



## Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<http://dergipark.gov.tr/yyufbed>



Araştırma Makalesi

### Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi (ANFIS) ve Yuvalanan Gri Model (RGPM) Yöntemleriyle Kurutucu Potansiyelinin Belirlenmesi

Muhammed TAŞOVA\*<sup>1</sup>, Müberra ERDOĞAN<sup>1</sup>, Eyyup Ensar BAŞAKIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60000, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Muhammed TAŞOVA, ORCID No: 0000-0001-5025-0807, Müberra ERDOĞAN, ORCID No: 0000-0003-3794-4032, Eyyup Ensar BAŞAKIN, ORCID No: 0000-0002-9045-5302

\* Sorumlu yazar e-posta: muhammed.tasova@gop.edu.tr

#### Makale Bilgileri

Geliş: 10.02.2020

Kabul: 08.06.2020

Online Yayınlanma Ağustos 2020

#### Anahtar Kelimeler

Kurutma işlemi ve makineleri,  
ANFIS,  
RGPM,  
Modelleme,  
Tahmin

**Öz:** Kurutma işlemi, tarımsal materyallerdeki yüksek nem oranını bozulmadan depolanabileceği ortalama %7-15 aralığında kritik bir nem seviyesine kadar düşürülmesi işlemidir. Literatürde kurutma alanında birbirinden farklı ürüne veya ürün grubuna özgü çok fazla kurutucu geliştirildiği bilinmektedir. Ancak üreticiler kurutma işlemlerinde buna çok fazla dikkat etmemekte ve genellikle de kurutucu ortak kullanmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) ait 2004-2018 yıllarındaki kurutucu sayıları kullanılarak ülkemiz ve Orta Karadeniz Bölümü için; uygulamalı ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFIS) ve yuvalanan gri model (RGPM) yöntemleriyle gelecekteki kurutucu sayılarındaki potansiyel değişim tahmin edilmiştir. Bulgulara göre, Ülkemiz için 2019, 2020 ve 2021 yılları için muhtemel ürün kurutucu sayılarının ANFIS yöntemiyle 1168, 1226 ve 1265 olarak tespit edilirken, Orta Karadeniz Bölümü için 125, 130 ve 139 olduğu bulunmuştur.

### Determination of Drying Machine Potential by Different Estimation Methods

#### Article Info

Received: 10.02.2020

Accepted: 08.06.2020

Online Published August 2020

#### Keywords

Drying process and machines,  
ANFIS,  
RGPM,  
Modelling,  
Estimation

**Abstract:** Drying is a process where the high moisture content of agricultural materials can be stored without deterioration to a critical moisture level in the range of 7-15%. It is known in the literature that many drying machines specific to different products or product groups have been developed in the field of drying. However, manufacturers do not pay much attention to this in the drying process and generally use the drying machines in common. In this study, Turkey's Statistical Agency (TSA) of using the numbers in dryer years 2004-2018 and for our country and the Department of the Central Black Sea; The potential change in the number of future drying machines has been estimated by using applied network based fuzzy logic inference system (ANFIS) and nested gray model (RGPM) methods. According to the findings, the number of possible drying machines for our country for 2019, 2020 and 2021 was determined as 1168, 1226 and 1265 by ANFIS method, while it was 125, 130 and 139 for the Central Black Sea Region.

## 1. Giriş

Dünya nüfusunun giderek artması günümüzde tarımsal ürünlere olan talebi sürekli artırmaktadır. Bunun için tarımsal ürünlerin bozulmasının önüne geçmek ve uzun süre kullanılabilirliğinin sağlamak için kuruttuktan sonra depo etmek yapılabilecek işlemlerden birisidir. Basit bir ifade ile ürünlerin muhafazası için bünyelerindeki nemin uzaklaştırılması anlamına gelen kurutma işlemi, ürünlerin hasat sonrası dayanımlarını artırmak için uygulanan bir yöntemdir. Ürünlerin kurutulması için genel olarak doğal kurutma ve sıcak hava ile yapılan yapay kurutucular ve mikrodalga kurutucular daha fazla tercih edilmektedir. Ancak geleneksel kurutma yöntemlerinde kurutma işlemleri uzun olmasından dolayı ürün uzun süre ısıya maruz kalmakta ve hem enerji tüketimi fazlalaşmakta hem de kurutma materyalinin kalite değerlerinde önemli kayıplar oluşmaktadır. Bu nedenle, kurutma işleminin daha kısa sürede ve daha az enerji tüketilerek gerçekleştirildiği bunun yanında da son ürünün renk, doku ve fitokimyasal özelliklerinde en az kayıpların gerçekleştiği kurutma yöntemlerini tercih etmek önemlidir.

Tarımda mekanizasyonun yaygınlaşması ile üretimde iş başarısının arttığı, daha hızlı ve verimli bir üretim yapılmasının sağladığı bilinmektedir. Günümüzde makine kullanımı toprak işleme, hasat, ürün işleme, ürün taşıma, gübreleme ve bitki koruma gibi birçok işlemde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurutucu ise ürün işleme aşamasında kullanılan bir makinedir. Bir yörede veya ülke bazında ki mevcut kurutucu varlığı değerlendirilen lokasyondaki insanların doğrudan veya dolaylı olarak kurutma işlemine ve/veya kurutulmuş ürünlere duydukları ilgi hakkında fikir sahibi sunabilir. Yine değerlendirilen lokasyonda ileriye dönük kurutucu sayıları belirlenerek insanların kurutma işlemi ve/veya kurutulmuş ürünlere ne şekilde ilgi duyacağı konusunda tahmin edilebilmektedir. Bu da kurutucu üretimi yapan işletmelerin gelecekte yapacakları yatırım ve maliyet portföylerini değerlendirmelerine olanak sağlayacağı ön görülmektedir. Literatürde farklı algoritmalara sahip oldukça fazla tahmin yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları projeksiyon katsayısı yöntemi (Demir & Kuş, 2016), yapay sinir ağları (Zurada, 1992), bulanık mantık (Zadeh, 1965), uyarlamalı ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFİS) (Jang, 1993), gri sistem teori (Deng,1982), derin öğrenme (LeCun ve ark., 2015) vb. gibidir. Bahsedilen yöntemler hakkında detaylı bilgiye verilen kaynaklardan ulaşmak mümkündür. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda farklı çalışma alanlarında modelleme ve tahmin çalışmaları giderek yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde kurutucu sayısının tahmini ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak farklı tarım makineleri üzerine tahmin çalışmaları mevcuttur. Örneğin Demir & Kuş (2016) yaptıkları çalışmada projeksiyon katsayısı yöntemini kullanarak İç Anadolu bölgesindeki toprak işleme alet ve makinelerinin 10 yıllık tahmini yapılmıştır. Yine Demir (2015), projeksiyon katsayısı yöntemi ile İç Anadolu bölgesinin bitki koruma makine sayısının tahmini yapılmıştır.

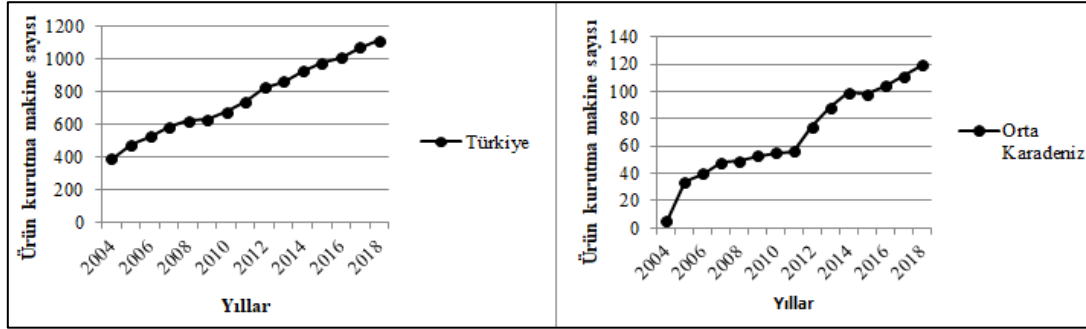
Bu çalışmada, ülkemizde ve Orta Karadeniz Bölümü'nde mevcut olan 2004-2018 yıllarına ait kurutucu sayıları kullanılarak 2019, 2020 ve 2021 yılları için "uygulamalı ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFİS)" ve "yuvalanan gri model (RGPM)" yöntemleriyle kurutucu sayısındaki değişimler tahmin edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak, Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınan 2004-2018 yıllarındaki Türkiye ve Orta Karadeniz Bölümü'ne ait kurutucu sayıları kullanılmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 1). Veriler TÜİK'den alındığı için resmi sayfasında makinelerin kapasiteleri, teknik özellikleri ve hangi biyolojik materyaller için kullanıldığına dair bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Çizelge 1. Türkiye ve Orta Karadeniz Bölümü'nde bulunan ürün kurutucu varlığı (TÜİK, 2019)

Yıllar	Türkiye (adet)	Orta Karadeniz Bölümü (adet)
2004	392	5
2005	478	34
2006	525	40
2007	587	48
2008	621	49
2009	629	53
2010	675	55
2011	739	56
2012	826	74
2013	862	88
2014	927	99
2015	974	98
2016	1.006	104
2017	1.069	111
2018	1.113	119



Şekil 1. Türkiye ve Orta Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ürün kurutucu sayısı grafiği

## 2.1. Uyarlamalı ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFİS)

Jang (1993) tarafından yapay sinir ağları ve bulanık mantık sistemlerinin kombine edilmesiyle geliştirilmiş bir yöntemdir. Yapay sinir ağlarının öğrenme yeteneğini kullanarak, eğitim veri kümesinden bulanık küme ve kuralları belirlemekte ve kural tabanı bir modelleme yapmaktadır. Bu şekilde sayısal verilerin analizinde hızlı sonuçlar alınmaktadır.

İki girdili Takagi-Sugeno tipi bulanık mantık çıkarım sistemi kuralları aşağıdaki gibidir.

Kural 1: Eğer  $x=A_1$  ve  $y=B_1$  ise  $f_1=p_1*x + q_1*y + r_1$

Kural 2: Eğer  $x=A_2$  ve  $y=B_2$  ise  $f_2=p_2*x + q_2*y + r_2$

Kuraldaki A ve B bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarını  $p_1, q_1, r_1, p_2, q_2, r_2$  çıkarım sisteminin çıkış parametreleridir.

ANFİS'in çalışma prensibi 5 katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar kısaca aşağıda açıklanmıştır.

**1. Katman:** Bu katmanda giriş değerleri bulanıklaştırılmaktadır. Grafik 1'de, bulanıklaştırılan kümeler gösterilmektedir. Bu katmanda girdi değeri için üyelik derecesi hesaplanır.

$$\mu_{A_i}(I_1) = \exp \left[ - \left( \frac{I - c_i}{\sigma_i} \right)^2 \right] \quad (1)$$

Denkleimde bulunan  $A_i$  iki bulanık küme olan “Az” veya “Çok” terimlerini temsil etmektedir.  $c_i$  ve  $\sigma_i$  daha sonra optimize edilecek olan ve öncül parametre olarak adlandırılan üyelik fonksiyonu parametreleridir.

**2. Katman:** Bu katman kuralların işlendiği katmandır. 1. Katmanda hesaplanan üyelik dereceleri çarpılarak her bir düğümün çıkış değeri hesaplanır. Bu değer tetiklenme ağırlığıdır.

$$w_i = \mu_{A_i}(I_1) \times \mu_{B_i}(I_2) \quad i = 1, 2, \dots \quad (2)$$

**3. Katman:** Normalizasyon katmanı olarak adlandırılır. 2. Katmandan gelen giriş değerleri ile normalleştirilmiş tetikleme ağırlığı hesaplanmaktadır.

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{\sum w_i} \quad i = 1, 2, \dots \quad (3)$$

**4. Katman:** Bu katmanda soncul parametre olarak adlandırılan değerlerin hesaplanması yapılmaktadır.

3. Katmandan gelen nihai tetikleme değeri yardımıyla, Sugeno çıkarım sisteminde çalışması hasebiyle, ilişkileri temsil eden doğru denklemleri hesaplanır.

$$\bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i I_1 + q_i I_2 + r_i) \quad i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Soncul parametreler;  $p_i$ ,  $q_i$  ve  $r_i$ 'dir.

**5. Katman:** Bu katman son katmandır ve tek düğüm vardır. Bu katmanda önceki katmandan gelen tüm çıkış değerleri toplanarak nihai çıkış değeri hesaplanır.

$$f = \sum \bar{w}_i f_i \quad i = 1, 2, \dots \quad (5)$$

## 2.2. Yuvarlanan gri tahmin yöntemi (RGPM)

Çok basit bir algoritmaya sahip bu model, her bir parametre tahmini için verilerin birer adım ilerletilerek hesaplanmasına dayanmaktadır. Yani beşinci verinin tahmin edilmesinde ilk dört veriden yararlanılırken, altıncı verinin tahmin edilmesinde 1. veri göz önüne alınmaz 2, 3, 4 ve 5. veriler modele dahil edilmektedir. Bu şekilde her veri için yeni model oluşturularak tahmin gerçekleştirilmektedir. Tahminde kullanılan veri sayısı deneme-yanılma yoluna ile belirlenmektedir. En düşük hata oranını veren modele göre tahmin gerçekleştirilmektedir (Başakın ve ark., 2019).

## 2.3. Model başarı kriteri

Model tahmin başarılarını değerlendirmek için literatürde birçok yöntem mevcuttur. Bu çalışmada model tahmin başarılarını değerlendirmek için hata kareleri ortalaması (HKO) ve verimlilik katsayısı (VK) kullanılmıştır. Hata kareleri ortalaması (HKO) ve verimlilik katsayısı (VK)'nın detaylı açıklaması sırasıyla eşitlik 6 ve 7' de verilmiştir.

$$HKO = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (KMS_{TAHMİN} - KMS_{MEVCUT})^2} \quad (6)$$

$$VK = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (KMS_{TAHMİN} - KMS_{MEVCUT})^2}{\sum_{i=1}^n (KMS_{MEVCUT} - \bar{KMS}_{MEVCUT})^2} \quad (7)$$

Denklemlerde bulunan  $KMS_{TAHMİN}$  tahmin edilen kurutucu sayısını,  $KMS_{MEVCUT}$  mevcut kurutucu sayısını,  $\bar{KMS}_{MEVCUT}$  mevcut kurutucu sayısının ortalamasını ifade etmektedir. VK değeri -

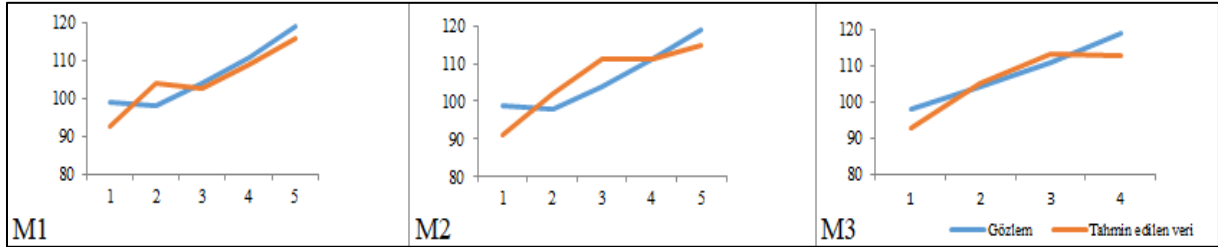
$\infty$  ile +1 arasında değer almaktadır. En iyi tahmini ifade eden değer 1'dir. Bu değer +1'e yaklaştıkça modelin başarısı da artmaktadır. HKO ise 0 ile  $+\infty$  arasında değişen değerler almaktadır ve en iyi tahmin değeri 0'dır. Bu değer 0'a yaklaştıkça modelin başarısı artmaktadır.

### 3. Bulgular

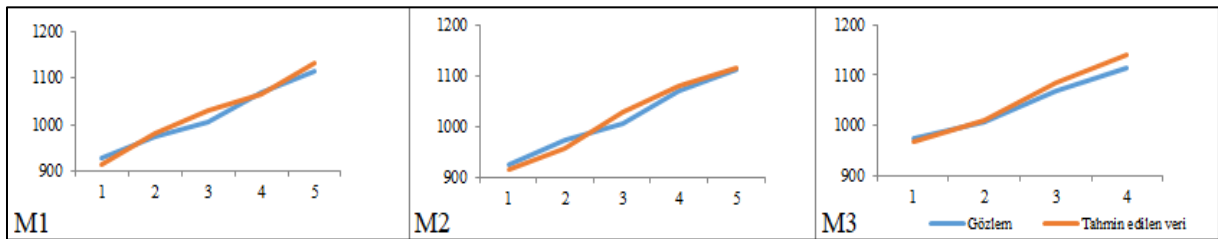
Bu çalışma kapsamında Türkiye ve Orta Karadeniz Bölgesi'nde satılan ürün kurutucu sayıları tahmin edilmiştir. 2004-2018 yılları arasındaki 15 yıllık satılan ürün kurutucu sayılarının kullanıldığı çalışmada, 2019, 2020 ve 2021 yıllarındaki muhtemel makine satış sayıları tahmin edilmiştir. Şekil 1 ve Çizelge 1'de çalışmada kullanılan verilerin yıllara göre değişimi verilmiştir. Şekil 1 ve Çizelge 1 incelendiğinde Orta Karadeniz Bölgesi'nde 2015 yılı hariç diğer tüm yıllardaki veriler monoton artan özellik göstermektedir. Türkiye ve Orta Karadeniz Bölgesi'nin üç yıl sonraki ürün kurutucu tahmini için uyarlamalı ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFIS) ve yuvarlanan gri tahmin yöntemi (RGPM) kullanılmıştır.

#### 3.1. ANFIS tahmin sonuçları

Çalışma kapsamında Türkiye ve Orta Karadeniz Bölgesi için ayrı ayrı tek gecikme değerine sahip 3 farklı model oluşturulmuştur. Bunlar t yılından bir yıl sonraki (t+1) değer tahmin edildiği model 1, t yılından iki yıl sonraki (t+2) değer tahmin edildiği model 2 ve t yılından üç yıl sonraki (t+3) değer tahmin edildiği model 3'tür. Model 1 ve 2'de 15 verinin ilk 10 yılı eğitim, sonraki 5 yılı test için, model 3'de ise ilk 11 yılı eğitim, sonraki 4 yılı test olarak kullanılmıştır. En iyi tahmini yapacak modeli oluştururken ANFIS yönteminde bazı yapısal süreçler için deneme-yanılma yoluna gidilmiştir. Her bir modelde üyelik fonksiyonu şekli olarak üçgen, trapez ve gauss şekilleri denenmiş, tüm modellerde gauss şeklinin daha başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Modellerde bulanık alt küme sayısı belirlenirken, 2-5 arasındaki değerler denenmiş en iyi sonuç 3 alt küme oluşturulduğunda elde edilmiştir.



Şekil 2. Orta Karadeniz Bölümü ürün kurutucu ANFIS performansı



Şekil 3. Türkiye ürün kurutucu ANFIS performansı

Çizelge 2. Türkiye ve Orta Karadeniz Bölümü için oluşturulan modellerin istatistiksel sonuçları

	Model 1 (t+1)		Model 2 (t+2)		Model 3 (t+3)	
	HKO	VK	HKO	VK	HKO	VK
Türkiye	238.4	0.95	215.1	0.96	268.8	0.93
Orta Karadeniz Bölümü	18.5	0.76	29	0.62	19.1	0.76

Şekil 2’de Orta Karadeniz bölgesi, Şekil 3’de Türkiye için oluşturulan modellerin gözlenen ve tahmin edilen değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde modellerin başarısı hakkında kolaylıkla yorumlar yapılabilmektedir. Grafiklere bakıldığında Orta Karadeniz Bölgesi ve Türkiye için model 1’in daha başarılı olduğu görülmektedir. Çizelge 2’de ise Orta Karadeniz bölgesi ve Türkiye için oluşturulan modellerin başarılarını istatistiksel olarak değerlendirdiğimiz de Türkiye için model 2, Orta Karadeniz Bölgesi için model 1’in daha başarılı tahminler yaptığı görülmektedir.

### 3.2. Yuvarlanan gri yöntem tahmin sonuçları

Yuvarlanan gri yöntemde modeller oluşturulurken, zaman serisinden ilk kaç verinin hesaplamalarda kullanılacağını belirten k değeri belirlenmiştir. Bu k değeri tahmin edilecek yıldan hemen önceki kaç adet verinin kullanılacağını belirten sayıdır. Çizelge 3 ve 4’de de görüldüğü gibi Türkiye ve Orta Karadeniz bölgesi için sadece bir yıl sonraki ürün kurutma sayısını verecek olan model 1 de k değerleri farklıdır. Bu değer model 1’de Türkiye için k=5, Orta Karadeniz bölgesi için k=3 olarak belirlenmiştir. Her iki durum için diğer tüm modellerde k=4 değeri seçilmiştir. Yuvarlanan gri yöntemde Türkiye için en başarılı sonuç model 1’de, Orta Karadeniz bölgesi için ise model 2’de alınmıştır.

Çizelge 3. Türkiye için yuvarlamalı gri yöntem ile oluşturulan modellerin istatistiksel sonuçları

Türkiye	Model 1 (t+1) k=5		Model 2 (t+2) k=4		Model 3 (t+3) k=4	
	HKO	VK	HKO	VK	HKO	VK
	338	0.98	1518.4	0.82	409.25	0.89

Çizelge 4. Orta Karadeniz Bölümü için yuvarlamalı gri yöntem ile oluşturulan modellerin istatistiksel sonuçları

Orta Karadeniz Bölgesi	Model 1 (t+1) k=3		Model 2 (t+2) k=4		Model 3 (t+3) k=4	
	HKO	VK	HKO	VK	HKO	VK
	50.3	0.35	9.2	0.91	11.2	0.86

Verilerin eğitim ve test şeklinde ayrılması sonucunda oluşturulan modellerin başarılı tahminler yaptığı gözlenmiştir. Bu tahmin modelleri doğrultusunda Türkiye’de 2019, 2020 ve 2021 yılları için satılması muhtemel ürün kurutucu sayılarının ANFIS yöntemiyle 1168, 1226 ve 1265 olarak tahmin edilmiştir. Orta Karadeniz Bölümü için bu değerlerin 125, 130 ve 139 olduğu tespit edilmiştir. RGPM yöntemiyle kurulan modeller de ANFIS yöntemine yakın değerlerin olduğu bulunmuştur. Türkiye için 2019, 2020 ve 2021 yılı tahmini makine satış sayılarının 1166, 1230 ve 1269 olduğu belirlenmiştir. Orta Karadeniz Bölgesi için belirlenen değerler ise sırasıyla 127, 129 ve 137 olarak bulunmuştur.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Türkiye ve Orta Karadeniz Bölümüne ait 2019, 2020 ve 2021 yılları için ürün kurutucu sayılarını tahmin etmek amacıyla uyarlamalı ağ tabanlı bulanık mantık sistemi ve yuvarlanan gri yöntemleri uygulanmıştır. Türkiye için bir yıl sonraki ürün kurutucu sayısını en iyi model 1’de RGPM tahmin ederken, iki ve üç yıl sonraki tahminlerde ise model 2 ve model 3’ün ANFIS yönteminde güçlü tahminler yaptığı belirlenmiştir. Orta Karadeniz Bölümü için bir yıl sonraki ürün kurutucu sayısını en iyi model 1’de ANFIS tahmin ederken, iki ve üç yıl sonraki verileri model 2’de ve model 3’te RGPM yöntemi en iyi tahminleri yapmıştır. Ölçülmüş fazla sayıda verinin bulunmadığı durumlarda klasik istatistiksel yöntemlerin kullanımı yetersiz kalmaktadır. ANFIS ve Gri Model sayesinde ise az sayıdaki veriye sahip zaman serisi değerleri ile tahmin çalışması yapılabilmektedir.

Literatürde, belli bir lokasyon için kurutucu varlığının ileriye dönük değişimi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak diğer tarım makineleri için ileriye dönük tahmin çalışmaları yapılmıştır. Demir & Kuş (2016), İç Anadolu Bölgesi için tarım makine varlığını projeksiyon katsayısı yöntemiyle gerçekleştirebilecek trendi belirlemişler. Çalışma kapsamında 2023 yılı için kimyevi gübre dağıtım makine sayısındaki öngörünün 70.039 olacağını tespit etmişler. Demir (2013), Mersin İli için 2003-2012 yıllarına ait tarım makine verileri kullanılarak projeksiyon katsayısı yöntemiyle 11 yıllık (2023) değişimi ortaya koymuştur. Araştırmada 2023 yılındaki diskli traktör pulluk sayısının 2.942 olacağını öngörmüştür. Gürsoy (2013), 2012 yılı için ülkemiz ve Batman ilindeki traktör varlığının 1000 ha araziye düşen traktör sayıları kıyaslanmıştır. Türkiye için bu değer 14.09 iken Batman ili için 71.00 adet olduğunu belirtmiş.

Bu yöntemler sayesinde herhangi bir alım satım sürecinin kontrol edilmesi veya makine üretim sayılarının belirlenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir.

## Kaynakça

- Başakın, E. E., Özger, M., & Ünal, N. E. (2019). Gri tahmin yöntemi ile İstanbul su tüketiminin modellenmesi. *Politeknik Dergisi*, 22(3): 755-761.
- Demir, B. (2013). Mersin İlinin tarımda teknoloji kullanım projeksiyonu. *Alinteri Ziraat Bilimleri Dergisi*, 24(1), 29-34.
- DEMİR, B. (2015). İç Anadolu Bölgesinin Bitki Koruma Makineleri Projeksiyonu. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 28(1).
- Demir, B., & Emrah, K. U. Ş. (2016). İç Anadolu bölgesinin tarımda teknoloji kullanım projeksiyonu. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 89-95.
- Deng, J. L. (1982). Grey system fundamental method. *Huazhong University of Science and Technology*, Wuhan, China.
- Gürsoy, S. (2013). Batman ilinin tarımsal mekanizasyon düzeyinin ilçeler bazında değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 3(2), 146-158.
- Jang, J. S. (1993). ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 23(3), 665-685.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- TUİK, (2019). Konularına göre istatistikler. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). Erişim Tarihi: 10.09.2019
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- Zurada, J. M. (1992). *Introduction to Artificial Neural Systems* (Vol. 8). St. Paul: West.