


**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):407-419  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.834901>

Arzu YAZGI<sup>1\*</sup> 

Tuncay GÜNHAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

\*İletişim (correspondence) e-posta:

[arzu.yazgi@ege.edu.tr](mailto:arzu.yazgi@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Akış düzgünlüğü, dağılım düzgünlüğü, elektronik ölçüm, veri toplama

**Keywords:** Flow evenness, distribution uniformity, electronic measurement, data acquisition

## Ekim makinalarında tohum ve gübre akış karakteristiklerinin belirlenmesi için elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin geliştirilmesi

Development of electronic weighing and evaluation system for determining seed and fertilizer flow characteristics in seeders

Alınış (Received): 08.02.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 12.03.2021

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, ekim makinalarının tohum ve gübre akış karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere bir elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin geliştirilmesidir.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmada, 4 sıralı tek dane ekim makinasının gübre ünitesine ilişkin akış karakteristikleri tartım denemeleriyle belirlenmiştir. Denemelerde kompoze gübre (15:15:15) kullanılmış olup farklı ilerleme hızlarında (1.0, 1.5 ve 2.0 m s<sup>-1</sup>) ve kapak açıklığına bağlı norm değerlerinde (tam açık, ¾ açık, yarı açık) çalışılmıştır. Makinanın akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü değerleri belirlenmiş olup denemelere ilişkin tüm ölçüm ve değerlendirmeler geliştirilen elektronik tartım ve değerlendirme sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Elektronik tartım ve değerlendirme sistemi kullanılarak ölçümlerin, hassas bir şekilde, yüksek doğrulukta, kısa zamanda ve minimum insan işgücüyü gerektirebileceği saptanmıştır. Geliştirilen sistemle karşılaştırıldığında geleneksel yöntemle yapılan denemelerin zaman gereksiniminin yaklaşık 3.5 kat fazla olduğu belirlenmiştir.

**Sonuç:** Elde edilen sonuçlar, elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin her tipteki normal sınav ekim makinası, kombine tek dane ekim makinası ve gübreli araçpapa makinasına ilişkin tartım denemelerinde ve bu denemelere ilişkin sonuçların değerlendirilmesinde kolaylıkla kullanılabileceğini göstermektedir.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to develop an electronic weighing and evaluation system for testing and analyzing the seed and fertilizer flow characteristics of the seeders.

**Material and Methods:** In this study, the flow characteristics of a fertilizer unit of a 4-row precision seeder were determined by measurement of weights of fertilizer. In experiments, composite fertilizer (15:15:15) was used at different forward speeds (1.0, 1.5 ve 2.0 m s<sup>-1</sup>) and fertilizer flow rates varied by orifice size (fully open, ¾ open, half open). The flow evenness and the fertilizer distribution of furrow openers were also determined employing electronic measurement system for the experiments.

**Results:** Based on the findings of this work, it has been determined that the measurements discussed within the scope of the study can be performed precisely and effectively not only in a short time but also using minimum human labor by employing electronic weight and evaluation system. It was determined that the time requirement of the experiments conducted with the traditional method was approximately 3.5 times higher as compared to the developed system.

**Conclusion:** The results showed that the electronic weighing and evaluation system can be easily used for measurement of weights of all kind of seed drills, combined precision seeders and fertilizer side dressers, and the evaluation of their experimental results.

## GİRİŞ

Bitkisel üretim zincirinde ekim işlemi, verim ve maliyeti doğrudan etkileyen en önemli girdilerdendir. Her geçen gün gelişen tohum ve imalat teknolojileri sayesinde tohum ile ekim makinası uyumu ve dolayısıyla ekim kalitesi artmakta, büyüyen iş genişlikleri ve artan makina hızları ile daha kısa zamanda daha kaliteli ekim yapılabilmektedir.

Ekimden önce tohum akış ve tohum dağılım düzgünlüğü açısından makina performansının laboratuvar şartlarında belirlenmesi sayesinde makinanın ekim kalitesi hakkında ipuçlarının elde edilmesi mümkün olup herhangi bir problemle karşılaşılması durumunda bu problemin tarlaya çıkmadan önce giderilmesi sağlanabilmektedir.

Ekim makinası üreticileri tarafından, ekim/gübre normu, sıra üzeri tohum aralığı, transmisyon şeması gibi kullanıma yönelik çeşitli bilgiler makina üzerinde ya da kullanım kitapçığında verilmiş olsa da bu değerler kullanıcıya ancak fikir verecek niteliktedir.

Makinanın gerçek performans değerlerinin laboratuvar ortamında ya da işletmede belirlenmesi, zaman ve işgücü gereksinimi nedeniyle zahmetli işlerden biri olup, kullanıcılar tarafından çok fazla tercih edilmemektedir. Zahmetli olduğu için atlanan bu aşamanın önemi, üretim zincirinin son halkası olan hasatta, verim ve kalite kaybı olarak ortaya çıkmaktadır.

İster tahılların ekiminde kullanılan normal sıravari ekim makinaları isterse de çapa bitkilerinin ekiminde kullanılan tek dane ekim makinalarından beklenen en önemli özellik; her gömücü ayaktan eşit miktarda tohumun toprağa bırakılması (akış düzgünlüğü) ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün istenen değerlerde olmasıdır.

Tohum ya da gübrenin toprağa hacimsel olarak bırakıldığı normal sıravari ekim makinalarında gömücü ayaklardan akan gerçek tohum ve gübre miktarının, diğer bir ifadeyle akış karakteristiklerinin belirlenmesinde tartım denemelerinden yararlanılmaktadır (TSE Standardı, 2014).

Tartım denemeleri, işgücü ve zaman gerektiren oldukça zahmetli bir iştir. Denemelerde her bir gömücü ayaktan akan tohumun eş zamanlı olarak ayrı ayrı toplanması ve teker teker tartılarak ölçümlerin kaydedilmesi gerekmektedir. Her denemenin en az üç tekerrürlü olduğu, farklı ilerleme hızı ve norm değerleri kullanılarak gerçekleştirildiği düşünüldüğünde işgücü ve zaman gereksinimi de artış göstermektedir. Makinadaki gömücü ayak sayısı arttığı oranda da bu gereksinimler katlanarak artmaktadır.

Normal sıravari ekim makinalarının tohum akış düzgünlüğü ve çeşitli parametrelerin akış düzgünlüğüne etkisini içeren pek çok çalışmaya rastlanırken, akış düzgünlüğü ölçüm sistemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Altuntaş ve ark. (2007), mekanik prensibe göre çalışan kombine tahıl ekim makinasıyla buğday ve fiğ tohumlarının farklı ekim normu (buğday için 10.5, 21.4, 40.2 ve 55.5 kg/da, fiğ için 14.8, 27.8, 41.4 ve 57.0 kg da<sup>-1</sup>) ve ilerleme hızlarında (1.0, 1.5 ve 2.0 m s<sup>-1</sup>) tohum dağılımlarını incelemiş ve denemeler sonucunda, buğday ve fiğ için ekim normu ve ilerleme hızının artışıyla sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bozulduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca buğday ve fiğ ekiminde, en iyi sıra üzeri tohum dağılımı düşük norm ve ilerleme hızlarında elde edilmiştir.

Önal ve Ertuğrul (2011), üstten akışlı düz oluklu ekici makarada, kapsız soğan, havuç, kanola ve kaplı kanola tohumlarının, tohum debisi, tohum akış düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. Çalışmada 9 farklı aktif makara uzunluğunda (2-16 mm arasında) ve 3.822, 5.733 ve 7.644 min<sup>-1</sup> makara hızında çalışılmış olup tohum akış debisinin, aktif makara uzunluğuna ve makara dönüş sayısına bağlı olarak değiştiğini saptanmış ve bu değişim matematiksel formda ifade edilmiştir. Ayrıca düz oluklu ekici makara ile kapsız soğan, havuç, kaplı ve kapsız kanola tohumlarının iyi kalitede ekilebildiğini belirtmiştir.

Yazgı ve ark. (2013) çalışmalarında doğrudan kombine ekim makinasının hem tohum hem de gübre ünitesini buğday ve 15:15:15 kompoze gübre ile ayrı ayrı deneyerek, makinanın tohum ve gübre ünitelerinin akış karakteristikleri yönünden hem gübrelemede hem de tohum ekiminde kullanılabilirliğini

saptamışlardır. Çalışma farklı ilerleme hızlarında (1.0, 1.5 ve 2 ms<sup>-1</sup>) ve farklı kapak açıklıklarında (skala değeri 20, 60 ve 100) yürütülmüştür.

Kumar ve Durairaj (2000) pnömatik tahıl ekim makinası ile yürüttükleri çalışmalarında susam, mısır ve sorgum tohumlarının tohum dağılım düzgünlüğünü farklı başlık geometrileri (paralel disk, kapalı huni ve aerodinamik akış) kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada başlık geometrisinin yanında ürüne özgü olarak 4-8 m s<sup>-1</sup> arasında değişen farklı hava hızlarında ve 57-273 g min<sup>-1</sup> arasında değişen farklı besleme oranlarında çalışılmıştır. Dağıtma başlığı geometrisinin dağılım düzgünlüğü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve aerodinamik akış tipteki dağıtma başlığının en iyi dağılımı sağladığını belirlemişlerdir.

Uygan ve Güler (2004), pnömatik tahıl ekim makinalarında kullanılan farklı tip dağıtma başlıklarında (T, huni, Y tipi), hava hızının (26, 31, 36 m/s) ve ekim normunun, akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek için arpa, buğday ve çavdar ile çalışmış, en uygun başlık tipinin T tipi, hava hızının ise 26 m/s olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılara göre ekim normunun artışıyla akış düzgünlüğü artmakta, hava hızının artmasıyla da düzgünlük bozulma eğilimi göstermektedir.

Bayhan ve ark. (2009), farklı kuyruk mili devir sayısına (250, 300, 350, 400 ve 540 min<sup>-1</sup>) bağlı olarak buğday ile çalışmada ekim normu ve ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü değişimini incelemişler, en uygun devrin 300 d/d olduğunu saptamışlardır.

Yazgı ve ark. (2012), 125 mm sıra aralığına sahip, 40 ayaklı pnömatik tahıl ekim makinasıyla buğday ekiminde tohum akış debisi, ayaklar arası dağılım düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü olarak makina performansını incelemişlerdir. Denemeler 1.0, 1.5 ve 2.0 ms<sup>-1</sup> ilerleme hızlarında, 100, 200 ve 300 kg ha<sup>-1</sup> ekim normlarına karşılık gelen oluklu makara aktif uzunluklarında (35, 65 ve 95 skala değerlerinde) ve 540 d/d sabit kuyruk mili devrinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, makinanın tohum akış düzgünlüğünün orta kalitede (CV=%1.9-2.7), ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğünün iyi/çok iyi kalitede (CV=%2.9-4.6) ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün orta kalitede ( $\lambda$ =%60-%63.33) olduğu saptanmıştır.

Karimi ve ark. (2017) buğday tohumu kullanarak yürüttükleri çalışmalarında normal sıravari ekim makinalarında tohum akış miktarının belirlenebilmesi için temassız algılama tekniklerinin karşılaştırmışlardır. Işığa bağımlı dirençler (LDR), kızılötesi (IR) ve lazer diyotları (LD) algılama yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada her bir yöntem için özel ölçüm üniteleri geliştirilmiştir. Sistemin çalışma prensibi, tohumların sensörden geçerken, gölgelerinin alıcı elemanların üzerine düşmesi sırasında meydana gelen voltaj değişiminin ölçülmesidir. Çalışma sonucunda diğer yöntemlere oranla kızılötesi (IR) algılama ünitesinin tohum akış miktarının hesaplanmasında daha uygun olduğu saptanmıştır (r=0.87).

“Akıllı tarım” kavramı çerçevesinde makinalar son dönemde tohum/gübre depolarının doluluğu, tohum/gübre borularında tıkanıklık kontrolleri, borulardan geçen tohum/gübre miktarının ölçülmesine yönelik olarak sensörler ile opsiyonel olarak donatılmaktadır.

Bu sensörlerden depo doluluğu ve boru tıkanmalarına ilişkin verilerin daha net alınabilmesine karşılık tohum/gübre miktarına ilişkin veriler iletim borusu içerisindeki sensörden gelen tohum/gübre geçişine ilişkin sinyallere bağlı olarak geliştirilen bir yazılım aracılığıyla tahminlenmektedir. Dolayısıyla bu veriler tam sonucu göstermeyip, tahminlemeye dayalı bir yaklaşım olarak kabul edilebilecek yapıdadır. Ancak özellikle ekim ya da gübreleme sırasında yaklaşık değerler olsa bile bu tür verilerin izlenebilir olması bilinçli yapılan bir üretimde büyük avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada normal sıravari ekim makinalarında tohum ve gübre akışına ilişkin karakteristiklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan tartım denemelerinin işgücü gereksinimini azaltmak amacıyla elektronik tartım ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Çalışmada 70 cm sıra aralığına sahip, 4 sıralı tek dane ekim makinası kullanılmıştır. Denemeler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Deneme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tek dane ekim makinasının gübre ünitesine ilişkin akış

karakteristikleri tartım denemeleri ile belirlenmiştir. Denemelerde kompoze gübre (15:15:15) kullanılmış olup 1.0, 1.5 ve 2.0 m s<sup>-1</sup> ilerleme hızlarında ve kapak açıklığına bağlı farklı norm değerlerinde (tam açık, ¾ açık, yarı açık) çalışılmıştır. Her bir gömücü ayaktan 30 s süreyle akan gübre miktarları 3 tekerrürlü olarak ölçülmüştür.

Geleneksel yöntemle gerçekleştirilen tartım denemelerinde ekim makinası askıya alınmakta, her bir gömücü ayağın altına toplama kapları yerleştirilmektedir. Ekici ünite belirli sürede ya da devirde çalıştırılarak materyalin (tohum/gübre) kaplarda toplanması sağlanmaktadır. Deneme sonrasında kaplarda biriken materyal miktarı her gömücü ayak için teker teker hassas terazi ile ölçülerek kaydedilmektedir. Ölçümü tamamlanan kaplar boşaltılarak bir sonraki deneme için temizlenmektedir. Ölçümün tamamlanmasının ardından boş kaplar bir sonraki deneme için tekrar gömücü ayakların altına yerleştirilmekte ve bu işlem her bir çalışma şartı için ayrı ayrı gerçekleştirilmektedir. Aynı çalışma şartında (örneğin 1 m/s ilerleme hızında, 10 kg/da ekim normunda) en az 3 tekerrür ile denemeler yürütülmektedir. Şekil 1’ de tartım denemelerinin yapılışına ilişkin genel bir görüntü verilmiştir.



Şekil 1. Tartım denemelerinden bir görüntü

Figure 1. A view from the weighing experiments

Ekim makinalarının tohum/gübre akış karakteristikleri akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü açısından değerlendirilmektedir. Kaliteli bir ekimde her gömücü ayaktan eşit miktarda tohum/gübre akması beklenmektedir.

Akış düzgünlüğü, aynı gömücü ayaktan farklı tekerrürlerde, ayaklar arası dağılım düzgünlüğü ise aynı tekerrürde farklı ayaklardan geçen tohum/gübre miktarındaki değişimin varyasyon katsayısı (VK) olarak ifade edilmektedir. Denemelerin ardından tüm çalışma şartları için akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü için Önal (2011) tarafından bildirilen kriterlere göre %VK değerleri hesaplanarak Çizelge 1’e göre yorumlanmaktadır.

Denemelere ilişkin tüm ölçüm ve değerlendirmeler, normal sınavari ekim makinalarının tartım denemelerinde kullanılmak üzere geliştirilen elektronik tartım ve değerlendirme sistemi (EMSTES-Electronic Measurement System for Testing and Evaluation of Seed Drills) ile gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen sistem, tartım verilerinin toplanması ve toplanan verilerin işlenerek değerlendirilmesi olmak üzere iki aşamadan meydana gelmiştir.

**Çizelge 1.** Tohum/gübre için akış ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü (VK, %)

**Table 1.** Flow evenness and distribution uniformity of the furrow openers for Seed/Fertilizer (CV, %)

Akış düzgünlüğü VK (%)	Ayaklar arası dağılım düzgünlüğü VK (%)	Değerlendirme
<1	<4	Çok iyi
1-2	4 – 6.3	İyi
2-3	6.3 – 8.9	Orta
3-4	8.9 - 12.5	Yeterli
>4	>12.5	Yetersiz

Kaynak (Önal, 2011)

### Tartım verilerinin toplanması

Veri toplama sistemi, RS232 çıkışlı, 30 kg kapasiteli, 2 g hassasiyetli endüstriyel elektronik hassas terazi, USB/seri port dönüştürücü ve Avantech ADAMView veri aktarım ve işleme yazılımından meydana gelmektedir (Şekil 2).

Sistem, hassas teraziden belirli bir süreyle alınan tartım sonuçlarının, dönüştürücü ve yazılım aracılığıyla bilgisayara otomatik olarak kaydedilmesi prensibiyle çalışmaktadır. Bu amaçla Avantech ADAMView yazılımı ile sistemin çalışma stratejisi (Şekil 3) ve ekran ara yüzünü (Şekil 4) oluşturan bir program hazırlanmıştır.

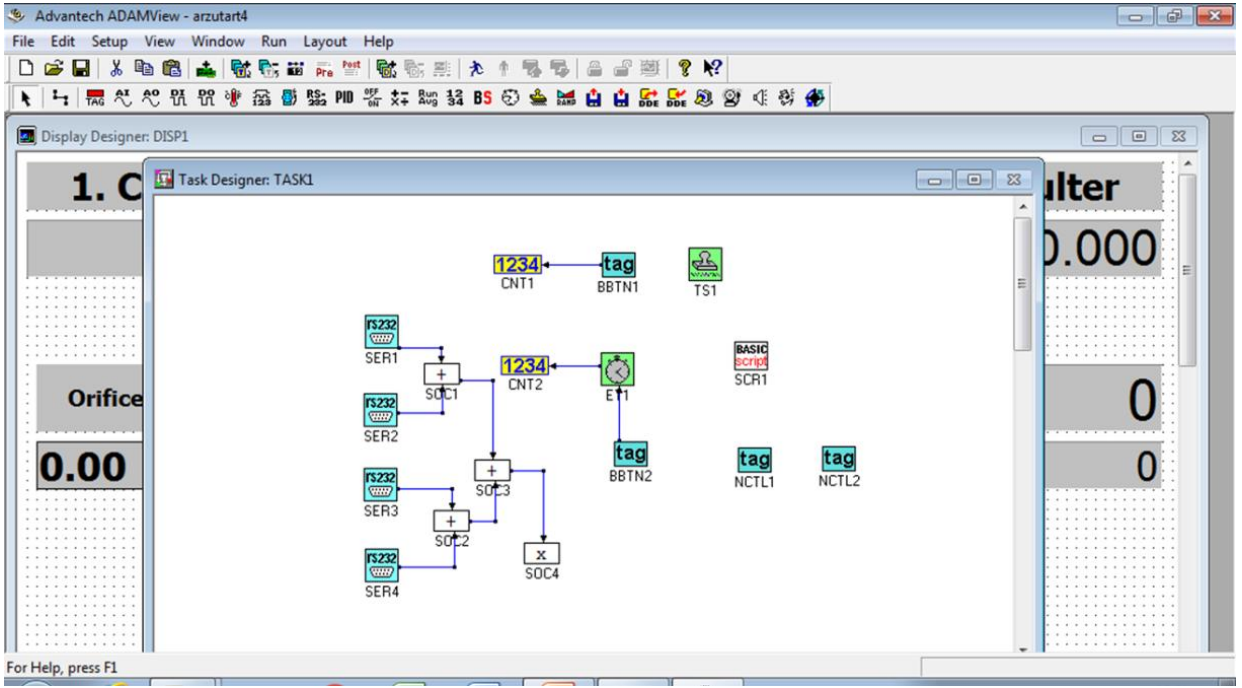
Program çalıştırıldığında ekran arayüzü olarak açılan pencereden komut butonları kullanılarak kapak açıklığında (orifice size) ve ilerleme hızı (speed) değeri girilerek ölçümün başlatılması, durdurulması ve kaydedilmesi kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

Sistemin istenilen süre boyunca istenilen sayıda veri alması da sağlanabilmektedir. Örneğin bu çalışmada 30 s süreyle 3 tekerrürlü veri alınabilmesi için denemenin 5., 35., 65. ve 95. saniyelerindeki değerler kümülatif olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir.



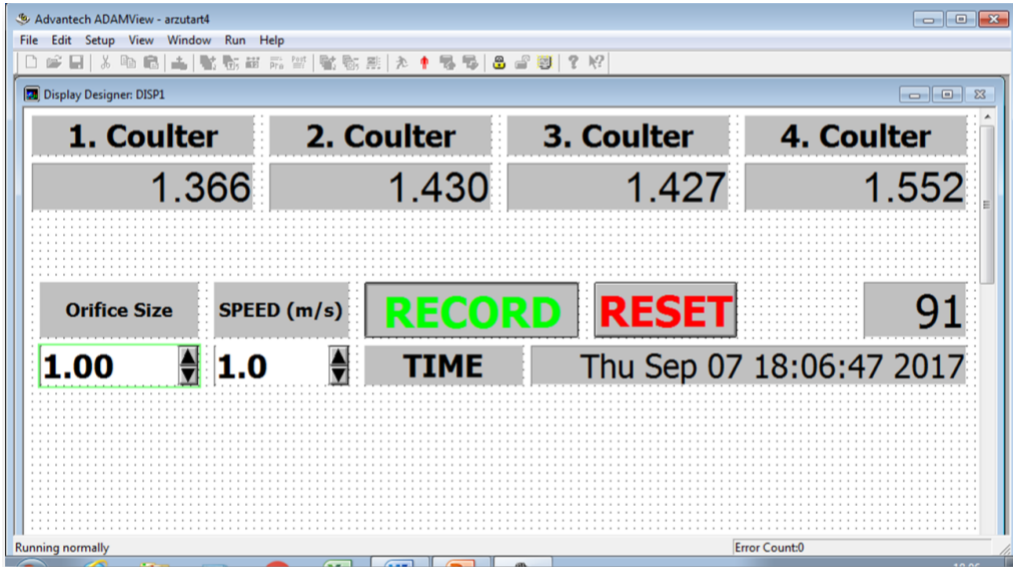
**Şekil 2.** Elektronik tartım ve değerlendirme sistemi

**Figure 2.** Electronic weighing and evaluation system



Şekil 3. EMSTES çalışma stratejisi

Figure 3. The running strategy of EMSTES



Şekil 4. Program ekranı

Figure 4. Display screen of the program

### Toplanan verilerinin işlenmesi ve değerlendirilmesi

Sistemden elde edilen ölçümler MS-Excel dosyası olarak kaydedilmekte (Şekil 5) ve bu ölçümlere ilişkin veriler VK (%) hesaplanması ve ekim performansı değerlendirmesi için MS-Excel'de hazırlanan şablona (Şekil 6) kolaylıkla aktarılabilmektedir.

Hesaplama ve değerlendirme şablonu ile 3 tekerrürlü bir çalışmada, belirli sürede ayaklardan akan materyale (tohum/gübre) ilişkin akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü değerleri, toplam akan tohum/gübre miktarı, farklı ilerleme hızlarına bağlı olarak normda meydana gelen değişim hesaplanabilmektedir. Ayrıca bu şablon ile VK değerlerine bağlı olarak makina performansı “Çok iyi, iyi, orta, yeterli ve yetersiz” şeklinde otomatik olarak değerlendirilmektedir.

Hassas terazi ile tohum/gübre miktarı “kg” ya da “g” cinsinden ölçülebileceğinden, bu duruma bağlı olarak şablonda gerekli düzenlemeler yapılabilmektedir. Şekil 6’da 20 ayaklı bir makinanın, 1.0, 1.5 ve 2.0 m/s ilerleme hızları için düzenlenen örnek şablon verilmiştir. Ayaklardan akan gübre miktarlarına ilişkin veri girişi yapıldığında akış ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğüne ilişkin tüm hesaplama ve değerlendirmeler otomatik olarak yapılmaktadır. Makina özelliklerine bağlı olarak şablonun makinaya özgü düzenlenebilmesi de mümkündür. Örneğin bu çalışmada şablon, 4 gömücü ayağa sahip, 70 cm sıra aralığına sahip bir makina için düzenlenmiştir.

Deneme Tarihi	Veri alma zamanı	İlerleme Hızı	Kapak Açıklığı	1. Ayak	2. Ayak	3. Ayak	4. Ayak
#2017-09-07 17:46:29#	5	1	1	0,122	0,134	0,151	0,157
#2017-09-07 17:46:59#	35	1	1	0,336	0,377	0,398	0,409
#2017-09-07 17:47:29#	65	1	1	0,528	0,59	0,611	0,637
#2017-09-07 17:47:59#	95	1	1	0,74	0,815	0,853	0,882
#2017-09-07 17:48:11#	5	1,5	1	0,818	0,9	0,942	0,974
#2017-09-07 17:48:41#	35	1,5	1	1,036	1,133	1,172	1,217
#2017-09-07 17:49:11#	65	1,5	1	1,242	1,353	1,409	1,458
#2017-09-07 17:49:41#	95	1,5	1	1,442	1,574	1,643	1,696
#2017-09-07 17:50:12#	5	2	1	1,646	1,82	1,893	1,955
#2017-09-07 17:50:42#	35	2	1	1,856	2,045	2,119	2,191
#2017-09-07 17:51:12#	65	2	1	2,06	2,296	2,366	2,455
#2017-09-07 17:51:42#	95	2	1	2,278	2,526	2,596	2,686

Şekil 5. MS-Excel ölçüm çıktısı örneği

Figure 5. An example of measurement results in MS-Excel

GübreŞablon.xls [Uyumluluk Modu] - Excel

ARZU YAZGI

W42

GÜBRE #####																			
İlerleme Hızı				1 m/s				1.5 m/s				2 m/s							
Ayak No	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama	Akış düzensizliği VK	Değerlendirme	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama	Akış düzensizliği VK	Değerlendirme	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama	Akış düzensizliği VK	Değerlendirme	
1. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
2. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
3. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
4. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
5. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
6. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
7. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
8. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
9. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
10. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
11. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
12. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
13. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
14. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
15. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
16. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
17. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
18. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
19. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
20. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
Ayaklararası VK (%) Değerlendirme	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
TOPLAM	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
Alan	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
NORM	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
Hıza Bağlı Norm Değişimi:										#SAYI/0!	(%VK)								

.... kg da

Hedefi belirleyip ENTER tuşuna basın veya Yapıştır'ı seçin

%100

Şekil 6. Otomatik veri hesaplama ve değerlendirme şablonu görünümü  
 Figure 6. A view of the template for automatic data calculation and evaluation



## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4 sıralı tek dane ekim makinası gübre ünitesinde 15:15:15 gübresiyle, 1.0, 1.5 ve 2.0 m s<sup>-1</sup> ilerleme hızlarında, kapak açıklığına bağlı farklı norm değerlerinde (tam açık; ¾ açık ve yarı açık) çalışmadan elde edilen gübre akış karakteristiklerine ilişkin tartım denemesi sonuçları Çizelge 2’de, ilerleme hızına bağlı olarak normda meydana gelen değişim miktarı ise Çizelge 3’te verilmiştir.

**Çizelge 2.** Kompoze (15:15:15) gübreyle çalışmada elde edilen gübre normu, akış ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü değerleri

**Table 2.** The values of flow evenness and distribution uniformity of the furrow openers using composite fertilizer (15:15:15)

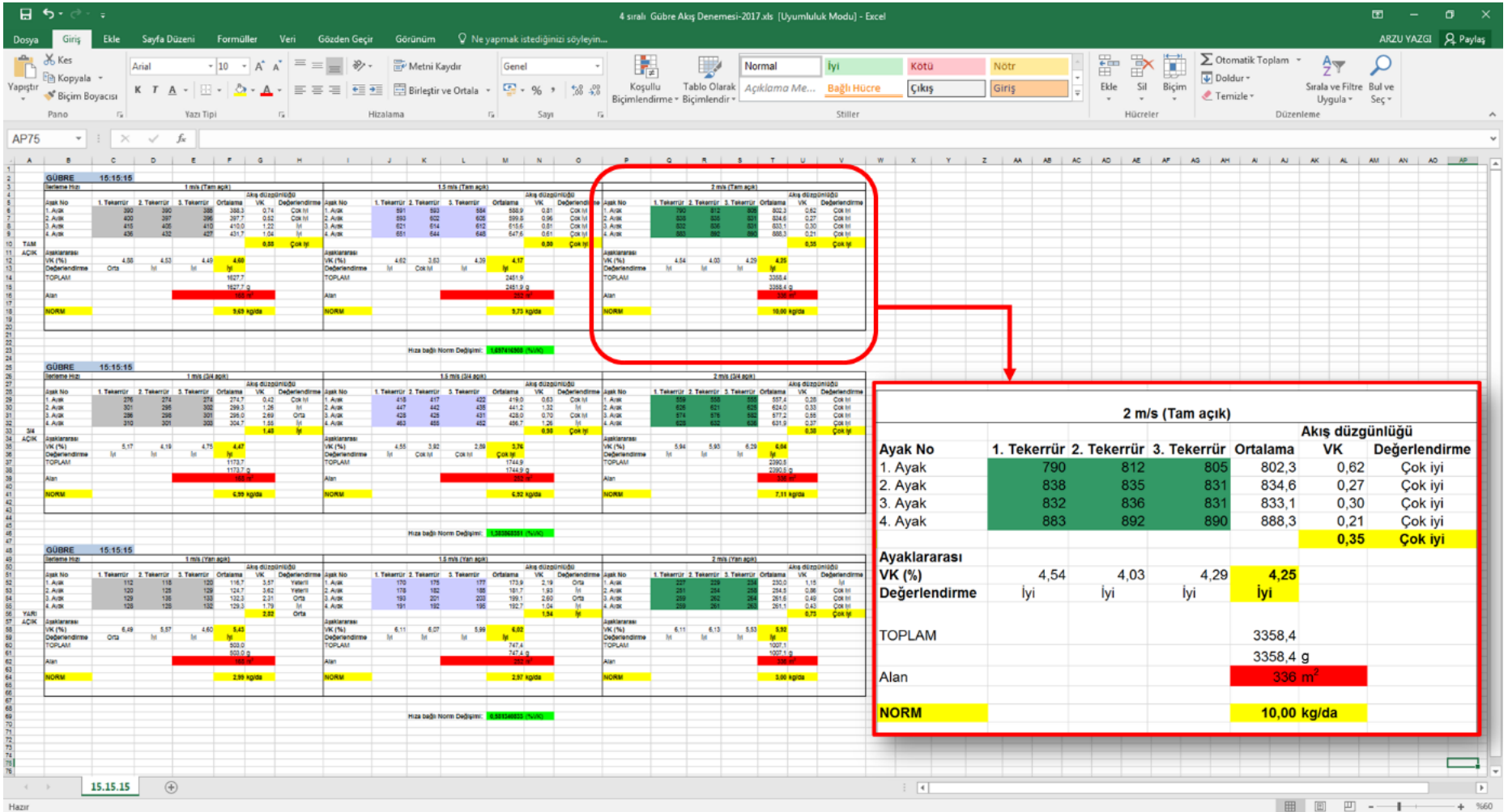
Kapak Açıklığı	İlerleme Hızı (m/s)	Gübre Normu (kg/da)	Akış düzgünlüğü VK (%)	Ayaklar arası dağılım düzgünlüğü VK (%)
Tam açık	1.0	9.69	0.88 (Çok iyi)	4.6 (İyi)
	1.5	9.73	0.80 (Çok iyi)	4.17 (İyi)
	2.0	10.00	0.35 (Çok iyi)	4.25 (İyi)
¾ açık	1.0	6.99	1.48 (İyi)	4.47 (İyi)
	1.5	6.92	0.98 (Çok iyi)	3.76 (Çok iyi)
	2.0	7.11	0.38 (Çok iyi)	6.04 (İyi)
Yarı açık	1.0	2.99	2.82 (Orta)	5.43 (İyi)
	1.5	2.97	1.94 (İyi)	6.02 (iyi)
	2.0	3.00	0.73 (Çok iyi)	5.92 (İyi)

**Çizelge 3.** İlerleme hızına bağlı norm değişimi

**Table 3.** Forward speed based fertilizer rate variation

Kapak Açıklığı	Norm Değişimi (%VK)
Tam açık	1.697
¾ açık	1.384
Yarı açık	0.581

Deneme sonuçlarını içeren Çizelge 2 ve 3’teki bu değerler, 4 sıralı ve 70 cm sıra aralığına sahip tek dane ekim makinasının gübre ünitesine özgü düzenlenen, hesaplama ve değerlendirme şablonu (Şekil 7) kullanılarak elde edilmiş ve sonuçlar bu çizelgelerde özet olarak verilmiştir. Şekil 7’de 3x3 dizilimi şeklinde görülen veriler sütun bazında ilerleme hızına göre, sıra bazında ise kapak açıklığına göre sıralanmıştır. Sütun bazında, gri renkteki veriler 1m/s, eflatun renkteki veriler 1.5 m/s ve yeşil renkteki veriler ise 2 m/s ilerleme hızlarına ilişkin verilerdir. Satır bazında ise ilk sıradaki veriler tam kapak açıklığı, ikinci sıradakiler ¾, son sıradakiler ise yarı açık konumunda elde edilen verilerdir. Örneğin; 1. Sıra ve 3. sütunda yer alan veriler ve hesaplamalar 2 m/s ilerleme hızında, tam kapak açıklığında çalışılarak elde edilmiş olup Şekil 7 üzerinde büyütülerek belirtilmiştir.



Şekil 7. Denemede kullanılan hesaplama ve değerlendirme şablonu  
 Figure 7. The template used in the experiments for data calculation and evaluation

Makinaya ilişkin akış karakteristiklerinin geleneksel tartım yöntemiyle saptanmasında, denemelerin yapılmasından verilerin analizine kadar yapılan tüm işlemler için işgücü ve zaman gereksinimi oldukça fazladır. EMSTES kullanılarak gerçekleştirilen denemelerde ise bu gereksinimlerin minimum seviyede olduğu saptanmıştır. Örneğin geleneksel yöntemde 4 sıralı bir ekim makinasının denemesi için en az 2 kişiye ihtiyaç varken EMSTES kullanımında 1 kişi yeterlidir. Geleneksel yöntemde, ekici düzen çalıştırıldığı anda kapların ekici düzenin altına yerleştirilmesi ve belirli bir süre sonunda çekilmesi gerektiğinden ekici düzenin çalıştırılması ve materyal toplama kaplarının yerleşimi için ayrı ayrı kişilere ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü ekici düzen çalıştırıldığı anda kaplar da ekici düzenin altına yerleştirilmeli ve 30 s sonunda da çekilmelidir. Aynı şartlardaki tüm tekerrürler için de aynı işlem tekrarlanmalıdır. EMSTES ile istenilen zamanda ve süreyle veri alınabildiğinden tek kişi önce kapları ekici ünitenin altına yerleştirip daha sonra ekici üniteyi ve ardından da veri alma sistemini çalıştırabilmektedir. Geleneksel yöntemde her tekerrür için ayrı kap kullanılması ve ekici düzene hareket verilmesi gerekirken EMSTES ile aynı kapta kümülatif ölçüm yapılması mümkün olup her tekerrürde ekici ünitenin tekrar tekrar çalıştırılıp durdurulması gerekmemektedir.

Geleneksel yöntemde denemelerin ardından kaplarda toplanan materyaller teker teker hassas terazide tartılarak ölçüm değerleri kaydedilmekte ve kaydedilen veriler daha sonra analize tabi tutulmaktadır. EMSTES ile hassas terazinin üzerine yerleştirilen toplama kaplarına akan materyalin ağırlığı anlık olarak ölçülmekte ve elektronik ortamda direkt olarak kaydedilmektedir.

Çalışmada ayrıca EMSTES ile geleneksel tartım yönteminin zaman gereksinimlerini karşılaştırmak için 1 m/s ilerleme hızında tam kapak açıklığında her iki yöntemle de 3 tekerrürlü bir deneme yapılmıştır. EMSTES ile yapılan denemede 4 sıralı ekim makinasının, sadece bir çalışma şartı için (1 m/s ilerleme hızı ve tam kapak açıklığında) zaman gereksinimi 3 tekerrür için ortalama 210 saniye (3.5 dakika) olarak bulunmuştur. Bu sürenin 30 s'si sistemi çalıştırma, 90 s (3 tekerrür x 30 s)'si materyalin kaplara akışı için geçen süre, 30 s'si verilerin kaydedilmesi ve sistemin durdurulması için geçen süre, 60 s'si ise materyal dolu kapların boşaltılması ve bir sonraki deneme için tekrar gömücü ayağın altına yerleştirilmesi için geçen süredir.

Geleneksel yöntemle yapılan denemede ise 4 sıralı ekim makinasının, bir çalışma şartı için (1 m/s ilerleme hızı ve tam kapak açıklığında) zaman gereksinimi sadece 1 tekerrür için ortalama 240 saniye (4 dakika) olarak bulunmuştur. Bu sürenin 30 s'si sistemi çalıştırma, 30 s (1 tekerrür x 30 s)'si materyalin kaplara akışı için geçen süre, 120 s (4 ayak x 30 s)'si kapların teker teker toplanması, tartılması ve verilerin kaydedilmesi, 60 s'si ise materyal dolu kapların boşaltılması ve bir sonraki deneme için tekrar gömücü ayağın altına yerleştirilmesi için geçen süredir. 3 tekerrür için ise gereken süre ise toplam 720 s (12 dakika)'dir.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi 4 sıralı bir makina için aynı çalışma şartlarında EMSTES ile 3 tekerrür 210 s'de gerçekleştirilirken, geleneksel yöntemde 720 s zaman harcanmaktadır. Her iki yöntem arasında sadece deneme açısından yaklaşık 3.5 kat fazla zaman harcadığı ortaya çıkmaktadır.

4 sıralı makina ile 3 tekerrür için belirlenen bu sonuçlar ışığında benzer hesaplamalar 20 sıralı bir makina için yapıldığında, denemenin, EMSTES ile 1050 s (17.5 dakika), geleneksel yöntemde ise ancak 3600 s (60 dakika)'de tamamlanabileceği hesaplanmıştır.

Makina denemelerinin farklı ilerleme hızı, farklı norm değerleri ve farklı materyaller (tohum/gübre) kullanılarak yapıldığı düşünüldüğünde, denemeler için zaman ihtiyacının da katlanarak artacağı açıktır. Örneğin; 20 sıralı bir makina için 3 farklı ilerleme hızında, 3 farklı norm değerinde, 3 farklı gübre kullanılarak 3 tekerrürlü gerçekleştirilen bir çalışmada toplam 81 deneme (3 hız x 3 norm x 3 gübre x 3 tekerrür) yapılması gerekmektedir. Bunun anlamı, hiç durmaksızın çalışmak şartıyla bu denemelerin geleneksel yöntemle 1 günden uzun sürede (1620 dakika = 27 saat) ancak tamamlanabileceğidir. EMSTES kullanılması durumunda ise deneme için harcanacak toplam süre yaklaşık 8 saat (472.5 dakika)'tir.

Denemeler sırasında özellikle kapların makinanın altına yerleştirilmesi, dolan kapların alınması ve taşınması zaman kaybının yanında ergonomik açıdan sıkıntılara da yol açmaktadır. Geleneksel yöntemde her tekerrürde kapların toplanıp boşaltılması gerekliliği düşünüldüğünde 3 tekerrür için ölçümlerin kümülatif tartım ile bir seferde yapılabildiği EMSTES'in ergonomik açıdan da avantajı önem arz etmektedir.

İster geleneksel yöntemle isterse de EMSTES kullanılarak elde edilsin, denemelerin tamamlanmasının ardından akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğüne ilişkin ham veriler VK değerleri açısından her çalışma şartı için ayrı ayrı hesaplanmak zorundadır. Bu aşamadaki en büyük sorun denemelerden gelen verilerdeki tutarsızlıktır ve bu tutarsızlığa neden olan hata kaynağının belirlenmesidir. Deneysel bir hatanın saptanması durumunda verinin elde edildiği denemenin tekrarlanması gerekmektedir. MS Excel'de hazırlanan hesaplama ve değerlendirme şablonu kullanılarak denemenin hemen ardından alınan verilerin analizi yapılabilmekte ve deneysel hatanın daha deneme aşamasında saptanması ve böylece denemenin derhal tekrarlanması mümkün olabilmektedir.

Hesaplama ve değerlendirme şablonuna anlık olarak veri aktarımı ile makinanın performans değerlendirmesi de hem akış düzgünlüğü hem de ayaklar arası dağılım düzgünlüğü açısından "Çok iyi-yetersiz" arasında hızlıca derecelendirilebilmektedir. Ayrıca farklı ilerleme hızlarına bağlı olarak normun değişimi de izlenebilmektedir.

Ekim makinalarının tartım denemelerine ilişkin ölçümlerinin gerçekleştirilmesinin ve değerlendirmesinin geleneksel yöntemle alternatif olarak geliştirilen EMSTES kullanılarak hassas bir şekilde, yüksek doğrulukta, kısa zamanda ve minimum insan işgücüsüyle gerçekleştirilebileceği saptanmıştır.

## **SONUÇ**

Bu çalışmada normal sınavari ekim makinalarında tohum ve gübre akışına ilişkin karakteristiklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan tartım denemelerinin işgücü gereksinimini azaltmak amacıyla elektronik tartım ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

Dört sıralı tek dane ekim makinasının gübre atma düzeni kullanılarak yürütülen çalışmanın sonuçları, geliştirilen elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin her tipteki normal sınavari ekim makinası, kombine tek dane ekim makinası ve gübreli araçpapa makinasına ilişkin tartım denemelerinde ve bu denemelere ilişkin sonuçların değerlendirmesinde kolaylıkla kullanılabilmesini göstermektedir.

Elde edilen veriler göz önünde tutulduğunda, geliştirilen sistemin, tartım denemelerinin gerçekleştirilmesinde ve deneme sonuçlarının hassas bir şekilde ve yüksek doğrulukta değerlendirilmesinde önemli derecede kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma, ileride yapılması planlanan tam otomatik ölçüm düzeni için temel çalışma niteliğindedir.

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırmaya 2015-ZRF-024 No'lu proje çerçevesinde finansal destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

## **KAYNAKÇA**

- Altuntaş, E., H. Polatçı & E. Bayram, 2007. Kombine ekim makinasında farklı ekim normları ve ilerleme hızlarının buğday ve fiğ tohumlarının sıra üzeri ve sıralar arası tohum dağılım düzgünlüğüne etkileri. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2): 57-65.
- Bayhan, Y., B. Kayışoğlu, P. Ülger, B. Akdemir, 2009. Tahıl ekiminde kullanılan pnömatik etkili ekim makinasının ekim performansının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 6 (2): 131-136.

- Karimi, H., H. Navid, B. Besharati, H. Behfar & I. Eskandari, 2017. A practical approach to comparative design of non-contact sensing techniques for seed flow rate detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142: 165-172.
- Kumar, V.J.F. & C.D. Durairaj, 2000. Influence of head geometry on the distributive performance of air-assisted seed drills. *J.Agric. Engng Res.* 75 (1), Article No: Jaer. 1999.0490, 81-95, Silsoe.
- Önal, İ., 2011. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 490, İzmir.
- Önal, İ. & Ö. Ertuğrul, 2011. Üstten akışlı oluklu ekici makaranın soğan, havuç ve kanola tohumları için tohum akışı ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17 (2011): 10-23.
- TSE Standardı, 2014. Türk Standardları Enstitüsü. "TS 6425 - Sıraya Ekim Makinaları Deney Metodları".
- Uygan, F. & İ.E. Güler, 2004. Pnömatik tahıl ekim makinalarında farklı tip dağıtma başlıkları, hava hızı ve ekim normunun akış düzgünlüğüne etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (1): 59-67.
- Yazgı, A., E. Aykas & Z. Altınöz, 2013. Yerli yapım kombine doğrudan ekim makinasında tohum ve gübre akış karakteristiklerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9 (3): 247-256.
- Yazgı, A., Z. Dumanoğlu, N. Kuldemir, İ.D. Aygün & A. Masoumi, 2012. Pnömatik tahıl ekim makinası ile buğday ekiminde makina performansının belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8 (1): 35-40.