

Sırtta Taşınan Çay Gübreleme Makinesi Prototipi

İsmet ÖNAL

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100-Bornova - İzmir
ismet.onal@ege.edu.tr

Özet: Bu çalışmanın amaçları, yamaç arazilerdeki çay bahçelerinin kompoze çay özel gübresiyle gübrenmesinde kullanılmak üzere, tek kişinin kullanabildiği, sırtta taşınan, gübreyi sıra arasına verebilen, çay gübreleme makinesi prototipini tasarlayarak imal etmek, onun gübre akış değerini ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$) ve gübre akış düzgünlüğünü (VK, %) araştırmak ve gübreleme makinasına özel gübreleme abağı oluşturmaktır. Bu amaçla, denemelerde, 25.5.10 (NPK) granüle özel çay gübresi ile buna göre daha higroskopik olan 20.20.0 (NP) granüle kompoze gübresi kullanılmıştır. Geliştirilen gübreleme abağı üzerinden, çay sıra aralığına (m), ilerleme hızına ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), depo hacmine (kg) ve gübreleme normuna ($\text{kg} \cdot \text{da}^{-1}$) bağlı olarak, teorik iş başarısı ($\text{da} \cdot \text{h}^{-1}$), gübre akış debisi ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$) ve gübre deposunun boşalma süresi (min) doğrudan okunabilmektedir. Çay gübresinin (25.5.10 : NPK), çay bitkisi için önerilen 700 kg ha^{-1} gübre normunda atlabildiği kapak açıklığı değerleri $8.7 \cdot 40 \text{ mm}$ ve $10 \cdot 40 \text{ mm}$ 'dir. Her iki kapak açıklığında, gübre akışındaki düzgünlüğü ifade eden varyasyon katsayısı değerleri, genelde % 7'nin altında bulunmuştur. Daha büyük kapak açıklıklarında, varyasyon katsayısı değerleri düşmekle beraber, 700 kg ha^{-1} gübre normunu sağlayan ilerleme hızı değerleri, işçinin yapamayacağı yüksek değerlere çıkmaktadır. Özel çay gübresiyle tıkanma olmadan, düzgün bir gübre akışının sağlanabilmesi için, depo içindeki karıştırıcının 40- 60 salınım min^{-1} değerlerinde çalıştırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sırtta taşınan gübre dağıtma makinesi, gübreleme organları, gübreleme abağı

The Prototype Knapsack Fertilizer Applicator for Tea Plants

Abstract: The aims of this research work were, to design the prototype knapsack fertilizer applicator for tea plants, and to investigate the its fertilizer flow rate ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$) and fertilizer flow evenness (CV, %) . For this purpose, specific fertilizer (25.5.10: NPK), and 20.20.0 : (NP) granule fertilizer were used. In addition, nomogram for setting up the fertilizing organ as depending on the width of work (m), travel speed ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), fertilizer application rate ($\text{kg} \cdot \text{da}^{-1}$) and hopper capacity (kg), the theoretical field capacity ($\text{da} \cdot \text{h}^{-1}$) and period of time for spreading the content of the hopper (min) has been drawn up.

Specific fertilizer (25.5.10 : NPK) recommended for tea plant could be spreaded to interrow at 700 kg ha^{-1} application rate by $7.7 \cdot 40 \text{ mm}$ and $10 \cdot 40 \text{ mm}$ slot opening. Flow evenness (CV, %) were good ($< 7\%$) both of these slot openings. Increased the slot opening, decreased the CV (increased the flow evenness) values. However, it was not possible to work at greater slot opening since operator carried the fertilizer applicator could not work at higher travel speed. To prevent the fertilizer clogging, hand operated agitator must be oscillated (40- 60 oscillation per second) in the hopper.

Keywords: Knapsack fertilizer applicator, fertilizing organs, fertilizing nomogram

GİRİŞ

Türkiye, çay tarım alanı genişliği bakımından, dünya üretici ülkeler arasında 7. sırada, kuru çay üretimi yönünden Çin, Hindistan, Sri Lanka ve Kenya'nın ardından 5. sırada, yıllık kişi başına tüketim bakımından ise, 4. sırada yer almaktadır. Çay bahçelerinin % 79.4'ü 5 dekarın altında ve çok parçalıdır (Anonim, 2007; Karaaslan ve Tunçer, 2006). Kişi başına çay tüketimi, 1995 -1998 döneminde 2.3 kg ; 1998- 2001 döneminde

2.4 kg olmuştur. Dünya yıllık çay tüketim ortalaması 600 gram 'dır. AB ülkelerinde ise, kişi başına çay tüketimi ortalama 600 gram 'dır. AB ülkeleri arasında yıllık kişi başına çay tüketimi en fazla olan ülkeler, İrlanda (2.6 kg) ve İngiltere (2.3 kg)'dir. Dünya'da en fazla çay tüketen ülkeler ise, Paraguay (11.2 kg), Uruguay (7.9 kg), Arjantin (6.7 kg) ve Libya (4 kg)'dir. Türkiye'de 76.7 bin hektar alanda *Camellia sinensis* orijinli, Çin ve

Hindistan melezi çay yetiştirilmektedir. Dünya'da çay ekili alanların % 3.2'si ülkemize aittir. Çay verimi ortalaması, dünya için 134 kg da⁻¹; Türkiye için 196 kg da⁻¹ değerindedir (Anonim, 2004).

1947 yılında 60 ton/gün kapasiteli ilk çay fabrikasının işletmeye alınmasıyla, 1950 yılına gelindiğinde ekonomik boyutta üretime geçilmiştir. Bugün ülkemizde çay tarımı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Gürcistan sınırından başlayıp, batıda Fatsa ilçesine kadar olan dar bir şerit halinde uzanan alanda yapılmaktadır. Trabzon'un Araklı deresine kadar olan Artvin, Rize, Trabzon illerini kapsayan ve yer yer 30 km kadar içlere uzanan, 1000 m yüksekliğe varan kesim çay yetiştiriciliği için en elverişli bölge olarak kabul edilmektedir. Araklı deresinden başlayarak Ordu'nun Fatsa ilçesine kadar uzanan bölge ise ikinci sınıf çay bölgesi olarak tanımlanmaktadır. Doğu Karadeniz bölgesinde çay bitkisinin yetişmesine uygun koşulların oluşmasında, bölgeyi kuşatan ve yüksekliği 3000 metreyi geçen sıra dağların etkisi büyüktür. Kafkas Sıradağları ile Kaçkar Sıradağları, karadan gelen soğuk ve sert rüzgarlara set oluşturup, bölgede sıcaklığın düşmesini önlerken, denizden gelen nemli rüzgarları tutarak yağmur şekline dönüşmesine neden olmaktadır. Yüksek sıradağların anılan etkileri sonucu, bölgede çay bitkisinin yetişebilmesi için yarı tropik çevre koşulları oluşmaktadır. Çay tarımının yapıldığı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, 2002 yılı DİE verilerine göre, 203 028 çiftçi tarafından, 76 645 hektar alanda 791 700 ton yaş çay yaprağı üretilmiştir. 2003 yılı itibarıyla yaş çay yaprağı üretimi 869 000 tondur. (Anonim, 2004).

Çay bitkisi, bir ana kökten çıkan kuvvetli yan köklere ve bu yan kökler üzerinde, genelde toprak yüzeyine yakın saçak köklere sahiptir. Bazı çeşitlerde, yan kökler, kazık kökler gibi toprak derinliklerine gidebilir. Bitkiyi besleyen köklerin ağırlığı, genel kök ağırlığının % 5'i kadardır. 1- 2 mm'den kalın köklerin hücrelerinde bol miktarda nişasta bulunur. Budanan bitki, depo edilmiş olan bu besin maddesi sayesinde gelişmesini sağlar. Çay bitkisi, kumdan kile değin değişik bünyedeki asit tepkimeli topraklarda (pH 4.5- 6) yetişebilir. Ağır killi, geçirimsiz, taban suyu yüksek yerlerde gelişemez. Ancak, asitliğin de bir sınırı vardır. Toprak pH'sı asit ya da alkali yöne doğru değiştikçe, çay bitkisinde gelişme olumsuz yönde etkilenir. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki topraklar, çay tarımına başlandığı yıllarda, bitki besin elementlerince yeterli durumda idi. Ancak, uzun yıllar

boyunca çay bahçelerine gerekli ahır gübresinin verilmeyişi, budamanın zamanında ve tekniğine uygun yapılmayıp, budama artıklarından gübre olarak yararlanılmayışı ve kimyasal gübrenin, özellikle Amonyum Sülfat'ın tek yönlü, yüksek dozda, zamansız ve gelişigüzel verilmesi sonucu, tüm çaylık alanlarda toprağın yapısı bozularak asitleşme oluşmuş, çayda verim ve kalitede önemli azalmalar görülmüştür (Anonim, 2004). Bu şekilde, geçmiş yıllarda çay tarımının yapıldığı toprakların % 85'inde toprak pH'sı 4'ün altına düşmüştür. Bu düşüş karşısında, çay yetiştiriciliği yapılan Bölge topraklarında, 1958 yılından itibaren çalışmalar başlatılmış ve günümüze dek devam ettirilmiştir (Müftüoğlu ve Sarımeahmet, 1993 a; Müftüoğlu ve Sarımeahmet, 1993 b; Sarımeahmet ve Müftüoğlu, 1993 a; Sarımeahmet ve Müftüoğlu, 1993 b).

Yapılan bu çalışmalar sonucunda, çay topraklarının Azot, Fosfor ve Potasyum noksanlıklarının giderilmesi ve aşırı düşen pH'nın yükseltilmesi amacıyla, Doğu Karadeniz Bölgesi toprakları için en uygun katı mineral gübrenin 25:5:10 (N,P,K) içeriğindeki "Çay Özel Gübresi" adı altında üretilen kompoze gübre olduğu anlaşılmıştır. Bunun sonucunda, Gübre Fabrikaları tarafından, bu gübrenin üretimine başlanmıştır. Çay özel gübresinde bulunan Azot, bitkinin büyümesini, yeni filiz oluşumunu ve gelişmesini, yaprak ve filizlerin daha canlı ve yeşil olmasını sağlar, ürün rekoltesini artırır. Azot, hasat edilen kısımların hızlı gelişmesini tetikleyen bitki besin maddesidir. Fosfor, bitkiyi güçlendirir, iyi bir kök yapısının oluşumunu sağlayarak bitkinin topraktan faydalanma hacmini artırır, dolayısıyla bitkinin büyümesini hızlandırır; topraktaki diğer bitki besin maddelerinin alımını başta Potasyum olmak üzere artırır. Potasyum, çay bitkisinin yaprak kalitesini, renk ve kaliteli kuru madde oranını yükseltir, bitkiyi hastalıklara karşı korur, su dengesini kontrol eder.

Çaykur'un önerileri ile, çay tarımı yapılan topraklarda 1991 yılından itibaren kullanılmaya başlanılan 25-5-10 "Çay Özel Kompoze Gübresi" ile topraklar olumlu yönde etkilenmiştir. Gerçekten, Atatürk Araştırma Enstitüsü tarafından 1996-1997 yıllarında alınan 1517 toprak örneğinde, pH'ı 4'den küçük ve pH'ı 6'dan büyük örneklerin yüzdeleri, sırasıyla, % 2.24 ve % 0.79 olarak bulunmuştur. Alınan sonuçlara bakıldığında, daha önce çay toprakları için söz konusu olan olumsuz koşulların ortadan kalktığı görülmektedir. Bu noktadan sonra yapılması gereken husus, bilimsel araştırmalar

sonucunda ortaya çıkan gerçekler doğrultusunda çalışmaların sürdürülmesidir. Çaykur tarafından çay toprakları için önerilen en uygun katı mineral gübre, 25:5:10 oranında (N,P,K) bileşimindeki "Çay Özel Gübresi" adı altında üretilen kompoze gübredir. Bu gübrenin topraktaki hareketi yavaş olup, erimesi uzun sürdüğünden, toprağa erken verilmelidir. İklim koşulları elverdiğinde, en uygun verilme zamanı Şubat sonu ve Mart ayıdır. 25:5:10 Çay özel gübresi iki eşit kısma bölünerek, ilk kısmı: 1. sürgünden önce Şubat-Mart aylarında, diğer kısmı da 2. sürgünün başında olmak üzere iki defada verilmesi daha uygundur. Bir dekar çay bahçesine 70 kg (\pm 10 kg) çay özel gübresi verilmesi önerilmektedir. Bu şekilde, toprağa yaklaşık 18 kg Azot verilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarında yapılan çalışmalar sonucunda, toprakların ve çay bitkisinin ihtiyaç duyduğu azot miktarı dekara 14-20 kg da^{-1} arasında değişmektedir. Çay özel gübresinin hem toprak yapısını düzenlemesi, hem de çay bitkisinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini içermesi nedeniyle, çay üreticilerinin bu gübreyi kullanmaları konusunda bilinçlendirilmeleri gerekmektedir. Ucuz olan diğer gübrelerin kullanılması ile sağlanan faydalar, uzun dönemde hem toprak hem de çay bitkisi için önemli sakıncalar yaratmaktadır. Çaykur Bilgi Notunda, çay özel gübresinin olmadığı durumlarda, bir defaya mahsus kullanılması kaydıyla, 15:15:15 NPK bileşimindeki gübrenin kullanılabilirliğini bildirmektedir (Anonim, -). Ancak, çay bitkisinin ihtiyaç duyduğu Azot/Fosfor oranı, yaklaşık olarak 5 kısım Azota karşılık 1 kısım Fosfordur. Azot/Fosfor oranı 1:1 olan kompoze gübre kullanılması halinde (Örneğin, 15:15:15 gübresi), 4 kısım Fosfor için, hem ödenen para boşa gitmiş olur, hem de toprağa fazla miktarda Fosfor, az miktarda Azot verilmiş olur.

Çay özel gübresi dışında piyasada satılan ve çay tarımında kullanılması önerilmeyen katı mineral gübreler, Kalsiyum Amonyum Nitrat (CAN, Kireçli Amonyum Nitrat), Amonyum Sülfat, Amonyum Sülfat-Nitrat gübresidir (Anonim, -). Kalsiyum Amonyum Nitrat, kireç içerdiği için, toprağın pH'sını artırarak, toprağı, çay için uygun olmayan kireçli yapıya dönüştürdüğünden, kullanılmamalıdır. Asit karakterli olan Amonyum Nitrat gübresi, devamlı kullanıldığında, toprağın pH'sını düşürerek, toprağın asitleşmesine neden olmaktadır. Özellikle yağışlı havalarda kolayca yıkanmakta, bu yıkanma sonucunda, Nitrat asiti yer üstü ve yer altı sularına karıştığı için su kirliliğine neden

olmaktadır. Kristal toz şekere benzeyen Amonyum Sülfat gübresi de asit karakterli bir gübre olduğundan, günümüzde, üreticiler bu gübrenin kullanımından vazgeçmişlerdir. Amonyum Sülfat- Nitrat gübresi de asit karakterli bir gübredir. Uzun süre kullanılması halinde, bu gübre de, öteki amonyumlu gübreler gibi toprağın pH'sını asit yöne doğru değiştirir.

2005 yılı itibariyle, 766 243 dekar çay bahçesinde kullanılmak üzere, 81 adet çay kooperatifi kanalıyla çay üreticilerine dağıtılan gübre miktarları toplam 48 081 ton olmuştur. Bu miktarın, 40 218 tonu 25.5.10 (NPK) çay özel gübresi, 1 592 tonu 15.15.15 (NPK) kompoze gübre, 1 379 tonu Amonyum Nitrat gübresi, 2 587 tonu Amonyum Sülfat gübresi ve 2 305 tonu diğer gübre çeşitleridir.

Çay üreticilerinin kullandığı gübreler, büyük bir pazar oluşturmaktadır. Çay sektörü ve gübre fabrikaları bu pazardan pay almak için yoğun çaba harcamaktadırlar. 2001 yılında, 24530 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 2001/2960 sayılı, Tarımda Kullanılan Kimyevi Gübrelerin Yurt İçi ve Yurt Dışındaki Tedariki, Dağıtımı ve Desteklenmesine İlişkin Bakanlar Kurulu Kararında yapılan değişiklik ile, gübre kullanımında üreticilerin desteklenmesinin kaldırılması sonucunda, çay topraklarında kullanılan kimyasal gübrenin cins ve miktarı ile ilgili olarak Çaykur'un belirleyiciliği de ortadan kalkmıştır. Bunun sonucunda, Çay Sektörünün öncü Kuruluşu olan Çaykur, gerek Kooperatiflere, gerekse Çay üreticilerine, kullanılacak gübre konusunda sadece öneri sunma durumunda kalmıştır. Ancak, bu pazardan pay alma için mücadele verilirken, çay tarımı için en uygun olan gübrelerin kullanımı ve üretilmesi konusunda, gerek üretici Firmalar, gerekse Kooperatifler işbirliği içinde olmalıdırlar. Amaç, aşırı miktarda gübre satmak değil, uygun miktarda, ekonomik ve doğayı kirletmeyecek düzeyde gübrenin kullanılması olmalıdır.

"Çay Özel Gübresi"nin verim potansiyelini tam olarak harekete geçirebilmek için, gübrenin çay bahçesine verilmesinde bir takım kurallara uymak gerekmektedir:

- Gübreler, avuçla kök boğazına yığılarak, bitki köklerinin alamayacağı yere bırakılmamalıdır. Bu şekilde bırakılan gübre, toprak yüzeyinde kalır ve yıkanmaya hazır duruma gelir.
- Gübre, çay tablasının altına, dairesel şekilde yayılır. Teraslı arazide, setin yukarı kısmına yarım ay şeklinde verilip, çapayla toprağa karıştırılır.

- Toprağa verilecek katı mineral gübre miktarı, toprak analizleri sonucunda belirlenmelidir. Son yıllarda yapılan toprak analizleri sonucunda, çay bahçelerinde kullanılacak en uygun katı mineral gübrenin 25:5.10 (NPK) bileşimindeki kompoze gübre olduğu belirlenmiş olup, her yıl dekara 70 kg kompoze gübre verilmesi önerilmektedir.

- Gübrelemeden önce yabancı otlar sökülüp çıkarılmalıdır.

- Katı mineral gübrenin, çay yaprakları üzerine serpilerek verilmesi ve yapraklarda kalan gübrenin sırıkla çırpılarak aşağıya dökülmesinin sağlanması yanlış ve zararlı bir uygulamadır (Şekil 1, 2). Bu şekil uygulamada, bitki yaprakları yanıp zarar görerek ticari değerini kaybetmekte, azotun büyük bir bölümü amonyak halinde atmosfere uçmakta, bir bölümü de yer altı sularına karışmakta, kimyasal gübre cilde zarar vermekte, şişkin peştamal karın hizasındaki tomurcukları kırmakta, her bitkiye gerektiği kadar gübre verilememekte, işçilik ücretlerinin çok fazla olduğu bölgede işçi bulmada güçlük çekilmektedir.

- Çay bahçelerine tekniğine uygun gübreleme yapıldığında, ürün verimi artacak, ocaklardaki tomurcuklu sürgün sayısı çoğalacaktır. Sürgünler, tazeliğini uzun süre koruyacağı gibi, daha az kör yaprak oluşacaktır. Böylece, bol ve kaliteli ürün alan üreticilerin kazancında artış sağlanacaktır.



Şekil 1. Çay yaprakları üzerine gübrenin serpilmesi ve yapraklarda kalan gübrenin sırıkla çırpılarak aşağıya dökülmesi (Yanlış gübreleme)



Şekil 2. Yanlış kimyasal gübreleme sonucu çay bitkisinde oluşan hasarlar.

Bu çalışmada, çay üreticilerinin gereksinimini karşılamak üzere, yukarıda verilen bilgilerin ve kuralların ışığında, yamaç arazilerdeki çay bahçelerini kompoze özel çay gübresiyle gübrelemede kullanmak üzere, tek kişinin kullanabildiği, sırtta taşınan, gübreyi sıra arasına bırakabilen çay gübreleme makinesi prototipi tasarlanarak imal edilmiş ve performans denemelerine alınmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Gübreler

Denemelerde, 25.5.10 (NPK) granüle özel çay gübresi ile nispeten daha higroskopik olan 20.20.0 (NP) granüle kompoze gübresi kullanılmıştır. Her iki gübre, TS 2832 Türk Standardına göre, eleme cihazında elenerek fraksiyonlarına ayrılmıştır (Anonim, 1981). 200 gram gübre numunesi, 4 mm ve 1 mm yuvarlak delikli elek takımı kullanılarak, 5 dakika süre ile eleme cihazında elenmiştir. Eleme ve gübre nemi ölçme sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. TS 2832 Türk Standardına göre, kompoze gübrelerde, 1- 4 mm Ø elek arası fraksiyonunun en az % 90.1; 1 mm Ø çaplı elek altı fraksiyonunun % 1'den küçük olması gerekirken, ülkemizde kullanılan deneme materyali kompoze gübrelerde bulunan değerler, bu koşulları yerine getirememiştir. Laboratuvar denemeleri, kış-ilkbahar koşullarında, yağmurlu havalarda

yapıldığından, gübre neminde \leq % 1 nem koşulu sağlanamamış, nispeten nemli gübre ile çalışılmıştır. Bununla beraber, prototip çay gübreleme makinasının, standardı karşılayamayan kompoze gübrelerle çalıştırılması, makina performansının güç koşullarda araştırılmasını sağlamıştır.

Çizelge 1. Deneme materyali kompoze katı mineral gübrelerin eleme ve nem ölçme sonuçları

Gübre çeşidi	Gübre nemi	4 mm Ø elek üstü	1-4 mm Ø elek arası	< 1 mm Ø elek altı %
	%	%	%	%
çay gübresi 25.5.10 (NPK)	2.4	9.16	83.57	7.28
20.20.0 (NP) gübresi	4.0	26.46	73.25	0.29

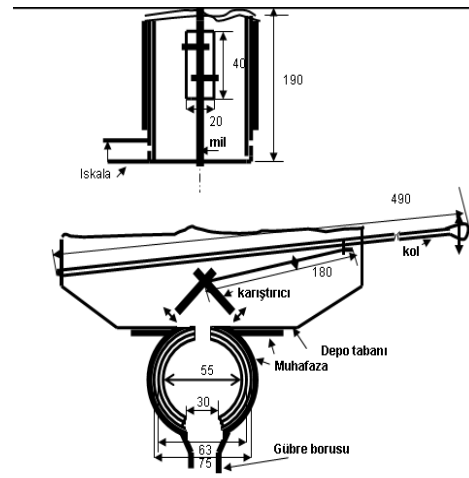
Prototip Çay Gübreleme Makinası

Prototip çay gübreleme makinası, sırtta taşınan, çalıştırılması tamamen insan işgücüne dayanan bir yapıdadır (Şekil 3). Uygunluğu nedeniyle, bir sırt pülverizatörünün deposu gübre deposu olarak seçilmiştir. Plastikten yapılan ve korozyona karşı dayanıklı olan gübre deposu, boş ağırlığı 5.6 kg, depo hacmi 25 litre olduğundan, gübreyle dolu olarak bir insanın taşıyabileceği ağırlıktadır. Gübreleme başlangıcında nispeten ağır olan makina, gübreleme boyunca ağırlık kaybederek sonunda boşalmaktadır.

Gübre deposu tabanına yerleştirilen gübre atma düzeni (Şekil 4), korozyonu önlemek amacıyla plastik malzemeden yapılmıştır. Gübre akış miktarı, delik açıklığı kademesiz olarak değiştirilerek ayarlanabilir. Gübrenin çıkış deliğinden düzenli olarak akışını sağlamak amacıyla, çıkış deliği üzerine bir kol yardımıyla salınım yaptırılan gübre karıştırıcısı yerleştirilmiştir. İşçi, gübreleme sırasında çay sırası arasında ilerlerken, aynı zamanda elle çalıştırılan kol yardımıyla gübre karıştırıcısına 40- 60 salınım s^{-1} değerlerinde salınım yaptırabilmektedir. Gübre, 30 mm çapındaki kaburgalı esnek plastik hortum yardımıyla, işçinin sağ veya sol ayağının arka kısmından, ayarlanan gübre normu değerinde sıra arasına serpilmektedir.



Şekil 3. Prototip çay gübreleme makinesi



Şekil 4. Çay gübreleme makinesinin gübre atma organı ve gübre karıştırıcısı

Sırtta taşınan çay gübreleme makinasının gübreleme performansı, laboratuvarında 25.5.10 NPK ve 20.20.0 NP kompoze gübreleri ile ortaya konulmuştur. Performans değerleri olarak, değişik gübre kapak açıklıklarında, 60, 50 ve 40 salınım s^{-1} gübre karıştırıcısı salınım değerlerinde, gübre akış debileri ($kg \cdot min^{-1}$), bu değerlerin standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri ve $700 kg ha^{-1}$ gübre normuna uygun makina ilerleme hızı değerleri alınmıştır. Gübre akış düzgünlüğünün değerlendirilmesinde, varyasyon katsayısı değerleri kullanılmıştır. Varyasyon katsayısının ($0 \leq 5$), ($5 \leq 10$) ve ($10 \leq 20$) değerleri için gübre akış düzgünlüğü, sırasıyla, "çok iyi", "iyi" ve "kabul edilebilir" kalitede kabul edilmiştir (Turgut ve ark., 1995). Denemelere, depo dolu iken başlanmış, 30 saniye aralıklarla, ardışık olarak, depo boşalana kadar gübre akış miktarları ($kg/30 s$), 0.01 kg hassasiyetli

digital teraziden okunmuştur. Denemelerde, Tam Çeki Tartı Sistemleri San. Ve Tic. AŞ.yapımı, TTS 2010 Model digital terazi kullanılmıştır. 1, 2 ve 3 nolu eşitlikler yardımıyla sırtta taşınan çay gübreleme makinasına ait gübreleme abağı oluşturularak, bu abak üzerinden, belirli iş genişliğine (çay sıra aralığına), makina depo hacmine ve gübreleme normuna bağlı olarak, teorik iş başarısını (da h⁻¹), gübre akış debisini (kg min⁻¹) ve gübre deposunun boşalma süresini doğrudan okumak mümkün olmuştur.

Gübre akış debisinin hesaplanmasında:

$$Q = \frac{6 \cdot N \cdot b \cdot v}{1000} \quad (1)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Formülde:

Q- Gübre akış debisi (kg min⁻¹),

N- Gübreleme normu (kg ha⁻¹),

b- İş genişliği (m),

v- Makinanın ilerleme hızı (m s⁻¹)'dir.

Gübre deposunun boşalma süresi (t, min),

$$t = \frac{W}{Q} \quad (2)$$

formülünden bulunmuştur. Formülde, W, depo kapasitesi (kg)'dir. Sırtta taşınan çay gübreleme makinesinin saatlik efektif iş başarısının (İ.B., ha h⁻¹) hesaplanmasında 3 nolu formül kullanılmıştır:

$$\dot{I}.B. = 0.36 \cdot b \cdot v \cdot k \quad (3)$$

Formülde, b- iş genişliğini (m), v- ilerleme hızını (m s⁻¹), k- tarla verimini (desimal) ifade eder. Tarla verimi için, k = 0.7 alınabilir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çay gübresi (25.5.10 : NPK) ve 20.20.0 (NP) gübresi ile yapılan laboratuvar denemelerinden elde edilen sonuçlar, sırasıyla, Çizelge 2 ve Çizelge 3'de toplu olarak verilmiştir. Çizelge 2'den görüleceği üzere, çay bitkisi için önerilen 700 kg ha⁻¹ gübre normunun sağlanabildiği kapak açıklığı değerleri 8.7*40 mm ve 10*40 mm'dir.

8.7*40 mm kapak açıklığında, karıştırıcı salınım sayısından etkilenmeden, yaklaşık aynı akış debisini (2.436...2.447 kg min⁻¹) sağlamak mümkün olmuştur. İşçinin ilerleme hızlarının, 1.0, 1.1 ve 1.5 m s⁻¹ sıra

aralığında, sırasıyla, 0.58, 0.53 ve 0.39 m s⁻¹ değerlerinde olması gerekmektedir. Aynı şekilde, 10*40 mm kapak açıklığında da, 700 kg ha⁻¹ gübre normu değerlerini sağlayan ilerleme hızları, işçinin çalışmasını engellemeyecek derecede bir miktar yükselmiştir. Gübre akış debisi de, salınım sayılarına bağlı olarak, bir miktar artmıştır. Her iki kapak açıklığında, gübre akışındaki düzgünlüğü ifade eden varyasyon katsayısı değerleri, genelde % 7 değerinin aşağısında, "iyi" kalitede (VK= %5-10) seyretmiştir. Daha büyük kapak açıklıklarında, varyasyon katsayısı değerleri düşerek "çok iyi" kalite düzeyleri (VK≤ %5) sağlanmakla beraber, 700 kg ha⁻¹ gübre normunun elde edildiği ilerleme hızı değerleri, işçinin başaramayacağı derecede yüksek değerlere çıkmaktadır. Özel çay gübresiyle tıkanma olmadan, düzgün bir gübre akışının sağlanabilmesi için, karıştırıcının 40- 60 salınım min⁻¹ salınım sayısında çalıştırılması gerekmektedir.

Nispeten daha higroskopik olan 20.20.0 (NP) kompoze gübresiyle çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 3), 8.7*40 mm kapak açıklığında, ancak 60 salınım min⁻¹ değerinde 2.506 kg min⁻¹ gübre debisinin iyi kalitede bir gübre akış düzgünlüğünde (VK= %7.10) sağlanabildiği anlaşılır. Kapak açıklığı 10*40 mm olduğunda, 60, 50 ve 40 salınım min⁻¹ değerlerinde, gübre akış debisindeki düzgünlüğü ifade eden varyasyon katsayısı değerleri bir miktar yükselerek % 10 civarında seyretmiştir. Bunun nedenleri olarak, 20.20.0 (NP) gübresinin daha hidroskopik (nem içeriği %4) ve 4 mm Ø elek üstü fraksiyonun fazla olması (%26.46) gösterilebilir (Çizelge 1). Özel çay gübresinde olduğu gibi, 20.20.0 (NP) kompoze gübresinde de, gübre akışındaki tıkanmayı önlemek için, karıştırıcının mutlaka çalıştırılması gerekmektedir.

Çizelge 2. Çay gübresi (25.5.10):NPK ile elde edilen laboratuvar denemeleri sonuçları

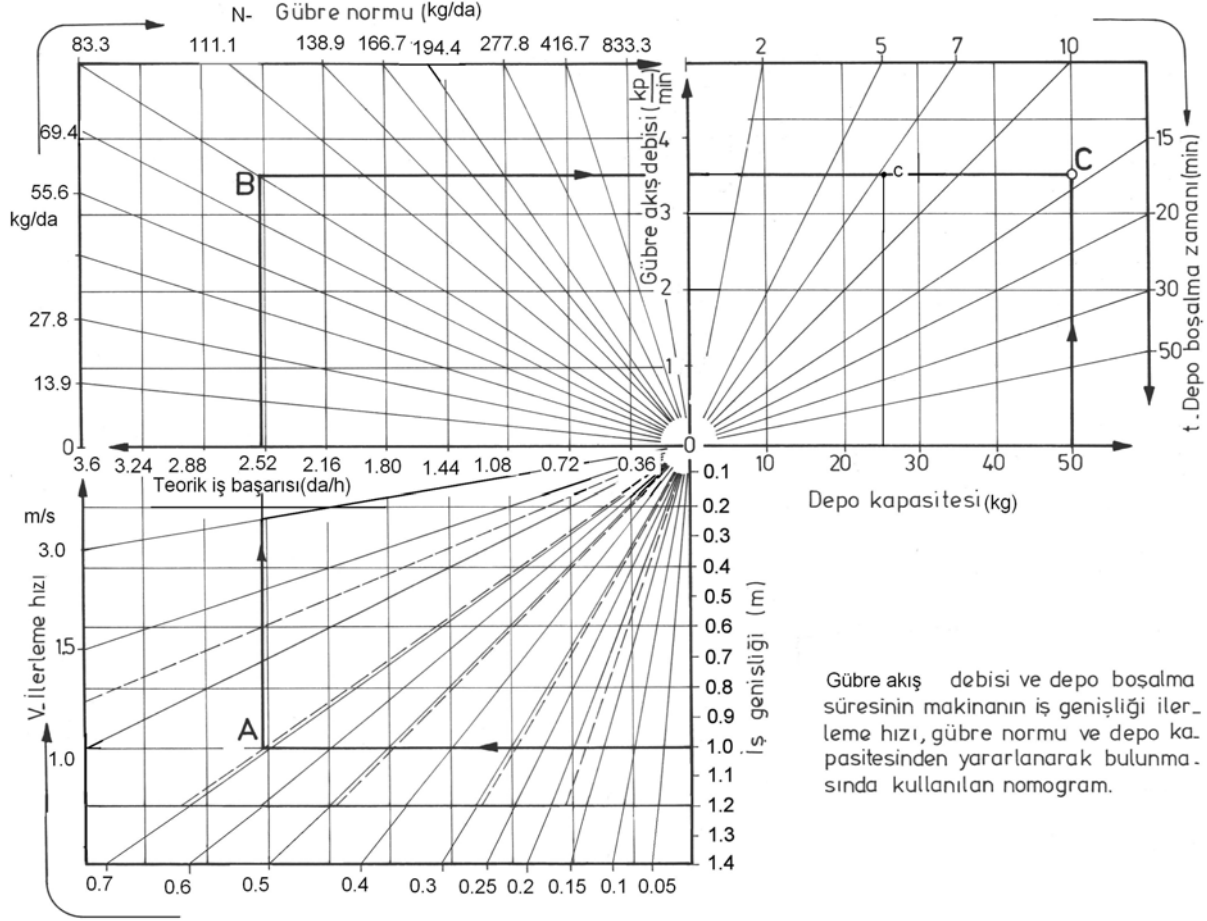
Kapak açıklığı (mm)	Karış- tırıcı salınım sayısı sal. min ⁻¹	T e k r a r	Q _{min} (kg. min ⁻¹)			Q _{min} (kg. min ⁻¹)			Q _{min} Nispi Oran %	700 kg. ha ⁻¹ gübre normuna uygun ilerleme hızı (m s ⁻¹)		
			X̄	S ±	VK %	İlk ölçü	Son ölçü	Tek. ort.		İş genişliği (m)		
										1.0	1.1	1.5
8.7*40 348 mm ²	60	I	2.272	0.0877	3.86	2.40	2.12	2.447	100.00	0.58	0.53	0.39
		II	2.620	0.0704	2.69	3.60	2.56					
	50	I	2.360	0.0654	2.77	2.40	2.28	2.497	102.04	0.59	0.54	0.40
		II	2.634	0.0854	3.24	2.76	2.52					
	40	I	2.286	0.0992	4.34	2.44	2.16	2.436	99.55	0.58	0.53	0.39
		II	2.586	0.0936	3.62	2.72	2.44					
	0 (Boşta)		Tıkanma oluştu									
	10*40 400 mm ²	60	I	3.000	0.1246	4.15	3.16	2.80	2.787	100.00	0.66	0.60
II			2.570	0.1146	4.46	2.72	2.44					
50		I	2.594	0.1734	6.69	2.88	2.32	2.612	93.72	0.62	0.57	0.41
		II	2.630	0.1568	5.96	2.92	2.48					
40		I	2.740	0.2230	8.14	3.00	2.44	2.703	96.99	0.64	0.59	0.43
		II	2.666	0.1450	5.44	2.92	2.48					
0 (Boşta)		Tıkanma oluştu										
12.83*40 515.32 mm ²		60	I	5.294	0.1222	2.31	5.40	5.16	5.347	100.00	1.27	1.16
	II		5.134	0.0832	1.62	5.20	5.04					
	50	I	4.948	0.0720	2.91	5.12	4.80	4.890	91.45	1.16	1.06	0.78
		II	4.832	0.1842	3.81	5.12	4.64					
	40	I	5.030	0.2100	4.18	5.32	4.84	5.175	110.96	1.23	1.12	0.82
		II	5.060	0.1774	3.51	5.28	4.88					
	0 (Boşta)	I	5.030	0.159	2.55	5.12	4.84	5.032	94.11	1.20	1.09	0.80
		II	5.034	0.1280	2.54	5.09	4.90					
20*40 800 mm ²	60	I	9.180	0.0282	0.31	9.20	9.16	9.230	100.00	2.20	2.00	1.47
		II	9.280	0.1698	1.83	9.40	9.16					
	50	I	9.260	0.2546	2.71	9.44	9.08	8.85	95.88	2.11	1.19	1.40
		II	8.440	0.3960	4.69	8.72	8.16					
	40	I	8.880	0.1132	1.28	8.96	8.80	8.60	93.17	2.05	1.86	1.37
		II	8.320	0.2262	2.72	8.48	8.16					
	0 (Boşta)	I	7.120	0.4526	6.36	7.44	6.80	7.09	76.81	1.69	1.53	1.13
		II	7.060	0.0282	0.40	7.08	7.04					

1, 2 ve 3 nolu eşitlikler yardımıyla hesaplanan değerler kullanılarak, sırtta taşınan çay gübreleme makinesi için hazırlanan gübreleme abağı Şekil 5'de verilmiştir. Abakta, sol apsis ekseninde, teorik iş başarısı (da h⁻¹) değerleri verilmiştir. Efektif iş başarısının bulunması için, teorik iş başarısı değerinin tarla randımanı (k= 0.7) değeri ile çarpılması

gerekmektedir. Örneğin, iş genişliği 1.0 m, makina ilerleme hızı 0.7 m s⁻¹ olduğunda, teorik iş başarısı 2.52 da h⁻¹; efektif iş başarısı, k= 0.7 alınarak, 2.52*0.7= 1.786 da h⁻¹ bulunur (Şekil 5). Gübreleme normu 83.3 kg da⁻¹ alınırsa (B noktası), gübre akış debisi 3.5 kg da⁻¹; 25 kg depo kapasitesi için depo boşalma zamanı 7.1 min (C noktası) olacaktır.

Çizelge 3. 20.20.0 (NP) kompoze gübresi ile elde edilen laboratuvar denemeleri sonuçları

Kapak açıklığı (mm)	Karış- tırıcı salınım sayısı sal. min ⁻¹	T e k r a r	Q _{min} (kg. min ⁻¹)			Q _{min} (kg. min ⁻¹)			Q _{min} Nispi Oran %	700 kg. ha ⁻¹ gübre normuna uygun ilerleme hızı (m s ⁻¹)		
			X̄	S ±	VK %	İlk ölçü	Son ölçü	Tek. ort.		İş genişliği (m)		
										1.0	1.1	1.5
8.7*40 348 mm ²	60	I	2.560	0.1818	7.10	2.80	2.36	2.506	100.00	0.60	0.54	0.40
		II	2.452	0.1578	6.44	2.68	2.20					
	50	I	2.268	0.1166	5.14	2.44	2.12	1.977	78.89	0.47	0.43	0.31
		II	1.686	0.1868	11.08	1.88	1.44					
	40	Tıkanma oluştu										
0 (Boşta)	Tıkanma oluştu											
10*40 400 mm ²	60	I	3.55	0.2272	6.40	3.80	3.40	3.275	100.00	0.78	0.71	0.52
		II	3.00	0.3298	10.99	3.28	2.64					
	50	I	3.61	0.4124	11.42	3.96	3.16	3.580	109.31	0.85	0.77	0.57
		II	3.55	0.3668	10.33	3.92	3.12					
	40	I	3.47	0.4162	11.99	3.84	3.00	3.360	102.59	0.80	0.73	0.53
II	3.25	0.2616	8.05	3.46	2.92							
0 (Boşta)	Tıkanma oluştu											
12.83*40 515.32 mm ²	60	I	4.36	0.1632	3.74	4.60	4.24	4.365	100.00	1.04	0.94	0.69
		II	4.37	0.2660	6.09	4.60	4.00					
	50	I	4.36	0.3046	6.99	4.64	4.04	4.265	97.71	1.02	0.92	0.68
		II	4.17	0.2430	5.83	4.44	3.88					
	40	I	3.880	0.0902	4.63	4.16	3.88	4.090	93.69	0.97	0.89	0.65
II	4.300	0.3090	7.19	4.60	3.96							
0 (Boşta)	Tıkanma oluştu											
20*40 800 mm ²	60	I	9.56	0.0840	0.88	9.56	9.56	9.630	100.00	2.29	2.08	1.53
		II	9.70	0.0848	0.88	9.76	9.64					
	50	I	9.60	0.3960	4.13	9.88	9.32	9.710	100.83	2.31	2.10	1.54
		II	9.82	0.1414	1.44	9.92	9.72					
	40	I	9.66	0.4242	4.39	9.96	9.36	9.610	99.79	2.29	2.08	1.53
II	9.56	0.2228	2.33	9.76	9.36							
0 (Boşta)	I	9.18	0.6500	7.08	9.64	8.72	9.190	95.43	2.19	1.99	1.46	
II	9.20	0.6600	7.17	9.65	8.70							



Şekil 5. Sırtta taşınan çay gübreleme makinası için gübreleme abağı

SONUÇ

Son yıllarda yapılan toprak analizleri sonucunda, Çaykur'un önerileri ile çay bahçelerinde kullanılacak en uygun katı mineral gübrenin 25:5:10 (NPK) bileşimindeki "Çay Özel Kompoze Gübresi" olduğu belirlenmiş olup, her yıl dekara 70 kg (\pm 10 kg) kompoze gübre verilmesi önerilmektedir. Çay tarımı yapılan topraklarda 1991 yılından itibaren kullanılmaya başlanılan "Çay Özel Kompoze Gübresi" ile topraklar olumlu yönde etkilenmiştir. Katı mineral gübrenin, çay yaprakları üzerine elle serpilerek verilmesi ve yapraklarda kalan gübrenin değnekle çırpılarak aşağıya dökülmesinin sağlanması yanlış ve zararlı bir uygulamadır. Bu şekildeki uygulamada, gübre tekdüze bir şekilde bitkiye verilememekte, bitki

yaprakları zarar görerek yanıp ticari değerini kaybetmekte, azotun büyük bir bölümü amonyak halinde atmosfere uçmakta, bir bölümü de kolaylıkla yer altı sularına karışmaktadır.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen sakıncaları gidermek amacıyla, çay üreticilerinin istekleri doğrultusunda, çay bahçelerinin kompoze çay özel gübresiyle gübrenmesinde kullanılmak üzere, tek kişinin kullandığı, sırtta taşınan, gübreyi sıra arasına bırakabilen, çay gübreleme makinası prototipi tasarlanarak imal edilmiş ve performans denemelerine alınmıştır.

Denemelerde, 25.5.10 (NPK) granüle özel çay gübresi ile nispeten daha higroskopik olan 20.20.0 (NP) granüle kompoze gübresi kullanılmıştır. Çay

gübreleme makinasının depo kapağına yerleştirilen 6 mm açıklıklı örme tel süzgeç, kesekli gübrenin depoya doldurulmasını önlemiştir. Bu önlem, gübre atma organının tıkanma yapmadan çalışması için önemlidir.

Çay gübresinin (25.5.10 : NPK), çay bitkisi için önerilen 700 kg ha⁻¹ gübre normunda atılabildiği kapak açıklığı değerleri 8.7*40 mm ve 10*40 mm'dir. Her iki kapak açıklığında, gübre akışındaki düzgünlüğü ifade eden varyasyon katsayısı değerleri, genelde % 7 değerinin aşağısında (iyi kalitede) seyretmiştir. Daha büyük kapak açıklıklarında, varyasyon katsayısı değerleri % 7'nin aşağısına düşmekle beraber, 700 kg ha⁻¹ gübre normunu sağlayan ilerleme hızı değerleri,

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, -. Çay Kurumu- Bilgi Notu. Çay Topraklarının Verimlilik Durumu ve Gübreleme ile İlgili Bilgi Notu. 13 s.
- Anonim, 1981. TS 2832 Kompoze Gübre. 20 Kasım 1981- 31 Ekim 2000 ve 22 Şubat 2001 tarihlerinde tadil edilmiştir. Türk standartları Enstitüsü, Bakanlıklar-Ankara.
- Anonim, 2004. OPD Çay Raporu. Tarım ve Köyşleri Bakanlığının Koordinatörlüğünde Oluşturulan Ortak Piyasa Düzenleri Çalışma Gruplarından "Çay Alt Çalışma Grubu" nun Hazırladığı Rapor.
- Anonim, 2007. TR9 Doğu Karadeniz Bölgesi Tarım Master Planı. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- Karaaslan, S. N., I. K. Tunçer, 2006. Çay Hasadı ve Hasat Sonrası İşlemler. Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, s. 153-158, Çanakkale.
- Müftüoğlu, N. M., M. Sarımeşmet, 1993 a Doğu Karadeniz Bölgesinde Çay Tarımı Yapılan Toprakların Asitlik

işçinin başaramayacağı yüksek değerlere çıkmaktadır. Özel çay gübresiyle tıkanma olmadan, düzgün bir gübre akışının sağlanabilmesi için, karıştırıcının 40- 60 salınım min⁻¹ salınım sayısında çalıştırılması gerekmektedir.

Sırtta taşınan çay gübreleme makinası için geliştirilen gübreleme abağı üzerinden, belirli iş genişliğine (çay sıra aralığına), makina depo hacmine ve gübreleme normuna bağlı olarak, teorik iş başarısı (da h⁻¹), gübre akış debisi (kg min⁻¹) ve gübre deposunun boşalma süresi doğrudan okunabilmektedir.

- Durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 30 Sayı:3, 41-48. Bornova- İzmir.
- Müftüoğlu, N. M., M. Sarımeşmet. 1993 b Doğu Karadeniz Bölgesi Çay Tarım Topraklarının Fosfor Miktarları İle İlgili Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 30, sayı. 3, 65- 72. Bornova- İzmir.
- Sarımeşmet, M., N. M. Müftüoğlu. 1993 a Doğu Karadeniz Bölgesi Çay Tarım Topraklarının Organik Madde Durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 30 Sayı: 3, 49- 56. Bornova- İzmir.
- Sarımeşmet, M., N. M. Müftüoğlu. 1993 b Doğu Karadeniz Bölgesi Çay Tarım Topraklarının Azot Durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 30, Sayı. 3, 57- 63, Bornova- İzmir.
- Turgut, N., İ. Özsert, M. Kara, Y. Yıldırım. 1995. Oluklu itici makaralı gübre dağıtım düzenlerinde uygun makara boyutlarının belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı s.529-537, Bursa.