

Türkiye'nin Yeni Yüzyılında Tarım Alet-Makina Parkı ve Mekanizasyon Düzeyi

Sefa ALTIKAT^{1*}



¹ Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır, Türkiye

Sorumlu Yazar

¹ Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır, Türkiye

Email:

sefa.altikat@igdir.edu.tr

Özet

Bu araştırmada Türkiye genelinde tarım alet ve makina parkındaki değişimler 2004-2022 yılları arasında incelenmiş ve 2022 yılı itibarıyla Türkiye'nin tarımsal mekanizasyon değerleri belirlenmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu'na ait verilerin kullanıldığı araştırmada; toprak işleme alet ve makinaları, ekim-dikim ve gübreleme makinaları, bitki koruma makinaları ve hasat harman makinalarının yıllar içindeki değişimleri dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda; toprak işleme makinaları arasında kulaklı pulluk, kültivatör ve diskli pulluk sayılarının diğer makinalardan daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bu sonuçtan hareketle ülke genelinde geleneksel toprak işlemenin halen yaygın bir şekilde kullanıldığı kanısına varılmıştır. Yapılan incelemelerde Türkiye'de kimyevi gübre dağıtma makinaları yoğun bir şekilde kullanıldığı belirlenmiştir. Ekim ve dikim makinaları arasında ilk sırada hububat ekim makinaları yer alırken bu makinaı universal ekim makinası ve pnömatik makinası takip etmektedir. Bitki koruma makinaları arasında sırt pülverizatörleri geniş bir kullanım oranına sahiptir. Sırt pülverizatöründen sonra kuyruk milinden hareketli pülverizatör ve motorlu pülverizatör ülke genelinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Hasat makinaları varlığı incelendiğinde harman makinalarının sayısı diğerlerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de dört tekerlekli traktörler arasında en fazla 38-53 kW grubundaki traktörler tercih edilmektedir. Bu verilere ilaveten Türkiye'nin 2022 yılı itibarıyla birim alana düşen traktör gücü 0.068 kW/ha olarak belirlenmiştir. Bin hektar alana düşen traktör sayısı 68.05 (adet/1000 ha), bir traktör başına düşen ekili alan 14.70 (ha/traktör) ve ortalama traktör gücü ise 36.12 kW olduğu sonucuna varılmıştır. Tarımsal mekanizasyon düzeyinin 2004 yılından 2022 yılına kadar geçen süre içerisinde traktör başına düzen ekili alan değerlerinin haricindeki tüm mekanizasyon kriterlerinde artış belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mekanizasyon, toprak işleme, hasat, bitki koruma, traktör, güç

Agricultural Equipment-Machinery Park and Mechanization Level in Turkey's New Century

Abstract

In this research, changes in the agricultural equipment and machinery park across Turkey were examined between 2004 and 2022, and Turkey's agricultural mechanization values were determined as of 2022. In the research using data from the Turkish Statistical Institute; the changes of soil cultivation tools and machines, sowing-planting and fertilizing machines, plant protection machines and harvest threshing machines over the years were taken into account. As a result of the research, it is noteworthy that the number of moldboard plows, cultivators and disc plows among the tillage machines is higher than other tillage machines. Based on this result, it was concluded that conventional tillage is still widely used throughout the country. Chemical fertilizer distribution machines are used extensively throughout the country. While grain-sowing machines take the first place among sowing and planting machines, this machine is followed by universal sowing machines and pneumatic sowing machines. Back sprayers have a wide usage rate among plant protection machines. The back sprayer is followed by field sprayer and motorized sprayer. When the presence of harvesting machines was examined, it was determined that the number of threshing machines was more than the others. Among the four-wheel tractors in Turkey, tractors in the 38-53 kW group are most preferred. In addition to these data, Turkey's tractor power per unit area has been determined as 0.068 kW/ha as of 2022. It was concluded that the number of tractors per thousand hectares was 68.05 (units/1000 ha), the cultivated area per tractor was 14.70 (ha/tractor) and the average tractor power was 36.12 kW. Agricultural mechanization level has been determined to increase in all mechanization criteria except the cultivated area per tractor values in the period from 2004 to 2022.

Key words: Mechanization, tillage, harvesting, plant protection, tractor, power

GİRİŞ

Tarım, Türkiye ekonomisinin temel yapı taşlarından biri olup ülkenin sosyo-ekonomik yapısını önemli ölçüde etkilemektedir. Gelişmiş tarımsal üretim tekniklerinin ve mekanizasyonun benimsenmesi, verimliliği artırma ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekleme açısından oldukça önemlidir. Tarımsal mekanizasyon, tarım üretiminde insan emeğini azaltarak verimliliği artıran mekanik araçların tasarımı, yapımı, geliştirilmesi, uygulanması, pazarlanması, işletilmesi, bakımı ve onarımı gibi çeşitli hizmetleri kapsamaktadır (Koçtürk ve Avcıoğlu 2004, Zeren ve ark., 1995). Tarımsal üretimde makina kullanımı, iş yükünü hafifletmekle kalmaz, aynı zamanda tarımsal verimliliği ve karlılığı da artırır. Bununla birlikte ülkenin tarımsal mekanizasyon seviyesi, her bölgenin teknik ve ekonomik özelliklerine göre farklılık gösterebilir (Koçtürk ve Avcıoğlu, 2004).

Tarımsal mekanizasyon çalışmaları bölgesel ve ülke bazında belirli periyotlarla yapılmaktadır. Bu çalışmalarda temel amaç, mekanizasyon düzeyinin yıllar içindeki değişimlerini incelemenin yanı sıra, üreticilerin güncel teknolojiyi ve sürdürülebilir tarımsal üretim yöntemlerini benimseme durumları hakkında bilgi sahibi olmaktır. Mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi sırasında, genellikle traktör sayısı ve ekili alan büyüklüğü gibi faktörler göz önünde bulundurulur. Ancak; toprak işleme, ekim - dikim ve gübreleme makinaları; bitki koruma ve hasat harman makinaları gibi tarımsal ekipmanların varlığı ve bunların yıllar içindeki değişimlerinin incelenmesi de üretim yöntemlerinin gelişim trendlerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada 2004 - 2022 yılları arasında Türkiye genelinde önemli bazı tarım alet ve makinalarının sayısal ve oransal değişimleri incelenmiştir. Ayrıca, 2022 yılına ait traktör sayıları ve güç grupları ile toplam ekili alan verileri dikkate alınarak ülkenin mekanizasyon düzeyi belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada kullanılan ana materyal, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2004-2022 yılına ait verileridir. Bu veriler, işlenen alan ve traktör sayısını kapsamanın yanı sıra, toprak işleme, ekim-dikim ve gübreleme makinaları, bitki koruma makinaları, hasat ve harman makinaları gibi çeşitli önemli tarımsal alet ve makinaların varlığını da içermektedir.

Yöntem

Türkiye'de mekanizasyon düzeyini belirlemek için, birim alana düşen traktör gücü (kW/ha), 1000 hektar işlenen alan başına düşen traktör sayısı (adet/1000 ha) ve her bir traktöre düşen toplam alan (ha/traktör) gibi kriterler kullanılmıştır (Erkmen ve Çelik, 1992; Altıkaynak ve Çelik, 2009; Altıkaynak ve Çelik, 2011). Bu kriterlerin hesaplanmasında toplam işlenen alan, traktör sayısı ve ortalama traktör gücü gibi değerler dikkate alınmıştır. Ancak, çalışmada traktör sayısı ve güç büyüklüğünün belirlenmesinde, tek akışlı traktörler dikkate alınmamıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Toprak İşleme Alet ve Makinalarına İlişkin Sonuçlar

Türkiye genelinde tarım alet ve makina varlığının 2004 – 2022 yılları arasındaki değişimi Şekil 1'de verilmiştir.

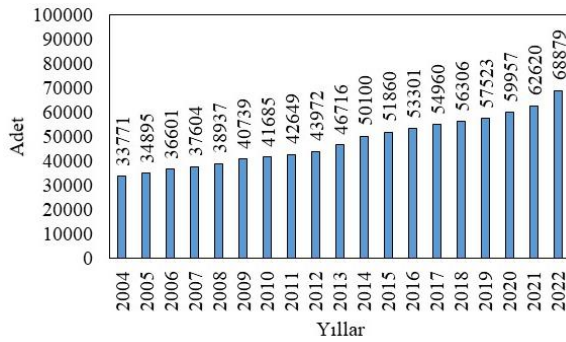
Şekil 1 incelendiğinde kulaklı pulluğun ülke genelinde tüm yıllarda yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Kulaklı pulluğu kültivatör ve dişli tırmık takip etmektedir. Verilerden de anlaşılacağı

gibi Türkiye genelinde yaygın olarak kullanılan toprak işleme ekipmanlarına göre hala geleneksel toprak işleme yöntemleri tercih edilmektedir.

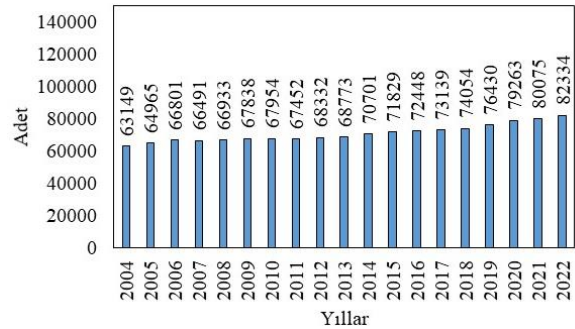
2022 yılının ait toprak işleme alet ve ekipmanlarının oransal dağılımları Şekil 2'de sunulmuştur. Türkiye'de 2022 yılı itibari toprak işleme ekipmanlarının %44'lük bölümünü kulaklı traktör pullukları oluşturmaktadır. Kulaklı pulluğu %23 ile kültivatör, %14 ile dişli tırmık ve %10 ile diskli tırmık takip etmektedir. Toprak işleme aletleri arasında en düşük değerler % 3 ile diskli pulluk ve toprak frezesi olmuştur.

Toprak frezeleri hem birinci hem de ikinci sınıf toprak işleme ekipmanlarıdır. Özellikle tek geçişte tohum yatağı hazırlama yetenekleri sayesinde enerji ve zamandan tasarruf sağlanmasının yanı sıra toprağı alt üst etmeden işlemesinden dolayı toprak kalitesinin korunmasına ve atmosfere daha az CO₂ yayılımına neden olmaktadır (Botta ve ark., 2022; Gursoy ve ark., 2021). Toprak frezeleri her ne kadar çok sayıda avantaja sahip olsalar da ülke genelinde oransal miktarı düşük düzeydedir. Toprak frezelerinin diğer toprak işleme alet ve makinalarına göre daha pahalı olması ve üreticilerin azaltılmış toprak işleme uygulamalarından ziyade geleneksel toprak işleme uygulamasını tercih etmesi bu sonuca yol açmış olabilir (Aldaoseri ve Muhsin, 2022).

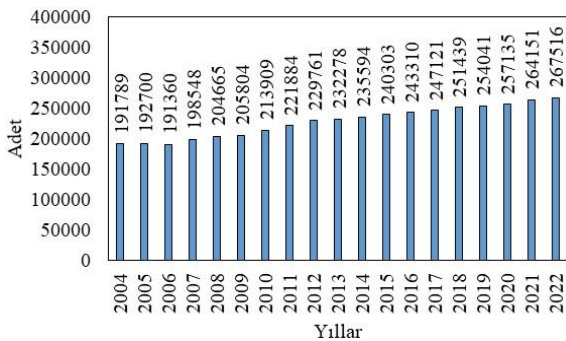
Diskli traktör pulluğu geleneksel toprak işleme yönteminde kullanılan bir pulluk olmasına rağmen ülke genelinde oransal varlığı diğer geleneksel toprak işleme aletlerine göre çok düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Diskli pulluğun daha az tercih edilme nedenleri arasında kulaklı pulluğa göre daha pahalı ve ağır olması sayılabilir. Buna ilaveten diskli pullukların kulaklı pulluklara göre ayarlanmasının daha zor olması ve daha fazla teknik bilgi gerektirmesi de daha az tercih edilme nedenleri arasında yer almaktadır.



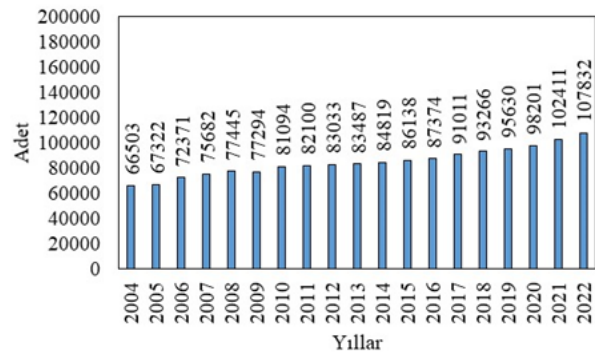
a) Toprak frezesi



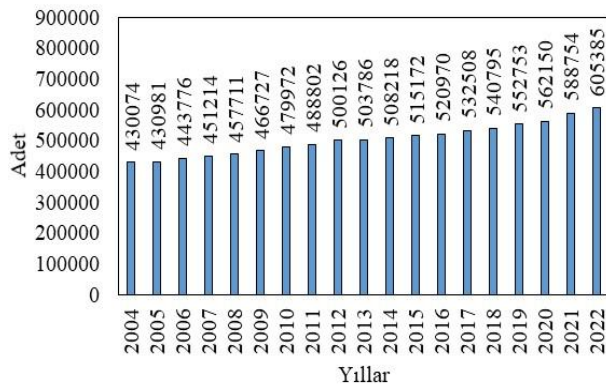
b) Diskli pulluk



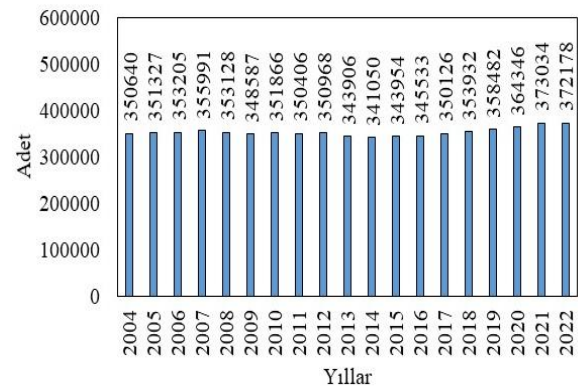
c) Diskli tırmık



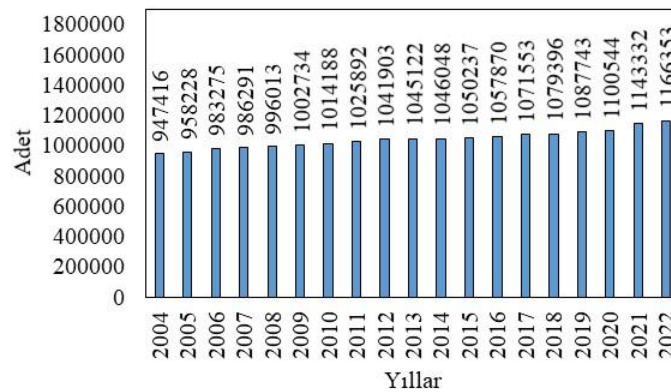
d) Merdane



e) Kültivatör

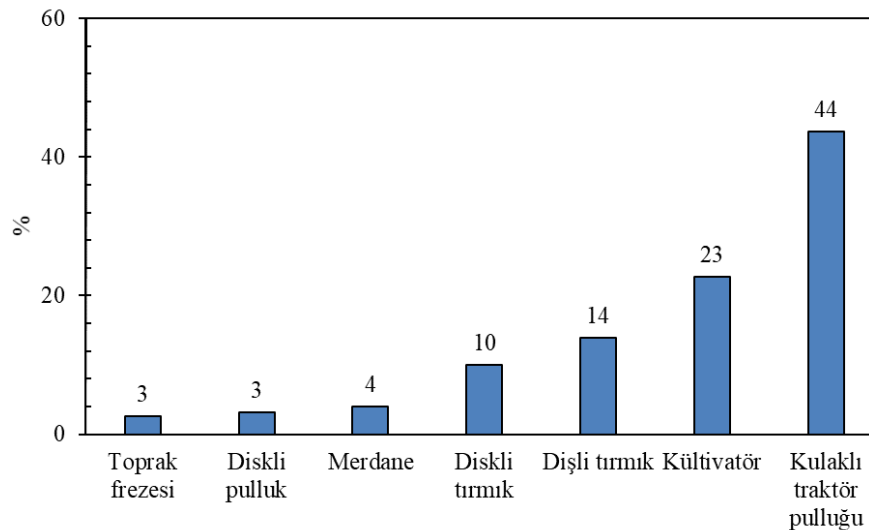


f) Dişli tırmık



g) Kulaklı pulluk

Şekil 1. Türkiye genelinde 2004-2022 yılları arasındaki tarım alet ve makina varlığı
Figure 1. Presence of agricultural tools and machinery throughout Türkiye between 2004-2022



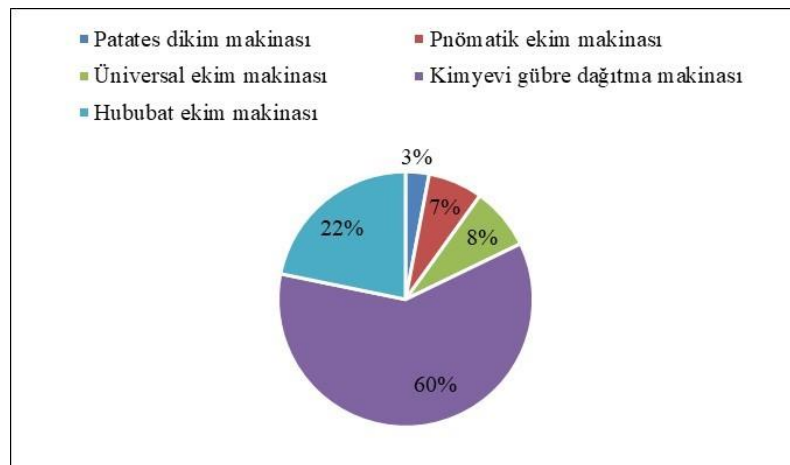
Şekil 2. Türkiye genelinde toprak işleme alet ve makinalarının oransal dağılımı (TUİK, 2022).

Figure 2. Proportional distribution of soil tillage equipment and machines throughout Turkey (TUİK, 2022).

Ekim-Dikim ve Gübreleme Makinalarına İlişkin Sonuçlar

Türkiye’de 2004-2022 yılları arasında bulunan bazı ekim-dikim ve gübreleme makinaları sayıları Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde hububat ekim makinası, patates dikim makinası ve kimyevi gübre dağıtma makinalarının sayılarında yıllar bazında sürekli bir artış gözlemlenirken bu

eğilim üniversal ekim makinalarında belirlenmemiştir. Türkiye’de 2022 yılı verilerine göre ekim-dikim ve gübreleme makinalarının oransal dağılımları Şekil 3’de verilmiştir. Bu kategoride Türkiye genelinde kimyevi gübre dağıtma makinaları %60 ile birinci sırada yer almıştır. Ekim-dikim makinalarının 2022 yılındaki oransal dağılımlarına bakıldığında birinci sırada hububat ekim makinası yer alırken bunu üniversal ekim makinası ve pnömötik ekim makinası takip etmiştir.



Şekil 3. Ekim dikim ve gübreleme makinalarının oransal dağılımı (TUİK 2022)

Figure 3. Proportional distribution of sowing, planting and fertilizing machines (TUİK 2022)

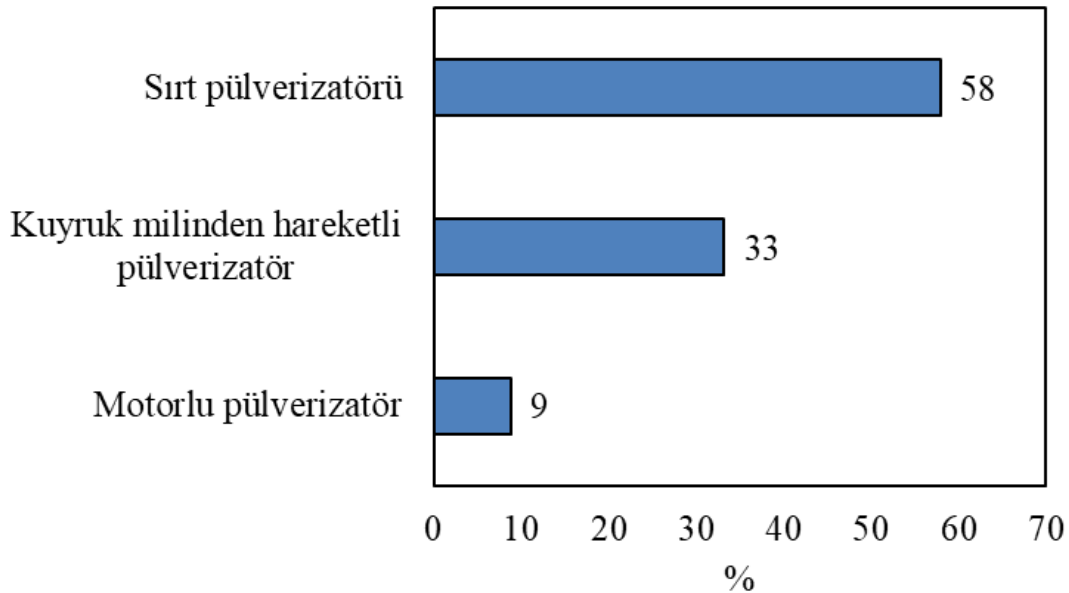
Çizelge 1. Ekim dikim ve gübreleme makinalarının yıllar bazındaki değişimi

Table 1. Change in sowing, planting and fertilizing machines over the years

Yıllar	Üniversal ekim makinası	Pnömötik ekim makinası	Patates dikim makinası	Kimyevi gübre dağıtma makinası	Hububat Ekim Makinası
2004	63073	20668	11875	320609	90171
2005	62982	18633	12217	326599	94588
2006	63392	19874	12761	334461	101776
2007	62979	22048	13183	339461	101633
2008	62892	22919	13632	346471	106533
2009	61634	23165	13698	354973	111049
2010	61487	25390	14006	366781	117276
2011	62015	27153	14413	371771	119889
2012	61702	29377	14970	385149	128675
2013	61922	30921	15152	389918	131471
2014	61337	32048	15421	392908	134786
2015	61353	34589	15769	399451	136846
2016	61018	35850	16087	408737	140329
2017	61660	39024	16717	419388	142258
2018	61509	40376	16993	428545	144927
2019	62026	41590	17139	434755	148953
2020	62868	45158	18194	442277	155326
2021	62752	48873	18413	458050	163119
2022	58422	52280	19343	470318	169516

Bitki Koruma Makinalarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmada bitki koruma makinaları; sırt pülverizatörü, kuyruk milinden hareketli pülverizatör ve motorlu pülverizatör olmak üzere 3 kategoride değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 2’de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde Türkiye genelinde bitki koruma makinalarında yıllar boyunca sürekli bir artış olduğu görülmektedir. Türkiye’de 2022 yılı verilerine göre mevcut bitki koruma makinaları arasında oransal anlamda en fazla sırt pülverizatörü bulunmaktadır. Sırt pülverizatörünü kuyruk milinden hareketli pülverizatör ve motorlu pülverizatör takip etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Bitki koruma makinalarının oransal dağılımı (TUİK, 2022).

Figure 4. Proportional distribution of plant protection machines (TUİK, 2022).

Sırt pülverizatörleri, özellikle maliyet açısından diğer pülverizatör çeşitlerine kıyasla daha ekonomiktirler (Mashongedza ve Beem, 2022). Başlangıç yatırım masrafları diğer pülverizatörlere göre daha düşük olduğundan, küçük ve orta ölçekli araziye sahip çiftçiler için idealdirler (Cavalariis ve ark., 2023). Ek olarak, bu pülverizatörlerin işletme giderleri, motor gücü veya elektrikle çalışan modellere göre daha azdır (Bolo ve ark., 2019). Sırt pülverizatörlerinin basit tasarımı ve hafifliğinden dolayı kullanımını oldukça kolaydır (Vargas ve ark., 2019). Dar ve engebeli arazilerde büyük tarım makinalarının kullanılması zor olabilir, ancak sırt pülverizatörleri bu tür zorlu alanlarda bile kolaylıkla kullanılabilir (Mashongedza ve Beem, 2022). Ayrıca, çiftçilerin eğitim düzeyi ve teknolojiye olan aşinalıkları daha karmaşık makinaları kullanmalarını sınırlandırabilir (Cavalariis ve ark., 2023). Türkiye'deki geniş tarım ürünleri yelpazesi, farklı türde pülverizatörlerin kullanılmasını gerektirebilir. Fakat sırt pülverizatörleri, birçok üründe kullanabilmeleri nedeniyle ülke genelinde tercih edilmektedir (Bolo ve ark., 2019).

Çizelge 2. Bitki koruma makinalarının yıllar bazındaki değişimi**Table 2.** Change in plant protection machines over the years

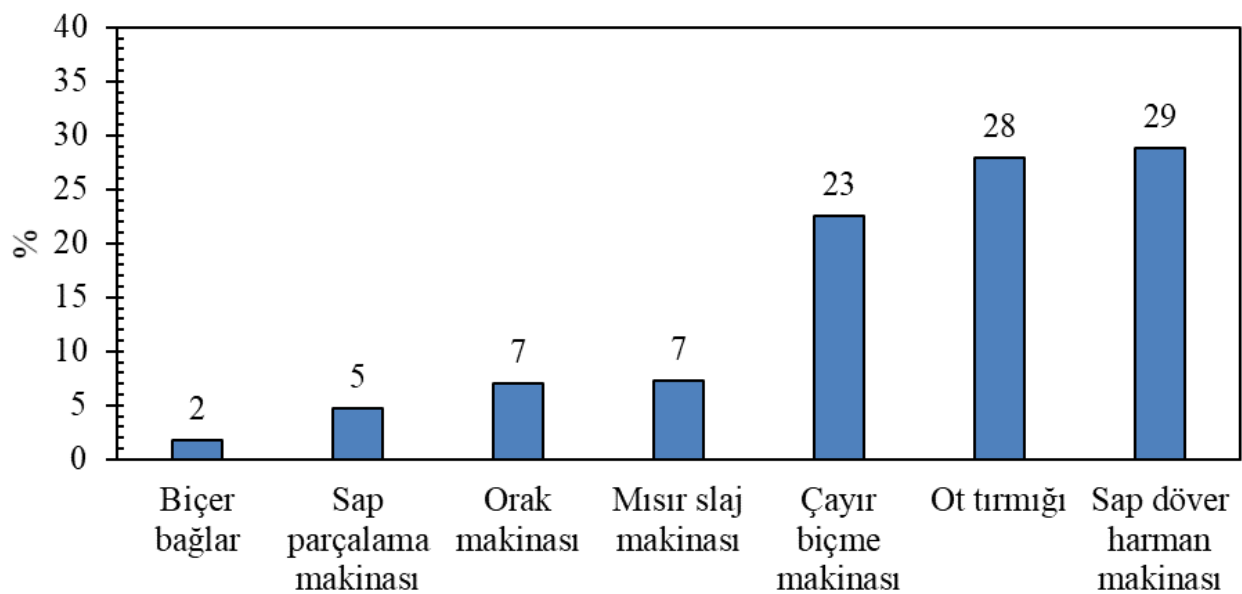
Yıllar	Sırt pülverizatörü	Kuyruk milinden hareketli pülverizatör	Motorlu pülverizatör
2004	580547	239126	72868
2005	582618	241753	72838
2006	586685	245311	73015
2007	587821	255582	71015
2008	590590	259475	72171
2009	588556	264421	72494
2010	591373	278761	73745
2011	597460	291505	75905
2012	606366	305295	78151
2013	612626	312651	80457
2014	623190	322174	84093
2015	628059	329768	85974
2016	633598	338625	87486
2017	641819	350272	90832
2018	647442	358407	95143
2019	656669	365171	96703
2020	668867	372512	99642
2021	686194	382820	102447
2022	695791	398381	105703

Hasat Harman Makinalarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmada 2004-2022 yıllarına ait hasat-harman makinalarının sayısal değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; orak makinası ve sap döver harman makinasının haricindeki tüm hasat harman makinalarının sayılarında artış meydana gelmiştir. Her ne kadar sap döver ve harman makinası sayısı yıllar içinde azalsa da, 2022 yılı verilerine göre hasat harman makinaları içinde %29 pay ile en fazla sap döver ve harman makinası yer almaktadır. Bu makinayı %28 ile ot tırmığı ve %23 ile çayır biçme makinaları takip etmektedir (Şekil 5).

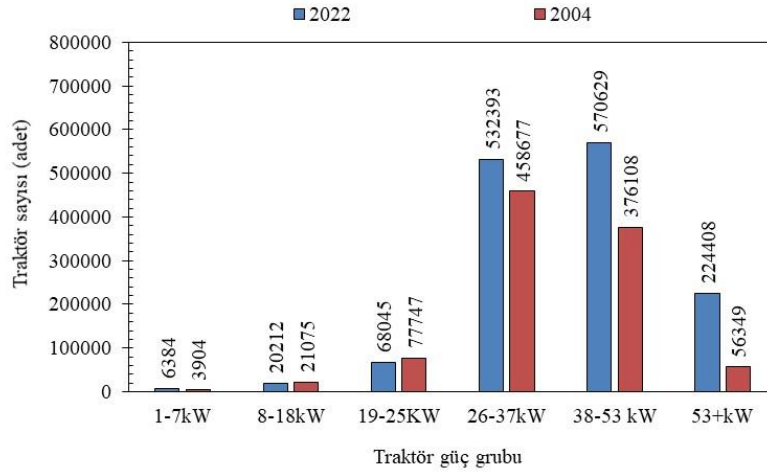
Çizelge 3. Hasat-harman makinalarının yıllar bazındaki değişimleri**Table 3. Changes in harvesting-threshing machines over the years**

Yıllar	Çayır biçme makinası	Ot tırmığı	Orak makinası	Bıçerbağlar	Sap döver harman makinası	Mısır silaj makinası	Sap parçalama makinası
2004	40684	64824	64489	4557	193930	7416	12876
2005	42690	68132	64549	4558	197017	8717	13571
2006	46213	68566	64972	4950	196346	9734	13881
2007	50669	70335	65977	5039	194847	11998	14933
2008	54072	101958	69430	6107	192440	14000	15075
2009	55762	98383	71415	6139	190856	15287	15243
2010	61248	99729	69411	6451	187978	16627	16685
2011	66193	101452	66768	6987	188153	18507	17288
2012	68579	103940	63092	7409	185327	19988	17968
2013	73314	106668	61954	8468	181320	21887	17889
2014	79115	110030	60645	8882	173555	24486	17864
2015	81480	113405	58271	9210	170836	25370	18239
2016	82899	115169	57234	9305	167581	26347	18533
2017	87233	115809	53972	9478	160121	27998	19014
2018	90020	119760	52172	9492	155600	29247	19241
2019	93143	122494	49632	9295	149687	30452	19545
2020	97617	123834	37661	7449	145023	31338	20041
2021	101841	131322	34535	7652	139257	32627	20752
2022	105702	130908	33118	8241	135329	34017	21951

**Şekil 5. Hasat-harman makinalarının oransal dağılımı (TUIK, 2022).****Figure 5. Proportional distribution of harvesting-threshing machines (TUIK, 2022).**

Mekanizasyon Düzeyine İlişkin Sonuçlar

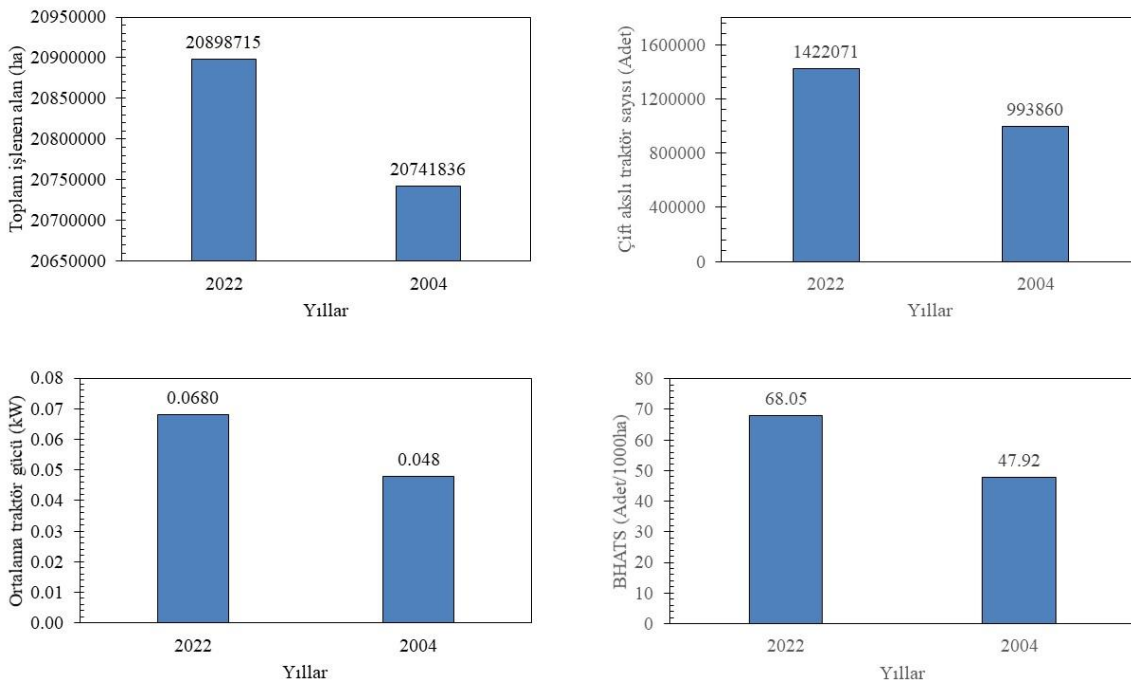
Ülke genelinde 2004 ve 2022 yılı verilerine göre çift akslı traktörlerin güç gruplarına göre dağılımları Şekil 6'da verilmiştir. Türkiye genelinde 2022 yılı verilerine göre en fazla traktör sayısı 570629 adet ile 38-53 kW güç gurubunda yer alan traktörlerden oluşmaktadır. Bu güç grubunu 26-37kW ve >53kW gücündeki traktörler takip etmiştir.



Şekil 6. Çift akslı traktör varlığının güç gruplarına göre dağılımı (TÜİK,2022).

Figure 6. Distribution of double-axle tractor availability according to power groups (TÜİK, 2004-2022).

Türkiye’de 2022 yılı verilerine göre toplam 20898715 ha işlenen alan bulunmaktadır. Buna ilaveten toplam dört tekerlekli traktör sayısı 1422071 adettir. Bu veriler dikkate alınarak 2022 yılı için birim alana düşen traktör gücü 0.0680 kW/ha olarak belirlenmiştir. Bin hektar alana düşen traktör sayısı 68.05 (adet/1000 ha), bir traktör başına düşen ekili alan ise 14.70 (ha/traktör) ve ortalama traktör gücü ise 36.12 kW olarak belirlenmiştir.





Şekil 7. Türkiye genelinde 2004-2022 yıllarına ait mekanizasyon düzeyine ilişkin sonuçlar

Figure 7. The results regarding the mechanization level across Turkey between 2004 and 2022

SONUÇLAR

Bu araştırmada ülke genelinde 2004-2022 yılları arasındaki tarım alet ve makina sayılarındaki değişimlerin yanı sıra 2004 ve 2022 yılına ait mekanizasyon düzeyi incelenmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Toprak işleme alet ve makinalarındaki değişimler incelendiğinde; pulluk, kültivatör ve dişli tırmıklar en yaygın kullanılan toprak işleme ekipmanları olarak ön plana çıkmıştır. Özellikle, pulluklar 2022 yılında toprak işleme ekipmanlarının %44'lük bir bölümünü oluşturmuş, bunu %23 ile kültivatörler ve %14 ile dişli tırmıklar takip etmiştir.

Ekim-dikim ve gübreleme makinaları içinde, kimyasal gübre dağıtma makinaları kullanımı %78 ile en yaygın kullanılan makina olmuştur. Bu sonuca ilaveten hububat ekim makinalarının sayılarında yıllar bazında sürekli artış gözlenmiştir.

Bitki koruma makinaları kategorisinde, maliyet etkinliği ve kullanım kolaylığı sebebiyle sırt pülverizatörleri en büyük pazar payına sahip olmuştur.

Hasat ve harman makinaları varlığı incelendiğinde, sap döver ve harman makinaları dışında diğer tüm makinalarda bir artış meydana gelmiştir. Her ne kadar sap döver ve harman makinaları sayısı yıllar içinde azalsa da 2022 yılı itibarıyla, %29 oranla en çok tercih edilen hasat harman makinaları arasında yer almıştır.

Mekanizasyon düzeyi analiz edildiğinde, 2022 yılı için birim alana düşen traktör gücü 0.068 kW/ha olarak belirlenmiştir. Bin hektar alana düşen traktör sayısı 68.05 (adet/1000 ha), bir traktör başına düşen ekili alan ise 14.70 (ha/traktör) ve ortalama traktör gücü ise 36.12 kW olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aldaoseri, M. J., & Muhsin, S. (2022). Requirements and Indicators of the Energy and Capacity for Some Secondary Equipment to Prepare the Soil and Fragmentation Index of Soil. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1060(1). <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1060/1/012138>
- Altıkat, S. & Çelik, A. (2009). Erzurum İlinin Mekanizasyon Özellikleri . Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 40 (2) , 57-70 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/3011/41810>
- Altıkat, S. & Çelik, A. (2011). Iğdır İlinin Tarımsal Mekanizasyon Özellikleri . Journal of the Institute of Science and Technology , 1 (4) , 99-106 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jist/issue/7927/104269>

- Bolo, B. G., Mpoeleng, D., & Zlotnikova, I. (2019). Application of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Small Scale Precision Farming in Botswana. In S. Wade (Ed.), *Earth Observations and Geospatial Science in Service of Sustainable Development Goals* (Southern Space Studies) (pp. 91-100). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16016-6_9
- Botta, G., Nardon, G., & Guirado Clavijo, R. (2022). Soil Sustainability: Analysis of the Soil Compaction under Heavy Agricultural Machinery Traffic in Extensive Crops. *Agronomy*, 12(2). <https://dx.doi.org/10.3390/agronomy12020282>
- Cavalari, C., Tagarakis, A. C., Kateris, D., & Bochtis, D. (2023). Cost analysis of using UAV sprayers for olive fruit fly control. *AgriEngineering*, 5, 1925-1942. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5040118>
- Erkmen, Y., & Çelik, A. (1992). Ağrı ilinin tarımsal mekanizasyon özellikleri, sorunları ve çözüm olanakları üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, 14-16 Ekim, Samsun.
- Gursoy, S., Aygun, M., Kara, A., & Akın, S. (2021). Assessment of Agricultural Practices and Machinery Use in Pistachio Nut Orchards in Siirt Province of Turkey. *Farming & Gardening Research*, 37(11). <https://dx.doi.org/10.33045/fgr.v37.2021.11>
- Koçtürk, D., & Avcıoğlu, A. (2004). Türkiye’de bölgelere ve illere göre tarımsal mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3(1), 17-24.
- Mashongedza, T. C., & Beem, H. R. (2022). Design and Testing of a Low-Cost Wheel-Driven Crop Sprayer. In *2022 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)* (pp. 184-187). Santa Clara, CA, USA. <https://doi.org/10.1109/GHTC55712.2022.9910607>
- TUİK, 2022. Tarımsal yapı ve üretim. T.C. Başbakanlık, Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), Ankara.
- Vargas, R., Tagaragis, A., Kateris, D., Bochtis, D., (2019). Smart Agriculture in Uganda. In *2019 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)* (pp. 1-8). Seattle, WA, USA. <https://doi.org/10.1109/GHTC46095.2019.9033021>
- Zeren, Y., Tezer, E., Tuncer, İ. K., Evcim, Ü., Güzel, E., & Sındır, K. O. (1995). Tarım alet-makina ve ekipman kullanım ve üretim sorunları. Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi Tarım Haftası 95 Kongresi, 9-13 Ocak 1995, Ankara.