.0	-	44.3	36.3	-

Optimum çalışma koşullarında araştırmada kullanılan tek çeker traktörlerin çeki etkinliği değerleri ortalama olarak beton yüzey üzerinde % 60, arazide % 33 iken çift çeker traktörlerde bu değer betonda % 75, arazide % 48'dir (Çizelge 3).

Tarım iş makinalarına göre traktör iş başarıları açısından yapılan değerlendirmede, araştırmada kullanılan FIAT 65-46 tek çeker traktör 2.7 adet, FIAT 65-46 çift çeker traktör 3.8 adet pulluk gövdesi ile çalışabilirken, FORD 6610 tek çeker traktörün 3.0 adet, FORD 6610 çift çeker traktörün 4.4 adet pulluk gövdesi ile toprak işleme yapabildiği saptanmıştır.

Çift çeker traktörlerin daha yüksek çeki etkinliğine sahip olması nedeniyle uygun ilerleme hızında, iş genişliği daha büyük iş makinalarının kullanımını olanaklı kılmaktadır. Bunun sonucunda özellikle toprak işlemenin daha kısa sürede yapılmasının zorunlu olduğu bölgelerde (toprak tavı, sonbahar yağışları, v.b.), bu tip traktörlerle tarımsal işlemler kısa sürede tamamlanacaktır.

3.3. Özgül Yakıt Tüketimi Değerleri

Traktörlerin geliştirebildiği birim güce karşılık tükettiği yakıt miktarının ölçüsü olan özgül yakıt tüketimi değerleri traktörler için önemli bir özelliktir. Traktörlere ait min. özgül yakıt tüketimi değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Traktörlerin Min. Özgül Yakıt Tüketimi Değerleri (gr/kW-h).

Yüzey	FIAT 65 - 46			FORD 6610		
	Tek çeker	Çift çeker	Artış oranı (%)	Tek çeker	Çift çeker	Artış oranı (%)
Beton	345	280	18.8	333	277	16.8
Arazi	538	432	197	497	341	31.4
Azalış oranı (%)	55.9	54.3	-	49.2	23.1	-

Çizelge 4'te görüldüğü gibi çift çeker traktörler tek çeker traktöre kıyasla betondaortalama olarak % 17.8, arazide % 25.5 daha az özgül yakıt tüketimine sahıptir. Diğer bir yaklaşımla, betona kıyasla arazide daha fazla patinaj etkisiyle özgül yakıt tüketiminde ortalama olarak tek çeker traktörlerde % 52.5, çift çeker traktörlerde ise % 38.7 oranında bir artış görülmektedir.

Traktörlerde yakıt tüketiminin önemli bir göstergesi olan özgül yakıt tüketimi değerlerinin çift çeker traktörlerde daha düşük olması bu traktörler için önemli bir üstünlüktür.

3.4. Traktörlerin Teknik ve Ekonomik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Traktörlerin iş başarısı ve ekonomik özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, traktör satınalma bedelleri ve maks. çeki gücü arasındaki ilişkiler Çizelge 5'teki gibi özetlenebilir

Çizelge 5. Traktör Çeki Gücü ve Satınalma Bedellerine ilişkin Değerlendirme Sonuçları.

Traktör	Çekim	Satınalma bedeli ($)*	Çeki gücü (kW)	Birim fiyat ($/kW)	Birim fiyat farklılığı
FIAT 65-46	Tek çeker	15 109	14.52	1040	azalış, %13
	Çift çeker	18 633	20.72	899	
FORD 6610	Tek çeker	15 367	16.47	933	artış, %23
	Çift çeker	27 532	23.93	1150	

* İlgili firmaların satış müdürlüklerinden alınmıştır.

Çizelge 5'te görüldüğü gibi, çeki gücü açısından yapılan değerlendirmelerde FIAT 65-46 çift çeker traktörün birim fiyatı tek çeker traktöre kıyasla % 13 daha düşüktür. Buna karşın FORD 6610 çift çeker traktörün birim fiyatında diğerine kıyasla bir artış olduğu görülmektedir. Eğer çeki yeteneğine etkili olmayan hidrolik dişli kutusu bedelinin dikkate alınmadığı düşünülürse bu traktörün birim fiyatında da bir azalma olacağı söylenebilir.

Ayrıca çift çeker traktörün geliştirebileceği gücü geliştirebilen tek çeker bir traktörün olduğu varsayıldığında (Çizelge 5):

20.72 kW x 1040 $/kW= 21 549 $'lık satınalma bedeli olan tek çeker bir traktöre gereksinim olduğu görülmektedir. Ayrı güce sahip çift çeker traktörün satınalma bedeli ise 18 633 $'lık değerle daha düşük olmaktadır.

Buna göre tek çeker traktörlere kıyasla çift çeker traktörlerin daha yüksek çeki gücü, çeki etkinliği ve iş başarısı ayrıca daha düşük özgül yakıt tüketimi değerleriyle daha ekonomik olduğu görülmektedir.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Araştırma sonunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Optimum çalışma koşullarında yapılan çalışmalarda, çift çeker traktörlerin daha yüksek çeki yeteneğine sahip olduğu saptanmıştır.

2. Traktör motor gücünden en yüksek düzeyde yararlanabilmek için, uygun patinaj ve hız değerlerinde, toprak nem içeriğinin uygun olduğu anda tarımsal işlemlerin yapılması gerektiği belirlenmiştir.

3. Çift çeker traktörlerin daha yüksek çeki yeteneği yanında, tek çeker traktörlere kıyasla daha düşük özgül yakıt tüketimine sahip olduğu belirlenmiştir.

4. Çift çeker traktörlerin satınalma bedellerinin yüksek olmasına karşın, çeki gücü açısından yapılan değerlendirmelerde birim satınalma bedellerinin daha düşük ve anılan traktörlerin teknik ve ekonomik yönden daha yararlı olduğu saptanmıştır.

Traktörlerin optimum şekilde kullanımı ve ekonomik işletimi konusunda uygulamaya yönelik öneriler:

1. Ülkemizde mekanizasyon olanaklarından daha iyi yararlanabilmek için büyük işletmelerde büyük güçlü traktörlerin kullanımının yaygınlaştırılması,

2. Çift çeker traktörlere uygun, iş genişliği daha büyük tarım iş makinalarının üretimi ile,

3. Traktörlerin optimum çalışma koşullarında ve uygun ilerleme hızında çalıştırılması ve toprak işlemenin zamanında yapılması şeklinde özetlenebilir.

KAYNAKLAR

[1] Anonymous, FORD 6610 Tarım Traktörü (Tek Ceker) Test Raporu, Rapor No: 554/285 TG-2, Ankara, 1985.

[2] Anonymous, FORD 5610, 6610, 7610 Bedienungsanleitung, Imex Rau GMBH FORD-Direktimporteur, New-Holland-Directhxndler. S. (120), 1987.

[3] Anonymous, FIAT 65-46 Tarım Traktörü (Tek Çeker) Test Raporu, Rapor No: 766/554 TG-4, Ankara. S. (25), 1988 a.

[4] Anonymous, FIAT 65-46 Tarım Traktörü (Çift Çeker) Test Raporu, Ropor No: 766/553 TG-3, Ankara.S. (25), 1988 b.

[5] Sabancı, A., Akıncı, İ., Işık, A., Türkiye'de Yaygın Kullanılan Traktörlerin Teknik Özellikleri, Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi, S. 390-399, Tekirdağ, 1989.