

Araştırma Makalesi

Türk Sanayisinin Endüstri 4.0 Farkındalık ve Olgunluk Seviyesi¹

Industry 4.0 Awareness And Maturity Level Of Turkish Industry

Abdullah ERDOĞAN Doktora Öğr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü aerdogan2000@yahoo.com https://orcid.org/0000-0001-9287-7907	Belgin AYDINTAN Prof.Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi belgin.aydintan@hbv.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-9057-4336
--	--

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
17.05.2023	02.06.2023

Öz

Bilimsel ve teknolojik alandaki köklü değişimlerin üretime yansımaları ile günümüze kadar etkilerinin giderek derinleştiği dört büyük endüstri devrimi yaşanmıştır. İlk sanayi devriminde buhar gücü ile makinelerin üretime girmesini, ikinci sanayi devriminde elektrik enerjisi ile mekanizasyon, takiben üçüncü sanayi devriminde ise yarı iletken teknolojilerindeki ilerlemeler ile otomasyon izlemiştir. 2011 yılında Almanya’da tanıtımı yapılan Endüstri 4.0 ile, birçok teknoloji çığır açan teknoloji bileşenin bir araya gelmesiyle dünya yeni bir sanayi devrimine tanıklık etmeye başlamıştır. Gelişmiş ülkeler sağlayacağı ekonomik faydalar ve rekabet avantajlarından pay kapabilmek için bu yeni yarışın içine girmişlerdir. Yarışın önde giden ülkelerinin, ucuz üretim maliyet endekslerine sahip olan ülkelerde yapılan üretimleri kendi ülkelerine taşıyacakları açıktır. Türkiye için ise, ucuz üretim faktörleriyle yakalanan üretim avantajının kaybedilmemesi için Endüstri 4.0 dönüşümünün gerçekleştirilmesi son derece hayattır. Bu çalışma ile Endüstri 4.0 dönüşümünde en temel öğelerden bir model oluşturulmuş ve buna dayandırılan anket çalışması ile Türkiye’nin lider 1000 sanayi işletmesinin Endüstri 4.0 farkındalık ve olgunluk seviyesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda 459 işletmeden dönüş alınmış olup analizler SPSS ve AMOS programları kullanılarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Türk sanayisinin, oluşturulan modele göre Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi 3,74/5 (tecrübeli, uzman seviyesine yakın) ve olgunluk seviyesi ise 3,16/5 (tecrübeli) olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi Devrimi, Dijitalleşme, Dijital Dönüşüm, Dijital Olgunluk

Abstract

With the reflections of the radical changes in the scientific and technological field on production, there have been four major industrial revolutions until today, the effects of which have gradually deepened. In the first industrial revolution, the production of machines with steam power was followed by mechanization with electrical energy in the second industrial revolution, and automation with the advances in semiconductor technologies in the third industrial revolution. With Industry 4.0, which was introduced in Germany in 2011, the world began to witness a

¹ Bu makale, Ankara HBV Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde, Prof.Dr. Belgin AYDINDAN danışmanlığında doktora öğrencisi Abdullah ERDOĞAN tarafından yürütülen “Türk Sanayisinin Endüstri 4.0 Farkındalık ve Olgunluk Seviyesinin Belirlenmesi; ISO 1000 İşletmelerinde Bir Uygulama” konulu doktora tezinden türetilmiştir.

Önerilen Atıf /Suggested Citation

Erdoğan, A. & Aydıntan, B., 2023 Türk Sanayisinin Endüstri 4.0 Farkındalık ve Olgunluk Seviyesi, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(2), 1415-1439

new industrial revolution with the combination of many destructive technology components. Developed countries have entered this new race in order to get a share of the economic benefits and competitive advantages they will provide. It is clear that the leader countries of this race will carry the production made in countries with cheap production cost indices to their own countries. For Türkiye, it is extremely vital to realize the Industry 4.0 transformation in order not to lose the production advantage captured by cheap production factors. With this study, a model was created from the most basic elements of Industry 4.0 transformation and it was aimed to determine the Industry 4.0 awareness and maturity level of Turkey's 1000 leading industrial enterprises with the survey study based on this model. Feedback was received from 459 enterprises and analyzes were made using SPSS and AMOS programs. As a result of the analyzes made, the Industry 4.0 awareness level of the Turkish industry was determined as 3.74/5 (experienced/close to expert level) and the maturity level as 3.16/5 (experienced level), according to the model created.

Keywords: Industry 4.0, Industrial Revolution, Digitalization, Digital Transformation, Digital Maturity

1. GİRİŞ

Endüstri ya da sanayi kavramı yıllarca sürekli olarak değişime uğramış olan bir faaliyet dalıdır. Söz konusu değişim sadece üretim işlemleri ya da sanayiye değil, ülkelerin toplumsal demografik yapılarını, kültürlerini ve ekonomik durumlarını etkilemiştir. Bu değişimin ilk başlangıcı olarak kabul edilen durum 18. Yüzyılın ortalarında İngiltere’de başlayan değişim akımıdır. Daha sonra bu eğilim zamanla bütün Avrupa’ya ve tüm dünyaya yayılmıştır (Soysal ve Pamuk, 2018, s.2).

İlk üç sanayi devrimi mekanizasyon, elektrik ve bilişimin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Şimdi ise nesnelerin ve hizmetlerin internetinin üretim ortamına girişi ile dördüncü sanayi devrimi yaşanmaktadır (Endüstri4.0 – E4.0). Özellikle son yıllarda İnternetin ve mobil teknolojilerin gelişmesi ve yaygınlaşması ile birlikte sadece bilgisayarların değil, tüm nesnelerin, insanların ve kurumların birbirine bağlanabildiği, her cihazın ve sürecin veri ürettiği, satın almadan üretime, tasarımdan müşteri hizmetlerine tüm üretim süreçlerinin entegrasyonunun sağlandığı, ürün ve süreç yeniliklerinin takip edilemez bir hızda geliştirildiği bir süreç başladı (Taymaz, 2018, s.12). E4.0, günümüzün endüstriyel üretimini kökten değiştirmeyi, verimliliği en üst düzeylere çıkarmayı amaçlayan çağdaş bir konudur (Sommer, 2015, s.1523).

Verimlikte öngörülen bu artışın E4.0 ile beraber gelişen teknolojiler vasıtasıyla işletmelere adapte edilmesi büyük önem taşımaktadır. Önceki devrimlerde geliştirilen bazı teknolojilerin uygulama maliyetlerinin yüksek olması adaptasyon açısından sıkıntılar doğurmaktaydı. E4.0 ile bazı teknolojilerin uygulanma maliyetlerinin azalması da verimliliğin artırılması amacının sağlanmasını kolaylaştıran büyük bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Çelik, 2020, s.1).

E4.0, aslında ülkemiz için yeni fırsatlar demektir. Ancak oyunun kurallarına göre oynanması gerekmektedir. Eğer başarılırsa E4.0, Türkiye’ye için yüksek katma değerli üretim açısından potansiyel bir platform olacaktır. E4.0 sayesinde daha hızlı yapılmasını sağlanacak üretim sayesinde üretimde etkinlik yükselecektir. Ayrıca insan faktörünün üretimde azalması doğal olarak insan hatasını da minimuma indirecek ve kalite ve verimlikte rekabetçi avantajlar sağlayacaktır. Bununla birlikte E4.0, ülkemizin ihtiyacı olan işgücünde nitelik konusunda da artış sağlayacaktır. Doğal olarak işgücü bu nitelikli yapıdan oluşacaktır (Aydemir, 2018, s.259).

Peki, ülkeler için bu kadar hayati bir öneme sahip olan bu dönüşümde ülkemizin pozisyonu nedir? İşletmelerin bu yarıştaki konumları nerededir? İSO tarafından 2018 yılında, İSO bağlı işletmelerde yapılan çalışmaya göre şirketlerin büyük çoğunluğunun herhangi bir E4.0 uygulaması kullanmadığı tespit edilmiştir. Dijitalleşme analizi sonuçları şirketlerin henüz bu tür uygulamaları kullanacak olgunluk ve / veya farkındalık düzeyinde olmadıklarını göstermektedir (İSO 2018, s.8).

Literatür taraması sonucunda, E4.0’ın ülkemiz için yeni bir konu olmasına rağmen, hem sosyal bilimler alanında hem de fen bilimleri alanında sıklıkla araştırılan bir konu olduğu görülmüştür. Bu özelliği ile E4.0 çalışmaları diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu çalışmada ise E4.0’ın, ilk olarak hissedildiği üretim sektöründe bu konudaki farkındalık ve olgunluk seviyesinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın evreni olarak İstanbul Sanayi Odasına kayıtlı Türkiye’nin en büyük 1000 sanayi işletmesi seçilmiştir. Böylece daha önce çalışılmadığı için hem bu alandaki literatür boşluğunun doldurulması hem de Türk sanayisinin farkındalığına bir katkı sunulması hedeflenmiştir. Bu bağlamda yapılan bu araştırma aşağıdaki sorulara cevap bulmak maksadıyla yürütülmüştür;

- Ülkemizdeki en büyük 1000 sanayi işletmesinin E4.0 alanındaki çalışmaları benimseyip benimsemediğini ölçmek mümkün müdür?
- Bu kritik ve önemli evrenin E4.0 farkındalık düzeyi nedir?
- Anılan evrenin E4.0 olgunluk düzeyi ne aşamadır?
- E4.0 farkındalığı ile olgunluğu arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Bu sorulara cevap bulabilmek için kavramsal çerçeveye dayalı olarak daha önceki çalışmalarda uygulanmış bazı ölçeklerin oluşturulan modele dayalı olarak uyarlanarak anket metodu ile sahadan veri toplanması amaçlanmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde E4.0 ile ilgili olarak özet bir bilgi aktararak dünyada bu devrime öncelik eden ülkeler sıralanmış, takiben Türkiye için söz konusu devrimin önemi vurgulanmıştır.

2.1. Dördüncü Endüstri Devrimi

E1.0 ile buhar makineleri, E2.0 ile seri üretim ve E3.0 ile üretimde otomasyon başladı. Geline nokta itibarıyla yeni devrimin, gelişen teknolojiler ile beraber üretimde farklı bir anlayışı barındırdığı ve üretim süreçlerinin yeni baştan dizayn edileceği açıktır. E4.0 ile birçok yeni teknoloji üretim süreçlerinde kullanılmaya başlanmış ve bu teknolojiler E4.0'ın yapı taşları olarak tanımlanmıştır (Çelik, 2020, s.31).

Dördüncü endüstri devrimi, Alman Hükümetinin endüstriyel ve bilimsel organizasyonla işbirliği içinde E4.0 girişimini desteklediği Hannover Messe Fuarında 2011 yılında başlamıştır. Ekim 2012'de ise Bosch Grubu ve SAP'nin eski CEO'su Henning Kagermann, bir çalışma grubu oluşturarak hazırladıkları Dördüncü Sanayi Devrimi öneri dosyasını, Alman Federal Hükümeti'ne sundu ve 2013 yılında Alman Hükümeti kendi E4.0 dönüşüm yol haritasını hazırlamaya başladı (Şahin, 2017; Kagermann, 2013).

Almanya öncülüğünde sanayi ve teknolojik olarak gelişmiş olan ülkeler, rekabet avantajı sağlamak, maliyetlerini daha da düşürmek ve Çin'in küresel piyasalarda elde ettiği başarıyı tekrar Batı'ya kaydırmak (Doğru ve Meçik, 2018, s.1584) amacıyla Dördüncü Sanayi Devrimi'ni başlatmışlardır (Soysal ve Pamuk, 2018, s.5). Birkaç ülke yakın zamanda E4.0 teknolojilerinin geliştirilmesini ve benimsenmesini artırmak için yerel programlar oluşturmuştur. Gelişmiş ülke örnekleri kısaca aşağıda sunulduğu gibidir; (Kagermann et al., 2013; Zhou, Liu ve Zhou, 2017; Liao et al., 2017; akt: Dalenogare, Benitez, Ayala ve Frank, 2018, s.383; 2023 STSB, s.9; 2023 Dijital Türkiye Yol Haritası, 2018, s.40; Li ve Yang, 2017).

Almanya; E4.0 platformunu oluşturdu. Almanya, bilişim tabanlı akıllı imalat konusunda hem üretici hem de kullanıcı olarak dünya lideri olma hedefi ile E4.0 inisiyatifini ilk başlatan ülke olmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri; "ABD Üretiyor" programını başlattı. Bu program ile ABD, ileri üretim tekniklerinde küresel liderliğini güvence altına almak için 14 ileri üretim teknoloji enstitüsü kurmuştur.

Çin; "Made in China 2025" program ile Çin, 2025 yılına kadar dünyanın üretim üssünden inovasyon ve yüksek teknoloji üssüne dönüşmeyi hedeflemektedir.

Japonya; "Toplum 5.0" adını verdiği program ile Japonya, toplumsal ve küresel sorunları, siber ve fiziksel dünyaları entegre eden bir sistemle çözmeyi amaçlamaktadır.

Güney Kore; "Akıllı Sanayi Stratejisini" hazırladı.

Fransa; "Yeni Endüstriyel Fransa" adını verdiği E4.0 programı ile kritik teknoloji ve sektörler için stratejiler belirlendi. Geleceğin Endüstrileri Programı için 10 milyar dolar kredi bütçesi ayırdı.

Brezilya; Söz konusu programa "E4.0'a doğru" adı verilmiş ve uygulamaya başlamıştır.

Teknolojinin çok hızlı ilerlemesi, rekabetin küresel hale gelmesi ve artması, ürünlerin bireyselleştirilmesi ve bu trendin artması aslında E4.0 devriminin ortaya çıkmasındaki temel öğelerdir. (Duman, 2020, s.9). Endüstri devrimlerin varlığını anlamlandıran, ilk iki sanayi devriminde, üretime ait enerji iken; son iki devrimin yönetim üzerinden tanımlaması yapılmaktadır. Her ne kadar

sonuncusunun yani E4.0'ın devrim mi yoksa üçüncünün devamını mı olduğu çok da açığa kavuşmamış olsa da genel kabul üzerinden süreci tanımlamak gerekirse yönetimin neyi, nasıl yöneteceği soruları daha da öne çıkmaktadır (Yılmaz, Arıcıoğlu ve Yiğit, 2020, s.295). Önceki üç sanayi devrimine ve bunlarla ilişkili politikalara yönelik en önemli eleştirilerden biri, modern toplumların karşı karşıya kaldığı en acil sorunların çözülmemesidir. Bunlara iklim değişikliği, kronik hastalıklar ve eşitsizlik dâhildir (Morrar, Arman ve Mousa, 2017, s.18). Bu bağlamda içinde bulunduğumuz endüstri devriminin, dünyanın içinde bulunduğu sosyal ve ekonomik majör problemlere çözüm sunması beklenmektedir.

Sonuç olarak, küreselleşen piyasada rekabet üstünlüğü sağlamak, kalifiye olmayan işgücüne olan bağımlılığı azaltmak, piyasalara hızlı ve hatasız ürünler çıkarabilmek, esnekliğin artırılması ve maliyetlerin azaltılması E4.0'ın temel çıkış noktaları olarak görülebilir. Bahsi geçen faktörlere ek olarak, kullanılan kaynakların tükenmesi, dünyanın yaşam ömrünün azalıyor olması ve toplumun bu durum hakkındaki artan endişesi E4.0'ın gelişmesine itici güç oluşturmuştur (Soysal ve Pamuk, 2018, s.5).

Literatür incelendiğinde E4.0'ın çok farklı boyutlardan modelleri karşımıza çıkmaktadır (IMLULS VDMA, 2006; Akdil vd., 2018; Özçelik vd., 2018; Schumacher vd., 2016; Lichtblau vd., 2015; Pricewaterhouse Coopers, 2016; Gökalp vd., 2017; TÜBİTAK, 2017; İşler, 2018; Kumaş, 2021). Modellerin ortak özelliğine bakıldığında teknoloji boyutunun hemen her çalışmada yer aldığı görülmektedir. Teknoloji boyutu hem bu özelliği hem de daha somut öğeleri içermesinden dolayı E4.0'ın görünürlüğü en yüksek boyutudur. Genel olarak E4.0 teknoloji bileşenleri; Otonom Robotlar, Simülasyon Teknolojileri, Yatay ve Dikey Entegrasyon, Nesnelerin İnterneti, Siber Güvenlik, Bulut Bilişim, Eklemeli Yazıcılar (3D), Artırılmış Gerçeklik, Büyük Veri şeklinde sıralanmaktadır.

2.2. Türkiye'de Endüstri 4.0

Türkiye özellikle ucuz iş gücü sayesinde dünyadaki diğer ülkelere entegre bir şekilde sanayileşme hamlesinde devam etmektedir ve ekonomik potansiyel olarak dünyada 16'ncı sıraya yükselmiştir. Türkiye ekonomisi mevcut iktisadi kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda, ciddi bir büyüme potansiyeline sahip bir ülkedir (Doğru ve Meçik, 2018, s.1601). Bununla birlikte, Ülkemiz genç ve dinamik nüfusu sayesinde her zaman üretim açısından potansiyel bir avantaj yaşamıştır. Ancak E4.0'ın, iş gücünün dönüşümü ile bu avantajı tehdit etmeye başladığı bir gerçektir. Bu bağlamda ülkemiz açısından konuya bakıldığında yeni endüstri devrimi ülkemizin özellikle de ekonomik geleceği açısından son derece önemli bir husus olmaktadır (Metin: 2019, s.1). Anılan sebeplerden dolayı Türkiye'nin E4.0'ın sunduğu fırsatları kaçırmadan gerekli aksiyonları alarak harekete geçmesi gerekmektedir (Duman, 2020, s.57).

Küresel iş dünyasında dijitalleşme hızla daha geniş alanlara yayılırken, Türk şirketlerinin bu süreçte kendilerini doğru konumlamaları, aynı zamanda ülke ekonomisinin küresel ekonomi içindeki rekabet gücünü korumasına da yardımcı olacaktır (Toker ve Köksalan, 2017, s.30).

Türkiye'de sanayi firmalarının dünya üretim değer zincirindeki konumları ağırlıklı olarak imalat halkasıdır. İmalat teknolojilerindeki değişimler, Türkiye imalat sektörünü doğrudan ilgilendirmekte, eğer süreci sağlıklı yakalayamaz ise negatif etkileneceği açıklıkla görülmektedir (TTGV, 2018, s.119). Türkiye'nin, şu an sahip olduğu, Asya ile Avrupa arasındaki köprü görevi gören konumuyla özellikle son 20 yılda küresel ölçekteki birçok firmanın üretim üssü olma stratejisi, E4.0 ile tehlike altındadır. Çünkü E4.0 özellikle işgücü maliyetlerini oldukça düşüren ve verimlilik artışı sağlayan yeni bir sanayi akımıdır (Koca, 2018, s.251).

Ülkemiz açısından duruma bakıldığında, rekabet gücümüzün devamı, daha güçlü bir ekonomik altyapı ve yenedünyanın önemli bir aktörü olabilmek için bu yeni yaklaşımı iyi analiz ederek süreci kendimize uyarlamak hayati bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır (TÜSİAD, 2016, s.33 ve 11'nci Kalkınma Planı, 2018). Bu trendin yakalamaması durumunda küresel pazar payının düşmesi, artan işsizlik ve azalan işgücü problemleri ile karşı karşıya kalınıp ekonomik olarak geri plana düşülecektir (Metin, 2019, s.XII). E4.0 yaklaşımı ile Türkiye'nin rekabet gücü avantajlarının sürdürülebilirliğini sağlamak ve artırmak, ancak bunun ötesinde katma değeri yüksek ve dünya üretim değer zincirinden çok daha fazla pay alan bir Türk sanayisi yaratmak hedeflenmelidir (Şahin, 2017).

Global Üretim Maliyet Endekslerine Göre (BCG Üretim Maliyeti Endeksi, 2014), ülkemizin özellikle üretim maliyetleri açısından avantajlı konumu rahatlıkla görülecektir. Ancak eğer gelişmiş ülkeler E4.0 dönüşümlerini başarı ile uygulayıp üretim maliyetlerini azaltır ve Türkiye ise bu yarışta geri kalırsa üretim maliyet endeksi yüksek olan ülkelere kıyasla şu anda sahip olduğu rekabet avantajını kaybedecektir. İşte Türkiye için bu derece öneme haiz bir konunun Türk sanayisinin lider işletmelerindeki farkındalık ve olgunluk seviyesinin hangi seviyede olduğunu araştırmak çalışmanın ana motivasyonu olmuştur.

3. YÖNTEM

Araştırmada nicel araştırma yöntemi benimsenmiş olup, evren olarak Türkiye'nin lider 1000 sanayi işletmesi (ISO-1000) ve anket yöntemi ile veri toplanmıştır. Verilerin analizinde SPSS ve AMOS paket programları kullanılmış olup detaylar aşağıda sunulduğu gibidir.

3.1. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini; ülkemizde kamu ve özel sektörde, üretim alanında, ulusal/uluslararası ölçekte faaliyet gösteren, İstanbul Sanayi Odasına kayıtlı Türkiye'nin en büyük 1000 (İSO Birinci 500 ve İkinci 500) sanayi işletmesi oluşturmaktadır. İstanbul Sanayi Odası, Türkiye'nin en büyük sanayi odası, Türk sanayisinin de en güçlü temsilcilerinden biridir. İSO 1000 işletmelerinin Türk sanayisi için bu önemi ve belirleyici rolünden dolayı araştırma evreni olarak İSO 1000 işletmeleri seçilmiştir.

3.2. Veri Toplama ve Analiz

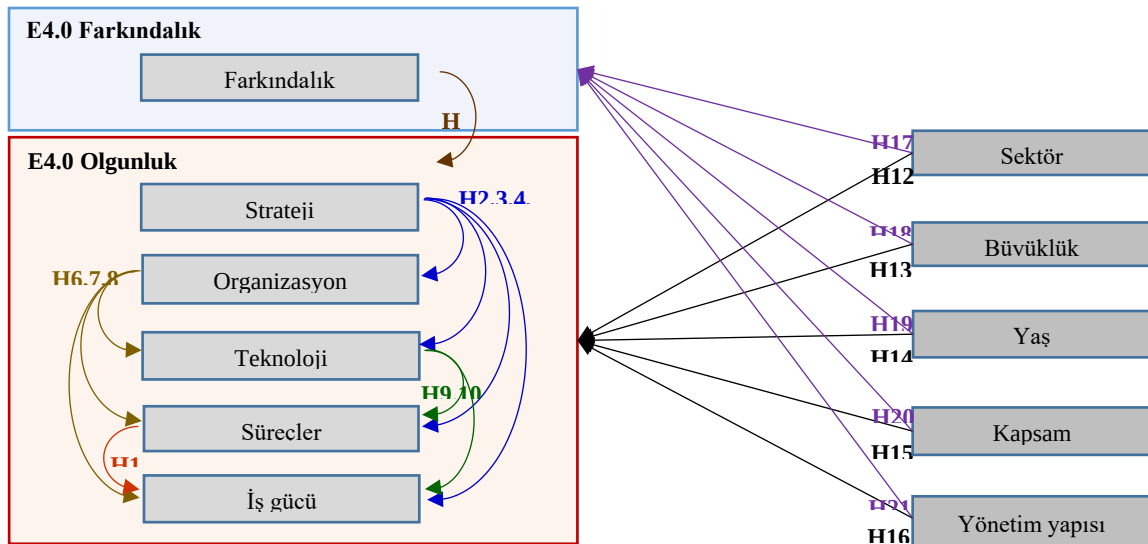
Araştırmada Türk Sanayisinin E4.0 seviyesinin belirlenmesi maksadıyla anket yöntemi kullanılmıştır. Modele dayalı olarak oluşturulan anket öncelikle surveey.com uygulamasına aktarılmış böylelikle ankete elektronik olarak uzaktan katılım imkânı sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan anket, Farkındalık (TUSİAD BCG, 2016), Teknoloji (TUSİAD BCG, 2017), Strateji (Kumaş, 2021), Organizasyon (Özkurt, 2020), İnsan gücü (Özçelik, 2018), Süreçler (İşler, 2017) ölçeklerinden oluşturulmuştur. Anılan 1000 işletmenin resmi web sitelerinden ve takiben LinkedIn uygulaması üzerinden yönetici personele ulaşılarak 459 anket dönüşü elde edilmiştir.

Verilerin analizi maksadıyla SPSS programı kullanılmıştır. Geçerlilik ve güvenilirlik analizleri için, yapısal eşitlik modellemesi yöntemi kullanılarak doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Analiz için AMOS paket programı kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişki için korelasyon analizi, kurumsal bilgiler açısından farklılıkların tespiti için T-testi ve ANOVA testleri yapılmıştır.

3.3. Araştırmanın Modeli ve Hipotezleri

Türk sanayisinin farkındalık ve olgunluk seviyesinin belirlenmesi, aralarındaki ve alt boyutlarla olan ilişkilerin tespiti ve kurumsal özellikler ile farklılıkların ortaya konulabilmesi maksadıyla oluşturulan model ve hipotezler aşağıdaki gibidir;

Şekil 1: Araştırmanın Modeli ve Hipotezleri



E4.0 konusunda sadece farkındalık değil aynı zamanda işletmelerin E4.0 olgunluk seviyesi de kurumsal bilgilerle ortaya çıkabilecek farklılıklar ile birlikte araştırılmıştır.

Araştırmanın Hipotezleri;

Literatür incelendiğinde E4.0 farkındalık seviyesi (İşler, 2017; Kamber, 2019; Taş, 2021) ve E4.0 olgunluk seviyesinin (Özçelik, 2018; Yüce, 2020; Akdil, 2018) ayrı ayrı çalışıldığı ancak her iki kavram bir araştırmada incelenip aralarındaki ilişki ortaya konulmamıştır. Bu bağlamda, Hipotez 1 aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

H1: İşletmelerin E4.0 farkındalık seviyesi ile olgunluk seviyesi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Yerli ve yabancı yazında E4.0 olgunluk modelleri (Impuls, 2006; Schumacher vd., 2016; Pricewaterhouse Coopers-PWC, 2016; Lehy vd., 2017; Kumaş, 2021; Gökalp vd., 2017) konusunda bir zenginlik dikkat çekicidir. Her model araştırmanın bağlamına göre farklı farklı boyutlardan oluşturulmuştur. Bu araştırmada beş temel boyut çalışmaya katılmış ve aralarındaki korelasyon ilişkisi de incelenerek literatüre diğer çalışmalardan farklı bir katkı sunulmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda Hipotez 2 -11 aşağıda sunulduğu gibi oluşturulmuştur;

H2: İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H3: İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile teknoloji boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H4: İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile süreçler boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H5: İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile iş gücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H6: İşletmelerin E4.0 organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile teknoloji boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H7: İşletmelerin E4.0 organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile süreçler boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H8: İşletmelerin E4.0 organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile işgücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H9: İşletmelerin E4.0 teknoloji boyutundaki yaklaşımları ile süreçler boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H10: İşletmelerin E4.0 teknoloji boyutundaki yaklaşımları ile iş gücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H11: İşletmelerin E4.0 süreçler boyutundaki yaklaşımları ile iş gücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Farklılık Hipotezleri;

Araştırmada ISO-1000 işletmelerinden sadece yukarıda sıralanan hipotezler kapsamında veri toplanmamış daha kapsamlı analiz ve değerlendirme yapabilmek, literatüre ve sahaya daha zengin katkı sunabilmek maksadıyla en temel kurumsal bilgilerin hem E4.0 farkındalığı hem de E4.0 olgunluk seviyesi ile ilişkisi araştırılmış ve aşağıda sunulan (Hipotez 12-21) farklılık hipotezleri oluşturulmuştur;

H12: İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, faaliyette bulundukları sektör bakımından fark vardır.

H13: İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, büyüklükleri (çalışan sayısı) bakımından fark vardır.

H14: İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, yaşları bakımından fark vardır.

H15: İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, faaliyette bulundukları kapsam bakımından fark vardır.

H16: İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, yönetim yapısı bakımından fark vardır.

H17: İşletmelerin E4.0 farkındalığında, faaliyette bulundukları sektör bakımından fark vardır.

H18: İşletmelerin E4.0 farkındalığında, büyüklükleri (çalışan sayısı) bakımından fark vardır.

H19: İşletmelerin E4.0 farkındalığında, yaşları bakımından fark vardır.

H20: İşletmelerin E4.0 farkındalığında, faaliyette bulundukları kapsam bakımından fark vardır.

H21: İşletmelerin E4.0 farkındalığında, yönetim yapısı bakımından fark vardır.

3.4. Araştırma Etiği

Araştırma kapsamında sahadan veri toplanmadan önce Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan 24.02.2022 tarih ve 80594 karar ile Etik Kurulu İzni alınmıştır.

3.5. Ölçeklerin Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizleri

Elde edilen verinin normal dağılım gösterip göstermediği, eğiklik ve basıklık değerlerinin incelenmesi ile tespit edilmiştir. Bu iki değer kabul edilebilir sınırları için farklı görüşler vardır. Tabachnick ve Fidell (2013) kabul edilebilir sınırların -1,5 ve +1,5 aralığında olmasını öne sürmüştür. West, Finch ve Curran (1995) bu iki değer -2, +2 sınırlarını arasında olabileceğini ifade etmiştir. Analiz sonucunda, tüm ifadelerle ilişkin eğiklik ve basıklık değerlerine ait istatistik rakamlarının istenilen sınırlar içinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle, verinin normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Ayrıca anketin güvenilirlik analizleri kapsamında elde edilen Cronbach alfa değerine ait tablo aşağıda sunulduğu gibidir. Maddelerin iç tutarlılığının bir ölçüsü olan Cronbach alfa katsayısı, ölçekte bulunan maddelerin homojen yapısını açıklamak veya sorgulamak üzere kullanılır. Cronbach alfa katsayısı yüksek olan ölçekteki maddelerin birbirleriyle tutarlı bir o kadar da aynı özelliği ölçen maddelerden meydana geldiği yorumu yapılır. Cronbach alpha likert tipli ölçeklerde sıklıkla kullanılmaktadır, Araştırmada modele ait boyutlardan elde edilen Cronbach Alpha ve referans değerleri aşağıdaki tabloda sunulduğu gibidir (Yıldız ve Uzunsakal, 2018, s.17). Tablo 1 incelendiğinde elde edilen değerlerin “oldukça güvenilir” ve “yüksek güvenilirlik” seviyesinde olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Cronbach Alpha Değerleri

Boyut	Cronbach Alpha	Referans
Farkındalık	0,808	$0 < \alpha < 0.40$ ise güvenilir değil $0.40 < \alpha < 0.60$ ise düşük güvenilirlikte $0.60 < \alpha < 0.80$ ise oldukça güvenilir $0.80 < \alpha < 1.00$ ise yüksek güvenilirlikte
Strateji	0,953	
Organizasyon	0,869	
Teknoloji	0,875	
Süreçler	0,919	
İşgücü	0,893	

Geçerlilik ve güvenilirlik analizleri için, yapısal eşitlik modellemesi yöntemi kullanılarak doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Analiz için AMOS paket programı kullanılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada elde edilen bazı model uyum değerleri istenilen düzeyin altında olduğu için, bazı düzeltmeler yapılmış ve doğrulayıcı faktör analizi tekrar yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, farkındalık boyutundaki Farkındalık1, Farkındalık2, Farkındalık3, Farkındalık8 ve Farkındalık9 ifadelerinin düşük faktör yükü ve anlamlılık düzeyinin 0,05'in üstünde olması ve bazı ifadelerin de binişiklik gösterdikleri için ilgili ölçekten çıkarılmıştır. Bunun yanı sıra, organizasyon boyutundan organizasyon2, organizasyon3 ve organizasyon4 isimli ifadeler düşük faktör yükü ve binişiklik nedeniyle ölçekten çıkarılmıştır.

Bu işlemler yapıldıktan sonra analiz tekrar yapılmış ve analiz sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. İkinci analiz sonucunda elde edilen model uyum değerleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2. Model Uyum ve Referans Değerleri

Model Uyum Değeri	Mükemmel Uyum Düzeyi	Kabul Edilebilir Uyum Düzeyi	Elde Edilen Uyum Düzeyi
CMIN/DF (χ^2/DF)	$0 \leq CMIN/DF \leq 2$	$2 \leq CMIN/DF \leq 3$	1,940
GFI	$0.95 \leq GFI \leq 1.00$	$0.85 \leq GFI \leq 0.95$	0,880
CFI	$0.97 \leq CFI \leq 1.00$	$0.95 \leq CFI \leq 0.97$	0,951
RMSEA (PCLOSE)	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,08$	0,045 (0,905)
RMR	$0 \leq RMR < 0.05$	$0.05 < RMR < 0.10$	0,054

Yukarıdaki tabloda GFI değerli kabul edilebilir uyum limitleri içinde kalırken diğer model uyum değerleri mükemmel uyum göstermiştir. Ayrıca ölçeğin faktör yükleri incelenmiştir. Analiz sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 3. Faktör Yükleri Tablosu

Ölçekler ve Ölçekleri Oluşturan İfadeler			Faktör Yükleri	Std. Hata	T Değerleri	P
TekY (TeknolojiYeni)	<---	TEKN	,858	,110	10,251	***
TekM (TeknolojiMevcut) ^a	<---	TEKN	,869			
Farkındalık7 ^a	<---	FARK	,866			
Farkındalık6	<---	FARK	,864	,056	18,789	***
Farkındalık5	<---	FARK	,518	,045	11,096	***
Farkındalık4	<---	FARK	,616	,059	13,592	***
Teknoloji11Yapayzeka ^a	<---	TekY	,780			
Teknoloji10AG	<---	TekY	,718	,056	14,952	***
Teknoloji9Eklemeli	<---	TekY	,621	,066	12,801	***
Teknoloji8Simülasyon	<---	TekY	,731	,071	15,240	***
Strateji6 ^a	<---	STRA	,875			
Strateji5	<---	STRA	,893	,038	27,553	***
Strateji4	<---	STRA	,895	,035	27,656	***
Strateji3	<---	STRA	,900	,038	27,964	***
Strateji2	<---	STRA	,885	,039	26,959	***
Strateji1	<---	STRA	,786	,038	21,581	***
Organizasyon1 ^a	<---	ORGA	,619			
Organizasyon5	<---	ORGA	,737	,106	12,802	***
Organizasyon6	<---	ORGA	,766	,078	15,836	***
Organizasyon7	<---	ORGA	,779	,105	13,314	***
Organizasyon8	<---	ORGA	,841	,104	14,000	***

Ölçekler ve Ölçekleri Oluşturan İfadeler			Faktör Yükleri	Std. Hata	T Değerleri	P
İnsanGücü1 ^a	<---	INGU	,804			
İnsanGücü2	<---	INGU	,824	,053	19,804	***
İnsanGücü3	<---	INGU	,861	,049	20,988	***
İnsanGücü4	<---	INGU	,712	,054	16,333	***
İnsanGücü5	<---	INGU	,726	,051	16,758	***
Süreç1 ^a	<---	SUREC	,763			
Süreç2	<---	SUREC	,706	,061	15,563	***
Süreç3	<---	SUREC	,794	,059	17,863	***
Süreç4	<---	SUREC	,824	,064	18,704	***
Süreç5	<---	SUREC	,885	,056	20,355	***
Süreç6	<---	SUREC	,857	,056	19,601	***
Teknoloji7Bulut ^a	<---	TekM	,574			
Teknoloji6Endüstri	<---	TekM	,737	,107	11,598	***
Teknoloji5Büyük	<---	TekM	,777	,106	11,957	***
Teknoloji4Yatay	<---	TekM	,726	,096	11,494	***
Teknoloji3Robot	<---	TekM	,600	,091	10,131	***
Teknoloji2Sensör	<---	TekM	,518	,072	9,055	***
Teknoloji1Siber	<---	TekM	,537	,082	9,333	***

a: Bu ifadelerin regresyon katsayısı 1 olarak belirlenmiştir.

Ölçeklerin geçerlilik ve güvenirlikleri için hesaplanan iki katsayı daha vardır. Bunlar AVE (Average Variance Extracted) ve CR (Composite Reliability) değerleridir. Güvenirlik için yapısal eşitlik modellemesinde CR (Composite Reliability) katsayısı hesaplanır ve bunun 0,70'in üstünde olması istenir (Hair, Black, Babin ve Anderson, 2010). Tablo 4'de bu değerlerin 0,70'in üstünde olduğu görülmektedir.

Tablo 4. AVE, CR Değerleri ve HTMT Değerleri

	CR	AVE	HTMT					
			FARK	STRA	ORGA	INGU	SUREC	TEKN
FARK	0,815	0,536						
STRA	0,951	0,763	0,340					
ORGA	0,866	0,566	0,230	0,702				
INGU	0,890	0,620	0,234	0,709	0,816			
SUREC	0,918	0,652	0,194	0,557	0,717	0,743		
TEKN	0,854	0,746	0,222	0,742	0,739	0,666	0,633	

Ölçeğe ilişkin tüm CR değerlerinin AVE değerlerinden büyük olması ve AVE değerinin de 0,5'ten büyük olması beklenir (Hair vd., 2016). Bu kapsamda değerlerin beklenen kriterleri karşıladığı görülmektedir.

4. BULGULAR

4.1. İşletmelerin Kurumsal Bilgilerine İlişkin Bulgular

4.1.1. Yaş Dağılımı

Araştırmaya katılan işletmelerin çoğunluğunun 20 yaş ve üzeri yaş gruplarına dağıldığı görülmektedir. Araştırmaya katılım sağlayan işletmelerin yaş ortalaması ise 39,5 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5. İşletmelerin Yaş Dağılımı

Yaş Grubu	Sıklık	Yüzde %
1-10	36	7,9
11-20	51	11,2
21-30	86	18,9
31-40	69	15,1
41-50	81	17,8
51 ve üstü	131	39,8
Toplam	454	100

İşletmelerin 51 yaş ve üstü olanların oranının yaklaşık %40 ile en büyük orana sahip iken, 1-10 yaş arası genç işletmelerin oranının diğer yaş gruplarına göre nispeten düşük olduğu görülmüştür.

4.1.2. Yönetim Yapısı

Çalışmaya katılan işletmelerin %90'ından fazlasının yönetim yapısı "aile bireyleri" ve "profesyonel yönetici" şeklinde oluşmuştur.

Tablo 6. İşletmelerin Yönetim Yapısı

Yönetim Türü	Frekans	Yüzde
Aile bireyleri	216	47,1
Aile dışı ortak	30	6,5
Profesyonel yönetici	213	46,4
Toplam	459	100

Aile dışı ortaklık yönetim yapısına sahip işletmelerin oranın %6,5 ile en düşük paya sahip olduğu görülmüş olup işletmelerin yönetim yapısına ait frekans analizinin grafik gösterimi ise aşağıda sunulduğu gibidir.

4.1.3. İşletmelerin Büyüklüğü

İSO işletme büyüklüğü sıralamasını üretimden satışlar (net) kriterine göre yapılmaktadır (www.iso500.org.tr). Ancak bu verinin sağlıklı olarak toplanamayabileceği değerlendirildiği için bu çalışmada işletme büyüklüğü konusunda çalışan sayısı dikkate alınmıştır. Çalışan sayısı KOSGEB sınıflandırmasına uygun olarak, küçük, orta ve büyük işletme olarak kategorilendirilmiş olup frekans analizleri aşağıdaki tabloda sunulduğu gibidir.

Tablo 7. İşletmelerin Büyüklüğü

İşletme Türü	Frekans	Yüzde
10-49 (Küçük)	5	1,1
50-249 (Orta)	53	11,5
250' den fazla (Büyük)	401	87,4
Toplam	459	100

Frekans dağılımlarından da anlaşılacağı üzere araştırmaya katılan işletmelerden küçük işletmelerin oranı oldukça düşük iken (%1,1), büyük işletmelerin oranı yaklaşık olarak %87 civarında gerçekleşmiştir.

4.1.4. İşletmelerin Faaliyette Bulunduğu Sektörler

Evreni Türkiye'nin lider 1000 sanayi işletmesi olan çalışmada sektörler anket uygulamasında 13 sektör olarak belirlenmiştir. Ancak bazı sektörlerde dağılımın sağlıklı analiz yapılamayacak kadar düşük çıkmasından dolayı yakın sektörler birleştirilerek sektör dağılımı aşağıdaki tabloda sunulduğu gibi yeniden düzenlenmiştir.

Tablo 8. Sektörlere Göre İşletmeler

Sektör No	Sektör	Frekans	Yüzde
1	Madencilik ve Ana Metal	80	17,2
2	Gıda, İçecek, Alkol ve Tütün	52	11,3
3	Giyim, Tekstil, Ağaç ve Kâğıt	74	16,1
4	Kimyasal, Plastik ve Kauçuk	66	14,3
5	Bilgisayar, Makine, Elektronik Ve Elektrikli Aletler	36	7,8
6	Motorlu Taşıt	34	7,4
7	Diğer İmalat Sanayi	117	25,9
Toplam		459	100

4.1.5. Faaliyet Kapsamı

Frekans dağılımında yerel ve bölgesel düzeyde faaliyet gösteren işletme sayıları 30'un altında kaldığı görülmüştür. 7 ve 13 rakamına sahip olan bir grubun 358 rakamına sahip grupla analize sokulması sağlıklı bir sonuç vermeyeceğinden dolayı analizlerinin daha sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için yerel, bölgesel ve ulusal işletmeler "ulusal işletmeler" başlığı altında toplanarak analizler yapılmış olup yeni duruma göre oluşturulan frekans analizleri takip eden tabloda sunulmuştur.

Tablo 9. Faaliyet Kapsamına Göre İşletmeler

Faaliyet Düzeyi		Frekans	Yüzde
Yerel (7)	Ulusal	101	22
Bölgesel (13)			
Ulusal (81)			
Uluslararası / Küresel		358	77,9
Toplam		459	100

Dağılım incelendiğinde, uluslararası/küresel düzeyde faaliyet gösteren işletmelerin sayısı ulusal düzeyde faaliyet gösteren işletme sayısının yaklaşık olarak 3.5 katı olduğu görülmüştür.

4.2. Korelasyon Analizlerine İlişkin Bulgular

Araştırmada E4.0 Farkındalığı ve Olgunluğu arasındaki ilişkinin analizi Pearson korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 10. E4.0 Farkındalığı ve Olgunluğu Arasındaki Korelasyon Analizleri

		OLGUNLUK	FARKINDALIK
OLGUNLUK	Pearson Correlation	1	,252**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	459	459
FARKINDALIK	Pearson Correlation	,252**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	459	459

** . Korelasyonlar 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

Elde edilen değerler işletmelerde E4.0 farkındalığı ile E4.0 olgunluğu arasında “0.01” güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu sonuç istatistiksel olarak H1 hipotezinin desteklendiği anlamına gelmektedir.

Araştırma kapsamında ayrıca E4.0’ın boyutları arasındaki ilişkinin analizi de yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 11. E4.0 Farkındalık ile Olgunluk Boyutları Arasındaki Korelasyon Analizleri

DEĞİŞKENLER	Korelasyonlar					
	FARK	STRA	ORGA	INGU	SÜRE	TEKN
FARK	1					
STRA	,307**	1				
ORGA	,197**	,642**	1			
INGU	,200**	,654**	,721**	1		
SÜRE	,169**	,520**	,640**	,673**	1	,
TEKN	,189**	,679**	,648**	,591**	,567**	1

** . Korelasyonlar 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

Yukarıda korelasyon tablosu incelendiğinde tüm değişkenler arasındaki korelasyonların 0,01 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Buradan hareketle, H2 ve H11 arasındaki tüm ilişki hipotezleri kabul edilmiştir. Ayrıca, farkındalık ve olgunluk yaklaşımları arasındaki ilişki analizi, farkındalık ile olgunluğun altındaki boyutlarla ayrı ayrı incelenmiştir. Farkındalığın, olgunluğun tüm boyutları ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar istatistiksel olarak H2 ile H11 arasındaki hipotezlerin desteklendiği anlamına gelmektedir.

4.3. Farklılık Analizleri

Farklılık analizleri kapsamında; araştırmanın model ve hipotezlerinde de sunulduğu üzere, işletmelerin faaliyette bulundukları sektöre göre (H12, H17), işletmelerin büyüklüklerine göre (H13, H18), yaşlarına göre (H14, H19), faaliyette bulundukları kapsama göre (H15, H20) ve yönetim yapısına göre (H16, H21) olmak üzere toplam 5 farklılık analizi yapılmış sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

Sektör dağılımına göre öncelikli olarak, sektörlerle göre işletmelerin E4.0 olgunluk ve farkındalık yaklaşımlarına yönelik ortalamaları hesaplanmış ve aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Tablo 12 incelendiğinde E4.0 olgunluğunun en düşük olduğu sektör Giyim, tekstil, ağaç ve kâğıt sektörü olarak, en yüksek olduğu sektöre ise Motorlu taşıtlar sektörü olarak tespit edilmiştir.

Tablo 12. Sektörlere Göre E4.0 Farkındalık ve Olgunluk Ortalamaları

Yaklaşımlar	Sektörler	N	Ortalama
Olgunluk	Madencilik ve Ana Metal (1)	80	3,0833
	Gıda, İçecek, Alkol ve Tütün (2)	52	3,2034
	Giyim, Tekstil, Ağaç ve Kâğıt (3)	74	2,8260
	Kimyasal, Plastik ve Kauçuk (4)	66	3,2498
	Bilgisayar, Makine, Elektronik Ve Elektrikli Aletler (5)	36	3,5067
	Motorlu Taşıt (6)	34	3,5232
	Diğer İmalat Sanayi (7)	117	3,2344
	Toplam	459	3,1837
Farkındalık	Madencilik ve Ana Metal (1)	80	4,2160
	Gıda, İçecek, Alkol ve Tütün (2)	52	4,3880
	Giyim, Tekstil, Ağaç ve Kâğıt (3)	74	4,2576
	Kimyasal, Plastik ve Kauçuk (4)	66	4,3490
	Bilgisayar, Makine, Elektronik Ve Elektrikli Aletler (5)	36	4,2083
	Motorlu Taşıt (6)	34	4,4790
	Diğer İmalat Sanayi (7)	117	4,2448
	Toplam	459	4,2876

Ortalama hesaplamalarından sonra, gruplar arasında farklılığın tespiti için ANOVA analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 13. Sektörlere Göre E4.0 Farkındalık/Olgunluk Yaklaşımı ANOVA Analizi

Yaklaşımlar	F	Anlamlılık
Olgunluk	6,107	,000
Farkındalık	1,590	,148

ANOVA analizi incelendiğinde, işletmelerin E4.0 olgunluk yaklaşımının sektörlere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Anlamlılık= 0,000). Bu sonuca göre; İşletmeler arasında E4.0 uygulamalarında, faaliyette bulundukları sektör bakımından anlamlı bir fark tespit edilmiş ve H12 hipotezi kabul edilmiştir. İşletmeler arasında E4.0 farkındalığında, faaliyette bulundukları sektör bakımından anlamlı bir fark tespit edilemediğinden (Anlamlılık= 0,148) dolayı H17 hipotezi reddedilmiştir.

Araştırmaya 5 küçük, 53 orta ve 401 işletme katılmıştır. Güvenilir bir analiz sonucu elde edebilmek maksadıyla küçük ve orta boy işletmeler bir grupta (n=58) büyük işletmeler (n=401) ise ayrı bir grup olarak analize tabi tutulmuştur. Bu kapsamda öncelikli olarak, büyüklüklerine göre firmaların E4.0 ve farkındalık yaklaşımlarına yönelik ortalamaları hesaplanmış ve aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Büyük işletmelerin E4.0 farkındalık ve olgunluk seviyelerinin küçük/orta boyu işletmelere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 14. İşletme büyüklüğüne göre E4.0 Olgunluk ve Farkındalık Ortalamaları

Yaklaşımlar	İşletme Büyüklüğü	N	Ortalama
Olgunluk	Küçük/Orta	58	2,923
	Büyük	401	3,221
Farkındalık	Küçük/Orta	58	4,1957
	Büyük	401	4,3008

Takiben gruptaki işletme sayısının varlığı T-testi için yeterli görüldükten sonra karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 15. İşletme Büyüklüğüne Göre E4.0 Olgunluk ve Farkındalık Yaklaşımı

Yaklaşımlar	Levene Testi		T Testi		
	F	Anlam.	t	SD	Anlam. (2-tailed)
Olgunluk	,001	,978	-2,910	457	,004
Farkındalık	,120	,729	-1,345	457	,179

Büyüklüğe göre E4.0 yaklaşımları incelendiğinde, işletmelerin büyüklüklerinin E4.0 olgunluk yaklaşımına göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Anlamlılık_{Olgunluk}=0,004). Buna göre, İşletmeler arasında E4.0 uygulamalarında, büyüklükleri (çalışan sayısı) bakımından anlamlı bir fark tespit edildiğinden dolayı ilgili H13 kabul edilecektir. Ancak işletmeler arasında E4.0 farkındalığında, büyüklükleri (çalışan sayısı) bakımından anlamlı bir fark bulunamadığından (Anlamlılık_{Farkındalık}=0,179) dolayı H18 reddedilmiştir.

İşletmelerin yaşına göre farklılığa bakmak için faaliyet süresine dayalı olarak bir sınıflandırma yapılmıştır. Hem sınıflandırma hem de farklılık analizleri aşağıda sunulmuştur. Öncelikli olarak araştırmaya katılan firmaların yaşlarına göre, olgunluk ve farkındalık yaklaşımlarına ilişkin ortalamalar sunulmuştur.

Tablo 16. İşletmelerin Yaşına Göre E4.0 Olgunluk ve Farkındalık Ortalama Değerleri

Yaklaşımlar	Firma Yaşı	N	Ortalama
Olgunluk	1 (0- 10 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	36	3,1692
	2 (11- 20 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	51	3,0309
	3 (21- 30 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	86	3,0631
	4 (31- 40 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	69	3,1440
	5 (41- 50 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	81	3,2465
	6 (51 ve üzeri yıl faaliyette bulunan firmalar)	131	3,2774
	Toplam	454	3,1747
Farkındalık	1 (0- 10 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	36	4,1718
	2 (11- 20 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	51	4,2501
	3 (21- 30 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	86	4,3445
	4 (31- 40 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	69	4,2525
	5 (41- 50 yıl arası faaliyette bulunan firmalar)	81	4,3355
	6 (51 ve üzeri yıl faaliyette bulunan firmalar)	131	4,2639
	Toplam	454	4,2814

Takiben sonuçları aşağıdaki tabloda sunulan ANOVA farklılık analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre İşletmeler arasında E4.0 uygulamalarında, yaşları bakımından anlamlı bir farklılık bulunamadığından (Anlamlılık_{Olgunluk}= 0,189) H14 hipotezi reddedilmiştir. Ayrıca, işletmeler arasında E4.0 farkındalığında, yaşları bakımından da anlamlı bir fark bulunamadığından (Anlamlılık_{Farkındalık}=

0,588) H19 hipotezi reddedilmiştir. Yani genç firmalar ile yaşlı firmaların E4.0 olgunluğu uygulamalarında ve E4.0 farkındalığında yaşları bakımından bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 17. İşletmelerin Yaşına Göre ANOVA Analiz Sonuçları

Yaklaşımlar	F	Anlamlılık
Olgunluk	1,499	,189
Farkındalık	,748	,588

İşletmelerin faaliyette bulundukları kapsam ulusal ve uluslararası/küresel olarak iki boyutta analizlere dâhil edilerek öncelikli olarak iki grubun ortalamalarına yer verilmiş olup aşağıda sunulmuştur. Ortalama skorlarına bakıldığında uluslararası işletmelerin E4.0 olgunluk ve farkındalık değerlerinin ulusal işletmelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 18. İşletmelerin Faaliyet Kapsamlarına Göre Ortalama Değerleri

Yaklaşımlar	Düzy	N	Ortalama
Olgunluk	Ulusal	101	2,957
	Uluslararası	358	3,248
Farkındalık	Ulusal	101	4,1717
	Uluslararası	358	4,3202

Takiben farklılık analizi çalışılmış olup bu kapsamda T-testi uygulanmış ve sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 19. İşletmelerin Faaliyet Kapsamlarına Göre T-testi Analiz Sonuçları

Yaklaşımlar	Levene Testi		T Testi		
	F	Anlam.	t	SD	Anlam. (2-tailed)
Olgunluk	,325	,569	-3,547	457	,000
Farkındalık	,211	,647	-2,379	457	,018

Bu sonuçlara göre; işletmeler arasında E4.0 uygulamalarında, faaliyette bulundukları kapsam bakımından anlamlı bir fark bulunduğu (AnlamlılıkOlgunluk = 0,000) için H15 hipotezi kabul edilmiştir. Aynı şekilde; işletmeler arasında E4.0 farkındalığı konusunda da, faaliyette bulundukları kapsam bakımından anlamlı bir fark bulunmuş (AnlamlılıkFarkındalık= 0,018) olup H20 hipotezi kabul edilmiştir.

İşletmelerin E4.0 farkındalık ve olgunluklarında yönetim yapısı bakımından anlamlı bir farklılık olup olmadığının tepisi konusunda öncelikli olarak yönetim yapısına göre E4.0 yaklaşımlarının ortalamaları sunulmuştur. Ortalama değerler incelendiğinde profesyonel yönetime sahip işletmelerin hem E4.0 olgunluk hem de farkındalık ortalamalarının diğer gruplara göre en yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 20. İşletmelerin Yönetim Yapısına Göre E4.0 Olgunluk ve Farkındalık Ortalamaları

Yaklaşımlar	Yönetim Yapısı	N	Ortalama
Olgunluk	Aile bireyleri	216	2,9712
	Aile dışı ortak	30	3,4152
	Profesyonel yönetici	213	3,3665
	Toplam	459	3,1837

Farkındalık	Aile bireyleri	216	4,2304
	Aile dışı ortak	30	4,1546
	Profesyonel yönetici	213	4,3643
	Toplam	459	4,2876

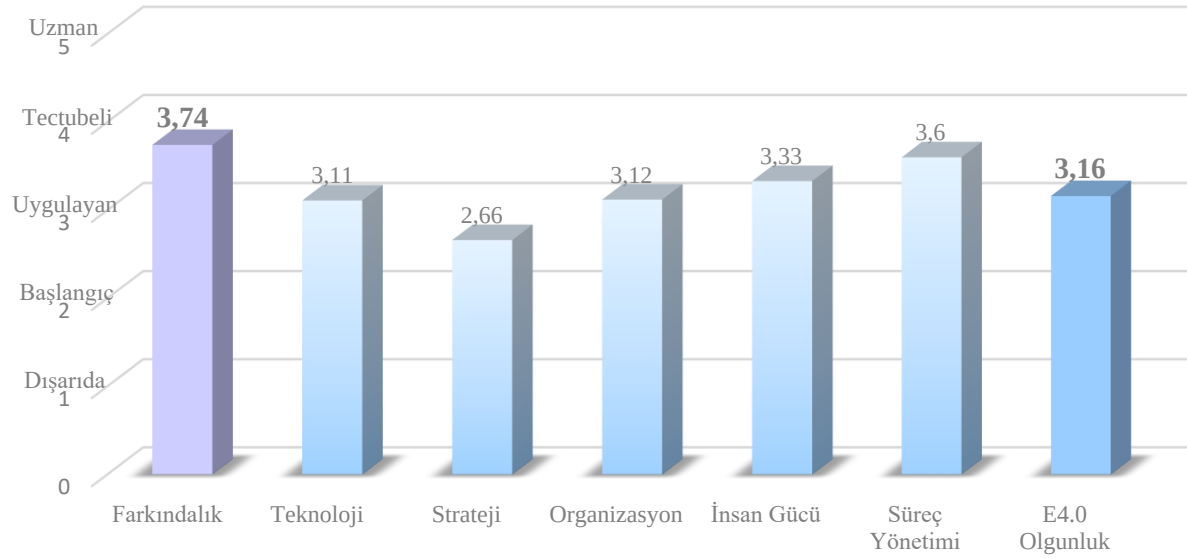
Takiben aşağıdaki tabloda sunulan ANOVA analizi sonuçlarına göre, İşletmeler arasında E4.0 uygulamalarında, yönetim yapısı bakımından anlamlı bir farklılık ($Anamlılık_{Olgunluk} = 0,000$) tespit edildiğinden dolayı H16 hipotezi kabul edilmiştir. Aynı şekilde İşletmeler arasında E4.0 farkındalığında, yönetim yapısı bakımından da anlamlı bir fark ($Anamlılık_{Farkındalık} = 0,018$) bulunduğundan dolayı H21 hipotezi de kabul edilmiştir.

Tablo 21. İşletmelerin Yönetim Yapısına Göre E4.0 Olgunluk ve Farkındalık Anova Değerleri

Yaklaşımlar	F	Anamlılık
Olgunluk	18,389	,000
Farkındalık	4,067	,018

Son olarak, çalışmanın nihai amacı olan Türk sanayisinin E4.0 farkındalığı ve alt boyutları ile birlikte olgunluk seviyesine ait elde edilen değerler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Grafik 1. Türk Sanayisinin E4.0 Farkındalık ve Olgunluk Seviyesi



Grafik 1 incelendiğinde E4.0 boyutlarından “Strateji (2,66/5)” boyutunun en düşük seviyede, “Süreç Yönetimi (3,6/5)” boyutunun ise en yüksek seviyede olduğu, genel olarak “E4.0 farkındalığının (3,74/5 – uygulayan, tecrübeli seviyesine yakın)” ile “E.40 olgunluk (3,16/5 – uygulayan)” seviyesinden yüksek olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak araştırma kapsamında kurulan 22 hipotezden H14, H17, H18 ve H19 dışında tüm hipotezler kabul edilmiştir. Bu çalışma kapsamında özellikle literatüre yeni bir E4.0 modeli ve modele dayalı olarak kolajı yapılan anketin kazandırılması en dikkat çekici ürünlerdir.

Tablo 22. Hipotezler Kabul/Ret Özet Gösterimi

Hipotez No	Hipotez	Kabul / Ret
H1	İşletmelerin E4.0 farkındalık seviyesi ile olgunluk seviyesi arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul

H2	İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H3	İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile teknoloji boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H4	İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile süreçler boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H5	İşletmelerin E4.0 strateji boyutundaki yaklaşımları ile iş gücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H6	İşletmelerin E4.0 organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile teknoloji boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H7	İşletmelerin E4.0 organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile süreçler boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H8	İşletmelerin E4.0 organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile işgücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H9	İşletmelerin E4.0 teknoloji boyutundaki yaklaşımları ile süreçler boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H10	İşletmelerin E4.0 teknoloji boyutundaki yaklaşımları ile iş gücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H11	İşletmelerin E4.0 süreçler boyutundaki yaklaşımları ile iş gücü boyutundaki yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişki vardır.	Kabul
H12	İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, faaliyette bulundukları sektör bakımından fark vardır.	Kabul
H13	İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, büyüklükleri bakımından fark vardır.	Kabul
H14	İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, yaşları bakımından fark vardır.	Ret
H15	İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, faaliyette bulundukları kapsam bakımından fark vardır.	Kabul
H16	İşletmelerin E4.0 olgunluğunda, yönetim yapısı bakımından fark vardır.	Kabul
H17	İşletmelerin E4.0 farkındalığında, faaliyette bulundukları sektör bakımından fark vardır.	Ret
H18	İşletmelerin E4.0 farkındalığında, büyüklükleri bakımından fark vardır.	Ret
H19	İşletmelerin E4.0 farkındalığında, yaşları bakımından fark vardır.	Ret
H20	İşletmelerin E4.0 farkındalığında, faaliyette bulundukları kapsam bakımından fark vardır.	Kabul
H21	İşletmelerin E4.0 farkındalığında, yönetim yapısı bakımından fark vardır.	Kabul

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

E4.0 ve uygulamalarının Tük sanayisi için nispeten yeni bir kavram olduğu varsayımından hareket edilerek tasarlanan bu araştırmanın öncelikli hedeflerinin başında; işletmeleri, E4.0'ın en temel öğelerini içeren bir olgunluk modeli ile tanıştırmak ve kendi kendilerine uygulayabilecekleri bir ölçek tasarlamaktır. Araştırmaya katılan işletmeler bu çalışmada sunulan anketi kendi işletmelerine de uygulayarak sanayi ve sektör bazında kendilerini rahatlıkla konumlandırabilirler. Sanayi ve sektör ortalamaları çalışmada sunulmuştur.

E4.0 kavramı her ne kadar yeni bir kavram olsa da, yerli ve yabancı literatür incelendiğinde bir E4.0 olgunluk modeli cangılı ile karşılaşılmaktadır. Ancak bu çalışmada ülkemiz için nispeten yeni bir kavram olan E4.0 konusunda işletmelerin kendilerine ait ilk değerlendirmeleri yapabilmelerini sağlayacak bir model ve buna dayalı olarak bir ölçek geliştirilmiştir. Bu şekilde E4.0 konusunda ilk değerlendirmeleri yapabilen işletmeler ilerleyen dönemlerde ihtiyaç duymaları halinde daha çok boyutlu sofistike modeller ile ya da farklı metotlar ile daha detaylı değerlendirmelerde bulunabilirler. Bu bağlamda bu çalışma işletmelere hem yol gösterici hem de kendi kendilerine dışarıdan bir uzman desteği alınmasına gerek kalmadan ilk değerlendirmeleri yapabilmeleri açısından son derece önem arz etmektedir.

Araştırmaya katılan işletmelerin yaş dağılımlarına bakıldığında Türk Sanayisinin lokomotif durumunda olan ISO 1000 işletmelerinin genç işletmelerden yoksun (1-10 yaş arası %7,9, 51 yaş ve üstü %39,8) olduğu dikkat çekicidir. Bu sonuç Türkiye'nin lider 1000 işletmesinin köklü ve nispeten yaşlı işletmelerden oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca yönetim yapısı olarak %47,1 ile aile bireylerinin yönetim yapısındaki oranı bizlere bir Türkiye gerçeği olan aile işletmelerinin yüksek seviyelerdeki oranını hatırlatmaktadır.

Araştırmaya katılan işletmelerin %87,4'ünün (401 işletme) büyük işletmelerden (250'den fazla çalışan) oluşması ayrıca dikkat çekici olup araştırmanın hacmi ve potansiyeli hakkında fikir vericidir. Ayrıca Türkiye'nin lider 1000 endüstri işletmesinin evren olduğu bu çalışmada, araştırmaya katılan işletmelerin %77,9'unun uluslararası/küresel boyutta faaliyet gösteriyor olması ülkemiz sanayisinin ulaştığı seviyeyi göstermesi açısından dikkat çekicidir. E4.0 olgunluk seviyesinin araştırıldığı bu çalışmada çalışmaya katılan işletmelerin %78,6'sında ar-ge biriminin var olması lider sanayi işletmelerinin aslında E4.0'a ne derece yakın olduklarını resmetmesi açısından önemli bir göstergedir, ancak aynı zamanda kat edilmesi gereken mesafelerin var olduğunu da hatırlatmaktadır.

Çalışmanın önemli sonuçlarından biri de profesyonel yöneticiler ile yönetilen işletmelerin E4.0 olgunluk seviyelerinin (3,36 - uygulayan) aile işletmelerine göre (2,97 - başlangıç) yönetilen işletmelere göre yüksek çıkmasıdır. Türkiye'nin lider 1000 sanayi işletmesinden araştırmaya katılan işletmelerin %47'sinin aile işletmesi olması oldukça yüksek bir orandır. Bu husus göz önünde bulundurulduğunda yüksek orandaki bu işletmelerin E4.0 dönüşümlerini ciddi bir şekilde işletme stratejisi haline getirmeleri elzemdir. Aksi takdirde aile işletmelerinin rekabet ortamında avantajı profesyonel yönetici ile yönetilen işletmelere kaptıracağı açıktır. Ancak bu kayıp makro perspektiften bakıldığında ülkemizin kaybı olacaktır.

Türk sanayisinin E4.0 konusunda farkındalığının oldukça tatmin edici bir seviyede (3,74- uygulayan ancak tecrübeli sınırına yakın) ve E4.0 olgunluk seviyesinin ise "uygulayan" (3,16) seviyesinde çıkmış olması geleceğe yönelik olarak son derece umut vericidir. Bu sonuçlar; Türk sanayisinde E4.0 dönüşümünde kat edilecek mesafenin hâlâ var olduğunu göstermekle beraber artık belirli seviyelerin de aşıldığını göstermektedir. Ancak araştırma evrenin Türkiye'nin lider sanayi işletmeleri olduğu gerçeği gözden kaçırılmamalıdır. Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında KOBİ'lerdeki durumun burada ulaşılan sonuçlardan daha düşük olabileceği değerlendirilmektedir. Araştırma bulgularında dikkat çeken bir diğer husus ise; strateji skorunun E4.0'ın diğer boyutlarından ve E4.0 genel ortalamasından düşük çıkmasıdır. Buradan hareketle sanayimizin ulaşmış olduğu E4.0 olgunluk seviyesinin stratejik yönlendirmeden daha ziyade diğer unsurlardan kaynaklanmış olacağı değerlendirilmektedir. Bu husus önemli ve ayrı bir konu olarak incelenmesi ve aydınlatılması gereken bir durumdur. Ancak, ülkemizin lider sanayi işletmelerinde bile E4.0 dönüşümünün işletmelerin stratejik yönlendirilmelerinde yeterli seviyede olmadığı görülmektedir. Konu lider işletmelerin yönetim kurullarında öncelikli ve önemle ele alınması gereken bir konudur. Çünkü araştırmanın literatür kısmında da belirtildiği gibi ayrı ayrı işletmelerin E4.0 dönüşümleri ülkemizin küresel olarak konumuna katkı sunacaktır.

Literatüre kazandırılan bu yeni E4.0 modelinin iki önemli özelliği dikkat çekicidir. Bu model ile ülkemiz için nispeten yeni bir devrim olan E4.0 konusunda, işletmeler E4.0 farkındalık ve olgunluğu seviyesinin belirlenmesinde ilk değerlendirmeyi yapabileceklerdir. Ayrıca işletmeler bu işlemi, açık kaynak olarak sanayiye ve literatüre sunulan ölçek ile dışarıdan bir uzman desteği alınmasına gerek kalmadan uygulayabileceklerdir. Araştırmada, katılımcı işletmelerin isimleri mahremiyet kaygılarından dolayı açıklanmamıştır. Araştırma sonuçları sanayi ve sektör bazından sunulmuştur. Araştırmaya katılan veya

katılmayan bir işletme, çalışmada sunulan ölçeği uygulayıp basit aritmetik ortalama ile sonucu elde edip kendisini sanayi ve sektör ortalamalarına göre pozisyonlandırabilecektir. Bu da işletmelere E4.0 farkındalık ve olgunluk seviyesini hızlı, güvenilir, ekonomik ve basit bir şekilde öğrenebilmelerine imkân sağlayabilecektir. Ayrıca işletmeler elde ettikleri sonuçları nasıl bir işletme stratejisi haline getirip uygulayabilecekleri konusunda da Ek'te sunulan yol haritasından istifade edebileceklerdir. Ayrıca araştırma kapsamında geliştirilen E4.0 modeli kendine özgü bir model olmasının yanında ilk defa ISO 1000 işletmelerinde uygulanmıştır. Yani özgün bir model yeni bir alanda ilk defa uygulanarak sanayiye ve literatüre ciddi bir eser sunulmuştur.

Araştırma bulgularında elde edilen ilişki korelasyon analizleri sonuçlarından da anlaşılacağı üzere E4.0 farkındalığının E4.0 olgunluğunun öncüsü olabileceği, farkındalık ne kadar yüksek olursa olgunluk seviyesinin de yüksek olacağı istatistiksel olarak görülmüştür. Bu sonuç bizlere işletmelerde E4.0 farkındalığı konusunda yapılacak olan yatırımların önemini göstermektedir. Ayrıca işletmelerin E4.0 stratejilerini oluştururken E4.0 farkındalığı hususunu da göz ardı etmemeleri gerektiği konusunda önemli bir bulgudur.

Çalışmanın farklılık analizleri bulgularında da önemli ve çarpıcı sonuçlar elde edilmiştir. “Giyim, Tekstil, Ağaç ve Kâğıt sanayi” E4.0 olgunluğu konusunda diğer sektörlerle göre en düşük skora (2,82 – başlangıç seviyesi) sahip sektördür. Ayrıca bu sektördeki yüksek farkındalık seviyesinin (4,25) E4.0 olgunluk seviyesini yukarı süremediği görülmüştür. Bu sonuç bizlere anılan sektörde karanlık fabrika üretiminden ziyade emek yoğun bir üretimin baskın bir şekilde var olduğunu ve sektörde E4.0 alanındaki yatırım isteksizliğini göstermektedir. Söz konusu sektörde acil olarak E4.0 yatırımları yapıp uygulanmadığı sürece sektördeki uluslararası rekabet avantajının yakın zamanda kaybedilebileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca “Motorlu Taşıt sektöründeki” E4.0 olgunluk skorunun (3,52 - uygulayan) en yüksek sektör skoru olduğu görülmüştür. Bu skor bu alandaki üreticilerin, E4.0 ile elde edilecek rekabet avantajının farkında olduğunu göstermektedir. Ancak tüm motorlu taşıt üreticileri aynı konumda oldukları için gelecekte bu sektördeki rekabetin daha da artacağı ve üreticilerin farklı rekabet üstünlüğü stratejilerine başvurabilecekleri değerlendirilmiştir.

Çalışmada işletme büyüklüğünün (çalışan sayısı > 250) E4.0 olgunluğu ile pozitif yönde ilişkisi dikkat çekicidir. Bu sonuç bizlere E4.0 konusunun potansiyel eğitim/yatırım gereksinimlerinin ülkemizde büyük işletmeler tarafından daha çok karşılanabildiğini göstermektedir. Aynı zamanda E4.0 gereksinimlerinin büyüklüğü hakkında da bir fikir vermektedir. Bu gereksinimler büyük işletmeler tarafından nispeten daha çok karşılanmıştır. Ancak ülkemiz ekonomisinin itici güçlerinden biri olan küçük ve orta boy işletmelerin de E4.0 yatırımlarını hızlı karar alma/hareket edebilme ve esneklik avantajları sayesinde seri bir şekilde hayata geçirmedikleri takdirde gelecekte daha ağır bir rekabet koşulları ile karşı karşıya kalacakları göz ardı edilmemelidir.

Araştırma sonucunda uluslararası işletmelerin E4.0 olgunluk seviyesinin (3,24 - uygulayan) ulusal işletmelerin E4.0 olgunluk seviyesinden (2,95 - başlangıç) nispeten daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uluslararası işletmelerin tüm dünyadaki işletmeler ile rekabet etme zorunluğunun E4.0 olgunluğunu yukarı yöne sürdüğü değerlendirilmektedir. Aynı zamanda söz konusu işletmelerin uluslararası alanda her gün daha çok artan ve ölümcül hale gelen rekabet ortamına nispeten daha iyi uyum sağladıkları değerlendirilmiştir.

Kaynakça

- Akdil, K.Y. Ustundag, A. Cevikcan, E. 2018. Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy. *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, 54, 61- 94.
- Aydemir, H. (2018). “Sanayi 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Açısından Etkileri”, *Sosyoekonomi*, 26 (36).
- Aydıntan, B. (2004). Çin Halk Cumhuriyeti’nin Dünya Ticaret Örgütü’ne Katılmasının Türkiye’nin Tekstil ve Konfeksiyon İhracatına Muhtemel Etkileri, *Öneri*, C.6.S.21. Ocak 2004.ss.97-105.
- Chukalov, K. (2017). Horizontal And Vertical Integration, as a Requirement For Cyber-Physical Systems In The Context Of Industry 4.0, *International Scientific Journal Industry 4.0*, Year II, Issue 4, P.P. 155-157.

- Çelik, T. Z. (2020). Endüstri 4.0'ın Rekabet Stratejileri ve Pazar Performansı İlişkisindeki Rolü, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F. & Frank, A. G. (2018). The Expected Contribution of Industry 4.0 Technologies for Industrial Performance, *International Journal of Production Economics*, 204 (2018) 383–394.
- Doğru, B. N., Meçik, O. (2018). Türkiye’de Endüstri 4.0’ın İşgücü Piyasasına Etkileri: Firma Beklentileri, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Y.2018, C.23, Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı, s.1581-1606.
- Duman, M. Ç. (2020). Endüstri 4.0 Teknoloji Bileşenlerinin Örgütsel Performansa Etkilerini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, İnönü Üniversitesi, 2020.
- Gökalp, E., Şener, U., ve Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM, *In International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination*, (pp. 128-142), Springer, Cham.
- Hair, J., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., Sarstedt, M. (2016), A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), *SAGE Publications Inc*; 2.Basım (19 Mayıs 2016).
- IMPULS. 2006. IMPULS-Industry 4.0 Readiness Model. VDMA, RWTH Aachen. <https://www.industrie40-readiness.de/?lang=en> Erişim Tarihi: 12.05.2020.
- İSO 500 Genel Analiz Raporu (2018). İstanbul Sanayi Odası İstanbul Bölgesi Sanayide Dijital Dönüşüm Analizi Raporu, Genel Rapor.
- İşler, V., Endüstri 4.0 Farkındalık Anketi, <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdXZ0JFgBP8gUebLtMH1B5FYXs2gxvKTm04NpdEtLZ-IOL3mA/viewform?c=0&w=1> (Erişim tarihi: 06.03.2022).
- Kamber, E. ve Bolatan G. İ. S., (2019). Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, ISSN: 1309-1387, Cilt:11 Sayı:30.
- Kagermann, H. (2013). Securing the Future of German Manufacturing Industry. Recommendations for Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0, Final Report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Koca, K. C. (2018). “Sanayi 4.0: Türkiye Açısından Fırsatlar ve Tehditler”. *Sosyoekonomi*, Vol.26 (36), 245-252.
- Kumaş, E. (2021). Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli: Türkiye Endeksi ve Değerlendirmesi. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi 2021.
- Leyh, C. ve diğ., 2017. Assessing the it and software landscapes of industry 4.0- enterprises: The maturity model SIMMI 4.0. *Lecture Notes in Business Information Processing*. Springer, Cham, ss. 103–119.
- Li, J. & Yang, H. (2017). “A Research on Development of Construction Industrialization Based on BIM Technology under the Background of Industry 4.0”, *MATEC Web of Conferences*, 100 0246.
- Lichtblau, K. Stich, V. Bertenrath, R. Blum, M. Bleider, M. Millack, A. Schmitt, K. Schmitz, E. and Schröter, M. 2015. Industrie 4.0-readiness, IMPULS-Stiftung, Cologne.
- Metin, S. (2019). “İşletmelerin Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalık Ve Algı Düzeyinin Değerlendirilmesi: Elazığ OSB Örneği”, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi, 2019.
- Morrar, R., Arman, H. & Mousa, S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective, *Technology Innovation Management Review*, November 2017 (Volume 7, Issue 11).
- Özçelik, T. Ö., Erkollar, A., ve Cebeci, H.İ. (2018). Bir İmalat İşletmesi için Endüstri 4.0 (Dijital) Olgunluk Seviyesi Belirleme Uygulaması, *5th International Management Information Systems Conference*, October 24-26 2018, Ankara.

- Özkurt, C. (2020). Endüstri 4.0 – Savunma Sanayinde Dijitalleşmenin Kurumsal Niteliklere Etkisinin Yapay Zeka Yöntemleri ile Öngörülmesi: Sakarya İli Örneği. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, 2020.
- PWC. 2016. PWC Industry 4.0: Building The Digital Enterprise. 2016 Global Industry 4.0 Survey. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landingpage/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>. Erişim Tarihi: 11.05.2020.
- Sommer, L. (2015). Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1512-1532. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.1470>.
- Schumacher, A., Erol, S. & Sihn, W. (2016). Endüstri 4.0 ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü, *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, 2018, ISSN: 2146-0817.
- Soysal, M. ve Pamuk, N. S. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme, *Verimlilik Dergisi*, 2018(1), 41-66.
- Şahin, A. (2017), Akıllı Üretim Çağı: Endüstri 4.0, <http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841>, Erişim tarihi: 23.11.2021.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics (6th ed.), Boston: Allyn and Bacon.
- Taş, A. (2021). Lojistik Sektörü Özelinde Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2021.
- Taymaz, E. (2018). Dijital Teknolojiler ve Ekonomik Büyüme Dijital Teknoloji Sektörlerinde Türkiye'nin Konumu, Fırsatları, Seçenekleri, *TÜSİAD Raporu*, Yayın No: TÜSİAD-T/2018,10-600.
- Toker, A. ve Köksalan, M. (2017). Accenture Türkiye Dijitalleşme Endeksi, Technical Report, February 2017, DOI: 10.13140/RG.2.2.29826.48322.
- TTGV (2018). Sanayide Dijital Dönüşüm: Eğitim, 1.Baskı, TTGV Yayın No TTGV – T/2018/01.
- TÜBİTAK, (2016). Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, V.27.12.2016.
- TÜSİAD ve BCG (2016). “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0, Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi” Raporu, Mart 2016, Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576.
- TÜSİAD ve BCG (2017). “Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği” Raporu, Aralık 2017, Yayın No: TÜSİAD-T/2017,12-589.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Dijital Türkiye Yol Haritası, 2018.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı, Onbirinci Kalkınma Planı (2019-2023) Sanayide Dijitalleşme Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 2018.
- West, S.G., Finch, J.F. and Curran, P.J. (1995). *Structural Equation Models with Non Normal Variables: Problems and remedies*. In: Hoyle, R.H., Ed., *Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, and Applications*, Sage, Thousand Oaks, 56-75.
- Yıldız, D ve Uzunsakal, E. (2018). Alan Araştırmalarında Güvenilirlik Testlerinin Karşılaştırılması ve Tarımsal Veriler Üzerinde Bir Uygulama. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, 2018, Sayı 1.
- Yılmaz, A., Arıcıoğlu, M. A. ve Yiğitöl B. (2020). Endüstri 4.0 Üzerine Yöntem ve Literatür Çalışması: Türkiye’deki Lisansüstü Tez Çalışmaları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 57, Eylül-Aralık 2020.
- Yüce, G., (2020). Dijital Dönüşüm ve Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli: Türkiye Çimento Sektörü Üzerine bir Uygulama, *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Mersin Üniversitesi, Mersin.

Zhou, K., Liu, T. & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges. *12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2147-2152.

<https://www.iso500.org.tr/> Erişim tarihi: 20.09.2021.

Research Article**Türk Sanayisinin Endüstri 4.0 Farkındalık ve Olgunluk Seviyesi***Industry 4.0 Awareness And Maturity Level Of Turkish Industry*

Abdullah ERDOĞAN Doktora Öğr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü aerdogan2000@yahoo.com https://orcid.org/0000-0001-9287-7907	Belgin AYDINTAN Prof.Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi belgin.aydintan@hbv.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-9057-4336
--	--

Extensive Summary**Intoduction**

After the first three industrial revolutions, the world has been witnessing a new industrial revolution with the announcement of Germany's Industry 4.0 program since 2011. After Germany, developed countries quickly entered the E4.0 race. The aim of this revolution is to take back the production advantage of Southeast Asian countries with cheap production factors. The E4.0 revolution is extremely important for Turkey. Because Turkey somehow has a production and competitive advantage thanks to cheap production factors. If it is late in this race, Türkiye will lose its production advantage to the leading countries of the race.

In this context, with this research, it is aimed to draw attention to the importance of the subject and to determine the situation for our country. It is clear that E4.0 will strengthen the positions of countries in global competition. It is an extremely critical issue for Turkey to determine the extent to which E4.0 is understood in Turkey and the point reached by the Turkish industry in terms of E4.0 maturity. When both domestic and foreign literature are examined, it is seen that the subject has been increasingly researched. Different studies with different combinations of models have investigated the E4.0 awareness level or maturity level in different context. In this research, a model combination including the most basic elements was created for E4.0, which is a relatively new concept for Turkey, and it was applied for the first time in 1000 leading enterprises of the Turkish industry. Thus, a unique model was applied for the first time to a new context with the highest ability to represent the Turkish industry, and important conclusions were drawn for both the literature and the managers.

Methodology

In this study, in which the E4.0 maturity and awareness level of the Turkish Industry is investigated, the universe of the research is; Turkey's leading 1000 (ISO First 500 and Second 500) industrial enterprises, which operate in the public and private sectors, in the field of production, on a national/international scale, registered with the Istanbul Chamber of Industry. Istanbul Chamber of Industry is Turkey's largest chamber of industry and one of the strongest representatives of Turkish industry. Because of the importance and decisive role of ISO 1000 enterprises for the Turkish industry, ISO 1000 enterprises were chosen as the research universe.

In this research, the survey method was used to determine the E4.0 awareness and maturity level of the Turkish Industry. The survey, which was created based on the model, was first transferred to the survey.com application, thus enabling remote participation to the survey electronically. In this context, first of all, it was tried to reach the management personnel of the enterprises through the official web pages of ISO 1000 enterprises. Subsequently, via the "Linkedin" social media platform; Managers responsible for management, production management, R&D and technical management units were reached. As a result of the research, feedback was received from 459 enterprises and analyzes were made using SPSS and AMOS programs.

Results and Conclusion

Although the concept of E4.0 is a new one, an E4.0 maturity model jungle is encountered when domestic and foreign literature is examined. However, in this study, a model was developed to enable businesses to make their own initial assessments about E4.0, which is a relatively new concept for our country, and a survey based on this. In this way, businesses that can make initial evaluations about E4.0 can make further evaluations with more sophisticated models with more dimensions or with different methods if they need it in the future. In this context, this study is extremely important in terms of both guiding businesses and enabling them to make initial assessments on their own without the need for an outside expert support.

Considering the age distribution of the enterprises participating in the research, it is striking that the ISO 1000 enterprises, which are the locomotive of the Turkish Industry, are deprived of young enterprises (7.9% between the ages of 1-10, 39.8% between the ages of 51 and above). This result shows that Turkey's 1000 leading enterprises consist of well-established and relatively old enterprises. In addition, as a management structure, the ratio of family members in the management structure with 47.1% reminds us of the high rate of family businesses, which is a reality in Turkey.

It is also remarkable that 87.4% (401 enterprises) of the enterprises participating in the research are large enterprises (more than 250 employees), giving an idea about the volume and potential of this research. In addition, in which Turkey's 1000 leading industrial enterprises are the universe, the fact that 77.9% of the enterprises participating in the research operate on an international/global scale is remarkable in terms of showing the level reached by our country's industry. In this study, where the maturity level of E4.0 was investigated, the existence of an R&D unit in 78.6% of the enterprises participating in the study is an important indicator in terms of illustrating the extent to which the leading industrial enterprises are actually prone to E4.0, but it also reminds that at the same time, there are still gaps to be covered.

One of the important results of the study is that the E4.0 maturity level of enterprises managed by professional managers (3.36/5 - implementer) is higher than family businesses (2.97/5 - beginning) compared to businesses managed. It is a very high rate that 47% of Turkey's leading 1000 industrial enterprises participating in the research are family businesses. With this in mind, it is essential that these high-performing businesses seriously consider their E4.0 transformation as a business strategy. Otherwise, it is clear that family businesses will lose the advantage in the competitive environment to businesses managed by professional managers. However, this loss will be the loss of our country from a macro perspective.

It is highly promising for the future that the awareness of the Turkish industry on E4.0 is at a very satisfactory level (3.74/5- implementer but close to the experienced level) and the maturity level of E4.0 is at the level of "implementer" (3,16/5). These results; while it shows that the gaps to be covered in the E4.0 transformation in Turkish industry still exists, it also shows that certain levels have now been exceeded. However, the fact that the research universe is Turkey's leading industrial enterprises should not be overlooked. In the light of the findings obtained in this study, it is evaluated that the situation in SMEs may be lower than the results obtained here. Another point that draws attention in the research findings is; strategy score is lower than the other dimensions of E4.0 and the general average of E4.0. From this point of view, it is evaluated that the E4.0 maturity level that our industry has reached will have resulted from other factors rather than strategic orientation. This is a situation that needs to be examined and clarified as an important and separate issue. However, even in the leading industrial enterprises of our country, it is seen that the E4.0 transformation is not at a sufficient level in the strategic orientation of the enterprises. The subject is an issue that should be handled with priority and importance in the boards of directors of leading enterprises. Because, as stated in the literature part of the research, the E4.0 transformations of individual enterprises will contribute to the global position of our country.

As can be understood from the results of the correlation analysis obtained in the research findings, it has been statistically seen that E4.0 awareness can be the precursor of E4.0 maturity, and the higher the awareness, the higher the maturity level. This result shows us the importance of investments to be made on E4.0 awareness in businesses. It is also an important finding that businesses should not ignore the issue of E4.0 awareness while designing their E4.0 strategies.

Significant and striking results were also obtained in the findings of the difference analysis of the study. “Clothing, Textile, Wood and Paper Industry” is the sector with the lowest score (2.82/5 – entry level) in terms of E4.0 maturity compared to other sectors. In addition, it was observed that the high level of awareness (4.25/5) in this sector could not increase the maturity level of E4.0. This result shows us that there is a labor-intensive production rather than dark factory production in the aforementioned sector and the reluctance to invest in the E4.0 field in the sector. Unless urgent E4.0 investments are made and implemented in that sector, it is considered that the international competitive advantage in the sector may be lost in the near future. In addition, it was seen that the E4.0 maturity score in the “Motor Vehicle sector” (3.52/5 - implementer) was the highest sector score. This score shows that manufacturers in this field are aware of the competitive advantage to be gained with E4.0. However, since all motor vehicle manufacturers are in the same position, it has been evaluated that the competition in this sector will increase in the future and manufacturers may apply to different competitive advantage strategies.

In the study, it is noteworthy that the size of the enterprise (number of employees > 250) is positively related to E4.0 maturity level. This result shows us that the potential training/investment needs of E4.0 can be met more by large enterprises in our country. It also gives an idea of the size of the E4.0 requirements. These requirements have been met relatively more by large enterprises. However, it should be kept in mind that small and medium-sized enterprises, which are one of the driving forces of our country's economy, will face tougher competition conditions in the future if they do not implement their E4.0 investments soon, thanks to the advantages of quick decision-making/acting and flexibility.

As a result of the research, it has been determined that the E4.0 maturity level of international enterprises (3.24/5 - implementer) is relatively higher than the E4.0 maturity level (2.95/5 – entry level) of national enterprises. It is considered that the obligation of international businesses to compete with businesses all over the world drives E4.0 maturity upwards. At the same time, it has been evaluated that these enterprises are relatively better adapted to the competitive environment that is increasing day by day and becoming more deadly in the international arena.