

Giriş

-Tarım Makinaları İşletmeciliği tarım işletmeciliğinin özel uzmanlık isteyen bir dalıdır.

-Tarım makinaları işletmeciliği; bir makinanın satın alma kararından başlayarak, edinimi, kullanımı ve elden çıkarılması sürecini yöneten bir bilim disiplini dir.

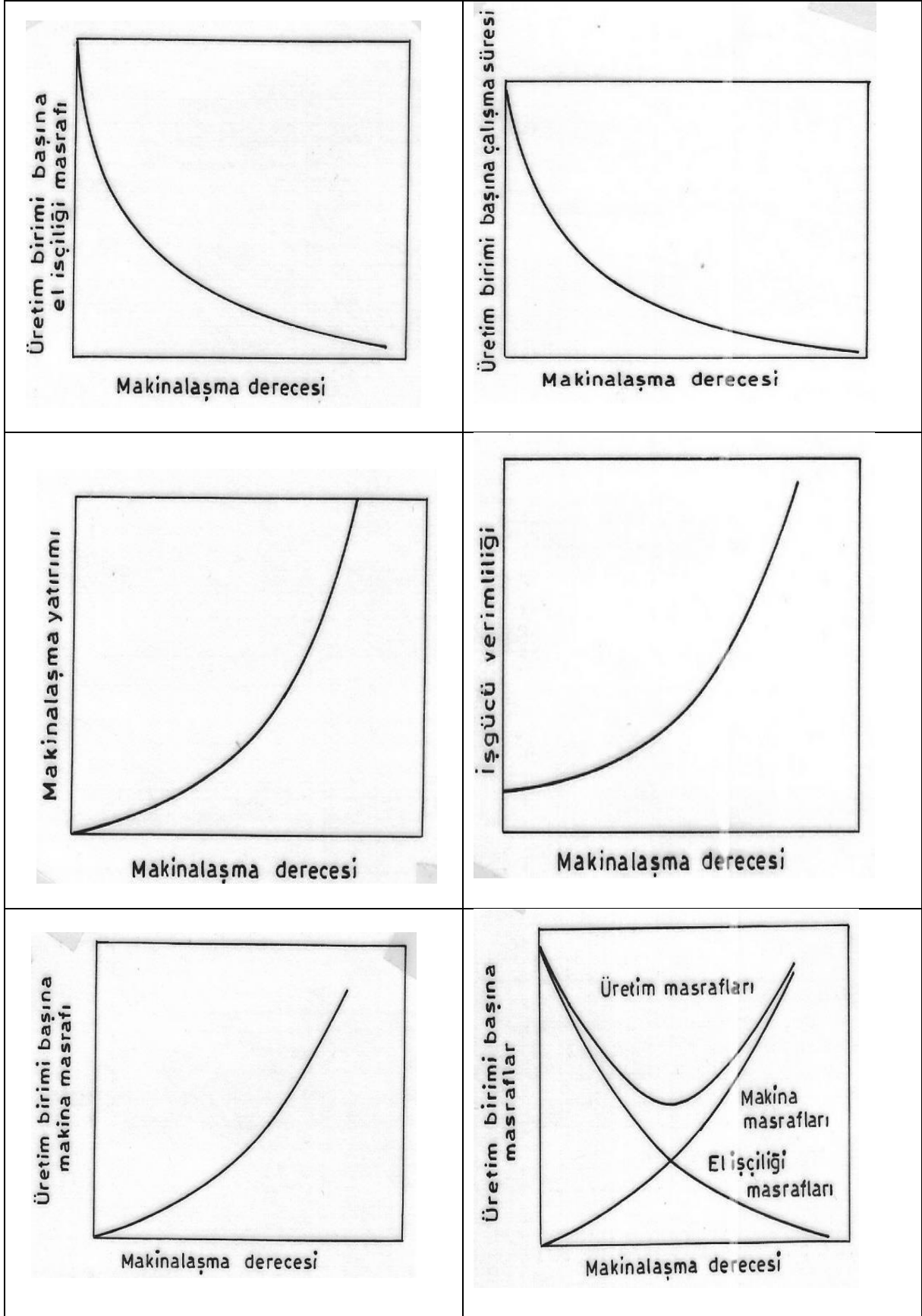
-Tarım Makinaları İşletmeciliği mühendisliğin mekanik ve elektrik konusundaki temel bilgilerinin yanında; mühendislik ekonomisi ve tarım ekonomisi gibi alanlara ait bilgilerden de yararlanır.

-Tarımda kullanılan girdiler içinde makina ve enerji girdilerinin önemli bir yer tutması, tarım makinaları işletmeciliğinin tarım işletmeciliği içinde önemli bir konumda olmasını sağlamaktadır.

-Sonuç olarak bir makinayı tasarlamak ve yapmak kadar onu amaca uygun olarak işletmek de önem taşır ve çıktıyı etkiler.

Bilinçsiz ve plansız bir işletmecilik, toplam giderler içinde makine giderlerinin payını artırabilir ve zarara yol açabilir. Bu durum makine alımında ya da aldıktan sonraki kullanım aşamalarında hatta satımında ortaya çıkabilir. İşletmeye ya da işe uygun olmayan makine seçimi, sermaye, emek, zaman ve enerji kayıplarına yol açar. Plansız makinalaşma (eksik ya da aşırı düzeyde) yukarıda vurgulanan kayıpların yanısıra kırsal kesimde işsizliğe de yol açarak sosyal yapıyı bozar.

Makinalaşma Derecesinin (Mekanizasyon Düzeyinin) Etkisi



Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi

- Özgül traktör motor gücü (kW/ha)
- Traktör başına düşen tarım arazisi (ha/traktör)
- İşlenen tarım arazisi başına düşen traktör sayısı (traktör/1000 ha)
- 1000 işletmeye düşen traktör sayısı (Traktör/1000 işletme)
- Tarım sektöründe kullanılan toplam makine kurulu gücü/Tarım sektöründe kullanılan toplam insan+hayvan+makine kurulu gücü
- Traktör kullanan işletme sayısı/Toplam işletme sayısı
- Traktör başına düşen ekipman ağırlığı (ton ekipman/traktör)
- Traktörün (tarım işinde) yıllık çalışma süresi (h/yıl)

Gösterge	Türkiye	AB
Özgül traktör motor gücü (kW/ha)	4,2	12,0
Ortalama traktör motor gücü (kW)	< 60,0	> 100,0
Traktör / 1000 ha	45,0	57,0
ha / Traktör	26	11,3
Traktör başına düşen ekipman ağırlığı (ton/traktör)	4,2	12,0
Traktör başına düşen ekipman sayısı (adet/traktör)	5,2	10,0
4 WD traktör oranı (%)	20,0	90,0

-2016 yılı verilerine göre ekilen tarla alanı 15 575 000 ha, nadas alanı 3 998 000 ha, bahçe alanı 4 133 000 ha, çayır-mera alanı 14 617 000 ha olmak üzere toplam 38 328 000 ha, 3 500 000 ha alan sulanabiliyor (ekilen alanın % 22,5'i)

-ÇKS kayıtlarına göre 2 197 176 işletme, ortalama işletme büyüklüğü 67,5 da ve ortalama parsel büyüklüğü 9,9 da (2013)

-2016 yılı verilerine göre toplam traktör sayısı 1 758 303 adet, yaklaşık 860 000 işletme kendi traktörüne sahip, 1 200 000 işletme kira ile traktör kullanıyor.

-Traktörlerin % 54'ü 1-24 yaş aralığında ve yaş ortalaması 11,2, 25+ yaş grubunda kalan % 46'lık bölüm bulunuyor ve bu bölümün yaş ortalaması 38,7.

Güç Makinalarının Performansı

Traktörden Güç Çıkış Noktaları

- Muharrik tekerlekler
- Kuyruk mili ve kasnak
- Hidrolik sistem
- Çeki düzeni
- Elektrik sistemi

Bir Traktör Motor Gücünü Nerelere Harcar ?

- Çeki gücü
- İş makinaları için kuyruk mili (PTO) gücü
- Yürüme (Yuvarlanma) direnci gücü
- Patinaj kayıp gücü
- Aktarma düzeni (Transmisyon) kayıp gücü
- Meyil (Yokuş yukarı) çıkma gücü
- Hızlanmada atalet kayıp gücü
- Hava direnci gücü

İş Makinalarının Performansı

- Alan kapasitesi (da/h, ha/h)

Teorik alan kapasitesi = Ortalama iş genişliği * Ortalama ilerleme hızı

Yararlı (Efektif) alan kapasitesi = Toplam işlenen alan / Toplam çalışma zamanı

Tarla etkinliği (Zamandan yararlanma katsayısı) = Yararlı alan kapasitesi / Teorik alan kapasitesi

$$w * S C_f = \text{-----} * e_f c$$

C_f : Yararlı (Efektif) alan kapasitesi (ha/h),

w : Ortalama iş genişliği (m)

S : Ortalama ilerleme hızı (km/h),

e_f : Tarla etkinliği (Zamandan yararlanma katsayısı) (ondalık),

c : Sabit (10).

İş Makinalarının Performansı

• Materyal kapasitesi (kg/h, t/h)

$$C_m = w * S * y * e_f$$

C_m : Materyal kapasitesi (ünite/h),

w : İş genişliği (m),

S : İlerleme hızı (km/h),

y : Verim (ünite/da),

e_f : Tarla etkinliği (ondalık).

- Ürün kapasitesi (kg/h, t/h)

Tarla Etkinliği

(Zamandan Yararlanma Katsayısı)

Uygulamada teorik kapasitenin tümünden yararlanılamaz.

Efektif kapasitenin teorik kapasiteden düşük olmasının çeşitli nedenleri vardır. Bu durumu ortaya koyabilmek amacıyla ekipman kullanımına ilişkin bazı standart zamanlar tanımlanmıştır. Bunlar,

t_1 : Makine hazırlık zamanı (Hangarda)

t_2 : Yol zamanı (Hangardan tarlaya gidişte ve tarladan hangara dönüşte)

t_3 : Makine hazırlık zamanı (Tarlada işe başlarken ve iş bittiğinde)

t_4 : Teorik tarla zamanı (Esas işleme zamanı)

t_5 : Parsel sonu dönüş zamanı

t_6 : Doldurma-boşaltma zamanı

t_7 : Ayar zamanı

t_8 : Bakım zamanı

t_9 : Onarım zamanı (Tarlada)

t_{10} : Operatör zamanı

Tarla etkinliği üzerinde bunlardan t_4 ile t_9 arasındakiler etkilidir.

Tarla Etkinliği (Zamandan Yararlanma Katsayısı)

üzerinde etkili faktörler

- Makinanın teorik kapasitesi
- Makinanın manevra yeteneği
- Tarla örüntüsü (Field pattern)
- Parsel şekli
- Parsel boyutları
- Verim (Hasat işlemlerinde)
- Toprak ve ürün koşulları
- Sistem sınırlılıkları (Tek makine, treyler iştiraki, kombinasyon kullanımı vb)

Mekanik Güç

Doğrusal Harekette Gücün Bileşenleri

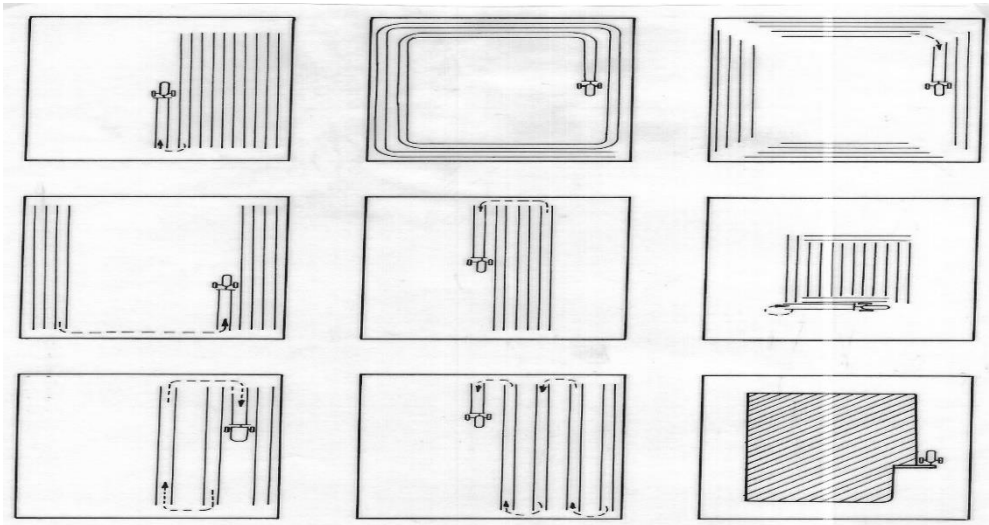
- Güç = Kuvvet * Hız
- Nm/s = N * m/s
- 1 Nm/s = 1 J/s = 1 W

Dönme Hareketinde Gücün Bileşenleri

- Güç = Dönme Momenti * Açısal Hız
- Açısal Hız (rad/s) = $2 * \pi * (n / 60)$
- n: Devir Sayısı (1/min)
- Nm/s = Nm * rad/s
- 1 Nm/s = 1 J/s = 1 W

Hidrolik Güç (Akışkan Gücü)

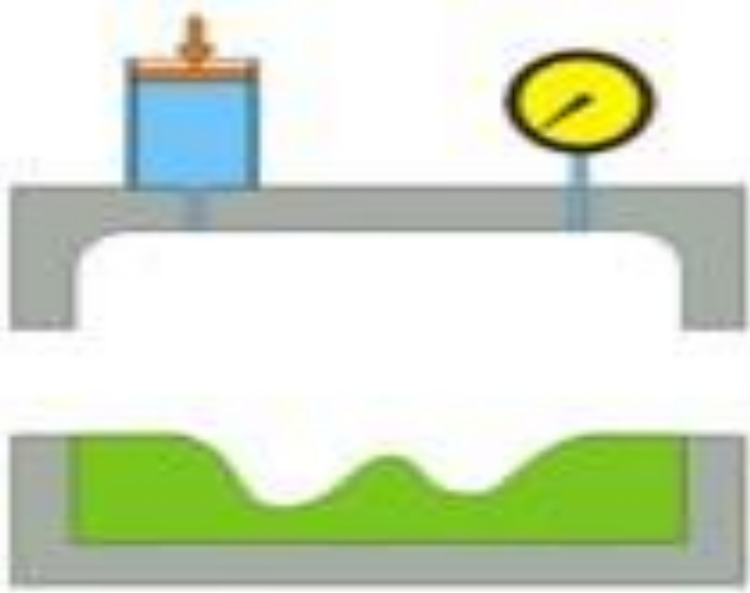
Hidrolik Güç = Basınç (Ölçülen) * Debi



$$\text{Watt (Nm/s)} = \text{Pa (N/m}^2\text{)} * Q \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Ölçülen basıncın içinde, Statik Basınc, ve/veya Dinamik Basınc bileşenleri olabilir. Bu basınçların toplamına Toplam Basınc denir

Debi, belirli bir kesitten birim zamandageçen akışkan miktarıdır



Elektriksel Güç

Doğru Akım Devresinde:

$$\text{Güç (W)} = \text{Gerilim (V)} * \text{Akım şiddeti (A)}$$

Monofaze Alternatif Akım Devresinde:

$$\text{Zahiri güç (VA)} = \text{Gerilim (V)} * \text{Akım şiddeti (A)}$$

$$\text{Gerçek güç (W)} = \text{Gerilim (V)} * \text{Akım şiddeti (A)} * \cos \varphi \cdot \text{Kör güç (Var)} = \text{Gerilim (V)} * \text{Akım şiddeti (A)} * \sin \varphi$$

Trifaze Alternatif Akım Devresinde:

- Zahiri güç (VA) = $3^{1/2} * \text{Gerilim (V)} * \text{Akım şiddeti (A)}$
- Gerçek güç (W) = $3^{1/2} * \text{Gerilim (V)} * \text{Akım şiddeti (A)} * \cos \varphi$
- Kör güç (Var) = $3^{1/2} * \text{Gerilim (V)} * \text{Akım şiddeti (A)} * \sin \varphi$

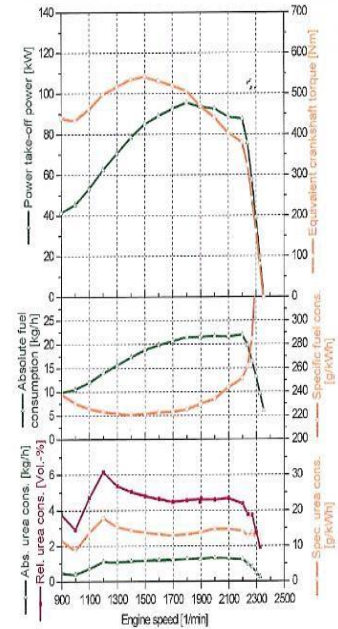
Traktör Deney Raporları

Results of measurement at pto dynamometer – standard

Full load	
Rated speed	
Pto power	87,7 kW
Absolute fuel consumption	22,1 kg/h
Specific fuel consumption	252 g/kWh
Specific urea consumption	14,3 g/kWh
Ratio urea to fuel	4,4 Vol-%
Maximum power	
Engine speed	1800 min ⁻¹
Pto power	95,6 kW
Absolute fuel consumption	21,5 kg/h
Specific fuel consumption	225 g/kWh
Specific urea consumption	13,4 g/kWh
Ratio urea to fuel	4,6 Vol-%
Maximum torque	
Engine speed	1500 min ⁻¹
Pto power	85,1 kW
Absolute fuel consumption	18,9 kg/h
Specific fuel consumption	222 g/kWh
Specific urea consumption	13,9 g/kWh
Ratio urea to fuel	4,8 Vol-%
1000 rpm at pto	
Engine speed	1893 min ⁻¹
Pto power	93,9 kW
Absolute fuel consumption	21,5 kg/h
Specific fuel consumption	229 g/kWh
Specific urea consumption	13,4 g/kWh
Ratio urea to fuel	4,5 Vol-%

Part load	
Full throttle, 80 % of power at rated speed	
Absolute fuel consumption	18,8 kg/h
Specific fuel consumption	268 g/kWh
Specific urea consumption	13,2 g/kWh
Ratio urea to fuel	3,8 Vol-%
90 % of rated speed, 80 % of power at rated speed	
Absolute fuel consumption	17,1 kg/h
Specific fuel consumption	245 g/kWh
Specific urea consumption	14,5 g/kWh
Ratio urea to fuel	4,6 Vol-%
90 % of rated speed, 40 % of power at rated speed	
Absolute fuel consumption	10,7 kg/h
Specific fuel consumption	305 g/kWh
Specific urea consumption	12,6 g/kWh
Ratio urea to fuel	3,2 Vol-%
60 % of rated speed, 40 % of power at rated speed	
Absolute fuel consumption	8,7 kg/h
Specific fuel consumption	248 g/kWh
Specific urea consumption	14,3 g/kWh
Ratio urea to fuel	4,4 Vol-%
60 % of rated speed, 60 % of power at rated speed	
Absolute fuel consumption	12,0 kg/h
Specific fuel consumption	228 g/kWh
Specific urea consumption	14,0 g/kWh
Ratio urea to fuel	4,8 Vol-%

Graphical analysis



Torque rise	42 %
Engine speed drop	32 %
Pulling off torque	114 %

Tarımda Kullanılan Küçük Güçlü İçten Patlamalı Motorların Performansı

A Motopompu:

Benzinli motorun anma gücü: 2,9 kW

Sürekli verdiği güç: 2,6 kW

Akuple edilen pompanın çapı : 2 inç

Pompanın maksimum verimdeki fren gücü: 1,5 kW

B Motopompu:

Benzinli motorun anma gücü: 4,1 kW

Sürekli verdiği güç: 3,5 kW

Akuple edilen pompanın çapı : 3 inç

Pompanın maksimum verimdeki fren gücü: 2,66 kW

Elektrik Motorlarının İşletme Performansı (www.nema.org)

Traktörün Çeki Performansı

$$DBP = (F * s) / c = [(U - \Sigma R) * (1 - p) * s_t] / c$$

DBP : Çeki gücü (kW) (Drawbar power)

F : Çeki kuvveti (kN) (Drawbar pull)

s : İlerleme hızı (Gerçek hız) (km/h) (Forward speed)

c : Sabit (3,6)

U : Muharrik tekerlek çevre kuvveti (kN) (Tractive effort)

ΣR : Toplam yürüme (yuvarlanma) direnci (Rolling resistance)

p : Patinaj (Ondalık) (Travel reduction, slip)

s_t : Teorik hız (Muharrik tekerlek çevre hızı) (km/h) (Theoretical speed)

$$F = U - \Sigma R = \mu_k * G_{ad} - C_{rr} * G$$

F : Çeki kuvveti

U : Muharrik tekerlek çevre kuvveti

ΣR : Toplam yürüme (yuvarlanma) direnci

μ_k : Tutunma katsayısı

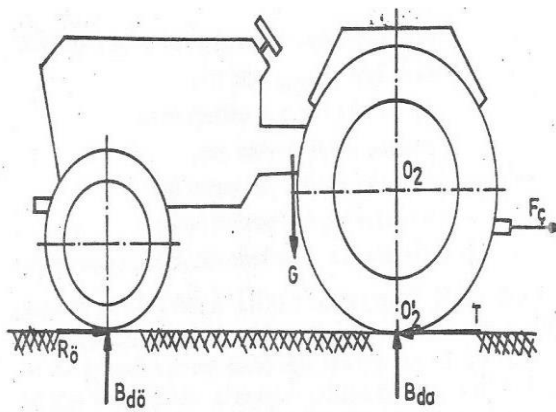
G_{ad} : Dinamik arka dingil yükü (Transfer ağırlık dahil)

C_{rr} : Yuvarlanma direnci katsayısı

G : Traktörün toplam ağırlığı

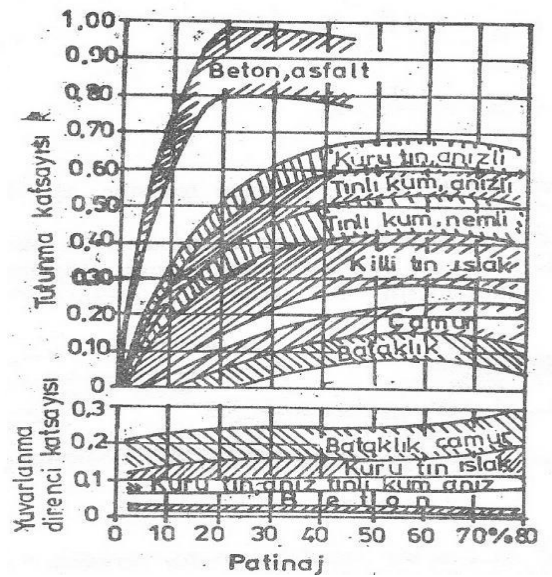
Tekerlek çevre kuvvetinin zemindeki tepkisi tutunma kuvveti (T) adını alır. Bu kuvvete muharrik kuvvet ya da işletici kuvvet adı da verilir. İki tekerleği muharrik bir traktörde $T = \mu_k * G_{ad}$ olurken, dört tekerleği muharrik olan traktörlerde $T = \mu_k * G$ olmaktadır. Traktörün hareketi tutunma kuvvetiyle sağlanmaktadır. Buna göre şekilden aşağıdaki bağıntı yazılabilmektedir:

Tutunma kuvveti = Çeki kuvveti + Ön tekerleklerin yuvarlanma direnci

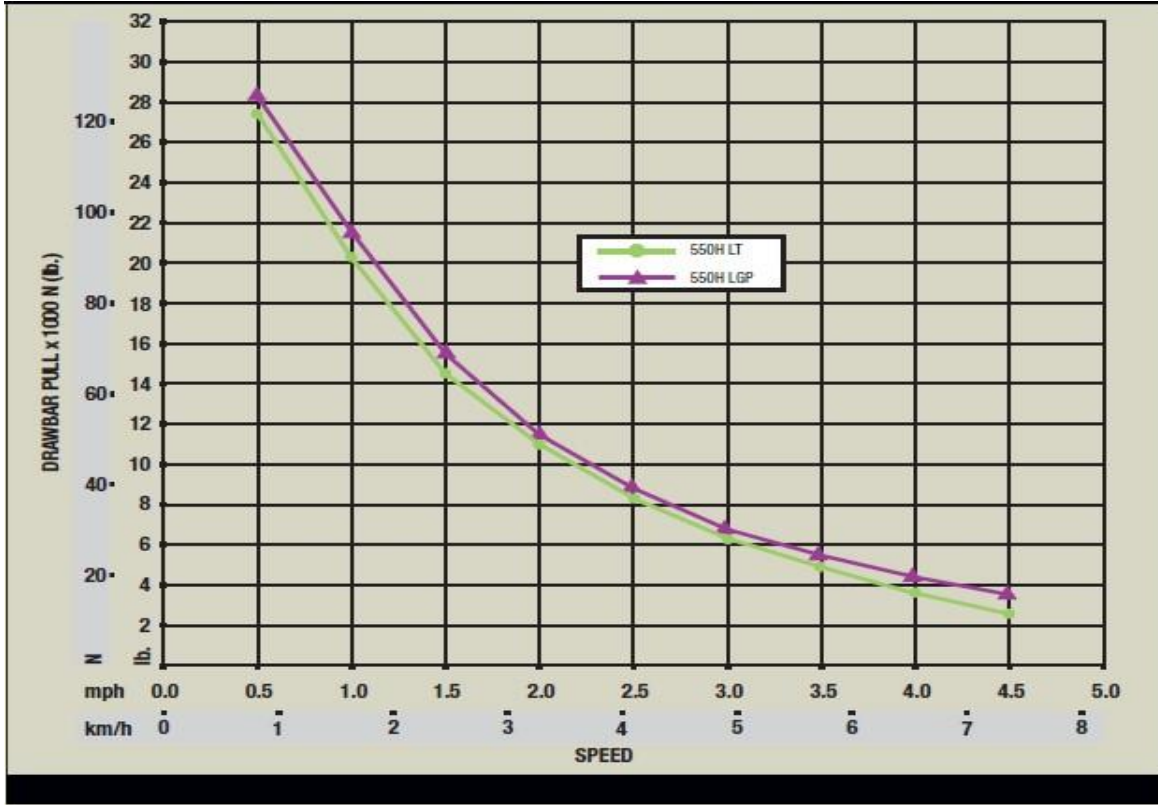


Şekil 6.10. Dinamik durumda traktöre etki eden kuvvetler.

$$\begin{aligned} T &= F_{\text{ç}} + R_{\text{ö}} & (\Sigma X = 0) \\ G &= B_{\text{da}} + B_{\text{dö}} & (\Sigma Y = 0) \\ G \cdot b &= F_{\text{ç}} \cdot h + B_{\text{dö}} \cdot a & (\Sigma M = 0) \end{aligned}$$

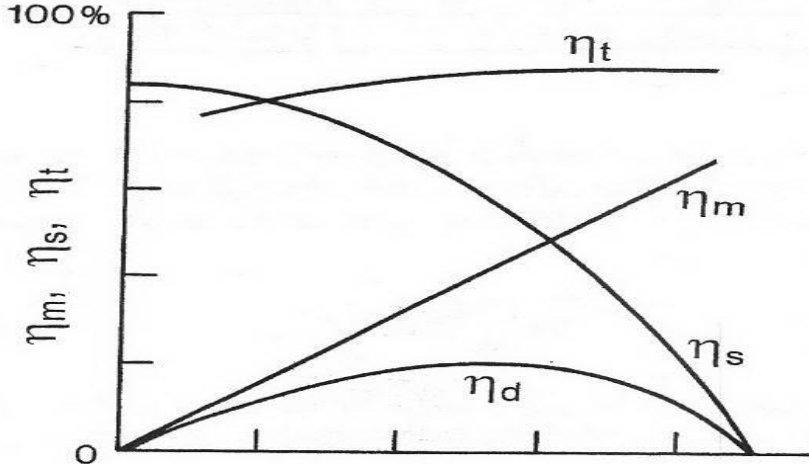


İki Farklı Traktör İçin İdeal (İstenen) Hız-Çeki Kuvveti Eğrisi



Farklı Vites Kademeleriyle Elde Edilebilen Gerçek Hız Tekerlek Çevre Kuvveti Eğrileri

Traktörün Çeki Performansı



Kuyruk mili gücü

$$PTOP = (2 * \pi * F_t * r * n) / c = (2 * \pi * T * n) / c$$

PTOP : Kuyruk mili gücü (kW)

F_t : Güç aktaran mildeki teğetsel kuvvet (kN)

r : Dönme yarıçapı (Milin yarıçapı) (m)

n : Devir sayısı (min^{-1})

c : Sabit (60)

T : Aktarılan moment (kNm)

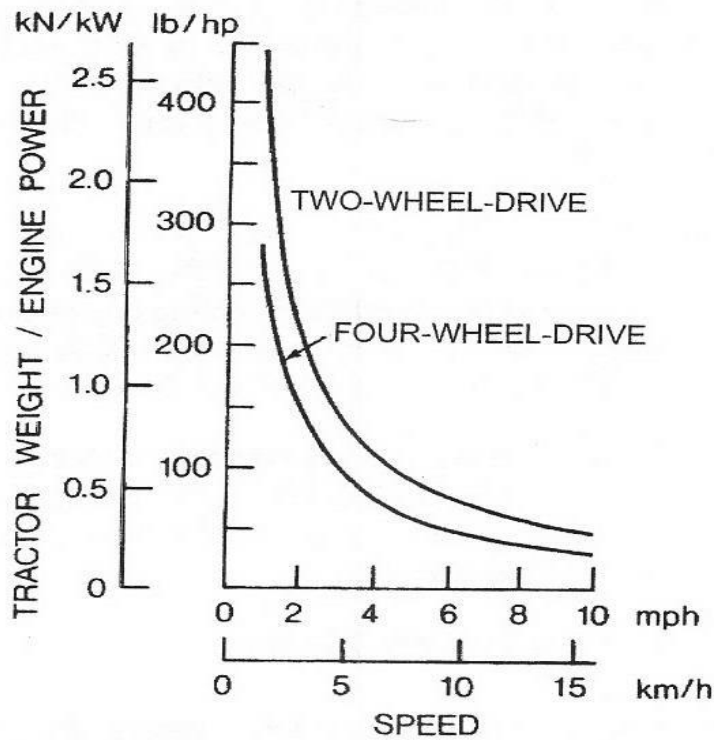
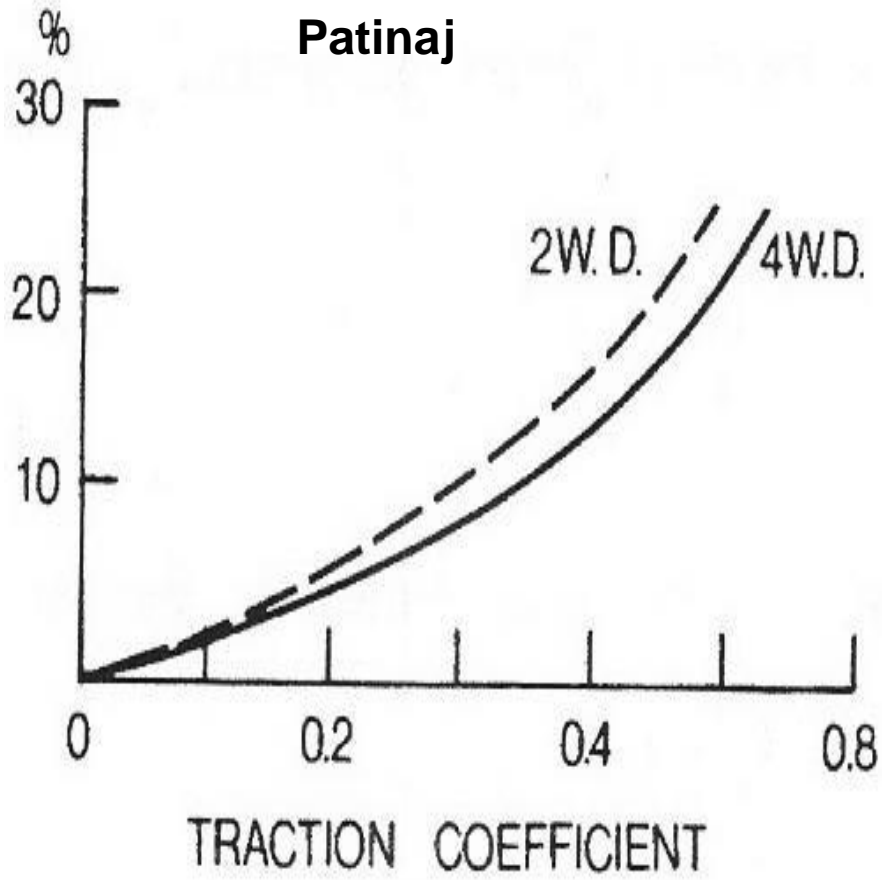
(Sabit yuvarlanma direncinde)

Çeki kuvveti

- η_d : Çeki gücü / Motor gücü
- η_m : Çeki kuvveti / Tekerlek çevre kuvveti
- η_t : Aks gücü / Motor gücü

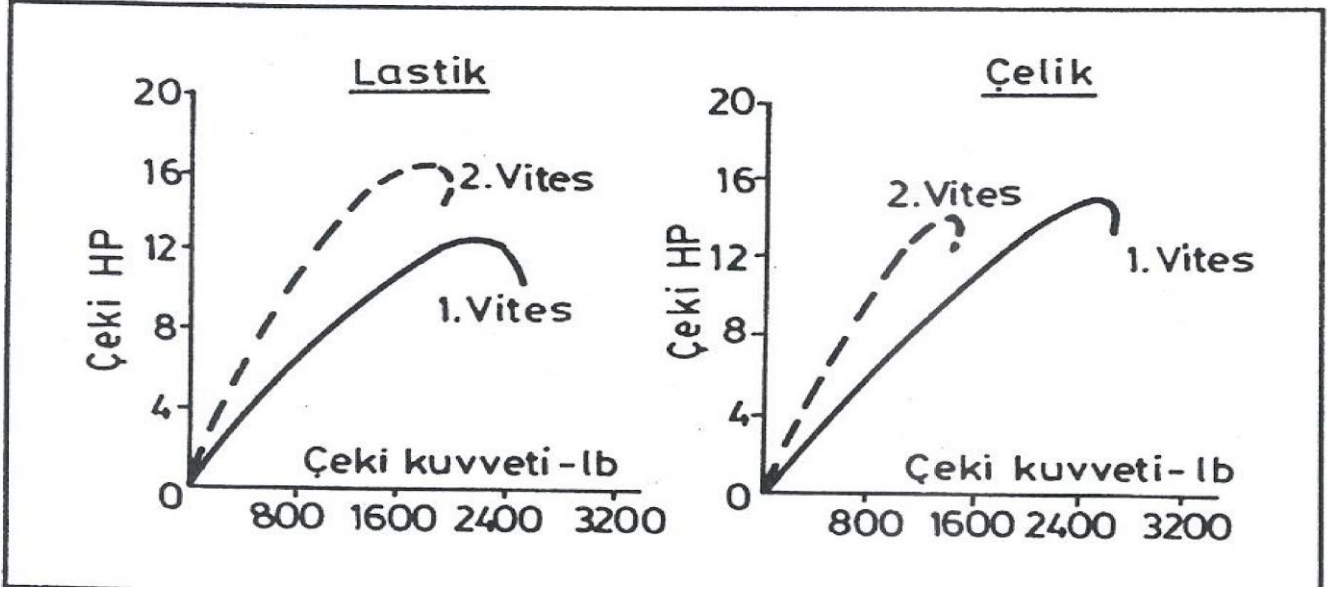
- $\eta_s = (1 - p)$
- p : Patinaj (ondalık)
- $\eta_d = \eta_m * \eta_s * \eta_t$

Dört çeker (4WD) - İki çeker (2WD) Performans Kıyaslaması



Lastik Tekerlek ile Çelik Tekerlek Farkı

Aynı traktörde lastik tekerlek kullanıldığında maksimum çeki gücü daha yüksek viteslerde (daha yüksek hızda), çelik tekerleklerde ise daha düşük viteslerde geliştirilmektedir.



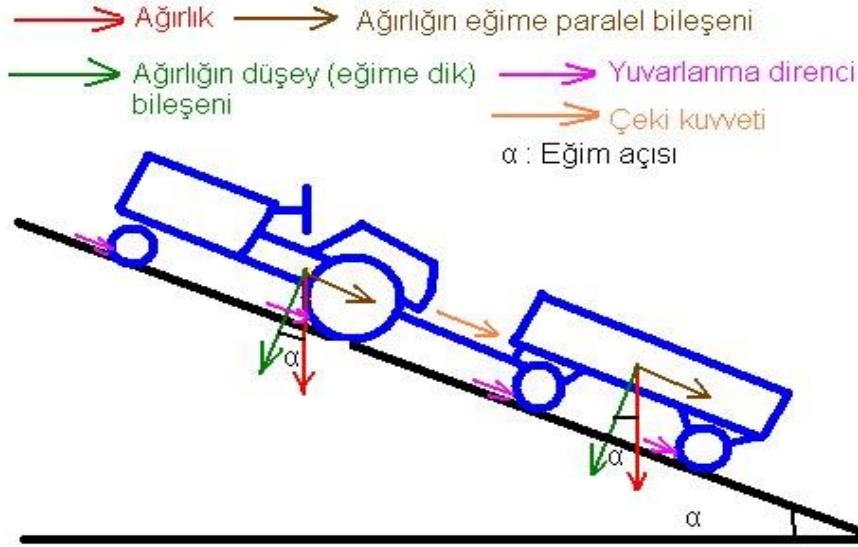
Yuvarlanma (Yürüme, Hareket) Direnci

Traktör veya ekipmanın belirli bir hızda hareket edebilmesi için gereksinim duyulan kuvvettir ve aksa gelen dik kuvvetle (ağırlık) orantılıdır.

Yuvarlanma direnci ile ağırlık arasındaki orantı katsayısı "Yuvarlanma direnci katsayısı" adını alır.

Yuvarlanma direnci üzerinde lastiklerin şekil değiştirmesi için gerekli olan enerji gereksinimi, ağırlığın etkisiyle toprakta oluşan sıkışma, traktör ve ekipmanın ataleti ve aks yataklarındaki sürtünmeler etkilidir.

Yuvarlanma (Yürüme, Hareket) Direnci



Örnek: Kütleli 3000 kg olan bir traktör, % 10 meyilde 10 km/h hızla 5000 kg kütleli olan bir tarım arabası (trailer) çekmektedir. Buna göre;

a. Tüm tekerlekler için yuvarlanma direnci katsayısını 0,05 alarak

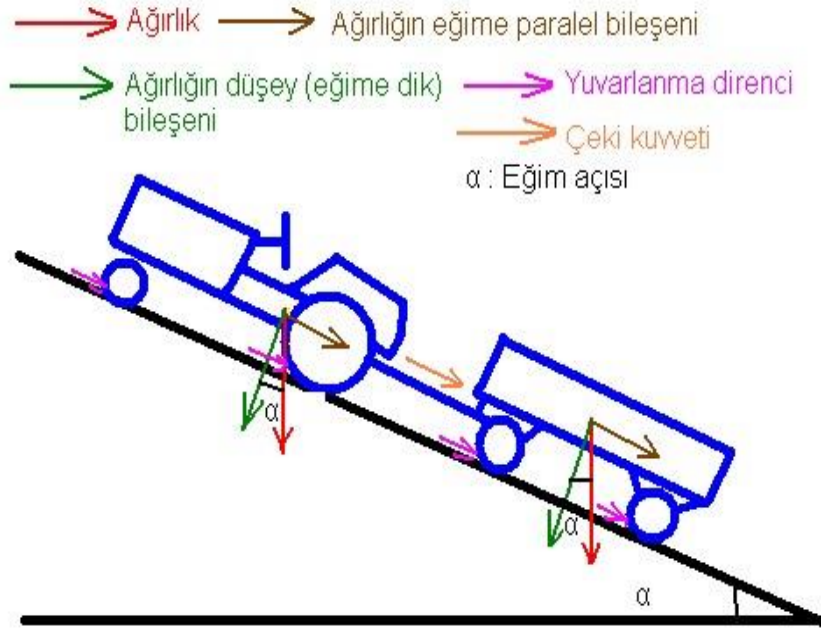
traktörün geliştirdiği çeki gücünü bulunuz ?

$$\alpha = \arctan(10/100) = 5,71^\circ$$

Traktör ağırlığının düşey bileşeni= $3000 \times 9,81 \times \cos 5,71^\circ = 29\,284\text{ N}$

Traktör ağırlığının eğime paralel bileşeni= $3000 \times 9,81 \times \sin 5,71^\circ = 2928\text{ N}$

Treyler ağırlığının düşey bileşeni= $5000 \times 9,81 \times \cos 5,71^\circ = 48\,807\text{ N}$ Treyler ağırlığının eğime paralel bileşeni= $5000 \times 9,81 \times \sin 5,71^\circ = 4880\text{ N}$



Yuvarlanma Direnci= Ağırlığın düşey bileşeni X Yuvarlanma direnci katsayısı

$$\sum R = C_{rr} * W$$

Treylerin toplam yuvarlanma direnci:

$$\sum R_{\text{treyleler}} = 0,05 * 48\,807 = 2440\text{ N}$$

Treylerin gereksinim duyduğu çeki kuvveti (F) (Meyile paralel kuvvetlerin dengesinden): $F = \sum R_{\text{treyleler}} + \text{Treyler ağırlığının eğime paralel bileşeni}$

$$F = 2440 + 4880 = 7320\text{ N} = 7,32\text{ kN}$$

Treylerin gereksinim duyduğu çeki gücü (DBP):

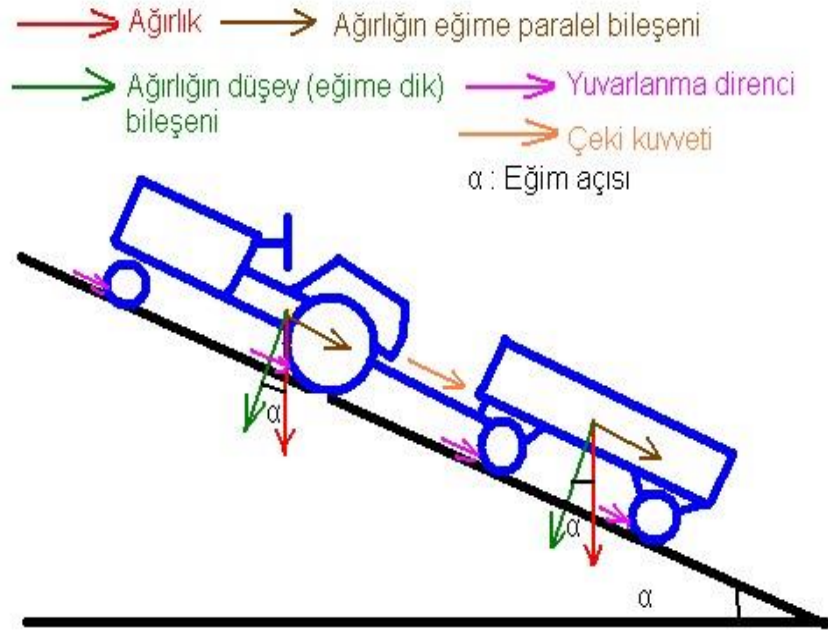
$$DBP = (F * s) / 3,6 = (7,32 * 10) / 3,6 = 20,3\text{ kW}$$

b. Düz zemine kıyasla meyilde çalışan traktörün hareket edebilmesi için, geliştirmek zorunda olduğu ek güç ne kadardır ?

Düz zeminde traktörün yuvarlanma direnci ($\Sigma R_{\text{traktör-düz}}$):

$$\Sigma R_{\text{traktör-düz}} = C_{rr} * G = 0,05 * 3000 * 9,81 = 1472 \text{ N}$$

$$= 1,47 \text{ kN}$$

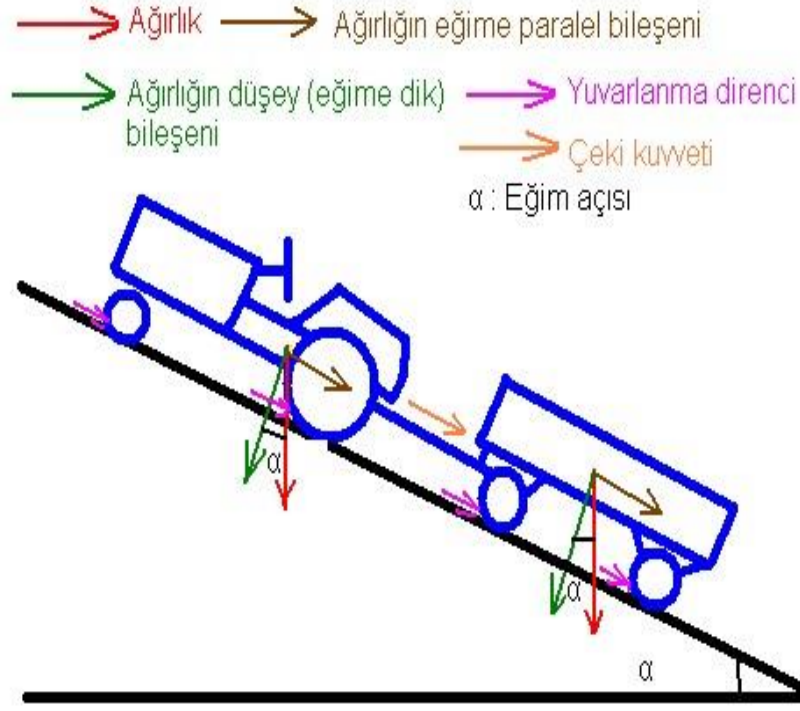


Düz zeminde traktörün kendini hareket ettirebilmek için harcadığı güç (Yuvarlanma direnci gücü):

$$= (1,47 * 10) / 3,6 = 4,09 \text{ kW}$$

Meyilde traktörün yuvarlanma direnci ($\Sigma R_{\text{traktör-eğim}}$):

$$\Sigma R_{\text{traktör-eğim}} = C_{rr} * \text{Traktör ağırlığının düşey bileşeni} = 0,05 * 29\ 284 = 1464 \text{ N} = 1,46 \text{ kN}$$



Meyilde traktörün hareketine karşı koyan toplam kuvvet (Meyile paralel kuvvetlerin dengesinden):

= Yuvarlanma direnci + Traktör ağırlığının eğime paralel bileşeni

= 1464 + 2928 = 4392 N = 4,39 kN

Meyilde traktörün kendini hareket ettirebilmesi için gerekli güç (Yuvarlanma direnci gücü):

= (4,39 * 10) / 3,6 = 12,2 kW

Düz zemine kıyasla meyil çıkma için gereken ek yuvarlanma direnci gücü:

= 12,2 - 4,09 = 8,11 kW

(1 HP = 745,7 W = 1 PS, 1 BG = 736 W, 1 HP ≈ 1 BG)

Patinaj

Tanımlanmış belirli başlangıç koşullarına göre ilerlemedeki azalmayı ifade eden orandır.

Patinaj = [Yüksüz ilerleme miktarı (m) - Yüklü ilerleme miktarı (m)] / [Yüksüz ilerleme miktarı (m)] ya da

$p = 1 - (n_t / n_g) = 1 - (S_g / S_t)$ Bu formülde: p : Muharrik tekerlek patinajı (ondalık) n_t : Çeki makinası (traktör) -100 m'lik- yolu yüksüz olarak katederken muharrik tekerleğin dönme sayısı

n_g : Çeki makinası (traktör) -100 m'lik- yolu yüklü olarak katederken muharrik tekerleğin dönme sayısı

S_g : Çeki makinasının (traktör) yüklü durumdaki hızı

S_t : Çeki makinasının (traktör) yüksüz durumdaki hızı) (Teorik hızı, Konstrüksiyon hızı)

Çeki Etkinliği

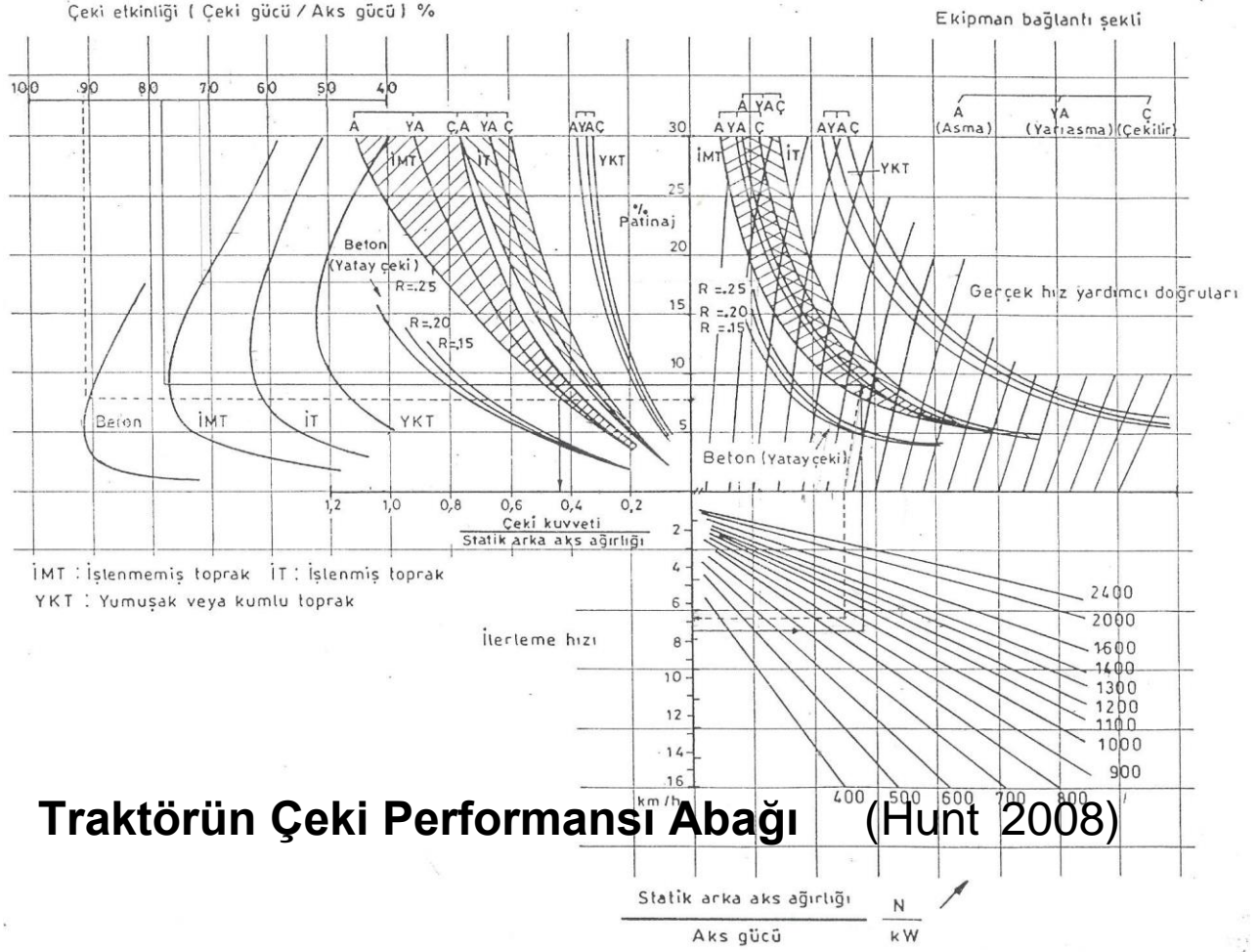
Çekiye geliştiren organdan (tekerlek) çıkan gücün (çeki gücü) bu organa giren güce (aks gücü) oranıdır.

$$\eta_{TE} = NT \cdot S / (T \cdot \omega) = \text{Çeki gücü} / \text{Aks gücü}$$

NT : Çeki makinası tarafından çekilen makinaya uygulanan hareket yönüne paralel net kuvvet (çeki kuvveti)

S : Çeki makinasının ilerleme hızı

T : Çeki makinasının muharrik aksındaki dönme momenti ω : Çeki makinasının muharrik aksının açısal hızı



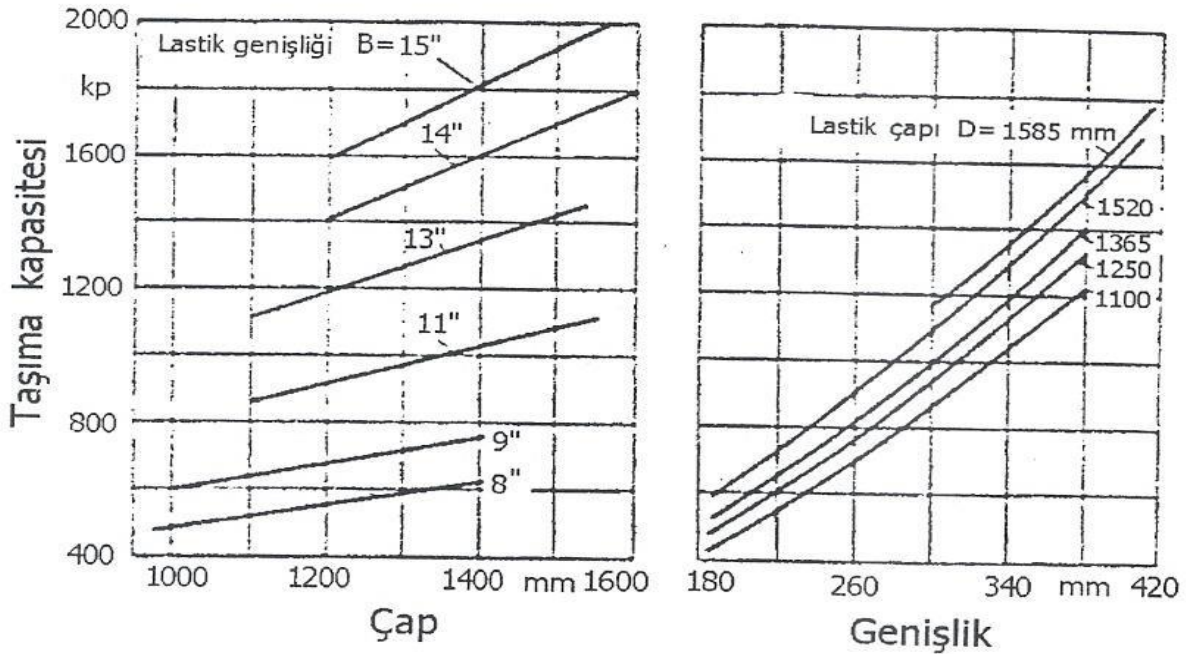
Traktörün Çeki Performansı Abağı (Hunt 2008)

Traktörlerde Motor Gücünün Kullanımı

(Örneğin volanındaki maksimum net gücü 100 kW olan iki tekerleği muharrik (2 WD) bir traktör bu gücün $100 \cdot 0,90 = 90$ kW'ını kuyruk miline (PTO) aktarabilir. Bu traktör işlenmiş toprakta çalıştırıldığında ise maksimum $90 \cdot 0,67 = 60,3$ kW'lık çeki gücü geliştirebilir.

Traktörlerde Tahrik Tekerleğine Ait Veriler

Lastik çeşiti	Lastik hacmi V dm ³	Kesit yüksekliği H mm	Lastik çapı D mm	Lastik genişliği B mm	Taşıma kapasitesi / T _k N	Lastik hava basıncı P _i atü	Kat sayısı
11,2/10-28	140	242	1200	272	7850	1.0	4 / 6
12,4/11-36	230	275	1470	302	10650	1.0	4 / 6
14,9/13-30	300	325	1420	365	13600	1,0	6
18,4/15-30	475	396	1560	445	20000	1,0	6 / 8
12,4/11-28	190	275	1265	302	9500	1,0	4 / 6
16,9/14-30	360	354	1475	392	17000	1,0	6



Lastik Çapı ve Genişliğinin Taşıma Kapasitesine Etkisi

Yakıt Etkinliği

Isıl etkinlik : Bir motorun yakıt enerjisini, güce dönüştürme yeteneğidir.

$$\eta_{the} = (P * c) * 100 / (FC * HV)$$

η_{the} : Isıl etkinlik (%)

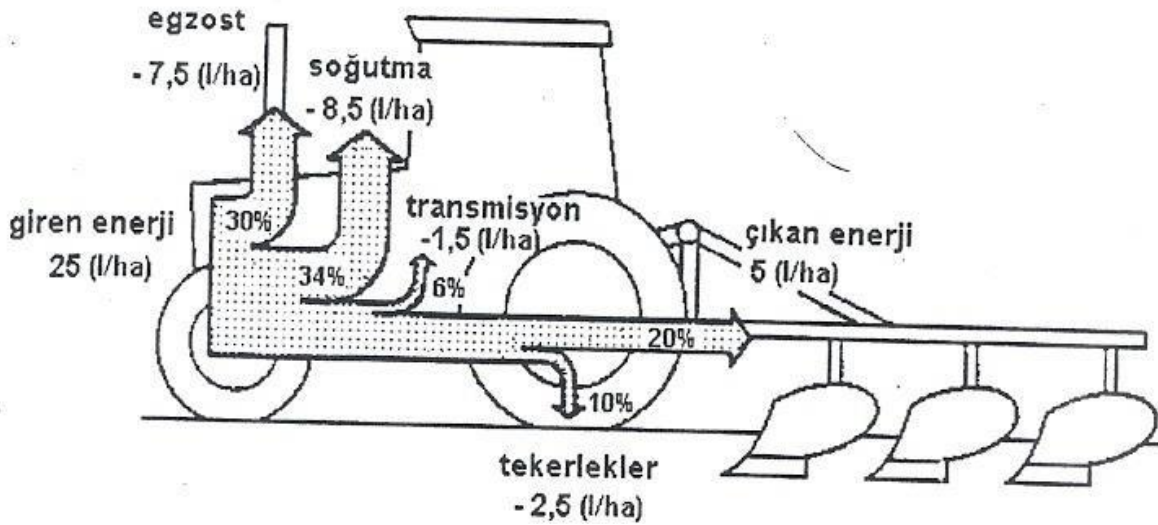
P: Güç (kW)

c: Sabit (3600 kJ/kWh)

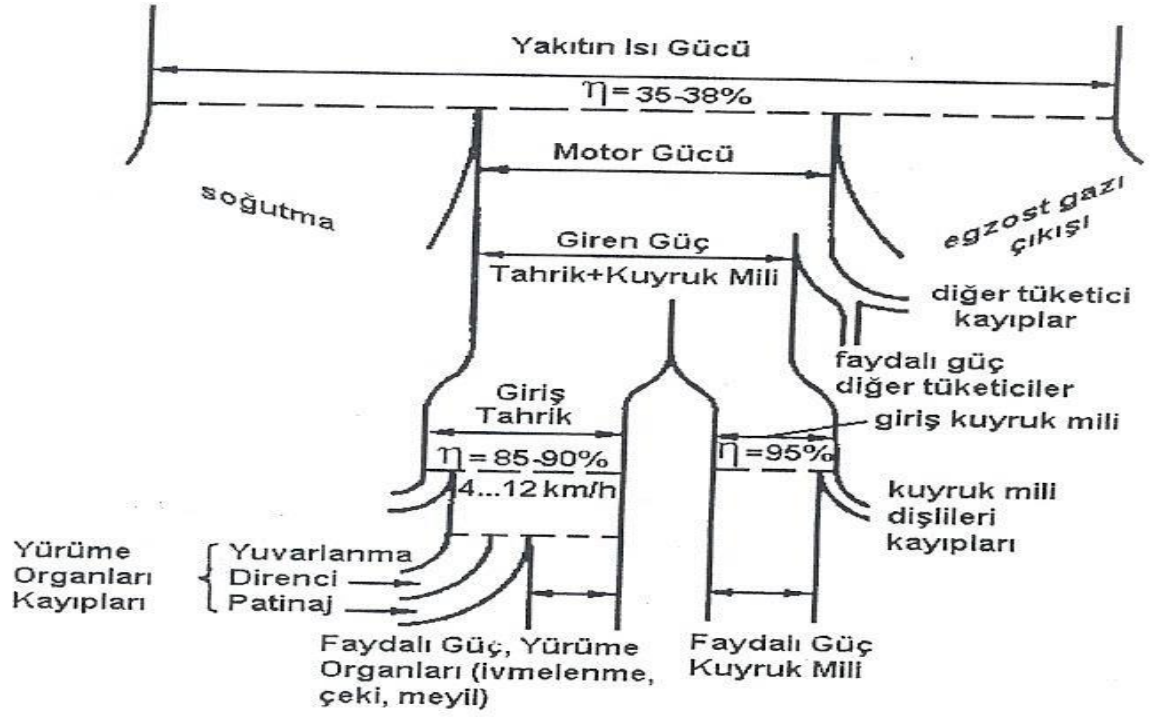
FC : Yakıt tüketimi (kg/h)

HV : Yakıtın alt ısıl değeri (kJ/kg)

Traktörde Yakıt Enerjisinin Çeki Enerjisine Dönüşümü



Tarlada Çalışan Bir Traktörün Güç Bilançosu

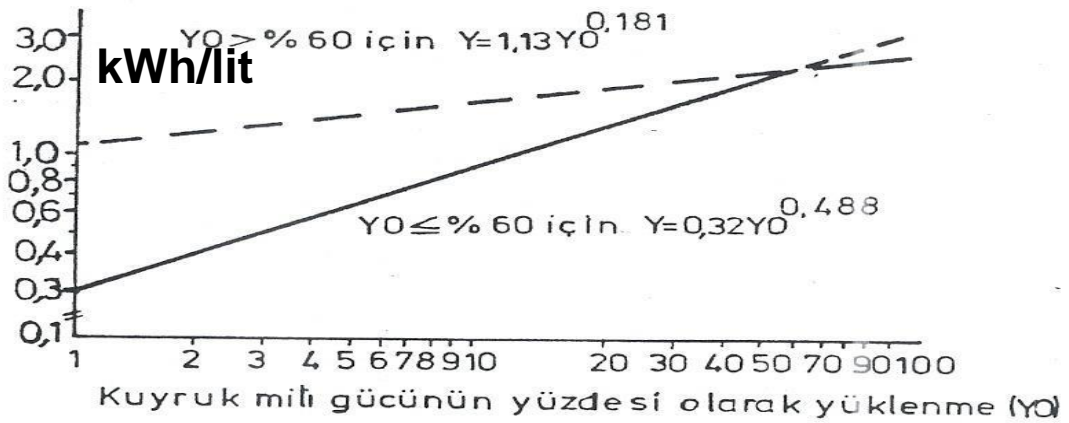


Yakıt Etkinliği

Yakıt etkinliği : Bir motorun, tükettiği yakıtın birimi başına iş verebilme yeteneğidir. Genellikle kWh/kg ya da kWh/litre birimleriyle ifade edilmekte olup, özgül yakıt tüketiminin (specific fuel consumption) tersidir.

Şekilden de izlenebileceği gibi, yakıt etkinliği (Y), yüklenme oranı (YO) artışına paralel olarak artmaktadır.

Dizel motorlu traktörlerde yüklenme oranı ile yakıt etkinliği arasındaki ilişki, yüklenme oranının % 60'ın altındaki ve üstündeki değerlerine göre iki farklı formülle ifade edilebilmektedir.



Yakıt Tüketimi

Yakıt etkinliğinin bilinmesi durumunda saatlik yakıt tüketimi şöyle hesaplanabilir:

$$SYT = (1 / Y) * YO * P_{TOP_{max}} * E_f$$

SYT : Saatlik yakıt tüketimi (litre/h)

Y : Yakıt etkinliği (kWh/litre)

YO : Motorun kuyruk mili gücü cinsinden yüklenme oranı (ondalık)

P_{TOP_{max}} : Traktörün maksimum kuyruk mili gücü (kW)

E_f : Tarla etkinliği (Zamandan yararlanma katsayısı) (ondalık)

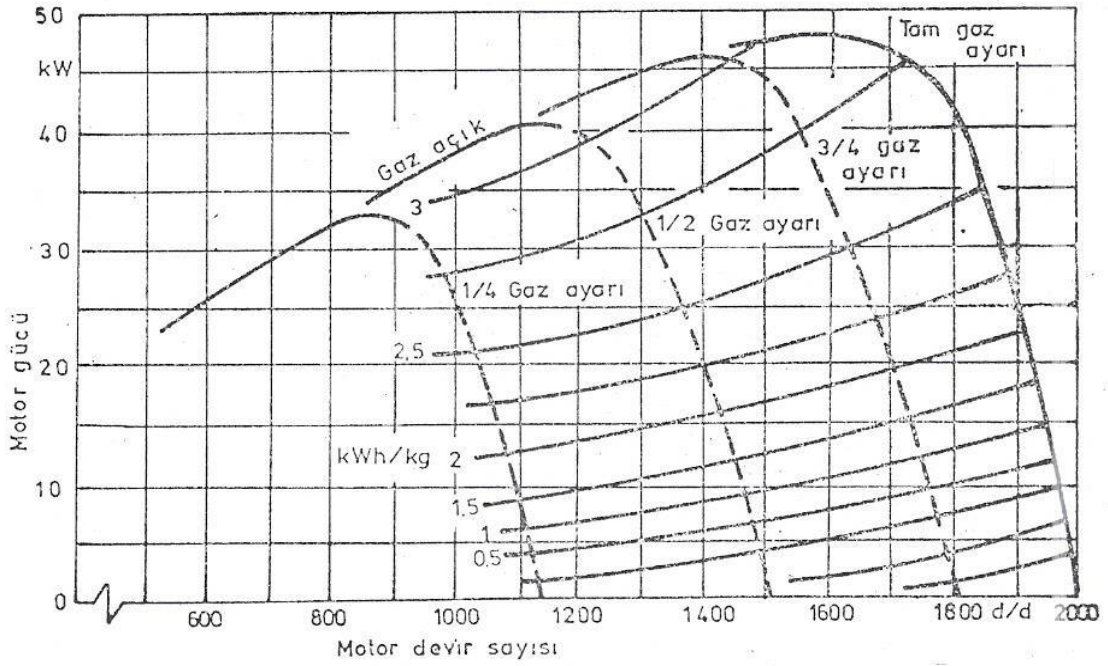
Yakıt Tüketimi

Alan birimi başına yakıt tüketimi:

$$\text{BYT (litre/ha)} = \text{SYT (litre/h)} * C_f (\text{h/ha})$$

İş ünitesi başına yakıt tüketimi:

$$\text{UYT (litre/ünite)} = \text{SYT (litre/h)} / C_m (\text{ünite/h})$$



Traktörlerde Kısmi Gazda Yakıt Etkinliğinin Değişimi

Yakıt Tüketiminin Tahmini İçin Önerilen Deneysel Yöntemler

Aşağıdaki formüller traktör ve biçerdöverlerin % 20'den büyük yüklenme oranları (YO, ondalık) için, herhangi bir tarla işlemine ait özgül yakıt tüketiminin (SFC, litre/kWh) tahmininde kullanılabilir (ASABE 2002):

Benzinli motorlarda:

$$SFC = 2,74 * YO + 3,15 - 0,203 * (697 * YO)^{1/2} \quad SFC = 2,64 * YO + 3,91 - 0,203 * (738 * YO + 173)^{1/2} \quad SFC = 2,69 * YO + 3,41 - 0,203 * (646 * YO)^{1/2}$$

Diesel motorlarında:

LPG'yle çalışan motorlarda:

Yukarıdaki formüllerle hesaplanan SFC değerleri kullanılarak, saatlik yakıt tüketimi (SYT, litre/h) şu şekilde bulunabilir:

$$SYT = SFC * (EPTOP + PTP)$$

Bu formülde, EPTOP: Ekipmanın gereksinim duyduğu çeki gücünün eşdeğeri olan kuyruk mili gücü (kW), PTP ise ekipmanın doğrudan kuyruk milinden talep ettiği güç (kW)'tür.

Yakıt Tüketiminin Tahmini İçin Önerilen Deneysel Yöntemler

1980-2005 dönemine ait Nebraska traktör testlerinden elde edilen sonuçlara göre, Diesel motorlu traktörlerin tam ve kısmi gazda çalıştırılmasıyla özgül yakıt tüketimi (SFC, litre/kWh) için şu yöntem önerilmektedir (ASABE 2011):

$$SFC = [0,22 + (0,096 / YO)] * PTM$$

$$PTM = 1 - (n - 1) * (0,45 * YO - 0,877)$$

$$n = n_{PT} / n_{FT}$$

Bu eşitliklerde:

SFC : Özgül yakıt tüketimi (litre/kWh)

YO : İşleme ait kuyruk mili gücü cinsinden yüklenme oranı (ondalık)

PTM : Gaz konumunu belirten çarpan (birimsiz)

n: İşleme ait devir sayısı oranı (birimsiz)

n_{PT} : İşlemin yapıldığı kısmi gazda motor devri (1/min)

n_{FT} : Tam gazda motor devri (1/min)

Aşağıdaki tabloda ise traktör motorunun özellikle kısmi yüklenmeleri için kullanılacak yakıt etkinliği (Y, kWh/litre) değerleri verilmiştir (Hunt 2008).

Yüklenme Oranı (%)	Benzinli Motor	LPG ile Çalışan Motor	Dizel (Doğal Emişli)	Dizel (Turbo)	Dizel (Turbo+Soğutmalı)
100	2,17	1,78	2,90	3,07	3,09
80	1,96	1,68	2,84	2,82	2,86
60	1,63	1,47	2,60	2,55	2,59
40	1,28	1,17	2,13	2,10	2,15
20	0,83	0,83	1,38	1,36	1,42

Periyodik olarak yapılan yağ değiştirmede tüketilen yağ miktarı değerleri, çalışma saati başına (OC, litre/h) olarak aşağıdaki formüller kullanılarak **Traktörlerin Yağ Tüketimi** tahmin edilebilmektedir (ASABE 2011). Bu formüllerde P: Traktör motorunun anma (nominal) gücünü kW olarak göstermektedir.

Benzinli motorlu traktörlerde:

$$OC = 0,000566 * P + 0,02487$$

Dizel motorlu traktörlerde:

$$OC = 0,00059 * P + 0,02169$$

LPG'yle çalışan motorlu traktörlerde:

$$OC = 0,00041 * P + 0,02$$

Traktörlerde Yağ Tüketimi (Ort. 150 h'lik periyodik değişim için) (Hunt 2008)

Traktörün Maksimum Kuyruk Mili Gücü (kW)	Benzinli Motor		Diesel Motoru		LPG'yle Çalışan Motor	
	Karter Kapasitesi (litre)	Yağ Tüketimi (litre/h)	Karter Kapasitesi (litre)	Yağ Tüketimi (litre/h)	Karter Kapasitesi (litre)	Yağ Tüketimi (litre/h)
0-15	2,6	0,017	5,3	0,036	-	-
15-30	5,7	0,038	5,9	0,039	-	-
30-45	6,2	0,041	7,0	0,047	-	-
45-60	7,5	0,050	9,0	0,060	7,6	0,05
60-75	8,4	0,056	11,4	0,076	9,1	0,06
75-100	11,4	0,076	15,0	0,100	9,8	0,07
100-150	-	-	16,6	0,111	-	-
150+	-	-	20,2	0,135	-	-

Diesel Motorlu Traktörlerde Kuyruk Mili Gücünün Doğrudan Ölçme Yapmadan

Tahmini

$$PTOP = -10,321 + 4,831 * SYT - 7,2 * 10^{-2} * SYT^2$$

(R² = 0,891, Standart hata = ± 3,932) (Sumner et al 1986)

$$PTOP = 6,555 - 5,4 * 10^{-3} * N + 3,44 * SYT$$

(R² = 0,922, Standart hata = ± 3,341) (Vatandaş 2002)

Bu formüllerde:

PTOP : Kuyruk milinin tahmin edilen anlık gücü (kW)

SYT : Saatlik yakıt tüketimi (litre/h)

N : Motorun ölçülen anlık devir sayısı (1/min)

TRAKTÖRE UYGUN EKİPMAN SEÇİMİ

Ekipmanın talep ettiği çeki gücü

$$DBP = (F * s) / 3,6$$

eşitliğiyle hesaplanmaktadır. Burada:

DBP : Çeki gücü (kW),

F : Toplam çeki kuvveti (Yuvarlanma direnci dahil) (kN),

s: İlerleme hızı (km/h).

Toplam çeki kuvveti (F), ekipmanın iş genişliği (w) ile özgül çeki direncine bağlı olarak şu şekildedir:

$$F \text{ (kN)} = w \text{ (m, sıra)} * f_{uw} \text{ (kN/m, kN/sıra)}$$

Elde edilen çeki gücü, aşağıdaki eşitlikle eşdeğer kuyruk mili gücüne (EPTOP) dönüştürülebilmektedir:

$$EPTOP = DBP / (0,96 * \eta_{TE})$$

Bu eşitlikte

η_{TE} : Çeki etkinliğidir.

EPTOP, varsa ekipmanın doğrudan kuyruk milinden yuttuğu güçle (PTOP) toplanır. Buna göre bir ekipmanın kuyruk mili gücü cinsinden toplam güç talebi ($\Sigma PTOP$) şöyle ifade edilebilir:

$$\Sigma PTOP = EPTOP + PTOP$$

Bir traktörün **kuyruk mili gücü cinsinden** yüklenme oranı (Load factor, YO):

YO=Kuyruk milinden tüketilen gerçek ortalama güç/Kuyruk milinden alınabilecek maksimum güç olarak ifade edilmektedir (Hunt 2008). Buna göre:

$$YO = \Sigma PTOP / PTOP_{max}$$

olarak yazılabilmektedir. Bu eşitlikte,

$PTOP_{max}$: Traktörün kuyruk milinden alınabilecek maksimum güçtür.

Traktörlerin deney raporlarından elde edilen bilgiler, kuyruk mili gücü cinsinden yüklenme oranının (YO) ortalama % 85'lik değerinin, pek çok çalışmada uygun bir performans elde edilmesini sağlayabildiğini göstermektedir. Bu yüklenme oranı değeri traktörlerde kullanılan Diesel motorlarının özgül yakıt tüketimlerinin genellikle en düşük olduğu bölgeye rastlamakta, aynı zamanda zararlı egzoz gazı emisyonu yönünden de daha uygun sonuçlar alınabilmektedir.

Diğer yandan deney raporu verilerinden çıkartılmış genelleştirilmiş sonuçlar, yeni bir traktörün volanındaki net gücün % 87-90'ını kuyruk miline aktarabildiğini göstermektedir. Buna göre:

$$PTOP_{max} = (0,87 \dots 0,90) * EP_{max}$$

yazılabilmektedir. Burada,

EP_{max} : Traktör motorunun volandaki maksimum yararlı gücüdür.

İşletme Bünyesine Uygun Ekipman Büyüklüğünün Teknik Parametrelerle Belirlenmesi

$$w = A / (T_{gün} * G * S * E_f)$$

w : Ekipman için gerekli yararlı (efektif) iş genişliği (m)

A : Ekipmanla işlenecek alanın büyüklüğü (da)

$T_{gün}$: İşlem için yılda çalışılabilir gün sayısı

G : Günlük çalışma süresi (h/gün)

S : İlerleme hızı (km/h)

E_f : Tarla etkinliği (ondalık)

İşletme Bünyesine Uygun Ekipman Büyüklüğünün Teknik Parametrelerle Belirlenmesi (ASABE 2011)

$$C_i = \frac{A}{B \cdot G \cdot PWD}$$

C_i : Gerekli makine kapasitesi (ha/h)

B : İşlemin gerçekleştirilmesinin gerekli olduğu zaman dilimindeki takvim günü sayısı (gün)

G : Günlük çalışma süresi (h/gün)

PWD : Bu takvim dönemine ait çalışılabilir gün olasılığı (ondalık)

İşletme Bünyesine Uygun Traktör Motor Gücünün Belirlenmesi

İşletmede makinayla yapılan en ağır (en fazla güç gerektiren) iş belirlenerek bu işi yapacak olan ekipmanın efektif iş genişliği hesaplanır.

Hesaplanan bu iş genişliği kullanılarak,

$F = \text{İş genişliği} * \text{Özgül çeki direnci}$

formülünden yararlanılarak ekipmanın işlem için gereksinim duyduğu toplam çeki kuvveti bulunur.

Bulunan bu kuvvete traktör+ekipmanın toplam yuvarlanma direnci (RR) eklenir.

Daha sonra,

$\text{Çeki gücü} = (F+RR) * \text{İlerleme hızı}$ formülünden çeki gücü hesaplanır.

Hesaplanan çeki gücü,

$$EPTOP = DBP / (0,96 * \eta_{TE})$$

formülü yardımıyla eşdeğer kuyruk mili gücüne çevrilir.

Varsa ekipmanın kuyruk milinden doğrudan yuttuğu güç (PTOP) eklenir.

Varsa ekipmanın talep ettiği hidrolik ve elektrik güçleri de eşdeğer kuyruk mili gücüne dönüştürülerek (HEPTOP) bu toplama eklenir.

Traktör motorunun kuyruk mili gücü cinsinden optimum yüklenme oranı (YO) % 85 ve motordan kuyruk miline olan güç aktarımının etkinliği % 90 kabul edilerek işletmeye uygun traktörün optimum efektif motor gücü (OMP),

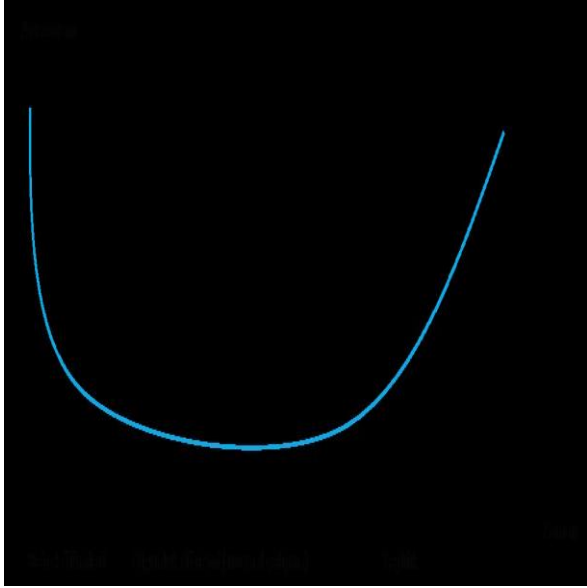
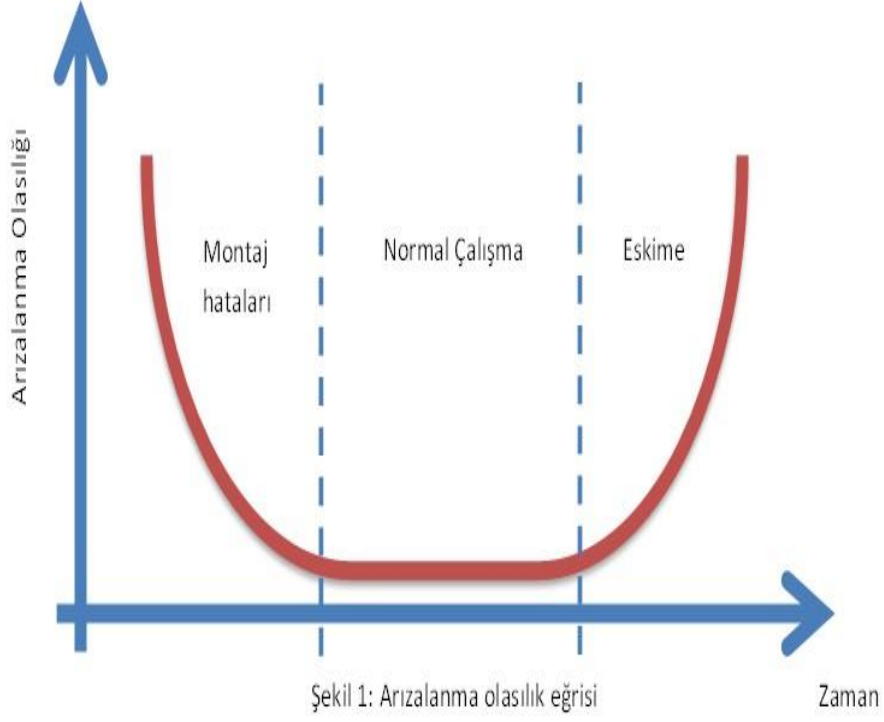
$$OMP = (EPTOP + P_{TOP} + HEPTOP) / (0,85 * 0,90)$$

olarak belirlenir.

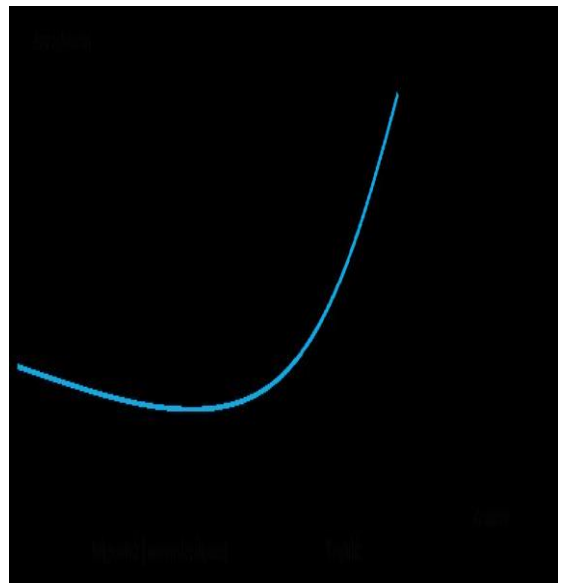
Gerekli görüldüğü durumda elde edilen OMP değeri (1 - r) değerine bölünerek, işletmenin bulunduğu yer için rakım (yükselti) düzeltilmesi yapılabilir. Burada

$$r = \text{Rakım (m)} / 10\ 000 \text{ olarak hesaplanabilir.}$$

Genel Arıza Olasılığı



elektrik-elektronik parçalar için



mekanik parçalar için

Bakım Maliyeti

Üretim tesislerinde ürün maliyetinin Gıda sektöründe % 15'i, Demir-çelik ve diğer ağır sanayide % 60'ı bakım giderlerinden oluşmaktadır. Ancak bakıma harcanan paranın % 33'ünün gereksiz bakım stratejileri nedeniyle boşuna harcandığı hesaplanmaktadır.

Bakım Yönetimi

Makinalarda düşük kapasite kullanımında en önemli payı arıza nedeniyle oluşan duraklamalar oluşturmaktadır.

- Yetersiz bakım kalite ve verimin düşmesine yol açar
- Yersiz (aşırı) bakım ise yüksek maliyet getirir
- Optimum bakım stratejileri söz konusu bu olumsuzlukları azaltabilir.

Bakım Yöntemleri

Arıza Çıktıkça Bakım

Plansız bir bakım yöntemi olup, sadece arıza oluşması durumunda bakım yapılmaktadır. Temel olarak ortaya çıkan bir arıza, başka arızaları da doğurabileceğinden; bu yöntem çağdaş teknik ve ekonomik prensipler yönünden anlamını yitirmiştir. Örneğin rutin bakımlarla motor yağının veya radyatör suyunun kontrol edilmemesi, bu maddelerin eksilmesi sonucunda çok pahalı onarım giderlerine yol açabilir.

Koruyucu Bakım

Bu yöntemin özü arıza olmasa bile periyotlar dahilinde bakım yapılması ve ömrünü doldurma aşamasına gelmiş olan parçaların değiştirilmesidir. Yöntemin en büyük sakıncası belki de uzun bir süre daha hizmet edebilecek parçaların da değiştirilmesi ve periyodik bakımlar nedeniyle makinaların

duraklamasıdır. Bu sakıncalarına karşın günümüzde makinalar için en yaygın olarak uygulanan bakım yöntemidir.

Kestirimci Bakım

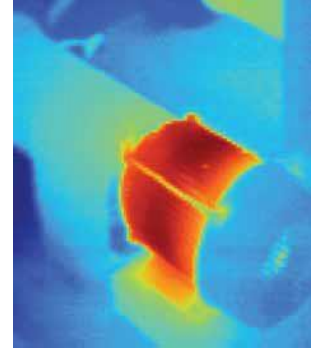
Kestirimci bakım, makinaların ısı, titreşim, basınç, gürültü, direnç vb fiziksel parametrelerine ait değişimlerin ölçülmesi, ölçüm sonuçlarının önceden bilinen mühendislik limitleriyle karşılaştırılması, elde edilen sonuçların analizi, yorumlanması ve arızaya yol açabilecek sorunların en ekonomik biçimde etkisiz kılınması ve düzeltilmesi şeklindeki çabalar bütünüdür. Kestirimci bakımın mantığı, her arızanın en az bir habercisi olduğu varsayımına dayanmaktadır. Kestirimci bakımda son yıllarda gelişen bilgisayar uygulamaları, kullanımını giderek yaygınlaştırmaktadır.

Kestirimci Bakımda Kullanılan Ölçü Aletleri

Makine Durum Analizörü: Titreşimi ve sıcaklığı eş zamanlı olarak ölçer ve belleğindeki limit değerlerle karşılaştırır.



(Solda kızılötesi sıcaklık ölçer, sağda termal kamera)



Örnek: Termal Görüntülemeye Mühendislik Limitleri

Termal görüntülemeyle sadece yüzey sıcaklığı ölçülebilir. Gündüz ölçümlerinde en önemli sorun yansımadır. Yansımayla yüzeyde oluşan daha yüksek değerli sıcaklık değerleri, hatalı ölçmeye neden olabilmektedir. Bu nedenle ölçümlerin karanlıkta yapılması tavsiye edilmektedir. Ancak bu durumda da cisimden bulunduğu ortama yüksek miktarda radyasyonla ısı geçişi olmamalıdır. Termal görüntüleme şüpheliyi ortaya çıkarır, arızayı bulmak için ilgili ölçü aletiyle ölçüm yapmak gerekir. Termal kamerayla rüzgarlı ortamda yapılan sıcaklık ölçümlerinde daha düşük değerler elde edilmektedir. Bu nedenle ölçüm esnasında rüzgar hızının 25-30 km/h'in altında olması istenmektedir.

- Arıza genellikle kendini sıcaklık artışıyla belli etmektedir. Ancak bu konuda kesin bir sonuca varabilmek için kontrol edilen sistem en az % 40 yüklü olmalıdır.

- Beraber çalışan iki parça (malzeme) arasındaki sıcaklık farkının genellikle 15 °C'den fazla olması arıza belirtisi olarak kabul edilmektedir.

- Benzer şekilde parça ya da malzemeyle ortam arasındaki sıcaklık farkı 40 °C'den yüksekse, bu da sorun belirtisi olarak değerlendirilmektedir.

Toplam Ekipman Etkinliği (OEEE: Overall Equipment Effectiveness)

OEE'yi düşüren en önemli etmenler

- Plansız duruş kayıpları (Arıza kaybı, Hazırlık ve ayar kayıpları, İkmal ve boşaltma kayıpları, Başlangıç (ısınma) kaybı)

- Performans kayıpları (Kısa duraklamalar, hız azalması)

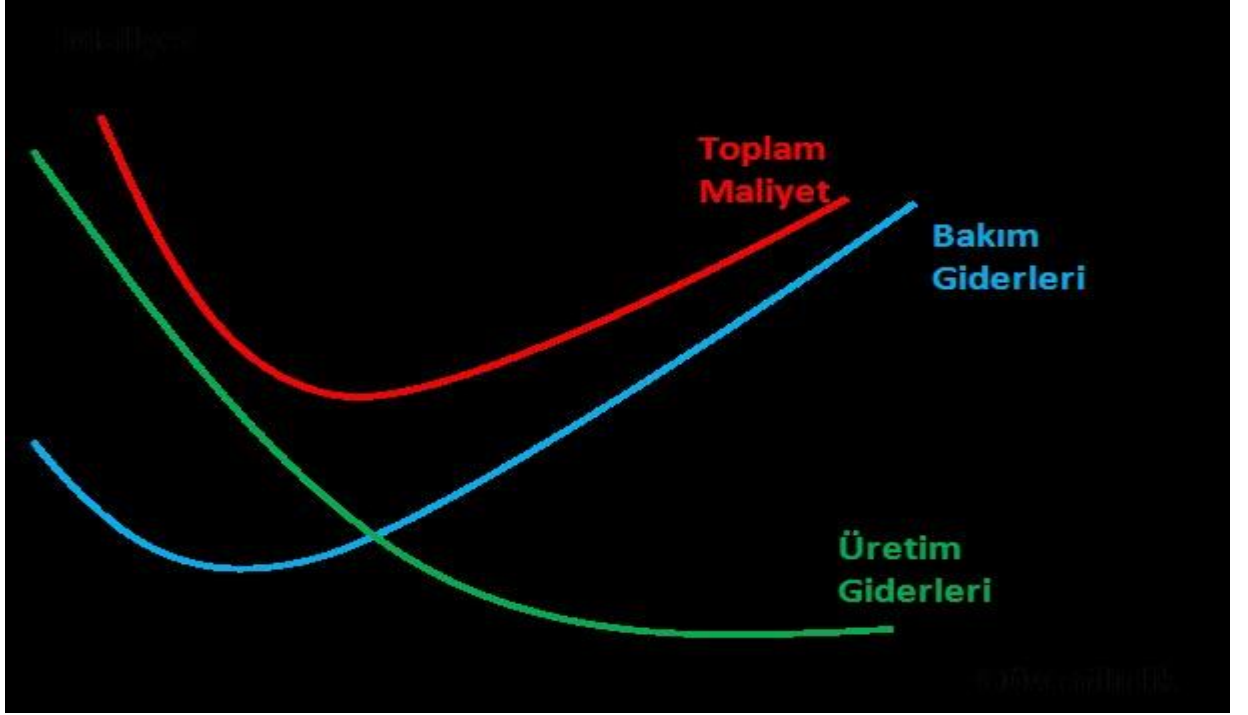
- Kalite kayıpları (Hurda üretim miktarı)

Plansız duruş kayıplarının azaltılması, plansız duruş riskini azaltacaktır.

Güvenilirlik

Bir makinanın kendisinden beklenen işlevi uygulama koşullarında ve verilen zamanda gerçekleştirmesinin istatistiksel olasılığıdır

Güvenilirlik = (1 - Arıza Olasılığı)



Arızalı Süre

- Kulaklı pulluklarda 1 h/400 ha kullanım
- Sırasal ekim makinalarında 1 h/ 250 ha kullanım
- Biçerdöverlerde ilk 365 ha için çok az, daha sonra
- 1 h/30 ha kullanım
- Dizel motorlu traktörlerde

$$\text{Arızalı süre (h)} = 0,0003234 * X^{1,4173}$$

X : Birikimli kullanım süresi (h)

TARIM MAKİNALARI GİDERLERİ

• **Sabit giderler** (Fixed costs): Makina kullanımından bağımsız giderlerdir.

Amortisman gideri (Depreciation cost)

Faiz gideri (Interest cost)

Koruma (Muhafaza) gideri (Shelter cost, housing cost) Sigorta gideri (Insurance cost)

Vergi gideri (Tax cost)

• **Değişen giderler** (İşletme giderleri) (Variable costs, Operating costs): Makina kullanımıyla doğru orantılı olarak artan giderlerdir.

Yakıt gideri (Fuel cost)

Yağ gideri (Lubrication cost) Bakım gideri (Maintenance cost) Onarım (Tamir) gideri (Repair cost) İşçilik gideri (Labor cost)

• **Zamanlılık** (Zamansızlık) giderleri (Timeliness costs)

• **Amortisman**, bir makinanın değerinde kullanım ve/veya zaman etkisiyle ortaya çıkan azalmadır. Bir makina işletme dışı bırakıldığı zaman, kendisini tam olarak amorti etmelidir. Diğer bir deyişle, her yıl makina için ayrılan amortisman bedeline makinanın elden çıkarıldığı zamanki değeri (hurda değeri) eklendiğinde yeni bir makina alınabilmelidir.

Bir makinanın hizmet dışı bırakılması çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Bunlar arasında

- Mevcut makinanın yıpranması
- Mevcut makinanın modelinin / teknolojisinin eskimesi
- Mevcut makinanın giderlerinin artması
- Mevcut makinanın kapasitesinin yetersizliği

- Mevcut makinanın güvenilir olmaktan çıkması
- Vergi ve/veya kredi teminindeki avantajlar
- Övünme veya prestij kazanma isteği sayılabilmektedir.

Amortisman gideri Mühendislik Ekonomisi analizlerine ilişkin nakit akışlarında yer almamakla birlikte, miktarı ve zamanlaması ödenecek vergi miktarını etkiler. Yürürlükte olan vergi yasaları, bir malın amortismanına tabi ömrü boyunca her yıl için hesaplanan amortisman bedelinin; gelirden düşülmesine izin vermektedir. Bu sayede ödenecek vergi azalmakta ve vergi sonrası gelirden artış olmaktadır. Makine, ekipman, tezgah ve bina için yapılan yatırımlar, amortisman kapsamında olup; bu yatırımlara sabit sermaye yatırımı adı verilmektedir. Bu tip yatırımlar uzun vadeli yatırım özelliği gösterir. Amortisman hesaplamalarında makinanın ömrü (kullanım süresi) özel bir önem göstermektedir. Amortisman gideri yıllık olarak hesaplandığı için, makine değerinin kaç yıla dağıtılacağı; ayrılması gereken amortisman miktarını doğrudan etkilemektedir.

Bir makine için genel olarak üç türlü ömür tanımı yapılmaktadır (Hunt and Wilson 2016). Bunlar:

- Fiziksel ömür (Physical life): Bir makinanın tamir edilemez duruma gelinceye kadarki servis ömrüdür. Bu ömür değeri oldukça uzundur.

- Muhasebe ömrü (Accounting life): Bu değer daha önceki kullanım tecrübeleri ya da imalatçının tavsiyelerine göre önceden tahmin edilen teknik kullanım süresidir. Bu tahminde genellikle aşınma kullanılamazlığı göz önüne alınır.

- Ekonomik ömür (Economic life): Amortismanına esas ömrün belirlenmesi için en uygun olan kavram budur. Bir makinanın ekonomik ömrü, ilk satın alınışından itibaren o makineyi yenisiyle değiştirmenin daha ekonomik olduğu zamana kadar

geçen kullanım süresi olarak tanımlanmaktadır. Bu şekilde hizmet dışı bırakılan bir makine çoğu durumda hala iş görebilir, ancak bu ekonomik değildir.

Amortisman Hesaplama Yöntemleri (Dinçer 1976, Hunt and Wilson 2016)

Doğru Hat Yöntemi (Straight Line Method):

Bu yöntemle amortisman hesabında iki yaklaşım söz konusudur. Birinci yaklaşımda makina başlangıçta öngörülen süre kadar kullanılır ve bu durumda amortisman sabit gider olma özelliği gösterir. Buna göre yıllık olarak ayrılacak amortisman gideri şöyle bulunabilir:

$$D = (P - S) / L$$

D : Yıllık amortisman ödemesi (Annual depreciation charge) (TL/yıl)

P : Makinanın satın alma bedeli (Purchase price) (TL)

S : Makinanın hurda değeri ya da satış fiyatı (Salvage or selling price) (TL)

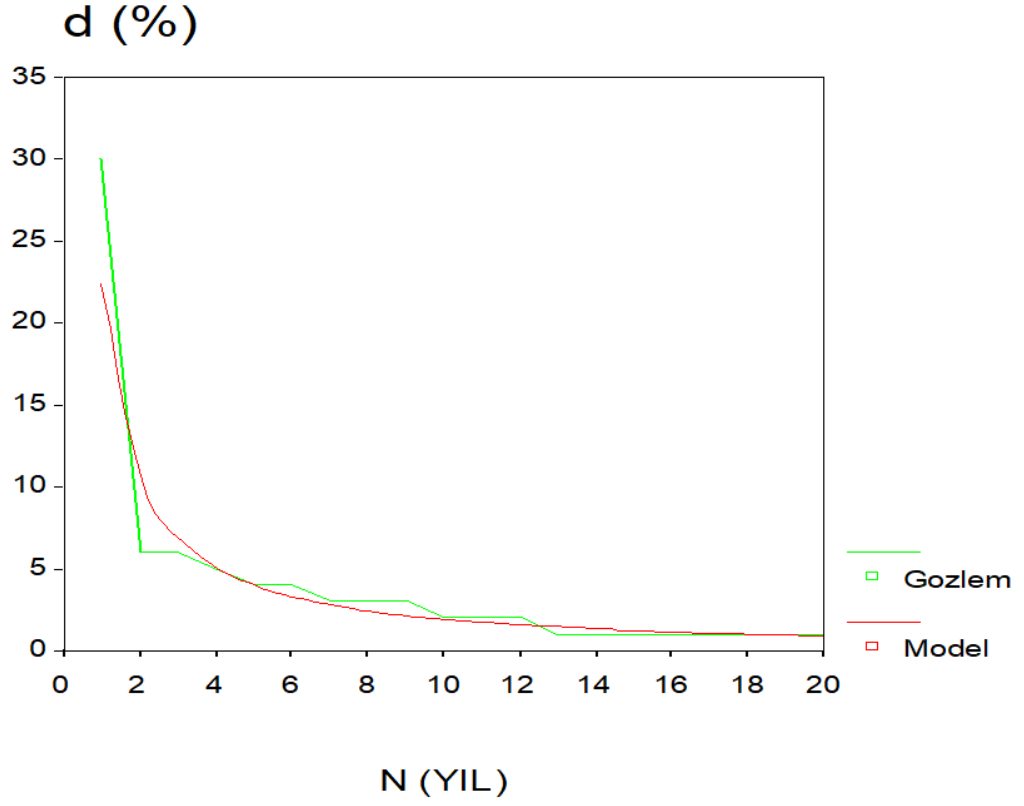
L : Makinanın alınmasıyla satılması arasında geçen zaman ya da ekonomik ömür (yıl)

İkinci yaklaşımda ise D, P ve S parametreleri daha önce tanımlandığı şekliyle olmasına karşın, L parametresiyle "İş ünitesi olarak makinanın kullanım süresi" gösterilmektedir. Burada L'nin birimi h, ha, ton vb olabilmektedir.

Bu yaklaşım amortismanın sabit gider olarak değil, değişen gider olarak göz önüne alınmasını öngörmektedir. Yaklaşımına göre, eğer bir makinanın hizmet dışı kalması "Aşınma kullanılamazlığı" nedeniyle başlangıçta öngörülen süreden daha önce gerçekleşiyorsa; amortisman bu durumda sabit gider olarak değil değişen gider olarak göz önüne alınmalıdır.

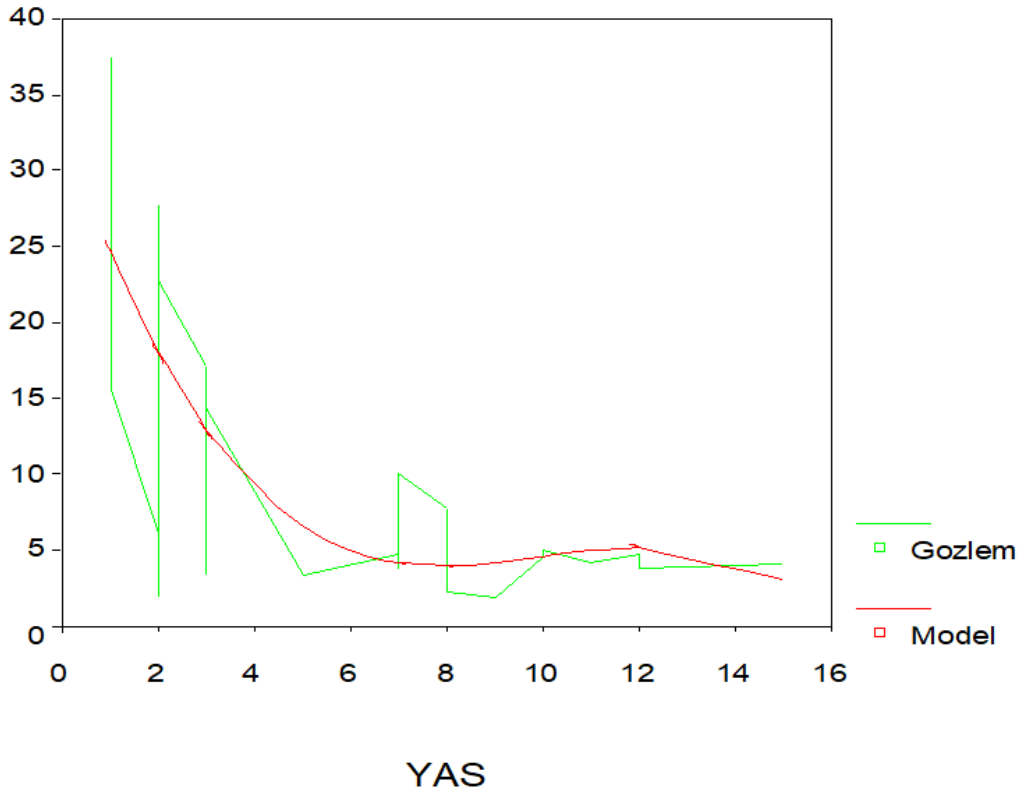
Bu yaklaşımda yukarıdaki formülle belirlenen amortisman (D), TL/h, TL/ha, TL/ton vb birimleriyle ifade edilmektedir.

ABD koşullarında traktörlerin kullanım süresine (N) bağlı yıllık amortismanın (d) tahmin edilen oranları (Hunt 2001).



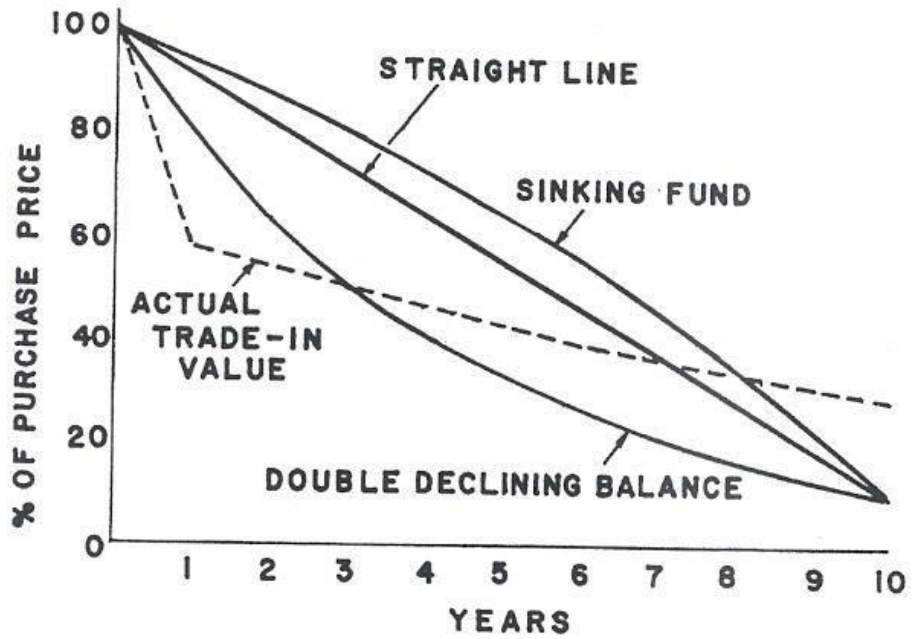
Ankara Yöresinde İkinci El Pazarındaki Traktörler İçin Belirlenen [Amortisman gideri (D) / Satın alma bedeli (PP)] Değerlerinin Yaşa Bağlı Değişimi (Başol Akyüz ve Vatandaş 2015)

D/PP (%)



Amortisman Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

(Hunt and Wilson 2016)



Tarım makinelerinde edinme maliyetinin yüzdesi olarak kalan değeri belirlenmesi (Özmerzi ve ark. 2004).

Traktör	68 x (0.920) ⁿ
Biçerdöver, pamuk hasat mak., k.y. biçme mak.	64 x (0.885) ⁿ
Balya mak., silaj mak., üfleyiciler, k.y. ilaçlama mak.	56 x (0.885) ⁿ
Diğerleri	60 x (0.885) ⁿ
n- kullanılan yıl sayısı	

Tarım Makinelerinin Yıllık Kullanımlarına Bağlı Olarak Tahmini Yararlı Mekanik Ömürleri (Yıl). (Culpin 1975).

M a k i n a	Yıllık kullanım (saat)					
	25	50	100	200	300	
Grup 1:						
Pulluk, kùltivatör, dişli tırmık, merdane set yapma mak., basit patates fide dikme düz. ve tohum temizleyiciler	12+	12+	12+	12+	10	
Grup 2:						
Diskaro, mısır ekim mak., biçer-bağlar, kurutucular, yem değirmen ve karıştırıcıları	12+	12+	12	10	8	
Grup 3:						
Biçer-döverler, devşirmeli balya mak.; Döner kùltivatörler, hydr.yükleyiciler	12+	12+	12	9	7	
Grup 4:						
Biçme mak., silaj has.mak., ot tırmıkları, yan tırmıklar, çit biçme mak., yarı oto. patates ekim-dikim mak., mek.seyreltme mak.	12+	12	11	8	6	
Grup 5:						
Min.gübre dağ.mak., korb.ekim mak., Ahır güb.dağ.mak., patates sökme mak., pülverizatörler	10	10	9	8	7	
Çeşitli :						
Pancar has. mak.	11	10	9	6	5	
Patates has. mak.	-	8	7	5	-	
Süt sağma mak.	-	-	-	12	10	
Yıllık kullanım (saat)						
	500	750	1000	1500	2000	2500
Traktörler	12+	12	10	7	6	5
Elektrik motorları	12+	12+	12+	12+	12	12

Tarım Makinalarında Mekanik Ömür (ASAE Data: ASAE D230.2)

Makina	Mekanik Ömürü, h
Sabit güç ünitesi	12 000
Traktörler	12 000
Biçer-döverler	2 000
Patates/pancar hasat mak.	2 500
Pamuk hasat mak.	2 000
K.Y.biçme mak.	2 500
Biçme mak.	2 000
Koşullandırıcılı biçme mak.	2 500
Ot vagono	5 000
Ot tırmıkları	2 500
Balya mak.	2 500
Silaj üfleme mak.	2 000
Silaj has.mak.	2 000
Mısır hasat mak., mısır başlığı	2 000
Gübreleme mak. (sıvı/katı)	1 200
Ahır güb. dağ. mak.	2 500
İlaçlama mak. (asma tip)	1 200
İlaçlama mak. (K.Y.)	2 000
Ekim mak.	1 200
Toprak işleme mak.	2 500
Tesviye mak.	2 500
Ön/arka yükleyiciler	2 500

FAİZ GİDERİ

Faiz gideri makinaya yatırım yapıldığında, vazgeçilen sermaye getirisini karşılamak üzere ayrılan paradır (Peşin makina alımında). Makina kredili olarak alınmışsa, ödenen kredi faizi, faiz gideri olarak alınır. Her iki durumda da faiz gideri yatırım sermayesine bağlı olarak hesaplanmaktadır. Ancak amortisman nedeniyle faizlendirilmesi gereken sermaye her yıl azalma gösterir. Faiz giderinin her yıl için eşit miktarda hesaplanmak istenmesi durumunda, makinanın hizmet süresi boyunca ortalama yatırım sermayesinin bilinmesi gerekir.

Hurda değeri göz önüne alınmadan bir makina için yıllık faiz gideri, (i) hizmet süresi içindeki yıllık ortalama faiz oranını (ondalık) göstermek üzere :

$$FG = V_{ort} * i$$

olarak hesaplanabilmektedir. Burada makinanın faize esas ortalama yatırım sermayesi (V_{ort}), ilk satın alma bedeline (P) bağılı olarak,

$$V_{ort} = P / 2$$

şeklinde alınabilmektedir.

Hurda değerinin (S) göz önüne alınması durumunda ise yukarıdaki formülde

$$V_{ort} = (P + S) / 2$$

olarak alınmaktadır (Dinçer 1976).

Enflasyonlu şartlarda yukarıda verilen faiz oranı her yıl için "reel faiz oranı" şeklinde alınmaktadır. Reel faiz oranının (i_r) hesabı şöyle yapılabilmektedir (Hunt 2001):

$$i_r = (i_n - i_i) / (1 + i_i)$$

Bu formülde,

i_n : Nominal faiz oranı (Banka faizi oranı) (ondalık),

i_i : Yıllık enflasyon oranı (ondalık)'dir.

Koruma (Muhafaza) Gideri

Koruma gideri, ekipmanların olumsuz dış etkilerden korunması için kullanılan binanın kira bedeli olarak öngörülmektedir. Koruma amacıyla kullanılan hangarın içinde makinanın işgal ettiği hacim başına düşen yıllık kira değeri, o makinanın yıllık koruma giderini oluşturmaktadır. Makina açıkta bırakılsa bile koruma giderinin hesaplanması ve maliyete dahil edilmesi tavsiye edilmektedir. Çünkü bu durumda makinada ek korozyonlar meydana gelebilmekte ve bunların giderilmesi de ek

giderler oluşturabilmektedir. Koruma giderinin hesabı için bilinen bir yıllık kira değeri varsa bu değer dikkate alınır. Böyle bir değer bulunmaması durumunda ise, makina tipine ve satın alma bedeline göre ifade edilen bazı oranlar kullanılabilir. Buna göre Türkiye koşullarında traktör veya biçerdöver gibi motorlu makineler için yıllık koruma gideri, satın alma bedelinin %1'i, ekipmanlar için ise %0,25-0,5'i aralığında alınabilmektedir (Dinçer 1976, Özmerzi ve ark. 2004).

Değişen Giderler

Yakıt ve Yağ Giderleri

Yakıt Gideri :

Saatlik (TL/h) = Yakıt tüketimi (litre/h) * Yakıtın birim fiyatı (TL/litre)

Birim alana (TL/ha) = Birim alana yakıt tüketimi (litre/ha) * Yakıtın birim fiyatı (TL/litre)

Yağ Gideri :

Saatlik (TL/h) = Yağ tüketimi (litre/h) * Yağın birim fiyatı (TL/litre)

Birim alana (TL/ha) = Birim alana yağ tüketimi (litre/ha) * Yağın birim fiyatı (TL/litre)

Bakım ve Onarım Giderleri

• Birikimli bakım ve onarım giderleri (ASABE 2011):

$$C_{rm} = (RF1) * P * (h / 1000)^{RF2}$$

C_{rm} : Birikimli (Eklemeli) bakım ve onarım gideri (TL)

P: Makinanın hali hazırda geçerli olan liste fiyatı (TL)

(İlk satın alma fiyatının kullanılması halinde enflasyonun etkisi göz önüne alınmalıdır)

h: Makinanın birikimli kullanım süresi (h)

RF1-RF2 : Bakım ve onarım gideri faktörleri

Bu eşitlikle tahmin edilen bakım ve onarım giderine değişen tüm parçaların giderleri, sarf malzemeleri, atölye genel giderleri ile bakım ve onarım işçiliği giderleri dahildir.

Alet ve Makinalara İlişkin RF1 ve RF2 Değerleri (ASABE 2011).

Alet ve Makinalara İlişkin RF1 ve RF2 Değerleri (ASABE 2011).

Alet-Makina	RF1	RF2
Traktör (2 WD)	0,007	2,0
Traktör (4 WD, Tırtıllı)	0,003	2,0
Kulaklı pulluk	0,29	1,8
Diskli pulluk	0,18	1,7
Tandem diskli tırmık	0,18	1,7
Tarla kültüvatörü	0,27	1,4
Yaylı tırmık	0,27	1,4
Sıra arası kültüvatörü	0,17	2,2
Döner tırmık	0,36	2,0
Sıraya ekim makinası	0,32	2,1
Tahıl ekim makinası	0,32	2,1
Biçerdöver (Kendiyürür)	0,04	2,1
Biçme makinası (Biçaklı)	0,46	1,7
Biçme makinası (Döner)	0,44	2,0
Biçici+Şartlandırıcı (Döner)	0,16	2,0
Balya makinası (Dikdörtgen)	0,23	1,8
Balya makinası (Silindirik)	0,43	1,8
Şeker pancarı hasat makinası	0,59	1,3
Patates hasat makinası	0,19	1,4
Pamuk toplayıcı (Kendiyürür)	0,11	1,8
Kimyasal gübre dağıtma makinası	0,63	1,3
Tarla pülverizatörü	0,41	1,3
Hava akımlı pülverizatör	0,20	1,6

Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (TİGEM) ait 4 işletmede kullanılan 1974-75 modellerindeki toplam 61 adet MF 185 ve Ford 6600 traktörleri üzerinde yapılan araştırmada, bu traktörlerin bakım ve onarım gideri faktörleri RF1=0,0007 ve RF2=2,44 olarak belirlenmiştir (Katı 2004).

Değişik kullanım düzeylerinde edinme maliyetinin yüzdesi olarak bakım ve onarım maliyetleri (Özmerzi ve ark 2004).

		Yaklaşık yıllık kullanım (h)				Her 100 h'lik kullanım fazlası için eklenecek olan
		500	750	1000	1500	
Traktörler		%5.0	%6.7	%8.0	%10.5	%0.5
		Yaklaşık yıllık kullanım (h)				Her 100 h'lik kullanım fazlası için eklenecek olan
		50	100	150	200	
		%	%	%	%	
Hasat makineleri	Kendi yürür ve çekilir tip motorlu biçerdöverler	1.5	2.5	3.5	4.5	2.0
	Pto tahrikli biçerdöver, devşirmeli balya mak., patates ve pancar hasat mak., duyarlı silaj hasat mak.	3.0	5.0	6.0	7.0	2.0
Grup 1	Pulluk, kültüvatör, dişli tırmık, çapa, patates sökme mak.	4.5	8.0	11.0	14.0	6.0
Grup 2	Döner kültüvatör, biçme mak., b,çerbağlar, biçme-namlu yapma mak.	4.0	7.0	9.5	12.0	5.0
Grup 3	Diskaro, Mineral gübre dağıtım mak., ahır güb. Dağıtım Mak., kombine ekim mak., pülverizatörler, çit biçme mak.	3.0	5.5	7.5	9.5	4.0
Grup 4	Ot tırmıkları, yan tırmıklar, ekim mak., vürmalı tip biçme mak., yan oto. Patates ekim-dikim mak., seyreltme mak.	2.5	4.5	6.5	8.5	4.0
Grup 5	Mısır ekim mak., süt sağma mak., hidrolik yükleyiciler, basit patates dikme düzenleri	2.0	4.0	5.5	7.0	3.0
Grup 6	Harman mak., yem karıştırma mak., çekiçli değirmenler, tohum temizleme mak., kurutucular	1.5	2.0	2.5	3.0	0.5

Değişik Kullanım Düzeylerinde Edinme Maliyetinin Yüzdesi
Olarak Bakım-Onarım Maliyetleri (Culpin 1975).

	Yaklaşık Yıllık Kullanım (Saat)				Her 100 (h) lik kullanım fazlası için eklenecek olan
	500	750	1000	1500	%
Traktörler	5	6.7	8.0	10.5	0.5
	Yaklaşık Yıllık Kullanım (Saat)				Her 100 (h) lik kullanım fazlası için eklenecek olan
	50	100	150	200	%
Hasat Makinaları :	%	%	%	%	%
Kendi yürür ve çekilir tip-motorlu biçer-döverler	1,5	2,5	3,5	4,5	2,0
pto tahrikli b.d.; devşirmeli balya mak.; patates ve pancar hasat mak.; duyarlı silaj hasat mak.	3,0	5,0	6,0	7,0	2,0
Diğer Alet ve Makinalar :					
Grup 1 :					
Pulluk, kültivatör, dişli tırmık, çapa, patates sökme mak.(normal toprakta)	4,5	8,0	11,0	14,0	6,0
Grup 2 :					
Döner kültivatör, biçme mak., b.bağlar, biçme-namlu yapma mak.	4,0	7,0	9,5	12,0	5,0
Grup 3 :					
Diskaro, Min.gübre dağıtım mak., ahır güb.dağıtım mak., komb. ekim mak., patates ekim mak., pülverizatörler, çit biçme mak.	3,0	5,5	7,5	9,5	4,0
Grup 4 :					
Ot tırmıkları, yan tırmıklar, ekim mak., yurmalı tip biçme mak., yarı oto.patates ekim-dikim mak., seyreltme mak.	2,5	4,5	6,5	8,5	4,0
Grup 5 :					
Mısır ekim mak., süt sağma mak., hidrolik yükleyiciler, basit patates dikme düzenleri	2,0	4,0	5,5	7,0	3,0
Grup 6 :					
Harman mak., yem karıştırma mak., çekiçle değirmenler, tohum tem.mak., kurutucular	1,5	2,0	2,5	3,0	0,5

İşçilik Gideri

İki Akslı Traktörle Yapılan Bazı İşlemlerde Parsel Büyüklüğüne Bağlı Olarak İşgücü İhtiyacı

Yapılan İş	İş genişliği (m)	İşgücü saati/ha Parsel büyüklüğü			
		0,2	0,5	1	2
Pullukla sürme	0,55	11	7,9	6,6	5,6
	0,65	9,8	6,8	5,6	4,8
	0,85	7,7	5,3	4,2	3,6
	1,00	6,8	4,6	3,7	3,1
	1,15	5,9	4,0	3,2	2,7
Kültüvator geçirme	1,5	2,8	1,8	1,5	1,3
	2,0	2,3	1,5	1,2	1,0
	2,5	2,1	1,3	1,0	0,8
	3,0	1,9	1,2	0,9	0,7

Zamanlılık (Zamansızlık) Gideri

(Timeliness Cost) (Evcim 1990)

$$W = (K_3 * A^2 * Y * V) / (Z * G * C_i * PWD)$$

W : Yıllık zamanlılık gideri (TL)

K₃ : Zamanlılık katsayısı (1/gün)

A : Makinanın kullanılacağı arazi büyüklüğü (ha)

Y : Ürün verimi (t/ha)

V : Ürün fiyatı (TL/t)

Z : İşlem optimum zamanı ortalayacak şekilde yapılıyorsa 4, bu zamanın başında ya da sonunda yapılıyorsa 2 alınır

G : Günlük çalışma süresi (h/gün)

C_i : Makinanın alan kapasitesi (ha/h)

PWD: Makinanın işlem dönemine ilişkin çalışılabilir gün olasılığı

(ondalık)

Zamanlılık Katsayısı

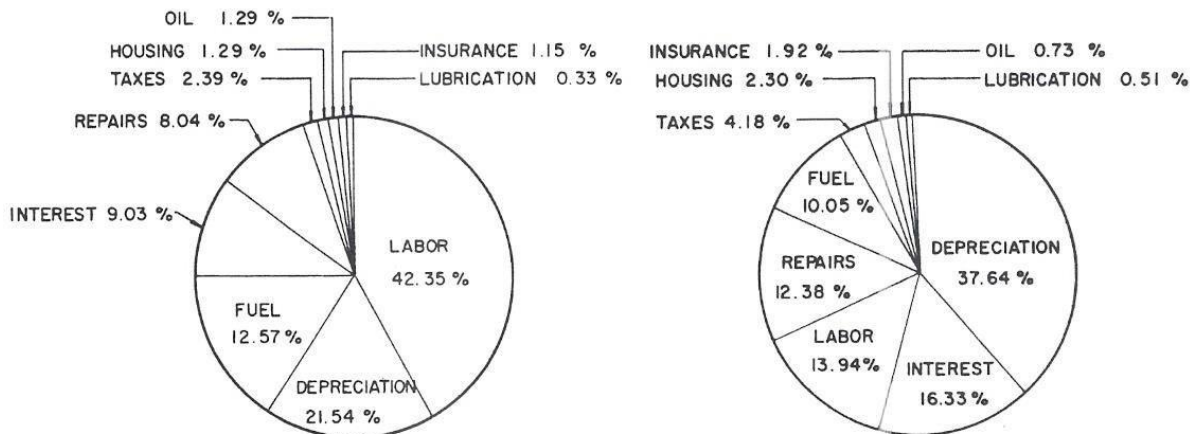
Zamanlılık katsayısı, zamanlılık giderinin takvim günüyle doğrusal olarak değiştiği varsayımına dayalıdır ve optimum günden önce veya sonraki beher gün için; maksimum ürün değerinden birim alanda ortaya çıkacak ondalıklı azalmayı tanımlar. Güvenli değerleri ancak yöresel araştırmalardan sağlanabilir.

Örneğin bir mekanizasyon işleminin 10 gün gecikmesi potansiyel ürün gelirinde % 5'lik bir azalmaya neden oluyorsa, bu işlemin alan birimi başına zamanlılık katsayısı $0,05/10 = 0,005$ 1/gün'dür. Buna göre 6 ha alana ekili, 1000 TL/ha gelir potansiyeline sahip bir ürüne ait söz konusu işlemin optimumdan 7 gün gecikmesinin zamanlılık maliyeti,

$$0,005 \text{ 1/gün} * 6 \text{ ha} * 1000 \text{ TL/ha} * 7 \text{ gün} = 2100 \text{ TL}$$

olacaktır. ABD koşullarında elde edilen verilere göre örneğin Ohio eyaletinde mayıs ayında buğday hasadına ilişkin zamanlılık katsayısı 0,005 1/gün; Illinois eyaletinde soyada sıra arası çapalama için zamanlılık katsayısı 0,011 olabilmektedir.

ABD Koşullarında Traktörler (solda) ve Biçerdöverler (sağda) İçin Giderlerin Dağılımı (Hunt 2001).



Bir İş Makinasının Yıllık Toplam Gideri (Hunt 2001)

$$AC = \frac{(FC\%)P}{100} + \frac{cA}{Swe} [(R \& M)P + L + O + F + T]$$

AC: İş makinasının yıllık toplam gideri (TL/yıl)

FC%: Yıllık sabit gider oranı (%)

P: Makinanın satın alma bedeli (TL) c : Sabit (10)

A: Makinanın yılda kullanıldığı alan (ha) S : Makinanın çalışma hızı (km/h)

w: Makinanın yararlı iş genişliği (m) e : Tarla etkinliği (ondalık)

R&M: İş makinası için bakım ve onarım gideri faktörü (Kullanım saati başına satın alma bedelinin ondalık değeri olarak)

L: İşçilik ücreti (TL/h)

O: Yağ gideri (TL/h)

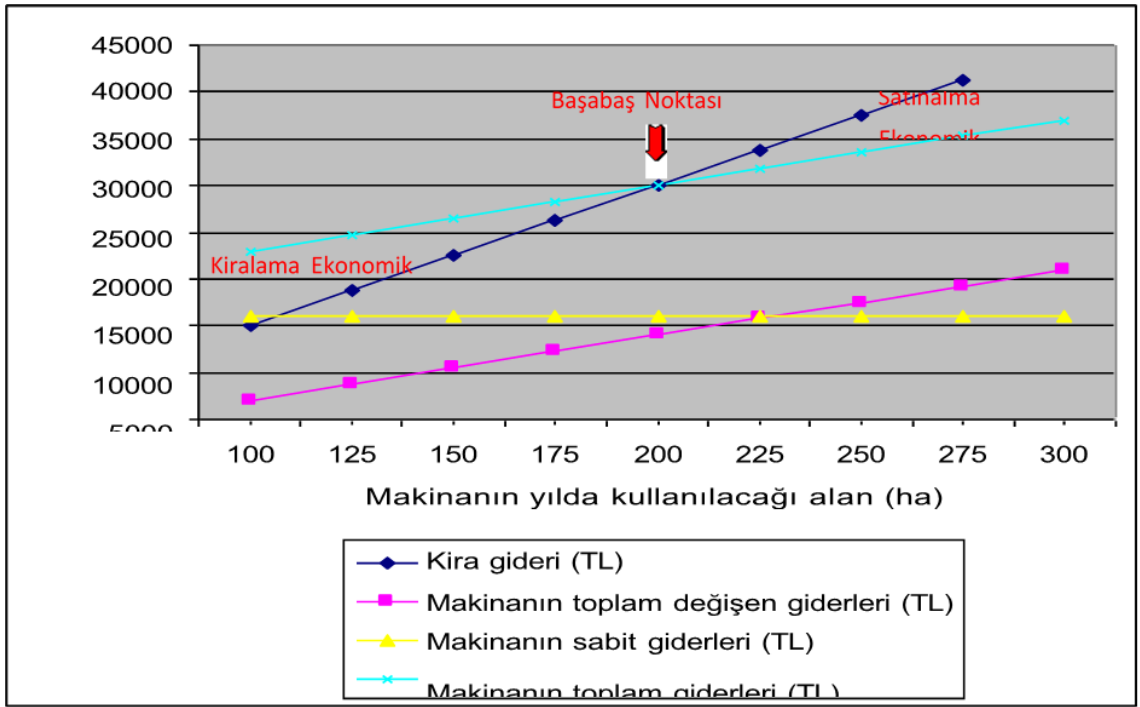
F: Yakıt gideri (TL/h)

T: Traktörün makinayı çalıştırması sırasındaki giderleri (TL/h) (Bu giderlere yukarıda yer alan işçilik, yağ ve yakıt giderleri dahil olmayıp, bunların dışında kalan traktör sabit ve değişen giderleri dahildir. İş makinasının kendi yürür olması durumunda T=0 alınır).

Makinaların Yenilenmesi Kararı

Satın Alma ya da Kiralama Kararı Nasıl Alınmalı ?

Grafikte yer alan doğruların kesiştiği noktaya (Başabaş noktası, break-even point) kadar kiralama, bu noktadan sonra ise satın alma ekonomiktir. Başabaş noktasının yeri: $\text{Makinanın yıllık toplam sabit giderleri (TL)} / [\text{Kira ücreti (TL/ha)} - \text{Değişen giderler (TL/ha)}]$



Buradaki başabaş noktası

"Minimum area for machinery ownership"

"Minimum area at which ownership"

"The minimum area of cereals needed to justify the purchase a new machine" şeklinde ifade edilebilmektedir (Landers 2000).

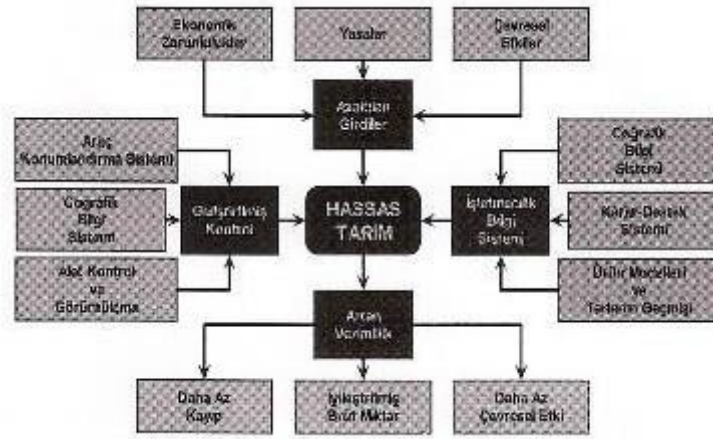
Yapılan analiz ise "Break-even production area analysis" adıyla anılmaktadır.

Kâr-Zarar İlişkisi

Gayri safi üretim değeri (GSÜD) (TL) = Üretim miktarı (kg) * Birim fiyat (TL/kg)

Brüt kâr = GSÜD - Değişen giderler Net kâr = Brüt kâr - Sabit giderler

Hassas Tarımda Makine İşletmeciliği



Traktörün ve Operatörün Tarlada Çalışabilirliği

Çalışılabilir Gün Olasılığı

Yağış, hava sıcaklığı veya nem gibi iklim faktörleri, tarla çalışmalarını sınırlandırabilir. İklimdeki değişkenlik fazla olduğundan, belirli bir dönem için çalışılabilir gün sayıları olasılıklı olarak hesaplanabilir. Çalışılabilir gün sayılarının güvenli tahmini, yöresel verilere bağlı olarak ve belirli tasarım olasılığı düzeyleri için (% 50, 60, 70, 80, 90, 95 gibi) yapılabilir. Genel bir yaklaşımla 2,6 mm ve daha fazla yağmur yağışı o günü çalışılmaz kılar.

Traktörün ve Operatörün Çalışabilirliği

- En son günde saptanan yağış miktarı $\leq 2,5$ mm
- Bir gün önceki yağmur yağışı toplamı $\leq 5,1$ mm
- İki gün önceki yağmur yağışı toplamı $\leq 7,6$ mm
- Ortalama günlük hava sıcaklığı $\geq 4,4$ °C
- O günkü kar yağışı = 0 mm
- Önceki haftada saptanan yağmur yağışı toplamı $\leq 12,7$ mm

olduğunda o gün "ÇALIŞILAMAZ"

Tarlada Çalışılabilir Günlerin Hesabında

Hafta tatili verilebilir. Çiftçinin ürününü satması için haftada 1 gün ayrılabilir. Milli ve dini bayram günleri çalışılmaz günler olarak ayrılabilir.

ÖRNEK:

Bir yörede sonbaharda tarla hazırlığı ve ekim işlemleri 1Eylül-30Ekim tarihleri arasında yapılmaktadır. Bu döneme ait 31 yıllık yağış vb meteorolojik veriler temin edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda takvim günü sayısının 60 olduğu bu dönem için 31 yıllık meteorolojik verilerle ortalama çalışılabilir gün sayısı $X_{ort} = 45$ gün olarak bulunmuştur. Buna göre söz konusu koşullarda çalışılabilir gün oranı $= 45/60=0,75$ olarak hesaplanabilir. Bu değer basit olasılık yaklaşımıyla elde edildiğinden, yanında herhangi bir olasılık düzeyi bildirilemez.

Çalışılabilir gün sayısını belirli bir tasarım olasılığı düzeyinde elde etmek için:

$$Z = X_{ort} \pm t * S_{x-ort}$$

eşitliği kullanılmaktadır. Bu eşitlikte:

Z: Belirli bir tasarım olasılığı (ihtimal) düzeyi için çalışılabilir gün sayısı

t: Belirli bir tasarım olasılığı ve serbestlik derecesi için t dağılımı tablosundan alınan değer

S_{x-ort} : Ortalamanın standart hatasıdır.

Yanılma olasılığını azaltmak için yukarıdaki (\pm) işareti yalnızca (-) olarak kullanılır.

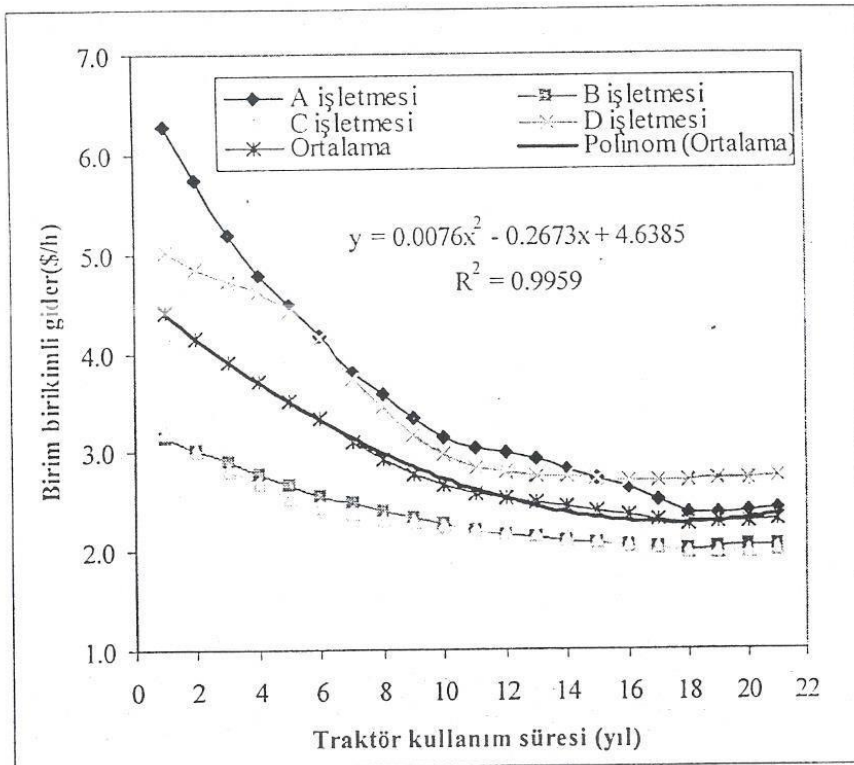
Örnek yörede ilgili dönem için yapılan hesaplamalar sonucunda % 80'lik tasarım olasılığı (ihtimal) düzeyi için $Z = 42,98$ gün olarak bulunmuştur. 1 Eylül-30 Ekim tarihleri arasında milli bayram günleri sayısı 1'dir. Dini bayram günleri takvim

içinde sürekli yer değiştirdiği için bunların yılda toplam 7 gün olduğu göz önüne alınarak, adı geçen 60 takvim günü için dini bayram günü sayısı = $(60 \cdot 7) / 365 = 1,15$ gün şeklinde hesaplanmıştır. Buradan % 80 ihtimalli net çalışılabilir gün sayısı = $42,98 - (1+1,15) = 40,83$ gün olarak bulunmuştur.

Yıllık Giderler ve Birikimli Giderlere Bağlı Olarak En Uygun Değişirme Zamanının Belirlenmesi(Hunt 2008)

(Burada gider hesabına amortisman, faiz ve diğer sabit gider kalemleri ile onarım giderleri dahil edilmektedir)

Birim Birikimli Giderlerin Makine Kullanım Süresiyle İlişkisi (Kati 2004) Birim birikimli giderler, amortisman, faiz, bakım ve onarım giderlerinin birikimli kullanım saati başına düşen toplam değerini içermektedir. Verilen eğrilerin minimum noktası, yenileme zamanı olarak kabul edilmektedir.



Yenileme Zamanının Hesabı

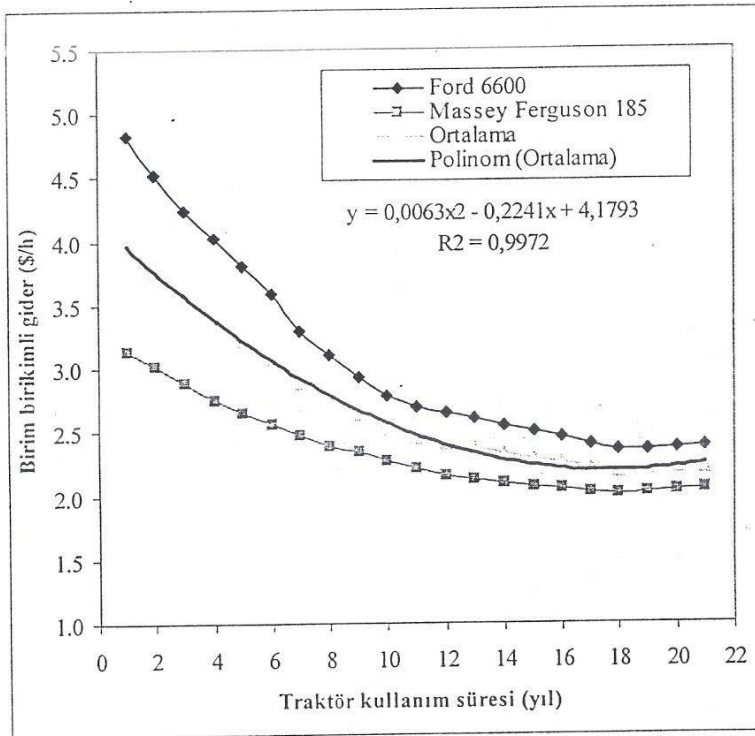
Şekilde ortalamalara ait polinomun denklemi:

$$y = 0,0076 * x^2 - 0,2673 * x + 4,6385$$

şeklinde verilmiştir. Burada minimum x değeri denklemin birinci türevinin sıfıra eşitlenmesiyle bulunmaktadır. Buna göre:

$dy / dx = 2 * 0,0076 * x - 0,2673 = 0$ ifadesinden yenileme zamanı $x = 17,6$ yıl olarak bulunur.

Birim Birikimli Giderlerin Farklı Traktörler İçin Değişimi (Her iki marka traktör için maksimum yararlı motor gücü 57 kW'dır)



Ortak Makina Kullanımının Amaçları/Yararları

- Makinaların satın alınması aşamasında satın alma giderlerini birden fazla kişiye bölüştürerek, kişi başına yapılacak harcamayı azaltmak
- Makinaların kullanım miktarını artırmak
- İş ünitesi başına düşen sabit gider payını azaltmak
- Makina kullanımını (mekanizasyon düzeyini) yükseltmek
- Sınırlı işletme büyüklüğü ve/veya sermaye yetersizliğinin olumsuz etkilerini azaltmak
- Atıl makina kapasitesini kullanmak
- Makinalar daha hızlı hizmet dışı kalacağı için teknolojik yenilenmeyi artırmak, imalat sektörünün gelişimine katkıda bulunmak

Ortak Makina Kullanımının Sakıncaları

- Makine talebinin arzın üzerinde olması durumunda, öncelikle sıkıntılar yaşanabilir
- Bir yörede aynı zamanda aynı tür işler yapıldığından, makinaların işe hazır bulundurulmalarında sıkıntılar yaşanabilir
- Makina müşterek mülkiyetli olduğu için onu kullananlar yeterli özeni göstermeyebilirler ve bu nedenle arıza olasılığı yükselir
- Ortaklardan kaynaklanan anlaşmazlıklar ortaya çıkabilir
- Bazı ortaklar ödeme vb konulardaki yükümlülüklerini yerine getirmeyebilirler

Ortak Makine Kullanım Şekilleri

- Devlet Makine Parklarından Yararlanma
- Sivil Örgütlenme Şeklinde Ortak Makine Kullanımı

- Komşulararası yardımlaşma
- Makine müteahhitliği
- Makine ortaklığı
- Makine kooperatifleri
- Makine birlikleri (ringleri)