

BİÇERDÖVER İŞLETMECİLİĞİNDE SAYISAL VERİ ANALİZİ



Prof.Dr. Mustafa VATANDAŞ

Z.Yük.Müh. Ahmet DİLMAÇ

**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları ve Teknolojileri
Mühendisliği Bölümü**

**Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
Kayseri-Sarıoğlan İlçe Müdürlüğü**

Özet

Bıçerdöver işletmeciliği, tahıl ve baklagillerin üretim ekonomisini doğrudan etkilemesi bakımından önem taşımaktadır. Diğer yandan da tarım makinaları sektörünün önemli bir faaliyet kolunu oluşturmaktadır. Bu denli önemli bir mekanizasyon işletmeciliği alanında, uygulamadan alınan sayısal verilerin değerlendirilmesine ilişkin az sayıda

çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada bıçerdöverlerin işletme koşullarında derlenen sayısal veriler analiz edilerek, işletmecilik ve planlama çalışmalarında kullanılabilecek yaklaşımların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bulguların ilişkilerin bu amaca dönük olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Bıçerdöver, bıçerdöver işletmeciliği, işletme verileri analizi.

1. Giriş

1.1. Bıçerdöver işletmeciliğinin önemi

Bıçerdöver işletmeciliği, tarım makinaları işletmeciliğinin özel bir alanıdır. Bu durum teknik yönden bıçerdöverlerin kendi yürür bir makine olmalarından, ekonomik yönden ise ilk yatırım maliyeti ve giderlerinin yüksekliğinden dolayı işletmecilik yönünden özel önem taşımalarından kaynaklanmaktadır. Türkiye genelinde yaygın olan bıçerdöver

işletmeciliği, arz (biçerdöver sahibi/işletmecisi) ile talep (çiftçi) arasında piyasa koşullarına bağlı olarak kendiliğinden oluşan bir sistemle (biçerdöver müteahhitliği) yapılmaktadır. Türkiye’de biçerdöverle hasat edilen alanın % 90,2’sinin müteahhitlik yöntemiyle gerçekleştirildiği bildirilmektedir. [1] Bu sistemin arz-talep dengesi içinde yürüyor olması, ekonomik yönden bir avantaj oluşturmakla beraber; yeni teknolojilerin girişi, kayıpların azaltılması ve denetim (izlenebilirlik) gibi konularda sorunları bulunmaktadır. [2]

Biçerdöver işletmeciliği yönünden işletmeci ile çiftçi isteklerinin karşıt olduğu en önemli iki makine parametresi çalışma hızı ve biçme tablasının yerden yüksekliğidir. Söz konusu karşıtlık, işletmecinin hasat-harman işini daha kısa sürede tamamlamak istemesinden; buna karşılık çiftçinin de tane ve sap/saman olarak daha fazla materyal almak istemesinden kaynaklanmaktadır. Bu konuya biçerdöverlerin eskiliği, ilave donanımların yetersizliği ve yanlış kullanımı, ayar ve bakımı gibi konulardaki yetersizlikleri de eklendiğinde; kayıplar artmakta, yakıt ve zaman ekonomisi sağlanamamaktadır. [3]

Biçerdöver işletmeciliğine ait parametrelerin ve bunların etkin değerlerinin bilinmesi, her şeyden önce işlem maliyetinin belirlenmesi için gereklidir. Uygulamada işletmecinin maliyet hesabı yapmaması, özellikle sabit yatırım sermayesinin zaman içinde erimesi sonucunu doğurabilmektedir. Bu durum çoğunlukla biçerdöver amortisman süresini doldurduğunda, yenisini alacak kaynağın elde olmaması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak eskiyen biçerdöverin büyük onarımlarla kullanılmaya devam edilmesi, bakım, onarım, yakıt ve işçilik gibi işletme giderlerini artırmaktadır. Söz konusu bu yüksek işletme giderlerinin bedeli de, biçerdöveri kira karşılığı çalıştıran çiftçi tarafından ödenmektedir.

Türkiye biçerdöver parkının kapasite değeri, tahıl ekim alanlarının tamamını işleyebilecek düzeye ulaşmıştır. Biçerdöverle hasat ve harmanın kolay ve hızlı oluşu, diğer mekanizasyon alternatiflerinin gelişimini de etkileyerek, örneğin Konya yöresinde % 90 gibi yüksek bir orana yükselebilmektedir. [4]

Bu çalışma yukarıda belirtilen sorunlara çözüm bulmak amacıyla karar alma sürecinde gereksinim

duyulan sayısal bilgilerin, uygulama koşullarında belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Biçerdöverlerin işletme parametrelerine ait uygulamadan alınan veriler, istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiş ve modelleme çalışmalarında kullanılacak eşitlikler geliştirilmiştir. Bu yolla biçerdöverle hasat-harman mekanizasyonuna katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

1.2. Biçerdöverlerin işletme parametrelerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar

Biçerdöver işletmeciliğine ait literatürde yer alan çalışmalar yeni olmamakla birlikte sayıca fazla değildir. Bu konuda yapılan yayınların bir bölümü, hasat-harman parametrelerinin belirlenmesine dönük laboratuvar çalışmaları şeklindedir. Daha az olmakla beraber uygulamadan alınan verilerle yapılan araştırma ve analiz çalışmaları da bulunmaktadır. Uygulamaya dayalı olarak yapılan çalışmaların en önemli kısıtını biçerdöver işletmecilerinin bilgi sağlamadaki isteksizlikleri oluşturmaktadır. Bunun nedeni de özellikle kayıpların ölçümünde biçerdöver çalışmasına ara verilmesinin gerekli olması gibi durumların söz konusu olmasıdır.

Cervinka (1974) çalışmasında, biçerdöverlerin tasarım ve işletme parametreleri arasındaki ilişkileri çoklu regresyon analizi yöntemiyle araştırmıştır. [5] Söz konusu tasarım ve işletme parametrelerine ait değişkenleri 3 grup altında toplayan araştırmacı, bunları makine parametreleri, ürün parametreleri ve makine-ürün parametreleri şeklinde vermiştir. Makine parametreleri grubunda sarsak alanı, elek alanı, batör genişliği ve batör çapı yer alırken; ürün parametreleri grubunda ürün cinsi ve nem içeriği bulunmaktadır. Diğer yandan makine-ürün parametreleri grubunda ise materyal debisi, tane kalitesi, sarsak ve elek kayıpları yer almıştır. Çalışmada bağımlı değişken olarak sarsak kayıpları, elek kayıpları, sarsak alanı ve materyal debisi parametreleri kullanılmıştır.

Araştırmacı regresyon analiziyle yapılan modelleme çalışmalarında doğrusal, ters, yarılogaritmik ve multilogaritmik regresyon yaklaşımlarının kullanılabilirdiğini belirterek; en iyi modeli belirlemede korelasyon katsayısı ve olasılık (önem) düzeyi ile regresyon katsayılarına ait varyans analizi sonuçlarını göz önüne aldığını bildirmiştir.

Işık ve Sabancı (1989) biçerdöverle buğday hasadında tarla etkinliği, efektif alan ve materyal kapasiteleri ve değişik zaman dilimlerinin verim ve parsel uzunluklarıyla değişimini inceleyerek; hasatta optimum çalışma koşullarını belirlemeye çalışmışlardır. [6] Araştırmacılar parsel uzunluğuna bağlı olarak efektif materyal kapasitesi ile tarla etkinliği değerlerini tahmin etmek için $y=a.X^b$ formunda regresyon denklemleri geliştirmişlerdir. Araştırmacılar birbirinden farklı iki parsel için bu denklemlere ait çoklu korelasyon katsayısı (belirtme katsayısı, R^2) değerlerinin 0,959 ile 0,964 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Akıncı ve ark. (2002) buğday ve mısır hasadında biçerdöver işletme değerlerini belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. [7] Denemeleri 9 ayrı parselde gerçekleştiren araştırmacılar, ortalama ilerleme hızını 5-7 km/h, efektif alan iş başarısını 1,5-1,7 ha/h ve tarla etkinliğini % 60-70 aralığında belirlemişlerdir. Diğer yandan ürün kapasitesinin buğdayda 3,85 t/h, mısırdaki 15,38 t/h olduğu; saatlik yakıt tüketiminin ise buğdayda 11,8 litre/h, mısırdaki 20,9 litre/h olarak gerçekleştiği bildirilmiştir. Ayrıca hasat ve harman kayıplarının % 1,0-3,0 arasında değiştiği de araştırmacılar tarafından bulgulanmıştır.

Abdi ve Jalali (2013) biçerdöverle hasatta tabla kayıplarının tahmini için bir model geliştirmişlerdir. [8] Biçerdöverle hasat ve harman sırasında oluşan toplam kayıpların yarısından daha fazlasının tablada meydana geldiğini belirten araştırmacılar, tablada yer alan parçaların farklı ayar konumları için regresyon analizine dayalı olarak kayıpları tahmin etmişlerdir. Araştırmacılar tabla kayıplarını $R^2=0,63$ 'lük çoklu korelasyon ve $p<0,01$ önem düzeyinde tahmin etmek amacıyla verdikleri regresyon denklemini ilerleme hızı, dolap devri ve dolap yüksekliği bağımsız değişkenlerini kullanarak oluşturmuşlardır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Kayseri İli'nin Sarioğlan İlçesi ve civarında 2014 yılında tahıl hasat-harmanı yapan 27 adet biçerdöver üzerinde gerçekleştirilmiştir. Gerçek işletme koşullarında verilerin derlenmesi amacıyla bir form oluşturulmuş ve formda yer alan biçerdövere ait teknik özellikler, işletmeci ya da operatörle yüz yüze görüşülerek belirlenmiştir. İşletme parametreleri içinde yer alan yakıt ve yağ tüketimle-

ri işletmecilerin günlük toplam tüketim kayıtları göz önüne alınarak hesaplanmış, toplam çalışma süresi ve ilerleme hızı değerleri biçerdöverin göstergelerinden okunmuştur. Biçme ünitesi kaybının belirlenmesinde, tanelerin doğal durumdaki dökülmesi de göz önüne alınarak birim alanda ölçümler yapılmıştır. Sarsak ve elekte oluşan toplam kayıpların belirlenmesinde de aynı yöntemden yararlanılmıştır. [9]

Hasat edilen ürünle ilgili özelliklerin bir kısmı (1000 tane ağırlığı, sap/tane oranı, ortalama bitki yüksekliği gibi) belirlenmiş olmakla beraber, bu özelliklerin çok faktörlü olarak değişmesi nedeniyle analizler ürün parametrelerinden bağımsız olarak yapılmıştır. Örneğin çalışmanın yapıldığı hasat döneminde sonbahardaki yağış azlığı, tahılda genel olarak boy kısalığı şeklinde bir sonuç doğurmuş; buna bağlı olarak da sap/tane oranı düşük kalmıştır. Benzer şekilde ürün nemi ve olgunlaşma durumu da her parselde ayrı ayrı ölçülemediği için, genel olarak değerlendirmelerin hasat olgunluğuna erişmiş ürün ve bu ürünün sahip olduğu ortalama nem düzeyi için yapıldığı söylenebilecektir. Söz konusu nedenlere bağlı olarak genelleştirilebilir sonuçlar elde edebilmek için, analizler tüm verilerin birlikte değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

Biçerdöverlerin yapısal ve işletme parametrelerine ilişkin olarak derlenen veriler, bilgisayarda istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Verilere ait ortalama değerlerin yanı sıra doğrusal regresyon analizleri de gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde korelasyon katsayısının $-0,5 > r > 0,5$ aralığında bulunması, ilişkinin var olmasının göstergesi olarak kabul edilerek; elde edilen model varyans analizi sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Çoklu regresyon analizlerinde ise ilişkinin derecesinin değerlendirilmesinde çoklu korelasyon katsayısı (R^2) göz önüne alınmıştır. [10]

Gözlem ve ölçümlerin yapıldığı dönemde ortalama hava sıcaklığı 32,5 °C ve ortalama bağıl nem ise % 44 olmuştur. Biçerdöverlerin çalıştığı toprağın kuru olduğu, gözlemlerin yaklaşık yarısında arazinin düz, kalan yarısında ise hafif meyilli olarak nitelendirilebileceği belirlenmiştir.

Veri derlenen gözlemlerin 14'ünde (% 52) hasat edilen bitki arpa olurken, bunu 12 adetle (% 44) buğday ve 1 adetle (% 4) çavdar izlemiştir. 2014

hasat döneminde doğal durumdaki ortalama bitki yüksekliği buğday ve arpa için 39 cm, çavdar için (1 gözlem) ise 65 cm olmuştur. Diğer yandan biçerdöverlerin hasat yaptığı parsellerde yaygın bir ekin yatıklığına ve yabancı ota rastlanmamıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İşletme parametrelerinin ortalama değerlerine ait bulgular

1. Çalışmada veri derlemek amacıyla materyal olarak alınan biçerdöverlerin modelleri 1975-2013 aralığında değişmekte olup yaş ortalaması 13,4'tür. Biçerdöverler yaşlarına göre gruplandırıldığında, % 40,74'lük oranla 0-5 yaş grubu ilk sırada gelmektedir. Bunu % 29,63'le 21+ grubu ve % 25,93'le 6-10 yaş grubu izlemektedir. En düşük grup ise % 3,7 oranıyla 11-15 yaş grubudur.

2. Örnekteki biçerdöverlerin 21 tanesi (% 78) kredili, kalan 6 tanesi (% 22) peşin olarak satın alınmıştır.

3. Biçerdöverlerin toplam çalışma sürelerinin ortalaması 12 515 h'dir. Bu süre yaş ortalamasına bölündüğünde 934 h/yıl değeri elde edilmektedir.

4. Veri derleme çalışmaları sırasında biçerdöverlerin hasat dönemindeki günlük çalışma süresinin 12 h/gün değerine kadar çıkabildiği belirlenmiştir.

5. Çalışma materyali olan her bir biçerdöver, yılda ortalama olarak yaklaşık 780 ha alanda hasat ve harman yapmaktadır.

6. Örnekteki biçerdöverlerin yıllık çalışma sürelerinin ortalaması 971 h'dir.

7. Biçerdöver işletmecileri 2014 yılı fiyatlarıyla ortalama olarak 1 ha alan için yaklaşık 84.- TL brüt gelir elde etmişlerdir.

8. Örnekteki biçerdöverlerin motorları marka çeşitliliği göstermekle beraber tümü Diesel motoru olup, ortalama anma (nominal) motor gücü 187 BG olarak belirlenmiştir.

9. Örnekte yer alan biçerdöverlerin ortalama tabla genişliği 4,51 m'dir.

10. Harmanlama düzeninde yer alan batörlerin tümünün pervazlı tipte olduğu ve boylarının 1-1,3 m aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

11. Biçerdöverlerin ortalama elek alanı 3,54 m² olarak ölçülmüştür.

12. Biçerdöverlerle yapılan hasat sonrasında ortalama anız yüksekliği 12 cm dolayında gerçekleşmiştir.

13. Biçerdöverlerin ortalama ilerleme hızı arpa hasadı yapılan parsellerde 9,5 km/h, buğday hasadı yapılan parsellerde 9,3 km/h ve çavdar hasadı yapılan parselde ise 10 km/h olmuştur. Buna karşılık ortalama alan iş başarıları arpa hasadı yapılan parsellerde 2,1 ha/h, buğday hasadı yapılan parsellerde 1,83 ha/h ve çavdar hasadı yapılan parselde ise 0,7 ha/h'dir.

14. İşletme değerleri belirlenen biçerdöverlerde birim alana yakıt tüketimi arpa, buğday ve çavdarda sırasıyla 11,3, 11,7 ve 25 litre/ha olarak gerçekleşmiştir. Burada çavdar için kaydedilen değer diğerlerine göre yüksek oluşunun, bu verinin tek gözleme ve 1984 model 30 yaşında bir biçerdövere ait olmasından kaynaklandığı şeklinde değerlendirilmiştir. Nitekim aynı biçerdöver için belirlenen alan iş başarıları da, tüm gözlemler içinde en düşük olanıdır.

15. Biçerdöverlerin işletilmesi sırasında operatör dışında biçerdöver başına 1-2 arası (ort. 1,88) yardımcı işçi çalıştığı belirlenmiştir.

16. Yapılan gözlemlerde 27 adet biçerdöverin ikisinde tarlada çalışma sırasında arıza nedeniyle duraklama olduğu tespit edilmiştir. Bu arızalardan birincisi kayış kopması, diğeri ise bıçak kırılması şeklinde meydana gelmiş olup; söz konusu arızalar nedeniyle oluşan duraklama süreleri sırasıyla 60 ve 45 min olmuştur. Adı geçen arızaların giderilmesi için yapılan yedek parça ve işçilik harcamalarının toplamının sırasıyla 100 ve 60 TL olduğu işletmeciler tarafından ifade edilmiştir.

17. Yapılan ölçümler sonucunda belirlenen ortalama biçme ünitesi kayıpları arpada % 1,5, buğdayda % 1,7 ve çavdarda % 2'dir. Ortalama sarsak+elek kayıpları ise ürünlere göre sırasıyla % 2,0, % 1,6 ve % 1,0 düzeyinde gerçekleşmiştir.

3.2. Tek bağımsız değişkenli regresyon analizi sonuçları

Bağımsız değişken olarak tek bir parametrenin söz konusu olduğu analizlere ait bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çizelgede p<0,05 olasılık düzeyindeki model denklemleri yer almaktadır.

Çizelge 1 Tek bağımsız değişkenli regresyon analizi sonuçları (p<0,05)

Model	Korelasyon katsayısı (r)	Olasılık düzeyi (p)	Tahminin standart hatası	Bağımsız değişkenin değer aralığı
[Piyasa değeri, TL] = 334317 - 9830,8 * [Biçerdöverin yaşı]	- 0,853	0,000	84773,60	1 - 39
[Piyasa değeri, TL] = 337917 - 35590 * [Son sahibinin kullanım süresi, yıl]	- 0,647	0,000	123876,08	1 - 12
[Piyasa değeri, TL] = 348941 - 11,729 * [Toplam çalışma süresi, h]	- 0,880	0,000	76992,32	600-37750
[Piyasa değeri, TL] = - 377037 + 3093 * [Anma motor gücü, BG]	0,861	0,000	82575,12	126 - 230
[Tane deposu hacmi, litre] = 6015,7 - 75,826 * [Biçerdöverin yaşı]	- 0,880	0,000	576,95	1 - 39
[Tane deposu hacmi, litre] = 1344,2 + 19,503 * [Anma motor gücü, BG]	0,727	0,000	835,01	126 - 230
[Toplam çalışma süresi, h] = 1099,5 + 849,11 * [Biçerdöverin yaşı]	0,981	0,000	2340,29	1 - 39
[Toplam çalışma süresi, h] = 56693 - 235,92 * [Anma motor gücü, BG]	- 0,875	0,000	5906,21	126 - 230
[Anma motor gücü, BG] = 225,42 - 2,8384 * [Biçerdöverin yaşı]	- 0,885	0,000	21,10	1 - 39
[Anma motor gücü, BG] = - 5480 + 2,8327 * [Biçerdöverin modeli]	0,879	0,000	21,55	1975-2013
[Alan iş başarısı, ha/h] = 2,4709 - 0,0405 * [Biçerdöverin yaşı]	- 0,549	0,003	0,871	1 - 39
[Alan iş başarısı, ha/h] = 2,5124 - 5 * 10 ⁻⁵ * [Toplam çalışma süresi, h]	- 0,549	0,003	0,871	600-37750
[Alınan tane miktarı, kg/h] = - 3268,5 + 3,4577 * [Ürünün tane verimi, kg/ha]	0,844	0,000	3159,96	800-6000
[Alınan tane miktarı, kg/h] = - 2604,8 + 4403,1 * [Alan iş başarısı, ha/h]	0,778	0,000	3702,35	0,7 - 4,0
[Elek alanı, m ²] = 1,84 + 0,0091 * [Anma motor gücü, BG]	0,772	0,000	0,338	126 - 230
[Elek alanı, m ²] = - 0,4685 + 3,2134 * [Batör uzunluğu, m]	0,713	0,000	0,373	1,01-1,34
[Elek alanı, m ²] = 1,2061 + 0,5176 * [Tabla genişliği, m]	0,563	0,002	0,439	3,6 - 5,5

[Ortalama anız yüksekliği, cm] = $2,5 + 0,75 * [\text{Biçme tablasının yerden yüksekliği, cm}]$	0,826	0,000	1,658	10 – 20
[Yakıt deposu kapasitesi, litre] = $- 87,665 + 2,1038 * [\text{Anma motor gücü, BG}]$	0,919	0,000	40,79	126 - 230
[Tarladaki doldurma /boşaltma işlemleri için geçen duraklama süresi, min/gün] = $35,051 + 0,8088 * [\text{Biçerdöverin yaşı}]$	0,594	0,001	15,31	1 - 39
[Tarladaki doldurma /boşaltma işlemleri için geçen duraklama süresi, min/gün] = $32,934 + 0,001 * [\text{Toplam çalışma süresi, h}]$	0,660	0,000	14,24	600-37750
[Tarlada yapılan standart bakım işlemleri için geçen duraklama süresi, min/gün] = $25,197 + 0,0012 * [\text{Toplam çalışma süresi, h}]$	0,606	0,001	18,71	600-37750
[Birim alana yakıt tüketimi, litre/ha] = $20,686 - 4,5227 * [\text{Alan iş başarısı, ha/h}]$	- 0,811	0,000	3,397	0,7 – 4,0
[Biçme ünitesi kayıpları, %] = $- 1,045 + 0,2793 * [\text{Biçerdöverin ortalama hızı, km/h}]$	0,543	0,003	0,429	7 - 10
[Temizleme ve ayırma kayıpları, %] = $- 4,6926 + 0,0087 * [\text{Vantilatör devri, 1/min}]$	0,525	0,005	0,902	600 -900

Çoklu regresyon analizi sonuçları

Birden fazla parametrenin bağımsız değişken olarak yer aldığı analizlere ait bulgular ise Çizelge 2'de görülmektedir. Bu çizelgede bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki birlikte etkilerinin $p < 0,05$ olasılık düzeyinde olduğu belirlenen model denklemleri gösterilmiştir.

Çizelge 2 Çoklu regresyon analizi sonuçları ($p < 0,05$)

Model	Çoklu korelasyon katsayısı (R^2)	Olasılık düzeyi (p)	Tahminin standart hatası
[Birim alana yakıt tüketimi, litre/ha] = $35,18 - 4,591 * [\text{Alan iş başarısı, ha/h}] - 16,475 * [\text{Batör uzunluğu, m}] + 0,001 * [\text{Tane deposu hacmi, litre}]$	0,675	0,000	3,450
[Biçme ünitesi kayıpları, %] = $- 0,152 - 0,001 * [\text{Yıllık ortalama çalışma süresi, h/yıl}] + 0,002 * [\text{Anma motor gücü, BG}] + 0,225 * [\text{Biçerdöverin ortalama hızı, km/h}]$	0,443	0,003	0,397
[Temizleme ve ayırma kayıpları, %] = $- 0,115 - 0,001 * [\text{Yıllık ortalama çalışma süresi, h/yıl}] - 1,381 * [\text{Batör uzunluğu, m}] + 0,080 * [\text{Biçme tablasının yerden yüksekliği, cm}] + 0,006 * [\text{Vantilatör devri, 1/min}] - 0,175 * [\text{Bir geçişte biçilen sıranın genişliği, m}]$	0,473	0,014	0,840

Yapılan bu çalışma ile literatürde yer alan çalışmaların bulguları birlikte göz önüne alındığında şu değerlendirmeler yapılabilmektedir:

1. Çalışmada söz konusu olan biçerdöverlerin yaşı Türkiye'nin değişik yörelerinde elde edilen verilere göre daha düşük olmakla birlikte, literatürde verilen ekonomik ömür değeri olan 7-10 yılın üzerindedir. Özellikle 21+ yaş grubunun yaklaşık 1/3'lük bir orana sahip olması ve 11-15 yaş grubunda 1, 16-20 yaş grubunda ise hiç biçerdöverin bulunmaması, parkın yapısı hakkında bazı bilgiler vermektedir. Buna göre düşük maliyetle onarımı ya da revizyonu yapılabilen mekanik ömrünü tamamlamış biçerdöverlerin, yaşına ve yaptığı işin kalitesine bakılmaksızın kullanımına devam edildiği söylenebilmektedir. Tek bağımsız değişkenli regresyon analizlerinde biçerdöverin piyasa değeri ile son sahibinin kullanım süresi arasındaki kuvvetli ilişki de bu sonucu desteklemektedir.

2. Biçerdöverlerin toplam ve yıllık ortalama çalışma süreleri, literatürde verilen mekanik ömür değerlerinin çok üzerindedir. Bu konuda ASABE tarafından ABD koşulları için verilen mekanik ömür 3000 h iken, çalışma sonucunda hesaplanan toplam çalışma sürelerinin ortalaması 12 515 h olmuştur. [11] Bu durum yukarıda yapılan değerlendirmenin sonucu olmakla birlikte, yaş ortalaması ve yıllık kullanım sürelerinin ortalamasıyla uyumludur. Diğer yandan yapılan regresyon analizleri, biçerdöverin yaşının ve toplam çalışma süresindeki artışın, alan iş başarısını olumsuz etkilediğini de ortaya koymuştur.

3. Biçerdöverlerin ortalama ilerleme hızının literatürde belirtilen optimum değerlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. [12] Bu konudaki bilgiler, hasat sonrası net gelir (\$/ha) değerinin maksimizasyonu için ilerleme hızının 4 – 8 km/h aralığında olması gerektiğini; hız artışının söz konusu geliri azalttığını bildirmektedir. [13] Çalışmada belirlenen değerlerin bu aralığın üstünde olmasının, biçerdöver işletmecilerinin birim zamanda daha çok alanda

hasat yapma isteklerinin ve bunun yanında yağış azlığının ekinde yol açtığı boylanamama ve seyreklik sonucunda ortaya çıktığı düşünülmektedir. Diğer yandan biçerdöverlerde ilerleme hızının doğal logaritmasının fonksiyonu olarak saatlik yakıt tüketimi yüksek bir korelasyonla artış göstermektedir. [14] Bu sonuca göre ilerleme hızı artırılarak kazanılmak istenen ek alan kapasitesinin ekonomik getirisi, bir anlamda yakıt tüketimindeki artışla kaybedilmektedir. Ayrıca yüksek ilerleme hızının biçme ünitesi kayıplarını artırıcı etki yaptığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

4. Çalışmada yapılan ölçümler sonucunda belirlenen biçme ünitesi kayıpları ile temizleme ve ayırma kayıplarının toplamı hem literatür değerlerinin [15] hem de resmi makamların denetim esas olarak bildirdiği sınır değerinin (% 2) üzerindedir. Bu sonucun makine, arazi, ürün ve işletmeci faktörlerinin bileşkesi olarak ortaya çıktığı bilinmekle beraber, daha düşük değerlerin elde edilmesi yoğun çaba gerektirmektedir. Uygulamaya konulacak teşvik politikalarıyla parkın geliştirilmesi, hasat döneminde denetimin etkinleştirilmesi, öncelikle biçerdöverlerin kayıt altına alınması ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak izlenmesiyle kayıpları azaltmada başarı sağlanabilecektir. Söz konusu yeni teknolojilerin uygulamada kullanımı amacıyla, hibe ya da kredilendirme şeklinde destekler de yararlı olabilecektir.

5. Alınan tane miktarı ile alan iş başarısı arasında belirlenen $r = 0,778$ 'lik korelasyon katsayısına sahip olan ilişki, Ülger (2011) tarafından verilen formülle uyumludur. [16] Yazar tarafından verilen formülde yer alan ürüne ilişkin parametrelerin, bu çalışmada korelasyon katsayısının tanımlanmayan kısmına ait olduğu düşünülmektedir.

6. Regresyon analizi sonuçları, alan iş başarısındaki artışın birim alana yakıt tüketimini azalttığını göstermiştir. Ancak burada alan iş başarısının bileşeni olan ilerleme hızı, kayıplar göz önüne alın-

rak ve iş genişliğine bağlı olarak optimum değerde (kayıpların minimum olduğu değerde) tutulmalıdır.

7. Birim alana yakıt tüketimi için alınan değerler, arpa ve buğday için Özmerzi ve ark. (2004) tarafından bildirilen ortalama değerlerin biraz üzerinde olmakla birlikte, yüksek olarak verilen değerlerin (13,6 litre/ha) altındadır. [12] Ancak daha önce açıklanan biçerdöverin eskiliği ve tek gözlem olması gibi nedenlerden dolayı, çavdar için elde edilen birim alana yakıt tüketimi değeri bu sınırın üzerindedir.

8. Çalışılan parsellerin düzgün şekilli olmayışı biçerdöverle çalışmada tarla etkinliğini düşürmektedir. Diğer yandan regresyon analizi sonuçları, çeşitli nedenlerden kaynaklanan duraklama sürelerinin biçerdöverin kullanım süresi ya da eskimesiyle orantılı olarak arttığını ortaya koymuştur. Alan iş başarısı üzerinde olumsuz etkisi olan bu iki faktör nedeniyle ortaya çıkan zaman kayıplarının; çalışma hızı artırılarak telafi edilmeye çalışılması ise özellikle tane kayıplarını artırıcı yönde etki yapmaktadır.

9. Biçme ünitesi kayıpları üzerinde en önemli etkenin biçerdöverin ortalama ilerleme hızı olduğu bulunmuştur ($r = 0,543$). Bu konuda yapılan bir araştırmada da biçme ünitesi kayıplarına etkili olan parametreler önem sırasına göre ilerleme hızı, dolap yüksekliği ve devir sayısı olarak bildirilmiştir. [8] Aynı araştırmacılar söz konusu bu üç değişkeni kullanarak geliştirdikleri regresyon denklemine ait çoklu korelasyon katsayısını $R^2 = 0,6292$ olarak vermişlerdir. Biçerdöverin ilerleme hızı ile dolap devri arasında belirli bir oranın bulunması gerektiği için, yüksek ilerleme hızıyla çalışılması durumunda dolap devri de yüksek olmakta ve özellikle kısa boylu seyrek ekinde biçme ünitesi kayıpları artmaktadır. Diğer yandan parametre sayısının yıllık ortalama çalışma süresi ve anma motor gücü ilave edilerek çoğaltılması durumunda da kullanışlı çoklu regresyon ilişkisi elde edilmiştir. Bu yolla biçerdöverin yıllık ortalama çalışma süresi değerine bağlı eskime durumunun ve motor gücünün etkisini değerlendirme olanağı elde edilebilecektir.

10. Temizleme ve ayırma kayıpları üzerinde en önemli etkenin vantilatörün devir sayısı olduğu bulunmuştur ($r = 0,525$). Bu sonuç Kutzbach ve Quick (1999) tarafından yapılan açıklamalarla uyumludur. [17] Adı geçen araştırmacılar, vantilatör devrinin elekleri etkileyen hava hızını belirlediğini ve bu hızın elek üzerine gelen tane miktarına göre ayarlanması gerektiğini vurgulayarak, vantilatör devrindeki artışın eleklerde oluşan kayıpları artırdığını grafiklerle göstermişlerdir. Eleklerde meydana gelen kayıpları tane miktarına göre grafiksel olarak açıklayan yazarlar, elek üzerindeki tane miktarının az olması durumunu “uçuş”, olması gerekenden fazla olması durumunu ise “yığın” hali olarak tanımlamışlardır. Yazarların belirttiğine göre, eleklerdeki tane kayıpları “uçuş” ve “yığın” halleri için yüksek; bunların arasındaki “akışkan” hali için ise daha düşük olmaktadır. Vantilatör devri konusunda uygulamada en çok karşılaşılan sorunun farklı parseller ve ürünler için sabit bir devir sayısında çalışılması olduğu belirlenmiştir. Bu durum elek üzerine gelen tane miktarı farklı olsa da, aynı hava hızının bulunmasından dolayı her durumda “akışkan” bir tane iletimi sağlanamaması sonucunu doğurmaktadır. Çoklu regresyon analizlerinde ise vantilatör devrinin yanı sıra yıllık ortalama çalışma süresi, batör uzunluğu, biçme tablasının yerden yüksekliği ve bir geçişte biçilen sıranın genişliği parametreleri de kayıp hesabında göz önüne alınmıştır. Bu durumda elde edilen regresyon denkleminin de oldukça güvenli olduğu görülmüştür. Söz konusu ilave parametrelerden yıllık ortalama çalışma süresinin, biçerdöverin kullanım durumunu eşitliğe yansıttığı düşünülmektedir. Ayrıca batör uzunluğu, biçme tablasının yerden yüksekliği ve bir geçişte biçilen sıranın genişliği parametrelerinin de biçerdöverine yedirilen materyal miktarını belirlediği; bunun da temizleme ve ayırma kayıplarını etkilediği düşünülmektedir. Nitekim yedirilen materyal miktarı eleklerin yüklenmesini değiştirdiğinden, temizleme ve ayırma kayıpları üzerinde etkili olduğu Ülger (2011) tarafından bildirilmektedir. [16]

3. Sonuç

Çalışmayla derlenen veriler, ürün, arazi, iklim vb koşullara bağlı olanların çıkarılmasıyla geriye kalan biçerdöver parametreleri için regresyon analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen ilişkilerin

korelasyon katsayısı ve güven düzeyi değerleri, geliştirilen denklemlerin biçerdöver işletmeciliğinde performansın tahmini ve planlama amaçlı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Gümüş, O., 2006. Türkiye'de Biçerdöverle Hasat Mühendisliğinin Teknik ve Ekonomik Analizi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Tezi, İzmir.
- [2] Barutçu, F., ve A., Uyan. 2015. Biçerdöver Kontrol Hizmetlerinin Durumu ve Değerlendirilmesi. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı: 317-325, Diyarbakır.
- [3] Esgici, R., Sessiz, A., ve M.T., Özcan, 2015. Saman Yapma Ünitesi Monteli Biçerdöverin Sulu ve Kuru Koşullarda Buğday Hasat Kayıplarına Etkisi. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı: 326-329, Diyarbakır.
- [4] Eroğlu, C., 2010. Konya Bölgesinde Kullanılan Biçerdöverlerde Hassas Tarım Teknolojileri Yardımıyla Dane Kayıplarının Denetlenmesi İmkanlarının Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Tezi, Konya.
- [5] Cervinka, V., 1974. Multiple Regression Analysis of Combine Harvester Design and Operational Parameters. Transactions of the ASAE, 1974: 221-224.
- [6] Işık, A., ve A., Sabancı, 1989. Biçerdöverle Hasatta Tarla Etkinliği ve Biçerdöver Kapasitesinin Tarla Koşulları ile Değişimi. DOĞA Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 13 (1):25-31.
- [7] Akıncı, İ., Çanakcı, M., ve M., Topakcı, 2002. Determination of Basic Machinery Management Data for a Combine Harvester. Proceedings of the 8th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture: 366-371, Kuşadası.
- [8] Abdi, R., and A., Jalali, 2013. Mathematical Model for Prediction Combine Harvester Header Losses. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (5): 549-552.
- [9] Anonim, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [10] Bağırkan, Ş., 1993. İstatistiksel Analiz. Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- [11] Anonymous, 2011. Agricultural Machinery Management Data. American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASAE D497.7, U.S.A.
- [12] Özmerzi, A., Yıldız, O., Kürklü, A., Ertekin, C., ve R., Külcü, 2004. Tarım Makinaları İçin Mühendislik El Kitabı. Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- [13] Isaac, N.E., Quick, G.R., Birrell, S.J., Edwards, W.M., and B.A., Coers, 2006. Combine Harvester Econometric Model with Forward Speed Optimization. Applied Engineering in Agriculture, 22 (1): 25-31.
- [14] Spokas, L., and D., Steponavicius, 2011. Comparison of Working Quality of Combine Harvesters Equipped with a Single Threshing Rotor. Engineering and Environment Biosystems, 448-456.
- [15] Erol, M.A., ve M., Dilmaç, 1982. Biçer-döverler. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Ankara.
- [16] Ülger, P., 2011. Tarım Makinaları İlkeleri. Hiperlink Yayınları, İstanbul.
- [17] Kutzbach, H.D., and G.R., Quick, 1999. Harvesters and Threshers: Grain. CIGR Handbook of Agricultural Engineering, 3 : 311-347.