İŞLETME ARAŞTIRMALARI DERGİSİ
JOURNAL OF BUSINESS RESEARCH-TURK
2020, 12(4), 3689-3701
https://doi.org/10.20491/isarder.2020.1066

Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde Bulunan İşletmelerin Endüstri 4.0 Acısından Durum Değerlendirmesi (Evaluation of Enterprises in Bilecik Organized Industrial Zone in terms of Industry 4.0)

Cemalettin HATİPOĞLU [a] **Tuğba TUNACAN** [b]

[a] Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bilecik, Türkiye.
cemalettin.hatipoglu@bilecik.edu.tr

[b] Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye.
tugbatunacan@ibu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar Kelimeler:
Endüstri 4,0
Dijitalleşme
Teknolojik Altyapı
Veri Madenciliği
Veri Analizi

Gönderilme Tarihi 5 Eylül 2020
Revizyon Tarihi 26 Ekim 2020
Kabul Tarihi 10 Kasım2020

Makale Kategorisi:
Araştırma Makalesi

ÖZET

Amaç – Özellikle imalat sektöründeki küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ), üretimlerini dijitalleştirme yolunda çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Endüstri 4.0, tüm geleneksel iş modellerinde kökten değişiklikler getirmekte ve tüm işletme faaliyetlerin yeniden tasarlanması ve dijitalleştirilmesi ihtiyacını hızlandırmaktadır. Çalışmanın temel amacı, işletmelerin Endüstri 4,0 kavramına ne kadar yakın olduklarını belirlemek ve geçiş süreci anlamında durum değerlendirilmesinde bulunmaktır.

Yöntem – Bu çalışma, Bilecik İli Organize Sanayi Bölgelerinde faaliyet gösteren işletmelerin Endüstri 4.0 geçiş sürecinde ne aşamada olduklarını saptamak için yapılmıştır. Sanayi Bölgesinde toplam 110 firma bulunmakta olup bunlarda 71 ine ulaşılmıştır. Çalışma da, kolayda örneklem yöntemiyle ulaşılan işletmelere büyük, orta ve küçük ölçekli ayrımına tabi tutulmadan Kasım 2019 tarihinde anket uygulaması yapılmıştır. Verilerin analizinde SPSS Statistics 22.00 programı kullanılmıştır.

Bulgular – Sektörde var olan işletmelerin Endüstri 4.0 da geçiş sürecinde başarı ve geçiş hızı durumunu yorumlayabilmek için kümeleme analizinden faydalanılmıştır. Ayrıca anketin analizlere tabi tutulan bölümlerinin normal dağılıma uygunluğunu test etmek amacıyla Skewness ve Kurtosis analizi yapılmıştır. Ankete katılan işletmelerin, Endüstri 4.0 a geçiş aşamasında en büyük sorunlarının nitelikli iş gücü ve yatırım sermayesinin eksikliği olduğu tespit edilmiştir.

Tartışma – Araştırma sonuçları; ankete katılan işletmelerin, siber fiziksel teknolojik altyapı olarak kablosuz ağ, nesnelerin interneti, bilgisayar ağları yoğun olarak kullanmaktadırlar. Endüstri 4.0 da önem arz eden veri madenciliği ve veri analizi ile ilgili altyapı eksikliklerini konusunda işletmelerin kendilerini geliştirmeleri belirlenmiştir. Çalışma, Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde konumlandırılmış işletmelerin endüstri 4.0 durum değerlendirmesi ile kısıtlandırılmıştır. Gelecekte daha büyük organize sanayilerine genişletilerek bir durum değerlendirme analizi yapılabilir.

ARTICLE INFO

Keywords:
Industry 4.0
Digitalization
Technological Infrastructure
Data Mining
Data Analysis

Received 5 September 2020
Revised 26 October 2020
Accepted 10 November 2020

Article Classification:
Research Article

ABSTRACT

Purpose – Small and medium-sized enterprises (SMEs), especially in the manufacturing sector, face various difficulties in digitizing their production. Industry 4.0 brings fundamental changes to all traditional business models and accelerates the need to redesign and digitize all business activities. The main purpose of the study is to determine how close businesses are to the Industry 4.0 concept and to evaluate the situation in terms of transition process.

Design/methodology/approach – This study was carried out in order to determine the stage of the enterprises operating in the Organized Industrial Zones of Bilecik in the transition to Industry 4.0. There are a total of 110 companies in the Industrial Zone, 71 of which have been reached. In the study, a questionnaire was applied to the enterprises that can be reached with the convenience sampling method, without discriminating between large, medium and small scale. SPSS Statistics 22.00 program was used for data analysis.

Findings – Clustering analysis was used to interpret the success and transition rate of the enterprises in the sector in the transition process in Industry 4.0. In addition, skewness and kurtosis analysis was performed to test the compliance of the parts of the questionnaire subjected to analysis to normal distribution. It was determined that the biggest problems of the enterprises participating in

Önerilen Atıf/ Suggested Citation

Hatipoğlu, C., Tunacan, T. (2020). Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde Bulunan İşletmelerin Endüstri 4.0 Acısından Durum Değerlendirmesi, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12 (4), 3689-3701.

the survey during the transition to Industry 4.0 are the lack of qualified workforce and investment capital.

Discussion – Research results; The enterprises participating in the survey use the wireless network, internet of things and computer networks intensely as cyber physical technological infrastructure. It has been determined that enterprises improve themselves about the infrastructure deficiencies related to data mining and data analysis, which are important in Industry 4.0. The study is restricted with the industry 4.0 situation assessment of enterprises located in Bilecik Organized Industrial Zone. A situation assessment analysis can be done by expanding it to larger organized industries in the future

1. Giriş

Küresel ekonomi, işletmelerin rekabet stratejilerini kökten değişikliğe zorlamıştır. Çağı yakalayabilmek için rekabet avantajı sağlamak için rakiplerden daha hızlı, daha ucuz ve daha kaliteli üretim yapmak artık yeterli değil; aynı zamanda yeni türde yenilikçi ve dijital üretim stratejilerine de uyum sağlaması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu gereklilik bilgi ve iletişim teknolojisinin benzeri görülmemiş gelişimi ile birlikte dijital değişim olarak bilinen bir olgunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, ağırlıklı olarak fiziksel aktivitelere dayalı geleneksel iş modelleri değişime uğramış ve dijitalleşmeye doğru yönelmiştir. Dijitalleşme sürecinin tüm sektörler için sonuçları vardır. Bu nedenle, dijital değişim yalnızca işletmelerin iş modellerini etkilememekte; aynı zamanda, işletmelerin, müşteriler ve rakipleri ile ilişkileri ve etkileşimleri de dâhil olmak üzere toplumun tüm kesimlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Daha yüksek düzeyde dijitalleşme nedeniyle birbirinden bağımsız bir şekilde fiziksel olarak üretim yapan işletmeler, dijital ağlar ile birbirlerine bağlanarak yeni operasyon ve iş modelleri geliştirerek daha verimli hale gelmişler. Üretim sistemleri akıllı sistemlere dönüşmekte, bu da bağlantılı ve merkezi olmayan bir üretime yol açmaktadır.

Bu yeni dijitalleştirilmiş endüstri seviyesine genellikle "Dördüncü Sanayi Devrimi" veya "Endüstri 4.0" olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0'ın ana fikri, gelişen teknolojileri, iş ve mühendislik süreçlerinin derinlemesine bütünleşmiş olacak şekilde kullanmak ve üretimin sürekli yüksek kalite ve düşük maliyetle esnek, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde çalışmasını sağlamaktır (Chen vd., 2017: 6505-6506).

Endüstri 4.0 ile birlikte gelen teknolojik değişiklikler, çalışanları, tüketicileri, ürünleri, teknoloji tabanlı makineleri gerçek zamanlı olarak optimize ederek, iş modellerinin yürütülmesini otomatikleştirmiş; geleneksel üretim sistemlerini, dijitalleştirilmiş üretim sistemleriyle entegre edilmiş akıllı fabrikalara dönüştürmüştür (Hermann vd., 2016:3930). Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Hizmetlerin İnterneti (IoS), dördüncü bir sanayi devrimine yol açan Endüstri 4.0'ın omurgasını oluşturmaktadır (Rafael vd.2020:1).

Bu akıllı üretim ortamında Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) ; fiziksel (insanlar, ürünler ve makineler) ve sanal dünyalar arasında çift yönlü iletişim ve senkronizasyona izin vermektedir. Veri yakalama, işleme ve teslim etme yeteneğine sahiptirler. Merkezi olmayan kararlar alabilirler ve hatta iletişim cihazları aracılığıyla, depo sistemleri, 3-D baskı, sensörler, radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri (Brettel vd., 2014:48), ara yüzler, vb. kendi kendini kontrol eden sistemler olarak hareket ederler (Khaitan ve McCalley, 2015:357).

Nesnelerin İnterneti (IoT), internet, bulut, terminaller ve ekipmana dayalı kablosuz ağların kullanımı aracılığıyla yukarıdaki tüm cihazlar arasında anında bağlantı sağlar. Bu teknoloji, müşterilere üretim ve tedarik aşamasındaki ürünün özelleştirmesinde de hizmet edebilir (Lu, 2017:6).

Hizmetlerin İnterneti (IoS), web sitesi veya akıllı telefon uygulaması aracılığıyla işletmeler ve/veya işletmeler arası ticareti yapılabilir ürünlerin satılmasına ve satın alınmasına sağlar (Khakifirooz vd., 2018:4).

Buna karşılık, bu değişiklikler, hem ileriye dönük hem de geriye dönük amaçlar için büyük veri teknolojileri ve analitik tarafından ele alınabilen, birden çok kaynaktan gelen veri kümelerinde üstel bir büyümeye yol açabilir (Davenport, vd., 2012:24).

Endüstri 4.0 uygulaması, firmaların iş fonksiyonlarının ve ilgili değer zincirlerinin radikal bir şekilde yeniden yapılandırılmasına yön verirken doğru şekilde uygulanması işletmelere aşağıdaki faydaları sağlayabilir (Kagermann 2013:6):

i Bir işletme içindeki dahili departmanlarda tüm departman ve hiyerarşik seviyeler arasında sistemlerin, bilgilerin, kaynakların, akışların dikey entegrasyonunun iyileştirilmesi.

ii Bir değer zinciri içindeki varlıklar arasında geliştirilmiş yatay entegrasyon.

iii Her müşterinin gereksinimlerini karşılayacak güncel ürünler sunmak için varlıklar ve ürün yaşam döngüsü arasında gelişmiş uçtan uca dijital entegrasyon.

Endüstri 4.0 uygulamalarını benimseyen ve buna geçiş aşamalarını gerçekleştiren işletmeler birçok fayda elde etmişler ayrıca mevcut iş bağlamında kritik stratejik hedeflere ulaşmada daha başarılı olmuşlardır (Fatorachian ve Kazemi, 2018:633-634).

Endüstri 4.0, işletmelere rekabet ortamında süreklilik sağlamak için daha yalın ve çevik düşüncenin uygulanmasını (Tortorella ve Fettermann, 2017:1), inovasyon sistemlerini kurumsallaştırmasını(Reischauer, 2018:27), daha sürdürülebilir iş modelleri geliştirmesini (Vallandingham vd., 2017:360), küresel tedarik zincirlerini yönetmesini (Strange ve Zucchella, 2017:181) ve kesintilere karşı daha dayanıklı altyapılar oluşturmasını sağlamıştır (Ivanov vd.2019:829).

Almanya başta olmak üzere sanayi devi olan tüm ülkeler 2013 yılından itibaren "Endüstri 4.0" kavramını tartışarak aynı zamanda yukarıda bahsi geçen faydaları elde edebilmek için geçiş sürecini hızlandırmışlardır (https://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/ Erişim Tarihi: 30.09.2020). Türkiye de ise geçiş için adımların doğru atılabilmesi için teknolojik altyapının durum tespitinin yapılması, uzman kişilerin yetiştirilmesi ve işletmelerin fiziksel ve teknolojik altyapılarının durum analizlerinin yapılması oldukça önem arz etmektedir.

Durum değerlendirme yapılabilmesi için literatür incelemesinde elde edilen kritik başarı faktörlerini kapsayan altı bölümden oluşan bir anket tasarlanmış ve organize sanayi bölgesinde hâlihazırda faaliyette olan 71 işletmeye ulaşılarak veri toplaması işlemi gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme açısından frekans, çapraz tablo ve kümeleme analizlerinden faydalanılmıştır.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde bulunan işletmelerin Endüstri 4.0 kavramına ne kadar yakın olduğunu ve geçiş süreci anlamında durumlarının değerlendirilmesini kapsamaktadır.

2.2. *Evren ve Örneklem*

Bu çalışma Bilecik İli Organize Sanayi Bölgelerinde faaliyet gösteren işletmelerin Endüstri 4.0 geçiş sürecinde ne aşamada olduklarını algılayabilmek için araştırma yapılmıştır. Sanayi Bölgesinde toplam 110 firma bulunmakta olup bunlarda 71 ine ulaşılmıştır. Ayrıca araştırmada işletmeler büyük, orta ve küçük ölçekli ayrımına tabi tutulmamıştır.

2.3 *Veriler ve Toplanması*

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket tasarlanmış olup anket verileri yüz yüze görüşme yöntemi ile toplanmıştır. Anketi 6 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm ankete katılan işletmeler hakkında kuruluş yılı, hangi sektörde çalıştığı endüstri 4.0 için yeterlilik durumu ve geçiş sürecinde yaşanabilecek sorunlar ile ilgili bilgi edinmek amacıyla sorulan soruları kapsamaktadır. İkinci bölüm işletmelerin siber-fiziksel teknolojileri kullanma durumlarını araştırmak için sorulurken üçüncü bölümde endüstri 4.0 uygulamalarını üretim planlama ve kontrol, araştırma-geliştirme, satınalma, lojistik, satış, teknik servis ve bilgi işlem (IT) departmanlarında son 2 yılda ne oranda kullandıkları ve gelecekte ne oranda kullanabilecekleri ve sistem de süreç girdi-çıktılarını değerlendirmek için kullanılan yöntemleri belirlemek için sorulmuş soruları kapsamaktadır. Dördüncü bölüm endüstri 4.0 farkındalığı ve uygulanabilirliği, beşinci bölüm endüstri 4.0 alt bileşenlerinin kullanımı ve son olarak altıncı bölüm endüstri 4.0 uygulanma sebeplerini hakkında bilgi edinmek amacı ile sorulmuş soruları kapsamaktadır. Dördüncü, beşinci ve altıncı bölümde sorulmuş sorular Eylem Çetinkaya tarafından Trakya Organize Sanayi Bölgesinde bulunan işletmelerin endüstri 4.0 durum değerlendirmesi (Çalışma halen devam etmektedir) için 5 likert ölçeğine göre tasarlanmıştır. Diğer bölümlerde bulunan sorular farklı çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda son üç bölüme eklenmiştir ve 5 likert ölçeğine uygun tasarlanmamıştır. Bu çalışmada sektörde mevcut durum ile ilgili değerlendirme yapılacağından ilk dört bölümdeki elde edilmiş veriler kullanılmıştır.

2.4. *Verilerin Çözümlenmesi ve Yorumlanması*

Toplanan anketlerin tümü uygun olduğundan elenen anketimiz bulunmamaktadır. Araştırma amacı doğrultusunda değişkenlerin analizinde tanımlayıcı istatistiksel analizlerden frekans ve çapraz tablo analizleri kullanılmıştır. Sektörde var olan işletmelerin Endüstri 4.0 da geçiş sürecinde başarı ve geçiş hızı durumunu yorumlayabilmek için kümeleme analizinden faydalanılmıştır. Ayrıca anketimizin analizlere tabi tutulan bölümlerinin normal dağılıma uygunluğunu test etmek amacıyla kümeler arasındaki farklılıkları analizi yapılmıştır. Çalışmamız da değerlendirme bakımından anket cevaplayan kişilerin yorumlarına göre değerlendirme yapılması gereken sorular olmadığı için güvenirlilik analizi yapılmamıştır. Anket formu ile elde edilen veriler SPSS 22.0 programı ile analiz edilmiştir. Yapılmış analizler ve sonuç değerlendirmeleri aşağıdaki bölümlerde

3. Verilerin Analizi

3.1. *Normal Dağılım Analizi Sonuçları*

Değerlendirmeye tabi tutulacak veriler kesikli yapıda veya 5 li likert gibi ölçekli bir anket ise bu durumda verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorow-Smirnow değerlerinden daha ziyade Skewness ve Kurtosis değerlerine bakılarak belirlenmektedir. Özellikle anket e ait ölçeklerde evet-hayır gibi ikili değerlendirmeye sahip bir durum mevcutsa aynı zamanda 5 li likert ölçeğinde cevaplara ait hesaplamalarda dağılım grafiği sağa veya sola yatkınlık gösterebileceğinden dolayı uygun kolmogorow-Smirnow ve p değerlerine sahip olmayacaktır. Bu durumda dağılım simetrisini gösteren Skewness ve Kurtosis değeri değerlendirmeye alınan verilerin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için kullanılmaktadır. Eğer örneklem verileri ±1.0 aralığında Skewness değerine (Hair vd., 2013) ve ±2.0 Kurtosis değerleri arasında bir hesaplanmış değere (George ve Mallery, 2010) sahipse bu durumda örneklemin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Bu değerlerin dışında kalanlar ise skewed dağılıma sahip olarak kabul edilir. Çalışmamızda var olan gruplara ilişkin Skewness ve Kurtosis değerleri Tablo 1 de sunulmaktadır.

Tablo 1: Normal Dağılım Değerlendirmesi için Skewness ve Kurtosis Değerleri

Değişken	Skewness	Kurtosis
Yıl_grup	-,670	-,328
Y_ortak	,144	-2,037
İhracat	,320	-1,953
Sektör	,285	-1,241
Çalışan sayısı	1,556	2,664
Arge_Tasarım	-,086	-2,051
Geçiş_Bilgi	-,183	-,633
Çalışan_Eğitim	-,504	-1,798
E4.0_yeterlilik	,143	-,505
En_Büyük_Sorun	,628	,507
Platform_Üye	-,202	-2,017
Modelleme ve Simülasyon Teknolojileri (MST)	-,160	-,707
Sanal Gerçeklik Teknolojileri (SG)	-,330	-1,035
Bilgisayar Ağları (BA)	-,247	-1,267
Gömülü Sistemler (GS)	-,082	-,996
Kablosuz İletişim Teknolojileri (KIT)	-,260	-,822
Sayısal Modelleme Teknolojileri (SMT)	-,103	-,818
Nesnelerin interneti (IOT)	-,460	-,644
Yapay Zeka (YZ)	-,131	-,852
Veri Madenciliği (VM)	-,223	-,834
Bilişim Teknolojileri (IT)	-,192	-,733
Bulut Hesaplama (BH)	-,167	-,866
3-Boyutlu Yazıcı (DYAZICI)	,125	-,892
Son 2 yıldır Departmansal kullanım	Skewness	Kurtosis
Araştırma-Geliştirme (ARGE_S)	,041	-,299

Üretim Planlama ve Kontrol (UPK_S)	,033	-,747
Satınalma (SATIN_S)	,082	-,569
Lojistik (LOJ_S)	,038	-,887
Satış (SATIS_S)	,083	-1,001
Teknik Servis (TS_S)	,054	-,815
Bilgi İşlem (IT_S)	,124	-,984
Gelecekte Departmansal Kullanım	Skewness	Kurtosis
Araştırma-Geliştirme (ARGE_G)	1,000	,042
Üretim Planlama ve Kontrol (UPK_G)	1,000	,042
Satınalma (SATIN_G)	1,000	,023
Lojistik (LOJ_G)	,818	-,282
Satış (SATIS_G)	,874	-,199
Teknik Servis (TS_G)	,814	-,301
Bilgi İşlem (IT_G)	1,000	,138
Süreç İzleme Sistemi Kullanımı (Sis_kullanımı)	,586	-,810
Ürün	-,079	-1,278
Strateji Gelistirme (S_Geliştirme)	-,223	-1,174
Satış	-,061	-1,215
Teknik	,212	-1,107
Finansal	,510	-1,204
İç veri depolama güvenliği (IVDG)	-,233	-,967
Kurumiçi veri değişim iletişim güvenliği (KVDIG)	-,348	-,830
İş ortaklarıyka veri değişim iletişim güvenliği (IVDIG)	-,303	-1,520
Süreç Veri Ölçümü	-,367	-1,282
Girdi Veri Ölçümü	,711	-,864
Çıktı Veri Ölçümü	,248	-1,262
Etkinlikleri İzleme Sistemi (EIS)	,620	-,705

Tablo 1 incelendiğinde değerlendirmeye alınan değişkenlerden çoğunluğunun normal dağılıma uygun olduğu gözlemlenmektedir. Değişkenlere ait kurtosis değerlerine bakıldığında ±2.0 değer aralığını aştığı için y_ortak, çalışan sayısı, ar-ge tasarım, platform_üye verilerinin normal dağılıma uymadığı tespit edilmiştir. Değişkenlerden çalışan sayısı değişkeninin hem skewness hem de kurtosis değerlerine bakarak normal dağılmadığı görülmektedir. Ancak bu değişkenler frekans ve çapraz tablo analizlerinde kullanılacaktır. Diğer alt grup değişkenlerinin normal dağılıma uygun olduğu ve normal dağılıma uygun olan tüm testlerin yapılabileceği söylenebilir.

3.2. *Frekans ve Çapraz Tablo Analizi*

Anketimiz Bilecik Organize sanayi bölgesinde çalışan toplam 71 işletme tarafından cevaplandırılmıştır. Sanayi bölgesinde bulunan işletmelerin 1970-2020 yılları arasında açılarak faaliyet gösterdiği görülmektedir. Değişkenlere ait bilgiler Tablo 2 'de sunulmaktadır.

Tablo 2: Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde Bulunan İşletmeler Hakkında Bilgi

Değişken	Kategori	Frekans	%
Kuruluş Yılı	1970-1979	3	4,2
	1980-1989	10	14,1
	1990-1999	12	16,9
	2000-2009	29	40,8
	2010-2020	17	23,9
Sektör	Tekstil	9	12,7
	Metal	10	14,1
	Deri	7	9,9
	Plastik	7	9,9
	Boya	4	5,6

	Teçhizat	2	2,8
	Gıda	6	8,5
	Ambalaj	6	8,5
	Ağaç İşleri	7	9,9
	Ev Aletleri	5	7
	Diğer	8	11,3
Çalışan Sayısı	0-100	27	38
	101-300	29	40,8
	301-500	9	12,7
	501-700	2	2,8
	701-1000	3	4,2
	1000 ve üstü	1	1,4
AR-Ge Tasarım	Evet	34	47,9
	Hayır	37	52,1
Üretim Yönetim Sistemi Kullanımı	İmalat Yönetim Sistemi (MES)	13	18,3
	Kurumsal Kaynak Plan (KKP)	18	25,4
	Ürün Veri Yönetimi (PDM)	6	8,5
	Ürün Döngü Yönetimi (PLM)	5	7
	Makine Veri Toplama (MDC)	6	8,5
	Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY)	12	16,9
	MES ve KKP	2	2,8
	MES, KKP ve PDM	4	5,6
	MES, KKP, PDM ve PLM	4	5,6
	Hiçbiri	1	1,4

Tablo 2 incelediğimizde 71 işletmeden % 12. 7 sinin tekstil sektörü, % 14.1 inin metal sektörü, % 9.9 u deri, % 9.9 u plastik, % 5.6 sı boya, % 2.8 i Teçhizat, % 8.5 Gıda, % 8.5 Ambalaj, % 9.9 u ağaç işleri, % 7 sinin ev aletleri üreten işletmeler olduğu gözlemlenmektedir. Değerlendirmeye alınan ve işletmelerin % 11.3 ünü "diğer" kategorisinde yer alan işletmeler mermer, seramik ve madeni yağ üretimi yapan işletmelerdir. Çalışan sayılarına göre işletmeleri değerlendirdiğimizde % 21,1 inin büyük ölçekli işletme (Çalışan Sayısı > 250) ve % 78,9 unun küçük ve orta ölçekli işletme (çalışan Sayısı < 250) grubunda yer aldığı görülmektedir. Ayrıca işletmelerin % 64,7 sinin 2000 yılından sonra faaliyete açıldığı 35,3 ünün ise 2000 yılından önce açıldığı belirlenmiştir. Ayrıca işletmeler tarafından kullanılan sistemlere baktığımızda en yüksek kullanım oranına sahip programın % 39,4 (tek ve çoklu kullanım yüzdesi toplamı) Kurumsal Kaynak Planlama programının olduğu bunu % 32,3 ile imalat yönetim sistemi programını takip ettiğini söyleyebiliriz. Tedarik zinciri yönetim programının kullanım oranının % 16,9 olduğunu söyleyebiliriz. Sadece 1 işletmenin herhangi bir program kullanmadığını gözlemlemiş bulunmaktayız. Tüm bu frekans ve yüzde değerleri işletmelerin genelinin "Endüstri 4.0 gibi güncel fikirlere açık çağdaş ve yenilikçi bakış açısına sahip işletmeler" şeklinde yorumlamamıza yol açmaktadır.

Çapraz tablo analizi çalışmamızda işletmelerin yer aldığı sektöre göre durum analizini değerlendirmek istediğimiz için "Sektör" değişkenine göre yapılmıştır. Aşağıdaki Tablo 3'de analiz sonuçlarını gösterilmektedir.

Tablo 3: Endüstri 4.0 Yeterlilik Durumlarının Sektör Bazında Değerlendirilmesi

Sektör	Hiç Yeterli Değil	Yeterli Değil	Kararsızım	Yeterli	Çok Yeterli
Tekstil	11,1	33,3	22,2	33,3	0
Metal	20	40	40	0	0
Deri	42,9	42,9	0	14,3	0
Plastik	28,6	14,3	57,1	0	0
Boya	25	25	50	0	0
Teçhizat	0	50	50	0	0
Gıda	33,3	33,3	16,7	16,7	0
Ambalaj	16,7	0	66,7	0	16,7
Orman Ürünleri	0	0	57,1	28,6	14,3
Ev Aletleri	0	40	40	20	0
Diğer	12,5	12,5	37,5	25	12,5
Toplam	18,3	25,4	38	14,1	4,2

Sektör değişkenini kullanarak ilk olarak Bilecik Organize Sanayi bölgesinde bulunan işletmelerin endüstri 4.0 geçiş sürecinde yeterlilikleri değerlendirilmiş olup Tablo 3 de sonuçlar sunulmaktadır. Tablo incelendiğinde sektör ayrımına bakılmaksızın çoğunluğunun (% 43,7 yetersiz, % 38 kararsız ve % 18,3 yeterli) işletmelerin endüstri 4.0 için yeterli olmadığı görüşüne vardığı bu oranın Deri sektöründe çalışan işletmelerin % 42.9 ile hiç yeterli olmadığı ve yine % 42.9 unun ise yeterli olmadığı görüşü ile en yükse olumsuz görüşü belirtiği gözlenmektedir. Ancak orman ürünleri imalatı yapan işletmelerin % 42,9 unun ise bu sektörde çalışan işletmelerin endüstri 4.0 için yeterli olduğu görüşünü savunduğu görülmektedir.

Tablo 4: Sektör bazlı Endüstri 4.0 Geçişte Yaşanabilecek Sorunlar

	Sermaye	Bilgi	Nitelikli İşgücü	Fikrim yok	Fiziksel altyapı	Sermaye + altyapı	Bilgi + Altyapı	İşgücü + Altyapı
Tekstil	22,2	22,2	22,2	22,2	11,1	0	0	0
Metal	0	40	10	10	30	10	0	0
Deri	14,3	0	42,9	14,3	28,6	0	0	0
Plastik	28,6	28,6	28,6	0	14,3	0	0	0
Boya	0	50	25	0	0	0	0	25
Teçhizat	0	0	50	50	0	0	0	0
Gıda	16,7	33,3	33,3	16,7	0	0	0	0
Ambalaj	16,7	33,3	0	16,7	0	0	16,7	0
Ağaç	14,3	14,3	42,9	0	28,6	0	0	0
Ev Aletleri	0	0	20	80	0	0	0	0
Diğer	25	0	50	12,5	12,5	0	0	0
Toplam	14,1	21,1	28,2	16,9	15,5	1,4	1,4	1,4
Fiziksel Altyapı: İşletmelerin tesis açısında fiziksel ve teknolojik altyapısını kapsamaktadır.								

Tablo 4 de endüstri 4.0 geçiş sürecinde işletmelerin yaşayacakları sorunların sektör bazında değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Sektör değişkeni olmaksızın değerlendirdiğimizde % 28,2 sinin nitelikli işgücü, % 21,1 inin Endüstri 4.0 hakkında bilgi, % 15,5 inin fiziksel ve teknolojik altyapı ve % 14,1 inin sermaye yetersizliği nedeniyle sorunları ile karşılaşacağını bildirdiği gözlemlenmiştir. Sektör olarak incelediğimizde ise Tekstil sektöründe sermaye, bilgi veya nitelikli işgücü yetersizliğinde yoğunluk yaşarken, metal sektöründe ise bilgi veya fiziksel altyapı, deri sektöründe işgücü veya fiziksel altyapı, plastik, gıda ve ağaç sektöründe bulunan işletmelerin tekstil sektörü ile benzer yetersizlikler ile karşılacağı, boya sektöründe bulunan işletmelerin bilgi veya işgücü, diğer kategorisinde bulunan işletmelerin işgücü veya sermaye yetersizlikleri ile karşılaşabileceği belirlenmiştir. Ev aletleri üretimi yapan işletmelerin % 80 inin Endüstri 4.0 da yaşanabilecek sorun ve yetersizlik kapsamında herhangi bir fikri olmadığını % 20 sinin ise işgücü yetersizliği sebebiyle sorun yaşanabileceği bildirdiği tespit edilmiştir.

Tablo 5 : Sektöre bağlı Endüstri 4.0 Uygulamalarının Kullanımlarının Departman Boyutunda Değerlendirilmesi

		AR-GE		UPK		SATINALMA		LOJİSTİK		SATIŞ		TEK SE		IT	
T		S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G
	Tam	22,2	77,8	33,3	77,8	44,4	77,8	22,2	77,8	22,2	77,8	33,3	66,7	33,3	77,8
	Kıs	55,6	22,2	44,4	22,2	33,3	22,2	44,4	22,2	55,6	22,2	44,4	33,3	55,6	22,2
	Hiç	22,2	0	22,2	0	22,2	0	33,3	0	22,2	0	22,2	0	11,1	0
M	Tam	40	70	30	70	30	60	30	50	20	60	10	60	20	60
	Kıs	60	30	60	30	70	40	60	50	80	40	90	40	70	40
	Hiç	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0
D	Tam	28,6	42,9	42,9	42,9	42,9	28,6	28,6	42,9	28,6	71,4	28,6	71,4	14,3	71,4
	Kıs	57,1	57,1	28,6	57,1	42,9	71,4	42,9	57,1	42,9	28,6	42,9	28,6	57,1	28,6
	Hiç	14,3	0	28,6	0	14,3	0	28,6	0	28,6	0	28,6	0	28,6	0
P	Tam	14,3	57,1	14,3	57,1	14,3	57,1	14,3	42,9	28,6	57,1	28,6	42,9	28,6	42,9
	Kıs	57,1	28,6	57,1	28,6	57,1	14,3	57,1	28,6	42,9	14,3	42,9	28,6	42,9	28,6
	Hiç	28,6	14,3	28,6	14,3	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6
B	Tam	0	50	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	25	50
	Kıs	50	50	100	75	100	75	75	75	50	75	25	75	25	50
	Hiç	50	0	0	0	0	0	25	0	50	0	75	0	50	0
TEÇ	Tam	50	50	50	50	50	100	50	100	50	100	0	100	0	100
	Kıs	50	50	50	50	50	0	50	0	50	0	100	0	100	0
	Hiç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	Tam	33,3	50	33,3	50	33,3	50	16,7	50	16,7	50	16,7	66,7	33,3	66,7
	Kıs	50	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	50	50	50	50	83,3	33,3	66,7	33,3
	Hiç	16,7	16,7	33,4	16,7	33,4	16,7	33,3	0	33,3	0	0	0	0	0
A	Tam	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
	Kıs	50	66,7	50	66,7	50	50	66,7	50	50	66,7	50	66,7	50	66,7
	Hiç	16,7	0	16,7	0	16,7	16,7	0	16,7	16,7	0	16,7	0	16,7	0
AA	Tam	0	57,1	0	57,1	0	57,1	28,6	57,1	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	71,4
	Kıs	85,7	28,6	71,4	28,6	71,4	28,6	42,9	28,6	28,6	42,9	14,3	42,9	14,3	0
	Hiç	14,3	14,3	28,6	14,3	28,6	14,3	28,6	14,3	28,6	14,3	42,9	14,3	42,9	28,6
E	Tam	20	80	20	100	20	100	20	60	20	40	20	40	20	40
	Kıs	60	20	60	0	80	0	60	40	60	60	80	60	80	60
	Hiç	20	0	20	0	0	0	20	0	20	0	0	0	0	0
Diğer	Tam	12,5	87,5	12,5	87,5	12,5	87,5	37,5	87,5	50	87,5	37,5	87,5	50	75
	Kıs	87,5	12,5	62,5	12,5	62,5	12,5	37,5	12,5	25	12,5	37,5	12,5	12,5	25
	Hiç	0	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	37,5	0
TT	Tam	22,5	62	23,9	62	25,4	60,6	25,4	56,3	28,2	59,2	25,4	57,7	29,6	62
	Kıs	62	33,8	54,9	33,8	57,7	32,4	52,1	38	49,3	36,6	53,5	38	49,3	32,4
	Hiç	15,5	4,2	21,1	4,2	16,9	7	22,5	5,6	22,5	4,2	21,1	4,2	21,1	5,6

Sütun kısaltma – T: Tekstil Ürünleri San.; M: Ana Metal San.; D: Deri San.; P: Plastik Ürünleri San.; B: Boya ve Kimyasal Ürünleri San.; TEÇ: Elektrikli Teçhizat İmalat San. ; G: Gıda Ürünleri San.; A: Ambalaj Ürünleri San.; AA: Ağaç ve Ağaç Ürünleri San.; E: Ev Aletleri San.; Diğer; TT: Toplam

Tablo 5 'de endüstri 4.0 uygulamalarının departman bazında son 2 yılda ve gelecekte kullanım durumları ile ilgili değerlendirilmesi sunulmaktadır. Sektör bağımsız olarak değerlendirme yapıldığında endüstri 4.0 uygulamalarının 2 yıl içerisinde çoğu departmanda kısmen kullanıldığı ancak gelecekte kullanım oranlarının "tam" olarak değişeceği görülmektedir. Son 2 yılda ve gelecekte durumu için en büyük değişimin tekstil, metal, plastik, ev aletleri, ağaç ve ağaç ürünlerini üreten firmalar ile diğer kategorisinde bulunan işletmeler arasında olduğu da gözlemlenmektedir. Diğer kategorisinde bulunan işletmelerde neredeyse tüm

departmanlarda kullanım oranlarının "tam" seçeneğinde yaklaşık olarak % 75 oranında bir değişime uğrarken ev aletleri üreten firmalarda bu durumun üretim planlama ve kontrol ile satınalma departmanlarında % 80 lik bir kullanım artışına sahip olduğu belirlenmiştir. Tekstil sektöründe çalışan firmalarda yaklaşık olarak % 55.6 lık değişimin hemen hemen tüm departmanlarda (teknik servis ve IT departmanı hariç) meydana gelebileceği, plastik ürünleri üreten firmalarda araştırma-geliştirme, üretim planlama ve kontrol ile satınalma departmanlarında % 42,8 lik bir değişim olacağı ve metal ürünleri üreten firmalarda değişim % 30-50 aralığında seyrettiği ve % 50 lik değişimin teknik servis departmanında yaşanabileceği tahmin edilmektedir. Deri Sanayi, Boya ve kimyasal Sanayi, Gıda Sanayi ile Ambalaj Sanayisinde bulunan firmalarda değişimlerin daha yavaş yaşanabileceği de görülmektedir. En yavaş değişimin ambalaj ürünleri üreten firmalarda yaşanacağı da tespit edilmiştir. Elektrikli teçhizat imalatı yapan firmalarda ise teknik servis ve IT departmanlarında değişimin % 100 olduğu (kısmen den tam kullanıma geçiş), araştırma ve geliştirme ile üretim planlama ve kontrol departmanlarında herhangi bir teknolojik kullanım değişiminin olmadığı diğer departmanlarda ise % 50 lik bir değişime sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 6: Siber Fiziksel Teknolojileri Kullanımlarının Sektör Durumuna Göre Değerlendirilmesi

		T	M	D	P	B	TEÇ	G	A	AA	E	Diğer
MST	1	11,1	0	0	0	0	0	16,7	33,3	28,6	0	12,5
χ2: 30,3	2	11,1	20	14,3	42,9	50	0	33,3	16,7	28,6	20	12,5
p: 0,867	3	11,1	50	42,9	42,9	25	50	50	16,7	0	40	25
SD: 40	4	55,6	10	28,6	14,3	25	50	0	33,3	28,6	40	37,5
	5	11,1	10	14,3	0	0	0	0	0	14,3	0	12,5
SG	1	33,3	0	0	0	25	0	33,3	33,3	14,3	0	0
χ2: 50,56	2	0	20	28,6	28,6	25	0	16,7	16,7	28,6	20	12,5
p: 0,122	3	0	40	0	57,1	25	50	0	16,7	14,3	0	12,5
SD: 40	4	33,3	30	71,4	0	0	0	33,3	33,3	14,3	80	37,5
	5	33,4	10	0	14,3	25	50	16,7	0	28,6	0	37,5
BA	1	22,2	0	0	0	50	0	33,3	33,3	0	0	0
χ2: 40,59	2	11,1	30	28,6	28,6	0	0	16,7	33,3	42,9	20	5
p: 0,444	3	11,1	20	14,3	28,6	0	50	0	0	14,3	0	12,5
SD: 40	4	11,1	40	14,3	42,8	25	0	16,7	33,4	28,6	60	25
	5	44,4	10	42,8	0	25	50	33,3	0	14,3	20	37,5
GS	1	11,1	10	0	0	25	0	16,7	0	14,3	0	0
χ2: 333,73	2	22,2	10	42,8	28,6	25	0	33,3	33,3	28,6	20	12,5
p: 0,747	3	11,1	30	28,6	42,8	25	100	0	33,3	14,3	0	37,5
SD: 40	4	22,2	20	14,3	28,6	25	0	16,7	16,7	14,3	80	37,5
	5	33,3	30	14,3	0	0	0	33,3	16,7	28,6	0	12,5
KIT	1	11,1	20	28,6	14,3	0	0	0	0	14,3	0	0
χ2: 28,46	2	22,2	0	0	14,3	50	0	33,3	33,3	28,6	20	25
p: 0,914	3	22,2	10	28,6	28,6	0	50	50	33,3	14,3	40	25
SD: 40	4	22,2	50	28,6	42,8	50	50	0	33,4	28,6	40	25
	5	22,2	20	14,3	0	0	0	16,	0	14,3	0	25
SMT	1	11,1	10	28,6	0	25	0	0	33,3	28,6	20	0
χ2: 36,62	2	22,2	20	0	14,3	25	0	16,7	33,3	0	0	0
p: 0,623	3	0	50	42,8	71,4	25	50	33,3	0	28,6	60	62,5
SD: 40	4	33,3	10	0	0	0	50	16,7	16,7	28,6	20	12,5
	5	33,4	10	28,6	14,3	25	0	33,3	16,7	14,3	0	25
IOT	1	11,1	0	14,3	0	25	0	0	16,7	14,3	20	0
χ2: 26,59	2	22,2	20	14,3	14,3	25	0	0	50	28,6	0	12,5
p: 0,949	3	11,1	30	14,3	42,8	25	50	50	0	14,3	0	25
SD: 40	4	44,4	40	42,8	28,6	25	50	50	33,3	42,8	60	37,5
	5	11,1	10	14,3	14,3	0	0	0	0	0	20	25
YZ	1	0	0	14,3	0	50	0	16,7	0	0	20	0

χ2: 52,7	2	22,2	20	14,3	42,8	0	0	16,7	66,7	42,8	0	25
p: 0,086	3	22,2	30	14,3	28,6	0	100	66,7	16,7	14,3	20	12,5
SD: 40	4	44,4	40	42,8	28,5	25	0	0	16,7	42,9	60	25
	5	11,1	10	14,3	0	25	0	0	0	0	0	37,5
VM	1	11,1	0	14,3	14,3	50	0	0	16,7	0	20	12,5
χ2: 37,627	2	11,1	20	14,3	28,6	0	0	33,3	33,3	42,8	0	12,5
p: 0,578	3	22,2	30	14,3	28,6	25	100	33,3	16,7	42,8	0	25
SD: 40	4	33,3	20	28,6	28,6	25	0	33,4	33,3	14,3	80	37,5
	5	22,2	30	28,6	0	0	0	0	0	0	0	12,5
IT	1	11,1	0	14,3	28,6	25	0	16,7	0	14,3	20	12,5
χ2: 33,14	2	11,1	20	14,3	14,3	25	0	16,7	50	28,6	0	0
p: 0,77	3	0	50	42,8	28,6	0	100	50	33,3	28,6	20	37,5
SD: 40	4	55,6	10	14,3	14,3	50	0	16,7	16,7	28,6	40	37,5
	5	22,2	20	14,3	14,3	0	0	0	0	0	20	12,5
BH	1	22,2	0	28,6	14,3	25	0	16,7	0	0	0	12,5
χ2: 39,02	2	11,1	30	0	28,6	50	0	16,7	33,3	42,8	20	0
p: 0,514	3	11,1	10	28,6	14,3	25	100	16,7	33,3	42,9	40	37,5
SD: 40	4	33,3	40	28,6	42,8	0	0	50	33,4	14,3	40	12,5
	5	22,2	20	14,3	0	0	0	0	0	0	0	37,5
3DY	1	22,2	30	28,6	28,6	0	0	0	16,7	14,3	0	12,5
χ2: 43,13	2	11,1	10	28,6	14,3	75	0	33,3	50	42,8	60	12,5
p: 0,339	3	22,2	30	14,3	42,8	25	100	0	16,7	14,3	0	62,5
SD: 40	4	33,3	20	14,3	0	0	0	66,7	16,7	28,6	40	12,5
	5	11,1	10	14,3	14,3	0	0	0	0	0	0	0
Sütun kısaltma – T: Tekstil Ürünleri San.; M: Ana Metal San.; D: Deri San.; P: Plastik Ürünleri San.; B: Boya ve Kimyasal Ürünleri San.; TEÇ: Elektrikli Teçhizat İmalat San. ; G: Gıda Ürünleri San.; A: Ambalaj Ürünleri San.; AA: Ağaç ve Ağaç Ürünleri San.; E: Ev Aletleri San.; Diğer; TT: Toplam												
1: Çok Zayıf; 2: Zayıf; 3: Kısmen; 4: Güçlü; 5: Çok Güçlü												

Tablo 6'da siber fiziksel teknolojileri kullanım derecelerinin sektörel açıdan değerlendirilmesini sunmaktadır. Tabloyu incelediğimizde hesaplanmış ki-kare değerleri ve p değerlerine bakarak (p>0,05) siber teknoloji kullanım oranlarının sektör bağımlı olarak değişmediğini söyleyebiliriz. Ayrıca, sanal gerçeklik teknolojileri, bilgisayar ağları, kablosuz iletişim teknolojileri ve nesnelerin interneti teknolojilerinin tüm sektörlerde yoğun olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.

3.3. *Kümeleme Analizi Sonuçları*

Bilecik Organize Sanayi bölgesinde faaliyet gösteren firmaların endüstri 4.0 geçiş sürecinde ki durumlarını belirlemek amacıyla kümeleme analizinden faydalanılmıştır. Kümeleme analizi için endüstri 4.0 uygulamalarının kullanım dereceleri hakkında bilgi edinmemize fayda sağladığından dolayı anketimizin ikinci ve üçüncü bölümünde bulunan değişkenlerimizi kullandık. Analiz sonuçları Tablo 7'de özetlenmektedir.

Tablo 7: Kümeleme Analizi Sonuçları

	Küme Uzaklıkları			
Değişkenler	Küme 1	Küme 2	F	Sig
MST	3,69	2,03	85,554	,000
SG	4,17	1,93	175,577	,000
BA	4,26	1,90	190,258	,000
GS	4,00	2,14	94,462	,000
KIT	3,93	2,10	95,068	,000
SMT	3,93	2,00	86,690	,000
IOT	3,98	2,21	103,692	,000
YZ	3,81	2,14	82,844	,000

VM		3,83	2,07	80,639	,000
IT		3,76	2,07	68,562	,000
BH		3,79	2,07	71,293	,000
D-YAZICI		3,24	1,97	28,789	,000
AR-GE	S	1,74	2,21	11,371	,001
	G	1,19	1,76	21,481	,000
UPK	S	1,79	2,24	8,659	,004
	G	1,19	1,76	21,481	,000
SATIN	S	1,74	2,17	8,504	,005
	G	1,17	1,90	34,044	,000
LOJ	S	1,81	2,21	5,984	,017
	G	1,17	1,97	51,044	,000
SATIS	S	1,71	2,28	12,294	,001
	G	1,19	1,83	28,919	,000
TS	S	1,71	2,31	15,705	,000
	G	1,24	1,79	19,840	,000
IT	S	1,62	2,34	23,568	,000
	G	1,19	1,79	22,348	,000
Süreç Veri Ölçümü		2,55	1,69	28,464	,000
Girdi Veri Ölçümü		2,19	4,17	28,593	,000
Çıktı Veri Ölçümü		2,62	4,31	18,000	,000
EIS		3,05	1,83	18,735	,000
Küme		42 (% 59)	29 (% 41)		

Kümeleme analizi için toplam 29 değişken kullanılmış olup ANOVA değerlerine baktığımızda tüm değişkenlerin kümeleme başarısında etkili olduğunu ($p<0,05$) söyleyebiliriz. Küme analizi açısından değerlendirme yaptığımızda Bilgisayar Ağları Kullanım ölçütü (190,258), Sanal Gerçeklik Teknolojileri Kullanım ölçütü (175,572) ve Nesnelerin İnterneti Kullanım ölçütü (103,692) değişkenlerinin en yüksek belirleyici faktörler olduğunu belirledik. Bunun yanında endüstri 4.0 uygulamalarını son iki yılda Ar-Ge, lojistik, satınalma ve satış departmanlarında kullanım durumları ile ilgili olan değişkenlerin kümeleme bakımından en düşük belirleyici duruma sahip olan değişkenler olduğunu ancak gelecekte kullanım oranlarının kümeleme bakımından daha yüksek belirleyicilik değerlerine sahip olduğunu söyleyebiliriz. Küme sonuçlarının ilk iki belirleyici faktör ile değerlendirilmesi ile ilgili sonuçlar Tablo 8'de sunulmaktadır.

Tablo8: Kümelerin İlk İki Belirleyici Faktör Değişkene Göre Çapraz Tablo ve Ki-Kare Analizi ile Değerlendirme Sonuçları

	Bilgisayar Ağları Kullanım χ^2: 58,791; p: 0,00; SD: 4					Sanal Gerçeklik Teknolojileri Kullanım χ^2: 57,629; p: 0,00; SD: 4					Toplam
Küme	Ç_zayıf	zayıf	kısmen	güçlü	Ç_güçlü	Ç_zayıf	zayıf	kısmen	güçlü	Ç_güçlü	
K1	0	0	6	19	17	0	0	6	23	13	42
K2	8	17	3	1	0	9	13	7	0	0	29

Küme uzaklıklarına baktığımızda birinci kümede var olan işletmelerin siber fiziksel teknolojilerinin güçlü oranda kullanan, endüstri 4.0 uygulamalarını departmanlarında daha sık kullanan ve aynı zamanda veri ölçümü daha yüksek olan grubu oluşturduğunu bunun yanında ikinci kümede ise özellikle kümeleme de etkin rol oynayan değişkenlerde siber teknoloji uygulamalarında daha az kullanım durumuna sahip diğerlerinde ortalama değerlere yakın seyrettiğini söyleyebiliriz. Çapraz tablo analizinin sunulduğu Tablo 8'de kümeler arasındaki farklılıkları görmekteyiz. Bu sebeple birinci kümede varolan işletmelerin Endüstri 4.0 geçiş sürecini daha hızlı atlatıp bu süreçte daha başarılı olacağını bunun yanı sıra ikinci kümede var olan işletmelerin ise daha yavaş bir geçiş sürecini yaşayacağını söyleyebiliriz.

4.SONUÇ VE TARTIŞMA

Endüstri 4.0 işletmelerin nesnelerin interneti, yapay zeka, siber fiziksel sistemler, büyük veri ve bulut bilişim gibi teknolojik otonom sistemlerle dijitalleşmesi ile birlikte daha düşük maliyetli, daha güvenilir ve müşteri isteklerine uygun daha kaliteli ürünler üretmesini sağlayan bir teknolojik vizyondur. Bu sebeple işletmelerin dijitalleşme kültürü ile uyumlu hale gelmesi ve teknolojik altyapılarını bu kültüre uyumlu hale getirmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sadece işletmelerin gelecekteki yatırımlarını endüstri 4.0 geçişi için harcamaları yetmez aynı zamanda devletin de bu konuda endüstri 4.0 vizyonuna uyum sağlaması gerekmektedir. Bugün Almanya, Amerika, Japonya gibi üretimde başı çeken ülkeler gelirlerinin bir kısmını Endüstri 4.0 yatırımına ayırmaktadır. Türkiye' nin de işletmelere yapılan teşvik ve destek mekanizmalarını bu dönüşüm yolunda harcayarak bu ülkeleri yakalaması önem arz etmektedir. Endüstri 4.0 dönüşümünün hem devlet hem özel sektör açısından hem gereklilik hem de ihtiyaç olması nedeniyle bir durum değerlendirme çalışması gerçekleştirdik. Çalışmamızın amacı, Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren işletmelerin Endüstri 4.0 geçiş vizyonunu belirleyerek bu geçiş için gerekli olan ihtiyaçlarını ortaya çıkarmak için bir durum değerlendirme analizi yapmaktır. Bu amacı yerine getirmek için bir anket çalışması gerçekleştirdik. Frekans, çapraz tablo ve kümeleme analizleri ile endüstri 4.0 geçiş sürecince yaşanacak sorunları ve ihtiyaçları gelecekte bu geçiş için ne kadar başarılı olabileceğini belirmeye çalıştık. Ankete katılan çoğu işletmenin bu geçiş sürecinde şu an kendilerini yetersiz hissettiğini, en büyük sorunlarının öncelikli olarak nitelikli iş gücü ve ikincil olarak yatırım sermayesinin eksikliği olduğunu tespit ettik. Siber fiziksel teknolojik altyapı olarak kablosuz ağ, nesnelerin interneti, bilgisayar ağları yoğun olarak kullandıklarını endüstri 4.0 da önem arz eden veri madenciliği ve veri analizi ile ilgili altyapı eksikliklerini tamamlamaları gerektiğini belirledik. Organize sanayi bölgesinde son 2 yılda yaptıkları yatırımlar ile dijitalleşme vizyonunu ve kültürünü yakalamaya çalıştıklarını ancak gelecekte eksik kalan yatırımlarını tamamlayarak daha başarılı olacaklarını görmekteyiz.

Çalışmamız Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde konumlandırılmış firmaların endüstri 4.0 durum değerlendirmesi ile kısıtlandırılmıştır. Gelecekte İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bursa, Konya, Kayseri, Gaziantep gibi daha büyük organize sanayilerine genişletilerek bir durum değerlendirme analizi gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada analiz olarak durum değerlendirmesi yapılabilmesi amacıyla frekans analizi, çapraz tablo analizi ve kümeleme analizleri kullanılmıştır. Ayrıca anketin endüstri 4.0 ile ilgili farkındalık ve uygulanabilirlik, alt bileşen kullanımları ve uygulanma sebeplerini kapsayan son üç bölüm bu çalışma kapsamında kullanılmamıştır. Kümeleme analizi sonuçları ile birlikte sektör bazında son üç bölümün analizleri regresyon ve karar ağaçları gibi yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective, *International journal of mechanical, industrial science and engineering*, *8*(1), 37-44.

Chen B., Wan J., Shu L., Li P., Mukherjee M., Yin B. (2015). Smart factory of Industry 4.0: Key technologies, application case and challenges, *in* IEEE Access, Vol. 6, 6505-6519

Davenport, T.H., Barth, P., Bean, R., (2012). How "big data" is different, *MIT Sloan Management Review Fall 2012,* 54(1), 21-25.

Fatorachian, H., Kazemi, H., (2018). A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: Theoretical operationalisation framework, *Production Planning & Control,The Management of Operations, 2018,* 29(8), 633-644.

George, D., & Mallery, M. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update (10a ed.), Boston *Pearson.*

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2013). Multivariate data analysis, Pearson Education Limited.

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios, *In 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*, 3928-3937.

Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics, *International Journal of Production Research*, 57(3), 829-846.

Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., Wahlster, W., (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 ,Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group, Forschungsunion.

Khaitan SK., McCalley JD.(2015). Design techniques and applications of cyberphysical Systems: A Survey. *IEEE Systems Journal*, 9(2), 350-365.

Khakifirooz, M., Cayard, D., Chien, C.F., Fathi, M., (2018). A system dynamic model for implementation of Industry 4.0. , *2018 International Conference on System Science and Engineering*, ICSSE 2018 , 1–6.

Lu, Y. (2017).Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues, *Journal of Industrial Information Integration 6*, 1–10.

Rafael, L. D., Jaione, G. E., Cristina, L., & Ibon, S. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies. *Technological Forecasting & Social Change*, 1-13.

Reischauer, G., (2018). Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 132, July 2018, 26-33.

Strange, R., Zucchella, A., (2017). Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review*, 2017, Vol. 25, Issue 3, 174-184.

Tortorella, G.L., Fettermann, D., (2017). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research* Volume 56, 2018 - Issue 8, 1–13.

Vallandingham, L.R., Stangeland, A.B.H., Strandhagen, J.W., Fragapane, G., Sharma, N., Strandhagen, J.O., (2017). Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. *Advances in Manufacturing, 5(4)*,359-369.

Yılmaz F.(2020),Türkiye'de Endüstri 4.0, https://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/, (Erişim Tarihi: 30.09.2020)