

Marmara Bölgesinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonunun Yapay Zekâ Uygulaması ile Belirlenmesi

Taner AKBAŞ^{*1}, Yüksel AYDOĞAN²

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Germencik Yamantürk Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Aydın, Türkiye

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın, Türkiye

Öz: Günümüzde birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almak için tarımsal mekanizasyon olanaklarından yararlanmak kaçınılmaz bir hal almıştır. Özellikle artan nüfus ve tarım alanlarının tarım dışı kullanımı sonucu azalan ekim alanları sebebiyle bu konu daha da önemli hale gelmiştir. Gelişen tarım teknikleri ve mekanizasyon araçlarına paralel olarak iş verimliliği ve ürün kalitesi de artmıştır. Tarımda modern alet-makina, cihaz ve tesislerin kullanılması olarak bilinen tarımsal mekanizasyon uzun vadede pahalı yatırımlar gerektirmektedir. Bu yatırımların yapılabilmesi için de ülkesel ve bölgesel bazda tarımsal mekanizasyon durumunun ve sorunlarının yeterince belirlenmesi ve ileriye dönük planlamaların isabetli olarak yapılması son derece önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Marmara Bölgesinin tarımda teknoloji kullanım projeksiyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak verilerdeki eğilimleri modellemek ve gelecek 10 yıl (2024-2033) için makine sayısı tahminleri üretmek amacıyla Weka veri madenciliği yazılımı ve zaman serisi tahmin algoritmaları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre gelecek 10 yıl için yapılan tahminler, mevcut eğilimlerin büyük ölçüde devam edeceğini göstermektedir. Alet-makina parkında önemli bir niceliksel büyüme beklenmemesi, bu alanlarda yeni makine talebinin daha çok yenileme ve teknolojik yükseltme odaklı olacağını düşündürmektedir. Yani, çiftçiler mevcut eski makinelerini daha modern, verimli ve belki de daha küçük-orta ölçekli işletmelere uygun makinelerle değiştirmeye devam edebilirler. Bitki koruma makinelerindeki artış tahmininin devam etmesi ise, bu alandaki pazarın büyümeye devam edeceğini ve yeni teknolojilere olan talebin süreceğini göstermektedir. Bu durum, makine üreticileri ve satıcıları için bu segmentin önemini koruyacağını, hatta arttıracağını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Weka, tarım makinaları, projeksiyon, yapay sinir ağları

Determination of Technology Utilization Projection of Marmara Region in Agriculture with Artificial Intelligence Application

Abstract: Today, it has become inevitable to benefit from agricultural mechanization opportunities in order to obtain more and higher quality products from unit area. This issue has become even more important due to increasing population and decreasing cultivation areas as a result of non-agricultural use of agricultural areas. In parallel with the developing agricultural techniques and mechanization tools, work efficiency and product quality have also increased. Agricultural mechanization, which is known as the use of modern tools, machinery, devices and facilities in agriculture, requires expensive investments in the long term. In order to make these investments, it is extremely important to determine the situation and problems of agricultural mechanization on a national and regional basis and to make forward-looking plans accurately.

In this study, it is aimed to determine the projection of technology use in agriculture in the Marmara Region. For this purpose, Weka data mining software and time series forecasting algorithms were used to model the trends in the data and to produce machine count forecasts for the next 10 years (2024-2033). According to the results of the study, the forecasts for the next 10 years show that the current trends will continue to a large extent. The fact that no significant quantitative growth is expected in the tool-machine park suggests that the demand for new machinery in these areas will be more focused on renovation and technological upgrading. That is, farmers may continue to replace their existing old machinery with more modern, efficient and perhaps more suitable for small-medium enterprises. The continued projected increase in plant protection machinery suggests that the market in this area will continue to grow and demand for new technologies will continue. This suggests that this segment will remain important and even increase in importance for machinery manufacturers and dealers.

Keywords: Weka, agricultural machinery, projection, artificial neural networks

GİRİŞ

Tarım sektörü tüm gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de ulusal ekonominin temelini oluşturmaktadır. Artan nüfus ile ülkemizde besin maddelerine olan ihtiyacın tarımsal alanda üretilen ürün miktarının artırılmasıyla sağlanacağı kabul edilen bir gerçek haline gelmiştir. Buna bağlı olarak, hızla çoğalan insan topluluklarının ihtiyaçlarını karşılamak için birim alandan daha fazla ve kaliteli üretim

yapmak günümüz tarımsal üretimin temel amaçlarından biri haline gelmiştir. Bu amaca ancak yeni tarım teknolojilerden yararlanılarak ulaşmak mümkün görünmektedir (Bilim ve ark., 2014).

***Sorumlu Yazar:** taner@adu.edu.tr

Geliş Tarihi: 9 Mayıs 2025

Kabul Tarihi: 17 Haziran 2025

Tarımsal üretimde ilkel tarım tekniklerinin yerine modern üretim tekniklerinin kullanıldığı, tarımsal üretim sistemlerinde kullanılan tarımsal ekipmanların projelendirilmesi, imalatı, uygulama deneyleri ile birlikte geliştirme, pazarlama, onarım, bakım, işletme ve yayım faaliyetlerini kapsayan, tarımsal üretimde diğer tarımsal girdilerin etkinliğini arttıran, üretim alanından daha yüksek verim alınmasını sağlayan üretim teknolojisi tarımsal mekanizasyon olarak tanımlanmaktadır (Işık ve ark., 2003; Lüle ve ark., 2012; Altuntaş, 2016; Işık, 2017).

Tarımda kullanılan en önemli girdilerden biri de faaliyetlerin kaliteli ve rasyonel bir şekilde yürütülebilmesi ve birim alandan daha fazla verim alınabilmesi için üretimde modern üretim tekniklerinin ve tarım alet-makinelerinin yani diğer bir deyişle tarımsal mekanizasyonun kullanılmasıdır (Korucu ve ark., 2015).

Tarımda iş veriminin ve iş kalitesinin artırılmasında, işin basitleştirilmesinde, maliyetin aşağı çekilmesinde, işletmelerin modernleştirilerek, yeni iş alanlarının açılmasında, tarımda çalışan nüfusun sosyo-ekonomik açıdan geliştirilmesinde mekanizasyonun rolü büyüktür (Altay ve Turhal, 2011).

Tarımda mekanizasyon uygulamaları, verimin artırılmasının yanı sıra üretim maliyetinin düşürülmesini ve işçilik sorununun ortadan kaldırılmasını sağlayabileceği gibi birim alandan elde edilen ürünün niteliksel ve niceliksel olarak da artmasına destek olacaktır (Ertekin ve ark., 2021).

Modern teknolojiyle birlikte bireylerin ve ülkelerin ekonomisinin kalkınması açısından birim alandan daha fazla ürün alınabilmesi, ihtiyaç fazlası olan tarımsal ürünlerin ticari olarak değerlendirilebilmesi son derece önemli bir hale gelmiştir. Sınırlı tarım alanları ülkemizde de entansif tarım tekniklerinin kullanılarak birim alandan daha yüksek verim alınmasını tek çare olarak karşımıza çıkarmaktadır. Dolayısıyla tarım işletmelerinde teknoloji kullanımının hızla yaygınlaştırılması önem arz etmektedir (Akar ve Çelik, 2017). Tarımda makineleşme ile doğa koşullarına olan bağımlılık azalmakta ve ürün kaybı en düşük seviyeye indirilebilmektedir (Gökdoğan, 2013).

Tarımda kullanılan alet ve makinelerin üretim verimini artırmadaki etkisi; kullanılan alet ve makinelerin iş kapasitesine, bu alet ve makineleri tahrik edecek traktörün iş makineleri ile olan uyumuna, parsel büyüklüğüne, toprak ve iklim özelliklerine, ürün desenine, üretim tekniklerine ve bütün bu işleri uygun bir şekilde yapabilecek nitelikli insan iş gücüne bağlıdır (Yıldız ve Erkmen, 2004).

Tarımsal mekanizasyon alanında yapılan çalışmaların, tarımsal üretim sistemleri ve teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak güncel verilerle yapılması; ülkesel ve bölgesel kalkınma planlarına katkı sağlayarak geleceğe yönelik doğru kararların alınmasına yardımcı olacaktır (Bayram ve Altuntaş, 2016).

Tarımsal mekanizasyon ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Bu farklılık, bir ülkenin bölgelerinde görülebildiği gibi aynı bölge içerisindeki tarımsal işletmelerde de görülebilmektedir. Tarımsal mekanizasyon düzeyi işletmenin teknik ve ekonomik yapısına bağlı olarak farklı değerlerde olabilmektedir (Koçtürk ve Onurbaşı Avcıoğlu, 2007).

Traktör parkı ile tarım makineleri parkı ve bunların yıllara göre değişimi bir ülkenin önemli tarımsal mekanizasyon göstergelerindendir. Bu gösterge doğru istatistik yöntemlerle ve amaca uygun sınıflandırmalarla izlenebilirse ülkenin gelecek tarımsal mekanizasyon planlanmasına ve ülke tarımına önemli katkılarda bulunabilir (Aybek ve ark., 2021).

Türkiye hem sanayileşmedeki gelişimini sürdürmek hem de tarım sektöründe de teknolojik gelişmelere ayak uydurmak zorundadır. Bunu yaparken tarımda makine kullanımının ve mekanizasyon düzeyinin yükseltilmesinin önemi büyüktür. Özellikle tarım işletmelerinin yapısını küçük ve parçalı olması sebebiyle tarımda yeni teknolojileri ve makineleri kullanım zor hale gelmekte ve ülkesel bazda planlama yapmak kolay olmamaktadır (Altuntaş, 2020).

Son yıllarda, tarım sektöründe geleceğe yönelik tahminlerde yapay sinir ağları (ANN), destek vektör makineleri (SVM) gibi makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemler, özellikle doğrusal olmayan ve karmaşık ilişkileri modellemede geleneksel istatistiksel modellere göre avantaj sağlayabilmektedir (Yoo ve Oh, 2020).

Bu uygulamalardan biri olan Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis), Waikato Üniversitesi tarafından geliştirilen, açık kaynak kodlu, Java tabanlı popüler bir veri madenciliği ve makine öğrenmesi yazılımı olup araştırmacılar ve uygulayıcılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Çiftçi, 2024).

Weka'nın özellikle regresyon algoritmaları ve sınıflandırma algoritmaları tarımsal veri analizlerinde sıkça kullanılmaktadır.

Weka, aynı zamanda zaman serisi analizi ve tahmini için özel bir pakete sahiptir. Bu paket, zaman serisi verilerini otomatik olarak uygun formata dönüştürme, gecikmeli değişkenler ve diğer periyodik özellikleri üretme ve çeşitli temel öğrenme algoritmalarını kullanarak tahmin modelleri oluşturma yeteneğine sahiptir.

Bu çalışma ile Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) on yıllık verileri (2014-2024) Weka öğrenme verisi olarak kullanılarak yoğun tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü Marmara Bölgesi'nin gelecek on yıllık (2025-2034) tarımda teknoloji kullanım projeksiyonunun belirlenmesi ve bu değerlerin bölgedeki mekanizasyon planlamalarına yön vermesi amaçlanmıştır.

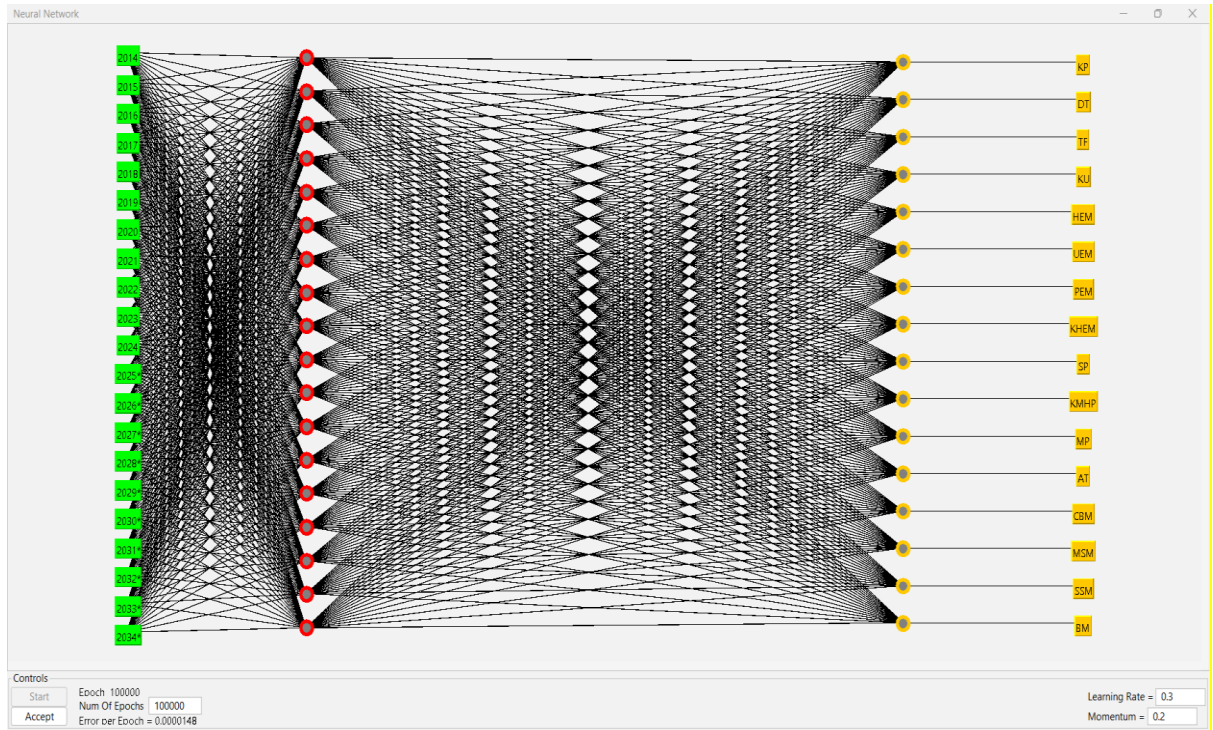
MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak Türkiye ve Marmara Bölgesi'ne ait 2014-2024 yılları arası TÜİK tarımsal alet ve makina istatistiksel verileri kullanılmıştır (Anonim, 2025). Çalışmaya konu Marmara Bölgesi; adını aldığı Marmara denizinin çevresinde yer alır. Trakya kesimi ile Anadolu'daki topraklarını, Marmara deniziyle, boğazlar ayırır. Marmara Bölgesi, Türkiye'nin %8 kadarını kaplar. Güneydoğu Anadolu'dan sonra, Türkiye'nin 2. küçük bölgesidir. Tarım, turizm, iç ve dış ticaret ile sanayi faaliyetlerinin bir arada yürütüldüğü Marmara Bölgesi'nde tarıma elverişli toprakların fazla oluşu ve iklimin de olumlu etkisiyle tarımsal faaliyetler oldukça yoğundur. Türkiye buğday üretiminin yaklaşık beşte biri, ayçiçeği ve bakla üretiminin dörtte üçü bu bölgede gerçekleştirilir (Anonim, 2024).

TÜİK veri tabanından elde edilen verilerden veri analizi ve zaman serisi tahminleri için Weka sürüm 3.8.6 veri madenciliği yazılımı kullanılmıştır. Weka'nın tercih edilme nedenleri; açık kaynak kodlu olması, geniş bir algoritma yelpazesi sunması, kullanıcı dostu bir arayüze sahip olması ve

özellikle zaman serisi analizi için özelleşmiş bir paket içermesidir.

TÜİK'ten elde edilen ve elektronik tablo formatında düzenlenen yıllık makine sayısı verileri, Weka'nın okuyabileceği formata dönüştürülmüştür. Analizler, Weka içerisindeki Time Series Forecasting paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Weka'nın zaman serisi paketinde temel öğrenici olarak kullanıldığında, makine sayısının geçmiş değerleri ile doğrusal bir ilişki kurarak tahmin yapar. Temel bir karşılaştırma modeli olarak analize dahil edilmiştir. Her bir makine grubu için oluşturulan zaman serisi veri seti (2014-2024) kullanılarak yukarıda belirtilen modeller Weka'da eğitilmiştir. Weka'nın zaman serisi paketi, eğitim verisinin tamamını kullanarak modeli oluşturur ve ardından ileriye dönük tahminler üretir. Bu çalışmada toprak işleme, ekim, bitki koruma ve hayvansal üretimde kullanılan alet-makinaların gelecek 10 yıl (2025-2034) için üretilecek olan sayıları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla oluşturulan yapay sinir ağı modeli Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yapay sinir ağı modeli

BULGULAR ve TARTIŞMA

TÜİK'ten elde edilen 2014-2024 yılları arası Marmara Bölgesi tarım makinaları üretim sayısı verilerinin analizi sonucunda ortaya çıkan geleceğe yönelik makine üretim sayıları, Weka yazılımı ile geliştirilen tahmin modellerinden faydalanılarak gelecek 10 yıllık (2025-2034) makine üretim sayıları tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Toprak işleme alet-makinaları grubundan kulaklı pulluğa (KP), diskli tırmığa (diskaro) (DT), toprak frezesine (TF) ve kültivatöre (KÜ) ait sayıların yıllara göre değişimine bağlı olarak Weka yazılımı ile tahmin edilen gelecek projeksiyonları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak işleme alet-makina sayılarının yıllara göre değişim ve projeksiyonu (Anonim, 2025)

Toprak işleme alet-makina sayıları (adet)					
		KP	DT	TF	KÜ
Yıl	2014	213,333	53,108	10,265	86,500
	2015	216,661	54,850	11,091	88,016
	2016	217,494	55,535	11,528	88,876
	2017	217,599	55,821	11,604	89,113
	2018	218,765	56,918	12,207	90,409
	2019	219,368	57,619	12,402	90,939
	2020	220,374	58,053	12,661	91,895
	2021	221,695	58,954	13,090	93,524
	2022	222,642	60,444	15,423	94,497
	2023	223,144	60,177	15,838	96,625
	2024	224,731	60,907	17,024	98,348
Projeksiyon	2025	225,809	61,662	18,295	100,186
	2026	226,431	61,705	18,971	101,945
	2027	228,074	63,418	21,102	103,456
	2028	228,881	63,021	22,087	105,782
	2029	230,017	63,424	23,530	107,640
	2030	231,423	64,213	24,863	109,700
	2031	232,257	64,174	26,081	111,602
	2032	233,661	65,065	27,886	113,393
	2033	234,824	64,935	29,119	115,765
	2034	235,981	65,243	30,780	117,742

Türkiye İstatistik Kurumu 2024 yılı verilerine göre Marmara Bölgesi Türkiye genelindeki kulaklı pulluğun %18.8'ine, toprak frezesinin %22.7'sine, kültivatörün %15.5'ine ve diskli tırmığın %22.1'ine sahiptir. 2024 yılında 17,024 olan toprak frezesi sayısının 2034 yılında 30,780 ve sayıları 224,731 olan kulaklı pulluk sayısının 235,981 olması beklenmektedir.

Ekim makinaları grubundan hububat ekim makinası (HEM), universal ekim makinası (ÜEM), pnömatrik ekim makinası (PEM) ve kombine hububat ekim makinasına (KHEM) ait sayıların yıllara göre değişimine bağlı olarak Weka yazılımı ile tahmin edilen gelecek projeksiyonları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ekim makina sayılarının yıllara göre değişim ve projeksiyonu (Anonim, 2025)

Ekim, dikim, gübreleme alet-makina sayıları (adet)					
		HEM	ÜEM	PEM	KHEM
Yıl	2014	27,981	15,038	12,408	36,935
	2015	27,871	15,219	14,032	35,829
	2016	27,989	14,932	14,263	35,950
	2017	27,797	15,428	14,747	36,117
	2018	27,988	15,410	15,038	36,419
	2019	28,069	15,425	15,251	36,603
	2020	28,218	15,446	15,607	36,792
	2021	28,335	15,526	16,327	36,638
	2022	28,113	15,438	17,175	37,344
	2023	28,505	15,350	17,510	37,836
	2024	28,585	15,339	18,463	38,193
Projeksiyon	2025	28,736	15,181	19,182	38,615
	2026	28,963	15,237	19,696	38,784
	2027	28,935	15,138	20,855	39,330
	2028	29,297	14,954	21,441	39,982
	2029	29,464	14,929	22,397	40,439
	2030	29,684	14,777	23,217	40,924
	2031	29,904	14,714	23,945	41,354
	2032	30,044	14,586	24,966	41,937
	2033	30,380	14,422	25,755	42,577
	2034	30,570	14,313	26,737	43,169

TÜİK verilerine göre Türkiye genelindeki pnömatrik ekim makinasının %32.4'ü, üniversal ekim makinasının %26.0'sı, hububat ekim makinasının %16.2'si ve kombine hububat ekim makinasının %14.5'i Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır. Bu alet-makinaların içerisinde pnömatrik ekim makinasını 2024 yılında 18,463 olan sayısının 2034 yılında 26,737 olması beklenmektedir.

Bitki koruma alet-makinaları grubundan sırt pülverizatörü (SP), kuyruk milinden hareketli pülverizatör (KMHP), motorlu pülverizatör (MP) ve yardımcı hava akımlı pülverizatör (atomizör) (AT) ait sayıların yıllara göre değişimi ve bu

değerlere bağılı olarak hesaplanan gelecek projeksiyonları Çizelge 3'te verilmiştir.

Türkiye genelinde bulunan sırt pülverizatörünün %15.7'si, kuyruk milinden hareketli pülverizatörün %18.5'i, motorlu pülverizatörün %12.6'sı ve yardımcı hava akımlı pülverizatörün %14.8'i Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır. Bu alet-makinaların içerisinde 2024 yılında 20,911 olan yardımcı hava akımlı pülverizatör sayısının 2034 yılında 26,558 ve sayıları 113,646 olan sırt pülverizatörünün sayısının 128,156 olması beklenmektedir. Önümüzdeki on yıllık süreçte insansız araçların bu konudaki gelişimlerine bağılı olarak bu listede yer alacağı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Bitki koruma alet-makina sayılarının yıllara göre değişim ve projeksiyonu (Anonim, 2025)

Bitki koruma alet-makina sayıları (adet)					
		SP	KMHP	MP	AT
Yıl	2014	102,831	61,534	12,025	15,198
	2015	101,832	63,626	11,657	15,538
	2016	102,584	65,282	11,732	16,191
	2017	103,174	66,110	12,103	16,160
	2018	104,057	67,358	12,362	16,451
	2019	105,154	68,102	12,421	16,662
	2020	107,306	69,602	13,129	18,225
	2021	109,297	70,810	12,932	19,000
	2022	110,623	74,066	12,841	19,804
	2023	111,535	75,322	14,095	19,964
	2024	113,646	77,556	14,374	20,911
Projeksiyon	2025	115,157	79,853	14,796	21,484
	2026	116,723	81,145	15,387	22,284
	2027	118,067	83,917	15,610	23,304
	2028	119,068	86,165	16,645	23,217
	2029	120,879	88,489	17,352	24,012
	2030	122,433	90,664	17,881	24,627
	2031	123,875	92,866	18,561	25,103
	2032	125,267	95,484	19,242	25,920
	2033	126,537	97,817	20,159	26,010
	2034	128,156	100,505	20,919	26,558

Hayvansal üretimde kullanılan alet-makinalar grubundan çayır biçme makinası (ÇBM), mısır silaj makinasına (MSM), seyyar süt sağım makinası (SSM) ve balya makinasına (BM) ait sayıların yıllara göre değişimi ile bu değerlere bağılı olarak hesaplanan gelecek projeksiyonları Çizelge 4'te verilmiştir.

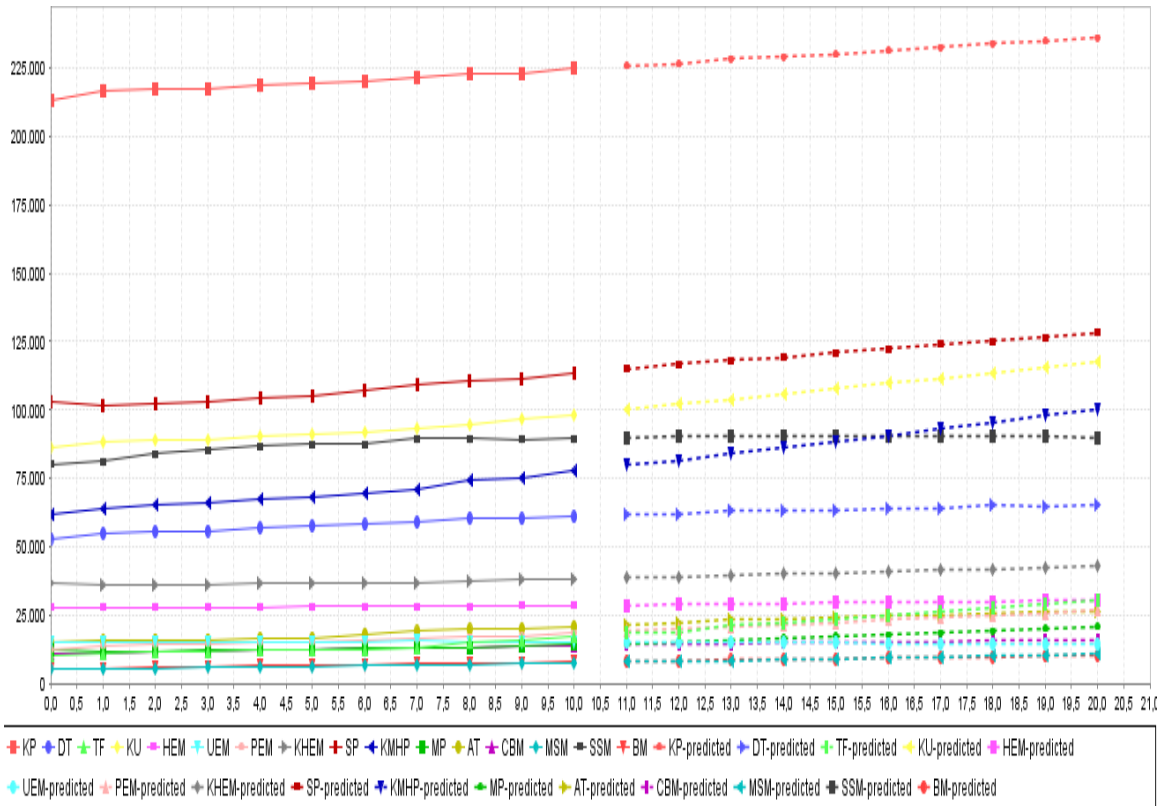
Türkiye genelindeki çayır biçme makinasının %12.1'i, mısır silaj makinasının %20.7'si, seyyar süt sağım makinasının %21.3'ü ve balya makinasının %19.9'u Marmara Bölgesi'ndedir. Bu alet-makinaların içerisinde genel olarak

baktığımızda hayvansal üretimde kullanılan alet-makinaların üretiminin artış eğiliminde olduğunu söylemek mümkündür. Bu artışın sebebinin bölgedeki hayvancılığın artışına paralel olduğu düşünülmektedir.

Her bir makine grubu için 2014-2024 yılları arasındaki veriler kullanılarak Weka yazılımında yer alan algoritmalar ile zaman serisi tahmin modelleri geliştirilmiş ve performansları karşılaştırılmıştır. Modellerin eğitim verisi üzerindeki performans metrikleri Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 4. Hayvansal üretim alet-makina sayılarının yıllara göre değişim ve projeksiyonu (Anonim, 2025)

Hayvansal üretim alet-makina sayıları (adet)					
		ÇBM	MSM	SSM	BM
Yıl	2014	10,881	5,192	80,125	5,567
	2015	11,260	5,352	81,273	5,729
	2016	11,613	5,562	84,098	5,882
	2017	11,778	5,929	85,405	5,982
	2018	12,191	6,167	86,649	6,461
	2019	12,529	6,414	87,400	6,661
	2020	12,885	6,577	87,337	6,848
	2021	13,149	6,948	89,480	7,159
	2022	13,339	7,052	89,438	7,353
	2023	13,702	7,380	89,198	7,631
	2024	13,837	7,622	89,401	7,885
Projeksiyon	2025	14,113	7,929	90,018	8,155
	2026	14,344	8,257	90,392	8,326
	2027	14,540	8,417	90,288	8,546
	2028	14,826	8,806	90,321	8,822
	2029	14,991	9,081	90,190	9,012
	2030	15,221	9,385	90,483	9,300
	2031	15,421	9,724	90,554	9,487
	2032	15,630	9,957	90,251	9,698
	2033	15,852	10,335	90,231	9,965
	2034	16,020	10,631	90,004	10,168



SONUÇ

Çalışmada Marmara Bölgesi'nin gelecek on yıllık (2025-2034) tarım alet-makina projeksiyonu; toprak işleme, ekim-dikim-gübreleme, bitki bakım-koruma ve hayvansal üretim alet-makinaları şeklinde sınıflandırılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Toprak işleme alet-makinalarına ait yapılan tahminler değerlendirildiğinde 2014-2024 döneminde gözlemlenen artış eğiliminin gelecek 10 yılda da devam edeceği öngörülmektedir. 2024 yılında 17,024 olan toprak frezesi üretim sayısının 2034 yılında yaklaşık olarak 30,780 adete çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, 10 yıllık dönemde yaklaşık %81'lik bir artış anlamına gelmektedir. Toprak frezesi sayısındaki artışın temel nedeni olarak azaltılmış toprak işlemede kullanılan alet ve makinalara olan eğilimin artacağını göstermektedir.

Ekim-dikim-gübreleme alet-makinalarına ait gelecek projeksiyonu değerlendirildiğinde 2014-2024 döneminde hububat ekim makinası, pnömatik ekim makinası ve kombine hububat ekim makinasında gözlemlenen artış eğiliminin gelecek 10 yılda da devam edeceği öngörülmektedir. 2024 yılında 15,339 olan universal ekim makinası üretim sayısının 2034 yılında yaklaşık olarak 14,313 adete düşeceği tahmin edilmektedir. Bu durum, çiftçilerin daha modern ve tohum tasarrufu sağlayan hassas ekim teknolojilerine yöneldiğini, geleneksel mibzerlerin ise yavaş yavaş terk edildiğini düşündürmektedir.

Bitki koruma alet-makinalarına ait tahminlere bakıldığında incelenen diğer iki grubun aksine, bu gruptaki makine sayısında 2014-2024 döneminde belirgin ve istikrarlı bir artış gözlenmiştir. Yapılan tahminler değerlendirildiğinde 2014-2024 döneminde gözlemlenen artış eğiliminin gelecek 10 yılda da devam edeceği öngörülmektedir. Bitki koruma alet-makinaları sayısındaki bu istikrarlı artışın temel nedeni olarak iklim değişikliğinin potansiyel etkileriyle yeni hastalık ve zararlıların ortaya çıkması veya mevcut olanların yaygınlaşması da bu ihtiyacı artırıyor olabilir. Ayrıca, artan çevre bilinci ve iyi Tarım Uygulamaları gibi standartlar, daha hassas ve hedefe yönelik ilaçlama yapabilen modern pülverizatör ve yardımcı hava akımlı pülverizatörlere olan talebi artırmış olabilir. Bu makineler, hem ilaç tasarrufu sağlayarak maliyetleri düşürmekte hem de çevreye ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri azaltmaktadır. Bu gruptaki artış, çiftçilerin verim kayıplarını önleme ve ürün kalitesini koruma konusundaki hassasiyetinin arttığını da göstermektedir.

Hayvansal üretim alet-makinalarına ait yapılan tahminler değerlendirildiğinde 10 yıllık periyotta makine sayılarındaki artış eğiliminin 2035 yılına kadar devam edeceği görülmektedir. Bu artışın bölgedeki hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olduğunun bir göstergesi olduğu düşünülmektedir. Ancak bu makine grubu içerisinde seyyar süt sağım makinelerinde artışın oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun temel gerekçesinin de büyük çaplı sağımhanelerin kurulması olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizdeki bölgeler ve şehirler tarımsal mekanizasyon özellikleri açısından karşılaştırıldığında arada çok büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Tarımsal mekanizasyon düzeyi açısından en gelişmiş bölge, Marmara Bölgesidir. Bu

bölgeyi sırasıyla, Ege, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri takip etmektedir. Türkiye'de işlenen alanın sadece %18'inin bulunduğu Marmara ve Ege Bölgeleri, toplam traktör sayısının yaklaşık %40'ına sahiptir (Koçtürk ve Onurbaşı Avcioğlu, 2007).

Ülkemizde traktör başına düşen tarım alet ve makina sayısı yaklaşık 5 ekipman/traktör değerindeyken AB ülkelerine göre %50 oranında daha az olup bu değer ülkemizde tarımsal mekanizasyon kullanımının etkin ve yeterli olmadığını göstermektedir. Türkiye'nin mekanizasyon düzeyinin istenilen düzeyde olmamasından dolayı, coğrafik bölgeler açısından tarımsal mekanizasyon düzeyinin gelişimi için, coğrafî bölgelerin tarım makinaları planlamasını tarımsal üretim desenine uygun bir şekilde planlaması zorunludur (Altuntaş, 2016).

Özellikle küçük ve parçalı arazi yapısı sebebiyle sayıları oldukça fazla olan küçük işletmeler gelir seviyesinin düşüklüğüne bağlı olarak daha modern tarım alet-makinalarını satın alamadıkları gibi ülkemizde ortak makine kullanımının yaygınlaşmamasından dolayı bu modern makinaları kiralama şansına da sahip olamamaktadırlar. Bunun sonucu olarak da daha çok geleneksel tarım tekniklerine uygun olan alet-makinaların kullanımı ortaya çıkmaktadır. Tarımda uğraşan kesimin eğitim seviyelerinin de düşük olması bazı yenilikleri bu kişilere aktarmada bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Sayılan bu olumsuzlukların yanında bölgelere uygun tarım politikalarının da uygulamaya aktarılamamış olması planlamayı imkânsız hale getirmekte olup üretim karlılığını düşürmektedir. Yapılan bu çalışma her ne kadar geleceğe yönelik bir projeksiyon sunmaya çalışsa da düzenli bir tarım politikasıyla planlama yapılmadığı takdirde yapılan çalışmaların hedefine ulaşması zor görünmektedir.

Weka ile yapılan zaman serisi tahmin modelleri, geçmişteki kalıpların ve eğilimlerin gelecekte de devam edeceği varsayımına dayanır. Dolayısıyla beklenmedik büyük ekonomik krizler, doğal afetler, salgın hastalıklar veya ani ve köklü politika değişiklikleri gibi olayların etkilerini doğru bir şekilde tahmin etmesi mümkün değildir. Kullanılan modellerin belirli varsayımları vardır ve bu varsayımların ihlali tahmin doğruluğunu etkileyebilir.

Gelecek 10 yıl için yapılan tahminler, mevcut eğilimlerin büyük ölçüde devam edeceğini göstermektedir. Alet-makina parkında önemli bir niceliksel büyüme beklenmemesi, bu alanlarda yeni makine talebinin daha çok yenileme ve teknolojik yükseltme odaklı olacağını düşündürmektedir. Yani, çiftçiler mevcut eski makinelerini daha modern, verimli ve belki de daha küçük-orta ölçekli işletmelere uygun makinelerle değiştirmeye devam edebilirler. Bitki koruma makinelerindeki artış tahminin devam etmesi ise, bu alandaki pazarın büyümeye devam edeceğini ve yeni teknolojilere olan talebin süreceğini göstermektedir. Bu durum, makine üreticileri ve satıcıları için bu segmentin önemini koruyacağını, hatta artıracığını ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Akar M, Çelik A (2017) Muş Ovası Tarım İşletmelerinin Tarımsal Mekanizasyon Özellikleri, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(4): 491–498
- Altay F, Turhal K (2011) Bilecik ilindeki Tarımsal Mekanizasyonun Durumu ve Çözüm Önerileri, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 202-205, 16-18 May 2011, Elâzığ, Turkey.
- Altuntaş E (2016) Türkiye'nin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Coğrafik Bölgeler Açısından Değerlendirilmesi, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (12): 1157-1164.
- Altuntaş E (2020) Türkiye'deki Tarım Makineleri Kullanım Projeksiyonunun Tahmini. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3): 506-516.
- Anonim (2024) mthmm.csb.gov.tr/bolgemiz-i-85694 (Erişim tarihi: 16.06.2024).
- Anonim (2025) Türkiye İstatistik Kurumu, (www.tuik.gov.tr), (Erişim tarihi: 05.05.2025).
- Aybek A, Kuzu H, Karadöl H (2021) Türkiye'nin ve Tarım Bölgelerinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyindeki Değişimlerin Son On Yıl (2010-2019) ve Gelecek Yıllar (2020-2030) için Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(2): 319-336.
- Bayram M, Altuntaş E (2016) Tokat ili'nin 2003 ve 2013 Yılları için Mekanizasyon Özelliklerindeki Değişiminin İncelenmesi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(3): 213-220.
- Bilim C, Korucu T, Semerci T (2014) Gaziantep ilinin tarımsal mekanizasyon özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 17(2): 14-23.
- Çiftci F (2024) Türkiye'de Buğday Üretim Miktarının Geleceğini Tahmin Etmede Veri Madenciliği Yöntemlerinin Etkinliğinin Karşılaştırılması, *Wheat Studies*, 13 (1): 1-11.
- Ertekin C, Akman H E, Boyar İ (2021) Türkiye'de Tarımsal Mekanizasyona Bir Bakış. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 31(3): 786-798.
- Gökdoğan O (2013) Türkiye'nin Tarımsal Mekanizasyon Durumu, 28. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 4-6 Eylül 2013, 46-50, Konya.
- Işık E, Güler T, Ayhan A (2003) Bursa İline İlişkin Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 125-136.
- Işık E (2017) Bursa ilinin tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesine ve Türkiye Ortalama Değerleriyle Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Çalışma, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1): 115-125.
- Koçtürk D, Onurbaşı Avcıoğlu A (2007) Türkiye'de Bölgelere ve illere Göre Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3(1): 17-24.
- Korucu T, Aybek A, Sivrikaya F (2015) Türkiye'nin Tarım Bölgeleri Bazında Mekanizasyon Düzeyinin Yersel Değişim Haritalarının Oluşturulması ve Değerlendirilmesi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(4): 77-90.
- Lüle F, Koyuncu T, Engin KE (2012) Adıyaman ilinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi, 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 5-7 Eylül 2012, 48-54, Samsun.
- Yıldız C, Erkmen Y (2004) Erzurum ili Pasinler İlçesi Tarımsal Yapı ve Mekanizasyon Durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1-2): 59-63.
- Yoo T W, Oh I S (2020) Time Series Forecasting of Agricultural Products' Sales Volumes Based on Seasonal Long Short-Term Memory. *Applied Sciences*, 10(22).