

TÜKETİCİ FİYAT İNDEKSİNİ ETKİLEYEN BİTKİSEL VE HAYVANSAL ÜRETİM DEĞERLERİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ UYARLANABİLİR REGRESYON UZANIMLARI İLE İNCELENMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ*

INVESTIGATION OF PLANT AND ANIMAL PRODUCTION VALUES AFFECTING CONSUMER PRICE INDEX BY MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE: TURKEY CASE

Şenol ÇELİK

Bingöl University, Faculty of Agriculture,
Dept. of Animal Science, Bingöl-TURKEY
E-mail: senolcelik@bingol.edu.tr

Turgay ŞENGÜL

Bingöl University, Faculty of Agriculture,
Dept. of Animal Science, Bingöl-TURKEY

A. Yusuf ŞENGÜL

Bingöl University, Faculty of Agriculture,
Dept. of Animal Science, Bingöl-TURKEY

Hakan İNCİ

Bingöl University, Faculty of Agriculture,
Dept. of Animal Science, Bingöl-TURKEY

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
<p>Anahtar Kelimeler: MARS, Genel çapraz geçerlilik, TÜFE, bitkisel ve hayvansal üretim.</p>	<p>Bu çalışmada, Türkiye'de tüketici fiyat indeksini (TÜFE) etkileyen bitkisel ve hayvansal üretim değerlerinin etkisinin MARS algoritması kullanılarak nasıl sonuçlanacağı ve nasıl yorumlanacağı incelenmiştir. TÜFE'yi tahmin etmek amacıyla Türkiye'de 81 ile ait bitkisel üretim değeri (1000 TL), hayvansal üretim değeri (1000 TL), canlı hayvanlar değeri (1000 TL), kişi başına bitkisel üretim değeri (TL), kişi başına hayvansal üretim değeri (TL), kişi başına canlı hayvanlar değeri (TL) değişkenleri kullanılmıştır. Uyum kriterleri sırasıyla korelasyon katsayısı $r=0.975$, $R^2=0.95$, Adj. $R^2=0.867$, $GCV=0.0187$, $RSS=1.513$, $RMSE=0.137$, $SDratio=0.224$, $MAPE=1.228$, $MAD=0.11$, $AIC=-222$ ve $AICc=-52$ olarak tahmin edilmiştir. TÜFE'yi arttırıcı yönde etkileyen en önemli değişkenler sırasıyla kişi başına düşen bitkisel üretim değeri (KBBUD)<3268 lira, kişi başına bitkisel üretim değeri (KBBUD)>1887 lira ve kişi başına canlı hayvan değeri (KBCHD) > 1766 lira olan temel fonksiyonlardır. TÜFE'yi düşürücü yönde etkileyen en önemli değişkenler sırasıyla; kişi başına düşen bitkisel üretim değeri (KBBUD)>3268 lira, kişi başına canlı hayvan değeri (KBCHD)>1143 lira ve kişi başına canlı hayvan değeri (KBCHD)>1972 lira olan temel fonksiyonlardır. Bu sonuçlara göre, etkileşimli değişkenlerin de kullanıldığı MARS modelinin bitkisel ve hayvansal üretim değerlerinin diğer faktörlere olan etkisini belirlemede önemli bir tahmin modeli olduğu görülmüştür.</p>
<p>DOI: 10.26809/joa.2018548651</p>	

*Bu çalışma 18-20 Ekim 2018 tarihlerinde Üsküp/Makedonya'da düzenlenen " II. Rating Academy Kongresi: Uluslararası Yaratıcı ve İnovatif Yaklaşımlar " konulu kongrede sunulmuş aynı isimli bildirinin gözden geçirilmiş halidir.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords: MARS, General cross validation, CPI, plant and animal production.</p>	<p><i>In this study, the outcomes and interpretation of plant and animal production values affecting the consumer price index in Turkey (CPI) were investigated using MARS algorithm. In order to estimate CPI, plant production value (1000 TL), animal production value (1000 TL), livestock value (1000 TL), plant production per capita (TL), animal production per capita (TL), livestock value per capita (TL) variables for 81 provinces in Turkey were used. The compliance criteria were: correlation coefficient $r = 0.975$, $R^2 = 0.95$, Adj. $R^2 = 0.867$, $GCV = 0.0187$, $RSS = 1.513$, $RMSE = 0.137$, $SDratio = 0.224$, $MAPE = 1.228$, $MAD = 0.11$, $AIC = -222$ and $AICc = -52$. The most significant variables affecting CPI in the increasing direction are basic functions where per capita plant production value (PCPPV) is < 3268 liras, per capita plant production value (PCPPV) is > 1887 liras and per capita livestock value (PCLSV) is > 1766 liras. The most significant variables affecting CPI in the negative direction are basic functions where per capita plant production value (PCPPV) is > 3268 liras, per capita livestock value (PCLSV) is > 1143 liras, and per capita livestock value (PCLSV) is > 1972 liras, respectively. According to these results, it was found that MARS model where interactive variables are also used is an important predictive model for determining the effect of plant and animal production values on other factors.</i></p>
<p>DOI: 10.26809/joa.2018548651</p>	

1. GİRİŞ

Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE), gıda, ulaşım, konaklama, sağlık ve haberleşme gibi malları ve hizmetleri içeren bir tüketici sepetindeki fiyat değişimlerini ölçen endekstir. Önceden belirlenmiş ürün sepetindeki her bir ürün için fiyat değişiklikleri ve ortalamaları hesaplanır. TÜFE'deki değişiklikler, yaşama maliyetiyle ilişkili fiyat değişikliklerini değerlendirmek için kullanılır. TÜFE'nin **temel amacı**, tüketime konu olan önceden belirlenmiş mal ve hizmetlerin fiyatlarındaki değişimi ölçümleyerek nihai hedef olan enflasyonu hesaplamaktır. Tüketici fiyatları endeksini hesaplamaya yönelik; yurtiçinde ikamet edenler, yabancı ziyaretçiler ve şirketlerin ülkede yaptığı tüm tüketim harcamalarını dikkate alınır (Ayvalı, 2017). TÜFE Ana Harcama grubu ağırlıkları; gıda ve alkolsüz içeceklerde %21.77, ulaşımda %16.31, konutta %14.85, lokanta ve otellerde %8.05, ev eşyasında %7.72, giyim ve ayakkabıda %7.33, alkollü içecekler ve tütünde %5.87, haberleşmede %4.12, eğlence ve kültürde %3.62, eğitimde %2.69, sağlıkta %2.63, diğer mal ve hizmetlerde ise %5.04 oranlarındadır (Ayvalı, 2017).

Türkiye'de bitkisel üretim değeri 2016 yılında 117.6 milyar lira iken, 2017 yılında bir önceki yıla göre %15 artarak 135.2 milyar liraya ulaşmıştır. Bu dönemde, tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretim değeri %19.6 artarak 55.5 milyar lira, sebze üretim değeri %6.7 artarak yaklaşık 33.8 milyar lira, meyveler, içecek ve baharat bitkileri üretim değeri de %16.1 artarak yaklaşık 45.9 milyar lira olmuştur (TÜİK, 2017a).

Türkiye'de hayvansal üretim değeri 2016 yılında 152.03 milyar lira iken, 2017 yılında bir önceki yıla göre %23.48 artarak 187.72 milyar liraya ulaşmıştır. **İnek sütü fiyatının bir önceki yıla göre %7, sığır eti fiyatının %9.6 arttığı 2017 yılında, canlı hayvan değeri 117.8 milyar TL oldu. Türkiye'nin toplam hayvansal üretim değeri ise bir önceki yıla göre %12.5 artarak 69.9 milyar TL oldu.** 2017 yılında bir önceki yıla kıyasla kültür sığır fiyatı %17.1 artarak 6046 TL ve yerli sığır fiyatı %20.4 artarak 3762 TL olarak gerçekleşti. Koyun ve keçi fiyatlarına bakıldığında, merinos koyun fiyatında %15.7, yerli koyun fiyatında %21.2 ve tiftik keçisi fiyatında %20.5 artış görüldü. Kümes hayvanlarından et tavuğu fiyatı %6.3

artarak 14.80 TL ve yumurta tavuğu fiyatı %13.1 artarak 17.47 TL olarak gerçekleşti (TÜİK, 2017b).

TÜİK 2016 yılı verilerine göre, Türkiye'de kişi başına düşen bitkisel üretim değeri (TL) en yüksek olan iller sırasıyla Karaman (8199 TL), Rize (4738 TL) ve Niğde (4402 TL) olurken, en düşük iller ise sırasıyla İstanbul (25 TL), Van (233 TL) ve Kocaeli (249 TL) olmuştur. Kişi başına düşen hayvansal üretim değeri (TL) en yüksek olan iller sırasıyla Ardahan (2901 TL), Kars (2701 TL) ve Burdur (1932 TL) iken, en düşük iller ise sırasıyla İstanbul (19 TL), Kocaeli (86 TL) ve Ankara (110 TL) olmuştur. Kişi başına canlı hayvanlar değeri (TL) en yüksek olan iller sırasıyla Ardahan (12081 TL), Kars (6667 TL) ve Burdur (5353 TL) iken, en düşük iller ise sırasıyla İstanbul (35 TL), Yalova (226 TL) ve Rize (312 TL) olmuştur.

Türkiye coğrafi açıdan hayvancılık için oldukça elverişlidir. Hayvancılığın GSYH'ye etkisi göz ardı edilemez derecededir. Ancak veriler incelendiğinde; büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı yeterliyken, süt üretimi iç pazara yetecek düzeydedir. Süt ve süt ürünlerinde kayıt dışı ekonominin varlığı, tüketim alışkanlıklarında süt ve süt ürünlerinin ötelenmesi bu sektörde Türkiye dezavantajlı duruma düşmüştür. Üstelik et fiyatlarındaki artış yüzünden kesime giden hayvan sayısı da artmıştır. Besin olarak değeri yüksek olan süt ve süt ürünlerinin ötelenmesine rağmen fiyatındaki yükseliş devam etmiştir (Turan ve diğ., 2017).

Bu çalışmada, Çok Değişkenli Uyarlanabilir Regresyon Uzanımları (MARS) yöntemi kullanarak bitkisel ve hayvansal üretim değeri, canlı hayvanlar değeri, kişi başına canlı hayvanlar, bitkisel ve hayvansal üretim değerinin tüketici fiyat indeksine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın materyalini, Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) "Tarımsal Üretim Değeri" konusuna ait değişkenler oluşturmuştur. Bu değişkenler, bitkisel üretim değeri, hayvansal üretim değeri, canlı hayvanlar değeri, kişi başına bitkisel üretim değeri, kişi başına hayvansal üretim değeri ve kişi başına canlı hayvanlar değeri değişkenleridir. Bu değişkenler bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. Bağımlı değişken ise, "Enflasyon ve Fiyat" kısmındaki yılsonu itibarıyla bir önceki yılın aynı ayına göre tüketici fiyatları endeksi değişim oranı (%), 2003=100" olan TÜFE değişkenidir. Veriler Türkiye'de 81 ile ait 2016 yılı değerleridir.

Çok sayıda değişkeni bir arada değerlendirebilen karmaşık algoritmaları kullanan regresyon yöntemlerinden biri de Friedman (1991) tarafından geliştirilen çok değişkenli parametrik olmayan sınıflandırma/regresyon tekniği olan MARS'tır (Multivariate Adaptive Regression Splines). MARS regresyon için uyarlanabilir bir işlemdir ve yüksek boyutlu problemler içinde uygundur. MARS bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki temel fonksiyonel bir ilişki hakkında herhangi bir önsel varsayım gerektirmez ve herhangi bir matematiksel ilişki aramaz. Bunun yerine sebep-sonuç değişkenleri arasında dinamik bir ilişki geliştirir. MARS tekniği, her bağımsız değişkenin bağımlı değişkenle olan ilişkilerini incelemenin yanı sıra, bağımsız değişkenlerin birbirleri arasındaki etkileşimleri belirler ve etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini de ortaya koymaktadır. (Hastie ve diğ., 2001; Tunay, 2001).

MARS yöntemi bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri doğrusal yapıya dönüştürmek için uygun dönüşümler bulan ve bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimleri belirleyende bir yeniliktir (Diechman ve diğ., 2002).

MARS'a temel oluşturan zincir (spline), karmaşık eğri çizimlerinde ve fonksiyon tahminlerinde yeni bir matematiksel süreç olarak göz önüne alınabilir. Zincir düzleştirme

yöntemi iki yada daha üst düzeyli polinomlar kullanıldığında elde edilen ve parametrik olmayan hata varyansının kontrol edilmesini sağlayan bir yöntemdir (Kaki ve diğ.,2004).

MARS terminolojisinde polinomların katılma noktalarına düğüm denir. Yeterli sayıda düğüm sayısı ile bir model tahmin edilebilir. İki boyutlu zincir çizmek daha kolay iken çok boyutlu zincirlerin çizimi zorlaştığından her bir zincir matematiksel temel fonksiyonlarla ifade edilmektedir (Hastie ve diğ., 2008).

Model kurulumu iki aşamada gerçekleşir. İlk aşamada MARS sadece sabit terimle modele başlar ve sürekli olarak çiftler halinde temel fonksiyonları ekler. Temel fonksiyonların devamlı eklenmesi karmaşık ve esnek bir model oluşturur. Temel fonksiyon sayısı en üst seviyeye ulaşınca kadar ekleme devam eder. Temel fonksiyonlar oluşturulurken aynı değişkene ait ileride tanımlanacak olan ayna temel fonksiyonu, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki dağılımın düğüm noktasında eğimin değiştiğini ve düğüm noktasına kadar olan eğimin sıfır olduğunu gösterir. İkinci aşamada, MARS geriye doğru adım algoritması kullanır. En iyi alt model bulunana kadar her aşamada modele katkısı en az olan temel fonksiyonlar atılır. Önemli bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin karşılıklı etkileşimleri belirlenerek, hata kareler toplamı en küçük olan en uygun model oluşturulur. Budama algoritması Friedman (1991) tarafından MARS için genişletilen Genelleştirilmiş Çapraz Doğrulama (GCV) ile yapılır.

GCV hem artıkların hatasını hem de model karmaşasını hesaba katar ve GCV;

$$GCV = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y_i - \hat{f}(x_i)]^2}{\left[1 - \frac{C(B)}{N}\right]^2}$$

402

$C=1+cd$

eşitliklerinden hesaplanır. Eşitlikteki,

n : Veri setindeki gözlem sayısını,

d : Etkili serbestlik derecesi olup bağımsız temel fonksiyonların sayısını,

C : Eklenen temel fonksiyonların maliyet-karmaşıklık (costcomplexity) ölçüsünü ve

B : MARS modelinin kurduğu regresyon modeli sayısını göstermektedir.

Hesaplamalar sonucu C değeri için $2 < d < 3$ değerinin en iyi olduğu bulunmuştur. (Briand ve diğ., 2000).

MARS Modeli, temel fonksiyonlar ile model parametreleri (en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilen); veri girişlerini veren belirleyicilerin sonuçlarından oluşur. Genel MARS modeli aşağıdaki gibidir.

$$f_K(x) = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k \beta_k(x_k) + \varepsilon_i$$

Burada;

k : Düğüm sayısını,

K : Temel fonksiyon sayısını,

X : Bağımsız değişkeni,

α_k : k. Temel fonksiyonun katsayısı,

β_0 : Modeldeki sabit terim

$\beta_k(x_k)$: t. Bağımsız değişken için k. temel fonksiyondur (Hill ve Lewicki, 2006).

Bu fonksiyon kesim parametresi β_0 ve bir veya daha fazla temel fonksiyonun ağırlıklı toplamından oluşur. Aynı zamanda modeli; her bir belirleyicinin tüm değerlerini karşılayan temel fonksiyon kümelerinden, bu temel fonksiyonların ağırlıklı toplamı olarak da düşünülmektedir (Oğuz, 2014).

Temel fonksiyonları belirlemek için, genelde regresyon denklemleri veriler arasındaki ilişki tek bir fonksiyon kullanılır.

Ancak MARS parçalı polinomik bir fonksiyon kullanır. Böylece bütün değerlere en yakın noktalardan geçebilecek regresyon kesitleri oluşturulabilir. Regresyon kesit fonksiyonları parçalı polinomik temel fonksiyonların düğümlerde birleştirilmesi ile elde edilmiş sürekli bir fonksiyondur. Temel fonksiyonlardaki sabitler en küçük kareler yöntemi ile bulunur. Temel fonksiyonlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$B_k(x) = \prod_{j=1}^{J_k} [s_{kj}(x_{vkj} - t_{kj})] \quad k = 1, 2, \dots, K$$

J_k : İnteraksiyon derecesi

$$[\cdot]_+ = \max[0, \cdot]_+$$

$$s_{kj}: \in [\pm 1]$$

t_{kj} : düğüm değeri

x_{vkj} : bağımsız değişken değerini gösterir (Hill ve Lewicki, 2006).

403

MARS modeli bağımsız değişkenlerin farklı aralıklarını uydurma temel fonksiyonları tarafından inşa edilmiştir. Genellikle zincirler olarak da adlandırılan parçalı polinomların birbirine bağlı düzgün parçaları vardır. MARS terminolojisinde, polinomların katılma noktalarına arıza noktaları veya düğüm denir ve küçük t harfi ile gösterilir. MARS $(x - t)_+$ ve $(t - x)_+$ şekli parçalı doğrusal temel fonksiyonlardaki genişlemeleri kullanılır. Parametre temel fonksiyonların düğümüdür. Bu düğümler aynı zamanda (t-x) ve (x-t) terimlerinin yanındaki (+) işareti eşitliğin sonucunun yalnızca pozitif olduğunu gösterir. Aksi halde her bir fonksiyon sıfır noktasında değerlendirilir. Böylece,

$$(x - t)_+ = \begin{cases} (x - t), & \text{eğer } x < t, \\ 0, & \text{diğer,} \end{cases}$$

$$(t - x)_+ = \begin{cases} (t - x), & x \geq t \\ 0, & \text{diğer} \end{cases}$$

eşitlikleri kullanılır (Hastie ve diğ., 2008).

Her bir fonksiyon, değeri de bir düğüm ile parçalı doğrusaldır ve bunlar doğrusal zincirlerdir. MARS parçalı doğrusal regresyon kullanarak esnek modeller meydana getirir ve doğrusal olmayan durumları ortadan kaldırmak için bağımsız değişkenin farklı aralıklarında ayrı regresyon eğilimleri kullanır. Regresyon eğiminin değiştiği ve bir aralıktan diğerine geçildiği noktalara düğüm denir (Chen ve diğ., 2005).

Önemli bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin karşılıklı etkileşimleri saptanarak, hata kareler toplamı minimum olan en uygun model oluşturulur. Bu da genelleştirilmiş çapraz geçerlik ile yapılır ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$GCV = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(1 - P(M)/n)^2}$$

$$P=1+cd$$

Burada, n:Gözlem sayısı, d:Bağımsız temel fonksiyonların sayısı, P:Eklenen temel fonksiyonların maliyet-karmaşıklık ölçüsü ve M:MARS modelinin kurduğu regresyon modeli sayısıdır (Briand ve diğ., 2000).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada bitkisel üretim değeri (BUD), hayvansal üretim değeri (HUD), kişi başına bitkisel üretim değeri (KBBUD), kişi başına hayvansal üretim değeri (KBHUD) ve kişi başına canlı hayvanlar değerinin (KBCHD) enflasyona yani TÜFE değişkenine olan etkisine yönelik en iyi MARS modeli oluşturulmuştur. Bunun için GCV, R², Düzeltilmiş R², SDratio, RAE, RMSE, MAPE ve MAD uyum iyiliği istatistikleri hesaplanmıştır. Bu istatistikler R Studio paket programında hesaplanmış olup Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Modele ait uyum iyiliği kriterleri

r	R ²	Düz. R ²	SDratio	RMSE	RAE	MAPE	MAD	GVC
0.975	0.950	0.867	0.224	0.137	0.015	1.228	0.11	0.0187

Tablo 1 incelendiğinde, GCV değerinin kendi minimumuna sahip olduğu görülmektedir. GCV değeri 0.0187 olarak hesaplanmıştır. Model için hesaplanan R²=0.950, Düz. R²=0.867, SDratio=0.224, RMSE=0.137, RAE=0.015, MAPE=1.228 ve MAD=0.11’dir.

Kurulan model 2. dereceden etkileşimli 72 terimden oluşan sabit dahil 50 temel fonksiyona sahip modeldir. Modelde ceza (penalty) değeri 2 alınmıştır. Bu nedenle modele ait temel fonksiyon sayısı 49 olarak seçilmiştir. BUD, HUD, KBBUD, KBHUD ve KBCHD’nin TÜFE’ye olan etkisine yönelik MARS modeli sonucu Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. MARS Modelinin tahmini sonuçları

	Temel fonksiyon	Katsayı
	Sabit	-10.582315227630
BF1	max(0,1.40369e+06-BUD)	-0.000004979278
BF2	max(0, BUD-1.40369e+06)	0.000003585387
BF3	max(0, BUD-2.46222e+06)	0.000003649104
BF4	max(0, CHD-944956)	0.000003622665
BF5	max(0, CHD-1.37434e+06)	0.000005584794
BF6	max(0, 1.88603e+06-CHD)	0.000011548877
BF7	max(0, CHD-1.88603e+06)	-0.000012258025
BF8	max(0, HUD-106578)	0.000038323453
BF9	max(0, HUD-144728)	-0.000143023925
BF10	max(0, HUD-175102)	0.000205749651
BF11	max(0, 199925-HUD)	-0.000014807740
BF12	max(0, HUD-199925)	-0.000092434362
BF13	max(0, KBBUD-1887)	0.004485570242
BF14	max(0, KBBUD-2618)	-0.001045716697
BF15	max(0, 3268-KBBUD)	0.007140460147
BF16	max(0, KBBUD-3268)	-0.007053288149
BF17	max(0, KBCHD-945)	0.002950428605
BF18	max(0, KBCHD-1143)	-0.006002485384
BF19	max(0, KBCHD-1766)	0.003966787169
BF20	max(0, KBCHD-1972)	-0.005516286714
BF21	max(0, KBHUD-299)	0.001702120334
BF22	max(0, KBHUD-1131)	-0.004708313398
BF23	max(0, BUD-2.46222e+06) * KBBUD	-0.000000002095
BF24	HUD * max(0, KBBUD-3268)	0.000000014036
BF25	KBCHD * max(0, 299-KBHUD)	-0.000005056333
BF26	max(0, 1.09529e+06-BUD) * max(0, 3268-KBBUD)	-0.000000000876
BF27	max(0, BUD-1.09529e+06) * max(0, 3268-KBBUD)	-0.000000001325
BF28	max(0, 496548-BUD) * max(0, KBCHD-945)	0.000000002353
BF29	max(0, 1.40369e+06-BUD) * max(0, KBCHD-1693)	0.000000001483
BF30	max(0, 1.40369e+06-BUD) * max(0, 1693-KBCHD)	0.000000001651
BF31	max(0, 675178-BUD) * max(0, KBHUD-299)	0.000000009596
BF32	max(0, BUD-675178) * max(0, KBHUD-299)	-0.000000008644
BF33	max(0, 1.10477e+06-CHD) * max(0, 3268-KBBUD)	-0.000000001764
BF34	max(0, CHD-810343) * max(0, KBHUD-299)	0.000000028191
BF35	max(0, CHD-944956) * max(0, KBHUD-391)	-0.000000028683
BF36	max(0, CHD-944956) * max(0, 391-KBHUD)	0.000000005092
BF37	max(0, 234709-HUD) * max(0, 3268-KBBUD)	0.000000004834
BF38	max(0, HUD-279461) * max(0, 3268-KBBUD)	-0.000000003084
BF39	max(0, HUD-199925) * max(0, KBHUD-358)	0.000000010148
BF40	max(0, 1651-KBBUD) * max(0, KBCHD-945)	-0.000002844426
BF41	max(0, KBBUD-1651) * max(0, KBCHD-945)	0.000003679609
BF42	max(0, KBBUD-2197) * max(0, KBCHD-637)	-0.000001436231
BF43	max(0, 3268-KBBUD) * max(0, KBCHD-1766)	0.000002298338
BF44	max(0, 3268-KBBUD) * max(0, 1766-KBCHD)	-0.000003123896
BF45	max(0, KBBUD-1426) * max(0, KBHUD-299)	0.000020387753
BF46	max(0, KBBUD-1610) * max(0, KBHUD-299)	-0.000025614517
BF47	max(0, 3268-KBBUD) * max(0, KBHUD-331)	-0.000005397264
BF48	max(0, 3268-KBBUD) * max(0, 331-KBHUD)	0.000003461224
BF49	max(0, KBCHD-637) * max(0, 684-KBHUD)	-0.000001499302

Tablo 2 incelendiğinde, TÜFE'yi hem pozitif hem de negatif yönde en fazla ve en az etkileyen değişkenin KBBUD olduğu görülmüştür. KBBUD değişkeni 3268 düğüm noktasında BF15 ve BF16 temel fonksiyonlarıyla modele girmiştir. KBBUD için oluşturulan temel fonksiyonlar (3268-KBBUD) ve (KBBUD-3268) olarak tanımlanır. Bu durumda BF15=(3268-KBBUD) temel fonksiyonu kişi başına bitkisel üretim değeri 3268 liradan daha düşük olan değeri, BF16=(KBBUD-3268) temel fonksiyonu ise kişi başına bitkisel üretim değeri 3268 liradan daha yüksek olanı ifade etmektedir. Ayrıca KBCHD değişkeni TÜFE'yi negatif ve pozitif yönde en düşük ve en yüksek olarak etkileyen diğer değişkendir. KBCHD değişkeni 1766 düğüm noktasında BF19 temel fonksiyonuyla modele girmiştir. Kişi başına canlı hayvan değeri 1766 liradan fazla olan değer modelde etkisi pozitif ve yaklaşık 0.003967'dir. Bu bilgiler doğrultusunda elde edilen MARS modeli aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \text{TÜFE} = & -10.582315227630 - 0.000004979278 \times \text{BF1} + 0.000003585387 \times \text{BF2} \\ & + 0.000003649104 \times \text{BF3} ++ 0.000003461224 \times \text{BF48} - 0.000001499302 \times \text{BF49} \end{aligned}$$

şeklindedir.

Değişkenlerin modele olan katkılarına göre sıralaması Tablo 3'de verilmiştir. Modelde yer alan bağımsız değişkenlerin önemlilik dereceleri (nispi önemleri) en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Önemlilik değeri yüksek olan değişkenin modele katkısı daha fazla, önemlilik değeri düşük olanın ise modele katkısı daha azdır. Bu değerler modele alınan tüm değişkenler için hesaplanmıştır. Tablo 3'de görüldüğü gibi, modele katkısı en fazla olan yani bağımlı değişken TÜFE üzerine en etkili değişken KBHUD değişkenidir. Sırasıyla diğer etkili değişkenler KBBUD VE KBCHD değişkenleridir. TÜFE üzerinde en az etkili olan değişken ise BUD olmuştur.

Tablo 3. Değişkenlerin önemlilik oranları

Değişkenler	Önemlilik
KBHUD	100
KBBUD	95.5
KBCHD	92.1
HUD	85.9
CHD	85
BUD	71.2

4. SONUÇ

MARS yöntemi sağladığı avantajlar nedeniyle son zamanlarda sıklıkla kullanılan bir model olmuştur. Ancak sonuçların yorumlanması diğer yöntemlere göre daha zordur. Ziraat alanında gerçek yapıyı tanımlamada model iyi kurulduğunda mükemmel yakın sonuçlar alınabilmektedir.

KAYNAKLAR

- AYVALI, M. 2017. Tüketici Fiyat Endeksi-TÜFE Nedir?
<http://www.bireyselyatirimci.com/tuketici-fiyatlari-endeksi-tufe-nedir/>
- BRIAND, L.C, FREIMUT, B., VOLLEI, F. 2000. IESE; Using Multiple Adaptive Regresyon Splines to Understand Trends in Inspection Data And Identify Optimal Inspection Rates, Software Engineering Research Network Technical Report, Germany, 5-10.
- CHEN, I. F., LEE, T. A. 2005. Two-Stage Credit Scoring Model Using Artificial Neural Networks and Multivariate Adaptive Regression Splines, Elsevier, 28:743-752.
- DEICHMAN, J., ESHGI, A., HAUGHTON, D., SAYEK, S., TEEBAGY, N. 2002. Application of Multiple Adaptive Regression Splines (MARS) in Direct Response Modelling, Journal of Interactive Marketing, 16:15-27.
- FRIEDMAN, J. H. 1991. Multivariate Adaptive Regression Splines, Annals of Statistics, 19(1):1-67.
- HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., FRIEDMAN, J. 2001. The Elements of Statistical Learning; Data mining, Inference and Prediction. Springer Verlag, New York.
- HILL, T., LEWICHI, P. 2006. Statistics Methods and Applications. A Comprehensive Reference for Science, Industry and Data Mining. StatSoft, Inc., USA. ISBN:1-884233-59-7.
- KAKI, B., YEŞİLOVA, A. ŞEN, C. 2004. Yarı Parametrik Regresyon Yönteminin Hayvancılıkta Kullanılması, 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Sözlü Bildiriler Programı, Van, 26-32.
- OĞUZ, A. 2014. Çok değişkenli uyarlanabilir regresyon zincirlerinin irdelenmesi ve bir uygulama. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Erzincan.
- TUNAY, K. B. 2001. Türkiye’de Paranın Gelir Dolaşım Hızlarının MARS Yöntemiyle Tahmini. METU Studies in Development, Ankara, 28(2):1-23.
- TURAN, Z., ŞANVER, D., ÖZTÜRK, K. 2017. Türkiye’de hayvancılık sektöründen süt inekçiliğinin önemi ve yurt içi hasılaya katkısı ve de dış ülkelerle karşılaştırılması. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(3):60- 74.
- TÜİK, 2016. Bölgesel İstatistikler. Tarımsal Üretim Değeri.
<https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do?durum=ac kapa&menuNo=191&altMenuGoster=1&secilenDegiskenListesi=#>
- TÜİK, 2017a. Bitkisel ve Hayvansal Üretim Değerleri. Bitkisel Üretim Değeri.
<https://www.gidahatti.com/turkiyenin-bitkisel-uretim-degeri-1352-milyar-tl-98674/>
- TÜİK, 2017b. Bitkisel ve Hayvansal Üretim Değerleri. Hayvansal Üretim Değeri.
<https://www.gidahatti.com/hayvansal-uretim-70-milyara-dayandi-100360/>

