

TÜRKİYE'DE İMALAT SANAYİNDE İŞGÜCÜ VERİMLİLİĞİ ve EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Ebru SEYHAN AKYOL¹, Güzde ULU METİN²

ÖZET

Amaç: Ülke ekonomilerinde önemli yere sahip olan imalat sanayinde rekabetçiliğin geliştirilebilmesi için işgücü verimliliğini artırmaya yönelik stratejiler benimsenmesi, sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelidir. Ekonomik büyümeye üretim yaklaşımı ile bakılması gerektiğinden, bu çalışmada, büyümenin lokomotifleri olarak görülen imalat sanayinin işgücü verimliliği ile ekonomik büyüme ilişkisi araştırılmak istenmiştir.

Yöntem: Bu çalışmada, VAR Analizi kullanılarak 2005-2017 döneminde Türkiye'de imalat sanayi işgücü verimliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Bulgular: Yapılan istatistiksel analizlerin sonucunda, hem uzun dönemde hem de kısa dönemde imalat sanayi işgücü verimliliği ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. İmalat sanayindeki işgücü verimliliği artışının ülke ekonomisinde büyümeye neden olduğu ve ekonomik büyümenin de imalat sanayindeki işgücü verimliliği artışına neden olduğu tespit edilmiştir.

Özgünlük: İmalat sanayindeki işgücü verimliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmek için imalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksi, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla zincirlenmiş hacim endeksi ve imalat sanayi kapasite kullanım oranına ait üç aylık verilerden oluşan seriler kullanılmıştır. İstatistiksel yöntemler kullanılarak yapılan bu çalışma, literatüre katkı sağlaması bakımından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: İşgücü Verimliliği, İmalat Sanayi, Ekonomik Büyüme, VAR Analizi.

LABOR PRODUCTIVITY and ECONOMIC GROWTH RELATIONS in THE MANUFACTURING INDUSTRY in TURKEY

ABSTRACT

Purpose: In order to improve the competitiveness of the manufacturing industry, which has an important place in the economies of the country, adopting strategies to increase labor productivity is the basis of sustainable economic growth. Since economic growth should be viewed with a production approach, this study, it is aimed to investigate the relationship between labor productivity and economic growth of the manufacturing industry, which is seen as the engine of growth.

Methodology: In this study, the relationship between economic growth and labor productivity in the manufacturing industry during the period 2005-2017 in Turkey has been analysed by using the VAR Analysis.

Findings: As a result of the statistical analysis, a bidirectional causality relationship between labor productivity in the manufacturing industry and economic growth has been determined both in the long run and in the short term. It has been determined that the increase in labor productivity in the manufacturing industry causes growth in the country's economy and economic growth causes an increase in labor productivity in the manufacturing industry vice versa.

Originality: In order to analyze the relationship between labor productivity in the manufacturing industry and economic growth, the data series for 3 months consisting of the manufacturing industry's production index per hour worked, the volume index chained to the gross domestic product and the manufacturing industry capacity utilization rate were used. This study using statistical methods is important in terms of contributing to the literature.

Keywords: Labor Productivity, Manufacturing Industry, Economic Growth, VAR Analysis.

¹ T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Stratejik Araştırmalar ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, Sanayi ve Teknoloji Uzmanı, ebru.seyhanakyol@sanayi.gov.tr, ORCID: 0000-0001-5711-7865 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author)

² T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü, Sanayi ve Teknoloji Uzmanı, gozde.ul@sanayi.gov.tr, ORCID: 0000-0003-0384-9504

1. GİRİŞ

Verimlilik, üretim sürecinde kullanılan birtakım girdiler ile mümkün olan maksimum üretimin sağlanmasıdır. Verimliliğin ülke refahını artırmadaki önemi, sadece iktisatçılar tarafından değil, tüm toplum tarafından kabul edilmektedir. Verimlilik artışından yararlanmayan hiçbir üretim birimi yoktur. Sürdürülebilir ekonomik büyüme için verimlilik artışı son derece önemlidir.

İşgücü verimliliği, üretim süreci ile istihdam arasındaki ilişkiyi kuran bir değişkendir. Çalışan işçi başına düşen reel katma değer olarak da tanımlanabilir. İmalat sanayindeki işgücünün niteliği, işgücü verimliliğinin seviyesini belirlemede önemli bir etkidir. Herhangi bir alanda eğitim almış ve bu alanda çalışabilecek uzmanlıkta ve verimlilikte olabilen çalışan sınıfı, nitelikli işgücü olarak kabul edilmektedir. İmalat sanayinde çalışanlar içindeki nitelikli işgücü oranı ne kadar yüksek ise üretilen ürünlerin, katma değeri ve teknoloji seviyesi o kadar yüksek olmaktadır.

İmalat sanayi, hammaddelerin işlenerek ara mala dönüştüğü bir sanayi dalıdır. İmalat sanayi, ihracat, istihdam ve katma değer yarattığı için ekonominin temel yapı taşıdır. İmalat sanayisinin ekonomi içindeki yeri, bir ülkenin gelişme sürecindeki en temel göstergelerinden biridir. Ülkeler geliştikçe sektörlerin ekonomi içindeki kompozisyonu değişime uğrar. Ülke geliştikçe tarım gibi doğal kaynaklara dayalı sektörlerin ekonomi içinde payı azalırken, imalat sektörünün payı artmaya başlar. Kalkınma bilimsel yazınında bu değişim doğal ve yapısal bir dönüşüm olarak adlandırılmaktadır. İmalat sanayi sektörü, ülke ekonomisinde kalkınmanın ve büyümenin motorudur. Dolayısıyla imalat sanayinde verimliliğinin artırılması ülke ekonomilerinin en önemli stratejilerinden biri olmuştur. Birinci Sanayi Devrimi ile başlayan imalat sanayinde verimliliği artırmaya yönelik gelişmeler, günümüzde halen hızla devam etmektedir.

Kişi başına hasıladaki meydana gelen devamlı artışa ekonomik büyüme denir (Ünsal, 2007). Ekonomik büyüme, bir ülke ekonomisinde oluşturulan Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYH) bir önceki yıla göre artışı olarak da tanımlanmaktadır. Belirli bir dönemde bir ülkenin sınırları içinde, üretim faktörlerinin katkısıyla üretilen nihai mal ve hizmetlerin toplam değerine "Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)" denir. GSYH ölçü aracı olarak benimsendiğinde ekonomik büyüme reel GSYH'deki artış olarak tanımlanabilir. İhracat, verimlilik ve ekonomik büyüme ilişkisi birçok iktisatçı tarafından verimliliği artırıcı etki yaptığı belirtilmekte ve bu tez klasik okul öğretisine kadar uzanmaktadır (Ünsal, 2007).

Bu çalışmada, imalat sanayi işgücü verimliliği ile toplam ekonomik büyüme arasındaki ilişki ekonometrik yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. İmalat sanayi işgücü verimliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda imalat sanayi ve işgücü verimliliği arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiş olup yapılan çalışmalar sonucu öneriler sunulmuştur.

2. BİLİMSEL YAZIN

Türkiye ekonomisinde büyümenin kaynakları ve bunları etkileyen faktörlerle ilgili olarak bilimsel yazında makro anlamda çalışma sayısı oldukça azdır. Yapılan çalışmalar genellikle, firma bazlı ve kısmi verimlilik ölçümlerini temel alan analizlerden ibarettir.

Tuncer ve Özügürlü (2004), çalışmalarında, Büyüme Muhasebesi Yöntemi uygulayarak 1982-2000 dönemi için Türkiye'de büyümenin kaynaklarını tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre sermaye ve üretkenlik (TFV) katkılarının çıktığı büyümesine etkileri oldukça fazlayken emek faktörünün büyümeye olan katkısı altyapı ve hizmetler sektörü hariç sınırlı seviyede kalmaktadır. Tarım sektöründe TFV'nin hasılaya katkısı %104,2; emek faktörünün %-22, sermayenin ise %17,8 olarak bulunmuştur. Madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe emek, sermaye ve TFV'nin katkıları sırasıyla %-84,6; %59,8 ve %120,7'dir. İmalat sanayi sektöründe emek, sermaye ve TFV'nin büyümeye katkıları ise sırasıyla, %5,8; %69,6 ve %24,6 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla sermaye birikimi ve üretkenlik artışlarının Türkiye'de büyümenin itici gücünü oluşturduğunu ve bu gücün yoğun bir şekilde hissedildiği imalat sanayi sektörünün büyüme olgusunu karakterize ettiği söylenebilir.

Canpolat (2000), 1950-1990 dönemi için Collins ve Bosworth Modelini seviye itibarıyla kullanarak faktörlerin büyümeye olan katkılarını tespit etmiştir. Regresyondan elde edilen sonuçlara göre tüm katsayı tahminleri istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte büyümede meydana gelen değişimlerin faktörler tarafından ancak %37'lik bir kısmı açıklanabilmektedir. İncelenen dönem içerisinde teknoloji düzeyi ya da TFV düzeyinin yıllık ortalama %2,3'lük bir hızla büyümekte olduğu sermaye birikiminin büyümeye katkısının %53 gibi yüksek bir düzeyde olduğu tespit edilerek anılan dönemde sermaye birikiminin büyümenin itici gücü olduğu çalışmada vurgulanmıştır.

İsmihan ve Kıvılcım (2004), çalışmalarında, 1960-2004 dönemi Türkiye ekonomisinde büyümenin kaynaklarını, faktörlerin hasıla üzerine olan katkılarını büyüme muhasebesi yöntemi ve Eşbütünleşme Testi uygulayarak belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre sermayenin çıktı esnekliğinin 0,50 olması varsayımı altında teknolojik gelişmenin ya da TFV'nin 1980'li dönemde büyümeye katkısının %48,2 gibi yüksek bir düzeyde olduğu bulunmuştur. 1960-2004 dönemi boyunca teknolojik gelişme düzeyi yıllık ortalama %0,6 gibi bir oranla büyürken TFV'nin büyümeye katkısı %20'ler civarında gerçekleştiği ve genel olarak büyümenin sermaye birikiminden kaynaklandığı TFV'nin bazı dönemler hariç büyüme üzerinde etkisinin sınırlı olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım (1989), çalışmasında, Türkiye imalat sanayi sektöründe 1963-1967, 1967-1972 ve 1972-1977 dönemleri için büyüme muhasebesi yöntemi uygulayarak TFV düzeyinin ortalama yıllık artış hızlarını sırasıyla %5,9; %1,5 ve %1,6 gibi oldukça düşük düzeylerde kaldığını tespit etmiştir. Aynı şekilde Özmucur ve Karataş (1990) 1973-1979 döneminde -%2,1; Eser (1991) -%2,8 gibi imalat sanayinde büyümeye negatif bir TFV katkısı olduğunu tespit etmişlerdir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada imalat sanayi işgücü verimliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmek için imalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksinin, GSYH zincirlenmiş hacim endeksinin ve imalat sanayi kapasite kullanım oranının üç aylık verilerinden oluşan seriler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Veri Seti ve Tanımlamaları

Veri kodu	Tanımı	Dönem	Kaynak
urtsa_c	İmalat sanayi üç aylık mevsimsellikten ve takvim etkisinden arındırılmış çalışan saat başına üretim endeks serisi (2010=100)	2005: Q1 - 2017: Q4	T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
hcm_end	Üç aylık mevsimsellikten ve takvim etkisinden arındırılmış gayri safi yurt içi hâsıla(alıcı fiyatlarıyla) zincirlenmiş hacim endeksi (2009=100)	2005: Q1 - 2017: Q4	TÜİK
kko	Üç aylık mevsimsellikten ve takvim etkisinden arındırılmış imalat sanayi kapasite kullanım oranı	2007: Q1 - 2017: Q4	TCMB

İmalat sanayi işgücü verimliliğini temsilen NACE Rev.2 faaliyet sınıflandırmasına göre kısım C kapsamındaki imalat sanayi sektörünün üç aylık çalışılan saat başına üretim endeksi serisi, toplam ekonomik büyümeyi temsilen alıcı fiyatlarıyla hesaplanmış GSYH zincirlenmiş hacim endeksi serisi kullanılmıştır. İmalat sanayi kapasite kullanım oranı T.C. Merkez Bankası tarafından uygulanan İktisadi Yönelim Anketi (İYA) kapsamında derlenen imalat sanayinde faaliyet gösteren işyerlerinin referans dönemindeki fiziki kapasitelerine göre fiilen gerçekleşen kapasite kullanımlarıdır.

İktisadi değişkenler arasındaki karmaşık ve çok yönlü ilişkiler, bu değişkenler arasındaki ilişkilerin tek denklem aracılığıyla açıklanmasını mümkün kılmamaktadır. Bu sebeple iktisadi değişkenler arasındaki ilişkileri analiz edebilmek için eşanlı denklem sistemleri kullanılmaktadır. Eşanlı denklem sistemlerinde değişkenler içsel (endojen) ve dışsal (ekzojen) olarak tanımlanıp, incelenir. Ancak iktisadi değişkenler arasındaki karmaşık ilişki, değişkenlerin içsel ve dışsal değişken ayrımını salt olarak yapabilmeyi güçleştirmektedir. Sims (1980), eşanlı denklem sistemlerindeki bu problemi çözmek için Vektör

Otoregresyon (VAR Modeli) diye adlandırdığı çok değişkenli zaman serisi modellerini önermiştir. VAR modelleri, yapısal model üzerinde bir kısıtlama getirmeksizin, seçilen bütün değişkenleri birlikte ele alan bir sistem bütünlüğü içerisinde incelemektedir (Özgen ve Güloğlu, 2004: 95). VAR Modeli, kendi geçmiş değerlerinden gelecek değerleri tahmin edilebilen serileri içinde barındıran denklemler sistemini içermektedir (Kadılar, 2000: 2). Bu yönüyle VAR Modeli geleceğe yönelik güçlü tahminlerin yapılmasına imkân vermektedir.

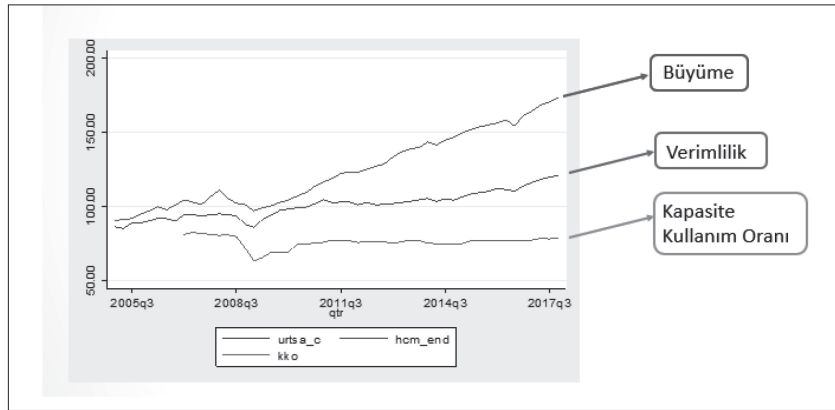
Değişkenler arasındaki ilişkilerin VAR tekniğiyle analizinde, aşağıda belirtilen sıralama takip edilmektedir:

- Modele dahil edilecek bütün değişkenlere ilişkin durağanlığın, birim kök testleri ile araştırılması,
- Optimal gecikme uzunluğunun bilgi ölçütleri kullanılarak tespit edilmesi,
- Değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkilerinin Eşbütünleşme (Koentegrasyon) ve Granger Nedensellik Testleri ile belirlenmesi,
- VAR Modelinin tahmin edilerek, yapısal testlerin gerçekleştirilmesi,
- Etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırılmaları ile değişkenler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi (Mucuk ve Alptekin, 2008: 162-163).

4. UYGULAMA

4.1. Analiz

Analizler STATA 11.0 programı ile yapılmıştır. İmalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksi, gayri safi yurt içi hâsıla zincirlenmiş hacim endeksi ve imalat sanayi kapasite kullanım oranı serilerinin 2005: Q1–2017: Q4 dönemine ilişkin eğilimleri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. İmalat Sanayi İşgücü Verimliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Çalışılan saat başına üretim endeksi ve GSYH zincirlenmiş hacim endeksi serilerinin, 2009 yılı birinci çeyreğine kadar yükselme eğilimi gösterdiği ve 2009 yılı birinci çeyreğindeki düşüştür sonra yükselme eğilimini devam ettirdiği görülmektedir. İmalat sanayi kapasite kullanım oranı serisi, 2009 yılı birinci çeyreğine kadar durağan bir seyir izlemiş ve 2009 yılı birinci çeyreğindeki düşüştür sonra durağan seyrini sürdürmüştür.

4.1.1. Birim Kök Testleri

VAR modellerinde kullanılan değişkenler durağan olmalıdır. Bir serinin durağan olup olmadığını veya durağanlık derecesini belirlemede kullanılan en geçerli yöntem Birim Kök Testidir. Uygulamada en çok kullanılan birim kök testlerinden biri olan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi kullanılarak serilerin durağanlık sınaması yapılmıştır. Durağanlık: Zaman serisi verilerinin zaman boyunca bir yatay eksen boyunca saçılım göstermesidir (Zaman serisi verilerinin sabit bir ortalama etrafında dalgalanması ve dalgalanmanın varyansının zaman boyunca sabit kalması).

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^N \Psi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

H_0 : $\delta = 0$ (Birim kök vardır, seri durağan değildir.)

H_1 : $\delta < 0$ (Birim kök yoktur, seri durağandır.)

Çizelge 2. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler		Sabit Terimli	Kritik Değerler	Sabit Terimli ve Trendli	Kritik Değerler
urtsa_c	Düzye	0,141	- 3,579 (%1)	-1,860	- 4,148 (%1)
hcm_end		1,206	-2,929 (%5)	-1,275	-3,499 (%5)
kko		-2,060	-2,600 (%10)	-2,128	-3,179 (%10)
urtsa_c	1. fark	-6,345*	- 3,580 (%1)	-6,310*	- 4,150 (%1)
hcm_end		-6,517*		-6,737*	
kko		-4,725*		-4,817*	

Serilerin durağan olmaması yokluk hipotezini, serilerin durağan olması ise alternatif hipotezini oluşturmaktadır. ADF Testi, δ parametresinin tahminine ve onun t istatistiğine dayanmaktadır. Yokluk hipotezi, negatif ve istatistiki olarak anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı ise reddedilir. Değişkenlerin Birim Kök Testi sonuçlarına ait t istatistik değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Düzye ve birinci farkları alınmış serilerin test sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde serilerin birinci farklarının durağan olduğu görülmektedir.

4.1.2. Optimal Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Modelin derecesi olması gerektiğinden daha küçük seçildiğinde parametrelerin tahmini tutarlı olmamakta, olması gerektiğinden daha büyük seçildiğinde ise parametrelerin tahmininin varyansı büyük çıkmaktadır. Bu iki durumda da modelden elde edilen sonuçlar güvenilir olmamaktadır. Güvenilir, doğru sonuçlar veren bir VAR Modeli kurabilmek için muhakkak modeldeki değişkenlerin gecikme sayılarını hatasız bir şekilde belirlemek gerekmektedir.

Bu çalışmada oluşturulan VAR Modeli için optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesinde; maksimum gecikme uzunluğu 8 üzerinden, Likelihood Ratio (LR), Final Prediction Error (FPE), Akaike (AIC), Hannan Quinn (HQIC) ve Schwarz (SBIC) kritik değerlerini en küçük yapan gecikme uzunluğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 3. VAR Gecikme Uzunluğu Belirleme Ölçütleri

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-205,167	-	29,4204	3,21021	3,21021	3,21021*
1	-198,783	12,768	34,2657	3,35971	3,49777	3,75965
2	-190,909	15,75	37,0336	3,424	3,70012	4,22389
3	-184,086	13,646	43,3329	3,54841	3,96259	4,74825
4	-168,714	30,743	32,0612	3,18431	3,73656	4,7841
5	-151,575	34,279	22,4198	2,71921	3,40952	4,71894
6	-146,35	10,449	33,0634	2,93495	3,76332	5,33463
7	-124,599	43,502	20,9185*	2,20633*	3,17276*	5,00595
8	-115,893	17,413*	32,5929	2,2231	3,32759	5,42267

* Ölçüt tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Çizelge 3'e göre FPE, AIC ve HQIC değerlerinin aynı yönde olduğu görülmekte ve bu ölçütleri minimum yapan 7 gecikme uzunluğu esas alınmaktadır.

4.1.3. Eşbütünleşme Analizi

Eşbütünleşme Analizi ile durağan olmayan zaman serileri arasındaki uzun dönemli ilişki tahmin edilir. Durağan olmayan değişkenleri durağan hale getirebilmek için fark alınması durumu bilgi kaybına yol açmaktadır. Eşbütünleşme testleri ekonometrik modellerde kullanılan değişkenlerin durağan olmadığına dahi analiz yapılabileceğini savunur. Fark alınması işleminin (bilgi kaybının) önlenmesi için eşbütünleşme testlerinden yararlanılmaktadır. Eşbütünleşme kavramı ilk olarak Engle-Granger (1987) tarafından geliştirilmiştir (Tari, 2015: 425). Bir diğer eşbütünleşme testi ise Johansen-Juselius (1988) Eşbütünleşme Testidir (Mucuk ve Uysal, 2009: 109). Eşbütünleşme Testinin ön koşulu, serilerin aynı dereceden durağan olmasıdır.

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + \dots + A_p Z_{t-p} + \varepsilon_t$$

Yukarıdaki modelin vektör hata düzeltme modeli şekline çevrilmiş hali

$$\Delta Z_t = r_1 \Delta Z_{t-1} + r_2 \Delta Z_{t-2} + \dots + r_{p-1} \Delta Z_{t-p+1} + \Pi Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{şeklindedir.}$$

Burada üç durum söz konusudur:

1. Rank (Π) = 0. Bu durumda katsayılar matrisi (Π) sıfırdır ve (x) numaralı denklem, geleneksel zaman serisi fark vektörü modeline uyar.
2. Rank (Π) = p. Bu durumda katsayılar matrisi (Π) rankı tam olup, vektör süreci durağandır.
3. $0 < \text{Rank}(\Pi) = r < p$. Bu durumda katsayılar matrisi (Π), $\alpha\beta'$ biçiminde $p \times r$ boyutlu iki matrisin çarpımı olarak ifade edilebilir. Başka bir deyişle, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki, eşbütünleşmenin olması anlamına gelmektedir (Kadılar, 2000).

Johansen-Juselius Eşbütünleşme Testinde iki farklı olabilirlik oranı vardır. Bunlardan biri Maksimum Öz Değer Testi, diğeri İz Testidir. Maksimum Öz Değer Testinde en fazla r sayıda eşbütünleşme vektörünün varlığı, r+1 eşbütünleşme vektörünün varlığını iddia eden alternatif hipoteze karşı test edilir. Buna karşılık, İz Testinde ise en fazla r eşbütünleşme vektörünün varlığı, en az r+1 eşbütünleşme vektörünün varlığını iddia eden alternatif hipoteze karşı test edilir (Kasman ve Kasman, 2004: 127).

Çizelge 4. Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotez	Öz Değer	İz İstatistiği	%5 Kritik Değer	Max. Öz Değer İstatistiği	%5 Kritik Değer
r = 0		92,6291	29,68	69,9401	20,97
r <= 1	0,8567	22,689	15,41	22,6116	14,07
r <= 2	0,4664	0,0774*	3,76	0,0774*	3,76

İz ve maksimum öz değer istatistikleri, %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşik ilişkinin yokluğu hipotezinin (r = 0) reddedilebileceğini Çizelge 4 göstermektedir. Trace istatistiğine ve Maksimum öz değer istatistiğine göre değişkenler arasında iki adet eşbütünleşme vektörü bulunmaktadır. Buna göre imalat sanayi işgücü verimliliği ekonomik büyüme ve imalat sanayi kapasite kullanım oranı uzun dönemde birlikte hareket etmektedir.

4.1.4. Granger Nedensellik Testi

Değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkisi, Granger Nedensellik Testi ile araştırılmıştır.

$$Y_t = \beta_1 + \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j Y_{t-j} + u_{1t}$$

$$X_t = \beta_1 + \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j X_{t-j} + u_{2t}$$

Y'nin diğer değişkenlerle (kendisinin geçmiş değerleri de dahil olmak üzere) gerçekleştirilen regresyon denkleminde (Y'nin bağımlı değişken olduğu durumda), eğer X'in geçmiş ve gecikmeli değişkenleri denkleminde yer alıyorsa ve bunlar Y'nin öngörüsünü anlamlı bir şekilde artırabiliyorsa, X, Y'nin (Granger) nedenidir.

Çizelge 5. Granger Nedensellik Testi Sonuçları

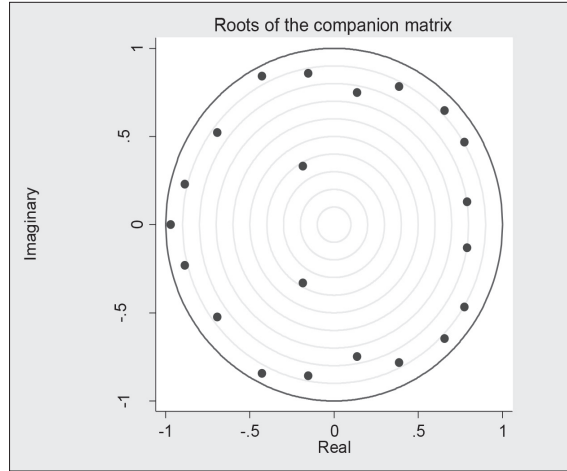
Hipotez	Ki-Kare	Olasılık
Büyüme, İmalat Sanayi İşgücü Verimliliğinin Granger Nedeni Değildir.	14,929	0,010*
İmalat Sanayi İşgücü Verimliliği, Büyümenin Granger Nedeni Değildir.	25,769	0,000*
Kapasite Kullanım Oranı, Büyümenin Granger Nedeni Değildir.	20,127	0,001*
Büyüme, Kapasite Kullanım Oranının Granger Nedeni Değildir.	51,696	0,000*
Kapasite Kullanım Oranı, İmalat Sanayi İşgücü Verimliliğinin Granger Nedeni Değildir.	9,6308	0,073
İmalat Sanayi İşgücü Verimliliği, Kapasite Kullanım Oranının Granger Nedeni Değildir.	8,1613	0,251

Çizelge 5'teki Granger Nedensellik Testi Sonuçlarına göre imalat sanayi işgücü verimliliği ve imalat sanayi kapasite kullanım oranı arasında; kapasite kullanım oranından işgücü verimliliğine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Büyüme-imalat sanayi işgücü verimliliği arasında ve büyüme-imalat sanayi kapasite kullanım oranı arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır.

4.1.5. VAR Modeli

VAR Modeli, bir denklem sisteminde yer alan her bir değişkenin hem kendi hem de sistemdeki diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerinin yer aldığı eşitlikler sistemidir. Geleneksel ekonometrik eşanlı denklem modellerinde içsel-dışsal değişken ayrımı gözetilirken, VAR modellerinde böyle bir ayrıma ihtiyaç duyulmamaktadır (Sevüktekin, 2014).

VAR Analizinin amacı, parametre tahminlerini belirlemek değil, değişkenler arasındaki etkileşimi ortaya koymaktır. Etki-Tepki Fonksiyonu Analizi ve varyans ayrıştırılması ile VAR Modelindeki değişkenler arasındaki dinamik ilişki analiz edilir. Belirlenen VAR Modelinin hata terimine ait testlerin yapılması ve tahmin edilen modelin durağan bir yapı gösterip göstermediğinin test edilmesi gerekmektedir. Modelin durağanlığı veya istikrarlığı ise katsayı matrisinin öz değerlerine bağlıdır. Eğer katsayı matrisinin öz değerlerinin hepsi birim çemberin içerisinde ise sistem durağan ya da istikrarlı, öz değerlerin en az bir tanesi birim çemberin üzerinde veya dışarısında ise sistem durağan değildir.



Şekil 2. VAR Modeli Durağanlık Grafiği

Şekil 2’de görüldüğü üzere ters birim köklerin birim çemberin içerisinde olması nedeniyle modelin istikrarlı olduğu söylenebilir. AR Karakteristik polinomunun ters köklerinin birim çember içerisindeki konumları modelin durağan olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6. Otokorelasyon - LM Testi Sonuçları

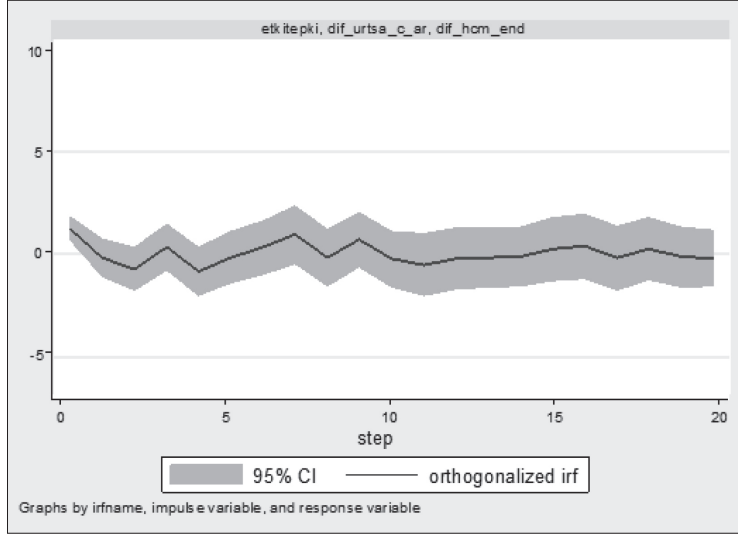
Gecikme	LM-İstatistiği	Prob>chi2
1	10,7355	0,29428
2	22,7909	0,66874
3	4,7088	0,85892
4	11,9918	0,21377
5	5,682	0,77127
6	13,147	0,15607
7	11,0718	0,27082

Çizelge 6’da, tahmin edilen VAR Modelindeki hata terimlerinin birbirleri ile ilişkili olup olmadıklarını belirlemek amacıyla yapılan Lagrange Çarpanları (LM) Testi, ele alınan 7 gecikme düzeyinde de otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir.

Çizelge 7. White Değişen Varyans Testi Sonuçları

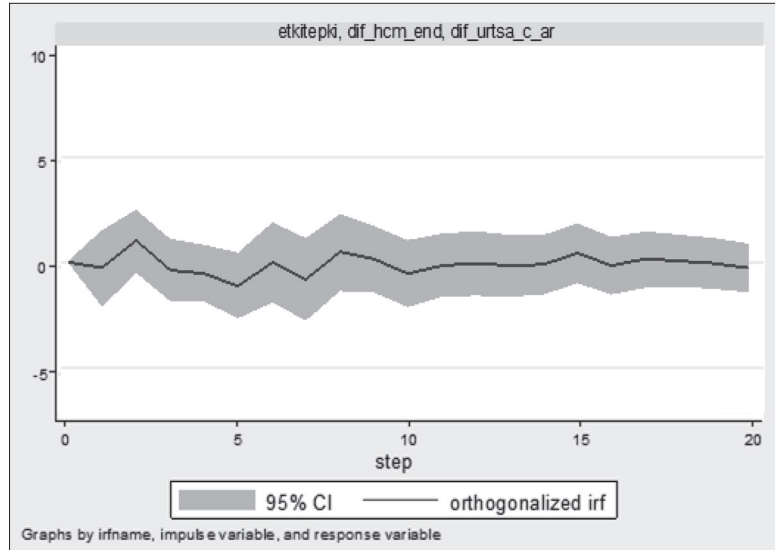
Ki-Kare	Olasılık
8,22	0,1443

Hata terimlerinin varyansının bütün örneklem için sabit olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla yapılan White Değişen Varyans Testi sonucu ise Çizelge 7’de gösterilmektedir. Ki-Kare değeri tahmin edilen modelde değişen varyans sorunu olmadığını başka bir ifadeyle hata teriminin varyansının tüm gözlemler için aynı olduğunu ortaya koymaktadır. İmalat sanayi işgücü verimliliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ve ekonomik büyümenin imalat sanayi işgücü verimliliği üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek için etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırmasından yararlanılmıştır.



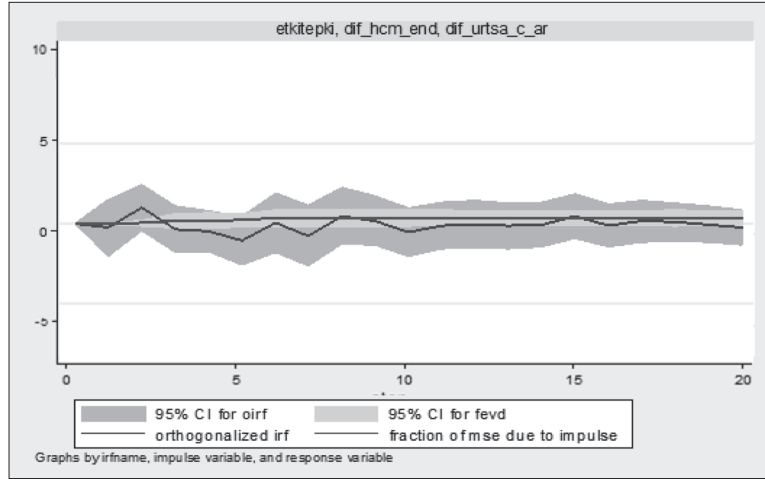
Şekil 3. Etki-Tepki Fonksiyonları (İşgücü Verimliliğinin Büyüme Etkisi)

İmalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksinde meydana gelen bir standart hatalık şokun büyüme (GSYH zincirlenmiş hacim endeksi) üzerindeki etkisi, Şekil 3'e göre, başlangıçta pozitif iken, 1. dönemden sonra negatif, 3. dönemde pozitif, 4. dönemden 6. döneme kadar negatif, 6. dönemden 8. döneme kadar pozitif olarak seyretmektedir. Etki 10. dönemden sonra kaybolmaktadır.



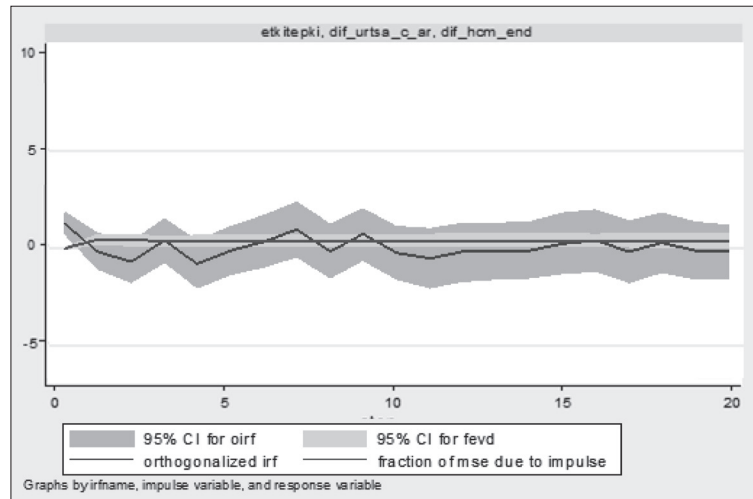
Şekil 4. Etki-Tepki Fonksiyonları (Büyümenin İşgücü Verimliliğine Etkisi)

Şekil 4'te GSYH zincirlenmiş hacim endeksindeki bir standart hatalık şok karşısında imalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksinin verdiği tepkiyi göstermektedir. Büyümede (GSYH zincirlenmiş hacim endeksi) meydana gelen bir standart hatalık şokun imalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksin üzerindeki etkisi 1. dönemden 3. döneme kadar pozitif, 3. dönemden 6. döneme kadar negatif seyretmektedir. Etki, 6. dönemden sonra kaybolmaktadır.



Şekil 5. Varyans Ayrıştırması (İşgücü Verimliliğinin Büyüme Etkisi)

Nedensellik analizlerine göre yapılan varyans ayrıştırma sonuçları Şekil 5'te görülmektedir. İmalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksindeki değişimin açıklanmasında, GSYH zincirlenmiş hacim endeksinin payı 2. dönemden itibaren artmaya başlamakta ve 6. dönemden itibaren %4'lük bölümü GSYH zincirlenmiş hacim endeksi tarafından açıklanmaktadır.



Şekil 6. Varyans Ayrıştırması (Büyümenin İşgücü Verimliliğine Etkisi)

Nedensellik analizlerine göre yapılan varyans ayrıştırma sonuçları Şekil 6'da görülmektedir. GSYH zincirlenmiş hacim endeksindeki değişimin açıklanmasında, imalat sanayi çalışılan saat başına üretim endeksinin payı 1. dönemden itibaren artmaya başlamakta ve 5. dönemden itibaren %4'lük bölümü GSYH zincirlenmiş hacim endeksi tarafından açıklanmaktadır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, büyümenin lokomotif olarak görülen imalat sanayinin işgücü verimliliği ile ekonomik büyüme ilişkisi ele alınmıştır. 2005-2017 dönemi için imalat sanayinin işgücü verimliliği ile ekonomik büyüme ilişkisi, ekonometrik yöntemler ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda hem uzun dönemde hem de kısa dönemde imalat sanayi işgücü verimliliği ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre imalat sanayi işgücü verimliliği artışının, ülke ekonomisinde büyümeye neden olduğu ve ekonomik büyümenin imalat sanayi işgücü verimliliği artışına neden olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla sürdürülebilir ekonomik büyüme için imalat sanayi işgücü verimliliğini arttırmaya yönelik politika ve stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir.

Teknolojik ilerleme ve yenilik (inovasyon), sanayi politikalarının en önemli unsurlarından birini oluşturmaktadır. Ekonomik büyüme ve rekabet gücü için önümüzdeki süreçte hem bilgiye dayalı faktörlerin payının, teknoloji, yenilikler ve işgücü becerilerinin, hem de toplam faktör verimliliğinin önemi daha da artacaktır. Bilim, teknoloji ve yenilikçilik politikalarının, girişimlerin rekabet gücüne ve stratejik gereksinimlerine karşılık verebilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.

İmalat sanayi işgücü verimliliğinin artışında nitelikli işgücü önemlidir. İmalat sanayinde dijitalleşme sonucu ortaya çıkan Endüstri 4.0 yaklaşımı; üretimde insan emeğini en alt seviyeye indirgeyerek üretimin hızlandırılması ile işgücü verimliliğini en üst seviyeye çıkarmayı hedeflemektedir. Endüstri 4.0 ile imalat sanayinde çalışan işgücünde ve üretim tekniklerinde köklü değişikliklere yol açması kaçınılmaz bir durumdur. Ancak imalat sanayinde işgücünün eğitim durumuna bakıldığında, yükseköğretim mezunu çalışan oranının oldukça düşük olduğu bilinmektedir. İmalat sanayi işgücünün Endüstri 4.0'ın getireceği yeni teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilecek yetkinlikte olması önerilmektedir. İmalat sanayinin ihtiyacı olan nitelikli işgücünü sağlamak için eğitim sisteminin teknoloji alanındaki gelişmeler ışığında değerlendirilerek yapısal bir değişime gidilmesi gerekmektedir. Eğitim sistemi, belirli bilgi ve beceriler yerine birçok işe uyum sağlayabilecek, problem çözme ve çeşitli kavramlar arasında ilişkiler kurabilme becerilerini kazandırmak üzerine şekillendirilmelidir. Bu perspektif ile ilgili bakanlıkların öncülüğünde imalat sanayinde aktif olan meslek odaları ve imalat sanayi paydaşlarının görüşleri alınarak ortaöğretim ve lise müfredatlarının yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Ayrıca teknoloji alanındaki gelişmeler sonucunda disiplinler arası geçişlerin gün geçtikçe artması ile yeni meslek tanımları ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu konuda üniversite tercihi yapacak gençlere geleceğin meslekleri konusunda bilinçlendirici faaliyetler yapılmalıdır.

Teknolojik gelişmeler sonucu disiplinler arası geçişin örnekleri olan nanoteknoloji ve biyoteknoloji alanındaki dünyadaki gelişmeler, imalat sanayi alt sektörlerini yakından ilgilendirmektedir. Nanoteknoloji ve biyoteknoloji alanındaki gelişmeler sonucu ortaya çıkan yeni nesil hammaddeler, imalat sanayinin üretim tekniklerini, üretilen malları ve işgücü verimliliğini doğrudan etkileyebilmektedir. Dolayısıyla nanoteknoloji ve biyoteknoloji alanındaki gelişmelerin takip edilmesi önemlidir. İmalat sanayinin ihtiyaç duyduğu ürünlerin ve sistemlerin belirlenip, bunların geliştirilmesine yönelik odak araştırma faaliyetleri gerçekleştirilebilir.

İmalat sanayinde sürdürülebilir ekonomik büyüme için, girdi maliyetlerini düşük seviyelerde tutabilecek stratejiler belirlenebilir. Girdi maliyetlerini yükselten en önemli etkenlerden biri, üretimde ithal hammadde ve malzeme kullanılmasıdır. Girdi maliyetlerini en aza indirgeyebilmek için üretimde kullanılan ithal hammadde ve malzemenin, yurt içinde üretilmesine yönelik bilinç oluşturacak destek programları artırılabilir.

İmalat sanayinde faaliyet gösteren işletmelerin çoğunluğunu KOBİ'ler oluşturmaktadır. KOBİ'lerin küçük ölçeklerinin getirdiği esnek ve dinamik yapılarını değerlendirebilecekleri politikalar geliştirilmelidir. Türkiye genelinde KOBİ'lerin verimliliklerini artırma amaçlı, sektörel süreç yenilik örnekleri geliştirilmelidir. KOBİ'lere üretim ve yönetim yapılarında yenilikçi yaklaşım önerileri getirilmelidir.

KAYNAKÇA

- ABASIZ, T. (2006), **Büyüme ve Verimlilik: Türkiye Örneği (1968-2006)**, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.
- ARROW, K. (1962), **The Economic Implication of Learning by Doing**, Review of Economic Studies, 29 (23), 155-173.
- BÖRÜ, P. (2012), **Endüstri Bazında Ar-Ge, İnovasyon, Verimlilik ve Büyümenin Ekonometrik Analizi**, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.
- CANPOLAT, N. (2000), **Türkiye’de Beşeri Sermaye Birikimi ve Ekonomik Büyüme**, Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 18 (2), 265-281.
- ENDERS, W. (1995), **Applied Econometric Time Series**, John Wiley & Sons Inc.
- EROL, S., JÄGER, A., HOLD, P., OTT K. ve SIHN, W. (2016), **Tangible Industry 4.0: A Scenariobased Approach to Learning for The Future of Production**, Procedia CIRP, 54, 13-18.
- ESER, U. (1991), **Türkiye İmalat Sanayisinde Verimlilik, Teknolojik Gelişme ve Büyümenin Kaynakları**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 454, Ankara.
- FİLİZ, A. (2004), **Verimlilik Analizleri**, http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=547, (Erişim Tarihi: 29.12.2018).
- FISCHER, S. ve DORNBUSCH, R. (1998), **Makro Ekonomi**, McGraw-Hill-Akademi Ortak Yayını, 261-291, İstanbul.
- GUJARATTI, D. (1995), **Basic Econometrics**, Third Edition, New York: McGrawHill.
- GÜBE, Y. (1997), **İktisadi Büyüme İhracat Performansı**, Hazine Dergisi, 6, 17-26.
- GÜRAK, H. (2001), **Makro Verimlilik ve Teknoloji**, Verimlilik Dergisi, 3, 7-14.
- GÜRKAN, Ö. (1989), **Ekonomik Büyüme ve Kalkınma**, Derya Kitabevi, Trabzon.
- HİÇ, M. (1994), **Büyüme ve Gelişme Ekonomisi**, Filiz Kitabevi, İstanbul.
- İSMİHAN, M. ve KIVILCIM M. Ö. (2005), **Sources of Growth in The Turkish Economy (1960-2004)**, 12th Annual Conference, Mısır: Kahire.
- JOHANSEN, S. ve JUSELIUS, K. (1990), **Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to The Demand for Money**, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52 (2), 169-209.
- KADILAR, C. (2000), **Uygulamalı Çok Değişkenli Zaman Serileri Analizi**, Ankara: Bizim Büro Basımevi.
- KASMAN, S. ve KASMAN A. (2004), **Turizm Gelirleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi**, İktisat İşletme ve Finans Dergisi, 19 (220), 122-131.
- MUCUK, M. ve ALPTEKİN, V. (2008), **Türkiye’de Vergi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: VAR Analizi (1975-2006)**, Maliye Dergisi, 155, 159-174.
- MUCUK, M. ve UYSAL, D. (2009), **Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme**, Maliye Dergisi, 157, 105-115.
- ÖZDEN, D. (2005), **Türkiye’de Toplam Faktör Verimliliği ve Büyüme**, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi.
- ÖZEL, H. (2012), **Ekonomik Büyümenin Teorik Temelleri**, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İİBF Dergisi, 1, 63-72.
- ÖZGEN, F. B. ve GÜLOĞLU B. (2004), **Türkiye’de İç Borçların İktisadi Etkilerinin VAR Tekniği İle Analizi**, METU Studies in Development, 3, 93-114.
- SCHWARZ, G. (1978), **Estimating The Dimension of a Model**, Annals of Statistics, 6, 461-464.
- SEVÜKTEKİN, M. ve ÇINAR, M. (2014), **Ekonometrik Zaman Serileri Analizi**, 4. Baskı, Dora Yayıncılık, Bursa.
- SHAW, G. (1992), **Policy Implications of Endogenous Growth Theory**, The Economic Journal, 102, 611-621.
- SHIBATA, R. (1976), **Selection of The Order of an Autoregressive Model by Akaike’s Information Criterion**, Biometrika, 63 (1), 117-126.

- SOLOW, R. (1956), **A Contribution to the Theory of Economic Growth**, The Quarterly Journal of Economics, 70, 65-94.
- TARI, R. (1999), **Ekonometri**, Alfa Yayınları, İstanbul.
- THOMAS, R. L. (1993), **Introductory Econometrics: Theory and Applications**, Longman, London.
- TINBERGEN, J. (1962), **Kalkınma Teorisi Bir Ekonometricinin Görüşü**, Planlama Dergisi, Devlet Planlama Teşkilatı, 2 (2), 36-53.
- TİRYAKİOĞLU, M. (2006), **Araştırma Geliştirme-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Üzerine Uygulama**, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- TUNCER, İ. ve ÖZUĞURLU, Y. (2004), **Türkiye Ekonomisinde Büyüme ve Sektörel Üretkenlik Analizleri: Bölgesel Karşılaştırmalar (1980-2000)**, Türkiye Ekonomi Kurumu Tartışma Metni 2004/24, http://www.tek.org.tr/dosyalar/ismail_tuncer.pdf.
- TURNER, P. M. (1993), **A Structural Vector Autoregression Model of The UK Business Cycle**, Scottish Journal of Political Economy, 40 (2), 143-164.
- TÜİK, **Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri (2009-2017)**, <http://tuik.gov.tr/PreTabloArama>.
- ÜNSAL, E. (2007), **İktisadi Büyüme**, İmaj Yayınevi, Ankara.
- WITKOWSKI, K. (2017), **Internet of Things, Big Data, Industry 4.0–Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management**, Procedia Engineering, 182, 763-769.
- YALDIZ, E. (2005), **Kavramsal Düzeyde Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Olgularına Bir Bakış**, www.ceterisparibus.net/arsiv/e_yaldiz.doc, Erişim Tarihi: 20.12.2018.
- YILDIRIM, E. (1989), **Total Factor Productivity Growth in Turkish Manufacturing Industry Between 1963-1983**, *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 16 (3-4), 65-96.
- YILDIRIM, N. (1973), **Neoklasik İktisadın Teknolojik Gelişme Yaklaşımı**, Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, 367, Sevinç Matbaası, Ankara.