

Hatice Handan ÖZTEMİZ* 

* Araştırma Görevlisi. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Uluslararası Ticaret Anabilim Dalı
hatice.oztemiz@alanya.edu.tr

Türkiye İhracat Birim Değer Endeksi ve İhracat Miktar Endeksinin Markov Süreçleri ile Uzun Dönem Analizi

Özet

İhracat birim değer ve ihracat miktar endeksi Türkiye İstatistik Kurumu tarafından aylık periyotlarda hesaplanan dış ticaret endeksleridir. Bu çalışmada söz konusu endekslere ait 2013-2020 dönemindeki birer aylık periyotlardaki veriler kullanılmış ve stokastik süreçlerden Markov zincirleri analizi ile her iki endeks değerinin zamana bağlı genel seyirinden yola çıkılarak uzun dönemdeki tahmin değerleri hesaplanmıştır. Analiz sonucunda ihracat birim değer endeksinin uzun dönemde %50 olasılıkla 95,6 ile 101,1 aralığında olacağı tahminlenmiştir. İhracat birim değer endeksinin uzun dönemde alabileceği en düşük değer 90,5 (%40 olasılık) en yüksek değer ise 105,2 (%10 olasılık) olarak hesaplanmıştır. İhracat miktar endeksinin uzun dönemde alacağı tahmini değerinin ise %18 olasılıkla 96,6 ile 102,4 aralığında, %17 olasılıkla da 116,8 ile 122,6 aralığında olacağı tahmin edilmiştir. İhracat miktar endeksinin 2020 yılının son aylarında yakaladığı en yüksek skoru olan 146,5 değerine ulaşma olasılığı ise %3 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Markov Zincirleri Analizi, İhracat Birim Değer ve İhracat Miktar Endeksi, Stokastik Süreçler.

JEL Sınıflama Kodları: C02, C53, F17

The Long Term Analysis Of Turkey Export Unit Value and Export Volume Index with Markov Chain

Abstract

Export unit value and export volume index are foreign trade indices calculated monthly by the Turkish Statistical Institute. In this study, the data of indices for the monthly periods of 2013 -2020 were used and the long-term forecast values were calculated based on the general trend over the time for both indices. Markov Chain Analysis, one of the stochastic processes, was used as a method in the research. As a result of the analysis, it is estimated that the export unit value index will be between 95,6 and 101,1 with a probability of 50% in the long term. The lowest value of the export unit value index can take in the long term is 90,5 (40% probability) and the highest value of the index is 105,2 (10% probability). The estimated value of the export volume index in the long term is estimated to be between 96,6 and 102,4 with 18% probability, and between 116,8 and 122,6 with 17% probability. The probability of reaching 146,5, the highest score of the export volume index in the last months of 2020, is 3%.

Keywords: Markov Chains Analysis, Export Unit Value and Export Volume Index, Stochastic Processes.

JEL Codes: C02, C53, F17

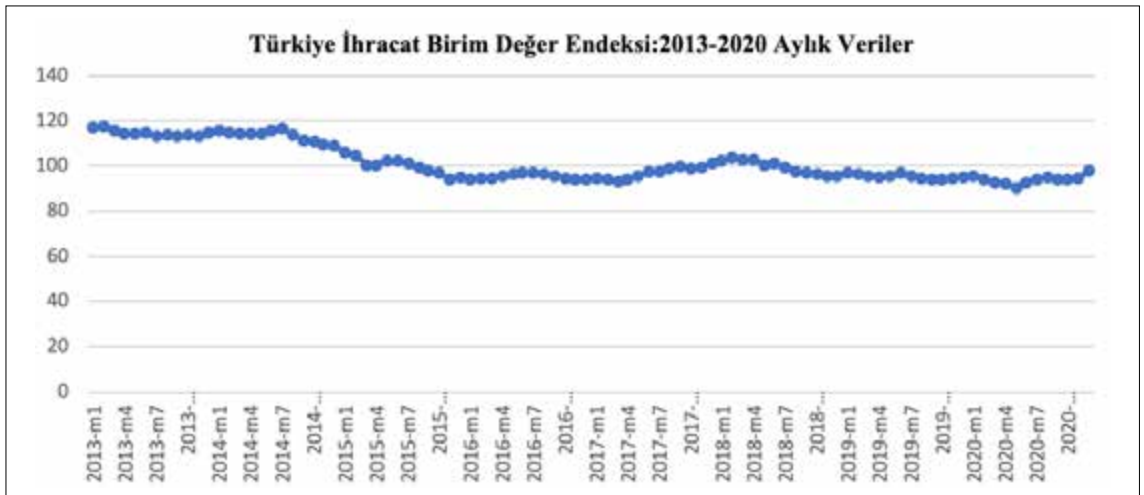
Giriş

Dış ticarete konu mal ve hizmet sayısının çok fazla olması ihracat ve ithalat fiyatlarının endeksler ile temsil edilmesini zorunlu kılmıştır (Çabuk, 1995:97). Her ne kadar ihracat/ithalat fiyatlarını temsilde yeterli olup olmamasına ilişkin uluslararası literatürde pek çok eleştiri olsa da ihracat/ithalat birim değer endeksi, ülkemizde her ay düzenli olarak Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlamakta ve ekonomi haberlerinde yerini almaktadır.

Dış ticaret endeksleri olarak TÜİK tarafından, değer endeksi, miktar endeksi, birim değer endeksi ve dış ticaret hadleri olmak üzere 4 farklı endeksten oluşmakta, dış ticaret hadleri dışındaki endeksler hem ihracat hem de ithalat için ayrı ayrı hesaplanmaktadır (TÜİK,2021). İhracat ve ithalat birim değer endeksleri, ihracat ve ithalat fiyatlarının genel seyrini gösteren yüksek frekanslı (aylık) verilerdir ve bir ürünün birim değeri o ürünün toplam değerinin toplam miktarına bölünmesi sonucu hesaplanmaktadır (Eren, 2015:2). İhracat ve ithalat birim değer endeksi, sırasıyla ihracat ve ithalatta meydana gelen birim değerdeki değişimi göstermektedir. TÜİK, ihracata veya ithalata konu olan tüm ürünler için gerekli hesaplamayı yaptıktan sonra elde ettiği birim değerlerini birleştirerek birim değer endekslerini oluşturduğundan bu endeks değerlerinin tahmini değerler veya yaklaşık değerler olduğu bilinmektedir (Eren,2015:2). Ülke gümrük idarelerine yapılan iadelerden derlenen birim değer ihracat ve ithalat endeksleri, genellikle enflasyon aktarımı, ticaret hadleri (etkiler) analizinde fiyat endekslerinin temsilleri olarak ve hacim serilerini üretmek için ithalat ve ihracat değer serilerini deflate etmek (nominal değeri reel değere çevirmek) amacıyla kullanılmaktadır (Silver,2008:297).

İhracat birim değer endeksi, Türkiye örneğine cari açığın kapatılmasında önemli role sahiptir (Akcan, 2019:11). İhracat birim değer endeksinin artması, ihracata konu malın daha yüksek fiyatlarla alıcı bulması yoluyla sağlanabilir. İhracat birim değer endeksinin ithalat birim değer endeksine oranı olarak hesaplanan net dış ticaret haddi artışının bir yolu da ihracat birim değer endeksindeki yükselişe bağlıdır. Ancak bir ülkenin katma değer ve refahını artırmasının en istikrarlı yolu hem ihracatı miktarını hem de ihracat fiyatını artırmaktan geçmektedir (Akın ve Güneş, 2018:450). 1980 sonrası ihracata dayalı büyüme modeline geçen Türkiye'nin 2013-2020 yılları arasındaki ihracat birim değer endeksi aylık periyottaki değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Türkiye İhracat Birim Endeksi: 2013-2020 Aylık Veriler

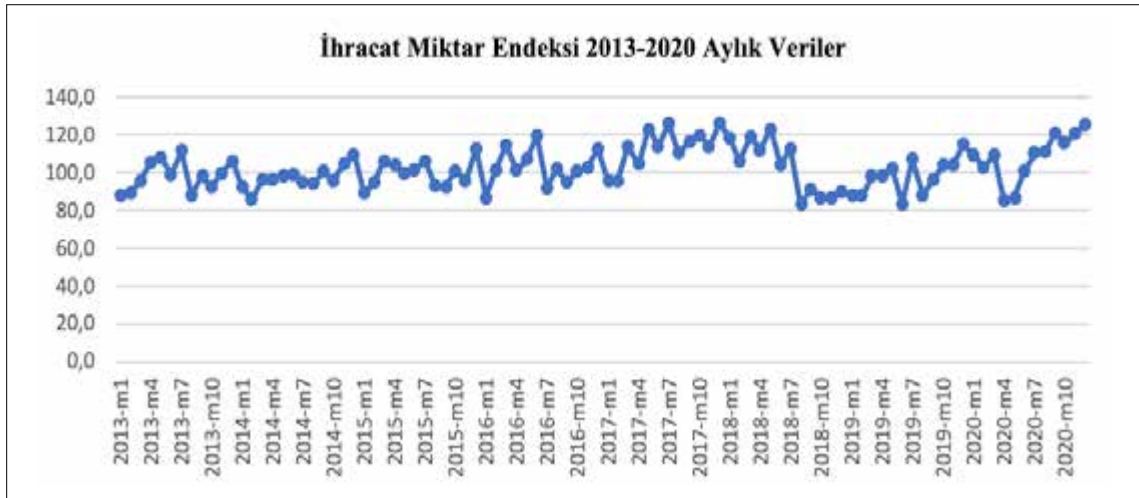


Kaynak: TÜİK, Dış Ticaret Endeksleri.

Küresel veya ulusal pek çok ekonomik ve siyasi krizin özellikle dış ticaret başta olmak üzere finansal ve iktisadi değişkenlerde aşırı sıçramalara yol açtığı bilinmektedir (Aktaş,2007:151). İhracat ve ithalat tek ülke ekonomisi kontrolünde olmadığından dış ticaretin, özellikle dövizde meydana gelen oynaklıklardan daha fazla etkilendiği söylenebilir. Şekil 1’de yer alan Türkiye 2013-2020 dönemi aylık periyottaki ihracat birim değer endeksi grafiği incelendiğinde endeks değerinin 90 ile 120 arasında değiştiği görülmektedir. 2013 yılı ilk aylarında 117 skor değerinde olan endeks 2014 yılının ortalarında gerileme eğilimine girmiş, 2018 yılı ilk aylarında küçükte olsa bir yükseliş seyrinden sonra tekrar gerileme eğilimi sürdürerek 2020’lerde ortalama 94’ler civarına kadar düşmüştür. 2014 yılındaki bu durum, 2008 küresel krizinin yükselen ekonomilere yansımaları ile 2018 yılındaki durum ise Türkiye Döviz ve Borç krizi olarak adlandırılan ekonomik kriz döneminin etkisi ile açıklanabilir.

İhracat miktar endeksi ise, fiyatlar sabit olmak üzere ihracat miktarında meydana gelen değişimi göstermektedir (TÜİK, Dış Ticaret Endeksleri, 2021). 2013-2020 yıl aralığı aylık periyotta ihracat miktar endeksinin değişimi Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekil 2’de görüldüğü üzere ihracat miktar endeksinin alt sınırı 80 üst sınırı da 125 civarındadır.

Şekil 2. Türkiye İhracat Miktar Endeksi Aylık Veriler :2013-2020



Kaynak: TÜİK, Dış Ticaret Endeksleri.

İhracat birim değer endeksi, ihracat miktar endeksi ile karşılaştırmalı olarak incelendiğinde ihracat birim değer endeksi düzenli bir azalış eğilimi göstermese de 2020 yılında 2013’e göre azalmış olması; ihracat miktar endeksinin ise doğrusal bir artış eğiliminde olmamasına rağmen 2013 yılına göre 2020’de yükselmiş olması dikkate değerdir. Bu durum Türkiye’nin ihracata konu mal miktarındaki artışa karşılık satılan ürünün birim değerinin azaldığına yani 2013 yılına göre 2013 yılı sonrasında Türkiye’nin dış pazarda daha ucuz ancak daha çok mal satışı yaptığını yorumlanabilir.

Bu çalışmanın amacı 2013 yılından 2020 yılına kadar ki aylık periyotlarda yayımlanan ihracat birim değer endeksi ve ihracat miktar endeksinin zamana göre gösterdiği genel eğilimi baz alarak, şu anki durumuna bağlı uzun dönemde alacağı değer aralıklarının tahminidir.

1. Stokastik Süreçler: Markov Zinciri Analizi

Stokastik süreçler, istatistiksel teoremin dinamik kısmıdır ve olasılık dilini kullanarak dinamik sistemdeki belirsizliğin özel bir model tipidir (Can,2006:9).

Bir zaman serisindeki şu anki verilerden yola çıkarak gelecekteki değerlerini tahminlenmeye yönelik stokastik süreçlerden Markov Zinciri Analizi, 1923 yılında ilk matematiksel yapısının oluşturulmasının ardından eğitimden biyolojiye, finanstan ekonomiye, işletme performansından marka tercihlerine olmak üzere farklı pek çok disiplinde uygulanma alanına sahiptir. Markov zinciri olarak modellenebilen stokastik süreçlerin kısa ve uzun dönemli eğilimlerinin Markov zincirindeki çeşitli araçlarla analizi edilmesi, belirsizlik durumlarında karar verme sürecine dahil edilerek daha rasyonel çözümler sağlamaktadır (Özdemir ve Demireli,2014:42).

Matematiksel temelli bir örnek uzayı ve bu örnek uzay için tanımlanan olasılıklara dayanan Markov zinciri (Çınlar, 1975:1006-119) kesik zamanlı veya kesik parametrelili bir stokastik süreçtir. Markov zincirleri analizleri, Markov süreci olarak adlandırılan bir olasılık sürecidir ve analizde ilerde ortaya çıkması olası durumların geçmiş verilerden ziyade şu anki verilerden yararlanılarak hesaplanması söz konusudur (Rüzgar, 2003:165). Gelecek değerlerin geçmiş veriler yerine şu anki yani son mevcut veriye göre belirlenmesi Markov özelliği olarak bilinmektedir (Can,2006:17). Markov özelliği, sistemde bir durumdan diğer duruma geçişin sadece bir önceki duruma bağlı şartlı olasılığı göstermektedir.

Kesikli stokastik süreç öyle ki sonlu veya sayılabilir sonsuz bir zaman kümesi olmak üzere, bir olasılık uzayı üzerinde tanımlı tesadüfi değişkenler ailesi olarak ifade edilebilir (Öz ve Erpolat, 2010:579). Burada, t zamanındaki sürecin durumunu göstermektedir. Terminoloji olarak şu anki durumunun sadece durumuna bağlı olduğu, geçmiş durumlardan bağımsız olduğunu ifade eden Markovyen özellik veya *Markov özelliği*

de olasılık fonksiyonu ile (*) aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$P\{X_r=i_r \mid X_{t_0}=i_0, \dots, X_{t_{r-2}}=i_{r-2}, X_{t_{r-1}}=i_{r-1}\} = P\{X_r=i_r \mid X_{t_{r-1}}=i_{r-1}\} \quad (*)$$

Burada $=\{i_k \mid k=1,2, \dots, r \in \mathbb{N}\}$ durum uzayını göstermektedir.

Markov zincirleri analizinde süreç, zamanla ortaya çıkan durumlar ve bu durumlar arasındaki geçiş sayılarının hesaplanması ile başlar. Markovyen özellik olan bir sistemde bir durumdan diğer duruma geçiş, sadece bir önceki duruma bağlı şartlı olasılıktır (Rüzgar, 2003:165). *Geçiş olasılıkları* (*) denklemini göz önüne alınarak notasyonu ile ifade edilmek üzere (Can,2006:20-21):

$$p_{ij} = P\{X_n=j \mid X_{n-1}=i\} \quad i, j=1,2, \dots, \in E, \quad n=1,2, \dots, \in \mathbb{N} \text{ 'dir.}$$

notasyonu ile gösterilen yukarıdaki olasılık, n-1 adımdan n adıma geçiş olasılığı olduğundan tek adım geçiş olasılıkları olarak da adlandırılmaktadır.

Markovyen özellik gösteren ve geçiş olasılıkları zamandan bağımsız veya zaman için homojen yani $p_{ij} = P\{X_n=j \mid X_{n-1}=i\} = P\{X_1=j \mid X_0=i\}$ olan stokastik süreç *Markov Zinciri* olarak adlandırılmaktadır.

$E=\{1,2, \dots, N\}$ sonlu durum olmak üzere, geçiş olasılıklarının oluşturduğu matrise *geçiş olasılıkları matrisi* adı verilir. Geçiş olasılıkları matrisi;

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & \dots & N \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{matrix} & \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ p_{N1} & p_{N2} & \dots & p_{NN} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

olmak üzere her satırdaki geçiş olasılıklarının toplamı 1'e eşittir:

$$\sum_{j=1}^N p_{ij} = 1 \quad i = 1,2, \dots, N.$$

Elemanları (0,1) arasında değişen ve her satırındaki girdilerin toplamı 1'e eşit olan matrisi *Stokastik Matris* veya *Markov Matrisi* adı da verilmektedir (Can, 2006:23).

Markov zinciri analizinde tek adım geçiş olasılıkları matrisinin yanı sıra n. adım Markov geçiş matrisinin rolü de oldukça önemlidir. Bir Markov zinciri süreci

için sistem m anında i durumundayken bir sonraki adım yerine n adım sonra j durumda olması olasılığını ifade eden olasılık notasyonu p_{ij}^n olmak üzere, $i, j; \in E$;

$$P_{ij}^n = P\{X_{m+n} = j | X_m = i\} = P\{X_n = j | X_0 = i\}$$

n. adım geçiş olasılığını ifade etmektedir (Tims,2003:87). n. adım geçiş olasılıklarının hesaplanmasında Chapman-Kolmogrov denklemlerinde yararlanılmaktadır (Hillier ve Lieberman, 2001; Ross, 2000 aktaran Alp ve Öz,2009:42). Chapman- Kolmogrov denkleminde göre

$$P^n = P^{(n-1)} P = P^n$$

dir. Buradan yola çıkarak n. adım geçiş olasılıkları matrisi, P geçiş olasılıkları matrisinin kendisi ile n kez çarpılması ile hesaplanır.

Geçiş olasılıkları matrisinin katlarının hesaplanması uzun dönemde olasılık değerleri sabit bir sayıya yakınsar ve yakınsayan geçiş olasılık değerlerini girdi kabul eden olasılık vektörleri, denge durum matrisinin satır matrisini oluşturur ve her biri birbirine eşittir.

$i=1,2,...N$ olmak üzere denge durum olasılıkları v_i olsun. $\forall i=1,2,...n$ için v_i değerlerini elemanı olarak kabul eden V denge olasılık vektörü $V=[v_1 v_2 \dots v_N]$ olmak üzere $[v_1 v_2 \dots v_N] \cdot P = [v_1 v_2 \dots v_N]$ dir. Bu denklik yardımıyla P geçiş olasılık matrisinin hesaplanmasından sonra V denge durum olasılık vektörü N bilinmeyenli N adet denklemin grubunun çözümü ile kısa yoldan hesaplanabilir.

Analiz Ve Bulgular

Otokorelasyon, diğer bir ifadeyle ardışık bağımlılık, birbirini izleyen hata değerleri arasında anlamlı bir ilişkinin bulunması durumu olarak tanımlanmaktadır (Albayrak,2014:2). Yani otokorelasyon hata teriminin birbirini izleyen değerleri arasında ilişki bulunması halini göstermektedir (Tarı, 2014:191). İhracat birim değer endeksi ve İhracat miktar endeksi gözlem değerleri arasındaki otokorelasyon durumunu gösteren Eviews 10 programından elde edilen

korelogram grafikleri ve otokorelasyon katsayıları ve kısmi otokorelasyon katsayı değerleri Şekil 3 ve Şekil 4'de sırasıyla gösterilmiştir.

Şekil 3'de İhracat birim değer endeksi için verilen korelogramda ACF veya AC (autocorrelation: otokorelasyon) ve PACF veya PAC (partial autocorrelation: kısmi otokorelasyon) katsayıları gecikme değerleri için hesaplanmış şekilde gösterilmektedir. ACF değerlerinin 0.95 güven aralığının dışında kaldığı Şekil 3 'deki korelogramda açık şekilde görülmektedir. Benzer şekilde Şekil 4'de verilen ihracat miktar endeksine ait korelogram grafiği 0.95 güven aralığında ACF değerlerinin güven aralığını aşan değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum hem ihracat birim değer endeksi hem de ihracat miktar endeksi gözlem değerleri arasında otokorelasyon olduğunu göstermektedir. Her iki endeks serisinin de ardışık bağımlılık göstermesi endekslerin 2013m1-2020m12 aralığında markovyen özellik gösterdiğine yorumlanmaktadır.

Şekil 3. 2003M1-2020M12 İhracat Birim Değer Endeksinin Otokorelasyon ve Kısmi Otokorelasyon Korelogram Grafiği

Date: 06/06/21 Time: 13:00
Sample: 2013M01 2020M12
Included observations: 96

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.966	0.966	92.329	0.000		
2	0.922	-0.157	177.36	0.000		
3	0.880	0.027	255.68	0.000		
4	0.842	0.020	328.10	0.000		
5	0.803	-0.041	394.70	0.000		
6	0.758	-0.106	454.70	0.000		
7	0.712	-0.013	508.26	0.000		
8	0.659	-0.145	554.66	0.000		
9	0.612	0.082	595.11	0.000		
10	0.568	-0.013	630.37	0.000		
11	0.525	-0.017	660.86	0.000		
12	0.477	-0.099	686.35	0.000		
13	0.422	-0.098	706.56	0.000		
14	0.368	-0.023	722.13	0.000		
15	0.317	-0.015	733.77	0.000		
16	0.269	-0.000	742.31	0.000		
17	0.224	-0.012	748.28	0.000		
18	0.174	-0.091	751.94	0.000		
19	0.119	-0.088	753.68	0.000		
20	0.070	0.065	754.29	0.000		
21	0.030	0.016	754.40	0.000		
22	-0.012	-0.078	754.42	0.000		
23	-0.049	0.048	754.72	0.000		
24	-0.085	-0.021	755.66	0.000		
25	-0.118	0.016	757.50	0.000		
26	-0.144	0.063	760.28	0.000		
27	-0.157	0.115	763.64	0.000		
28	-0.163	0.031	767.30	0.000		
29	-0.173	-0.069	771.48	0.000		
30	-0.176	0.118	775.90	0.000		
31	-0.179	-0.035	780.53	0.000		
32	-0.176	0.018	785.10	0.000		
33	-0.168	0.048	789.32	0.000		
34	-0.155	0.048	792.96	0.000		
35	-0.133	0.119	795.67	0.000		
36	-0.114	-0.034	797.72	0.000		

Şekil 3. 2003M1-2020M12 İhracat Miktar Endeksinin Otokorelasyon ve Kısmi Otokorelasyon Korelogram Grafiği

Date: 06/06/21 Time: 12:59
Sample: 2013M01 2020M12
Included observations: 96

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.572	0.572	32.402	0.000
		2	0.489	0.240	56.300	0.000
		3	0.346	-0.006	68.404	0.000
		4	0.374	0.170	82.678	0.000
		5	0.322	0.051	93.406	0.000
		6	0.314	0.048	103.73	0.000
		7	0.312	0.092	114.02	0.000
		8	0.308	0.052	124.19	0.000
		9	0.309	0.060	134.52	0.000
		10	0.387	0.192	150.90	0.000
		11	0.408	0.112	169.30	0.000
		12	0.510	0.240	198.45	0.000
		13	0.321	-0.190	210.13	0.000
		14	0.322	0.004	222.02	0.000
		15	0.208	-0.088	227.03	0.000
		16	0.248	-0.003	234.24	0.000
		17	0.284	0.145	243.85	0.000
		18	0.213	-0.142	249.34	0.000
		19	0.294	0.168	259.93	0.000
		20	0.205	-0.126	265.13	0.000
		21	0.209	-0.072	270.63	0.000
		22	0.127	-0.159	272.69	0.000
		23	0.259	0.174	281.36	0.000
		24	0.268	0.015	290.72	0.000
		25	0.186	-0.045	295.31	0.000
		26	0.088	-0.159	296.34	0.000
		27	0.066	-0.017	296.93	0.000
		28	0.065	-0.065	297.52	0.000
		29	0.086	-0.066	298.55	0.000
		30	0.057	0.049	299.01	0.000
		31	0.119	-0.029	301.07	0.000
		32	-0.004	-0.025	301.07	0.000
		33	-0.014	-0.175	301.10	0.000
		34	-0.090	-0.057	302.34	0.000
		35	0.052	0.060	302.75	0.000
		36	-0.007	-0.082	302.76	0.000

Serilerindeki ardışık bağımlılığının tespitinin ardından ihracat birim değer ve ihracat miktar endeksi için sırasıyla Markov süreci oluşturulmuştur. Tablo 1’de ihracat birim değer endeksi 2013-2020 aylık verileri için minimum, maksimum, ortalama değerleri ve her bir gözlem değerinin bir sınıf aralığında olmasına dikkat edilecek şekilde oluşturulan sınıf aralığı değerleri ve frekanslarına yer verilmiştir. İhracat birim değer endeksinin en yüksek skoru 117.5 olup bu değer

Şekil 1’de de gösterildiği üzere 2013 yılının ilk aylarında (Şubat 2013’te) gerçekleşmiştir. 2020 yılı mayıs ayında endeksin yakaladığı 90,5 değeri ise serinin minimum skorudur. Maksimum ve minimum skor arasındaki farka eşit olan serinin aralık genişliği ise 27,023 olarak hesaplanmıştır. Her bir gözlemin bir sınıf aralığında olması koşulu ile sınıflar arası aralık değeri 5 olarak belirlenmiş ve minimum değerden başlayarak serinin maksimum değerini kapsayacak şekilde 6 farklı sınıf oluşturulmuştur.

Tablo 1. İhracat Birim Değer Endeksi Minimum-Maksimum Değer, Sınıf Aralıkları ve Frekans Değerleri (2013M1-2020M12)

Minimum	90.5	
Maksimum	117.5	
Aralık Genişliği	27.023	
Sınıf Aralığı	5	
Sınıf Sayısı	6	
Durumlar	Sınıflar	Frekanslar
1	90,5 - 95,5	30
2	95,6 – 100,6	32
3	100,7 – 105,7	8
4	105,8 – 110,8	4
5	110,9 -115,9	18
6	116 - 121	3

Tablo 1’de oluşturulan sınıflar Markov zinciri analizindeki durum uzayının birer elemanı olarak ele alınmıştır. Böylelikle oluşturulan durumlar arası geçiş sayıları tablosu Tablo 2’de yerini almıştır.

Tablo 2. Geçiş Sayıları Tablosu: İhracat Birim Değer Endeksi

Durumlar	1	2	3	4	5	6	Toplam Geçiş Sayısı
1	25	5	0	0	0	0	30
2	5	25	2	0	0	0	32
3	0	3	5	0	0	0	8
4	0	0	1	3	0	0	4
5	0	0	0	1	16	1	18
6	0	0	0	0	2	1	3
Toplam Geçiş sayısı	30	33	8	4	18	2	95

İhracat birim değer endeksine ait geçiş sayılarının, toplam geçiş sayısına bölünmesi ile oluşturulan geçiş olasılıkları matrisi Tablo 3'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 3. Geçiş Olasılıkları Matrisi (P): İhracat Birim Değer Endeksi

$$P = \begin{bmatrix} 0,83 & 0,17 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,16 & 0,78 & 0,06 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,38 & 0,63 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,25 & 0,75 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,06 & 0,89 & 0,06 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,67 & 0,33 \end{bmatrix}$$

Geçiş olasılıkları matrisinden yola çıkarak kararlı durum matrisi yani denge durum matrisi, geçiş olasılık matrisinin 82. Adımında gerçekleştirilmiştir. Geçiş olasılık matrisinden yola çıkılarak elde edilen denge durum matrisi Excel'de Veri Çözümüleme ile hesaplanmıştır.

Tablo 4. İhracat Birim Değer Endeksi için oluşturulan Denge Olasılıkları Matrisi

$$P^{82} = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

Denge durum matrisin satır matrisi denge durum olasılık vektörünü vermektedir. Bu durumda vektörünün elemanları ihracat birim değer endeksinin uzun dönemde alacağı değerler aralıklarını gösteren olasılık değerleridir. Bu bağlamda ihracat birim değer endeksinin uzun dönemde alacağı değer %40 olasılıkla 90,5-95,5 aralığı (Durum 1), %50 olasılıkla 95,6 -101,1 (Durum 2) aralığında olacaktır. %10 olasılıkla da 101,2-105,2 (Durum 3) aralığında olacaktır. İhracat birim değer endeks değerleri incelendiğinde 2015 Şubat ayından itibaren aldığı en yüksek skorun 104,5 olduğu görülmektedir. Son 5 yılda genel seyrinin de yapılan analiz sonucu olasılığı bulunan durumlar ile örtüştüğü gözlenmiştir. n. adım geçiş olasılıkları matrisi yardımıyla da yapılan analizin tutarlılığını ayrıca gösterilebilir. Örneğin endeks değerlerinin alındığı örneklem

grubundan 2018 yılı mart ayından 5 dönem sonraki ihracat birim değerini hesaplayalım. Bunun için 2018 Mart ayında endeks değerinin ne olduğuna bakılır. 2018 Mart ayında endeks değeri 102,6 olarak gerçekleşmiştir. Durum uzayına göre 2018m3 de sistem Durum 3 (101,2 - 105,2 aralığı)'dedir. 2018 Mart ayından itibaren 5 dönem sonraki yani 2018 Ağustos ayı değer tahmini için 5. Adım geçiş matrisinin 3. satır vektörünün en büyük olasılık değerine bakılmalıdır. P⁵ matrisi aşağıda verilmiştir.

2018 Ağustos ayı tahmini değeri P⁵ matrisinin 3. satır olasılık vektörüne göre en yüksek olasılık değeri 0,57 olasılık değeri ile Durum 2'yi yani 95,6-101,1 aralığına işaret etmektedir. Seri değerleri incelendiğinde 2018 Ağustos ayı endeks değerinin 97,7 olduğu EK 1'de yer alan 2013-2020 aylık ihracat birim değer endeks değerlerinde görülmektedir.¹

Genel olarak ihracat birim değer endeksi için yapılan Markov zincirleri analizi sonucunda hesaplana V denge durum vektörü daha önce de bahsedildiği üzere uzun dönemde endeks değerinin %50 olasılıkla 101,2 ila 105,2 aralığında değer alacağını göstermektedir.

Benzer şekilde TÜİK'den alınan 2013 -2020 yıl aralığı aylık periyottaki ihracat miktar endeksi ele alındığında ihracat birim değer endeksinin aksine serideki aralık genişliğinin 69,2 olduğu, minimum değerinin 77,3 maksimum değerinin ise 146,4'e ulaştığı görülmüştür. İhracat miktar endeksi dip ve tepe değerleri 2020 yılında görmüştür. 2020 yılı nisan ayında 77,3; mayıs ayında 87,3 değerine ulaşırken 2020 yılı hazirandan itibaren tırmanışa geçmiş ve 2020 Ekim ayında 146,4 değerini

yakalamış, 2020 yılı aralık endeks değeri ise 145,1 olarak hesaplanmıştır. Geniş bir aralıkta doğrusal bir grafiği olmayan ihracat miktar endeksi için durum uzayındaki durumlar 5,7 sınıf aralığına göre 11 adet olarak belirlenmiştir. Tablo 5'de ihracat miktar endeksi için oluşturulan durumlar ve aralıkları gösterilmiştir.

Tablo 5. İhracat Miktar Endeksinin Minimum, Maksimum Değerleri, Sınıf aralıkları ve Frekans Değerleri (2013M1-2020M12)

Minimum	77,3	
Maksimum	146,4	
Aralık Genişliği	69,2	
Sınıf Aralığı	5,7	
Sınıf Sayısı	11	
Durumlar	Sınıflar	Frekanslar
1	77,3- 83,0	2
2	83,14 -88,9	5
3	89,88-95,6	12
4	96,62-102,4	18
5	103,36-109,1	16
6	110,10-115,8	16
7	116,84-122,6	8
8	123,58-129,3	8
9	130,32-136,1	4
10	137,06-142,8	5
11	143,80-149,5	1

Tablo 5 yardımıyla ihracat miktar endeksi serisi için durumlar arası geçiş sayıları tablosu Tablo 6'da verilmiştir.

¹ İhracat birim değer endeksi için kurulan Markov zinciri analizinde 82. adımda denge durum matrisi elde edilmiştir. Bu sebeple 81 geçiş olasılıkları matrisi bulunmaktadır. Analizde yer verilen P geçiş olasılıkları matrisinin (n.) katı olan (n.) adım geçiş matrisleri Excel'de DÇARP komutu yardımıyla kolayca hesaplanmaktadır. Bu sebeple alan işgal etmemesi için makaleye eklenmemiştir.5. Adım geçiş matrisi örnek için seçilmiş ve analizde detaylandırılmıştır.

Tablo 6. Geçiş Sayıları Tablosu

Durumlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Toplam Geçiş Sayısı
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
2	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	5
3	0	0	2	6	2	1	0	0	1	0	0	12
4	1	1	7	3	4	1	1	0	0	0	0	18
5	0	1	0	4	2	4	1	3	1	0	0	16
6	1	1	1	3	3	2	3	2	0	0	0	16
7	0	0	0	0	2	3	1	1	1	0	0	8
8	0	0	0	0	1	3	1	0	0	3	0	8
9	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	4
10	0	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	5
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Toplam Geçiş sayısı	2	4	12	18	16	16	8	8	4	5	2	95

Durumlar arası geçiş sayıları incelendiğinde yoğunluğun Durum 3 ile Durum 8 dahil olmak üzere bu aralıktaki durum değerlerinde olduğu görülmektedir. Geçiş sayıları tablosu yardımıyla hesaplanan ihracat miktar endeksi için geçiş olasılıkları matrisi Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Geçiş Olasılıkları Matrisi (T): İhracat Miktar Endeksi

$$T = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,50 & 0,00 & 0,50 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,20 & 0,20 & 0,40 & 0,20 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,17 & 0,50 & 0,17 & 0,08 & 0,00 & 0,00 & 0,08 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,06 & 0,06 & 0,39 & 0,17 & 0,23 & 0,06 & 0,06 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,06 & 0,00 & 0,25 & 0,13 & 0,25 & 0,06 & 0,19 & 0,06 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,19 & 0,19 & 0,13 & 0,19 & 0,13 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,25 & 0,38 & 0,13 & 0,13 & 0,13 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,13 & 0,38 & 0,13 & 0,00 & 0,00 & 0,38 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,25 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,50 \\ 0,00 & 0,00 & 0,20 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,20 & 0,20 & 0,00 & 0,40 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 1,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

Chapman -Kolmogrov denklem sistemine göre denge durum olasılık vektörünün hesaplanması için 11 bilinmeyenli 11 denklemin çözülmesi alternatif bir yol olsa da T geçiş olasılıkları matrisinin kendisi ile çarpımı ile hesaplanan denge durum matrisi 20.adımda elde edilmiştir.

Tablo 8. İhracat Miktar Endeks Verileri Denge Olasılıkları Matrisi

$$T^{20} = \begin{bmatrix} 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \\ 0,020 & 0,041 & 0,119 & 0,178 & 0,159 & 0,168 & 0,083 & 0,087 & 0,060 & 0,054 & 0,030 \end{bmatrix}$$

Tablo 8’de gösterildiği üzere 20. adımda ulaşılan T^{20} denge durum olasılık matrisinin her bir satır vektörü; $Y=[0,02\ 0,041\ 0,119\ 0,178\ 0,159\ 0,168\ 0,083\ 0,087\ 0,060\ 0,054\ 0,030]$ olarak hesaplanmıştır. İhracat miktar endeksinin uzun dönemde denge durum olasılık vektörüne göre en yüksek olasılık olan %18 ile 96,62-102,4 aralığında (Durum 4); %17 olasılık ile 110,1-115,8 arasında (Durum 6); %16 ile 103,4 ile 109,1 aralığı (Durum 5); %12 ile 89,88-95,6 (Durum 3) arasında olacağı tahmin edilmiştir. Olasılık değerleri arası uçurumun olmaması nedeniyle ihracat miktar endeksinin %62,3 olasılıkla en alt değer 89,88 en yüksek değer 115,8 olmak üzere 89,88-115,8 aralığında değer alacağı söylenebilir. 115,8’in üzerinde değer alma olasılığının ise %31,6 olduğu söylenebilir. Endeksin en yüksek değerleri olan 143,8 ile 149,5 aralığında (Durum 11) olma olasılığı ise %3 olarak hesaplanmıştır. İhracat birim değer endeksi için yapılan Markov zinciri analizinde olduğu gibi ihracat miktar endeksi içinde herhangi bir dönemden n dönem sonrası tahminlenebilir. Buna örnek olarak 2017 yılı haziran ayından 3 dönem sonraki ihracat miktar endeksinin tahmini değeri için öncelikle 2015 yılı haziran ayı endeks değeri 98 olup durum uzayındaki yeri belirlenir. 98 endeks değerinin durum uzayına göre Durum 4 (96,6-102,4) ’da olduğu görülmektedir. 2015 yılı haziran ayından itibaren 3 dönem sonrası yani 2015 yılı Eylül ayı skorunun hesaplanması için 3. Geçiş olasılıkları matrisinin 4 satır vektöründeki en yüksek olasılık değerine bakılır. T^3 matrisi aşağıda verilmiştir.²

$$T^3 = \begin{bmatrix} 0,019 & 0,053 & 0,136 & 0,303 & 0,178 & 0,148 & 0,059 & 0,081 & 0,046 & 0,000 & 0,000 \\ 0,026 & 0,048 & 0,146 & 0,202 & 0,186 & 0,175 & 0,079 & 0,072 & 0,030 & 0,039 & 0,020 \\ 0,021 & 0,049 & 0,144 & 0,247 & 0,177 & 0,152 & 0,062 & 0,063 & 0,076 & 0,024 & 0,012 \\ 0,029 & 0,047 & 0,176 & 0,223 & 0,195 & 0,160 & 0,071 & 0,072 & 0,029 & 0,023 & 0,026 \\ 0,020 & 0,046 & 0,108 & 0,192 & 0,166 & 0,172 & 0,096 & 0,093 & 0,064 & 0,059 & 0,008 \\ 0,023 & 0,045 & 0,121 & 0,192 & 0,181 & 0,180 & 0,094 & 0,096 & 0,031 & 0,049 & 0,020 \\ 0,023 & 0,043 & 0,088 & 0,138 & 0,165 & 0,197 & 0,108 & 0,094 & 0,092 & 0,075 & 0,016 \\ 0,014 & 0,033 & 0,102 & 0,140 & 0,159 & 0,203 & 0,113 & 0,099 & 0,038 & 0,124 & 0,012 \\ 0,011 & 0,023 & 0,051 & 0,070 & 0,078 & 0,211 & 0,066 & 0,186 & 0,016 & 0,050 & 0,250 \\ 0,016 & 0,023 & 0,116 & 0,133 & 0,135 & 0,165 & 0,123 & 0,118 & 0,033 & 0,135 & 0,021 \\ 0,015 & 0,015 & 0,015 & 0,048 & 0,080 & 0,128 & 0,080 & 0,033 & 0,500 & 0,095 & 0,000 \end{bmatrix}$$

3.adım matrisinin 4.satır vektörü:

$Z = [0,029\ 0,047\ 0,176\ 0,223\ 0,195\ 0,160\ 0,071\ 0,072\ 0,029\ 0,023\ 0,026]$ ’dür. Bu vektördeki en yüksek olasılık değeri %22,3 olup bu olasılık durum uzayındaki Durum 4’ü göstermektedir. Bu sonuca göre 2015 yılı Eylül ayı ihracat miktar endeksi 96,6 ile 102,4 aralığında olarak tahminlemektedir. Ek.2’de yer alan ihracat miktar endeksi 2013-2020 aylık verileri incelendiğinde 2015 yılı Eylül ayı skorunun 97,9 olup bu aralıkta yer aldığı görülmektedir.

Sonuç ve Tartışma

İhracata dayalı büyüme modeli 1980 sonrasında Türkiye ekonomisi için uygulanan önemli politikalarından birisidir. Günümüzde de pek çok akademik çalışma ve kamu kurumlarının projeksiyon raporlarında Türkiye ihracatının artmasının öncelikli hedef olduğundan bahsedilmektedir. Özellikle ihracata dayalı sanayileşme, hammadde ve ara mamul ihracatındaki yoğunluk yerine birim fiyatı yüksek teknoloji yoğun ürün ihracatının artırılmasına vurgu yapılmaktadır.

İhracata dayalı büyüme modelinde, ihracatın artışı döviz kuruna bağlı olmamalıdır. 2013 yılından günümüze ₺ ’de yaşanan değer kaybı ihracatta sadece fiyata bağlı bir artış sağlamaktadır. Etkin ihracat yönetimi dış satım fiyatının dış pazardaki diğer ülkelere göre düşük düzeyde olması durumundan bağımsız olmak kaydıyla

² İhracat miktar endeksi için 20.adımda denge durum matrisine ulaşılmıştır. 1.adım geçiş olasılıkları matrisi dışındaki 11x11 boyutundaki 18 geçiş olasılık matrisi çok fazla alan işgali olacağından makale dışı tutulmuştur. Ancak daha önce de ihracat birim değer endeksi için yapılan açıklamaya benzer şekilde $m=1,2, \dots, 20$ için T geçiş matrisinin kendisi ile çarpımı ile hesaplanan (m.) adım geçiş olasılıkları Excel’de DÇARP komutu ile kolayca hesaplanmaktadır.

ülke içinde üretime konu olan yeterli hammadde ve yeterli sanayi ara girdisi ülke içinde üretilmesi veya var olması, birim başına daha yüksek katma değerli nihai ürün üretimi ve dış pazarda daha fazla uygun pazar imkânı vb. gibi daha etkin durumlar ile ilişkilidir. Bunun yanı sıra günümüzde geçerliliğini yitirse de yine etkilerinin mevcut olduğu bilinen geleneksel dış ticaret teorilerinde ürün fiyatının önemi bellidir. Günümüzde de ihracata konu ürünün daha ucuza satılması ürüne olan talebi artırmakta ve böylelikle ihracat gelirlerinde artış sağlayabilmektedir.

İhracat birim değer endeksi ise ihracata konu çok fazla emtia çeşidi olmasından kaynaklı ihracat fiyat endeksini temsilen kullanılan ülke istatistik kurumlarınca yayımlanan yüksek frekanslı endekslerden birisidir. İhracat birim değer endeksinin yanı sıra ülkede ihracata konu mal miktarındaki değişimi gösteren ihracat miktar endeksi de yayımlanmaktadır. Bu çalışmada 2013 -2020 yılı aylık veriler yardımıyla hem ihracat birim değer endeksi hem de ihracat miktar endeksinin uzun dönemdeki değer aralıkları tahmin edilmiştir. İhracat birim değer endeksi 2013 yılında ortalama 114 seviyelerinde iken, 2020 yılı aylık ortalamasına 94'ler seviyesine gerilemiştir. İhracat miktar endeksinde durum tam tersini göstermektedir. İhracat miktar endeksi 2013 yılında ortalama 93'ler seviyesinde 2020 yılında ise ortalama 119,2 seviyesindedir. Bu durum her ne kadar ihracat birim değer endeksinin tam olarak ihracat fiyatlarını yansıtmakta çok başarılı olmadığına dair eleştiriler olsa da 2013'ten 2020 yılına ihracatta birim değer düşüğünü yani ihracat konu mal fiyatlarının düştüğünü buna karşılık ihracata konu mal miktarının arttığını göstermektedir.

Çalışmada kullanılan stokastik süreçlerden Markov zinciri analizi sonuçlarına göre ihracat birim değer endeksinin uzun dönemde %50 olasılıkla 95,6 ile 101,1 aralığında olacağı, ihracat miktar endeksinin ise %61 olasılıkla 89,9- 115,8 aralığında olacağı tahminlenmiştir. Markov zinciri analizi sonucunda ihracat birim değer endeksinin 101,1 sınırının üzerini uzun dönemde geçme olasılığının %0 olduğu görülmüştür. Buna karşılık ihracat miktar endeksinin 115,8 sınırı aşma olasılığı %31,6 olarak

hesaplanmış hatta 2020 yılı aylık verilerinde yakaladığı 146,4 gibi yüksek skorlara ulaşma olasılığının da %3 olduğu görülmüştür. Bu bağlamda ihracat birim değer endeksi ile ihracat miktar endeksi karşılaştırılmasında oransal olarak daha yakın skorlar elde edilebileceği, yani ihracata konu mal miktarının daha makul birim değerden alıcı bulabileceğine yorumlanırken, diğer yandan ihracat miktar endeksindeki %31,6 olasılıkla uzun dönemde Türkiye'nin dış pazarda birim değeri düşük ancak mal miktarı olarak yüksek düzeyde mal satacağına yorumlanabilir. Bu durum ise ihracat gelirlerinde artış sağlasa da ülke kaynaklarının etkinliği açısından sakıncalı durumlara sebep olabilir.

Türkiye 2020 yıl sonu ihracatı 169,6 Milyar ABD doları olup bu gelirlerin %94,29'u imalat sanayiye aittir (TÜİK, Dış Ticaret İstatistikleri). İmalat sanayi içindeki ihracata konu ürünlerden yüksek teknoloji ürünleri ihracat payı %3,42, orta-yüksek teknoloji ürünleri %35,87, orta-düşük teknoloji ürünleri %27,17 ve düşük teknoloji ürünleri %33,54'tür. Diğer yandan Türkiye ihracatının büyük bölümü hammadde- ara mal (%47,36) ve tüketim mallarından (%40,26) oluşmaktadır (TÜİK, Dış ticaret istatistikleri, Aralık 2020 Bülteni <https://data.tuik.gov.tr/Bulten>). Düşük teknoloji ürünleri veya hammadde/ara mal birim değerleri, teknoloji yoğun ürünlerine göre daha düşüktür. Bu bağlamda teknoloji yoğunluğu düşük olan ürünlerin ihracattaki payının düşürülmesi bunun yerine teknoloji yüksek ürünlerin ihracattaki düşük payının geliştirilmesi önerilmektedir. Etkin ihracat artışı için hem ihracata konu mal miktarının artması hem değersel olarak yüksek değerli ürünlerin orantılı olarak artması önemlidir.

Kaynaklar/ References

- Albayrak, A. S. (2014), "Otokorelasyon Durumunda EKK Tekniğinin Alternatif Ototegresyon Teknikleri ve Bir Uygulama", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(2), 1-20.
- Alp, S. ve Ersoy, Ö. Z. (2009). "Markov zinciri yöntemi ile taşınabilir bilgisayar tercihlerinin analizi". Akademik İncelemeler Dergisi, 4(2), 37-55.
- Akın, T. ve Güneş, S. (2018). "İhracatın Niteliğindeki Artışın Dış Ticaret Haddine Etkisi: Türkiye Analizi". C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 19(2). 448-462.
- Akcan, A. T. (2019). "İhracat Değer Endeksi ve Yatırım İlişkisi: Türkiye Örneği (1982-2017)". Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi. 14(1).11-18.

- Aktaş, C. (2007). "Otomobil ihracatı ve ithalatı fiyat endeksi verilerinin farklı varyanslılığının incelenmesi". İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 6 (11). 149-162.
- Can, T. (2006). "Sektörler Arası İlişkilerin Markov Zincirleri ile Analizi ve Tahmini: Türkiye Örneği". (I. Basım). İstanbul. Derin Yayınları.
- Çabuk, H.A. (1995). "Türkiye'de 1969-1988 Dönemi İhracat ve İthalat Aylık Fiyat Endeks Trendlerinin Analizi". Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3 (3). 97-113.
- Çınlar, E., (1975). "Introduction to Stochastic Processes". 1th Edition, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Eren, O. (2015). "Enerji Fiyatları ve Parite Değişimlerinin İhracat ve İthalat Fiyatlarındaki Değişime Katkısı". Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Ekonomi Notları. 2015-09. 1-11.
- Hillier, S.F, Lieberman, G. J. (2001), "Introduction to Operations Research", 7th. Edition. McGraw-Hill, New York. Aktaran Alp ve Öz, 2009: 42.
- Özdemir, A., ve Demireli, E. (2014). "Hisse Senedi Fiyat Verimliliğinin Markov Zincirleri ile Analizi Bist Teknoloji Endeksi Hisse Senedi Fiyatları Üzerine Bir Uygulama". Verimlilik Dergisi, (1), 41-60.
- Ross, S. M. (2000), "Introduction to Probability Models", 7th Edition, Academic Press, United States of America. Aktaran Alp ve Öz, 2009: 42.
- Rüzgar, N. (2003). "Bir İşletmenin Ödemeler Dengesinin Markov Süreçleri Yardımıyla Analizi". Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 5 (1). 164-179.
- Silver, M. (2008). "Do Unit Value Export, Import, and Terms-of-Trade Indices Misrepresent Price Indices?". IMF Econ Rev 56,2 297-322 (2009). <https://doi.org/10.1057/imfsp.2008.24>.
- Tarı, R. (2014). "Ekonometri". (9. Basım). Umuttepe Yayınları. Kocaeli.
- Tijms, H. C. (2003). "A First Course in Stochastic Models". John Wiley & Sons, Inc, England.
- TÜİK, "Dış Ticaret Endeksleri". <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1> Erişim Tarihi 05.05.2021.

EK 1. İhracat Birim Değer Endeksi

İhracat birim değer endeks rakamları

Export unit value index numbers

[2015=100]

(ABD Doları cinsinden - Based on US Dollar)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
2013	117.0	117.5	115.3	114.3	114.1	114.8	113.2	113.8	113.2	113.3	113.1	114.8
2014	115.4	114.9	114.1	114.2	114.3	115.4	116.6	113.8	111.0	110.6	109.6	108.8
2015	106.0	104.5	100.7	100.3	102.5	102.1	101.2	99.0	97.8	96.6	94.1	95.1
2016	94.0	94.6	94.5	95.6	96.0	96.8	96.9	96.0	95.9	94.8	93.8	94.0
2017	94.2	94.0	93.5	94.0	95.4	97.3	97.7	98.7	99.8	98.6	99.1	100.8
2018	102.4	103.7	102.6	102.9	100.5	101.1	99.5	97.7	97.1	96.1	95.9	95.8
2019	96.6	96.0	95.8	95.3	95.4	96.8	95.7	94.5	94.1	94.0	94.4	95.2
2020	95.8	93.9	92.9	92.3	90.5	93.0	94.0	95.1	94.1	94.0	94.5	97.8
2021	99.4	100.4	100.0									

Kaynak: TÜİK, Dış Ticaret Endeksleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1>. Erişim Tarihi:05/05/2021.

EK 2. İhracat Miktar Endeksi

İhracat miktar endeks rakamları

Export volume index numbers

[2015=100]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
2013	83.3	89.0	97.0	93.6	98.5	90.3	97.0	82.8	97.1	90.2	106.2	96.3
2014	90.0	94.9	107.5	98.9	100.5	93.4	95.7	84.5	102.9	97.6	99.9	103.8
2015	96.7	97.6	104.2	110.4	89.9	98.0	92.1	92.4	97.9	113.7	103.9	103.1
2016	84.2	108.7	112.5	104.2	104.6	110.5	84.3	102.2	94.3	113.2	113.4	113.7
2017	99.0	106.9	128.2	113.5	118.4	111.6	107.2	112.0	98.7	118.3	119.5	115.6
2018	101.5	106.0	126.6	112.3	119.9	107.4	118.0	105.2	124.8	137.3	135.9	121.5
2019	114.1	118.6	135.5	128.0	140.4	95.6	132.4	111.2	129.0	138.7	136.7	128.4
2020	121.9	123.5	114.1	77.3	87.3	115.0	125.9	104.0	134.9	146.4	135.3	145.1
2021	120.1	126.8	151.0									

Kaynak: TÜİK, Dış Ticaret Endeksleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1>. Erişim Tarihi:05/05/2021.