

Türkiye Şartlarına Uygun Şeker Pancarı Temizleme-Yükleme Makinesi Prototipi Geliştirilmesi *

Erkan İÇÖZ¹

Ahmet SARAL²

Geliş Tarihi : 03.03.2004

Özet : Şeker pancarı tarımında, pancarla birlikte taşınan toprak nakliye ve işletme masraflarını yükseltmesinin yanında, verimli tarım toprağının tarladan uzaklaştırılması ile erozyona da neden olmaktadır. Toprağın tarlada bırakılması amacıyla Türkiye şartlarına uygun zincirli temizleme sistemine sahip şeker pancarı temizleme - yükleme makinesi prototipi yapılmıştır. İmal edilen prototip makine IIRB standardı da göz önünde bulundurularak test edilmiştir. Denemelerde 0.5-0.8-1.0 ve 1.2 m/s elevatör çalışma hızında temizleme etkinliği, yüzey yaralanması, kök kırılması ve çatlak boyu araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, en iyi temizleme etkinliği 1.0-1.2 m/s elevatör çalışma hızında % 64, en az yüzey yaralanması 0.5-0.8 m/s elevatör çalışma hızlarında 390 ve 374 cm² / 100 pancar, en az kütle kaybı 0.8 m/s elevatör çalışma hızında % 2.12, en az çatlak boyu 0.5 m/s elevatör çalışma hızında 240 cm/100 pancar olarak tespit edilmiştir. Pancar alım sisteminde temiz pancar getirmeyi teşvik edici önlemlerin alınmasına bağlı olarak, temizleme - yükleme makinesinin kullanımının gündeme gelmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler : şeker pancarı, toprak firesi, temizleme etkinliği, yüzey yaralanması, kök kırılması ve çatlak boyu.

Developing of a Sugar Beet Cleaner-Loader Prototype for Turkey Conditions

Abstract : In sugar beet cultivation, the soil transporting with sugar beet, causes to be destroyed the arable layer of the soil and erosion, in spite of increasing carriage and operating costs. To leave the soil at the field, a prototype of sugar beet cleaning - loading machine which has rod link with scrubber chain elevator and suitable for Turkey's condition was produced. The produced prototype machine was tested according to I.I.R.B. (International Institute for Beet Research) standard. In this research, the effect of cleaning efficiency, surface damaging, the rate of beet breaking and the crack length was evaluated for 0.5 - 0.8 - 1.0 and 1.2 meter per second elevator working speed. In conclusion, the best cleaning efficiency was determined as 64 % for 1.0 - 1.2 meter per second elevator working speed, the least surface damaging was found as 390 and 374 cm² per 100 beets for 0.5 - 0.8 meter per second elevator working speed, the least weight loss was obtained as 2.12 % for 0.8 meter per second elevator working speed and the least crack length was found as 240cm per 100 beets for 0.5 meter per second elevator working speed. Using of sugar beet cleaning - loading machine will be expected to take into agenda depending on encouraging measurements to bring clean beet in the beet receiving system.

Key Words : sugar beet, dirt tare, cleaning efficiency, surface damages, root breakages, length of cracks.

Giriş

Türkiye'de 2002-2003 kampanya döneminde 3 717 953 da alanda pancar tarımı yapılmış ve şeker fabrikaları tarafından brüt 17 952 860 ton şeker pancarı alınmıştır. Şeker fabrikaları tarafından 15 740 300 ton şeker pancarı işlenmiş ve 2 157 393 ton şeker üretilmiştir. Türkiye pancardan şeker üreten ülkeler arasında Avrupa Birliği ve ABD'den sonra 3. sırada yer almaktadır (Anonim 2003).

Ülkemizde, genellikle küçük parsellerde yapılan şeker pancarı tarımında, toprağın hazırlanması ve ekim işlemi tam olarak mekanize edilmiş durumdadır. Pancarın seyreltilmesi ve çapalanması mekanizasyona geçiş aşamasındadır. Büyük emeklerle yetiştirilen pancarın hasat edilmesi, şeker pancarı tarımının en kârlı işlerinden birisidir. Hem el ile hem de makine ile yapılan hasat işlemi sonrasında, pancarın üzerinde bir miktar toprak kalmaktadır. Dolayısıyla burada bir toprak taşınmasından (erozyon) söz edilebilir. Pancar ekim alanlarından şeker fabrikalarına taşınan bu topraklar, erozyona neden olmasının dışında fabrikalarda pancarın

taşıma ve işletme maliyetlerini de yükseltmektedir. Vermeulen (2002), yapmış olduğu çalışmada Hollanda'da 1 hektar şeker pancarı tarlasından 5.5 ton toprağın fabrikalara taşındığını belirterek, bunun toplam ekim alanı dikkate alındığında ise 600 000 ton toprak olduğunu vurgulamıştır. Tarladan taşınan bu toprağın yıllık temizleme, silolama, taşıma ve pancar kayıplarından dolayı oluşturduğu maliyetin ise 25 milyon euro olduğunu ifade etmiştir. Bu sebeplerle, toprağın tarlada bırakılması gerektiğini, bunun da hasat işlemi esnasında yapılabileceğini belirtmiştir.

Türkiye'de ise, 2002-2003 kampanya döneminde tarladan alınıp götürülen toprak miktarı yaklaşık 532 000 ton olarak hesaplanmıştır (Anonim 2002).

İşletmede enfeksiyondan dolayı oluşan kayıpların azaltılabilmesi için pancarların toprağından arındırılmış şekilde fabrikaya gelmesi gerekmektedir. Bir çok Avrupa ülkesinde şeker pancarının hasat sonrası fabrikalara taşınması için araçlara yüklemeleri yapılırken

* Doktora Tezinden Hazırlanmıştır.

¹ Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü-Ankara.

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makineleri Bölümü-Ankara

aynı zamanda temizleme işlemi de yapılmaktadır. Araçlara yükleme yapılırken tarla kenarında yapılan temizleme oranı, Almanya'da % 70-100, Belçika, Danimarka, Hollanda ve İsviçre'de % 25-97, İrlanda'da ise % 5 olup, dışardan beslemeli küçük kapasiteli ve kendinden yüklemeli büyük kapasiteli temizleme-yükleme makineleri kullanılmaktadır (Kromer ve ark. 2001).

Pancar alım sisteminde Türkiye'de de, Avrupa ülkelerine benzer şekilde temiz pancara ek teşvik primi, fireli pancara ise düşük fiyat uygulanmasının hayata geçirilmesi durumunda, pancar temizleme-yükleme makinelerinin kullanımı gündeme gelebilecektir. Yapılan çalışmada, pancar temizleme-yükleme makinelerinin imalat tekniğinde bilgi birikimi oluşturmak ve üreticilere makine tanıtarak, toprak kaybı konusunda bilinçlenmeleri amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Yapılması düşünülen şeker pancarı temizleme - yükleme makinesi prototipi projelendirilmesinde; elevatörün yatayla yaptığı açı, elevatörün ilerleme hızı, temizleme yüzey alanı, depo yüksekliği, elevatörün yükleme yüksekliği, kapasitesi ve güç ihtiyacı ana parametreler olarak dikkate alınmıştır.

Araştırmada kullanılmak üzere imal edilen şeker pancarı temizleme-yükleme makinesinin görünümü şekil 1'de, bazı teknik özellikleri ise Çizelge 1'de verilmiştir. Prototip makine arkasına tarım arabası bağlanabilen çekirli tipte olup, yüklemenin dirgen kullanılarak elle yapılması düşünülmüştür.

Prototipte, temizleme-yükleme makinelerinde yaygın kullanım alanı bulunan, zincirli elevatör seçilmiştir. Pancarların elevatör üzerinde geriye doğru yuvarlanmadan yukarı taşınabilmesi için gerekli en büyük açı değeri Öztürk ve ark. (1995)'de pancar için verilen dinamik sürtünme katsayısı kullanılarak 33,7 ° hesaplanmıştır. Prototip arkasına tarım arabası bağlanarak çalıştırılacağından, düzgün yükleme yapılabilmesi için, elevatör çıkışının 5 tonluk tarım arabasının orta noktası üzerinde olacak şekilde yapılması amaçlanmıştır. Hem maksimum geri yuvarlanma açısı değerinden küçük olması hem de tarım arabası üzerinde istenen konumu vermesi sebebiyle elevatör açısı 31 ° seçilmiştir. Makinenin temizleme etkisi, belirli bir hızda hareketli zincirli elevatör ve üzerinde aynı ölçülerde sabit duran zincirli elevatör arasında pancarların uzun eksenli etrafında döndürülmesi ve yükseltilmesi ile sağlanmaktadır. Temizlemenin gerçekleştiği bu kısım aktif temizleme alanı olarak tanımlanmıştır. Aktif temizleme yüzey alanı 2.05 m²'dir. Kullanılan temizleme düzeni, 700 mm genişliğinde, 50 mm aralıklarla yerleştirilmiş, 10 mm çapındaki çubuklardan oluşmaktadır. Zincir adınının tespitinde, 45 mm olarak, en küçük pancar çapı dikkate alınmıştır. Belirli bir açı ile yükselmekte olan pancarların geriye doğru hareketini engellemek için parmaklar, pancarları tutacak şekilde; 3 tanesi negatif yönde eksenenden kaçık, 2 tanesi de normal ekseninde olacak şekilde tasarlanmıştır.

Temizleme düzeninin tahrik edilmesinde, kademesiz olarak hız ayar imkanını sağladığı ve imalat kolaylığı nedeniyle hidrolik tahrik sistemi kullanılmıştır. Bu sistemle makinenin tahrik edilmesi, traktör kuyruk miline bağlanan bir hidrolik pompanın oluşturduğu hidrolik enerjinin, tekrar hidrolik motor ile mekanik enerjiye dönüştürülmesiyle gerçekleştirilmektedir.

Bunun için gerekli hidrolik devre temel olarak güç, kontrol ve iş ünitelerinden oluşmaktadır. Güç ünitesi; debisi 33 l/dakika ve basıncı 190 bar olan dişli tip hidrolik pompa, basınç emniyet valfi, hidrolik yağ deposu ve kuyruk mil devir sayısını yükseltmek için 1/3'lük bir adet dişli kutusundan, kontrol ünitesi, 1 adet 4/2 yön kontrol valfi ve 3 yollu akış ayar valfinden; iş ünitesi ise maksimum moment 500 Nm ve maksimum devir sayısı 370 d/d olan dişli tip hidrolik motordan oluşmaktadır. Hidrolik tahrik düzeninin projelendirilmesinde Götz (1984) ve Karıcı (1991)'dan faydalanılmıştır.

Makinenin deposu 1 m³ olarak tasarlanmış olup, bu depo hacminin ortalama 650 kg pancar alacağı hesaplanmıştır. Buna göre prototip makinenin deposunun tam dolu olması ve aktif temizleme yüzeyinde de pancar bulunması halinde, 1.2 m/s elevatör çalışma hızı için gerekli olan tahrik gücü 6.03 kW olarak hesaplanmıştır.

Prototip makinenin performansı, Kromer and Bertram (1997) tarafından IIRB (Institut International de Recherches Betteravières) için hazırlanan deney standardı da göz önüne alınarak 01-08 Ekim 2002 tarihleri arasında Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi Afyon Tarım İşletmesine ait pancar tarlasında, 0.5-0.8-1.0 ve 1.2 m/s elevatör çalışma hızlarında değerlendirilmiştir. Makinenin performans denemelerinde; toprak firesi, yüzey yaralanmaları ve kök kırıkları, temizleme öncesi saptanmıştır. Ölçülen bu kriterler, prototipin farklı elevatör hızlarında çalıştırılması sonrasında makineden geçen pancarlar üzerinde tekrar belirlenmiştir.

Çizelge 1. Prototip temizleme yükleme makinesinin bazı teknik özellikleri

Kütlesi (kg)	1180
Lastik ölçüleri	180-70-R 14
Lastik iz genişliği (mm)	1800
Depo hacmi (m ³)	1
Depo yüksekliği (mm)	1700
Pancar depoya alım şekli	Elle yükleme
Temizleme elemanı	Zincirli elevatör
Elevatör genişliği (mm)	700
Toplam elevatör uzunluğu (mm)	5000
Yükleme yüksekliği (mm)	2900
Makinenin toplam uzunluğu (mm)	5550
Öngörülen kapasite (ton/saat)	43
Elevatörün yatay düzlemle yaptığı açı (°)	31
Tahrik tipi	Hidrolik



Şekil 1. Prototip makinenin genel görünümü

Makineye girmeden önce yapılan ölçümler : Hasat edilerek yığın haline getirilen pancarlardan her kişi 100 adet olmak üzere 5 kişi tarafından toplam 500 adet pancar rasgele alınmıştır. Alınan pancarların her biri tartılmış, maksimum çapı, kuyruk kırılma çapı, yüzey yaralanmaları ve çatlak boyları ölçülerek kayıt edilmiştir. Ayrıca, giriş toprak firesinin tespiti amacıyla örnek alınmıştır.

Şeker pancarlarının ağırlık dağılımı : Üzerinde çalışılan pancarların ağırlık dağılımının bilinmesi için 500 adet pancarın ağırlıklarının frekans dağılımının belirlenmesi gerekmektedir. Alınan toplam 500 adet pancarın her biri tartılarak kayıt edilmiş ve aynı ağırlık sınırları içerisinde olanlar; 250-500 g, 501-750 g, 751-1000 g, 1001-1250 g, 1251-1500 g, 1501-1750 g, 1751-2000 g, 2001-2250 g, 2251-2500 g, 2501-2750 g sınıf bölümlü sütun grafiğinde gösterilmiştir. Daha sonra, iki ucu kapalı dağılım olduğu için tartılı ortalama ile bir pancarın kütlesi bulunmuştur (Düzgüneş ve ark. 1983).

Şeker pancarlarının büyüklük dağılımı : Ağırlık dağılımının belirlenmesinde kullanılan 500 pancarın her birinin maksimum çapları ölçülerek kayıt edilmiş ve aynı çap sınırları içerisinde olanlar; <45 mm, 45-70 mm, 71-90 mm, 91-110 mm, 111-130 mm, 131-150 mm ve > 150 mm sınıf bölümlü sütun grafiğinde gösterilmiştir.

Yüzey yaralanmalarının ölçülmesi : Maksimum çapları ölçülen pancarlar kullanılarak yüzey yaralanmaları tespit edilmiştir. Bunun için, yaralanmış pancar yüzeyinin en uzun mesafesi ve buna dik en geniş kısmı kumpasla ölçülmüştür. Ölçülen bu iki uzunluğun çarpımı ile yaralı

alan büyüklüğü hesaplanmıştır. Bir pancar üzerinde birden çok yaralanma var ise, her yaralanma ayrı olarak hesaplanmış ve toplam yaralanma yazılmıştır. Toplam yaralanma miktarı 100 pancarda cm^2 olarak ifade edilmiştir.

Kök kırıklarının tespit edilmesi : Kök kırılma kayıplarının saptanmasında 500 adet pancarın her birisinde kök kırılmasının olduğu yerdeki çapları ölçülerek kayıt edilmiş ve aynı çap sınırları içerisinde olanlar; 0-20 mm, 21-40 mm, 41-60 mm, 61-80 mm, > 80 mm olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Daha sonra her sınıfın % oranı belirlenmiştir. Her sınıftaki kütle kaybı ise, ait olduğu sınıfın % oranı ve kayıp faktörünün çarpılması ile bulunmuştur.

Kök kırılması kayıp faktörünün tespit edilmesi : Kök kırılmalarından dolayı oluşan kütle kayıplarının saptanmasında ihtiyaç duyulan kayıp faktörü literatürde olmasına karşın, üzerinde deneme yapılan çeşit için ayrıca belirlenmiştir. Bunun için kök kırıklığı olmayan 500 adet pancar, yığından alınmıştır. Daha sonra her bir pancar tartılmış ve 2 cm kök çapında kesilip tekrar tartılarak aradaki kütle farkı bulunmuştur. Bu kütle farkının pancarın ilk kütlesine oranı kesilen 2 cm çap ölçüsü için % kütle kaybını ifade etmektedir. 2 cm kök kırılması için yapılan bu işlem; 4, 6, ve 8 cm kök çapları için de yapılarak her çap sınıfı için ortalama kayıp faktörü belirlenmiştir. IIRB'nin standardına göre, kırılma kaybı olarak, pancarların 2 cm çap ölçüsünün üzerindeki kırılmalar kabul edilmektedir.

Çatlakların tespit edilmesi : Şeker pancarı yüzeyinde oluşan çatlakların tespit edilmesi ile ilgili olarak IIRB standardında bir görüş bulunmamakla birlikte, farklı araştırmacılar oluşan çatlakların hacmini veya 100 pancardaki toplam çatlak boyunu belirlemektedirler. Yapılan denemelerde, pancar üzerinde oluşan çatlaklar 500 adet pancarda ölçülerek, 100 pancardaki çatlak boyu cm olarak ifade edilmiştir.

Toprak firesinin tespit edilmesi : Giriş toprak firesinin tespiti amacıyla, hasat edilmiş yığından, her defasında yaklaşık 50 kg olacak şekilde 10 kez örnek alınmıştır. Alınan bu örneklerin fabrikanın fire analiz laboratuvarında ilk tartıları yapılmış, daha sonra da yıkama makinesinde yaklaşık 2 dakika süreyle yıkanmıştır. Yıkama sonrası pancarlar tekrar tartılarak aşağıdaki bağıntı ile toprak firesi hesaplanmıştır.

$$\text{Toprak firesi (\%)} = \frac{(\text{Toplam kütle} - \text{Temiz pancar kütlesi}) \times 100}{\text{Toplam kütle}}$$

Makineden çıktıktan sonra yapılan ölçümler : Makineden geçirilen pancarlardan her kişi 100 adet olmak üzere 5 kişi tarafından toplam 500 adet pancar rasgele alınmıştır. Alınan pancarların her birinin kuyruk çapı, yüzey yaralanmaları ve çatlak boyları yukarıda açıklandığı gibi ölçülerek kayıt edilmiştir. Ayrıca, çıkış toprak firesinin tespiti amacıyla örnek alınmıştır. Çıkış toprak firesi de belirlendikten sonra makinenin temizleme etkinliği aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (Kromer 1990).

$$\text{Temizleme etkinliği (\%)} = \frac{(\text{Giriş firesi} - \text{Çıkış firesi}) \times 100}{\text{Giriş firesi}}$$

Makinenin yuttuğu gücün belirlenmesi : Makinenin yuttuğu gücün belirlenmesi amacıyla, boşa ve yük altında çalıştırılma durumunda, traktör kuyruk milii ile makine arasına bağlanan torkmetre ve devir sayıcı yardımıyla moment ve devir sayısı 5 tekerrürlü ölçülmüştür. Ölçümler Fahr 1000 d/d-935 Nm'lik torkmetre, mekanik devir sayacı ve HBm Kws / 3073 3 kanallı analog amplifikatör kullanılarak yapılmıştır. Ölçülen moment ve devir sayısı değerlerinden makinenin boşa ve yük altında çalıştırılma durumundaki yuttuğu güçler hesaplama ile bulunmuştur.

Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi : Makineye girmeden önce ve makineden çıktıktan sonra ölçümleri yapılan yüzey yaralanmaları, kök kırılma çapları, çatlak boyları ve fire oranları değerlerinin istatistiksel analizleri, tesadüf parselleri deneme düzeninde değerlendirilmiştir. Her bir deneme konusu için varyans analizi yapılarak gruplar arası farkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Her grup için bulunan sonuç istatistiksel olarak önemli ise, gruplar içinin birbirinden farklılığının belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

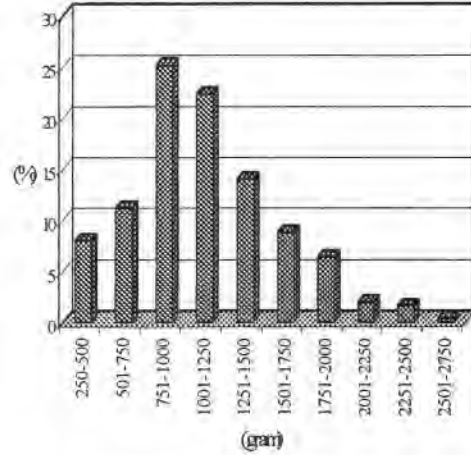
Bulgular

Şeker pancarlarının ağırlık dağılımına ait ölçüm sonuçları : Yığından alınarak tartıları yapılan 500 adet pancarın ağırlıklarının dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.

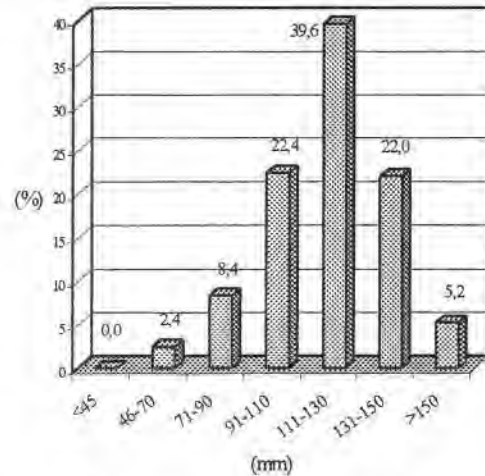
Pancar ağırlıkları 750-1500 gram arasında yoğunlaşmakta olup, ölçülen pancarların % 61'i bu sınıf aralığında yer almaktadır. Ortalama pancar ağırlığı 1 119 gram olarak hesaplanmıştır.

Şeker pancarlarının büyüklük dağılımına ait ölçüm sonuçları : Ölçülen 500 adet pancara ait maksimum çapların dağılımı Şekil 3'de verilmiştir. Pancar çaplarının dağılımı 90-150 mm arasında yoğunlaşmakta olup, ölçülen pancarların %84'ü bu sınıf aralığında yer almaktadır. Ortalama pancar çapı 117 mm olarak hesaplanmıştır.

Yüzey yaralanmalarına ait ölçüm sonuçları : Makineye girmeden önce ve makineden çıktıktan sonra yapılan ölçümler sonucunda pancar yüzeyinde oluşan yaralanma miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Pancar ağırlıklarının dağılımı



Şekil 3. Pancar çaplarının büyüklük dağılımı

Çizelge 2. Pancar üzerinde ölçülen yüzey yaralanmaları

Konu	Makineye girmeden önce	Makineden çıktıktan sonra			
		Elevatör çalışma hızı (m/s)			
		0.5	0.8	1.0	1.2
Y. yaralanması (cm ² /100 pancar) ^a	259 d	390 c	374 c	463 b	532 a

*p<0.01

Çalışma hızlarına bağlı olarak, yüzey yaralanmasındaki en az artış 0.8 m/s hızında, en fazla artış ise 1.2 m/s Elevatör çalışma hızında olmuştur. Makineye girmeden önce ve makineden çıktıktan sonraki yüzey yaralanma değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01).

Bu farklılığın önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; makineye girmeden önceki yüzey yaralanma miktarı ile tüm çalışma hızlarında oluşan yüzey yaralanma miktarları arasındaki farklılığın % 1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Kök kırılmalarına ait ölçüm sonuçları : Makineye girmeden önce ve makineden çıktıktan sonra yapılan ölçümler sonucunda, pancar kök gövdesinde oluşan ortalama kırılma çapları Çizelge 3'de verilmiştir. Ölçülen bu değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01)

Kök kırılması değerleri arasındaki farklılığın önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre makineye girmeden önceki kök kırılması çap değeri ile tüm çalışma hızlarında oluşan kök kırılması çap değerlerinin arasındaki farklılığın % 1 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır.

Çatlak boylarına ait ölçüm sonuçları : Makineye girmeden önce ve makineden çıktıktan sonra yapılan ölçümler sonucunda pancar gövdesinde oluşan ortalama çatlak boyları Çizelge 4'de verilmiş olup, aralarındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.01).

Çizelge 3. Oluşan kırılmaların çap ölçüleri

Konu	Makineye girmeden önce	Makineden çıktıktan sonra			
		Elevatör çalışma hızı (m/s)			
		0.5	0.8	1.0	1.2
Kök kırılma çapı (mm/pancar) ^a	10 c	35 a	29 b	35 a	37 a

*p<0.01

Çizelge 4. Pancar kök gövdesinde oluşan çatlak boyları ölçüleri

Konu	Makineye girmeden önce	Makineden çıktıktan sonra			
		Elevatör çalışma hızı (m/s)			
		0.5	0.8	1.0	1.2
Çatlak boyları (mm/pancar) ^a	18 c	24 bc	33 a	31 ab	35 a

*p<0.01

Bu farklılıkların önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; makineye girmeden önceki çatlak boyu değeri ile 0.5 m/s elevatör çalışma hızında elde edilen değer arasındaki farklılığın % 1 seviyesinde önemsiz olduğu saptanmıştır.

Temizleme etkinliğine ait ölçüm sonuçları : Makineye girmeden önce ve makineden çıktıktan sonra yapılan analizler sonucunda toprak firesi değerleri ve temizleme etkinlikleri Çizelge 5'de verilmiş olup, aralarındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.01).

Fire değerleri arasındaki farklılığın önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; makineye girmeden önceki fire değeri ile tüm elevatör çalışma hızlarında elde edilen değerler arasındaki farklılığın % 1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

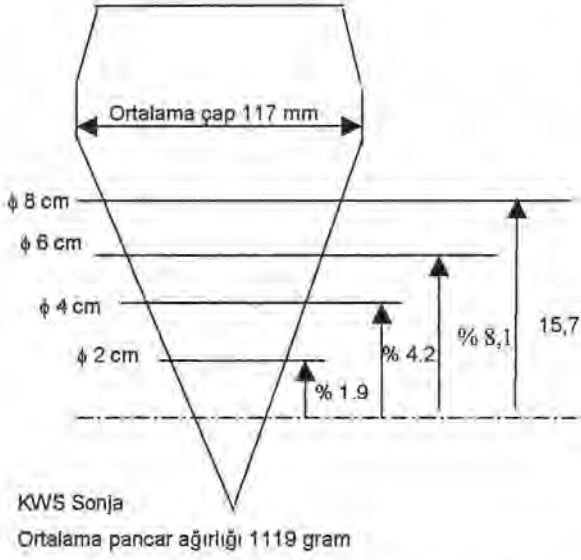
Kök kırılmasından dolayı oluşan kütle kayıplarının tespiti : Üzerinde çalıştığımız populasyon için, belirli çap değerlerindeki kırılmalardan dolayı oluşan kütle kayıpları şekil 4 'da verilmiştir. Maughan (1983) yapmış olduğu çalışmada, 4 cm kök kırılmasında % 7, 6 cm kök kırılmasında % 14 ve 8 cm kök kırılmasında % 23'lük kütle kaybı olduğunu, Brinkman (1980) ise 4 cm kırık çapında % 5 kayıp olduğunu, 6 cm kırık çapında % 15 kayıp olduğunu, 8 cm kırık çapında % 25 kayıp olduğunu ve > 8 cm kırık çapı için % 30 kayıp olduğunu, Kromer (2000), ise 0-2 cm kırık çapında kaybın % 1'den küçük olduğunu, 4 cm kırık çapında kaybın % 5 olduğunu, 6 cm kırık çapında kaybın % 10 olduğunu ve 8 cm kırık çapında kaybın % 23 olduğunu ifade etmiştir. Kök kırılmaları nedeniyle, makineye girmeden önce ve makineden çıktıktan sonra pancar kütesindeki azalma oranları, her kök kırılma sınıfının kayıp faktörü ile çarpılması sonucu bulunmuştur.

Buna göre hasat sonrası kök kırılması sonucunda oluşan kütle kaybı % 0.28, elevatörün 0.5-0.8-1.0 ve 1.2 m/s çalışma hızlarında ise sırasıyla; % 2.70, % 2.12, % 2.92 ve % 3.08 olarak hesaplanmıştır. Makineye girmeden önceki kütle kaybı değeri ile tüm çalışma hızlarında oluşan kayıp miktarları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.01). Bu farklılıkların önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; 0.5 m/s, 1.0 m/s ve 1.2 m/s çalışma hızlarında oluşan kayıp değerleri arasındaki farklılığın % 1 seviyesinde önemsiz; 0.8 m/s çalışma hızında oluşan kayıp değeri ile 0.5 m/s, 1.0 m/s ve 1.2 m/s çalışma hızlarında oluşan kayıp değerleri arasındaki farklılığın % 1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Toprak firesi değerleri ve temizleme etkinlikleri

Konu	Makineye girmeden önce	Makineden çıktıktan sonra			
		Elevatör çalışma hızı (m/s)			
		0.5	0.8	1.0	1.2
Toprak firesi (%) ^a	2.80 a	1.50 b	1.20 c	1.00 d	1.00 d
Temizleme etkinliği (%)	-	46	57	64	64

*p<0.01



Şekil 4. Belirli kök kırılma çaplarındaki kütle kayıpları

Makinenin yuttuğu güç: Prototip makinenin boşta çalıştırılması durumunda yuttuğu güç, en düşük çalışma hızında (0.5 m/s) 1.92 kW, en büyük çalışma hızı olan 1.2 m/s elevatör hızında ise 3.06 kW olmuştur. Yük altında çalıştırılma durumunda yuttuğu güç miktarı ise en düşük elevatör çalışma hızında 3.40 kW ve en büyük elevatör hızında ise 5.55 kW olarak ölçülmüştür.

Makinenin temizleme yükleme kapasitesi: Prototip makinenin sürekli besleme halindeki kapasitesi; 0.5 m/s elevatör hızında 33 t/h, 0.8 m/s elevatör hızında 51 t/h, 1.0 m/s elevatör hızında 59 t/h ve 1.2 m/s elevatör hızında 68 t/saat olarak ölçülmüştür.

Tartışma ve Öneriler

Araştırmada elde edilen sonuçlar, aşağıdaki alt başlıklar halinde özetlenerek tartışılmıştır.

Test tarlasına ait sonuçlar: Üzerinde çalışılan deneme tarlasının ve pancarların bazı özellikleri Çizelge 6'da verilmiştir. Toprak firesi; hasat esnasındaki toprak neminin az olması; toprak tipi ve birim alandaki bitki sayısının azlığından dolayı düşük seviyede olmuştur. Pancar verimi ise dekara 7 900 kg olarak gerçekleşmiş olup, bu değer Türkiye ortalaması olan 4 444 kg/da 'ın oldukça üstünde yer almaktadır.

Çizelge 6. Deneme tarlasının tanımlanması

Toprak tipi	Siltlikli
Hasat esnasındaki toprağın durumu	Kuru
Toprak nem (%)	16
Sıra arası ekim mesafesi (cm)	45
Bitki sayısı (adet/ha)	78 000
Temizlenmiş pancar verimi (t/ha)	79.0
Şeker varlığı (%)	17.58

Temizleme etkinliği: Dört farklı elevatör ilerleme hızında ölçülen temizleme etkinliği % 46-64 arasında değişmektedir. Makinenin temizleme etkinliği elevatör ilerleme hızındaki artışa bağlı olarak önce artmış ve sonra değişmemiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda en iyi temizleme etkinliği 1.0 – 1.2 m/s elevatör çalışma hızlarında % 64 olarak tespit edilmiştir.

Prototip makinede, bu tip makinelerde yaygın kullanım alanı bulan zincirli temizleme düzeni kullanılmıştır. Kromer (1989), yapmış olduğu denemelerde bu düzene sahip makinelerdeki temizleme etkinliğini % 46-70, Farrow (1993) ise, % 40-60 arasında olduğunu belirtmiştir.

Van der Linden (1996), basınçlı hava, yıldız-fırça kombinasyonlu ve fırça-aksiyal rulo kombinasyonlu temizleme sistemleri üzerinde çalışmalar yapmıştır. Laboratuvar ortamında hava ile temizleme prensibinin toprak firesini % 85-95 oranında, yıldız ve fırçalı temizleme sisteminin toprak firesini kumlu topraklarda % 80, killi topraklarda % 30-50, fırça-aksiyal rulolu temizleme sisteminin ise toprak firesini % 30-50 oranında azalttığını ifade etmiştir.

Kangal ve Çolak (2001), çalışmalarında yıldız çarklı temizleme sistemine sahip olan pancar boşaltma-temizleme ve yükleme makinelerinin temizleme etkinliğini % 62.67 olarak vermişlerdir.

Van der Linden (2002), aksenal rulolu temizleme sisteminin ortalama % 20-24 oranında toprak firesini azalttığını, ayrıca yaprak vb yeşil aksamı uzaklaştırdığını belirterek, bu sistemin hasat ve temizleme yükleme makinelerinde çok yaygın uygulandığını ifade etmiştir.

Buna göre, prototip makinede elde edilen temizleme etkinliğinin yeterli düzeyde bir değere sahip olduğu görülmektedir.

Yüzey yaralanması: Yapılan denemelerde elle yapılan hasat sonrası pancar kök gövdesinde oluşan yüzey yaralanması, elevatör çalışma hızına bağlı olarak artış göstermiştir. En az yüzey yaralanması 0.5-0.8 m/s elevatör çalışma hızlarında 390 ve 374 cm² / 100 pancar, en fazla yüzey yaralanması ise; 1.2 m/s çalışma hızında 532 cm² / 100 pancar olarak tespit edilmiştir.

Kromer (1989), yapmış olduğu çalışmada pancar temizleme yükleme makinelerinde yüzey yaralanma değerlerini 302-536 cm² /100 pancar arasında olduğunu belirtmiştir.

Steensen (1996), boşaltma yükleme ve temizleme gibi sökme işlemini takip eden her bir hasat kademesinde pancar yaralanmalarının önemli miktarda artmakta olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı, tamburlu tip hasat makinesinde yaralanma değerlerini depoda 367 cm² / 100 pancar, yükselticide 632 cm² /100 pancar ve kamyonunda 704 cm² / 100 pancar olarak tespit etmiştir.

Kromer (2000), yüzey yaralanma miktarını iki sıralı makineler için 200 cm²/100 pancar, üç sıralı makineler için 348 cm²/100 pancar, 6 sıralı makineler için 235 cm²/100 pancar ve iki kademeli hasat yapan makineler için ise 115 cm²/100 pancar olarak vermiştir.

Kangal ve Çolak (2001), çalışmalarında pancar boşaltma-temizleme ve yükleme makinelerinin pancarda yarattığı yüzey yaralanma değerinin $4,99 \text{ cm}^2$ /pancar olduğunu ifade etmişlerdir.

Buna göre prototip makine elde edilen yüzey yaralanma değerlerinin iyi bir düzeyde olduğu söylenebilir.

Kök kırılması: Denemelerde, elle yapılan hasat sonrası pancar kökünde oluşan kırılma çapları ortalama 10 mm iken, 0.5 – 1.0 – 1.2 m/s elevatör çalışma hızlarında kök kırılma çapları sırasıyla 35, 35 ve 37 mm olmuştur. Bu üç çalışma hızında oluşan kök kırılma çapları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır. 0.8 m/s elevatör çalışma hızında oluşan kök kırılma çapı ise 29 mm olup, istatistiksel olarak diğer hızlarda oluşan kırılma çaplarından farklıdır. Buna göre en az kök kırılmasının gerçekleştiği çalışma hızının 0.8 m/s olduğu söylenebilir. Elevatör çalışma hızındaki artışa bağlı olarak kök kırılma çaplarında çok fazla bir artış olmamıştır.

Steensen (1996), ağ örgülü temizleme sistemi kullanılan hasat makinelerinde kök kırılma çaplarının ortalama değerlerinin elevatörde 19 mm, depoda 23 mm, siloda ise 25 mm olduğunu, tamburlu tip hasat makinesinde ise depoda 18 mm, yükselticide 27 mm ve kamyonada 30 mm olduğunu belirtmiştir.

Farklı elevatör çalışma hızlarında oluşan kök kırılmalarından dolayı meydana gelen kütle kayıpları 0.5 m/s çalışma hızı için % 2.7, 0.8 m/s çalışma hızı için % 2.1, 1.0 m/s çalışma hızı için % 2.92 ve 1.2 m/s çalışma hızı için ise % 3.1 olarak hesaplanmıştır. Türk Standartları Enstitüsü'nün 4891 numaralı standardında Anonim (1986), şeker pancarı hasat makinelerinde hasat sonrası kök gövdesi kırılmasından dolayı toplam kaybın % 5'i geçmemesi gerektiği belirtilmiştir. Kromer (1990), farklı imalatçılar tarafından imal edilen şeker pancarı temizleme yükleme makinelerinin denemelerinde kök kırılmasından dolayı meydana gelen kütle kaybını % 0.9-1.9 arasında tespit etmiştir.

Buna göre, prototip makinede ölçülen 29-37 mm kırılma çap değeri ve bu kırılmalardan dolayı meydana gelen % 2.1-3.1 kütle kaybının iyi sayılabilecek değerler olduğu söylenebilir.

Çatlak boyu: Pancar kök gövdesinde oluşan çatlakların değerlendirilmesinde çatlak hacmi ve çatlak boyu ifade edilmektedir. Bu çalışmada çatlakların boyu ölçülerek değerlendirilmiştir. Yapılan denemelerde elle yapılan hasat sonrası pancar gövdesinde oluşan çatlak boyları 18 mm iken, 0.5 – 0.8 – 1.0 – 1.2 m/s elevatör çalışma hızlarında sırasıyla 24, 33, 31 ve 35 mm olmuştur. İstatistiksel olarak en az çatlak 0.5 m/s elevatör çalışma hızında 24 mm/pancar, en fazla çatlak boyu ise, maksimum elevatör çalışma hızı olan 1.2 m/s'de 35 mm/pancar olarak tespit edilmiştir.

Steensen (1996), ağ örgülü temizleme sistemi kullanılan hasat makinelerinde bir pancardaki ortalama çatlak uzunluğunu taşıyıcıda 20 mm, depoda 25 mm ve siloda 29 mm, tamburlu tip temizleme sistemine sahip makinelerde ise bir pancardaki çatlak uzunluğunu depoda 21 mm, yükselticide 34 mm ve kamyonada 37 mm olarak vermiştir.

Buna göre, prototip makinede bir pancar için ölçülen 24-35 mm çatlak boylarının iyi sayılabilecek değerler olduğu söylenebilir.

Makinenin temizleme yükleme kapasitesi: Projelendirme aşamasında makinenin öngörülen kapasitesi 43 ton/saat olarak hesaplanmıştır. Prototip makinenin denemeleri sırasında sürekli besleme halinde farklı elevatör çalışma hızlarında makinenin kapasitesi 33-68 ton/saat olarak ölçülmüştür. Prototip makinenin filli çalışması durumunda birim elevatör uzunluğunda pancarın miktarının teorik hesaplamada kabul edilen miktardan fazla olması nedeniyle, filli durumdaki kapasite öngörülen kapasitenin üzerinde gerçekleşmiştir.

Sonuç

Araştırma bulgularından yapılan değerlendirmelere göre elde edilen sonuçlar ve öneriler şu şekilde özetlenebilmektedir;

1. En iyi temizleme etkinliği 1.0-1.2 m/s elevatör çalışma hızında % 64, en az temizleme etkinliği ise 0.5 m/s elevatör çalışma hızında % 46 olarak tespit edilmiştir.
2. En az yüzey yaralanması 0.5-0.8 m/s elevatör çalışma hızlarında 390 ve 374 cm^2 / 100 pancar, en fazla yüzey yaralanması ise; 1.2 m/s çalışma hızında 532 cm^2 / 100 pancar olarak tespit edilmiştir.
3. En az kütle kaybı 0.8 m/s elevatör çalışma hızında % 2.12, en fazla kütle kaybı ise 1.2 m/s elevatör çalışma hızında % 3.08 olarak tespit edilmiştir.
4. En az çatlak boyu 0.5 m/s elevatör çalışma hızında 240 cm/100 pancar olarak tespit edilmiştir. Diğer üç elevatör çalışma hızında ölçülen çatlak boyları arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmüştür.
5. Prototip makine boşta çalıştırılma durumunda, elevatör ilerleme hızına bağlı olarak 1.92-3.06 kW, yüklü çalıştırılma durumunda ise 3.40-5.55 kW güç yutmuştur. İhtiyaç duyulan bu güç değeri, traktör kuyruk miline bağlanan bir hidrolik pompanın oluşturduğu hidrolik gücün, hidrolik motor tarafından mekanik güce çevrilmesi ile karşılanmıştır. Yaptığımız denemeler sonunda; prototip makinenin tahrik edilmesinde, traktörlerin hidrolik sistemlerindeki pompaların da yeterli olacağı anlaşılmıştır. Bugün yaygın olarak kullanılan 70 BG ve daha fazla güçteki traktörlerin hidrolik sistemlerinde, debileri 25-30 lt/dak ve basınçları 180-250 bar arasında olan pompalar kullanılmaktadır. Bu debi ve basınçtaki pompaların % 15 verimle sağlayabilecekleri hidrolik güç ise, 6-10 kW değerleri arasında olacağından, bu güç değerleri ile prototip makine tahrik edilebilecektir.
6. Prototip makinenin deposuna, üretilenler arasında yaygın kullanılan, sallamalı kepçe ile de rahatlıkla pancar beslemesi yapılabilmektedir.
7. Prototip makinenin pancar üzerinde oluşturduğu yüzey yaralanma, kök kırılması ve çatlak boyları değerleri ile temizleme etkinliği göz önünde bulundurularak; en uygun elevatör çalışma hızı 0.8 m/s olduğu söylenebilir.

8. Bu prototip makine, önümüzdeki yıllarda toplam ağırlığının azaltılması, temizleme düzeninde fırça ve eksenel rulo kombinasyonlarının uygulanması ve beslemesinin kendinden yapılması üzerinde araştırma ve geliştirme yapılmaya açıktır.

Türkiye'de 2002/2003 kampanya döneminde üreticiler tarafından brüt 17 952 860 ton pancar teslim edilmiş olup, bu pancardan % 7.96 fire düşülmüştür (Anonim 2003). Üreticinin teslim ettiği pancardan düşülen % 7.96'lık firenin % 5'ini baş ve kuyruk firesinin oluşturduğu düşünerek, kalan fark olan % 2.96'nı toprak firesi oluşturmaktadır. Bu toprak firesinin karşılığı, 531 000 ton olup, birim pancar tarlasından taşınan toprak 143 kg/da olmuştur.

Verimli tarım toprağının taşınmasını önlemek, nakliye masraflarını azaltmak, işletme kayıplarının asgari düzeye düşürmek için, temiz pancar almaya yönelik çalışmaları yapmak kaçınılmaz gözükmektedir.

Bu amaçla, pancar alımında kaynak kaybına neden olan toprak fire oranlarının düşürülmesi ve doğru tespit edilebilmesi için firelerin gözle değil fire analiz cihazları ile verilmesi, temiz pancar getirmeyi teşvik edici ve caydırıcı fiyat düzenlemeleri yapılması, seyyar pancar boşaltma makinelerinin yaygınlaştırılması ve rhizomania hastalığındaki artış da göz önünde bulundurularak, pancarların tarlada temizlenmesinin gündeme getirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, gelecek yıllarda yapılacak düzenlemelere paralel olarak ülkemizde de pancar temizleme – yükleme makinesine gereksinim olacağı öngörülerek, bu çalışma kapsamında imal edilmiş olan prototip makinenin daha da geliştirilmesi halinde Türkiye şeker pancarı mekanizasyonuna önemli katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 1986. Şeker Pancarı Hasat Makineleri, TS 4891/Mayıs, TSE, Ankara.
- Anonim, 1996. Şeker Pancarı El Kitabı, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. ve Pan Tohum Islah ve Üretim A.Ş. Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2002. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü 2001 Yılı Raporu, TC Başbakanlık YDK, Ankara.
- Anonim, 2003. Tarım Raporu. Pankobirlik Yayınları, Ankara.
- Brinkmann, W., 1980. Vergleichstest von Zuckerrübenerntemaschinen – Methode und Rückblick, Zuckerindustrie 5, 475-479.
- Düzgüneş, O., T. Kesici ve F. Gürbüz, 1983. İstatistik Metodları I, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No 861, Ankara.
- Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu, ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No 1021, Ankara.
- Fallesen, B. and P. Van der Linden, 1997. Studies on Soil Tare Reduction in The Field in NI and Dk. Proceedings of the 60th IIRB Congress, p:105-122.

- Farrow, B. 1993. Cleaner Loader Usage in Great Britain. Institut International de Recherches Betteravières, 53 rd Congress, p.199-207.
- Götz, W. 1984. Hydraulics Theory and Applications. Robert Bosch GmbH Hydraulics Division, 303, Germany.
- Kangal, A. ve A. Çolak, 2001. Pancar Boşaltma-Temizleme Makinelerinin Mekanik Temizleme Etkinliğinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. Cilt 7(3), sayfa 29-34, Ankara.
- Karçı, H. 1991. Elektrohidrolik Temel Seviye Öğretim Kitabı. Festo Didactic, 286, İstanbul.
- Kromer, K. H. 1989. Die Prüfung der Reinigungslader in Seligenstadt. Zuckerrübe 38.Jg (4), 198-199.
- Kromer, K. H. 1990. Erdabschედigung und Vergleich Verschiedener Erntemaschinen. IIRB 53. Winterkongress, p.173-182. Bruxelles, Belgium.
- Kromer, K. H. und H. H. Bertram, 1997. Prüfverfahren zur Messung der Qualität von Zuckerrüben- Saatgut, Sägeräten, Erntemaschinen, Reinigungsladern. Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Kromer, K. H. 2000. Stand der Erntetechnik bei Zuckerrüben. Zuckerrübe, 49.Jg.(6), 302-307.
- Kromer, K. H., J. Stratz, M. Tscepe und M. Nemeth, 2001. Technischer Stand Bei Rubenreinigungsladern. Zuckerrübe, 50.Jg.(1) sayfa 34-37.
- Maughan, G. 1983. A Simple Method of Checking harvesting losses. Sugar Beet Review, Volume 62, No: 3, 12-14
- Öztürk, R., A. Çolak ve Y. Sabahoğlu, 1995. Bazı Yumrulu Bitkilerin Sürtünme Katsayılarının Belirlenmesi, Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s: 334-343, Bursa.
- Steensen, Jens. K. 1996. Root Injuries in Sugar Beets as Affected Wise by Lifting, Dumping, and Cleaning. (Institut International de Recherches Betteravières, 59 th Congress, p.525-532.
- Van der Linden, J. P. 1996. Reducing Soil Tare of Sugar Beet with "Novel" Cleaning Technology. Institut International de Recherches Betteravières, 59 th Congress, p.499-505
- Van der Linden, J. P. 1997. New Development To Reduce Soil Tare In Harvesters And In Separate Cleaning Equipment. Group meeting of IIRB., 14-15 October 1997, Viyana, Avusturya.
- Van der Linden, J. P. 2002. Cleaning Techniques and Reduction of Soil Tare. Proceedings of the 65th Institut International de Recherches Betteravières Congress, p.139-148
- Vermeulen, G. D. 2002. Reduction of Soil Tare By Improved Uprooting of Sugar Beet, A Soil Dynamic Approach. Proceedings of the 65th Institut International de Recherches Betteravières Congress, p.117-128.

İletişim adresi:

Erkan İÇÖZ
Türkiye Şeker Fabrikaları
Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü-Ankara
Tel: 435 98 15/371
e-mail: erkanicöz@yahoo.com