

Araştırma Makalesi

Yalın Üretim, Altı Sigma ve Endüstri 4.0 Kullanımının İşletmelerin Kârlılığı Üzerine Etkisi: BIST XMESY Endeksinde Bir Araştırma

Yusuf GÖR

Çankırı Karatekin Üniversitesi, İİBF
yusufgor@karatekin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6818-7906

Hasan DÜNDAR

Sorumlu Yazar, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İİBF
hasandundar@karatekin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0190-8198

Öz

Rekabet avantajı sağlamak isteyen işletmeler, üretim yönetimi alanında maliyetleri minimize etmek için önemli çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmalar içinden güncelliğini ve geçerliliğini koruyan uygulamalardan bazıları, yalın üretim, 6 sigma ve endüstri 4.0 yöntemleridir. Türkiye’de faaliyet gösteren işletmeler adı geçen bu modern üretim uygulamalarının hiç birisine öncülük etmemiş olsa da iyi uygulamaları takip ederek rekabet etmeye çalışmaktadır. Bu nedenden dolayı, Türkiye’deki işletmeler rekabeti yaratan değil rekabete dahil olmaya çalışan bir tutum içindedir. Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren ve Borsa İstanbul Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları endeksinde işlem gören sanayi şirketlerinde yalın üretim, Altı Sigma ve Endüstri 4.0 uygulamalarının kullanılmasının işletmelerin kârlılığı üzerine etkisi analiz edilmiştir. Çalışmada otuz iki şirketin mali tabloları incelenmiş olup, modern üretim uygulamalarının kullanım durumu ile ilgili bilgiler, faaliyet raporlarından, medyadan ve telefon görüşmelerinden öğrenilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları endeksinde işlem gören sanayi şirketlerinde modern üretim uygulamalarını kullanan işletmelerin, önemli bir rekabet avantajı elde ettiği tespit edilmiş olup özsermayenin aktif kârlılığa etkisi gözlemlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, Endüstri 4.0, Finansal Performans, 6 Sigma

Jel Sınıflandırma: D24, L25

The Effect of Lean Manufacturing, Six Sigma, and Industry 4.0 Utilization on the Profitability of Enterprises: A Research in the BIST XMESY Index¹

Abstract

Important applications have been carried out in operations management to provide a competitive advantage by minimizing costs. Among these applications, lean manufacturing, 6 Sigma, and industry 4.0 methods are the ones that remain up-to-date and valid. Although the enterprises operating in Turkey have not pioneered modern production practices, they try to compete by following good practices. For this reason, enterprises in Turkey are in an attitude that tries to be included in the competition rather than creating competition. In this study, the effect of the use of lean production, Six Sigma, and Industry 4.0 practices on the profitability of industrial companies operating in Turkey and traded in the Borsa İstanbul Metal Goods Machinery Electrical Equipment and Transportation Vehicles index is investigated. The financial statements of thirty-two companies are analyzed, and whether modern production practices were used or not was obtained from annual reports, media, and telephone interviews. According to the results revealed, it has been determined that enterprises using modern production practices in their production facilities have gained a significant competitive advantage. In addition, the effect of equity on active profitability has not been observed.

Keywords: Lean Manufacturing, Industry 4.0, Financial Performance, 6 Sigma

JEL Classification Codes: D24, L25

¹ Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 28.11.2023 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 28.12.2023.

Atıfta bulunmak için / Cite this paper:

Gör, Y. ve Dündar, H. (2023). Yalın üretim, altı sigma ve endüstri 4.0 kullanımının işletmelerin kârlılığı üzerine etkisi: BIST XMESY endeksinde bir araştırma. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (4), 1476-1503. DOI: 10.18074/ckuibfd.1397173.

1.Giriş

Çalışma hayatında, değer yaratmayan unsurları ortadan kaldırarak nihai ürünleri üretme düşüncesi, önemli bir üretim felsefesinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bugün yalın felsefe olarak tanımlanan bu düşünce sistematığına göre en önemli farkındalıklardan birisi değer zinciri içerisinde değer yaratmayan unsurların tespit edilmesidir. Değer yaratmayan israf unsurları, temelde yedi başlıkta sınıflandırılmıştır. Bunlar sırasıyla, hatalı üretim, fazla üretim, fazla stok, bekleme, gereksiz işler, gereksiz taşıma ve gereksiz hareketler olarak ifade edilmiştir (Jasti ve Kodali, 2015). Bu düşünce sistematığı Womack, Jones ve Roos (1990) tarafından “dünyayı değiştiren makine” adıyla yayımlanmış olan kitapta *yalın üretim* adı ile tanıtılmıştır. Yalın üretim tekniklerinden bazıları, tam zamanında üretim (TZÜ), değer akışı haritalama, kanban sistemi, model geçiş süresinin kısaltılması (SMED), 5S (Standartlaştırma, Temizlik, Düzen, Ayıklama, Disiplin) ve sürekli iyileştirme (Kaizen) gibidir. Toyota üretim sistemi olarak da tanımlanan yalın üretim sistematığı, düşük yatırım maliyetlerine katlanarak üretim maliyetlerini önemli ölçüde azaltması nedeni ile geniş çevreler tarafından benimsenmiştir (Deshmukh, Gangele, Gope ve Dewangan, 2022).

Operasyonel maliyetleri azaltmak, kaliteyi artırmak, kök problemleri azaltmak, üretimdeki varyasyonu ve hataları azaltmak için istatistiksel araçlar ile yönetim stratejisine odaklanan Motorola şirketi 1981 yılında Altı Sigma (6σ) araçlarını geliştirmiştir (Idrissi, Aftais, Mesfioui ve Benazzouz, 2016). Bu istatistiksel araçlardan bazıları iş akış diyagramları, iş süreçleri analizi, istatistiksel kontrol grafikleri, pareto diyagramları, hata modu ve etkileri analizi (FMEA) olarak sıralanmaktadır (Raisinghani, Ete, Pierce, Cannon ve Daripaly, 2005). Adı geçen araçların üretim yönetiminde kullanımı sayesinde hata oranı bir milyonda 3,4 adete kadar düşerken, Motorola 1999 yılına kadar bu yöntem sayesinde 15 milyar USD’den daha fazla bir tasarruf sağladığını raporlamıştır (Henderson ve Evans, 2000). Yalın üretim ve 6σ araçları önceleri birbirleri ile rakip yöntemler olarak algılansa da daha sonra birbirlerini tamamlayan özelliklerinin olması nedeni ile her iki yöntemi özgün halde birleştirerek Yalın 6σ yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Arıkan, 2009).

Hataların azaltılması, standart üretim prosedürlerinin oluşturulması, teknolojik gelişmeler ile birlikte yalın üretim ve 6σ yaklaşımlarının olgunlaşması sonrasında yeni bir üretim yaklaşımı olan Endüstri 4.0 (E4.0) konsepti ortaya çıkmıştır. Bu konsept ilk defa 2011 yılında Almanya Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı Ekonomi ve Bilim Araştırma Birliği çalışma grubu tarafından Hannover fuarında tanıtılmıştır². Öyle ki,

² Online erişim 16.09.2023

<https://www.deutschland.de/en/topic/business/globalization-world-trade/industry-40-at-hannover-messe>

bu konsept bilim dünyasında yoğun ilgi yaratmış olup Web of Science veri tabanlarından “industry 4.0” anahtar kelimesi ile yapılan taramaya göre 22.831 akademik çalışma yapıldığı tespit edilmiştir³. E4.0 bileşenleri, nesnelerin interneti (IOT), büyük veri, siber fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar, bulut bilişim, veri madenciliği, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, robotlar ve eklemeli imalat olarak sınıflandırılmaktadır (Kosacka-Olejnik ve Pitakaso, 2019).

Bu çalışmanın amacı, üretim işletmelerinde geçtiğimiz zaman dilimi içinde kullanılan yalın üretim, 6 σ ve E4.0 gibi Modern Üretim Tekniklerinin (MUT) Türkiye’de faaliyet gösteren işletmelerin kârlılığı üzerine etkisinin olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu kapsamda, Borsa İstanbul Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları sektöründe (XMESY) işlem gören işletmelerin yukarıda sayılan yaklaşımları kullananlar ile kullanmayanların arasındaki finansal performans göstergeleri incelenmiştir.

2.Literatür Taraması

Avcı toplayıcı toplumlardan günümüze kadar, en az kaynak kullanarak istenilen ürünü elde etme çabası süregelmektedir. Nitekim, kaynakların sınırlı olması, eldeki kaynakların optimum şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. İnsanlar bu zorunluluk nedeniyle, üretimi kolaylaştırılmak için çeşitli buluşlar yapmış, hatta bazı buluşlar endüstriyel anlamda devrimlere neden olmuştur. Bu devrimlerden ilki fabrikalarda buharlı makinelerin kullanılmaya başlanması ile üretimin hızlanması nedeniyle başlamıştır. Birinci sanayi devrimi ve günümüzde Endüstri 1.0 olarak tanımlanan dönemin zaman aralığı 1765-1850 yılları arasında kapsamaktadır (Deane, 1979; Günay, 2002). 1850-1914 yılları arasında elektrikli makinelerin kullanılması, iletişimde telgrafın keşfedilmesi ve içten yanmalı motorların icadı ile birlikte üretimin daha da hızlanması ve hayatın çeşitli alanlarında olumlu iyileştirmelerin gözlemlenmesi nedeniyle Endüstri 2.0 olarak adlandırılan ikinci sanayi devrimi başlamıştır (Stearns, 2020). Birinci dünya savaşı dönemindeki savunma sanayisindeki gelişmelerin tetikleyici rol oynadığı gelişmelerden birisi, dönemin bilgisayarları olarak adlandırılan nümerik kontrollü makinelerin geliştirilmesidir. Bu makinelerin 1970 yılından sonra fabrikalarda kullanılmaya başlanması ile insan gücünden kısmi olarak arındırılmış bir üretim süreci başlamıştır ve ilgili dönem (1970-2010) üçüncü sanayi devrimi dönemi olarak adlandırılmıştır (Didem, 2020). Makineleşme süreci ile başlayan bir akım olan emek-yoğun üretimden makine-yoğun üretime geçiş aşamaları

³ Online erişim 16.09.2023

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/6b19b2bf-edec-4166-b09b-b44257f9dcb1-a435faaa/relevance/1>

bugün kas gücünün üretim süreçlerinden tamamen arındırılması olarak adlandırılan ve bu arındırılma sürecinde en önemli bileşenler olan internet teknolojilerinin gelişimi ile makinelerin otonom çalışabilmesi ile birlikte bir endüstri devrimi daha meydana gelmiştir ve bu devrim Endüstri 4.0 olarak ifade edilmektedir (Taş, 2018).

Yaklaşık son yüz elli yıllık zaman diliminde endüstri alanındaki gelişmelerde temel amaç, üretimin hızlandırılması, insan kaynaklı kalitesizlik maliyetlerinin azaltılması, maliyetlerin minimize edilmesi ve kârlılığın maksimize edilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat, üretim alanındaki gelişmeleri takip eden işletmeler için yukarıda sayılan avantajlar yakalanabilmişken bu gelişmeleri takip etmeyen işletmeler rekabet avantajı açısından geride kalmıştır. Rekabet avantajı sağlamak isteyen işletmelerin kullandığı yöntemlerden birisi olan yalın üretimin tanımlarından birisi şu şekildedir. Doğru karar verme, düşük maliyet, tedariki daha az bekleme, değer artıran unsurları belirleme ve gereksiz işlemlerin ortadan kaldırılması gibi avantajlar sunarak finansal performansı artırmak (Emiroğlu, 2016) olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmada günümüzün rekabet avantajını sağlayabilecek üretim yöntemlerinin kullanılmasının işletmelerin finansal göstergeleri üzerine etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Nitekim, Borsa İstanbul'da işlem gören imalat işletmelerinin finansal göstergeleri dikkate alınarak yalın üretim, 6σ ve E4 gibi modern üretim sistemlerinin kullananlar ile kullanmayanlar arasındaki finansal göstergeler incelenmiştir.

Yapılan literatür taraması özet olarak Tablo 1'de sunulmaktadır. Elde edilen bulgulara göre, yalın üretim uygulamaları, 6σ uygulamaları ve E4.0 uygulamalarının finansal performans üzerine olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir. Nitekim, Alkaraan, Albitar, Hussainey ve Venkatesh (2022); Chowdary ve George (2012); Emiroğlu (2016); Galeazzo (2021); Sahoo (2020); Sahoo ve Yadav (2018); Zhu ve Lin (2017) yaptıkları çalışmalarda, adı geçen uygulamaların finansal performans üzerine olumlu etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer yandan, Bevilacqua, Ciarapica ve De Sanctis (2017); Ghobakhloo ve Azar (2017); Losonci ve Demeter (2013) yaptıkları çalışmalar sonucunda, yalın üretim ve 6σ uygulamalarının işletmelerin finansal performansına her zaman olumlu etki etmediğini, olumlu sonuçlara ulaşabilmek için dış faktörler, iç faktörler ve adanmışlığın olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Galeazzo ve Furlan (2018, ss. 513-533) yaptığı çalışmada yetersiz uygulamaların işletmelerde olumsuz finansal etkiye sahip olacağını ifade etmiştir.

Tablo 1: Literatür Taraması Özet Tablo

Yazar (Yıl)	Kapsam	Yöntem	Sonuç
(Callen, Fader ve Krinsky, 2000)	Elektronik bileşenler ve otomobil parçaları sektöründe YÜ'in TZÜ ve TKY boyutlarıyla finansal performansa etkisi	Panel veri Analizi	PYE
(Eriksson ve Hansson, 2003)	İsveç'teki şirket verileri ile YÜ'in TKY boyutlarıyla finansal performansa etkisi	İstatistiki ve mali verilerin kıyaslanması	PYE
(Shah ve Ward, 2003)	22 imalat işletmesinde YÜ'in TZÜ, TKY, TPM ve IKY boyutlarıyla finansal performansa etkisi	Likelihood ratio χ^2 -test	PYE
(Fullerton ve Wempe, 2009)	121 imalat işletmesinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Yapısal eşitlik modeli	PYE
(Meade, Kumar ve White, 2010)	YÜ'in finansal performansa etkisi	Anova analizi	PYE
(Yang, Hong ve Modi, 2011)	309 uluslararası imalat işletmesinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Anket ve yapısal eşitlik modeli ile analiz	PYE
(Chowdary ve George, 2012)	YÜ'in ilaç imalat sektöründe finansal performansa etkisi	5 neden metodolojisi	PYE
(Hofer, Eroglu ve Hofer, 2012)	Anket ve ikincil veri kullanılarak YÜ'in imalat sektöründe finansal performansa etkisi	Aracılık hipotezi prosedürü	PYE
(Nawanir, Kong Teong ve Norezam Othman, 2013)	Endonezya'daki imalat sektöründe YÜ'in finansal performansa etkisi	Anket, frekans analizi ve korelasyon	PYE
(Losonci ve Demeter, 2013)	453 uluslararası imalat işletmesinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Kümeleme analizi, Anova ve regresyon analizleri	Dış etkenlere bağlıdır.
(Fullerton, Kennedy ve Widener, 2014)	244 imalat işletmesinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Anket ve frekans analizi	PYE
(Park, Ryu, Park, Kwon ve You, 2014)	6 Sigmanın finansal performansa etkisi	Çoklu regresyon analizi	PYE
(Chavez vd., 2015)	228 İrlandalı imalat işletmesinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Anket ve yapısal eşitlik modeli ile analiz	PYE
(Kumar ve Kumar, 2016)	Hindistan'daki büyük ve orta ölçekli imalat şirketlerinde YÜ'in TZÜ ve diğer boyutlarıyla finansal performansa etkisi	Anket, korelasyon ve t testi	PYE
(Emiroğlu, 2016)	YÜ'in finansal performansa etkisi	Genel değerlendirme	PYE

Tablo 1: Literatür Taraması Özet Tablo

Yazar (Yıl)	Kapsam	Yöntem	Sonuç
(Idrissi, Aftais, Mesfioui ve Benazzouz, 2016)	En büyük 25 şirkette yalın 6 sigmanın finansal performansa etkisi	Finansal verilerin kıyaslanması	PYE
(Zhu ve Lin, 2017)	Çin'deki imalat işletmelerinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Pnömatik sistem modeli	PYE
(Bevilacqua, Ciarapica ve De Sanctis, 2017)	YÜ'in finansal performansa etkisi	Yapısal eşitlik modeli	İç etkenlere bağlı olarak ilişkilidir
(Küsters, Praß ve Gloy, 2017)	E4.0'in finansal performansa etkisi	Genel değerlendirme	PYE
(Ghobakhloo ve Azar, 2017)	İran'daki 189 otomobil parçası üreten işletmede yalın ve çevik üretimin finansal performansa etkisi	Anket ve yapısal eşitlik modeli	Her zaman pozitif etkilememektedir,
(Galeazzo ve Furlan, 2018)	19 imalat işletmesinde YÜ'in TZÜ, TKY, TPM ve IKY boyutlarıyla finansal performansa etkisi	Anket/kümeleme analizi ve bulanık mantık	Yetersiz YÜ uygulamaları olumsuz etkilemektedir
(Sahoo ve Yadav, 2018)	Hindistan'daki 160 imalat işletmesinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Anket ve Anova	PYE
(Pamornmast, Sriyakul ve Termsittiparsert, 2019)	E4.0 ve YÜ'in ecza şirketlerinde finansal performansa etkisi	Anket ve yapısal eşitlik modeli	YÜ ve E4.0 finansal performansı pozitif etkilemektedir
(Chetthamrongchai ve Jermstittiparsert, 2019)	Tayland'daki ilaç imalat işletmelerinde YÜ'in ilaç imalat sektöründe finansal performansa etkisi	Anket ve kısmi en küçük kareler modeli	PYE
(Negrão vd., 2020)	Brezilya'daki 233 imalat işletmesinde YÜ'in imalat sektöründe finansal performansa etkisi	Anket ve S eğrisi testi	PYE
(Sahoo, 2020)	Hindistan'daki 148 imalat işletmesinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Yapısal eşitlik modeli	PYE
(Galeazzo, 2021)	İtalya'daki imalat işletmelerinde YÜ'in finansal performansa etkisi	Regresyon analizi	PYE
(Alkaraan, Albitar, Hussainey ve Venkatesh, 2022)	E4.0'in finansal performansa etkisi	En küçük kareler ve regresyon analizi	PYE

PYE: Pozitif Yönde Etkilemektedir. YÜ: Yalın Üretim. E4.0: Endüstri 4.0. TZÜ: Tam Zamanında Üretim. TKY: Toplam Kalite Yönetimi. TPM: Toplam Üretken Bakım. IKY: İnsan Kaynakları Yönetimi

Son olarak, Dieste, Panizzolo ve Garza-Reyes (2021) yaptığı sistematik literatür taraması sonucunda yalın üretim uygulamalarının finansal performansı olumlu etkilediğini vurgulayan çalışma sayısının oldukça fazla olduğunu ifade etmiştir.

Kâr maksimizasyonu için operasyonel performansın yüksek olması gerekmektedir. Yüksek bir operasyonel performans için; etkin kaynak yönetimi, düşük atık yönetimi, yalın üretim, 6 σ , E4.0 ve kalite yönetimi gibi uygulamalar büyük önem arz etmektedir. Yapılan literatür taramasından yola çıkarak, yalın üretim, 6 σ ve E4.0 gibi MUT uygulamalarının olumlu sonuçlanması için süreklilik, adanmışlık ve üst yönetim desteğinin en önemli unsurlar olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan literatür taraması sonuçlarına göre, MUT kullanımı işletmelerin kârlılığını pozitif yönde etkileyebildiği gibi negatif yönde de etkileyebilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için MUT kullanımının işletmelerin kârlılığına etkisi araştırılmaktadır. Böylece, bu çalışmanın alanda daha önce akademik olarak yapılmamış olması nedeniyle literatüre akademik bir katkının sağlayacağı ve ilgili sektör yöneticilerini yönlendirici bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

3.Araştırma

Araştırmanın amacı, XMESY endeksinde işlem gören işletmelerin yalın üretim, 6 σ ve E4.0 gibi MUT kullanımının kârlılığı olumlu etkileyip etkilenmediğini tespit etmektir. Yapılan araştırmaya göre, en yüksek oranda MUT kullanımının olduğu sektörün Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları sektöründe faaliyet gösteren işletmeler olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ilgili sektöre faaliyet gösteren işletmeler üzerinde araştırma yapılmıştır. Bu doğrultuda, literatürde yer alan çalışmalardan esinlenerek değişkenler oluşturulmuştur. Daha sonra normallik testi, çoklu bağlantı testi ve otokorelasyon testleri yapılmış ve sonrasında panel veri regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.1.Verii ve Tanımlayıcı İstatistikler

Araştırma kapsamında XMESY endeksinde veriye ulaşılabilir olan 2013-2022 yılları arasında işlem gören toplam 32 şirketin tamamının finansal verileri yer almaktadır. Bu şirketlerin modern üretim uygulaması yapıp yapmadıkları ile ilgili veri, internet sitelerinden, yıllık faaliyet raporlarından, mali tablolarından, sosyal medya platformlarındaki haberlerden telefon görüşmelerinden elde edilmiştir. Analizler IBM SPSS 20 ve STATA 11 paket programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada eksik veri bulunmamaktadır.

Tablo 2: Frekans Analizi ve Özet İstatistikler

Açıklama (a)	MUT Durumu (b)	(1) var (0) yok	Toplam Şirket Sayısı (c)	Toplam Kişi	Toplam Hasılat (d)	Toplam Adet	Toplam Personel Sayısı (e)	Toplam Personel Giderleri (f)	Toplam Ar-Ge Giderleri (g)	Toplam Genel Giderler (h)	Hasılat/ Personel Sayısı (i)	Hasılat/ Personel Gideri (j)	Oran	Ortalama (\$)	Ortalama (%)
2013	0	0	23	3.707.059.535	12.696	135.825.117	21.512.104	117.794.419	291.986	27,29	10.698	0,58			
	1	1	9	17.955.618.605	61.169	715.710.233	174.316.279	454.941.395	293.541	25,09	11.701	0,97			
2014	0	0	23	3.481.235.193	13.155	134.281.975	23.999.580	125.885.837	264.632	25,92	10.208	0,69			
	1	1	9	18.363.420.172	64.971	803.628.326	185.178.970	493.040.343	282.640	22,85	12.369	1,01			
2015	0	0	23	3.415.657.192	14.593	133.450.001	24.207.198	127.310.616	234.061	25,60	9.145	0,71			
	1	1	9	18.324.908.219	67.505	691.290.068	190.954.111	459.935.616	271.460	26,51	10.241	1,04			
2016	0	0	22	2.841.362.323	13.247	127.048.726	19.780.744	115.830.878	214.491	22,36	9.591	0,70			
	1	1	10	17.668.425.496	70.674	514.053.541	213.119.263	450.036.827	249.999	34,37	7.274	1,21			
2017	0	0	20	1.819.615.831	9.579	101.839.843	23.658.055	82.783.113	189.959	17,87	10.632	1,30			
	1	1	12	22.766.644.327	81.013	717.473.615	213.158.047	525.512.929	281.025	31,73	8.856	0,94			
2018	0	0	19	1.486.383.554	9.242	84.540.454	19.192.256	64.158.790	160.829	17,58	9.147	1,29			
	1	1	13	20.394.183.743	80.205	652.526.277	185.576.182	471.430.435	254.276	31,25	8.136	0,91			
2019	0	0	17	1.075.199.158	6.994	40.633.839	8.747.816	50.272.391	153.732	26,46	5.810	0,81			
	1	1	15	21.031.531.650	84.001	1.060.521.887	209.166.669	538.334.680	250.372	19,83	12.625	0,99			
2020	0	0	14	687.671.063	6.128	32.639.973	6.128.538	41.941.319	112.218	21,07	5.326	0,89			
	1	1	18	21.709.455.182	93.258	1.051.012.249	211.728.266	569.678.600	232.789	20,66	11.270	0,98			
2021	0	0	9	314.624.925	2.486	10.382.883	1.257.513	13.662.763	126.559	30,30	4.177	0,40			
	1	1	23	18.817.892.793	104.469	888.778.905	159.494.598	459.025.826	180.129	21,17	8.508	0,85			
2022	0	0	9	495.850.348	2.603	14.447.673	1.702.306	18.104.227	190.492	34,32	5.550	0,34			
	1	1	23	28.209.401.659	117.984	1.281.029.054	218.165.279	666.150.508	239.095	22,02	10.858	0,77			
<i>Ortalama</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>9,072</i>	<i>1.932.465.912</i>	<i>9,072</i>	<i>81.509.048</i>	<i>15.018.611</i>	<i>75.774.435</i>	<i>193.896</i>	<i>24,88</i>	<i>8.028</i>	<i>0,77</i>			
	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>82,525</i>	<i>20.524.148.184</i>	<i>82,525</i>	<i>837.602.415</i>	<i>196.085.766</i>	<i>508.808.716</i>	<i>233.533</i>	<i>25,55</i>	<i>10.184</i>	<i>0,97</i>			

Elde edilen veri seti ile temel istatistiksel analizlere göre elde edilen bulgular Tablo 2’de özetlendiği üzere toplam 32 işletme incelenmiştir. Veri başlangıç yılı olan 2013 yılında MUT kullanan işletme sayısı 9 iken kullanmayan işletme sayısı 23 olarak gözlemlenmiştir. Bu sayı ilerleyen yıllarda MUT lehine artmış olup 2022 yılına gelindiğinde 23 işletmede MUT kullanıldığı, 9 işletmede ise kullanılmadığı tespit edilmiştir.

Personel sayısı, personel giderleri, Ar-Ge giderleri ve genel giderleri incelendiğinde adı geçen değişkenlerin 2013-2022 yılları arasında parasal anlamda MUT kullananlarda kullanmayanlara kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hasılatın birim personel harcamalarına oranı için yapılan analiz sonuçlarına göre, MUT kullanan işletmelerin birim personelden ettikleri ortalama hasılatın oran ortalaması 25,55 iken kullanmayanları ortalaması ise 24,88 olarak gözlemlenmiştir. Aynı şekilde, elde edilen hasılatın personel sayısına oranını MUT kullananlara ve kullanmayanlara oranlayarak yapılan analizlere göre, MUT kullanan işletmelerin birim personelden elde ettikleri ortalama hasılat 253.533\$ iken kullanmayan işletmelerin 193.896\$ olarak bulunmuştur. Birim personel için yapılan harcamalar incelendiğinde, 2013-2018 yılları arasında bu oran MUT kullanan ve kullanmayan işletmeler için görece dengeli olarak seyretmektedir. 2019 yılı ile birlikte MUT kullanmayan işletmelerin birim personel için yaptıkları harcama kullananlara kıyasla düşük kalmıştır. Öyle ki MUT kullanan işletmelerin birim personel için yaptıkları harcamalar kullanmayanlara kıyasla 2019 yılı sonrası iki katına kadar çıktığı gözlemlenmektedir. Tüm yıllar ortalamasına bakıldığında MUT kullanan işletmelerin birim personel için yaptığı ortalama harcama 10.184\$ iken kullanmayan işletmelerin ortalaması 8.028\$ olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın analiz kısmında modern üretim yöntemlerini kullanan işletmelerin kârlılıkları söz konusu işletmelerin mali tablolarında meydana gelen değişimler üzerinden incelenmektedir. Bu doğrultuda modern üretim yöntemleri kullanan şirketlerin finansal performansın ölçümünde literatürde çeşitli değişkenler kullanılmaktadır. Bazı çalışmalarda; satış büyüme oranı (Bevilacqua vd., 2017; Chavez vd., 2015) satış tutarı (Yang vd., 2011) ve satış getiri oranı (ROS) (Hofer vd., 2012) ile yalın üretim arasındaki ilişki incelenerek; yalın üretimin finansal performansa etkisi açıklanmıştır. Bazı çalışmalarda ise; kâr marjı (Bevilacqua vd., 2017; Chavez vd., 2015; Nawahir vd., 2013, 2016), net kar (Sahoo, 2019), özsermaye kârlılığı (ROE) (Boyd vd., 2002) ve aktif kârlılığı (ROA) (Fullerton vd., 2014; Zhu ve Lin, 2017) finansal performans ile yalın üretim arasındaki etkileşimi incelemek için kullanılmıştır. Çalışmanın analiz kısmında yer alan değişkenler ve açıklamaları Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3: Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişken	Değişken Türü	Açıklama
ROA	Bağımlı	Aktif Karlılığı
ROE	Bağımlı	Özsermaye Karlılığı
YKK	Bağımsız	Yabancı Kaynak Kullanım Karlılığı (Kâr/Yabancı Kaynak)
HAS	Bağımsız	Satışlar (\$)
SMM	Bağımsız	Satılan Mamul Maliyeti (\$)
BYK	Bağımsız	Şirket Büyüklüğü (Toplam varlıkların 10 tabanında logaritması)
FKAL	Bağımsız	Finansal Kaldıraç
GGD	Bağımsız	Genel Giderler (\$)
PGD	Bağımsız	Personel Gideri (\$)
NKG	Bağımsız	Nakliye Gideri (\$)
AGG	Bağımsız	Araştırma Geliştirme Gideri (\$)
MUT	Bağımsız	Modern Üretim Tekniklerini Uygulama Durumu

Tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında sektörün on yıllık süreçte ortalama olarak; yaklaşık 700 Milyon \$ değerinde satış gerçekleştirdiğini görmekteyiz. Aynı süreç içerisinde sektörün ortalama aktif kârlılığı %10,5 olarak gerçekleşirken özsermaye kârlılığı ise %17,8 seviyesindedir. Çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4: Tanımlayıcı İstatistik Tablosu

Veri / Açıklama	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	Örnek Varyans	Adet
ROA	0,104909	0,006052	0,108256	0,011719	320
ROE	0,177888	0,02518	0,450429	0,202886	320
YKK	0,313062	0,03851531	0,688982815	0,474697319	320
HAS	7,02E+08	86.885.235,35	1.554.250.340	2,41569E+18	320
SMM	5,64E+08	70.709.170,13	1.264.884.088	1,59993E+18	320
BYK	8,062636	0,044051193	0,788011691	0,620962424	320
FKAL	0,572051	0,013102554	0,234385609	0,054936614	320
GGD	18.268.223	2.550.379,253	45.622.571,02	2,08142E+15	320
PRS	2.864,209	356,8737315	6.383,951385	40.754.835,28	320
PGD	28.722.233	4.795.781,164	85.789.541,5	7,35985E+15	320
NKG	14.474.811	2.689.530,421	48.111.782,79	2,31474E+15	320
AGG	6.597.012	913.799,7885	16.346.547,56	2,6721E+14	320
MUT	0,440625	0,027796541	0,497239637	0,247247257	320

3.2.Yöntem

Araştırmada literatürden esinlenerek oluşturulan değişkenler ile Kolmogorov-Smirnov normallik testi, veri arasında çoklu bağlantı sorununun tespiti için VIF (Variance Inflation Factor) testi ve otokorelasyon tespiti için de Durbin-Watson testi yapılmıştır. Sonrasında panel veri regresyon analizi ile modern üretim yöntemlerinin finansal performansa etkisi incelenmiştir. Çalışmada 10 yıllık periyotta 32 şirkete ait veriler yer almaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda da 10 yıllık veri kullanıldığı görülmektedir (E. Çelik ve Arslanlı, 2020; Özevin, 2023; Yıldız, 2017). Söz konusu panel veri analizleri için geliştirilmiş olan aktif karlılığı ve özsermaye karlılığı ile modern üretim sistemlerinin kullanımı arasındaki ilişkiyi gösteren modeller (i) başlangıç dönemi (t) bitiş dönemi arasındaki zaman dilimini göstermekle birlikte (1)-(2) numaralı eşitlikte sunulmuştur.

$$ROA_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}MUT_{it} + \beta_{2it}HAS_{it} + \beta_{3it}SMM_{it} + \beta_{4it}BYK_{it} + \beta_{5it}FKAL_{it} + \beta_{6it}GGD_{it} + \beta_{7it}PGD_{it} + \beta_{8it}NKG_{it} + \beta_{9it}AGG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$ROE_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}MUT_{it} + \beta_{2it}HAS_{it} + \beta_{3it}SMM_{it} + \beta_{4it}BYK_{it} + \beta_{5it}FKAL_{it} + \beta_{6it}GGD_{it} + \beta_{7it}PGD_{it} + \beta_{8it}NKG_{it} + \beta_{9it}AGG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

3.3.Verii Analizi

Bu bölümde, elde edilen veri setinin istatistiksel analizlerinin yapılarak yorumlanması, veri setinin normallik testleri, veriler arası çoklu bağlantı testleri, otokorelasyon testleri ve panel veri regresyon analizleri açıklanmıştır.

3.3.1 Normallik Testi

Yapılan analizlere ilişkin Kolmogorov-Smirnov testi, VIF testi ve Durbin-Watson testi sonuçları Tablo 5’de yer almaktadır. Değişkenlerin normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi gerçekleştirilmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre tüm değişkenlerin, anlamlılık değerlerinin (p değerinin) 0,05’ten düşük olmasından ötürü normal dağılım göstermediği (Kalaycı, 2010) anlaşılmaktadır. Daha sonra değişkenler arasında çoklu bağlantı sorununun tespiti için VIF testi uygulanmış ve VIF değerleri 10’dan küçük olarak gerçekleştiğinden çoklu bağlantı sorunu olmadığı (Büyükuysal ve Öz, 2016) tespit edilmiştir. Ayrıca, değişkenler arasında otokorelasyon sorunu olup olmadığını tespiti için Durbin-Watson testi yapılmış ve neticede Durbin-Watson değeri 1,5-2,5 arası bir değer olarak gerçekleştiği (Talebi ve Ceyhun, 2013) için otokorelasyon sorununun olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 5’te yer alan test sonuçlarına göre değişkenlerin normal dağılım göstermediği, değişkenler arasında çoklu bağlantı ve otokorelasyon problemi olmadığı anlaşılmaktadır. Daha sonra heteroskedastisite testi (hata varyans ölçümü) olarak Breusch-Pagan testi gerçekleştirilmiştir. Anlamlılık değeri 0,05’ten küçük olarak gözlemlendiği için heteroskedastisite sorunu olmadığı (Torres-Reyna, 2007) anlaşılmıştır. Heteroskedastisite, bağımsız bir değişkenin farklı değerleri üzerinden veya önceki zaman dönemleriyle ilişkili olarak izlenen, tahmin edilen bir değişkenin standart sapmalarının sabit olmaması durumunda ortaya çıkmaktadır (Gujarati, 2021). Baltagi ve Baltagi (2008)’ye göre 20-30 yıl gibi uzun dönemler için hesaplanması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada yine de Breusch-Pagan testi sonucunun $Prob > chi^2 = 0.000$ olarak bulunması ile heteroskedastisite sorunu olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 5: Normallik-VIF-Durbin Watson Analizi Sonuçları

Kolmogorov-Smirnov Testi			VIF Testi	
Değişken	İstatistik	Anlamlılık Değeri		VIF
YKK	,1856	,009	YKK	1.750
HAS	,4370	,000	HAS	3.204
SMM	,4623	,000	SMM	9.940
BYK	,3994	,000	BYK	2.630
FKAL	,1873	,008	FKAL	1.710
ROA	,1596	,036	ROA	2.710
ROE	,1996	,005	ROE	1.160
GGD	,3594	,000	GGD	6.731
PGD	,4339	,000	PGD	9.540
NKG	,4683	,000	NKG	5.490
AGG	,4922	,000	AGG	6.930
MUT	,2226	,000	MUT	1.370
Durbin Watson Testi				
Model	Düzeltilmiş R ²		Durbin-Watson	
1	,638		1,746	
Breusch-Pagan Testi Anlamlılık Değeri: Prob > chi ² = 0.0000				

3.3.2. Aktif Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri Panel Veri Regresyon Analizi

Çalışmanın amacı doğrultusunda şirketlerin modern üretim teknikleri kullanmalarının kârlılık ile ilişkisinin belirlenmesi için panel veri regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Panel veri regresyon analizi, şirket verilerini zaman serileriyle bir araya getiren,

parametreler arasında lineer bağımlılığı azaltarak, serbestlik derecesini artıran bir analiz türü olup, ekonomik ilişkilerin tahminlerinin yapılmasını sağlayan bir analizdir (C. Çelik ve Kıral, 2020).

Çalışmanın bu kısmında finansal performans göstergelerinden literatürde en yaygın olarak kullanılan aktif kârlılığı (ROA) ve özsermaye karlılığı (ROE) ile modern üretim yöntemi kullanmanın arasındaki ilişkinin tespiti için gerçekleştirilen, panel veri regresyon analizleri yer almaktadır.

Aktif kârlılığı ile modern üretim teknikleri arasındaki etkiyi ölçmek amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizi Tablo 6'da yer almaktadır. Bu tabloya göre %95 güven düzeyinde modern üretim teknikleri ile aktif kârlılığı arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu, söz konusu değişkenin anlamlılık değerinden anlaşılmaktadır. Modern üretim tekniklerinin dikkate aldığı genel giderlerin de aktif kârlılığını etkilediği gözlemlenmektedir. Ayrıca hasılat, satılan mamul maliyeti ile finansal kaldıraç oranının da aktif kârlılığı ile istatistiksel olarak anlamlı bir etki içinde oldukları görülmektedir. Aktif kârlılığı ile modern üretim yöntemleri arasındaki etkiyi tespit etmek için yapılan analiz neticesinde elde edilen sonuçlar literatürde yer alan çalışmalarla (Fullerton vd., 2014; Zhu ve Lin, 2017) uyumlu çıkmıştır.

Tablo 6: Aktif Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri Panel Veri Regresyon Analizi Sonuçları

ROA	Katsayı	Standart Hata	Anlamlılık
HAS	0,000000000329	0,000000000936	0,001*
SMM	-0,000000000339	0,000000000108	0,002*
BYK	-0,0474946	0,0319296	0,138
FKAL	-0,0674082	0,0308175	0,030
GGD	-0,00000000167	0,000000000974	0,087**
PGD	0,000000000376	0,000000000207	0,856
NKG	-0,000000000154	0,000000000222	0,488
AGG	-0,00000000021	0,00000000113	0,853
MUT	0,0263489	0,0123798	0,034*
Prob>chi2	0,0008	***%95 Güven seviyesinde anlamlı	
R Kare	0,2012	***%90 Güven seviyesinde anlamlı	

Tablo 6'da yer alan panel veri analizinde; Tablo 7'de yer alan Hausman testi sonucuna göre anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olarak gerçekleştiği için sabit etkiler modeli tercih edilmiştir. Hausman testi, bir etkinlik testi olmakla birlikte; sabit etkiler ya da rassal etkiler modellerinden hangisinin tercih edileceğini belirleyerek tahmincinin daha verimli olmasını sağlamaktadır (C. Çelik ve Kıral, 2020, s. 8).

Tablo 7: Aktif Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri Hausman Testi Sonuçları

	Sabit Etki	Rassal Etki	Fark	Standart Hata
HAS	0,000000000329	0,00000000031	0,000000000192	0,000000000438
SMM	-0,000000000339	-0,000000000308	-0,000000000031	0,000000000578
BYK	-0,0474946	-0,0429984	-0,0044962	0,0251583
FKAL	-0,0674082	-0,0932727	0,0258645	0,0129461
GGD	-0,00000000167	-0,0000000018	0,00000000128	0,000000000679
PGD	0,000000000376	0,000000000156	0,000000000022	0,000000000105
NKG	-0,00000000154	-0,000000000236	0,000000000814	0,000000000825
AGG	-0,00000000021	-0,000000000396	0,000000000187	0,000000000705
MUT	0,0263489	0,0239775	0,0023714	0,0037348
Prob>chi2	0,0418			

3.3.3.Özsermaye Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri Panel Veri Regresyon Analizi

Özsermaye kârlılığı ile modern üretim teknikleri arasındaki etkiyi ölçmek amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizi Tablo 8’de yer almaktadır. Tabloya göre özsermaye kârlılığı ile modern üretim yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunmadığı anlamlılık değerlerinin %10’u geçmesinden anlaşılmaktadır. Diğer taraftan hasılat, maliyet, şirket büyüklüğü ve finansal kaldıraç oranları ile özsermaye kârlılığı arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 8: Özsermaye Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri Panel Veri Regresyon Analizi Sonuçları

ROE	Katsayı	Standart Hata	Anlamlılık
HAS	0,00000000144	0,000000000572	0,012*
SMM	-0,00000000149	0,000000000661	0,025*
BYK	-0,6506081	0,1951112	0,001*
FKAL	0,4935005	0,1883155	0,009*
GGD	-0,00000000359	0,00000000595	0,547
PGD	-0,000000000271	0,00000000127	0,831
NKG	-0,000000000224	0,00000000136	0,869
AGG	-0,00000000168	0,00000000693	0,809
MUT	0,1017862	0,0756489	0,180
Prob>chi2	0,0008		*%95 Güven seviyesinde anlamlı
R Kare	0,1836		**%90 Güven seviyesinde anlamlı

Özsermaye kârlılığı ile modern üretim yöntemleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek için yapılan analiz neticesinde elde edilen sonuç literatürde yer alan çalışmalar (Boyd vd. 2002) ile uyumlu olmadığı anlaşılmaktadır. Bu uyumsuzluğun nedeninin örnekleme oluşturan şirket verilerinin kur değişimleri, siyasi olaylar ve dönem farklılıkları gibi etmenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Özsermaye kârlılığı ile modern üretim teknikleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla gerçekleştirilen panel veri analizinde, Tablo 9’da yer alan Hausman testi sonucuna göre yine sabit etkiler modeli uygulanmıştır.

Tablo 9: Özsermaye Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri Hausman Testi Sonuçları

	Sabit Etki	Rassal Etki	Fark	Standart Hata
HAS	0,00000000144	0,00000000121	0,000000000235	0,000000000299
SMM	-0,00000000149	-0,00000000118	-0,000000000307	0,000000000399
BYK	-0,6506081	-0,0515042	-0,5991039	0,1808048
FKAL	0,4935005	0,0280075	0,465493	0,1263096
GGD	-0,00000000359	-0,00000000583	0,00000000225	0,00000000478
PGD	-0,00000000271	-0,00000000413	0,00000000142	0,000000000823
NKG	-0,00000000224	-0,00000000149	0,00000000126	0,000000000631
AGG	-0,00000000168	-0,00000000345	0,00000000177	0,00000000527
MUT	0,1017862	0,1169615	-0,0151754	0,0385225
Prob>chi2		0,0001		

Yapılan analizler neticesinde aktif kârlılık oranının modern üretim teknikleri ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki içerisinde olması fakat özsermaye kârlılığı ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmaması; yeni bir kavram çerçevesinde bir analiz daha gerçekleştirme ihtiyacını doğurmuştur. Yabancı kaynak kullanımı kârlılığı olarak isimlendirilen kârın yabancı kaynak toplamına oranlanması ile elde edilmektedir. Yabancı kaynakların modern üretim tekniklerinin finansmanında kullanılması muhtemel olmasından ve literatürde benzer şekilde yabancı kaynak kârlılığından bahseden çalışmaların (Baum, Schäfer ve Talavera, 2006; Muscettola ve Naccarato, 2016) yer almasından ötürü analize dahil edilmiştir.

Yabancı kaynak kullanım kârlılığının modern üretim teknikleri ile ilişkisini incelemek için gerçekleştirilen panel veri analizi Tablo 10’da yer almaktadır. Söz konusu panel veri analizine göre; yabancı kaynak kullanım kârlılığı ile modern üretim teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan

hasılat ile %90 güven aralığında ve finansal kaldıraç oranı ile %95 güven aralığında yabancı kaynak kullanım kârlılığının ilişki içerisinde oldukları belirlenmiştir.

**Tablo 10: Yabancı Kaynak Kullanım Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri
Panel Veri Regresyon Analizi Sonuçları**

YKK	Katsayı	Standart Hata	Anlamlılık
HAS	0,000000000718	0,000000000425	0,091**
SMM	-0,000000000698	0,000000000474	0,141
BYK	-0,0861748	0,1142653	0,451
FKAL	-1,074491	0,1464533	0,000*
GGD	-0,00000000056	0,000000000376	0,137
PGD	0,000000000582	0,000000000933	0,533
NKG	-0,000000000196	0,000000000106	0,853
AGG	-0,000000000178	0,000000000475	0,708
MUT	0,0418105	0,060608	0,490
Prob>chi2	0,0000		*%95 Güven seviyesinde anlamlı
R Kare	0,4605		**%90 Güven seviyesinde anlamlı

Tablo 11’de yer alan yabancı kaynak kullanım kârlılığı ile modern üretim teknikleri panel veri regresyon analizi için gerçekleştirilen Hausman testi sonucuna göre rassal etkiler modeli panel veri analizinde uygulanmıştır.

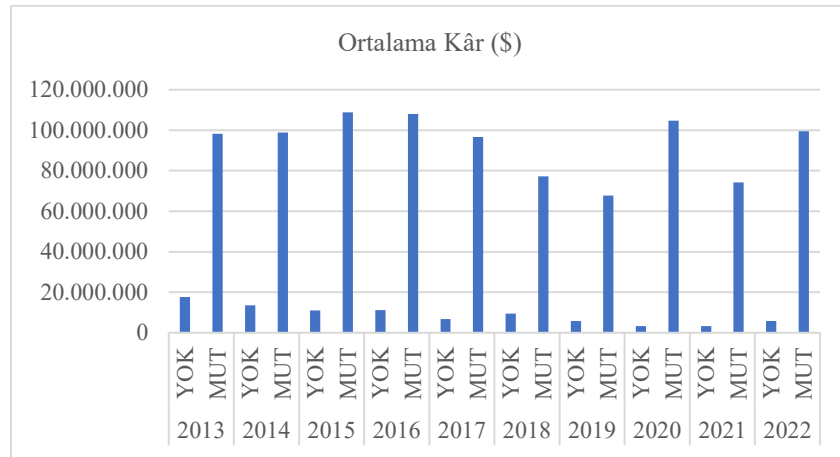
**Tablo 11: Yabancı Kaynak Kullanım Kârlılığı ile Modern Üretim Teknikleri
Hausman Testi Sonuçları**

	Sabit Etki	Rassal Etki	Fark	Standart Hata
HAS	0,000000000722	0,000000000718	0,0000000000439	0,000000000209
SMM	-0,000000000707	-0,000000000698	-0,0000000000924	0,000000000273
BYK	-0,0122344	-0,0861748	0,0739404	0,1143223
FKAL	-0,9842233	-1,074,491	0,0902674	0,0537527
GGD	-0,000000000541	-0,00000000056	0,000000000183	0,000000000318
PGD	0,000000000551	0,000000000582	-0,000000000303	0,000000000479
NKG	-0,000000000155	-0,000000000196	0,0000000000405	0,000000000386
AGG	-0,000000000688	-0,000000000178	0,000000000109	0,000000000322
MUT	0,05256	0,0418105	0,0107496	0,0159427
Prob>chi2		0,0575		

4. Bulgular ve Tartışma

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre MUT kullanımı, sektörde her geçen yıl artış göstermiştir. Öyle ki 2013 yılında MUT kullanımı 32 işletme içinde 9 iken 2022 yılında bu sayı 23 olarak tespit edilmiştir. Bu artış trendinin temel sebeplerinden birisinin sektörel rekabet ortamında ve iş yapış ikliminde geri kalmama isteği olduğu düşünülmektedir. Hasılat ve personel harcamaları arasındaki ilişki incelendiğinde MUT kullanan işletmelerin personeller için yaptıkları birim harcama başına elde ettikleri hasılat MUT kullanan işletmelerde ortalama oran 25,55 iken kullanmayan işletmelerde bu oran 24,88 olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan, MUT kullanan işletmeler ortalama bir personelden 253.533\$ hasılat elde ederken kullanmayanlarda bu bedel ortalama 193.896\$ olarak hesaplanmıştır. Dikkat çekici bir bulgu olarak, birim personel için yapılan harcamalar 2018 yılına kadar MUT kullananlarda da kullanmayanlarda da birbirine yakın seyretmektedir. Ancak 2019 yılı itibariyle MUT kullanan işletmelerin birim personel için yaptığı harcama kullanmayanlara kıyasla iki katı kadar olduğu tespit edilmiştir.

Diğer yandan, MUT kullanmayan işletmelerde çalışan personel için yapılan harcamaların kullananlara göre önemli ölçüde düşük kaldığı gözlemlenmiş olup MUT kullanmayan işletmelerin kalifiye personel için yüksek maaşlar ödemedikleri tespit edilmiştir. Fakat, personel harcamaları yüksek olan MUT işletmelerinin birim personel başına elde ettikleri hasılat, kullanmayanlara kıyasla daha yüksek olmaktadır. Bu durum, MUT kullanmayan işletmelerin kalifiye personel istihdam ederek görece yüksek personel harcaması yapmasının hasılatla olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir.



Şekil 1: MUT Kullanımı ve Ortalama Kâr Grafiği

Ortalama kâr grafiğine bakıldığında, modern üretim sistemlerini kullanan işletmelerin kullanmayan işletmelere oranla daha yüksek ortalama kâr elde ettikleri görülmektedir. İlerleyen yıllarda, döviz kurlarında yaşanan artış nedeniyle kârlılığın düşme eğiliminde hareket ettiği görülmektedir. Son yıllara gelindiğinde ise kurdaki yükselişlere rağmen gerek pandemi gerekse fiyatlarda yaşanan volatilité nedeniyle şirketlerin önceki yıllara oranla daha düşük maliyetle daha yüksek kârlı satışlar gerçekleştirmeleri kârlılığını artırmıştır. Son yıllarda modern üretim sistemlerini kullanan şirket sayısının artması kârlılığın dalgalı bir şekilde artış yaşamasına neden olduğu düşünülmektedir. MUT kullanım durumuna göre ortalama kâr grafiği Şekil 1'de sunulmaktadır.

Yapılan panel veri regresyon analizleri sonuçlarına göre, aktif kârlılığı ile MUT kullanımı arasında istatistiksel olarak olumlu bir ilişki varken, özsermaye kârlılığının MUT kullanımı ile istatistiksel bir ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Aktif kârlılığı oluşturan iki unsurdan birisi özsermaye iken diğer yabancı kaynak kullanımınıdır. Elde edilen sonuçlarda, aktif kârlılığı ile MUT kullanımı arasında olumlu, özsermaye kârlılığı ile MUT kullanımı arasında anlamlı bir ilişki olmaması nedeni ile yabancı kaynak kullanımını ile MUT arasındaki ilişki de incelenmiştir. Ancak, yabancı kaynak kullanımını ile MUT kullanımı arasında da anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bu bulgudan yola çıkarak, MUT kullanan işletmelerin büyük sermayeye sahip oldukları için değil, MUT kullandıkları için kârlı oldukları tespit edilmiştir. Diğer yandan, küçük işletmelerin rekabet edebilmek için büyük özsermayeye ihtiyaç duydukları varsayımının, yapılan analizler ışığında geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Nitekim, özsermaye kârlılığının MUT kullanımı ile bir ilişkisinin olmadığını ortaya çıkartmıştır.

5. Sonuç

Bu çalışmada, yalın üretim, 6σ ve E4.0 uygulamalarının kullanılmasının, işletmelerin finansal performansı üzerine etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Türkiye'de faaliyet gösteren ve Borsa İstanbul Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları endeksinde işlem gören sanayi şirketlerinin verileri kullanılmıştır. İlgili sektörde faaliyet gösteren 32 işletmenin veri seti tanımlayıcı istatistik ve panel veri regresyon analiz yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. 2013-2022 yılları arasında kapsayan veri seti ile yapılan analizlere göre, ilgili yıllar arasında MUT kullanan işletme sayısı her geçen yıl artmış olup bu sayı dokuzdan yirmi üçe yükselmiştir. Dikkat çekici bulgulardan birisi, MUT kullanımı işletmelerin aktif kârlılığını olumlu yönde etkilerken, özsermaye kârlılığının MUT kullanımı ile bir ilişkisi tespit edilememiştir. Bir başka ifadeyle, MUT kullanan işletmeler bu teknikleri kullandıkları için aktif kârlılığını anlamlı derecede arttırabilmektedirler. MUT kullanımı ile aktif kârlılığı arasında anlamlı bir ilişki varken özsermaye kârlılığı arasından anlamlı bir ilişki tespit edilemediği için yabancı kaynak kullanım kârlılığı ve MUT arasındaki ilişki

incelenmiştir. Ancak, yabancı kaynak kullanımı ile MUT kullanımını arasında da anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Diğer bir bulguya göre 2019 yılı sonrası MUT kullanan işletmelerin yıllık personel giderleri, kullanmayanlara göre iki kata kadar artmış, 2022 yılına kadar bu oran sabit kalmıştır. Bu durumun pandemi döneminde işletmelerin dijitalleşme zorunluluğu nedeni ile yazılım personellerini yüksek ücretler ile istihdam etmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, MUT kullanan işletmelerde birim personel başına üretilen hasılat kullanmayanlara kıyasla ele alınan zaman diliminde hep daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ar-Ge harcamaları açısından yapılan incelemelere göre, MUT kullanan işletmelerin Ar-Ge harcamalarının hasılatı oranı ortalama %0,97 iken kullanmayanların oranı %0,77 olarak tespit edilmiştir.

Ele alınan araştırmanın kısıtları arasında faaliyet raporlarının yeterince şeffaf olmaması ve dipnotların yetersizliği yer almaktadır. Gelecek çalışmalarda, Türkiye’de faaliyet gösteren işletmeler ile bu yöntemlerin kullanımı nedeni ile dünyada rekabet avantajı sağlamış olan ülkelerde faaliyet gösteren işletmelerin karşılaştırılması, Türkiye’deki işletmelerin özdeğerlendirme yapabilmeleri açısından önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ek 1: Araştırma kapsamında yer alan şirketler listesi

**METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM
ARAÇLARI**

Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Arçelik A.Ş.
Balatacılar Balatacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Bantaş Bandırma Ambalaj Sanayi Ticaret A.Ş.
Bosch Fren Sistemleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Ditaş Doğan Yedek Parça İmalat ve Teknik A.Ş.
Ege Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Emek Elektrik Endüstrisi A.Ş.
Eminiş Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Federal-Mogul İzmit Piston ve Pim Üretim Tesisleri A.Ş.
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.
Formet Metal ve Cam Sanayi A.Ş.
Gersan Elektrik Ticaret ve Sanayi A.Ş.
İhlas Ev Aletleri İmalat Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Jantsa Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Karsan Otomotiv Sanayii ve Ticaret A.Ş.
Katmerciler Araç Üstü Ekipman Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Klimasan Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Makina Takım Endüstrisi A.Ş.
Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş.
Parsan Makina Parçaları Sanayii A.Ş.
Safkar Ege Soğutmacılık Klima Soğuk Hava Tesisleri İhr. İth. Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Say Yenilenebilir Enerji Ekipmanları Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Silverline Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
Tümosan Motor ve Traktör Sanayi A.Ş.
Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.
Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.
Ulusoy Elektrik İmalat Taahhüt ve Ticaret A.Ş.
Vestel Beyaz Eşya Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Vestel Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Kaynakça

- Alkaraan, F., Albitar, K., Hussainey, K., & Venkatesh, V. (2022). Corporate transformation toward Industry 4.0 and financial performance: The influence of environmental, social, and governance (ESG). *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121423.
- Arıkan, H. (2009). *Yalın Altı Sigma Metodolojisi ve Bir Uygulama*. Bursa Uludağ University (Turkey),
- Baltagi, B. H., & Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data* (Vol. 4): Springer.
- Baum, C. F., Schäfer, D., & Talavera, O. (2006). *The effects of short-term liabilities on profitability: the case of Germany*. Retrieved from
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & De Sanctis, I. (2017). Lean practices implementation and their relationships with operational responsiveness and company performance: an Italian study. *International Journal of Production Research*, 55(3), 769-794.
- Büyükuysal, M. Ç., & Öz, İ. İ. (2016). Çoklu doğrusal bağıntı varlığında en küçük karelere alternatif yaklaşım: Ridge regresyon. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 110-114.
- Callen, J. L., Fader, C., & Krinsky, I. (2000). Just-in-time: a cross-sectional plant analysis. *International Journal of Production Economics*, 63(3), 277-301.
- Chavez, R., Yu, W., Jacobs, M., Fynes, B., Wiengarten, F., & Lecuna, A. (2015). Internal lean practices and performance: The role of technological turbulence. *International Journal of Production Economics*, 160, 157-171.
- Chetthamrongchai, P., & Jermittiparsert, K. (2019). Impact of Lean Manufacturing Practices on Financial Performance of Pharmaceutical Sector in Thailand. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 10(2).
- Chowdary, B. V., & George, D. (2012). Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company: a lean manufacturing approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(1), 56-75.
- Çelik, C., & Kırıl, G. (2020). Panel verileri ile türkiye’de konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin tespiti ve yapay sinir ağları yaklaşımı. *Journal of the Institute of*

*Social Sciences Cankiri Karatekin University/Cankiri Karatekin Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(2).*

- Çelik, E., & Arslanlı, K. Y. (2020). Gayrimenkul yatırım ortaklığı firmalarının piyasa değeri ve aktif kârlılığını etkileyen finansal oranların panel veri analizi yöntemiyle belirlenmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*(88), 255-274.
- Deane, P. (1979). *The first industrial revolution*: Cambridge University Press.
- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D. K., & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings, 62*, 1489-1495.
- Didem, K. (2020). Sanayi devrimlerinin tarihsel arka planı ve işgücü becerileri üzerindeki yansımaları. *OPUS International Journal of Society Researches, 16*(31), 4531-4558.
- Dieste, M., Panizzolo, R., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A systematic literature review regarding the influence of lean manufacturing on firms' financial performance. *Journal of Manufacturing Technology Management, 32*(9), 101-121.
- Emiroğlu, A. (2016). Yalın üretim yönetimi ve finansal performans arasındaki ilişki. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 12*(12), 63-71.
- Eriksson, H., & Hansson, J. (2003). The impact of TQM on financial performance. *Measuring business excellence, 7*(1), 36-50.
- Fullerton, R. R., Kennedy, F. A., & Widener, S. K. (2014). Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices. *Journal of operations management, 32*(7-8), 414-428.
- Fullerton, R. R., & Wempe, W. F. (2009). Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance. *International Journal of Operations & Production Management, 29*(3), 214-240.
- Galeazzo, A. (2021). Degree of leanness and lean maturity: exploring the effects on financial performance. *Total Quality Management & Business Excellence, 32*(7-8), 758-776.
- Galeazzo, A., & Furlan, A. (2018). Lean bundles and configurations: a fsQCA approach. *International Journal of Operations & Production Management, 38*(2), 513-533.

- Ghobakhloo, M., & Azar, A. (2017). Business excellence via advanced manufacturing technology and lean-agile manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(1), 2-24.
- Gujarati, D. (2021). Essentials of econometrics. SAGE Publications.
- Günay, D. (2002). Sanayi ve sanayi tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31(2002), 8-14.
- Henderson, K. M., & Evans, J. R. (2000). Successful implementation of Six Sigma: benchmarking general electric company. *Benchmarking: an international journal*, 7(4), 260-282.
- Hofer, C., Eroglu, C., & Hofer, A. R. (2012). The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 242-253.
- Idrissi, I., Aftais, I., Mesfioui, A., & Benazzouz, B. (2016). Analysis of Relation Between Financial Performance and the Use of Lean Six Sigma by the Top Fortune Companies Worldwide as. *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*, 5(9), 64-66.
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2015). Lean production: literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867-885.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (Vol. 5): Asil Yayın Dağıtım Ankara, Turkey.
- Kosacka-Olejnik, M., & Pitakaso, R. (2019). Industry 4.0: state of the art and research implications. *Logforum*, 15(4), 475-485.
- Kumar, R., & Kumar, V. (2016). Effect of lean manufacturing on organisational performance of Indian industry: a survey. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 17(3), 380-393.
- Küsters, D., Praß, N., & Gloy, Y.-S. (2017). Textile learning factory 4.0—preparing germany's textile industry for the digital future. *Procedia Manufacturing*, 9, 214-221.
- Losonci, D., & Demeter, K. (2013). Lean production and business performance: international empirical results. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 23(3), 218-233.

- Meade, D., Kumar, S., & White, B. (2010). Analysing the impact of the implementation of lean manufacturing strategies on profitability. *Journal of the Operational Research Society*, 61(5), 858-871.
- Muscettola, M., & Naccarato, F. (2016). The casual relationship between debt and profitability: the case of Italy. *Athens Journal of Business and Economics*, 2(1), 17-32.
- Nawanir, G., Kong Teong, L., & Norezam Othman, S. (2013). Impact of lean practices on operations performance and business performance: some evidence from Indonesian manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(7), 1019-1050.
- Negrão, L. L. L., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Latan, H., Godinho Filho, M., Chiappetta Jabbour, C. J., & Ganga, G. M. D. (2020). Lean manufacturing and business performance: testing the S-curve theory. *Production Planning & Control*, 31(10), 771-785.
- Özevin, O. (2023). Kurumsal Yönetim Değişkenlerinin İngiltere Firmalarının Nakit Tutma Oranına Etkisi: Gmm Dinamik Panel Veri Analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*(100), 19-38.
- Pamornmast, C., Sriyakul, T., & Termsittiparsert, K. (2019). Can Lean Manufacturing and 4.0 Industry Enhance the Financial Performance of Pharmaceutical Industries of Thailand? Mediating Role of Waste Reduction Behavior. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 10(2).
- Park, J.-y., Ryu, C., Park, M., Kwon, K.-m., & You, G. (2014). The Study on Relation between Company's Efforts for Quality Management (6 sigma) and Financial Performance. *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 42(3), 361-372.
- Raisinghani, M. S., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., & Daripaly, P. (2005). Six Sigma: concepts, tools, and applications. *Industrial Management & Data Systems*, 105(4), 491-505.
- Sahoo, S. (2020). Lean manufacturing practices and performance: the role of social and technical factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 37(5), 732-754.
- Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Lean production practices and bundles: a comparative analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(3), 374-398.

-
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129-149.
- Stearns, P. N. (2020). *The industrial revolution in world history*: Routledge.
- Talebi, N., & Ceyhun, K. (2013). Türkiye’de sigorta şirketlerinin yönetim kurulu üye sayısını etkileyen faktörler. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*(29), 12-24.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü sanayi devrimi’nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 9(16), 1817-1836.
- Torres-Reyna, O. (2007). Panel data analysis fixed and random effects using Stata (v. 4.2). *Data & Statistical Services, Princeton University*, 112, 49.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The machine that changed the world. Rawson Associates. *New York*, 323(1), 273-287.
- Yang, M. G. M., Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 251-261.
- Yıldız, Ü. (2017). BRICS Ülkeleri ve Türkiye’de Yüksek Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Panel Veri Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(53), 26-34.
- Zhu, X., & Lin, Y. (2017). Does lean manufacturing improve firm value? *Journal of Manufacturing Technol Management*, 28(4), 422-437.

Etik Beyanı: Yazarlar, bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu beyan etmektedir. Bilimsel etik konuları ile ilgili aksi bir durumun tespiti halinde tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına ait olup, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi’nin hiçbir sorumluluğu bulunmamaktadır.

The Effect of Lean Manufacturing, Six Sigma, and Industry 4.0 Utilization on the Profitability of Enterprises: A Research in the BIST XMESY Index

Extended Abstract

1. Introduction

Focusing on management strategy with statistical tools to reduce operational costs, improve quality, reduce root problems, and reduce variation and errors in production, Motorola developed Six Sigma tools in 1981 (Idrissi, Aftais, Mesfioui, & Benazzouz, 2016). Thanks to this statistical tool, the defect rate was reduced to 3.4 per million, and Motorola reported that it saved more than 15 billion USD by 1999 (Henderson & Evans, 2000). Although lean production and Six Sigma tools were initially perceived as competing methods, the Lean Six Sigma approach emerged by uniquely combining both methods due to their complementary features (Arıkan, 2009).

This study aims to investigate whether lean production, Six Sigma, and Industry 4.0 approaches used in manufacturing enterprises in the past period have an impact on the financial performance of enterprises operating in Turkey. In this context, the financial performance indicators of the enterprises listed in the Borsa Istanbul Metal Goods Machinery Electrical Equipment and Transportation Vehicles sector (XMESY) between those who use the above-mentioned approaches and those who do not are analyzed.

2. Method

Within the scope of the research, the financial data of 32 companies traded in the XMESY index between 2013 and 2022 is included. The data on whether these companies practice modern production or not was obtained from their websites, annual reports, financial statements, news on social media platforms, and telephone interviews.

In the study, descriptive statistical analyses, the Kolmogorov-Smirnov normality test, the VIF (Variance Inflation Factor) test for the detection of multicollinearity among the data, and the Durbin-Watson test for the detection of autocorrelation were performed with the variables inspired by the literature. Afterward, panel data regression analysis analyzed the relationship between modern production methods and financial performance.

3. Results and Findings

It is understood from the results that, the significance values of these variables that there is a significant and positive relationship between modern production techniques and return on assets at a 90% confidence scale. In addition, revenue and cost of goods sold variables have a statistically significant relationship with return on assets.

The regression analysis performed to measure the relationship between return on equity and modern production techniques is presented in Table 7. According to the table, it is understood that there is no statistically significant relationship between return on equity and modern production methods since the significance values exceed 10%. Only a significant relationship was found between the control variables and equity.

Regarding the findings, the rationale that small enterprises need strong equity capital in order to compete has been overcome to a significant extent. As a matter of fact, the analyses revealed that return on equity is not correlated with the use of MUT. On the other hand, it has been observed that the expenditures made for the personnel working in enterprises that do not use MUT are significantly lower than those that use MUT, and it has been determined that enterprises that do not use MUT refrain from paying high salaries for qualified personnel.

4. Conclusion

One of the most important findings is that while the use of MUT has a positive effect on the return on assets of enterprises, it does not have a significant effect on the return on equity. In other words, enterprises that use MUTs can significantly increase their return on assets because they use these techniques. According to another finding, after the COVID-19 pandemic period, the annual personnel expenses of enterprises using MUT increased by 100% compared to those that did not use MUT. It is thought that this situation is due to the fact that enterprises employed software personnel with high wages due to the necessity of digitalization during the pandemic. In addition, the average revenue generated per employee in enterprises using MUT was \$253.533, while that of those that do not use it was \$193.896. The average revenue earnings per employee of enterprises using MUT was almost 100% higher than non-users in 2020.