

Toprak Frezesi Bıçaklarının Farklı Çalışma Hızlarındaki Aşınma Durumlarının İncelenmesi

Halil ÜNAL*

Zeynal TÜMSAVAŞ**

ÖZET

Bu çalışmada, killi toprakta yerli yapım bir toprak frezesinin işleyici bıçaklarının, iki farklı ilerleme hızındaki aşınma durumu ve aşınmayla kaybedilen malzeme miktarının enerji eşdeğeri belirlenmiştir.

Düşük ilerleme hızında (2.3 km/h), bir bıçaktaki ağırlık ve yüzey alanı aşınması ortalama olarak sırasıyla 8.8 ± 0.513 g/ha ve 1.5 ± 0.083 cm²/ha bulunmuştur. Yüksek ilerleme hızında ise (5.5 km/h), sırasıyla 1.8 ± 0.177 g/ha ve 0.43 ± 0.025 cm²/ha belirlenmiştir. Mevcut özelliğe sahip freze bıçağı ile mevcut toprak koşulunda sürüm yapıldığında, düşük hızda yaklaşık 300-400 da alan, yüksek hızda ise yaklaşık 1400-1500 da alan sürüldükten sonra işleme ömrünü tamamlayacağı belirlenmiştir. Ülkemizdeki toplam toprak frezesi makinası dikkate alındığında, 2.3 km/h ilerleme hızındaki bıçak malzemesinin yıllık aşınma miktarının 5730 t, kaybedilen enerjinin 497×10^6 MJ ve kaybedilen enerjinin hububat karşılığının da 33100 t olduğu bulunmuştur. 5.5 km/h ilerleme hızında bıçak aşınma miktarı, enerji kaybı ve kaybedilen enerjinin hububat karşılığı yaklaşık 5 kat azalmıştır.

***Anahtar Sözcükler:** Toprak işleme, toprak frezesi, bıçak aşınması, enerji.*

* Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Bursa.

** Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Bursa.

ABSTRACT

Examination of the Wear of the Blades of Rotary Cultivator in Different Speeds

In this study, the wear at two different operating speeds and the energy equivalent of the quantity of material lost due to wear of the blades of a domestic made rotary cultivator operating on a clay soil were determined, and thus the importance of wear was emphasized.

The wear in a blade operating at low (2.3 km/h) operating speed in terms of losses weight and surface area were found as 8.8 ± 0.513 g/ha and 1.5 ± 0.083 cm²/ha, respectively, on average; whereas these values were determined as 1.8 ± 0.177 g/ha and 0.43 ± 0.025 cm²/ha, respectively, at high (5.5 km/h) operating speed. It was also determined that the rotary blades will complete its tillage-life in the case of cultivation with the mentioned blades under the clay soil condition, after cultivating an area of nearly 300-400 da at low speed and approximately 1400-1500 da at high speed. According to the total rotary cultivator in Turkey, it was found that the annual wear of the blades in the machine was 5730 t, the energy lost was 497×10^6 MJ and the cereal equivalent of the energy lost was 33100 t, at the operating speed of 2.3 km/h. However, it was determined that the wear of blades, energy loss and the cereal equivalent of the energy loss were reduced nearly five times at the operating speed of 5.5 km/h.

Key Words: Soil tillage, rotary cultivator, blade wear, energy.

GİRİŞ

Toprağın işlenme kalitesini, toprağı işleyen alet veya makinaların tipi ve büyüklüğü geniş oranda etkiler. Alet veya makinanın toprak işleme organının şekli, malzemesi ve alet veya makine üzerindeki yeri nerede olursa olsun toprakta çalıştığı sürece aşınmaya, kırılmaya ve deformasyona uğramaktadır. Bunlardan kırılma ve deformasyon her zaman olmasa da, aşınma çalışma devam ettiği sürece meydana gelecektir. Aşınma miktarının az veya çok olması, işleyici organın malzeme niteliğine, şekline, çalışma şartlarına ve toprak özelliklerine göre değişiklik gösterecektir.

Aşınma nedeniyle toprak işleme aletlerinin iş organlarının şekil veya boyutlarındaki değişiklik toprak işlemenin kalitesini etkilediği gibi traktörün tüketeceği çeki gücünü arttırıcı yönde etkili olacaktır. Bu güç artışı fazladan enerji tüketimi anlamına da gelmektedir. Ayrıca, esas enerji kaybı, aşınma ile kaybedilen malzeme miktarıyla olmaktadır. Çünkü aşınarak toprağa karışan malzeme miktarı bir enerji karşılığında üretilmiştir. Bu miktarlar da Ülkemiz genelinde azımsanmayacak düzeydedir.

Karamış (1987), pulluk uç demirlerinde yaptığı araştırmasında, bir uç demirindeki ortalama aşınma miktarının 150 g/ha olduğu ve bir yılda yaklaşık 15 milyon hektar tarla arazisinin iki kez sürüldüğü düşünüldüğünde 4500 t çeliğin aşınma ile kaybolduğunu bildirmiştir. Ulusoy (1977) ve Karamış (1987) tarafından kültivatör uç demirlerinde 90 g/ha, tırmık dişlerinde 50 g/ha ve diskli tırmık disklerinde 135 g/ha aşınmanın olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise, pulluk uç demirinin 150 g/ha aşınma değerinden gidilerek yaklaşık 24.4 milyon hektar tarım arazisinin yılda iki kez sürüldüğü düşünülerek 22000 t çeliğin aşınarak toprağa karıştığını; bunun da kaybedilen enerji olarak 1900×10^6 MJ'e karşılık geldiğini ve tahıl karşılığı olarak da yaklaşık 133000 t tahıl kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Yüksel, 1988).

Rotovatör olarak adlandırılan toprak frezesi ülkemizin Ege ve Marmara Bölgelerinde yaygın olarak daha çok tohum yatağı hazırlığında kullanılmaktadır. Toprak frezesi dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde üzerine bindirilmiş bir ekim makinası ile hem tohum yatağı hazırlığı hem de ekim işlemini birlikte gerçekleştiren minimum toprak işleminin başlıca aracıdır. Toprak frezesi toprağı çok iyi karıştırma özelliğı ile tanınmaktadır. Karıştırmanın etkisi pulluğun karıştırma etkisinden yedi kat daha fazladır (Gökçebay, 1986). Dolayısıyla, freze bıçaklarının karıştırma etkisi, toprakta daha fazla aşınmasına veya kırılmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, Ülkemizde imal edilen toprak frezesi makinalarının büyük bir çoğunluğunun işleyici bıçakları sabit devir sayılarında döndüklerinden, ilerleme hızının bıçakların aşınmasına etkisi büyük olabilmektedir.

Bu çalışmada, yerli yapım bir toprak frezesinin işleyici bıçaklarının iki farklı ilerleme hızındaki çalışma koşullarına göre aşınma durumu ve aşınmayla kaybedilen malzeme miktarının enerji eşdeğeri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada 36 bıçaklı yerli yapım bir toprak frezesi kullanılmıştır. Traktör kuyruk milinden hareket alan frezenin işleyici organları (bıçakları), hareket yönüne dik ve toprak yüzeyine paralel olarak yataklanmış dönen bir mil (rotor mili) üzerine eşit aralıklarda kaynatılmış 9 adet daire kesitli flanş üzerine 4'er adet olarak sarmal bir şekilde ikişer adet civata ile bağlanmıştır. Bıçakların flanşlara bağlandığı sarmal açısı 10° 'ar derecedir. Denemede kullanılan makina ve freze bıçaklarına ait genel ölçüler çizelge I'de verilmiştir.

Çizelge I.
Toprak frezesinin genel ölçüleri

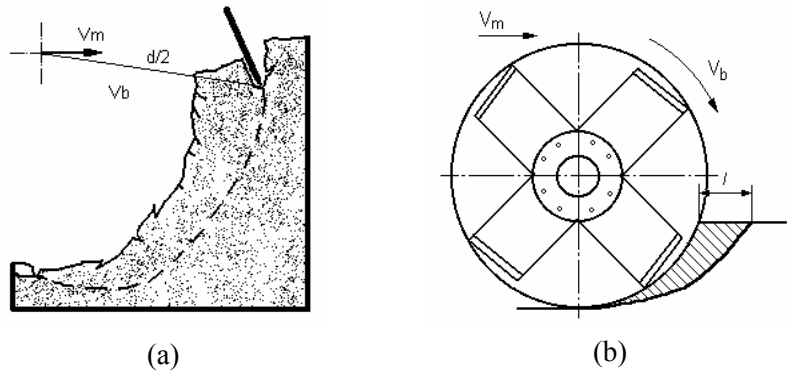
Ölçüm Yeri	Ölçüm Değeri
Makina Genel Ölçüleri	
Toplam uzunluk (arka kapak tam açık durumda)	1320 mm
Toplam genişlik	1710 mm
Toplam yükseklik (kızaklar tam kalkmış durumda)	1170 mm
Toplam iş genişliği	1500 mm
Toplam ağırlık	354 kg
Rotor Mili Ölçüleri	
Çapı	Ø 82 mm
Uzunluğu	1550 mm
Mil devir sayısı (540 PTO devrinde)	270 d/min
Flanş ve Bıçak Ölçüleri	
Bıçakların bağlandığı flanş sayısı	9
Her flanştaki bıçak sayısı	4
Flanş çapı	Ø 220 mm
Flanşlar arası uzaklık	155 mm
Bıçak tipi	Çapa
Ortalama bıçak ölçüsü (uzunluk x genişlik x kalınlık)	265 x 92 x 10 mm
Bıçak bükülme açısı	70°
Ortalama bıçak kesme dairesi çapı	Ø 470 mm
Ortalama bıçak ağırlığı	1403 g

Freze rotor milinin ilerleme yönüne göre yaptığı dönü hareketi ters yönlüdür. Freze bıçakları toprağı yukarıdan aşağıya doğru fırlatmaktadır. Fırlatılan toprak parçacıkları freze üzerinde bulunan sac örtüye çarparak iyi bir parçalanma ve karıştırılma özelliğı kazanmaktadırlar (Anonim, 1989).

Toprak frezelerinde toprağın parçalanması, freze rotor mili devir sayısı ile ilerleme hızına doğrudan bağlıdır. Bıçaklar ilerleme hareketi yanısıra dönü hareketi de yaptığından sikloid eğrisinden oluşan bir yörünge üzerinde hareket etmektedirler. Arka arkaya hareket eden bir flanş üzerindeki bıçakların toprak içerisindeki bu hareketleri toprak diliminin şeklini oluşturmaktadır. Bu dilimin büyüklüğü toprağın parçalanma derecesinde en önemli etkindir ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır (Gökçebay,1986; Ülger ve ark., 1996).

$$l = V_m \cdot 60/n \cdot z \quad (1)$$

Burada; l , bir freze bıçağı tarafından kesilen toprak dilimi uzunluğu (m); V_m , makinanın ilerleme hızı (m/s); n , freze rotor milinin devir sayısı (d/min) ve z , bir flanştaki bıçak sayısıdır. Ters yönlü çalışan freze bıçağının toprağı işleme şekli ve kopardığı toprak dilimi uzunluğuna ait görünüş şekil 1'de verilmiştir (Gökçebay, 1986; Okursoy, 1993).



Şekil 1.
Ters yönlü çalışan freze bıçağının toprağı işleme şekli (a)
ve kopardığı toprak dilimi uzunluğu (b)

Toprak frezesi bıçaklarının ağırlık ve yüzey alanı aşınma durumları incelenirken, aynı zamanda aşınmaya etkili olan bıçak çevre hızı ve bıçak çarpma sayısı da belirlenmiştir. Buna göre, freze bıçaklarının çevre hızı (V_b),

$$V_b = \pi \cdot d \cdot n / 60 \quad [\text{m/s}] \quad (2)$$

eşitliği ile bulunur. Burada; d , bıçak kesme dairesi çapıdır (m).

Freze bıçaklarının 1 m/s ilerleme hızında 1 m² alandaki çarpma sayısı (K) ise,

$$K = n \cdot z \cdot n_f / 60 \quad (3)$$

eşitliği ile belirlenir. Burada; n_f 1 m uzunluktaki flanş sayısıdır.

Denemeye alınan bıçaklardan rasgele seçilen iki bıçak üzerinde optik emisyon spektrometresiyle kimyasal analiz yapılmış ve malzemenin standart verileri ile karşılaştırılmış sonuçları çizelge II'de verilmiştir (Anonim, 1976; Anonim a, 2004). Ayrıca, bıçakların sertlik ölçümleri Rockwell sertlik yöntemine göre yapılmış ve sertliğin ortalama bıçak üzerindeki dağılımı şekil 2'de verilmiştir (Anonim, 2000; Anonim b, 2004). Yapılan ölçümlerde bıçak malzemesinin kimyasal bileşimi ve sertliğinin standartlarda verilen özellikleri taşıdığı bulunmuştur.

Çizelge II.
Freze bıçağının kimyasal analizi

Malzeme Cinsi		Kimyasal Bileşimi (% ağırlık)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
60 Si Mn 5	TS 2288	0.55-0.65	1.00-1.30	0.90-1.10	max 0.050	max 0.050	--	--
	Ölçülen	0.61	1.30	1.01	0.018	0.035	0.09	0.01



Şekil 2.
Freze bıçağı üzerindeki ortalama sertlik dağılımı

Tarla denemeleri U.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ayvalıdere toprak serisine ait tarım arazisinde gerçekleştirilmiştir. Ayvalıdere serisi, Ayvalı deresinin genç terasları üzerinde oluşmuş AC horizonlu çok derin topraklardır. Üst horizonları yakın çevresindeki yamaç arazilerden taşınarak birikmiş killi materyallerden oluşmaktadır. Bu nedenle üst horizonların kil içeriği yüksektir. Söz konusu topraklarda hatalı toprak işleme sonucu oluşmuş sert pulluk katmanı (12-30 cm arasında) kök gelişimini engelleyen faktörlerin başında gelir. Kök gelişimine elverişli toprak derinliği 143 cm'dir. Toprağın ana materyali aluviyal olup, % 0-1 eğimde düz bir yüzeye sahiptir. Pullukla toprak işlenmesi yapılmış olan deneme alanından 0-30 cm'den toprak örnekleri alınmış ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Traktöre asılır tip bir hidrolik penetrometre ile tesadüfi olarak deneme alanının değişik noktalarındaki toprak sıkışıklığı değerleri ölçülmüş (Tekin ve Okursoy, 2003) ve 0-15 cm sürüm derinliğindeki ortalama değeri belirlenmiştir. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları çizelge III'te verilmiştir.

Çizelge III.
Deneme alanının toprak analiz sonuçları

Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	pH	Top. Tuz (%)	CaCO ₃ (%)	Org. Mad. (%)	Nem (%)	Top. Sıkı. (kPa)	KDK (me/100 g top.)	Değişebilir Katyonlar (me/100 g top.)			
											Na	K	Mg	Ca
9.54	33.36	57.10	Killi	7.57	0.029	1.34	1.95	15.0	2250	51.8	0.36	0.67	6.35	36.51

Tarlada toplam 60 da'lık alan seçilmiş ve 10'ar dekarlık (1 ha'lık standart parsel: 150x66.7 m) 6 adet parselde bölünmüştür. Tarla denemelerinde farklı hız uygulamalarının yapılacağı deneme parselleri tesadüfi olarak belirlenmiş ve makina 2.3 ve 5.5 km/h olmak üzere iki farklı ilerleme hızında ve 15 cm sürüm derinliğinde çalıştırılmıştır. Her bir ilerleme hızı uygulaması 3 adet deneme parselinde gerçekleştirilmiştir. Güç kaynağı olarak FIAT 640 traktörü kullanılmıştır.

Araştırma için sarmal açılı doğrultusunda her flanştan birer adet olmak üzere toplam 9 adet bıçak seçilmiş ve numaralandırılmıştır. Deneme öncesi ve sonrasında bıçakların ağırlıkları tartılmıştır. Bıçakların yüzey alanları için bıçak arka yüzeyi milimetrik bir kağıt üzerine yerleştirilerek yüzey alanının sınırları çizilmiş ve dijital bir planimetre ile yüzey alanları ölçülmüştür. Yüzey alanı ölçümü her bıçak için üç tekrarlı olarak yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Bu işlemler her deneme sonunda temizlenmiş bıçaklar üzerinde tekrarlanmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

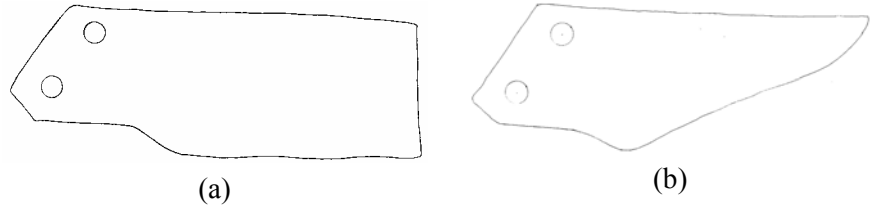
Toprak frezesi ile yapılan iki farklı hızdaki toplam 60 da tarla denemesinde freze bıçaklarının ağırlık ve yüzey alanı aşınma değerlerine ait deneme sonuçları çizelge IV'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi 2.3 km/h ilerleme hızında bıçaklarda meydana gelen ağırlık ve yüzey alanı aşınması genel ortalaması sırasıyla 8.8 ± 0.513 g/ha ve 1.5 ± 0.083 cm²/ha bulunmuştur. Çalışma hızı 5.5 km/h'e çıkarıldığında ise, bıçak aşınmaları genel ortalaması 1.8 ± 0.177 g/ha ve 0.43 ± 0.025 cm²/ha olarak belirlenmiştir.

Bıçakların aşınma ömrünü belirlemek için, imalatçı firmadan ömrünü tamamlamış aynı özelliklerde rasgele 10 adet bıçak seçilmiştir. Seçilen bıçakların mevcut ağırlık ve yüzey alanları ölçülmüş ve orijinallerine göre ortalama 266.2 ± 6.20 g ağırlık ve 60.0 ± 1.53 cm² yüzey alanı eksilmesi olduğu belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalarda mevcut toprak koşullarında ve mevcut özellikteki bıçaklarla toprak işleme yapıldığında, 2.3 km/h ilerleme hızıyla yaklaşık 300-400 da alanın, 5.5 km/h ilerleme hızıyla da yaklaşık 1400-1500 da alanın işlenebileceği anlaşılmaktadır.

Freze bıçağının orijinal ve ömrünü tamamlamış görünüşü şekil 3'te verilmiştir.

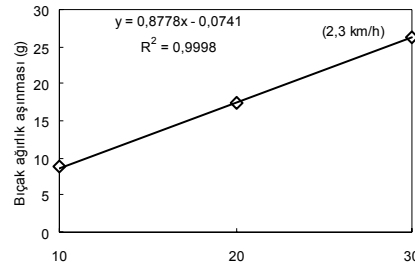
Çizelge IV.
Freze bıçaklarının tarla denemelerindeki ağırlık ve yüzey alan aşınma değerleri

Bıçak no	2.3 km/h			5.5 km/h		
	1.Parsel	2.Parsel	3.Parsel	1.Parsel	2.Parsel	3.Parsel
	ağırlık aşınması (g) – yüzey alanı aşınması (cm ²)					
1	8 – 1.4	6 – 1.0	7 – 1.1	2 – 0.5	1 – 0.5	2 – 0.3
2	5 – 1.8	7 – 1.6	7 – 1.5	2 – 0.5	1 – 0.7	2 – 0.5
3	10 – 1.7	10 – 1.7	11 – 1.8	2 – 0.5	2 – 0.5	1 – 0.4
4	9 – 0.7	7 – 2.1	8 – 1.6	2 – 0.5	1 – 0.3	1 – 0.6
5	7 – 1.0	8 – 1.7	8 – 1.5	2 – 0.5	1 – 0.2	1 – 0.3
6	5 – 0.9	6 – 1.2	7 – 1.1	2 – 0.5	1 – 0.2	2 – 0.3
7	7 – 0.9	9 – 1.5	8 – 1.3	2 – 0.4	2 – 0.3	1 – 0.2
8	13 – 2.1	11 – 1.6	12 – 1.8	2 – 0.5	4 – 0.6	1 – 0.5
9	15 – 1.2	13 – 2.5	13 – 2.0	2 – 0.5	5 – 0.5	2 – 0.5
G. Ortalama	8.8 ± 0.513 – 1.5 ± 0.083			1.8 ± 0.177 – 0.43 ± 0.025		

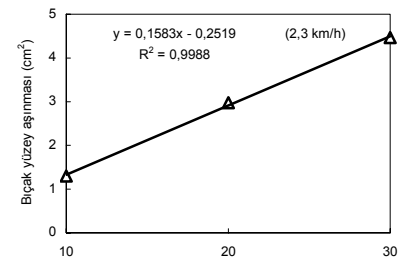


Şekil 3.
Freze bıçağının genel olarak orijinal (a) ve ömrünü tamamlamış (b) görünüşü

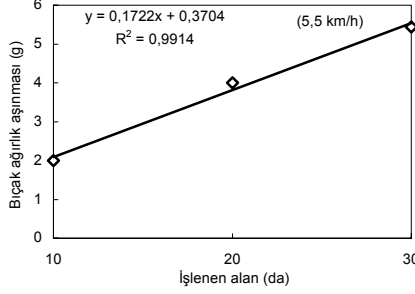
Toprak frezesinin iki farklı hız uygulamalarında yapılan tarla denemelerinde freze bıçaklarında meydana gelen ortalama ağırlık ve yüzey alan aşınmaları ile işlenen alan büyüklüğü arasındaki regresyon ilişkileri incelenmiş ve matematiksel eşitlikler elde edilmiştir (Şekil 4). Buna göre, 2.3 km/h ilerleme hızında bıçakların ağırlık kaybı ve yüzey alanı kaybı ile ilgili regresyon katsayıları sırasıyla $R^2=0.9998$ ve $R^2=0.9988$ olduğu belirlenirken, 5.5 km/h ilerleme hızında regresyon katsayıları sırasıyla $R^2=0.9914$ ve $R^2=0.9999$ bulunmuştur. Bu sonuçlar killi bir tekstüre ve 2250 kPa'lık bir toprak sıkışıklığına sahip olan alanlarda, işlenen alan büyüklüğüne göre bıçaklarda meydana gelebilecek aşınma miktarlarının güvenilir şekilde hesaplanabileceğini göstermektedir.



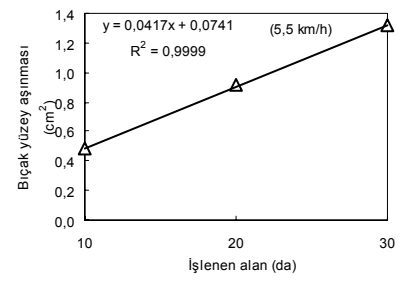
(a)



(c)



(b)

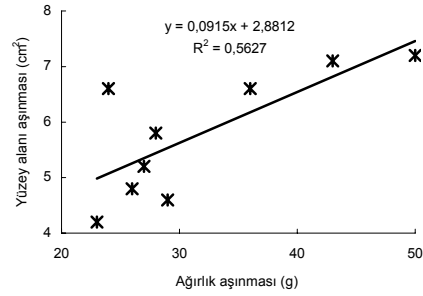


(d)

Şekil 4.

Bıçakların iki farklı ilerleme hızındaki ağırlık aşınma (a,b) ve yüzey alanı aşınma kayıpları (c,d)

Bıçakların ağırlık ve yüzey alanı aşınmaları arasındaki ilişkiyi belirlemek için her iki aşınma arasında regresyon ilişkisi kurulmuş ve regresyon katsayısı $R^2 = 0.5627$ bulunmuştur (Şekil 5). Bu değerden, bıçakların yüzey alanı aşınmasının hesaplanmasında bıçakların ağırlık aşınması değerleri kullanılarak yüzey alanı aşınmasının %56.27 oranında güvenle belirlenebileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 5.

Freze bıçağının ağırlık ve yüzey alanı aşınmaları arasındaki ilişki

Bıçak Malzemesi Aşınmasının Enerji Eşdeğeri

Toprak frezesinin iki farklı ilerleme hızındaki denemeler sonunda, bıçaklardaki çelik aşınması, makina üretim enerjisi bazında enerji kaybı ve enerji kaybının hububat karşılığı hesaplanmıştır (Çizelge V). Ülkemizde 2002 yılında 26,350,475 ha toplam tarım arazisinin ekilen tarım alanları 18,087,544 ha'dır. Yine, ülkemizde 2002 yılında toplam 32,203 adet toprak frezesi bulunmaktadır (Anonim, 2002). Mevcut toprak frezelerinin bıçak sayıları 24-60 arasında değişmektedir. Ülkemizdeki toplam toprak frezelerinin, denemesi yapılan makina gibi 36 adet işleyici bıçağa sahip olduğu kabul edilerek, ortalamayı teşkil etmesi bakımından hesaplamalar bu makinaya göre yapılmıştır.

FAO kaynaklarına göre tarım alanında makine üretim enerjisi $20,7 \times 10^6$ kcal/t (86.7×10^3 MJ/t) olarak belirtilmektedir (Karamış, 1987).

Çizelge V.
Freze bıçağı aşınmasının enerji eşdeğeri

İlerleme hızı (km/h)	Bir makinadaki toplam bıçak aşınması (g/ha)	Çelik aşınma miktarı (t/yıl)	Kaybedilen enerji (MJ)	Kaybedilen enerjinin hububat karşılığı (t)
2.3	316.8	5730	497×10^6	33100
5.5	64.8	1170	101×10^6	6730

Yapılan hesaplamalar, ülkemizdeki ekilebilir tarım arazisi büyüklüğündeki bir alanın yılda bir kez toprak frezesi ile sürüldüğü düşünülürken, toprak frezesinin 2.3 km/h ilerleme hızında yılda 5730 t çeliğin aşınma ile toprağa karışabildiğini göstermiştir. Hızın 5.5 km/h'e artırılmasının, aşınmayı yaklaşık 5 kat azaltarak 1170 t'a düşürebildiği saptanmıştır. Buna göre, bir yılda sadece hububat ekimi için aşınarak kaybedilen çelik malzeme miktarı makina girdi enerjisi cinsinden değerlendirildiğinde, 5.5 km/h ilerleme hızındaki enerji kaybı diğer çalışma hızına göre oldukça azalacaktır. Hububatın alt ısıl değeri ortalama 15 MJ/kg alındığında (Alibaş ve Ünal, 1995), 2.3 km/h ve 5.5 km/h ilerleme hızlarında bir yılda sırasıyla 33100 t ve 6730 t hububat kaybının olabileceği hesaplanmaktadır.

Toprak frezesinin rotor mili devir sayısı sabit olduğundan, birinci eşitliğe göre bıçak çevre hızı 6.64 m/s bulunmuştur (Çizelge VI). Ancak, makinanın ilerleme hızının değişmesi bıçakların toprağa çarpma sayısını ve bıçağın kopardığı toprak dilimi uzunluğunu etkilemektedir. Çizelgede görüldüğü gibi, 2.3 km/h çalışma hızındaki bıçak çarpma sayısı ve bir bıçağın kopardığı toprak dilimi uzunluğu sırasıyla 197 adet/m² ve 0.0355 m bulunmuştur. Hızın 5.5 km/h'e artırılmasıyla bıçak çarpma sayısı ve toprak dilimi uzunluğu sırasıyla 82 adet/m² ve 0.085 m olarak belirlenmiştir. Bıçak

çevre hızı sabit olmasına rağmen, ilerleme hızının düşürülmesi bıçakların birim alandaki toprağa daha çok çarpmasına neden olmaktadır. Bu da, bıçakların daha çok aşınması anlamına gelmektedir. Bıçak tarafından kesilen toprak parçası santrifüj etki ile makinanın üst gövdesine ve arka sac kapağına fırlatılarak, ikinci bir parçalama-karıştırma söz konusu olmaktadır. İlerleme hızının düşürülmesiyle toprak diliminin daha da ufalanarak toz haline gelme riski oluşacaktır. Bu da, toprağın ufalanan üst tabakasının yağış ve sıcaklığın etkisi sonucu yüzey kabuğunun oluşumuna neden bilecektir. Bu oluşum, ekilen tohumun çıkışının ve su ile havanın toprak içersine girişinin engellenmesine, su ve rüzgar erozyonuyla toprağın kaybolmasına neden olabilecektir. Bunun sonucunda da toprağın verimliliği azalacaktır.

Çizelge VI.
Freze bıçağının çevre hızı, toprağa çarpma sayısı ve kesilen toprak dilimi uzunluğu

İlerleme hızı (km/h)	V _b (m/s)	K (adet/m ²)	l (m)
2.3	6.64	197	0.0355
5.5	6.64	82	0.0850

Makina ilerleme hızının 2.3 km/h'ten 5.5 km/h'e çıkarılması hem bıçaklardan aşınan malzeme miktarını yaklaşık 5 kat azaltacak, hem de gereksiz yere toprağın fazla parçalanmasının önüne geçilerek toprağın verimliliği korunacaktır. Ayrıca, traktör-makina ikilisinin sabit ve işletme masraflarında da önemli oranda azalma sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Alibaş, K. ve H. Ünal, 1995. Ülkemizdeki sap ve samanın enerji potansiyeli ve sap-saman yakıcıların çalışma prensipleri. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, 5-7 Eylül, U.Ü. Z.F., Tarım Makinaları Bölümü, Bursa, s.138-146.
- Anonim, 1976. Yay Çelikleri (İslah Edilebilen, Sıcak Haddelenmiş) (TS 2288). Türk Standartları Enstitüsü.
- Anonim, 1989. Freze Bıçakları (Toprak Frezeleri için) (TS 7622). Türk Standartları Enstitüsü.
- Anonim, 2000. Metalik Malzemenin Rockwell Sertlik Muayenesi (TS 140). Türk Standartları Enstitüsü.
- Anonim, 2002. Türkiye İstatistik Yılığ 2002, DIE Yayın No: 2779, 721 s., Ankara.

- Anonim a, 2004. Freze bıçaklarının kimyasal analiz ölçümleri, Çemtaş A.Ş., Bursa.
- Anonim b, 2004. Freze bıçaklarının sertlik ölçümleri. Önerler Isıl İşlem Ltd. Şti., Bursa.
- Gökçebay, B., 1986. Tarım Makinaları I. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 979, Ders Kitabı: 289, Ankara.
- Karamış, M.B., 1987. Türk tarım sektöründe toprak işleme elemanlarının aşınmasıyla kaybolan enerji. 3. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Sempozyumu, 26-29 Ekim, s.211-219.
- Okursoy, R., 1993. Toprak frezelerinin temel dizayn parametreleri ve L bıçaklı toprak frezeleri için tork modelinin geliştirilmesi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10:9-18.
- Tekin, Y. ve R. Okursoy, 2003. Traktöre asılabilen bir toprak penetrometresi için tasarlanan hidrolik donanım. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(1):127-135.
- Ulusoy, E. 1977. Bazı toprak işleme alet ve makinalarında iş organlarının aşınması üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Doçentlik Tezi, İzmir.
- Ülger, P., E. Güzel, B. Kayışoğlu, B. Eker, B. Akdemir, Y. Pınar ve Y. Bayhan, 1996. Tarım Makinaları İlkeleri. T.Ü. Tekirdağ Z.F. Ders Kitabı: 29, Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Yüksel, 1988. Pulluk uç demirlerinin aşınmasıyla oluşan malzeme ve enerji kaybı. I. Balıkesir Mühendislik Sempozyumu, 26-27 Nisan 1988, Uludağ Üniversitesi Basımevi, s.929-929.