

S TİPİ KÜLTİVATÖR AYAKLARININ DENEYSEL OLARAK YORULMA ÖMRÜNÜN ARAŞTIRILMASI

Onur POLAT¹, Fatih BALIKOĞLU², Nurettin ARSLAN³

¹o_polat@yahoo.com, Yük.Mak.Müh. İzmir

²fatih@balikesir.edu.tr Balıkesir Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 10145 Balıkesir

³narслан@balikesir.edu.tr Balıkesir Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 10145 Balıkesir

ÖZET

Bu çalışmada, toprak işleme aletleri arasında pulluktan sonra en çok kullanılan kültivatör ayaklarının yorulma davranışı ele alınmıştır. Önce S tipi adı verilen ve kısaca "Aysan ayak" diye de bilinen modellere ısıl işlem sonrası herhangi bir işlem yapmadan yorulma testi uygulanmıştır. Daha sonra serbest kumlanmış (shot peening) numunelere aynı testler uygulanmıştır. Kumlama lokal kritik bölgeler esas alınarak ortalama 50 Almen A şiddetinde ve %90 örtücülük şartlarında yapılmıştır. Deneyler deplasman kontrollü yorulma tezgahında gerçekleştirilmiştir. Kumlamanın yorulma davranışına olan etkisi elde edilmeye çalışılmıştır. Serbest konumlu bilyeli dövme yapılmış ayaklarda ortalama %30-35 düzeyinde daha yüksek yorulma ömrü elde edilmiştir. Yapılması planlanan gerilimli kumlamaya yönelik çalışmalara zemin oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Kültivatör, S tipi Ayaklar (Aysan ayak), Yorulma ömrü

ABSTRACT

In this study, experimental investigation of fatigue behaviour of cultivators S tines used as much as plough used in among the agriculture instruments was performed. Two samples of S tines used in Fatigue tests are selected. In the tests, S tines with and without shot peened are used to obtain the fatigue life properties by using displacement controlled fatigue special device. The shot peening process is applied in local areas on S tines under about 50 Almen A intensity and 90% coverage level conditions. Effects of the shot peening process are studied experimentally. Fatigue life of the shot peened S tine is higher as approximately 30-35 percent than that of without shot peened. This research is also presented to give an opinion to an other research with shot peening under stress of S tine or the other tine types.

Keywords: Cultivator, S type tines, fatigue life

1. KÜLTİVATÖRLER

Kültivatörler, pulluktan sonra en yaygın kullanılan toprak işleme aletleridir. Çok farklı yapı tipleriyle tohum yatağı hazırlamadan, meliorasyon (ıslah) amaçlı toprak işlemeye kadar olan işlemlerde ve tüm bitkililerin tarımında kullanım alanı bulmuştur [1].

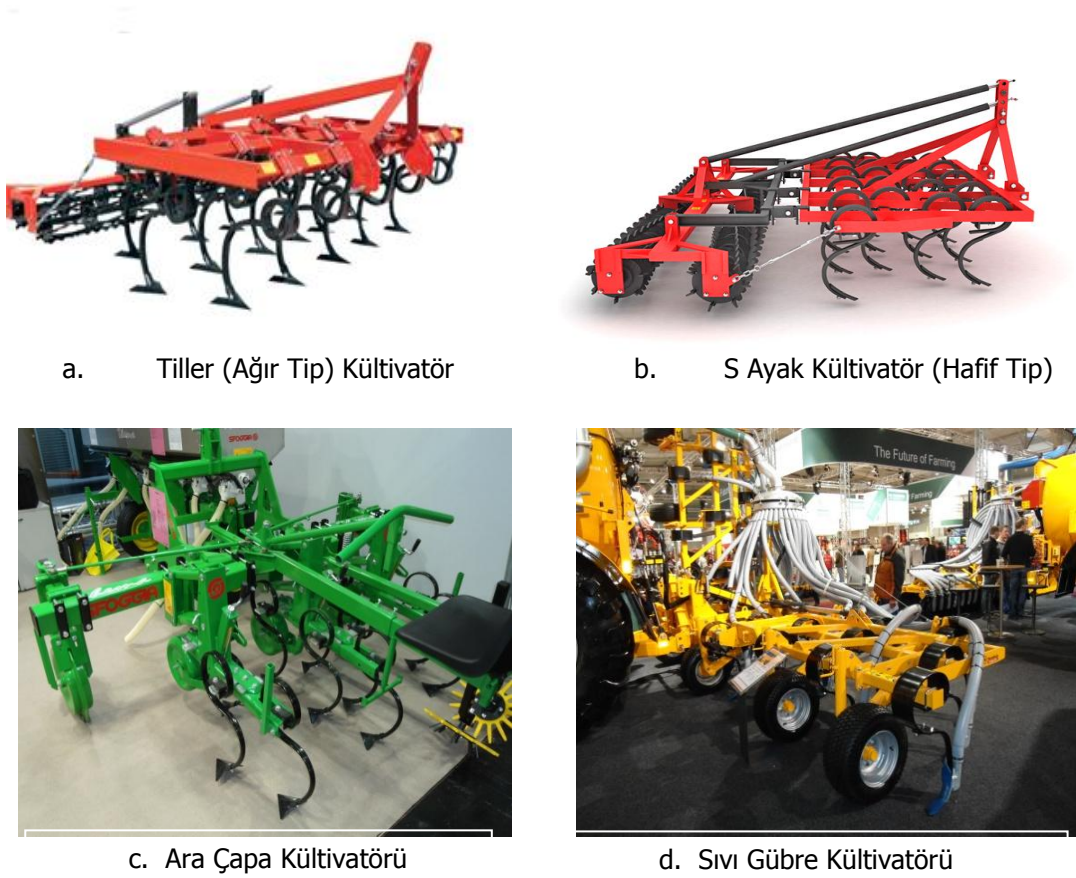
Toprağı yırtarak kabartmak, havalandırmak, toprak keseklerini parçalamak, yabancı otları kesip köklerini toprak üstüne çıkartmak gibi işlemler kültivatörlerin temel görevlerini oluşturur. Kültivatörler toprak yüzeyine atılan tohum ya da mineral gübrenin toprakla karıştırılmasında

kullanıldığı gibi, ağır tipleriyle anız bozma işlemleri de yapılmaktadır. Patates ve pancar gibi çapa bitkilerinin hasadından sonra pullukla işleme yapmaksızın ve minimum toprak işlemenin en önemli toprak işleme aleti olan kültivatörler gerekli ayarlamalar yapıldığında bitkilerin sıra aralarının işlenmesinde de kullanılmaktadırlar [1].

1.1 Kültivatörlerin Genel Özellikleri

Kültivatörlerin bu denli yaygın olarak kullanılmasında, yapılarının basit, satın alma bedellerinin oldukça düşük (1,5-5 bin TL) ve kullanılmalarının çok kolay olması en önemli etkenlerdir. Bu durum çok farklı yapıda çeşitli amaçlara uygun kültivatör tiplerinin ortaya çıkmasına neden olur. İş genişliği ve derinliği bakımından farklı tiplere sahip olan kültivatörler:

Yaylı Kültivatörler: Tiller (ağır tip, yarı yaylı), S tipi (hafif tip, yaylı ayaklı), sıra arası ara çapa, Anız tipi kültivatör tipleri ve sıvı gübre atma makinalarında bulunmaktadır [2-6].

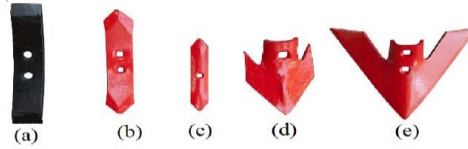


Şekil 1 . Kültivatör Çeşitleri

Asma tipi, ağırlığı % 40 daha az olan traktörün iki askı arasına bağlanan kültivatörler daha yaygın olarak özellikle sıra arası işlemede kullanılmaktadırlar. Ayrıca çok büyük ekim arazilerine sahip olan ülkelerde "çekili" tip olanları da yaygın şekilde kullanılmaktadır. Şu an planlaması devam eden ve bazı pilot illerde uygulamaya başlanan halihazırdaki toprak reformu çalışmasının yaygınlaşması halinde daha az yakıt tüketimine imkan veren çekili tip kültivatörlerin ülkemizde de yaygınlaşacağı düşünülmektedir. "Çizel" yada "graham pulluğu" diye bilinen aletler, derin toprak işleme yapan ağır tip kültivatör sınıfına girmektedir. Meliorasyon amaçlı olan kültivatörler dip kazan diye adlandırılırlar. Dip kazanlar 40 cm üzerindeki toprak derinliğinde çalıştırılırlar. Meliorasyon amaçlı başka bir kültivatör tipi de "Dren pulluğu" diye adlandırılan drenaj işlemini yapan ağır kültivatördür [1].

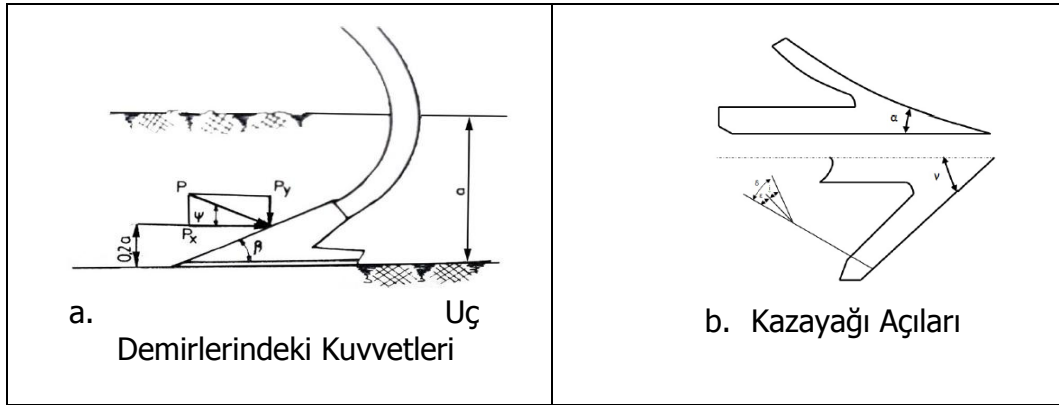
1.2 Kültivatörlerin Uç Demirleri ve Kuvvet Dağılımları

Kültivatörlerde kesme, yırtma, parçalama ve kabartma işlemlerini yaparlar. Çeşitli amaçlar için farklı yapıda uç demirleri geliştirilmiştir (Şekil 2.3). En yaygın olarak kullanılan uç demirleri her iki ucu kullanılabilen dar uç demirlerdir (a) dar, (b) kesici uç ve (c) sivri uç, (d) lama ucu. Kesme genişliği 55 mm dolaylarında olan dar uç demirleri parçalama, ufalama, havalandırma, tıkanmayı önler, çeki kuvvetini azaltır. Yabancı otları yüzeye çıkartır. Kaz ayağı şeklinde olan uç demiri (e) "A" şeklindedir. Toprağı kabartır, ot köklerini iyi keser. Anız bozma ve sıra bitkilerinin arasını çapalamada kullanılmaktadır [3,4].



Şekil 2. Kültivatör uç demirleri

Bir kültivatör uç demir toprakta çalışırken P bileşke kuvvetinin etkisinde kalır (Şekil 3.). Bu kuvvetin büyüklüğü kuvvetlerinin büyüklüğüne uç demiri üzerinde etki eden sürtünme ve özellikle yaylı ayaklarda ivme kuvvetlerinin büyüklüğüne bağlıdır. P bileşke kuvvetinin yönü ise uç demiri kesme ve toprağın sürtünme açısına göre değişir. P kuvvetinin dikey bileşeni P_y uç demirini aşağı doğru bastırır ve kültivatörün iş derinliğini arttırmaya zorlar. Bu bileşenin etkisi nedeniyle kültivatörün iş derinliğini arttırmadan ziyade bu iş derinliğinin artmaması için önlemler alınır. Bunun içinde kültivatörler genelde hafif bir yapıya sahiptirler ve bazılarında iş derinliğini sınırlayıcı tekerleklerle donatılır [1].



Şekil 3. Uç Demirlerine Gelen Kuvvetler ve Kaz Ayağı Açıları

Asma kültivatörler bu dikey kuvvet nedeniyle traktör arka tekerleklerinde iyi bir tutunma sağlamalarına karşın, iş derinliğini sınırlayan tekerleklerle donatılmış örneklerine uygulamada rastlanmaktadır. P kuvvetinin yatay bileşeni P_x daha çok kesme kuvvetinden kaynaklanır ve değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır [1].

$$P_x = b_k \cdot q \quad (1)$$

b_k = uç demiri kesme genişliği (cm)

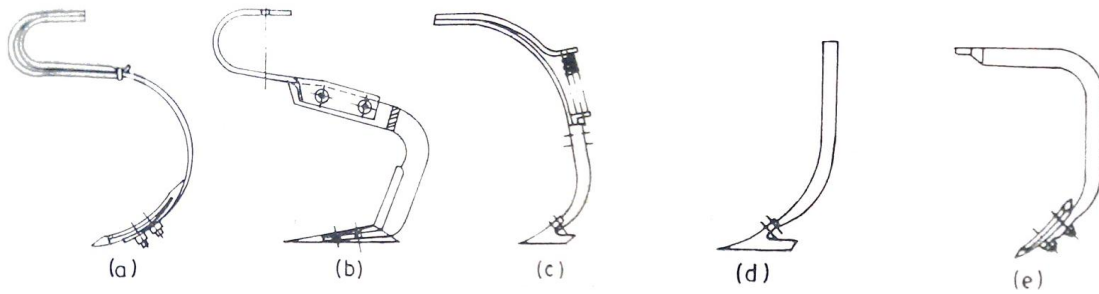
q = Özgül kesme direnci (kp/cm)

Uç demirinde β kesme açısı değerinin 30° 'yi geçmemesi istenir. Özellikle yaylı ayaklarda bu açı 20° dolayında seçilir. Ayağın geriye doğru gerilmesiyle bu açı dolayısıyla yatay çeki direnci daha büyük değerlere ulaşır. Bileşke kuvvet uç demiri yüzeyine normalden sürtünme açısı kadar saparak etki ettiğinden, P kuvvetinin yatayla yaptığı açı $25^\circ - 40^\circ$ arasındadır [1].

Dar uç demirlerinin kazayağı şeklindeki uç demirlerine göre daha derin çalıştırılması, sık sık daha sert engellere takılarak geriye doğru bükülmesi nedeniyle, daha yüksek çeki kuvvetine gereksinim duydukları ülkemizdeki yarım ayaklı kültivatörler üzerinde yapılan araştırmalarda saptanmıştır. Oysa dar uç demirlerinin kesme genişliği kazayağı şeklindeki uç demirlerine göre çok daha azdır [1].

1.3 Kùltivatör Ayakları

Uç demirlerini üzerinde taşıyan kùltivatör ayakları yapılarına göre yaylı, yarım yaylı, yaysız çeşitleri bulunmaktadır (Şekil 5.).



Şekil 4. Kùltivatör Ayak Çeşitleri

Yaylı ayaklar S şeklinde çelik lamadan yapılmışlardır (a). Ayağın üst kısmındaki büküntü ikinci bir yayla desteklenmiştir. Bu ayaklara dar uç demiri takılır. Çalışma sırasında ayak arkaya doğru bükülerek sürekli titreşim hareketi yapar. Kùltivatöre zarar verecek bir engelle rastlanmadığı sürece ayağın bu geriye doğru bükülme uzunluğu 10 cm yi geçmemelidir. Böylece kesme açısı (β) 30° 'nin üstüne çıkmamış olur [1].

Yarım yaylı ayaklar fazla titreşim hareketi yapmadıklarından daha sert ve ağır toprak koşullarında kullanılabilirler. Bu ayaklara toprağı yırtmak ve tohum yatağı hazırlamak için dar uç demirleri; kuru

tarım bölgelerinde, yabancı ot savaşında kaz ayağı şeklinde uç demirleri takılırlar. Yarım yaylı ayaklar genelde iki bölümden oluşur. Alt kısım uç demirinin üzerine bağlandığı sabit olan ve üst kısım ise çatıya çeşitli şekillerde bağlanan sabit olan ve üst kısım ise çatıya çeşitli şekillerde bağlanan yaydan oluşmaktadır (Şekil 4. b,c) [1].

Yaysız ayaklar daha çok derin toprak işlemede kullanılan kùltivatörlerde görülür (d,e). Büyük çeki kuvveti iletmeleri gerektiğinden daha ağır ve sağlam yapıdırlar. Bazılarının çatıya bağlantıları, özel emniyet pim ya da yayları üzerinden yapılırlar [1].

S tipi ayaklar 55Cr3, 60SiMn5 veya muadili yay çeliklerinden üretilebilir. Bu çalışmada kullanılan ayaklar 55Cr3 'den yapılmıştır. Isıl işlem prosesi kısaca şu şekildedir; 850-880 °C sıcaklığına kadar tavlanylıp, yağa çekilerek 550-600 HB sertliğe getirilir. Ardından en az 90 dakika 480-520 °C sıcaklıkta menevişlenir ve suya çekilerek soğutulur. Ayakların meneviş sonu sertlik değerleri ise ortalama 380-440 HB düzeyindedir. Ham lamanın 700-800 MPa düzeyindeki çekme mukavemeti değeri ısıtılma işlemi ile 1500 MPa 'a kadar çıkartılmış olunur. Bu durumda % kesit daralması ise 5-6 düzeylerinde kalmıştır.

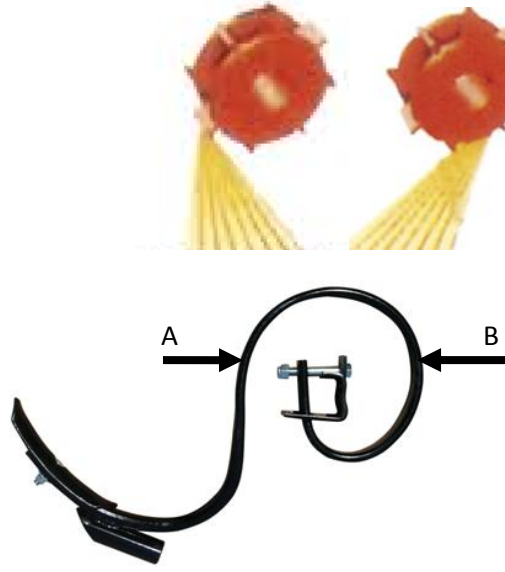
1.4 Kùltivatör Çatısı

Toprak içerisinde çekilen bir kùltivatör uç demiri, toprağı yırtıp, kaldırıp parçalarlarken hem ön tarafa doğru hem de yan taraflarına doğru bir etki göstererek kendi yapısal genişliğinden daha geniş bir alandaki toprak kütlelerinin şekil değıştirmesine neden olur. Bu şekil değıştirmenin sınırları, kùltivatör ayaklarının çatıya dizilmesinde ve çatının ölçülerinin saptanmasında en önemli etkidir [1].

2. BİLYELİ DÖVME İŞLEMİ

Soğuk şekil verme olarak bilinen kumlama işleminde yüksek hızda fırlatılan aşındırıcılar bütün yüzey üzerinde bir ön gerilme tabakası oluşturur. Bu ön gerilme mukavemeti yük altında kullanılan malzemenin yorulma dayanımını önemli ölçüde arttırmakla birlikte, stres korozyon çatlaklarına karşı direnç meydana getirir. Kumlama prensip olarak malzemelerde mevcut olan iç gerilmelerine ve çatlaklara karşı yüzeyde direnç oluşturma prensibidir. Bu sayede yük altında malzemelerin daha uzun ömürlü olmaları hedeflenmektedir [7]. Bu işlem için aşındırıcı olarak çelik bilye (S 320) kullanılmıştır. Bilyeli dövme işlemi Alman Godmann marka, çift türbinli tezgahta yapılmıştır. Kumlama 50-56 Almen A şiddetinde ve yüzey örtücülüğü %90 civarında tutulmuştur. Geleneksel üretim yöntemlerinde olduğu gibi ayaklar yatık konumda kumlanmamış, tam aksine dik konumda ve sadece lokal olarak belirli bölgeler dövülmüştür. Bu bölgeler kumlanmamış numunelerin testlerinden elde edilen bulgular ışığında belirlenmiştir. Yani kırılmanın olduğu bölgeler (Şekil 5. A-B hattı ve Şekil 9) lokal dövme işlemine tabi tutulmuştur. Dövme işlemi ile kumlanan yüzeyde eksi işaretli artık gerilmeler oluşturularak, çalışma esnasında çekme gerilmelerine maruz kalan bu yüzeyler öncelikle ters işaretli artık gerilmeler tarafından hafifletilir ve malzemenin daha az zorlanması temin edilir. Dolayısı ile yorulma ömrü artırılmış olur [8].

Öte yandan dizayn edilip hazırlanan kaset sistemi ile aynı anda 5 adet ayak (eski yöntem ile 1 adet yatık konumda) kumlanmıştır. Böylece hem üretim miktarı artırılmış hem de yorulma ömrü daha yüksek nitelikli ürünler elde edilmiştir.



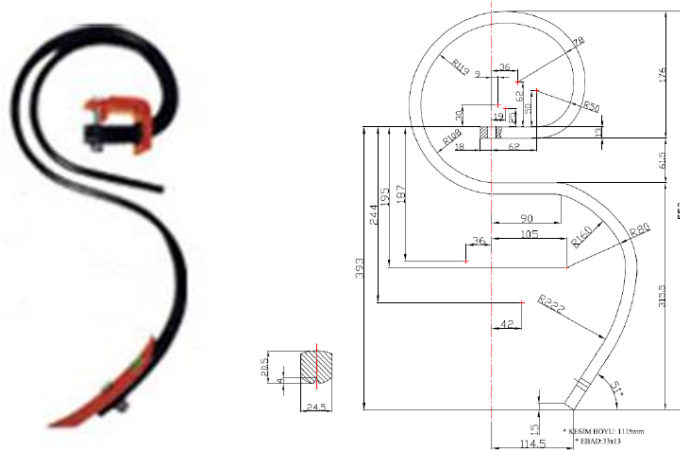
Şekil 5. S ayağın şematik olarak kumlama işlemi

3. S TİPİ KÜLTİVATÖR AYAKLARININ DENEYSEL YORULMA TESTLERİ

Çalışma prensibi yukarıda ifade edilen kültivatör ayakları eğilmeli yorulmaya maruz kalır. Yorulma genlik değerleri, tamamen toprak yapısı ve ekim derinliği ile doğrudan etkilidir. Genel olarak yorulma testlerinde yük veya genliğin kontrol edildiği şartlar esas alınarak deneyler yapılır. Burada deplasman kontrollü yorulma testleri gerçekleştirilmiştir. Ancak kuvvet değerlerinin de deplasman ile birlikte zamana bağlı olarak değişimleri deneysel olarak belirlenmiştir.

3.1 S Tipi Ayakların Deney Numunesi

Dikdörtgen kesitli 32.5 mm x 12.5 mm boyutunda 55Cr3 malzemeden üretilen yapılan ayaklar kullanılmıştır (Şekil 6.). Avrupa'da genellikle kullanılan yay kesiti dikdörtgen olmasına rağmen bazı firmalarda daire kesitli yaylar da kullanılmaktadır. Bu durum daha çok ağır iş kültivatörlerinin ayaklarında görülmektedir.



Şekil 6. S tipi Ayak Teknik Resmi

3.2 Yorulma Test Cihazı

Otomobil sektöründe yaygın bir şekilde kullanılan yaprak yayların yorulma testlerinde kullanılan test cihazında deneyler gerçekleştirilmiştir. Ayak bağlantısında kültivatördekinin aynı olan bağlantı kelepçesi kullanılmıştır. Cihazdan uygulanan basma kuvvetinin, toprak tarafından ayağa uygulanan kuvveti/kuvvetleri temsil edeceği düşünülmüştür. Burada özellikle toprak işleme esnasında ayağa gelebilecek olan yanıl kuvvetler dikkate alınmamıştır. Özellikle bu tür yanıl kuvvetlerin, traktörü kullanan operatörün ilgili tarım aletini tarla başlarında topraktan çıkarmadan manevra yaptığı durumlarda ortaya çıktığından söz edilebilir. İstemeyen bu şekildeki kullanımlarda alet üzerinde bulunan birden fazla ayağın kırılması kaçınılmazdır. Ayağı normal şartlarda çalıştığı durumlar esas alınarak deney düzeneği kurulmuştur. Ayağın toprak içerisindeki maksimum açıldığı konumun (elastik deformasyon) elde edildiği cihazın mekanizmasından genlik ayarlaması yapılır ve bu duruma ait maksimum kuvvet değeri ölçülür. Kuvvet değerleri, gerilme analizinde kullanılan indikatör yardımıyla saniyede en fazla 8 adet veri alacak şekilde zamana bağlı olarak depolanmıştır. Yorulma deneyi frekans değeri 1.142 Hz alınmıştır. Deney esnasında depolanan veriler otomatik olarak Excel dosyasına aktarılmıştır. Ayrıca yorulma esnasında uygulanan yük değerleri anlık olarak bilgisayar monitöründen de izlenmiştir (Şekil 7).



a

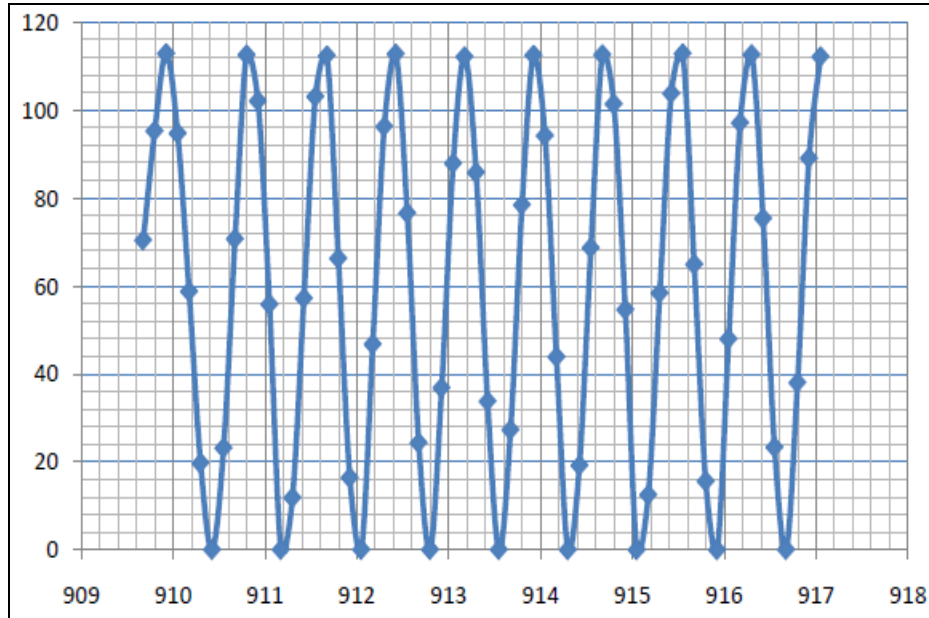


b

Şekil 7. S Tipi Ayak Yorulma Tezgağı (a), Yorulma Tezgağı Çevrim Sayacı (b)

Tablo 1. S Tipi Ayağa Ait Numunenin Belirli Zaman Aralığında Kuvvet-Zaman Sayısal Verileri

Zaman(s)	Kuvvet(kg)	Zaman(s)	Kuvvet(kg)
909,672	70,367	913,422	33,728
909,797	95,192	913,547	0
909,922	112,827	913,672	27,222
910,047	94,679	913,797	78,414
910,172	58,725	913,922	112,457
910,297	19,689	914,047	94,165
910,422	0	914,172	43,83
910,547	23,113	914,297	0
910,672	70,709	914,422	19,175
910,797	112,547	914,547	68,655
910,922	102,041	914,672	112,547
911,047	55,814	914,797	101,356
911,172	0	914,922	54,616
911,297	11,813	915,047	0
911,422	57,184	915,172	12,498
911,547	103,068	915,297	58,382
911,672	112,348	915,422	103,753
911,797	66,258	915,547	112,835
911,922	16,436	915,672	64,888
912,047	0	915,797	15,58
912,172	46,74	915,922	0
912,297	96,22	916,047	47,939
912,422	112,772	916,172	97,076
912,547	76,531	916,297	112,601
912,672	24,312	916,422	75,332
912,797	0	916,547	23,284
912,922	36,81	916,672	0
913,047	87,83	916,797	38,008
913,172	112,142	916,922	89,029
913,297	85,776	917,047	112,142



Şekil 8 Kuvvet-Zaman Verilerinin Grafikselle Gösterimi

3.3. S Tipi Ayakların Yorulma Testi Sonuçları

Yorulma tezgahının strok ayarı yapılarak farklı kuvvetler altında ayakların yorulma davranışı gözlenmiştir. Her bir strok için 8-10 adet numune test edilmiştir. Kumlanmış ve işlem görmemiş numuneler 150, 200 mm strok değerlerinde yorulma testleri yapılmıştır. En yüksek ömür değeri 150 mm strokta ve 112 kg yük altında 50040 çevrim yapan kumlanmamış numune olmuştur. Ayrıca deney sırasında her 27000-30000 çevrim sırasında kelepçeye bağlanan civata koptuğu için yenisi ile değiştirilmiştir. S tipi ayakları Şekil 9. da görüldüğü gibi boyun kısımlarından kırılmışlardır.

Tablo 2. S Tipi Ayak Yorulma Testi Sonuçları (Numune sayısı 8-10 adet/her bir durum için)

Numune	Strok (mm)	Kuvvet (Kg)	Çevrim
Kumlanmamış Numune	150	112	50040
Kumlanmamış Numune	200	116	32000
Kumlanmış Numune	200	116	42000-43000



Şekil 9. Yorulma Testi Sonucu Kırılan S Tipi Ayaklar

4. YORUMLAR

S tipi kültür ayaklarının aynı strok değerlerinde gerçekleşen yorulma testleri sonucunda çelik bilyeli dövme işlemine tabii tutulan numunelerde %30-35 oranında ömrün uzadığı gözlenmiştir. Deneyleri sırasında strok değerinin yorulma ömrü üzerinde belirleyici faktör olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın devamı olarak stresli bilyeli dövme işlemi gören S tipi ayakların yorulma davranışlarının araştırılması ön görülmektedir.

5. KAYNAKÇA

[1] GÖKÇEBAY, B., Tarım Makinaları. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 979, 135-144, (1998).

[2] <http://www.alpler.com.tr/>,

(Erişim tarihi: 08.10.2012)

- [3] http://www.bkstarim.com/html/lightduty_cult_tr.html, (Erişim tarihi: 08.10.2012)
- [4] <http://www.birlesimtarim.com/>, (Erişim tarihi:10.10.2012)
- [5] http://www.dogsantarim.com/yayli_kultivator_don_tirmik_komb.html
(Erişim tarihi: 09.10.2012)
- [6] <http://www.yukseltarim.com/> (Erişim tarihi:08.10.2012)
- [7] AY, İ., Sakin, R., "Kumlama ile Parça Temizleme ve Bilyeli Dövme Prosesi", **Makine&Metal Teknolojisi Dergisi**, Temmuz 1998, 79, 68-72
- [8] DÜLEK E., KARATAŞ Ç., SARITAŞ S., Bilyeli Dövülmüş Ç1020 Malzemede Kalıcı Gerilmenin Katman Kaldırma Yöntemi İle İncelenmesi, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, Cilt 18, No 3, 107-116, (2003).