

## HATAY İLİ SAMANDAĞ İLÇESİNDEKİ OKUL YÖNETİCİLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0 FARKINDALIK DÜZEYLERİNİ ÖLÇME

\*Sezin HATAY  
\*\*Sinem YILMAZ  
\*\*\*Gökhan YILMAZ  
\*\*\*\*Şaziye BAHADIR  
\*\*\*\*\*Ömer DOKUYAN  
\*\*\*\*\*Filiz KESKİN

**Makale Türü** : Araştırma Makalesi  
**Makale Gönderme Tarihi** :08.12.2023  
**Makale Kabul Tarihi** :15.01.2024  
**Atıf Bilgisi:**

Sezin Hatay, Sinem Yılmaz, Gökhan Yılmaz, Şaziye Bahadır, Ömer Dokuyan, Filiz Keskin, “Hatay İli Samandağ İlçesindeki Okul Yöneticilerinin Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeylerini Ölçme”, *International Journal Of Eastern Mediterranean Studies*, Vol. 2, Issue: 1, 2024, ss. 264-310.

### Özet

Bu çalışmada Hatay İli Samandağ İlçesindeki eğitim kurumlarında görev yapan 69 okul yöneticisinin Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Yöneticiler araştırmaya gönüllülük esasına göre katılmıştır. Veriler, Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği yardımıyla toplanmıştır. Veriler SPSS 26 paket programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre katılımcıların yüksek lisan almış olma ve ortaöğretim kademesinde görev yapan yöneticilerin farkındalık düzeylerinin daha yüksek olacağına ilişkin olarak oluşturulan hipotezler red olurken, görev süresinin artması ve yaşın azalmasına yönelik farkındalık düzeyinin artacağına ilişkin oluşturulan hipotezler kabul edilmiştir. Araştırma sonuçları tartışılmış ve sonuçlara dayalı bazı öneriler de geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Yöneticiler, Farkındalık

### Abstract

\* Müdür Yardımcısı, Mehmet Akif Sönmez İlkokulu, [hataysezin@hotmail.com](mailto:hataysezin@hotmail.com), Orcid no: 0009-0008-0656-9464

\*\* Öğretmen, Sıdıka Bedia Kara İlkokulu, [sinemfirinciogullari@hotmail.com](mailto:sinemfirinciogullari@hotmail.com), Orcid no: 0009-0008-0656-9464

\*\*\* Müdür, Mızraklı İlkokulu, [gokhanyilmaz\\_83@hotmail.com](mailto:gokhanyilmaz_83@hotmail.com), Orcid no: 0009-0003-7709-2134

\*\*\*\* Öğretmen, Antakya Saraycık Ortaokulu, [sbahadir14@hotmail.com](mailto:sbahadir14@hotmail.com), Orcid no: 0009-0009-2742-2805

\*\*\*\*\* Müdür, Kullar Süleyman Şahin İlkokulu ve Ortaokulu, [atakan\\_07\\_uzman@hotmail.com](mailto:atakan_07_uzman@hotmail.com), Orcid no: 0009-0003-8085-6166

\*\*\*\*\* Müdür, Antakya İpek Anaokulu [filizkeskin1202@hotmail.com](mailto:filizkeskin1202@hotmail.com), Orcid no: 0009-0009-8759-4182

In this study, it was tried to determine the Industry 4.0 Conceptual Awareness level of 69 school administrators working in educational institutions in Hatay Province Samandağ District. Administrators participated in the research on a voluntary basis. The data were collected with the help of the Industry 4.0 Conceptual Awareness Scale. The data were analyzed using the SPSS 26 package program. According to the results of the analysis, the hypotheses that the participants had a master's degree and that the awareness level of the managers working at the secondary education level would be higher were rejected, while the hypotheses created regarding the increase in the level of awareness regarding the increase in the duration of duty and the decrease in age were accepted. The results of the research were discussed and some suggestions were developed based on the results.

**Keywords:** Industry 4.0, Managers, Awareness

## **Giriş**

Endüstri 4.0 hakkında konuştuğumuzda, bunun geniş bir terim olduğunu ve herhangi bir özel teknolojiye atıfta bulunmadığını belirtmek önemlidir. Günümüzün endüstriyel peyzajı güncel hayatta tanık olduğumuz çeşitli dönüşümleri kapsar. Değişikliklerin arkasındaki teknolojiler arasında siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve bilişsel bilgi işlem bulunmaktadır.

Endüstri 4.0'daki en büyük farklılaştırıcı, bu teknolojileri nasıl entegre ettiğimiz ve bunları benzeri görülmemiş şekillerde nasıl ilişkilendirdiğimizdir. Bir sistem diğeriyle şeffaf bir şekilde iletişim kurabilir, entegrasyon ve karar desteği sunar. Teknolojinin imalat endüstrilerinde devrim yaratması için, akıllı, bağlı ve yetenekli öz yönetim fabrikaları oluşturmak gerekir.

Son yıllarda üretimde kullanılmaya başlayan yeni teknolojik sistemler, endüstriyel görünümü değiştirmektedir. (Papazoğlu and Tsalgatidou, 2000) Klasik endüstriyel sistemlerin ötesinde, akıllı fabrikalar ve akıllı makineler Endüstri 4.0 kavramını ortaya çıkarmaktadır. Endüstri 4.0 kavramı, ürün ve süreçleri etkileyen ve değiştiren, dijital ve fiziksel dünyayı üretimde entegre hale getirip akıllı ürünler üretilmesini sağlayan bir dizi teknolojik gelişmelerin bütünüdür. (Roblek, Mesko and Krapez, 2016)

İnsanlar bir zamanlar endüstri 4.0 hakkında gelecek bir yıkıcı olarak konuştular. Şimdi ise bunu geliştirmenin peşindeler. Endüstri 4.0 Nereden başlıyorsun? Neye öncelik vermelisiniz? Teknolojinizi kim sağlayabilir? Etkiyi nasıl ölçüyorsunuz? Sorularına cevap ararken aslında çözümler sunmaktadır.

Endüstri 4.0'ın tanıtımı, endüstri 4.0 ilkelerini ve endüstri ve eğitim alanını nasıl etkileyeceklerini anlamak için akademik dünyanın dışında bir talep getirmiştir.

Ülkemizde eğitim ve öğretim faaliyetlerinde en önemli rolü üstlenen okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 kavramı ve bileşenlerinin ne kadar farkında olduklarının tespit

edilmesi oldukça önemlidir.

### **Problem**

Hatay Samandağ ilçesindeki okul müdür ve müdür yardımcılarını Endüstri 4.0 kavram ve bileşenlerinin ne kadar farkındadır?

Ülkemizde henüz başlangıç seviyesinde olarak değerlendirilebilecek olan Endüstri

4.0 kavramının öncelikle iyi anlaşılması ve doğru stratejilerin kurulması gerekmektedir. Sanayi, devlet işbirliğinin yanı sıra eğitim sisteminde de yeni üretim sistemlerine uygun düzenlemelerin yapılması önemlidir. Bu doğrultuda, araştırma kapsamında kullanılan anket soruları ve anket sorularının yardımıyla, Hatay ili Samandağ ilçesinde görev yapan Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri tespit edilmesi ve cinsiyet, yaş, görev süresi, yöneticilik yaptığı kurum, alanı, yöneticilik alanı gibi alt amaçlarla karşılaştırılarak analiz yapılması amaçlanmıştır.

Literatür incelendiğinde Endüstri 4.0 ve bileşenlerinin hayatın vazgeçilmez bir parçası olduğu düşünülmektedir. Endüstri 4.0 geliştirmenin en önemli ve ilk yolu farkına varmak ve bu doğrultuda bilgi sahibi olmaktır. Bu araştırma okul yöneticilerinin farkındalık düzeylerini analiz ederek Literatüre katkı sağlayacaktır.

Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri tespit edilmesi ile oluşturulan anket formunun samimi ve doğru şekilde yanıtladıkları varsayılmıştır.

Bu çalışma Hatay İli Samandağ İlçesindeki 69 Okul yöneticisi ile sınırlandırılmıştır. Veri toplama aracı salgın nedeniyle Google form kullanılarak oluşturup yöneticilere ulaştırılmıştır.

Endüstri 4.0: Birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren kolektif bir terimdir. Bu devrim nesnelere interneti, internetin hizmetleri ve siber-fiziksel sistemlerden oluşan bir değerler bütünüdür.

“Teknoloji kavramının kökeni Yunancadaki logos ve techne kelimelerine dayanmaktadır. (McClellan and Dorn, 2013) Logos kavram ve düşünce; techne ise zanaat, bilim ve beceri manasına gelmektedir. Literatürde kabul edilmiş olan tek bir teknoloji tanımına ulaşmak mümkün değildir. Ansiklopedilerdeki tanımlarda pratik yaşamın ve bilimin ihtiyaçlarını gideren ve endüstrinin farklı kollarında kullanılan yöntem olarak

belirtilmektedir". (Papazoğlu and Tsalgaidou, 2000)

Teknolojinin hem kişisel hem de iş hayatımızdaki rolü ve etkisi giderek artmaktadır. İnsanların teknolojiyi nasıl şekillendirdiğini ve teknolojinin insanların birbirleriyle ve doğal dünyayla etkileşimlerini nasıl şekillendirdiğini anlamak, sadece yeni teknolojileri araştıran, geliştiren ve uygulayan kişiler için değil, aynı zamanda bu teknolojileri iş ve kişisel yaşamlarında kullanmak zorunda olan tüm insanlar ve kuruluşlar için de önemlidir.

Teknoloji, bireylerin iletişim kurma, öğrenme ve düşünme şeklini etkiler. Toplumda yardımcı olur ve insanların günlük olarak birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini belirler. Teknoloji bugün toplumda önemli bir rol oynamaktadır. Dünya üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır ve günlük yaşamları etkiler. Teknoloji, insanların aşağıdakilerin çoğunda yetenekli olması gereken pratik bir meslektir: mühendislik, iletişim, tasarım, geliştirme, yenilik, yönetim, üretim, modelleme ve sistem düşüncesi. Ancak teknoloji aynı zamanda bize iyi ya da kötü ya da faydaların tartışıldığı yerlerde kullanılabilir çeşitli ürünler sunar ve benzer şekilde, teknolojinin üretimi ve kullanımı ile ilgili süreçler, bize ve hatta başka birinesürdürülebilir bir gelecek sağlayıp sağlamadığına hepimizin ilgi duyması gerektiği anlamına gelir.

Teknoloji günlük hayatımızda kaçınılmazdır. Bunun nedeni, günümüzün dinamik dünyasında teknolojisiz yaşamın anlamsız olmasıdır.

Gelişim, kullanım ve bilgi alışverişini teşvik etmek için araçları bir araya getiren teknoloji, temel amacı olarak görevleri kolaylaştırmak ve insanlığın birçok problemini çözmektir. Teknoloji ilerledikçe ve hayatımızı daha da rahat hale getirdiğinde, hayatımız için ne kadar yararlı olduğu görülmektedir..

Şu anda teknolojisiz bir hayat düşünün, ne tür bir hayatımız var? Teknoloji hayatımızın bir parçasıdır ve insanlığın hızlı evrelili bir dünyada hayatta kalması için kilit unsurlardan biridir. Yeni teknolojilerin geliştirilmesi hayat kurtarmaya yardımcı olur, işi geliştirir ve dünyayı daha iyi hale getirir. Gerçekte, teknoloji bugünkü dünyada nasıl yaşadığımız ve çevremizdeki her şeyle atmosferde nasıl iletişim kurduğumuz konusunda çok önemli bir rol oynamıştır. Teknolojinin önemi beklediğimizden daha yüksektir. Bu nedenle, daha iyi ve standart bir yaşam sürmek için yeni yenilikler geliştirilmesi kaçınılmazdır.

Teknolojinin tarihi, araçların ve tekniklerin icadı tarihidir ve tarihin diğer taraflarına benzer. Terim, sanat ve zanaat anlamına gelen Yunanca techne kelimesinden geldi. İlk olarak uygulamalı sanatları tanımlamak için kullanıldı, ancak şimdi çevremizdeki ilerlemeyi ve

değişiklikleri tanımlamak için kullanılıyor. Dünyadaki yaşamın başlangıcı ile başlar ve bilgisayar ve nükleer enerji gibi erken modern teknolojilerin kurulmasına kadar gider. Teknoloji dönemi, en önemli teknolojilerden biri olan tekerleğin icat edilmesiyle başladı ve ondan sonra daha fazla şey icat edildi.

Yavaş yavaş farklı şeyler icat edilmeye başlandı, ancak ana teknoloji ve buluş dönemi, Sanayi devriminin başladığı ve makinelerin icat edildiği ve çeşitli geliştirme ve üretim türlerinin başladığı 18 yüzyılda geldi. Sanayi Devrimi büyük Britanya'da başladı ve teknolojik yeniliklerin çoğu İngiliz kökenliydi. 18. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, İngiltere, Kuzey Amerika ve Afrika'daki kolonilerle küresel bir ticaret imparatorluğunu kontrol eden ve Doğu Hindistan Şirketi'nin faaliyetleri yoluyla Hindistan Yarımadası üzerinde bazı siyasi etkileri olan dünyanın önde gelen ticari ülkesiydi. Ticaretin gelişimi ve işin yükselişi Sanayi devriminin başlıca nedenleriydi.

20. yüzyılın ortalarına bakarsak, internet erişimi yoktu ve insanların birbirleriyle iletişim kurması zordu ve işlerinde sorunlar vardı, ancak internetin icadıyla insanlar Skype, facebook, canlı yayın vb. aracılığıyla yüz yüze sohbet edebilirlerdi. ve şimdi insanlar işadamları için birçok soruna son veren çevrimiçi bankacılığa sahip olabildiler.

Daha fazla mevcut teknoloji birbiri üzerine yığıldıkça ve daha büyük bir şeye dönüştükçe, tüketiciler ve işletmeler gelecekteki teknolojiyle daha fazla fırsat görmeyi bekleyebilirler. Teknoloji daha hızlı olacak, daha fazlasını gerçekleştirme yeteneğine sahip olacak ve her şey daha kolay, daha kolay hale getirmek için daha akıcı hale gelecektir.

Teknoloji sürekli değişiyor ve bazen hareketli bir hedefe ayak uydurmak için çok fazla çaba gibi geliyor. Sadece unutmayın-teknojiye ayak uydurmak işinize değer katar. Güncel kalmak, fırsatları kaçırmamanıza, ilgisiz kalmanıza veya rakiplerinizin gerisinde kalmamanıza yardımcı olur.

İlk sanayi devrimi, 1700'lerin sonlarında ve 1800'lerin başlarında gerçekleşti. Bu süre zarfında, üretim, insanlar tarafından gerçekleştirilen ve iş hayvanları tarafından desteklenen el emeğine odaklanmaktan, su ve buharla çalışan motorlar ve diğer takım tezgahları kullanılarak insanlar tarafından gerçekleştirilen daha optimize edilmiş bir emek biçimine dönüştü. Daha önce basit çıkırlarda iplik üretmeden önce, mekanize versiyon aynı anda sekiz kat daha fazla hacim elde etti. Buhar gücü zaten biliniyordu. Endüstriyel amaçlar için kullanılması, insan verimliliğini artırmak için en büyük atılımdı. Kasla çalışan dokuma tezgahları yerine, güç için buhar motorları kullanılabilir. Vapur veya (yaklaşık 100 yıl sonra) buharla çalışan

lokomotif gibi gelişmeler, insanlar ve mallar daha az saatte büyük mesafeler taşıyabildiğinden daha büyük değişiklikler getirdi.

Dünyada çeliğin tanıtımı ve fabrikalarda elektrik kullanımı ile ikinci bir sanayi devrimine girdi. Elektriğin tanıtımı, üreticilerin verimliliği artırmasına ve fabrika makinelerinin daha hareketli olmasına yardımcı oldu. Bu aşamada, montaj hattı gibi seri üretim sitemleri verimliliği artırmanın bir yolu olarak tanıtıldı.

İkinci Sanayi Devrimi, montaj hattı üretiminin keşfiyle başladı. Henry Ford (1863- 1947) Chicago'daki bir mezbahadan seri üretim fikrini aldı: domuzlar konveyör bantlarına asıldı ve her kasap hayvanı kasaplama görevinin sadece bir kısmını yerine getirdi. Henry Ford bu ilkeleri otomobil üretimine taşıdı ve bu süreçte büyükölçüde değiştirdi

Endüstri devriminin ikinci bölümünde ana enerji kaynakları ve hammaddelerde değişiklikler meydana gelmiştir. Demir ve kömürün beraberinde petrol, elektrik ve çelik gibi kimyasal maddelerin de üretim süreçlerine katılmasıyla sanayileşme günümüzdeki halini almış oldu. (Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Bu devrimin ana katkısı, elektrik enerjisi ile çalışan makinelerin geliştirilmesiydi. Elektrik enerjisi zaten birincil güç kaynağı olarak kullanılıyordu. Elektrik santralleri, nispeten verimsiz ve kaynak tüketen su ve buhar makinelerinin aksine, hem maliyet hem de çaba açısından daha verimli bir şekilde işletildi ve işletildi. İlk montaj hattı da bu dönemde inşa edildi ve seri üretim sürecini daha da kolaylaştırdı. Montaj hattını kullanarak malların seri üretimi standart bir uygulama haline geldi.

Bu dönem aynı zamanda endüstri 1.0'da tanıtılan endüstri kültürünün, üretim tesislerinin verimliliğini artırmak için yönetim programına evrimini de gördü. İşbölümü, tam zamanında üretim ve yalın üretim ilkeleri gibi çeşitli üretim yönetimi teknikleri, daha iyi kalite ve çıktıya yol açan temel süreçleri rafine etti. Amerikalı makine Mühendisi Fredrick Taylor, işçiyi, işyeri tekniklerini ve kaynakların optimal tahsisini optimize etmek için yaklaştı.

1950'lerin sonlarından itibaren, üreticiler fabrikalarına daha fazla elektronik ve nihayetinde bilgisayar teknolojisi dahil etmeye başladıkça, üçüncü bir sanayi devrimi yavaş yavaş ortaya çıkmaya başladı. Bu dönemde, üreticiler analog ve mekanik teknolojilere daha az önem veren ve dijital teknoloji ve otomasyon yazılımlarına daha fazla önem veren bir değişim yaşamaya başladılar.

20.yüzyılın son birkaç on yılında Endüstri 3.0 sanayi devrimi elektronik endüstrisindeki ilerlemelerle ortaya çıktı ve teşvik edildi. Çeşitli buluş ve üretim transistör ve entegre devreler

daha az çaba sonuçlanan önemli ölçüde makineleri bazı durumlarda insan ajan artış hızı, daha doğru ve tam bir yedek bile otomatik dahil olmak üzere elektronik cihazlar. İlk olarak 1960'larda inşa edilen programlanabilir mantık denetleyicisi (PLC), elektronik kullanarak otomasyon anlamına gelen ikonik buluşlardan biriydi. Elektronik donanımın üretim sistemlerine entegrasyonu, bu elektronik cihazları etkinleştirmek için yazılım sistemlerinin bir gereksinimini de yarattı ve sonuç olarak yazılım geliştirme pazarını da körükledi. Donanım kontrolünün yanı sıra, yazılım sistemleri ayrıca kurumsal kaynak planlaması, envanter yönetimi, nakliye lojistiği, ürün akışı planlaması ve fabrika genelinde izleme gibi birçok yönetim sürecine de olanak sağlamıştır. Tüm endüstri elektronik ve BT kullanılarak daha da otomatikleştirildi. Otomasyon süreçleri ve yazılım sistemleri, o zamandan beri elektronik ve BT endüstrisindeki ilerlemelerle sürekli olarak gelişmiştir. Maliyetleri daha da düşürme baskısı birçok üreticiyi düşük maliyetli ülkelere taşımaya zorladı. Üretimin coğrafi konumunun dağılması, Tedarik Zinciri Yönetimi kavramının oluşmasına yol açmıştır.

Son birkaç on yılda, endüstri 4.0 olarak bilinen dördüncü bir sanayi devrimi ortaya çıktı. Endüstri 4.0, nesnelerin interneti (IoT) aracılığıyla birbirine bağlanma, gerçek zamanlı verilere erişim ve siber-fiziksel sistemlerin tanıtımıyla son on yıllardan dijital teknolojiye tamamen yeni bir seviyeye vurgu yapıyor. Endüstri 4.0, üretime daha kapsamlı, birbiriyle bağlantılı ve bütünsel bir yaklaşım sunar. Fiziksel ile dijital arasında bağlantı kurar ve departmanlar, ortaklar, satıcılar, Ürünler ve insanlar arasında daha iyi işbirliği ve erişim sağlar. Endüstri 4.0, işletme sahiplerinin operasyonlarının her yönünü daha iyi kontrol etmelerini ve anlamalarını sağlar ve üretkenliği artırmak, süreçleri iyileştirmek ve büyümeyi teşvik etmek için anında verilerden yararlanmalarını sağlar.

Endüstri 4.0 1990'lı yıllarda internet ve telekomünikasyon endüstrisindeki patlama, bağlantı kurma ve bilgi alışverişinde devrim yarattı. Aynı zamanda imalat sanayinde paradigma değişiklikleri ve fiziksel ve sanal dünyanın sınırlarını birleştiren geleneksel üretim operasyonlarıyla sonuçlandı. Endüstri 4.0, makineleri daha akıllı hale getirmek için sektördeki çeşitli süreçler için akıllı eylemleri paylaşmak, analiz etmek ve yönlendirmek için siber fiziksel sistemleri kullanır. Bu akıllı makineler, önleyici tedbirler ve iyileştirici önlemler önermek için arızaları sürekli olarak izleyebilir, tespit edebilir ve tahmin edebilir. Bu, endüstriler için daha iyi hazırlık ve daha düşük kesinti sağlar. Aynı dinamik yaklaşım, lojistik, üretim planlaması, verim sürelerinin optimizasyonu, kalite kontrol, kapasite kullanımı ve verimlilik artışı gibi sektördeki diğer yönler için de uygulanabilir. Makineleri, insanları, süreçleri ve



altyapıyı tek bir ağ döngüsüne yerleştirir ve genel Yönetimi Yüksek verimli hale getirir.

Endüstri 4.0 hala yeni bir aşamadır ve endüstriler hala yeni sistemlerin benimsenmesinin geçiş halindedir. Endüstriler, ilgili ve karlı kalmak için yeni sistemleri mümkün olduğunca çabuk benimsemelidir.

### **Endüstri 4.0 Nedir?**

2011 yılında Almanya, Hannover Fuarı'nda endüstri 4.0'ı tanıttı ve yepyeni bir sanayi devrimi döneminin başlangıcını sembolize etti. Bu fikir ilk tartışıldığında, Avrupalı üretim araştırmacıları ve şirketleri tarafından bunu benimsemek için kapsamlı çabalar sarf edildi. Bu projeye veya konsepte olan ilgileri, endüstri 4.0 kapsamında üretimin daha verimli ve daha az maliyetli hale gelmesinden kaynaklanmaktadır. Bu, kolay bilgi alışverişi ve birlikte çalışabilirlikte aynı anda ve akıllıca hareket eden üretim ürünlerinin ve makinelerinin entegre kontrolü ile sağlanır.

### **Endüstri 4.0 Genel Görünümü**



Endüstri 4.0 kavramını oluşturan bileşenler olarak ise Siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut sistemleri ile akıllı fabrika kavramlarından bahsedilmektedir. Sistemi kısaca özetlemek gerekirse; kurulan akıllı fabrikalarda oluşturulan siber fiziksel sistemler yardımıyla gerçek nesnelerin dijital kopyası sanal dünyada oluşturulmaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Nesnelerin internetiyle de ürünler birbiriyle ve insanlarla iletişim içinde ve koordineli olmaktadır. Böylece, oluşturulan siber fiziksel sistemde üretim ve süreç takibi internet kullanılarak yapılmış olacaktır. İnternet ve üretim konseptiyle ortaya çıkan Endüstri 4.0,



üretimdeki makinelerin her yönden bilgi sistemleri ve üretim süreçleriyle birbirleriyle bağlantılı olması olarak tanımlanabilmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Endüstri 4.0 en geniş kapsamlı endüstriyel devrim olarak görülmektedir. Çünkü ekonomik konulardan başlayarak sosyal ve çevresel konuları da içererek gündelikyaşantımıza etki eden her konuyu etki alanına almaktadır. Dördüncü Endüstri Devrimi ya da sıkça kullanılan adı Endüstri 4.0; dijital üretim, internet iletişimi, bilgisayar ve otomasyon teknolojileri gibi konuları kucaklayan karmaşık bir sistemdir.

Endüstri 4.0; eğitimler ve işletmeler tarafından çokça tartışılan yeni bir sistemi olarak, akıllı fabrikaları, makineleri, sistemleri, ürün ve süreçleri internet üzerinden entegre eden, Siber Fiziksel Sistemler yardımıyla fiziksel ve sanal dünyaya eşzamanlı veri sunan bir sistemdir. Endüstri 4.0 birçok mesleğe değişim getirdi. İnsanlar her zaman yeni günlük görevleri öğrenmek zorunda kaldılar. Endüstri 4.0, klasik üretim süreçlerinde olan işletmelerdeki üretimin her aşamasının internet ve bilgi iletişim teknolojisiyle kapsamlı olarak birleşmesi olarak da tanımlanabilmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Başta internet kullanımı olmak üzere makinelerin birbiriyle iletişime geçtiği, akıllı makineleri kendini ve diğer makine ya da makine sistemlerini kontrol etmesi şeklinde tanımlanan dördüncü endüstri devrimi akıllı üretim kavramından yola çıkmaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014).

Endüstri 4.0 kavramı, üretimle ilgili her birimin birbiriyle iletişim kurmasına, bu iletişimin gerçek zamanlı olmasına, kurulan bağlantıyla oluşturulan veriler ve bilgilerin optimum karar vermeyi sağlamasına dayanmaktadır. Bir başka tanımlamayla Endüstri 4.0, insanların ve nesnelerin herhangi bir iletişim teknolojisiya da hizmetiyle her an her platformda birbiriyle bağlantı içinde olmasıdır. (Akaev and Rudskoi, 2017)

### **Endüstri 4.0 neleri beraberinde getirecek?**

- ✓ “Nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemlerin kullanılmasıyla fonksiyonel ve akıllı ürünler üretilecektir.
- ✓ Kitlesel tek tip üretim yerine müşteriye özel üretimlerin gerçekleştirilebilmesi sağlanacaktır.
- ✓ Fabrika ve akıllı ürünle gerçek zamanlı bilgi ve

- veri transferi gerçekleştirilecektir.
- ✓ Hammadde ve kaynak kullanımları optimize edildiğinden, verimliliğin artması ve alternatif enerji kaynaklarının kullanılması sağlanacaktır.
  - ✓ Akıllı sistemlerin, makinelerin, robotların üretimde daha önemli rolleri olacaktır.
  - ✓ Vasıfsız işgücü gerekliliği azalacaktır.
  - ✓ Üretim hata paylarının sıfıra yakın düşmesi sağlanacaktır.
  - ✓ İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının gelişmesi dikkate alınacaktır.
  - ✓ Çalışma saatlerinin esnemesi, mesai kavramının değişmesi sağlanacaktır.
  - ✓ Üç boyutlu yazıcılarla bireyselleşen müşteri talepleri basit üretim süreçleriyle fabrika dışında gerçekleştirilebilecektir.
  - ✓ Uyum sağlayan firmalarla küresel pazarlar büyüyecektir.
  - ✓ Fiziksel nesnelerin sanal dünyayla eşleşmesiyle üretim ve tüketim süreçleri sanal dünyayla ilişkilendirilecektir”.

#### **Endüstri 4.0 Gelişim Süreci**

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışını tetikleyen bazı unsurlar vardır. Endüstri 3.0 sonrası internet ve teknolojiye üst düzey gelişmeler, yeni endüstri devrimine zemin hazırlamıştır. 1997 yılında Aron tarafından tanımlanmış olan üretim faktörlerinin olgusu, sermayedarların üretim maliyetlerini düşürerek daha düşük maliyetli ülkelere yatırımlarını yönlendirmeleri düşüncesidir. (Bauer, Schlund, Marrenbach and Ganschar, 2014)

Teknolojik gelişmelerin yanı sıra, 1990'lardan itibaren dünyada üretim payının gelişmiş ülkelere kayması, nüfusun benzer şekilde gelişmekte olan ülkelere artması, maliyetlerin gelişmiş ülkelere artması gibi sebepler batılı gelişmiş ülkeleri üretimde yeni bir devrime gitmelerine yol açmıştır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Üretim sektörü Avrupa'nın ekonomik büyümesinin ana sektörlerindedir. Avrupa'da büyümede ihracatın % 75'i, bütün inovasyonların da % 80'i endüstri kaynaklı büyümelerden olmaktadır. Fakat Avrupa'da mevcut büyüme iki farklı açıdan değerlendirilmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Gelişmekte olan Doğu Avrupa ülkeleri ve Almanya endüstrisi sürekli büyüme içindeyken, İngiltere ve Fransa gibi gelişmiş Batı Avrupa ülke endüstrileri son 20 yıldır endüstrideki pazar paylarını sürekli kaybetmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and

Ganschar, 2014)

Toplamda, Avrupa endüstriyel pazarda son 20 yılda pazar payını yüzde 10 kaybetmişken, gelişmekte olan bütün dünya ülkeleri endüstriyel pazar paylarını günümüzde ikiye katlayarak %40'a çıkarmıştır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Almanya, endüstrideki pazar payının sürekli gelişmekte olan ülkelere kaydığını gördüğünden birkaç yıldır mevcut pazar payını korumak ve geliştirmek için stratejiler üretmeye çalışmış ve bu konuda endüstride öncü ülke olmuştur. Avrupa'yı incelerken gelişmiş ülkeler açısından değerlendirilirse diğer gelişmiş dünya ülkeleri gibi son yıllarda gerçekleşen küreleşmeyle üretim pazar paylarının düştüğü açıkça görülmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Gelişmiş ülkelerin sermaye ve bilgi kaynağı gelişmekte olan ülkelere aktarılmış, buna karşı gelişmekte olan ülkeler de sahip oldukları hammadde ve işgücünü gelişmiş ülkelerin kullanımına sunmuştur. (Ümit Fırat and Fırat, 2017) Üretim maliyetlerin düşürülmesi daha çok üretimi tetikleyerek kapitalizm düşüncesiyle küreselleşme başlamıştır. Brezilya, Arjantin, Türkiye, Hindistan, Endonezya, Tayvan, Tayland ve özellikle de Çin gibi gelişmekte olan ülkeler bu süreçte kazandıkları finansal gücü gelişmiş ülkelere öğrendikleri bilgilerle birleştirip endüstrileri geliştirmeye başlamıştır. (Ümit Fırat and Fırat, 2017)

Özellikle Çin, Hindistan ve Brezilya öncülüğündeki ülkeler bu gelişim fırsatıyla gelişmiş ülkelerle rekabet eder hatta onlara üstünlük kurar hale gelmiştir. Gelişmişlik seviyesi kadar, ülkelerin nüfus oranları da son yıllarda dünyada üretim oranlarında değişikliklerin olmasına sebep olmaktadır. Çin ve Hindistan ülke nüfuslarının dünya ortalamasının çok üstünde olması, işgücü maliyetlerinin de düşük olmasını sağlamaktadır.

Diğer taraftan Almanya ve gelişmiş Avrupa ülkeleri yaşlanan nüfuslarıyla gelişmekte olan ülkelerle rekabet edememekte, buna çözüm olarak beden gücünün yerine yüksek teknoloji içeren otomasyon sistemlerini yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. Yüksek teknolojiyi üretim sistemlerinde kullanma olgusu Endüstri4.0'a geçiş için önemli bir adımdır. (Ümit Fırat and Fırat, 2017)

Son yıllardaki gelişmekte olan ülkelerin nüfuslarındaki artış, gelecekte de aynı paralelde artışın devam edeceğini düşündürmektedir. Avrupa'nın dünya nüfusundaki payı 2017-2100 yılları arası düşmeye devam edecektir. Demografik değişimler düşünüldüğünde beden gücü yerine teknolojiye dayalı üretim sistemlerine geçiş Avrupa için giderek daha önemli bir unsur haline gelmektedir. (Ümit Fırat and Fırat, 2017)

Gelişmiş ülkeler global anlamda üretimdeki kaybettikleri paylarını geri kazanmak için, yüksek teknoloji, bilgi, üretim altyapılarını kullanarak yeni bir endüstriyel dönüşüme girmeye başlamışlardır. Bütün bu gelişmeler gelişmiş ülkelerin üretim endüstrisinde kaybettikleri pazar paylarını geri kazanmaları için yeni bir akıma girmeleri gerektiğini göstermektedir. (Ümit Fırat and Fırat, 2017)

Bu trend günümüzde Endüstri 4.0'dır. Kagermann vd. (2012)'ne göre, Almanya gibi endüstrisi güçlü ülkeler Endüstri 4.0 uygulamalarını başarılı şekilde uygulayabileceklerini düşünmektedir. Çünkü, otomasyon sistemlerine geçiş, sensöre bağlı üretim bilgi sistemlerinin kurulması, kendi kendini yönetebilen üretim sistemlerinin kurulması ve verimli şekilde çalıştırılması gibi Endüstri 4.0 uzmanlık konularının endüstrisi güçlü olmayan ülkelerde uygulanması kolay olmayacaktır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

#### **Türkiye ve Endüstri 4.0**

Ülkemiz düşük üretim endeksinde olmasının faydasını 20 yıllık süreçte sanayileşme anlamında yaşamıştır. Fakat, dördüncü sanayi devrimiyle gelişmiş teknolojilerin üretimde öncü olması diğer gelişmekte olan ülkeler gibi dezavantajımıza olan bir durumdur. Endüstri 4.0'a sonradan dahil olmanın yerine öncü ülkelerden biri olabilmek için sanayi, devlet, bilim dünyası birlikte çalışıp yeni üretim stratejileri geliştirilmesi gerekmektedir. (Bortolini Ferrari, Gamberi, Pilati and Faccio, 2017)

Endüstri 4.0 ile üretim maliyetleri düşme eğilimindedir. Ucuz işçiliğe sahip olduğu için son yıllarda üretimde öne çıkmakta olan Uzakdoğu Asya ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler rekabet şanslarını kaybedecek, Endüstri 4.0 ile atılım yapmayı düşünen Almanya, Amerika, Japonya gibi gelişmiş ülkeler üretimde tekrardan rekabet avantajı sağlayacaktır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Gelişmiş ülkelerin rekabette üstünlük sağlaması, ülkemizin de dahil olduğu gelişmekte olan ülkeler için olumsuz bir durumdur. Teknolojik gelişmelerin sonucu olarak rekabet üstünlüğünün gelişmiş ülkelere geçmesi beklenmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Üretim pazar paylarının artırılması için, gelişmekte olan ülkelerle düşük maliyet rekabetine girmenin yerine, kalifiye işgücüne ve teknolojik gelişmelere önem verilmesi, dolayısıyla Endüstri 4.0 bileşenlerine yönelik yatırımların yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Türkiye'nin ihracatı içinde yüksek teknoloji ürün gruplarının payı % 3'tür. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014) Bu oran diğer gelişen ülkelere kıyasla oldukça düşüktür. Gelişmekte olan ülkelerin ihracatında yüksek katma değerli ürünlerin oranı %15-45 aralığında değiştiği görülmektedir. Ülke olarak, Endüstri 4.0'a teknolojik altyapı ve uygulanışı olarak hazır değiliz. Fakat konunun tartışıldığı ve kavramlarının anlaşılmaya çalışıldığı zaman dilimindeyiz. (Bortolini Ferrari, Gamberi, Pilati and Faccio, 2017)

Türkiye Endüstri devrimlerinde 2 ve 3 arasında olduğu, Endüstri 3'e tam olarak entegre olamadığı, bu yüzden Endüstri 4.0'a geçişte sıkıntılar olabileceği belirtilmektedir. Türkiye'de ikinci endüstri devrimi üretim sistemleri ve düşük ya da orta katma değerli ürünlerin üretilmesi, orta gelir tuzağı olarak adlandırılan ekonomik bir sürece girilmesine sebep olmaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014) Orta gelir grubundan kurtularak yüksek gelir grubuna girilmesi için, üretimde yapılması gereken hamle yüksek katma değerli ürünler üretmeyi strateji olarak belirlemektir. (Bortolini Ferrari, Gamberi, Pilati and Faccio, 2017)

Bu doğrultuda, ürün ve hizmet kalitesinin artırılması, devlet ve özel sektörün bu konuda yatırımlarının artırılması, Ar-Ge ve inovasyon ile bütün hedeflerin yüksek katma değerli ürünlerin üretilmesi gerekmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014) Türkiye olarak gelişmiş ülkelerin öncüsü olduğu yeni sanayi devrimine geç kalınmamalıdır. Endüstri 4.0'a uygun politikalar geliştirilmeli, eğitim, sanayi ve devlet kurumlarının bu sürece geçişte ortak hareket etmeleri gerekmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

### **Endüstri 4.0 Devlet Politikaları ve Uygulamaları**

Endüstri 4.0'ın öncü ülkesi olarak Almanya, daha sonra gelişmiş Avrupa ülkeleri, Amerika, Japonya gibi üstün sanayiye sahip ülkeleri gelmektedir. Bu ülkelerin üst düzey endüstriyel işletmelerinin ortak fikri yeni teknolojilerinin mevcut üretim sistemlerine entegre edilmesi gerekliliğidir. Endüstri 4.0 hükümet politikaları ve stratejilerini örneklendirmek gerekirse:

✓ “Amerika’da 2011’den itibaren devlet ulusal seviyede konuyla ilgili ‘Geliştirilmiş Endüstri Ortaklığı Advanced Manufacturing Partnership adı altında birçok tartışma, tavsiye ve uygulama için adımlar atılmış, gelecek nesil üretim sistemleri ve teknolojilerine üretim endüstrisinin hazırlanması için

çalışılmıştır.

✓ Almanya, 2012’de ‘Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020 aksiyon planına geçmiş, milyarlarca Euro’luk kaynağı önemli yüksek teknolojileri geliştirmek için ayırmıştır. Bu bağlamda, gelecek projesinden biri olan Industrie 4.0 Almanya’nın bu konuda ne derece hırslı olduğunu göstermektedir.

✓ Fransa 2013 yılında Endüstri 4.0 stratejisini La Nouvelle France Industrielle’ adında ortaya koymuştur. Bu kuruluşta sektör bazlı öncü girişimci firmalar Fransa’nın sanayi politikası öncüleri olmuştur.

✓ İngiltere, 2013 yılında sanayi kuruluşları için geçerli 2050 yılına kadar politikaları sürececek olan ‘Üretim Geleceği (Future of Manufacturing)’ adlı uzun dönemli bir çalışma hazırlamıştır. Benzer olarak, gelecek yıllarda üretim endüstrisindeki yeni teknoloji ve sistemlere karşı sektörü hazırlamayı amaçlamışlardır.

✓ Avrupa Komisyonu 2014 yılında ‘Geleceğin Fabrikaları (Factories of the Future)’ adı altında yeni bir kontrat hazırlamıştır. Horizon 2020 programının içinde bu kontratla 2020 yılına kadarki geçecek 7 yıllık sürede 80 milyar Euro’luk üretim endüstrisine yeni teknoloji ve sistemler yatırım desteği sağlamayı amaçlamaktadır.

✓ Güney Kore, 2014’de ‘Üretim 3.0’da Inovasyon (Innovation in Manufacturing 3.0)’ programını açıklayarak Kore üretim endüstrisinin yeniden sıçrama yapmasını sağlayacak olan dört sürükleyici stratejiyi sunmuştur.

✓ Çin hükümeti, 2015 yılında hazırladığı ‘Internet Plus’ stratejisinin içinde Çinde Üretilmiştir 2025 konusunu işlemiştir. Bu konuda üretim endüstrisinin bilgi, iletişim ve üretim teknolojisinin hızla gelişmesi için atılması gereken 10 önemli adım anlatılmıştır.

✓ Japonya, 2015 yılında 5. Bilim ve Teknoloji Ana Planı nı yürürlüğe koyarak, bu plana katılan firmaların ‘Süper Akıllı Toplum stratejisine uygun olarak dünyada lider üretim teknolojilerine sahip olmaları için gerekli maddi desteklerin verilmesini hedeflemektedir.

✓ Singapur, 2016 yılında Araştırma, İnovasyon ve Kurum 2020 Planı doğrultusunda ilgili işletmelere 19 milyar dolar yardımda bulunmayı taahhüt etmiştir. Plan doğrultusunda, üretim ve mühendislik firmalarına yapılması gereken 8 anahtar endüstriyel işlem anlatılmıştır.

Firmalar incelendiğinde, 2014 yılında Endüstri 4.0 ile ilgili olarak, AT&T, Cisco, General Electric, IBM ve Intel firmaları ‘Endüstriyel İnternet Konsorsiyumunu kurmuştur. Bu



firmalar endüstriyel internet ile ilgili öncelikleri, takip edilmesi gereken teknolojileri ve atılması gereken adımları birlikte kararlaştırmak için bu kuruluşu kurmuşlardır. Ayrıca, Siemens, Hitachi, Bosch, Panasonic, Honeywell, Mitsubishi Electric, ABB, Schneider Electric ve Emerson Electric firmaları da nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemleri uygulamalarını içeren yatırımlara çoktan başlamıştır”.

Devletlerin Endüstri 4.0’ın teknolojik olarak geliştirilmesi ve uygulanırılığı arttırması için özel sektörü desteklemesi gerekmektedir. Bu konuda yapılan Ar-Ge çalışmaları gelişmiş ülkelerde hızla sürmektedir. Almanya ve Finlandiya gibi gelişmiş Avrupa ülkelerinin 2020 yılının sonuna kadar Endüstri 4.0 uygulamaları için 140 milyar Euro’luk eğitim desteği vereceği beklenmektedir. (Bauer, Schlund,Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Dünyadaki gelişmelerin yanı sıra, ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalara bakılacak olursa; 2016 Şubat ayında Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulunun Toplantısı’nda bu konuya ilişkin karar alınmıştır. Tablo 2.7’de alınan kararların içerikleri gösterilmektedir. Ülkemizde Tübitak başta olmak üzere devlet politikalarında da yavaş yavaş Endüstri 4.0’den bahsedilip yol haritaları belirlense de, gerçek anlamda yeni endüstri devrimini bilincinde olunması gerekmektedir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Yeni teknoloji yatırımları oldukça pahalı ve uygulanması yüksek bilgi beceri gerektirmektedir. Yatırım maliyetleri ve eğitim sistemindeki yeni teknolojilere uyumlu değişimler devlet politikalarında olmalı, üretim endüstrisi maddi olarak Endüstri 4.0’a uyumlu eğitim ve yatırım maliyetleri için desteklenmelidir. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

### **Endüstri 4.0 Bileşenleri**

Mobil bilişimden bulut bilişime kadar uzanan yeni endüstri 4.0 teknolojileri, son onyılda büyük bir gelişme kaydetti ve şu anda üretim içinde ticari olarak temin edilebilen, birbirine bağlı sistemler olarak kullanılmaya hazır bu endüstri 4.0. Endüstriyi yeni yalın başarı seviyelerine taşıyacak gerçek zamanlı sonuçlara ve verilere erişmenin anahtarını tutar. Bununla birlikte, endüstri 4.0 kavramı basit bir kavram değildir. Birçok teknolojiyi sarar ve çeşitli bağlamlarda kullanılır. Endüstri 4.0’ı özünde tanımlayan beş parça var. Her parça doğada benzerdir, ancak bir araya getirildiğinde, daha önce hiç mümkün olmayan yetenekler yaratır. Bu entegrasyon üç seviyede olur; siber fiziksel sistemler seviyesi, veri altyapısının büyük veri sistemine hazır olması, hizmetlerin büyük veri sistemine hazır olmasıdır. Acatech Endüstri 4.0 forumu raporuna göre yeni teknoloji farklılıkları şu şekildedir (Bauer, Schlund, Marrenbach.

and Ganschar, 2014):

- ✓ “Depolama sistemleri ve makinelerin iletişiminin artması
- ✓ Akıllı ürünlerin konumlarına anında ulaşılabilmesi
- ✓ Akıllı fabrikaların ürünlere göre uyum içinde sistemler kurması,

kaynakları etkin kullanması

- ✓ Büyük verinin kullanılması
- ✓ Yeni sistemde çalışanların düşünülüp onlara uygun sosyal altyapılarının
- ✓ İş ve yaşam dengesinin daha uyumlu oluşturulması
- ✓ Müşterilerin farklı taleplerine cevap verilebilmesi
- ✓ Akıllı yazılımlarla sorunların hızlı çözülmesi, anında mühendislik uygulanması”.

Dördüncü sanayi devrimi bulut teknolojisi, siber güvenlik sistemleri, robotik sistemler, nesnelerin interneti, simülasyon, artırılmış gerçeklik, eklemeli imalat, büyük veri gibi temel konuları işlemektedir. (Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Sistemin genel sonuçları olarak; ürünün pazara sürüm süresini düşürmekte, makine bakım maliyetlerini düşürmekte, işletme verimliliğini arttırmakta, makinelerin çalışma oranlarını arttırmakta, bilgi teknoloji verimliliğini arttırmakta, işletmelerin az stok bulundurmasını ve stok maliyetlerini düşürmelerini sağlamakta, kalite maliyetlerini otomasyon süreçlerinin aktif olmasıyla düşürmekte ve sistemsel öngörüü arttırmaktadır. (Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Araştırma kapsamında, Endüstri 4.0 için önem arz eden teknolojik bileşenler maddeler halinde ayrıntılı olarak incelenecektir. (Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Kağnıcıoğlu ve Özdemir’e göre (2017) Endüstri 4.0 teknolojik bileşenleri aşağıdaki gibi maddelemiştir:

- ✓ “Akıllı robotlar
- ✓ Simülasyon
- ✓ Yatay/dikey yazılım entegrasyonu
- ✓ Nesnelerin interneti
- ✓ Yapay zeka
- ✓ Siber güvenlik
- ✓ Bulut

- ✓ Eklemeli üretim
- ✓ Artırılmış gerçeklik
- ✓ Büyük veri analizi
- ✓ Akıllı fabrikalar
- ✓ Siber fiziksel sistemler”

### **Nesnelerin İnterneti**

Endüstri 4.0 ana bileşenlerinden sayılan nesnelerin interneti kavramı ilk kez 2011 yılında Kopetz tarafından kullanılmış, işletmedeki farklı birim ve kaynaklardan gelen verilerin bir merkezde toplanıp yönetilmesi olarak tanımlanmıştır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Nesnelerin internetiyle birlikte üretim süreçleri kontrolü ve yönetimi internet kullanımıyla hızlanmakta, verilerin yönetimini başka bağlantıya gerek duymadan hızlandırılması sağlanmaktadır. Büyük veri sisteminden yararlanıp alınan verinin siber fiziksel sistemde kullanılmasında etkili rol oynamaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Spath vd. (2013), internetle beraber sosyal medya, sosyal ağlar ve web 2.0 teknolojilerindeki yeni gelişmelerin internetle beraber evimize kadar girdiği gibi aynı zamanda üretim sistemlerinde de nesnelerin interneti ile yerini alacağını iddia etmiştir. İnternet artık günlük yaşantımızı etkilediği gibi üretim sistemlerinin de köklü değişimlere girmesine yol açmaktadır.

Nesnelerin interneti (IoT) akıllı fabrikaların önemli bir bileşenidir. Fabrika katındaki makineler, makinelerin diğer web özellikli cihazlarla bağlantı kurmasını sağlayan bir IP adresine sahip sensörlerle donatılmıştır. Bu mekanizasyon ve Bağlantı, büyük miktarda değerli verinin toplanmasını, analiz edilmesini ve değiştirilmesinin mümkün kılar.

Acatech (2014) nesnelerin internetini şöyle tanımlamıştır; veri ve hizmetler, lojistik ve iş süreçleriyle gelecek üretimini değiştirecektir.

İnternete bağlı nesnelerin sayısı günümüzde geçmiş yıllara oranlara hızla artmaktadır. Bu artış hızı üretim endüstrisinin imalat anlayışının sürekli değişmesine ve güncellenmesine yol açmaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014) Nesnelerin interneti; üretimdeki bütün nesne ve objelerin RFID, sensör, işletim sistemi, cep telefonu gibi iletişim

cihazlarıyla birbiriyle iletişim içinde olmalarını, aynı süreçlerde ortak üretim hedefleri için reaksiyon göstermelerini sağlamaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Nesneleri takip edebilmek, birbiriyle iletişim içinde tutabilmek için çipler de önemli bir teknolojidir. Giderek ucuzlayan ve küçülen yeni nesil çipler kullanımda kolaylıklar sağlamakta, hangi ürün ya da nesneye takıldıysa o üründe izlenirliği oluşturmaktadır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014)

Nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar, akıllı ürünler ve akıllı servis uygulamalarının temelini oluşturduğu için Endüstri 4.0 için önemli bir adımdır. (Bauer, Schlund, Marrenbach. and Ganschar, 2014) İnternet bilgisayarları birbiriyle bağlamakla kalmayıp artık günümüzde fabrikaları, ürünleri, üretim sistemlerini birbiriyle iletişime geçirebilmektedir.

### **Yapay Zekâ**

Çoğu insan yapay zeka terimini duyduğunda, genellikle düşündükleri ilk şey robotlardır. Çünkü büyük bütçeli filmler ve romanlar, Dünya'da hasara yol açan insan benzeri makineler hakkında hikayeler örüyor. Ama hiçbir şey gerçeklerden daha uzak olamazdı.

Yapay zeka, insan zekasının, bir makinenin onu kolayca taklit edebileceği ve en basitinden daha karmaşık olanlara kadar görevleri yerine getirebileceği şekilde tanımlanabileceği ilkesine dayanır. Yapay zekanın hedefleri, insan bilişsel aktivitesini taklit etmeyi içerir. Bu alandaki araştırmacılar ve geliştiriciler, somut olarak tanımlanabildikleri ölçüde öğrenme, akıl yürütme ve algı gibi etkinlikleri taklit etmede şaşkırtıcı derecede Hızlı Adımlar atıyorlar. Bazıları, yenilikçilerin yakında insanların herhangi bir konuyu öğrenme veya akıl yürütme kapasitesini aşan sistemler geliştirebileceğine inanıyor. Ancak diğerleri şüpheli olmaya devam ediyor çünkü tüm bilişsel faaliyetler insan deneyimine tabi olan değer yargılarıyladöludur.

Teknoloji ilerledikçe, yapay zekayı tanımlayan önceki kriterler modası geçmiş hale geliyor. Örneğin, temel işlevleri hesaplayan veya optik karakter tanıma yoluyla metni tanıyan makinelerin artık yapay zekayı somutlaştırdığı düşünülmemektedir, çünkü bu işlev artık doğal bir bilgisayar işlevi olarak kabul edilmektedir ve sürekli pek çok farklı sektör yararına gelişmektedir. Makineler matematik, bilgisayar bilimi, dilbilim, psikoloji ve daha fazlasına dayanan disiplinler arası bir yaklaşım kullanılarak işlem yapabilirler.

### **Öğrenen Akıllı Robotlar**

Endüstri 4.0'ın genel yaklaşımı üretim sistemlerinde otomasyonların yaygınlaştırılmasıdır. Otomasyon sistemlerinde sıkça kullanılan robotlar, üretimde sık tekrarlanan, hassas, verimlilik gerektiren işlerde görev almakta, yeni teknolojilere geçtikçe kullanım oranları artmaya devam etmektedir. Akıllı robotlar ve robotik sistemler üretim sistemlerinin tasarım, üretim, montaj aşamalarında oldukça kullanışlı olmaktadır. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

Bazı ağır işlerde insan yerine robotların kullanımı yüksek sıcaklık, ağır yük, zehirli gazlar gibi tehlike oluşturabilecek iş durumlarından insanların uzak durmasını, işgüvenliği riskinin de azalmasını sağlamaktadır. (Huxtablea And Schaefera, 2016) Mevcut üretim teknolojileri geliştikçe ve robotlar üretim sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlandıkça insan gücü gerektiren çoğu üretim süreçlerinde robotların kullanıldıkları görülmektedir. Özellikle tekrar miktarı yüksek olan işlerde robotlar daha çok tercih edilmektedir. (Huxtablea And Schaefera, 2016) Günümüzde Çin ve Japonya'da robotik sistemlerin kullanımı yaygındır. Fakat, gelecek üretim sistemlerinde günümüz robotik sistemleri yerine ileri derecede robotik sistemler kullanımı yer alacaktır. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

### **Üç Boyutlu Yazıcılar**

3-D yazıcı teknolojisi 1984'te uygulanmaya başlayan bir teknolojidir, fakat 2006'ya kadar prototip oluşturma dışında fazla bir alanda uygulanmamış, ilgi görmemiştir. 2006 itibari ile 3-D baskı ile üretimde yaygın kullanılmaya başlanmıştır. 3-D teknolojisi işletmelerin stoksuz üretim yapmasını sağlamakta, bu sayede stok maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır. Bilgisayarda kayıtlı üretim planı ile istenildiği zaman 3-D teknolojiyle istenildiği kadar üretim hızlıca gerçekleştirilebilecektir. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

Şüphesiz ki yeni baskı teknolojileri malzeme kullanım oranlarında azalmayı 3-D yazıcıları kullanılarak üretim gerçekleşirken fire oranlarının düşürülmesiyle sağlayacaktır. 3-D yazıcılar en basit tanımıyla kişiselleşen müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmek için fabrika dışında veya üretim hatları dışında da üretimlerin gerçekleşmesini sağlayan üretim teknolojileridir. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

Endüstri 4.0, imalat sektöründe dijitalleşmenin bir sonraki aşaması olarak söylenebilmektedir. Bu aşamada dikkat edilmesi ya da işletmelerin değişmesi gereken konu

vardır: depolanan veri, verilerin analiz ve hesabı, verilerle ilgili internete bağlantıda hızlı artış; iş zekası ve analitik kabiliyetlerinde artış; insan makine iletişimde yeni modeller 3-D yazıcılar ve gelişmiş robotik sistemlerle dijital verileri fiziksel nesnelere dönüştürme faaliyetlerindeki artıştır. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

Bahsedildiği üzere 3-D yazıcılar özel siparişler için üretim süresinin kılmasını sağlamakta ve imalat sürecini basitleştirmektedir. (Kagermann Wahlste and Helbig 2013) Akıllı üretim sistemlerinde üretimin her aşamasının fiziksel ve sanal ortamda eşzamanlı entegre edilmesiyle üretim dijitalleşmiş olmaktadır. (Kagermann Wahlste and Helbig 2013)

Yani; yapay zeka, üç boyutlu yazıcılar, robotik, biyolojik, nano ve uzay teknolojilerindeki ilerlemelerle üretim akışında nesnelere diğer nesnelere internet bağlantısıyla iletişim içinde olduğu sistemler akıllı üretim sistemleridir (Kagermann Wahlste and Helbig 2013)

3-D yazıcılar istenilen özel üretimleri internet bağlantısı aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Üretim sisteminde mevcut olan ürünlerin üretim şemaları ve teknik çizimleri 3-D yazıcılara sistem üzerinden aktarılmaktadır. Bu şekilde üretim süreç ve teknik bilgilerine vakıf olunmaktadır. (Kagermann Wahlste and Helbig 2013)

### **İleri Seviye Otomasyon**

Buradaki gelişmiş otomasyon, ideal olarak, kendi kendine bakım ve onarım için ek yeteneklere sahip, çoğunlukla üst düzey rehberlik dışında, çalışmak için çok az insan etkileşimi gerektiren veya hiç gerektirmeyen Gelişmiş otomatik sistemleri ifade eder. Ölçeklendirme için insan çabalarına güvenmeyen bu sistemler, üretim yeteneğimizi büyük ölçüde artıracak ve insan zamanını ve çabasını endüstriyel üretkenlikten ayıracak ve insanları akılsız emekten kurtarıırken ihtiyaç duyulan her şeyi yaratmamıza izin verecektir. Bu durum, hammaddelerin otomatik olarak hasat edilmesi, otomatik lojistik (zaten yaygın olan), otomatik taşıma sistemleri, Robotik üretim ve kendi kendine bakım ve onarım ile birleştirildiğinde, tam otomatik faydalımal üretimi yaratıldığında ortaya çıkacaktır.

Batı ülkelerinde birçok endüstriyel süreç zaten son derece otomatik hale geliyor, ancak inşaat ve devreye alma ile bakım ve onarım için insan çabasına ihtiyaç var. Gelişmekte olan ülkelerde, emeğin bu kadar ucuz olması nedeniyle çok fazla otomasyon yoktur; ancak bu, insan hayatının büyük bir israfıdır.

Bu kendi kendini tamir eden sistemler, zaten sahip olduğumuz teknolojilere ve bilgiye



dayanmaktadır. Bunun gerçekleşmesi için kurgusal kavramlar veya ulaşılamaz yapay zeka gerekmez. Bugün, çevre üzerindeki etkimizi en aza indirirken, küresel nüfusun temel ihtiyaçlarını ve çok ötesini sağlayan sistemler oluşturma yeteneğine sahibiz – bu iki yön birbirini dışlamaz. Aslında bu sistemlerin ilk amacı, üretimde maksimum karın elde edilmesine katkı sağlamaktır. İleri seviye otomasyon teknolojileri ile günümüzde hizmette ve üretimde kalite, hız, çeviklik ve verimlilik seviyeleri üst seviyelere taşınabilmektedir (Proente, 2018).

### **Siber Güvenlik**

İşletmelerin üretimdeki verilerini internet ortamında paylaşımına açık hale getirmesinden sonra, verilerin güvenliğini sağlaması önem arz eden bir konu olmaktadır. Almanya 2015 yılında Siber Güvenlik Raporu yayınlanmıştır. Bu rapora göre, işletmelerin % 90'ı siber saldırıya uğradığını, sadece %60'ı siber saldırılara karşı hazırlıklı olduklarını söylemiştir. (Hermann, Pentek and Otto, 2016)

### **Bulut Bilişim Teknolojisi**

Bulut bilişim, İnternet üzerinden çeşitli hizmetler sunmaktır. Bu kaynaklar, veri depolama, sunucular, veri tabanları, ağ oluşturma ve yazılım gibi araçları ve uygulamaları içerir. Dosyaları özel bir sabit sürücüde veya yerel depolama aygıtında tutmak yerine, bulut tabanlı depolama bunları uzak bir veritabanına kaydetmeyi mümkün kılar. Bir elektronik cihazın web'e erişimi olduğu sürece, onu çalıştırmak için verilere ve yazılım programlarına erişimi vardır. (Berikol, 2009).

Bulut bilişim, maliyet tasarrufu, artan verimlilik, hız ve verimlilik, performans ve güvenlik gibi çeşitli nedenlerle insanlar ve işletmeler için popüler bir seçenektir.

Bulut bilişim, erişilen bilgilerin bulutta veya sanal bir alanda uzaktan bulunması nedeniyle adlandırılır. Bulut hizmetleri sunan şirketler, kullanıcıların dosyaları ve uygulamaları uzak sunucularda depolamasına ve ardından Tüm verilere İnternet üzerinden erişmesine olanak tanır. Bu, kullanıcının uzaktan çalışmasına izin vererek, kullanıcının erişmek için belirli bir yerde olması gerekmediği anlamına gelir.

Bulut bilişim, taşıdığımız veya oturduğunuz ve çalıştığımız cihazdan veri kırma ve işleme ile ilgili tüm ağır yükleri alır. Ayrıca, tüm bu çalışmaları siber uzayda büyükbilgisayar kümelerine taşıyor. İnternet bulut haline gelir ve verileriniz, işiniz ve uygulamalarınız dünyanın herhangi bir yerinde internete bağlanabileceğiniz herhangi bir cihazdan edinilebilir. (Aksu, 2018,

287).Bulut bilişim hem genel hem de özel olabilir.

### **Giyilebilir Teknolojiler**

Giyilebilir teknolojinin, gözlüklerin ilk olarak 13.yüzyılda geliştirilmesinden bu yanavar olduğu söylenebilir. Giyilebilecek kadar küçük saatler yaklaşık 1500'den beri var. Ancak modern giyilebilir teknoloji, bir mikroişlemci ve bir internet bağlantısı olarak tanımlanmaktadır. Mobil ağların büyümesi, giyilebilir teknolojinin gelişmesini sağladı. Fitness izleyicileri, tüketicileri yakalayan ilk büyük giyilebilir teknoloji dalgasıydı. Daha sonra kol saati bir ekran haline geldi ve daha sağlam mobil uygulamalar eklendi. Bluetooth kulaklıklar, akıllı saatler ve web özellikli gözlükler, insanların Wi-Fi ağlarından veri almasına izin verir. Oyun endüstrisi, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kulaklıklarıyla daha fazla giyilebilir cihaz ekliyor. Akıllı saatler, akıllı spor malzemeleri, akıllı sağlık ürünleri, akıllı implantlar, akıllı giysiler, akıllı takılar giyilebilir teknolojilere örnek gösterilebilir (Çakır, Aytekin ve Tüminçin, 2018).

### **Arttırılmış Gerçeklik**

1962 yılında Morton Helig tarafından geliştirilen Sensoroma adlı cihazla başlayansanal gerçeklik uygulamaları günümüzde en yaygın bilinen Google Glass projesine kadar gelişime devam etmiştir. Sanal gerçeklik, fiziksel dünyayla bilgisayar ortamını biraraya getiren, kullanıcılara sezgisel deneyimler sağlayan bir teknolojidir. (Lezzi, M., Lazoi and Corallo, 2018)

Gerçek dünyadaki görüntüleri sanal dünyaya aktararak gerçek ve sanal görüntülerin eşzamanlı oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu sanal gerçeklik, ses, 45 video ya da görüntüyle sağlanabilmektedir. Amacı, kullanıcıların sanal dünyada yaşadığı tecrübelerle gerçek dünyadaki algı ve etkileşimini arttırmaktır. (Lezzi, M., Lazoi and Corallo, 2018)

Günümüzde, artırılmış gerçeklik görüntüleme teknolojisi genel olarak video oyun, turizm gibi sektörlerde uygulansa da akıllı fabrika kavramının ortaya çıkışıyla birlikte kalite yönetim sistemleri, montaj hattı planlama, lojistik faaliyetleri ve tedarik zinciri aksiyonlarında da sıkça kullanılmaya başlanmıştır. (Lezzi, M., Lazoi and Corallo, 2018)

Simülasyon çalışmalarının önemi üretim endüstrisinde gittikçe artmaya devam etmektedir. Endüstri 4.0, gerçek zamanlı üretim verilerini sanal aleme aktarmayı amaçlamaktadır. Böylece, üretim operasyonlarının karmaşıklığının önlenmesi, verimliliğin

arttırılması, uzun vadede maliyetlerinin azaltılması sağlanmaya çalışılmaktadır. (Lezzi, M., Lazoi and Corallo, 2018)

Gerçek zamanlı verilerin sanal aleme aktarımı artırılmış gerçeklik teknolojileriyle sağlanmaktadır. (Lezzi, M., Lazoi and Corallo, 2018) Çalışmada maddelerle anlatılan 10 adet Endüstri 4.0 bileşenlerinden farklı olarak, diğer uygulanan Endüstri 4.0 teknolojileri; giyilebilen teknolojiler, sanal gerçeklik uygulamaları, otonom araçlar veri analiz programları örnekler arasında gösterilebilmektedir. (Lezzi, M., Lazoi and Corallo, 2018)

#### **Enerji 4.0**

Enerji ve enerjili cihazlar toplumun ayrılmaz bir parçasıdır. İnsanlığın ilk günleri, odun yanması yoluyla yangının keşfini gördü ve metalleri eritmek için odun kömürükullanımı M. ö.5000 yılına kadar uzanıyor. Su ve rüzgar gibi doğal enerji kaynaklarını kullanan elektrikli cihazlar eski Yunanlılar tarafından tanıtıldı ve 18. yüzyıla kadar yaygın olarak kullanıldı. Lambalar için balina yağı gibi çeşitli amaçlar için çeşitli doğal yağlar kullanılmıştır. Sanayi Devrimi, kömürün yakıt olarak büyük ölçüde kullanılmasına yol açtı ve içten yanmalı motorların ortaya çıkmasıyla petrol ve diğer çeşitli yağların çıkarılması son derece önemli hale geldi. Fosil yakıtlara da dayanan elektrik enerjisi, 19.yüzyılın sonunda yaygınlaştı ve nükleer, hidroelektrik,jeotermal ve güneş enerjisi yoluyla daha temiz elektrik enerjisi üretimi bugünün dünyasıyla daha da alakalı bir konudur. Bu anlamda, Endüstri 4.0, teknolojileri özellikle akıllı şehirler ve akıllı şebekeler oluşturmak için her türlü esnekliği bünyelerinde bulundurmaktadır. Bütün şebekeler, müşteri talepleri, tüketimleri, kestirici bakım, onarım, kayıp kaçak gibi uygulamaları göz önüne alarak veri odaklı algoritmalar yardımıyla yapılmalıdır. Akıllı şebekeler su, doğal gaz, elektrik gibi sistemlere uygulanabilir (Aksu, 2018, 120).

#### **Akıllı Üretim Teknolojileri/ İleri Üretim Teknikleri**

Dördüncü Endüstri Devrimi üretimde yeni bir trend olarak yeni üretim teknolojilerinin entegrasyonu, akıllı otonom sistemlerin kurulması ve akıllı fabrikaların entegre ürün hizmetleriyle birleştirilmesi olarak tanımlanmıştır. (Bortolini Ferrari, Gamberi, Pilati and Faccio, 2017) Bu tanıma benzer birçok Endüstri 4.0 tanımlamalarında sıkça akıllı fabrikalardan bahsedilmektedir. (Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Son yıllarda hızla artmakta olan kişisel müşteri talepleri kurulacak olan akıllı fabrikalarda hızla karşılanabilecek, taleplere göre ürünlerde oluşacak tasarımsal değişimler hızla gerçekleştirilecektir. (Bortolini Ferrari, Gamberi, Pilati and Faccio, 20177)

Akıllı fabrikalar, sürekli değişen müşteri beklentilerine hızlı şekilde cevap verebilmek ve gerekli değişikliklere uyum sağlayabilmek için oluşmuş üretim ilkelerine dayanan bir çözümdür. (Üstündağ and Çevikcan, 2018) Akıllı fabrikalar kurulduğunda üretimde yaşanan karmaşıklıklar çözülmekte ve üretim verimliliği artmaktadır. Akıllı fabrika çevresi ve kapsamı işletmenin insan kaynakları, makine ve akıllı ürünlerle arasındaki bağlantıyla oluşmaktadır. (Bortolini Ferrari, Gamberi, Pilati and Faccio, 2017)

Bilgi ve iletişim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte akıllanan makineler ve sistemler, akıllı fabrikaları oluşturmaktadır. Akıllı fabrikalar sayesinde; üretim için gereken malzeme seçimi zincirleme tedarik edilme süreleri kısaltmakta ve süreç basitleşmektedir. (Bortolini Ferrari, Gamberi, Pilati and Faccio, 2017)

Bunun yanında, esnek çok fonksiyonlu makineler ve 3D yazıcılar yardımıyla kişisel üretimler gerçekleşmekte, seri üretim mantığından farklı olarak makineler çok fonksiyonlu olduğundan birden çok işlemleri yapabilmekte, talep edilen ürün eşzamanlı olarak üretim programına alınabilmekte, stok seviyesi azalıp stokta bekleme süreleri de azalacağından stok maliyeti azalmakta ve enerji harcamaları optimum seviyelerde olacağından enerji verimliliği de artmaktadır (Üstündağ and Çevikcan, 2018)

### **İnsansız Sistemler**

Capitol teknoloji Üniversitesi'nden Dr. Richard Baker'a göre, insansız bir sistem, “önceden belirlenmiş veya tanımlanmış bir görevi veya bu görevin bir kısmını yerine getirme ve sınırlı veya hiç insan müdahalesi olmadan otomatik olarak yapma yeteneğine sahip herhangi bir elektromekanik sistem ” olarak tanımlanmaktadır.”

### **Gömülü Sistemler**

Gömülü sistem, bağımsız bir sistem olarak veya büyük bir sistemin parçası olarak özel bir işlevi yerine getirmek üzere tasarlanmış yazılıma sahip mikroişlemci tabanlı bir bilgisayar donanım sistemidir. Çekirdekte, gerçek zamanlı işlemler için hesaplama yapmak üzere tasarlanmış entegre bir devre bulunur.

Gömülü sistem uygulamaları dijital saatlerden ve mikrodalgalardan hibrit araçlara ve aviyoniklere kadar uzanır. Üretilen tüm mikroişlemcilerin yüzde 98 kadarı gömülü sistemlerde kullanılmaktadır.. Gömülü sistemlerin içine yerleştirildiği cihazın kontrol edilmesi, izlenmesi ve özel bir iş için veri analizi yapması hedeflenir.

### **Sensör Teknolojileri**

Endüstri 4.0 uygulamaları, eşzamanlı üretim bağlantısı, ihtiyaç olunan üretim bilgilerinin bilgi teknolojilerinden hızlı alınması, sensörler ve elektronik kontrol sistemleriyle kayıp ve firenin büyük anlamda bitmesi, üretim zamanlarının kısalması gibi durumları sağlamaktadır. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

Sensörler üretimde nesnelere birbirine bağlanmasını sağlayan en önemli araçlardan birisidir. Üretim sistemlerinde uygulaması kolay olan sensörler ürünlere, makinelere, üretim sistemlerine kolaylıkla uygulanabilmektedir. Üretim sahasında tam zamanlı veri akışı da sensörler yardımıyla sağlanmaktadır. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

Sensörler artık kolaylıkla bulunabilmekte ve geçmişe göre ucuzdur, internete erişim de gittikçe kolaylaşmaktadır. İnternet kullanarak, sensörler sayesinde gerçek zamanlı olarak üretim sistemlerine, makinelerine, araçlarına, işçi ve müşterilere, nihai ürünlere ulaşılabilir ve bağlantı kurulabilmektedir. Üretimden gelen her türlü veri sistemde depolanmakta, ilgili birimler tarafından veriler incelenip değerlendirilerek üretim için gerekli bilgi haline dönüştürülmektedir.

Bu dönüşüm Endüstri 4.0'da yapay zekayla gerçekleşebilmektedir. Oluşturulan bilgiler doğrultusunda üretim, bakım, üretim planlama, kalite kontrol gibi işlemlerden hangilerinin yapılması kararı alındıysa o işlemler otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. (Huxtablea And Schaefera, 2016)

### **Veri Odaklı Hizmet**

Veriye dayalı terimi, verilerin karar verme ve diğer ilgili faaliyetlere gerçek zamanlı olarak verimli bir şekilde güç sağlamak için kullanıldığı bir iş durumunu tanımlar. Bir işletme için veriye dayalı duruma ulaşmak, otomobil kullanmakla atla seyahat etmek arasındaki fark gibidir. Veriye dayalı işletmeler hedeflerine daha hızlı ve daha verimli bir şekilde ulaşır. Veri odaklı olmak, endüstri 4.0 olarak bilinen, devam etmekte olan büyük bir kültürel ve ekonomik dönüşüme bir yanittir. Her sanayi devrimi, mevcut kültürü, ekonomileri ve hükümeti bozmanın yanı sıra bir dizi yeni ürün, verimlilik ve olasılık ateşler. Veri, yeni yetenekleri ve ekonomik potansiyeli destekleyerek dördüncü devrime enerji verdi ve vermeye devam edecek. Şirketler artık verilerin yakıt olduğunun farkında ve yeni çağda hayatta kalmak ve

gelişmek için bundan yararlanmak istiyor.

### **Hologram Teknolojileri**

Basit bir ifadeyle, holografi veya hologram teknolojisi, bir nesneden dağılmış ışığı kaydeden ve daha sonra herhangi bir özel ekipman olmadan görülebilen üç boyutlu (3D) bir nesne olarak yansıtan fotoğraf tekniğinin bir sonraki aşamasıdır. İletim hologramlarından, gökkuşağı hologramlarından son 3D hologramlara kadar çeşitli hologramlar gelişti. 3D hologramlarla ilgili ilginç gerçek, görünüşte gerçek nesnelerin veya animasyonların havada yüzmesine veya yakındaki bir yüzeyde durmasına izin vermesidir. Ayrıca, bir kullanıcı ekranda dolaşmak, gerçekçi görünümlü bir resim oluşturmak için olanak anlamına gelir, her taraftan görünür. (Dalkıran 2011; akt. Aslan, Erdoğan, 2017, 206). Hologram teknolojileri artırılmış gerçeklik ile birlikte eğitimden, sağlığa, turizmden, üretime birçok alanda Endüstri

4.0 hedefi koyan işletmeler, toplumlar ve devletler için önemli bir teknolojidir. Nano Teknoloji

Nanobilim ve nanoteknolojinin ardındaki fikirler ve kavramlar, fizikçi Richard Feynman'ın 29 Aralık 1959'da California Institute of Technology'de (CalTech) bir Amerikan Fizik Derneği toplantısında "altta bol miktarda yer var" başlıklı bir konuşma ile başladı. Nanoteknoloji terimi kullanılmadan çok önce. Konuşmasında Feynman, bilim adamlarının bireysel atomları ve molekülleri manipüle edebilecekleri ve kontrol edebilecekleri bir süreci anlattı. On yıldan fazla bir süre sonra, ultra hassas işleme araştırmalarında Profesör Norio Taniguchi nanoteknoloji terimini kullandı. 1981 yılına kadar, bireysel atomları "görebilen" tarama tünelleme mikroskopunun gelişmesiyle birlikte, modern nanoteknoloji başladı. Nano teknoloji kullanım alanı sınırlandırması bulunmayan bir daldır. Bu kapsamda; malzeme bilimi, matematik, fizik, kimya, biyoloji, tıp, eczacılık, bilgisayar ve elektrik; nano teknolojinin kullanıldığı başlıca alanlardır.

### **Dijital Tanı, Teşhis ve Tedavi**

"Dijital tanılama" 2020 yılında disiplinler arası iletişim, klinik uygulamaya yenilikçi Bilişim Teknolojileri, yapay zeka gibi, uygulama hızlandırma, yanı sıra iyileştirilmesi sağlık teşhis modern bilimin hızlı gelişimi ile bağlantılı olarak oluşturulur.

Dijital tanımlama tıbbi teşhiste modern bilimin disiplinler arası, yüksek teknoloji ve iletim doğasını yansıtmaktadır. Dijital teşhisin mevcut alanlarındaki araştırma sonuçlarının



geniş bir kapsamı, disiplinler arası ve uluslararası deneyim alışverişi için profesyonel bir platform oluşturulmasına katkı sağlamıştır. Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler üretim, sanayi ve hizmet sektörleri gibi sağlık sektöründe de değişime sebep olmuştur.

### **Endüstriyel İnternet**

Endüstriyel internet veya büyük nesnelerin interneti aslında nesnelerin internetinin sanayi ve üretimdeki hâlidir. Arabaların hedeflerine sürücü olmadan güvenli bir şekilde gidebildiği bir otoyol hayal edin. Yaşlı bir hastanın sağlığının hastane doktoru tarafından yakından izlendiği bir ev düşünün. Sensörlü su boruları, binalar, park sayaçları ve daha fazlasıyla atıkları önemli ölçüde azaltan bir şehir hayal edin. Bunlar artık uzak geleceğin bir parçası değil. Bu senaryolar, Endüstriyel İnternet olarak adlandırılan şeyde makinelerin ve akıllı verilerin bir araya gelmesiyle şimdi gerçekleşmeye başlıyor. Endüstriyel İnternet, performansı önemli ölçüde artıran, işletme maliyetlerini düşüren ve güvenilirliği artıran akıllı, birbirine bağlı nesneler aracılığıyla endüstriyi dönüştürecektir.

Endüstriyel internet sayesinde üretilen bütün veriler, gerçek zamanlı olarak istenilen yerlere transfer edilip analiz edildikten sonra verimliliği arttırmak amacı ile en iyi şekilde kullanılmaktadır.

### **Enerjisini Kendi Üreten Fabrikalar**

Enerji ihtiyacı özellikle elektrik enerjisi ihtiyacı her gün artmakta ve kaynaklar her gün tükenmektedir. Nüfus artışı, sanayileşme, teknolojik gelişmeler, insanların yaşam konforu gibi nedenlerden dolayı elektrik enerjisine talep artmaktadır. Özellikle fosil yakıtların sonsuz olmayışı ve çevre tehditleri gibi nedenlerden dolayı bu sektörde çalışanlar ve akademisyenler alternatif enerji kaynaklarına yönelmişlerdir (Şenyürek, Demetgül, 2015, 42). Elektrik üretmek için yenilenebilir enerjilerin kullanımı dünya çapında Trend oluyor. Ancak sadece büyük ölçekte değil, büyük elektrik üreten ve dağıtan şirketlerle değil, aynı zamanda küçük ölçekte, yani tüketici ölçeğinde. Daha sonra evlerimize dağıtılan tesislerde geleneksel elektrik üretim sistemi ile kırılan kendi kendine tüketim, tüketicilere kendi enerjilerini üretme imkanı verir.

### **Mikro Fabrikalar**

Mikro Fabrikalar, küçük boyutlu ürünler üretebilen küçük boyutlu bir fabrikayı ifade eder. Bu terim 1990 yılında Japon makine Mühendisi Laboratuvarı (Mel) tarafından

önerilmiştir. Mikro Fabrikaların başlıca avantajları, alan, enerji, malzeme ve zaman gibi büyük miktarda kaynak tasarrufu sağlamaktır.

Azaltılmış boyutları nedeniyle, mikro fabrikalar yüksek oranda otomatikleştirilmelidir. Otomatik takım tezgahları, montaj sistemleri, kalite kontrol sistemleri, malzeme besleme sistemleri, atık eleme sistemleri, takım bozulmasını değerlendirmek için bir sistem ve takımların yerini alacak bir sistem içerebilirler. Bir Mikro fabrika, kendi parçalarının çoğunu yapmak için tasarlanmıştır, yani kısmen kendi kendini kopyalayan bir makinedir.

### **Teknolojik İnovasyon**

Teknolojik bir yenilik, teknolojik özellikleri öncekinden önemli ölçüde farklı olan yeni veya geliştirilmiş bir ürün veya süreçtir. Uygulanan teknolojik ürün yenilikleri, piyasaya sürülen yeni ürünler (ürün yenilikleri) veya uygulamadaki süreçlerdir (süreç yenilikleri). Bir ürün veya süreç, ilgili işletme için belirli avantajlar elde ederse bir yenilik olarak kabul edilir; diğer şirketler veya pazar açısından yeni olmaları gerekmez. Günümüzde ise yeni kurulan şirketler, dijital teknolojilerin inovasyona hızlı denemelerle sürekli öğrenmeye dayanan çok farklı bir yaklaşım getirebileceğini gösterdi. (Rogers, 2017, 26).

### **Simülasyon Teknolojileri**

Eldem (2017), simülasyonun birçok alanda kullanıldığını vurgular. Bir simülasyon, gerçek dünyadaki bir sürecin veya sistemin zaman içinde çalışmasının taklit edilmesidir. Genellikle, bilgisayarlar simülasyonu yürütmek için kullanılır.

Simülasyon, performans ayarlama veya optimizasyon, güvenlik Mühendisliği, test, eğitim, ve video oyunları için teknolojinin simülasyonu gibi birçok bağlamda kullanılır. Simülasyon ayrıca, ekonomide olduğu gibi, işleyişleri hakkında fikir edinmek için doğal sistemlerin veya insan sistemlerinin bilimsel modellemesiyle de kullanılır. Simülasyon, alternatif koşulların ve eylem biçimlerinin nihai gerçek etkilerini göstermek için kullanılabilir. Simülasyon, gerçek bir sistem devreye giremediğinde de kullanılır.

### **Yapay Sinir Ağları**

Yapay sinir ağları, insan beyninin işleyişinden ve bilgiyi analiz etme şeklinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işleme metodudur. Başka bir ifade ile Yapay Sinir Ağları (ANNs) biyolojik olarak ilham alan hesaplama ağlarıdır. (Keskenler ve Keskenler, 2017, 8). Sinir ağları havacılık, Otomotiv, Bankacılık, savunma, elektronik, eğlence, finans, sigorta, üretim, tıp, petrol ve gaz, konuşma, Menkul Kıymetler, telekomünikasyon, ulaşım ve çevre gibi

çeşitli alanlarda uygulanmıştır.

### **Akıllı Depolama ve Transfer Teknolojileri**

Akıllı depolama, şirket içinde ve bulutta çevresini aktif olarak yönetmek ve bunlarayanıt vermek için yapay zeka (AI) kullanan ve kaynakların uygun şekilde kullanılabilir, optimize edilmiş ve uygun maliyetli olmasını sağlayan veri depolama alanıdır. Özellikle insanların güç harcamadan ürünlerin depo içerisindeki adreslere robot, bant gibi sistemlerle taşındığı bir süreci yaşıyoruz. (Aksu, 2018,116). Özellikle havalimanlarında kullanılan bagaj yönetim sistemi bu teknolojilere örnek verilebilir.

Akıllı depolama, verileri daha iyi yönetmek ve sunmak için sürekli olarak öğrenmek ve hibrit bulut ortamına uyum sağlamak için kullanan bir depolama sistemi veya hizmetidir.

### **Hızlı Prototip Üretimi**

Hızlı prototipleme, 3D Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) kullanarak fiziksel bir parçanın, modelin veya montajın hızlı bir şekilde üretilmesidir. Parçanın, modelin veya montajın oluşturulması genellikle katkı maddesi üretimi veya daha yaygın olarak 3D baskı olarak bilinir. Seçici lazer eritme kullanarak hızlı prototipleme tasarımın önerilen bitmiş ürünle yakından eşleştiği yerde, prototip ile nihai ürün arasında belirgin bir farkın olduğu düşük sadakatli bir prototipin aksine, yüksek sadakatli bir prototip olduğu söylenir.

### **Türkiye Endüstri 4.0 Güçlü ve Zayıf Yanları**

Türkiye üretim endüstrii için mevcut teknolojik durum ve atılması gereken adımlar çalışma kapsamında literatürde hazırlanmış olan Tablo 2.14'te yer alan SWOT analizi paralelinde yorumlanmaktadır. Endüstri 4.0 SWOT Analizi çerçevesinde güçlü, zayıf fırsatlar ve tehditler aşağıda verilmiştir. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

#### **Güçlü Yönleri**

- ✓ Genç nüfus oranı
- ✓ İç pazarın taleplere açık olması
- ✓ Dış pazarlara ulaşmanın kolaylığı
- ✓ Yurtiçi pazarlara ulaşımında kolaylık
- ✓ Çoklu kültürlü olmak
- ✓ Yeni teknolojiler uyumlu olmak

- ✓ Mühendislik eğitimi ve çeşitliliği
- ✓ Sektör sayısının çok olması

**Zayıf Yönleri**

- ✓ İç pazarın yeterince büyük olmaması
- ✓ Proje finansman ihtiyacının olması
- ✓ Mevcut teknolojiyi geliştirememe
- ✓ Sektörel regülasyon ve standardizasyon sorunları
- ✓ İş hukuku
- ✓ Vasıflı işgören sorunu
- ✓ Akademik yapının yetersizliği
- ✓ Bürokrasi sorunları
- ✓ Ortak hareket planı

**Fırsat**

- ✓ Büyüme potansiyeli
- ✓ Yatırıma olan istek
- ✓ Yatırım teşvikleri
- ✓ Teknokent ve ARGE merkezlerinin sayısının artması
- ✓ 20.000'e yakın bilişim firması ile sektörlere olumlu etkisi
- ✓ İlk yatırım oranının düşük olması
- ✓ Büyük çaplı projelerin var olması
- ✓ Yabancı aktörlerin çok olması
- ✓ Yazılım geliştirme isteği ve becerisi

**Tehdit**

- ✓ Yabancı üretici firmaların pazara tehdit oluşturması
- ✓ İhale kanunundaki yasal eksiklikler
- ✓ Sektörlerde kamu kuruluşlarının üretici olarak bulunması
- ✓ Bürokrasinin üretimde yenilikte engel olması
- ✓ İstihdamı artırma çabaları
- ✓ Akademik eğitimin yeni teknolojilere olan yetersizliği
- ✓ Karlılığın yüksek olmaması
- ✓ Kamu kuruluşlarının özel sektörle rakabet ediyor olması

✓ Hukuksal eksiklik ve problemler (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan,2018).

Türkiye’de Endüstri 4.0 için mevcut üretim endüstrisi düşünülerek hazırlanmış SWOT analizi değerleri görülmektedir. Ülke olarak birçok alanda olduğu gibi en güçlü silahlarımızdan biri genç nüfus oranımızdır. Yeni gelişmekte olan Endüstri

4.0 teknolojilerine ve oluşacak yeni meslek kollarına genç nüfusumuz hızlıca adapte edilebilecektir. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Türkiye’de yaklaşık olarak her sektörde faaliyet gösteren iç ve dış pazar aktörleri bulunduğundan uygun sektörlerde Endüstri 4.0’a geçiş rahatlıkla gerçekleştirilebilecektir. Belirlenen yüksek teknolojiye adaptasyonu yüksek olacak bazı üretim sektörlerinde öncü olarak Endüstri 4.0 uygulamaları başlatılabilecektir. Ayrıca, ülkemizin bulunduğu coğrafi konum sayesinde Endüstri 4.0’ın uygulanmasıyla hızlıca ihracat gelişecek, dış pazarlarla 55 yeni geliştirilen katma değerleri yüksek teknolojik ürünlerle birlikte hızlı iletişim kurulabilecektir. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Avantajların yanında birçok dezavantajlar da endüstrimizde bulunmaktadır. Öncelikle, analizde de görüldüğü gibi, bürokratik engellerin üreticilerin önünden kaldırılması gerekmektedir. Gerekli yasal düzenlemeler yeni teknolojileri uygulamaya yönelik teşvik edici şekilde yapılmalıdır. Yeni teknolojiler ve sistemler pahalı olacağından sanayi kuruluşları yeni yatırımlar yapmakta zorlanacaktır. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Bu hususta devlet sanayi işbirliği ve teşviklerin artırılması gerekmektedir. Akademik eksiklikler de üzerinde çalışılması gereken bir konudur. Endüstri 4.0 bileşenleri yüksek teknolojik altyapı içermektedir. (Salkın, Öner, Üstündağ and

Çevikcan, 2018) Yüksek teknolojiyi verimli kullanabilmek için vasıflı işgücüne ihtiyaç olacaktır.

Meslek okullarının ve üniversitelerin yeni teknolojik sistemlerin öğrenimine uygun eğitimde yeni programlar oluşturmaları teşvik edilmeli, ders içeriklerinin de bu doğrultuda güncellenmeleri gereklidir. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Devletin üretim teknolojilerini geliştirmek ve yeni stratejiler oluşturmak adına sağladığı destekler fırsat olarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, yabancı firmaların sanayimizde çokluğu da bir avantajdır. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Yabancı firmaların Endüstri 4.0 dönüşümlerinde öncü olmaları sağlanabilir bir

durumdur.Gelişmiş ülkelerin bilgi ve bilişim teknolojilerindeki üstünlükleri, yüksek eğitimli işgücü oranları karşımıza tehdit olarak çıkan konulardır. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Yüksek teknolojide gelişmiş ülkelerle rekabet etmek zorlu bir süreç olacaktır. Eksiklerde de belirtildiği üzere, gerekli yasal düzenlemelerle işletmeler Endüstri 4.0 teknolojilerine geçiş için cesaretlendirilmelidir. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Eğitim sisteminde bilgi teknolojileri, Ar-ge, yeni meslek grupları eğitimleri ağırlık kazanmalıdır. Hukuksal sorunlar da işletmeler önünde sorun olabilir, yeni teknoloji altyapılarının kurulması hususunda alınması gereken yasal izinler ve takip edilecek hukuki işlemler ile ilgili işletmeler desteklenmelidir. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

#### **Endüstri 4.0 Sorunları**

İşletmelere sağlayacağı büyük faydaların yanı sıra, Endüstri 4.0'ın uygulanmasıyla işletmeler bazı sorunlarla da karşılaşabilmektedir. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018) Vaidya vd. 2018 yılında çalışmalarında klasik üretim endüstrisine Endüstri 4.0'ın uygulanmasıyla oluşabilecek zorlukları şu şekilde sıralamıştır (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018):

✓ Akıllı Karar Verme ve Anlaşma Mekanizması: Akıllı üretim sistemlerinde, kendiliğinden organize olmuş sistemlerin kilit faktörleri olarak daha fazla özerklik ve sosyal yeteneklere ihtiyaç duyulurken, günümüzün sisteminde 3C, yani hesaplama, iletişim ve kontrol yetenekleri ile sistemlerde özerklik yoktur.

✓ Yüksek Hızlı Endüstriyel Kablosuz Ağlar Protokolleri: Günümüzde kullanılan IWN ağı, yoğun iletişim ve yüksek hacimli veri aktarımı için yeterli bant genişliği sağlayamamaktadır. Üretim sisteminin ve ağ yapısının karmaşıklığı da bu duruma eklenince Endüstri 4.0 uygulamasında kilit rol oynayan iletişim ve büyük veri paylaşımı mevcut ağ sisteminde zorluk yaratmaktadır. Yüksek veriyi işleyebilmek ve hızlı şekilde analiz edebilmek için mevcut internet hatlarının hızları ve kapasiteleri artırılmalıdır.

✓ Üretimdeki Spesifik Büyük Veri ve Analitiği: Üretim sisteminden kaydedilen verilerin yüksek kalitesini ve bütünlüğünü sağlamak zorlu bir süreçtir. Verilerinin açıklamaları çok çeşitlidir ve gelişmiş veri analizleri için farklı veri depoları ile farklı veri depolarını birleştirmek gittikçe artan bir sorundur. Endüstri 4.0 ile veriler yüksek miktarda kaydedilirken yeterli saklama alanı sorununun yanında verilerin çeşitliliği de artacağından farklı üretim verilerini gruplara ayırarak kaydetmek gerekecektir.

✓ Sistem Modelleme ve Analizi: Sistem modellemesinde, dinamik denklemleri azaltmak ve uygun kontrol modelini sonuçlandırmak için, sistemler kendi kendini organize eden üretim sistemi olarak modellenmelidir. Araştırmalar hala karmaşık sistemler için devam etmektedir.

✓ Siber Güvenlik: Verilerin paylaşımı üretimde internetin aktif kullanımı ile birlikte üretim bilgilerinin korunması ve güvenli şekilde paylaşılması önemli bir konu olmaktadır. Endüstri 4.0 ile gelen standart iletişim protokollerinin artan bağlantı hızı ve kullanımı sayesinde, kritik endüstriyel sistemleri, üretim hatlarını ve sistem verilerini siber güvenlik tehditlerinden koruma ihtiyacı önemli ölçüde artmaktadır.

✓ Modüler ve Esnek Fiziksel Eserler: Bir ürünü işlerken, işleme veya test için gerekli ekipmanlar gruplandırılmalı ve dağıtılmış karar verme için birlikte çalışmalıdır. Dolayısıyla, üretim rotalarını dinamik olarak yeniden yapılandırabilen modüler ve akıllı taşıma ünitesinin yaratılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemlerin kurulumu için işletmelere yüksek bilgi düzeyinin sağlanması gerekmektedir.

✓ Yatırım Konuları: Yatırım konusu, üretimde yeni teknoloji tabanlı girişimlerin çoğu için genel bir konudur. KOBİ'lerin Endüstri 4.0'ı uygulaması için Endüstri 4.0'ın tüm bileşenlerinin uygulanması ve genel olarak bir endüstri için büyük miktarda yatırım gerekmektedir. Büyük maliyetleri karşılamak işletmelerin tek başına finanse edebileceği bir husus değildir.

Devlet sanayi politikaları doğrultusunda teknoloji yatırım teşviklerinin işletmelere sağlanması Endüstri 4.0 için önemli bir konudur. Ahrens ve Spöttl'e (2015) göre, sektörlerde çalışacak kalifiye işçilerin Endüstri 4.0 için gerekli niteliklerde olması için beş parametre önemlidir. Bu parametreler; kapsamlı Endüstri 4.0 entegrasyonu ve bilgi şeffaflığı, üretim sistemlerinde otomasyonların artması, üretimde nesnelerin kendi karar mekanizmalarının olması, dijital iletişim ve etkileşimli yönetim fonksiyonlarının kurulması ve işgücünün esnek olarak kullanılmasıdır. Gerekli parametrelerin sağlanması işletmeler için önemli çalışma konuları olmaktadır.

## **Yöntem**

### **Araştırmanın Modeli**

Bu çalışma, Hatay ili Samandağ ilçesinde görev yapan Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık düzeylerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Araştırma nicel paradigmaya uygun olarak ve genel tarama modelinde tamamlanmıştır.



Araştırma modeline dayanarak belirli hipotezler oluşturulmuş ve Endüstri 4.0 kavramında bilgi seviyesi düzeyindeki farklılıklar araştırılmıştır. Anket soruları Google Form üzerinde hazırlanarak Hatay İli Samandağ İlçesindeki okul yöneticilerine ulaştırılmış ve okul müdürü ile müdür yardımcıları tarafından cevaplamıştır. Araştırmaya katılan yöneticilerden 69 adet geri dönüş sağlanmıştır. Katılımcılara ilk başlıkta demografik bilgileri sorulmuş ve cevaplar alınmış, diğer başlıklarda ise sorulara 5’li likert ölçeğine göre cevaplar alınmıştır. Kurulan hipotezlerin anlamlılık düzeyleri SPSS 26.00 veri analizi programı ile incelenmiştir. Sonuçta, katılımcıların Endüstri 4.0 bilgi seviyeleri dikkate alınarak belirli hipotezler kurulmuş ve farkındalık düzeyleri ölçülmüştür.

### **Evren ve Örneklem**

Araştırmanın çalışma evrenini, 2020/2021 Eğitim-Öğretim yılında Hatay ili Samandağ ilçesinde bulunan devlet okullarından Temel Eğitim ve Orta Öğretime bağlı okullarda görev yapan Okul yöneticileri oluşturmaktadır. Teorik olarak bir araştırma için evren (population, universe) soruları cevaplamak için ihtiyaç duyulan verilerin (ölçümlerin) elde edildiği canlı ya da cansız varlıklardan oluşan gruptur (Büyüköztürk vd., 2016, 177). Çalışma evreni, ulaşılabilen evrendir. Bu yönü ile somuttur. Araştırmacının ya doğrudan gözleyerek ya da ondan seçilmiş bir örnek küme üzerinde yapılan gözlemlerden yararlanarak, hakkında görüş bildirebileceği evren, çalışma 42 evrenidir. Pratikte, araştırmalar, çalışma evreni üzerinde yapılır ve sonuçlar da yalnızca bu sınırlı evren üzerinden değerlendirilir (Smith, 1975, 107; akt. Karasar, 2016)

### **Veri Toplama Araçları ve Toplanması**

Veriler Baloğlu ve Doğan (2020) tarafından geliştirilen Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği ile toplanmıştır. Ölçekte Endüstri 4.0 kavramına ilişkin 39 madde yer almaktadır. Veriler, Google Form teknolojisi aracılığıyla online olarak toplanmıştır.

### **Hipotezler**

Okul yöneticilerinin endüstri 4.0 uygulamalarına geçiş öncesinde Endüstri 4.0 teknoloji seviyelerinin ve üretim bilgi, beceri, yeteneklerinin farkında olunması gerekmektedir. Daha sonra, okul yöneticilerinin teknoloji seviyelerindeki değişkenlikleri dikkate alınmış ve aşağıdaki hipotezler oluşturulmuştur:

- ✓ Hipotez 1: Yüksek Lisan Eğitimi Almış Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri anlamı derecede yüksektir.
- ✓ Hipotez 2: Meslekteki görev süresi arttıkça Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık

düzeyleri anlamı derecede azalmaktadır..

- ✓ Hipotez 3: Lisede Görev yapan Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri anlamı derecede yüksektir.
- ✓ Hipotez 4: Yaş arttıkça Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleride artmaktadır.

### **Verilerin Analizi**

Ölçekte bulunan maddelerin farkındalık düzeyleri 5’li likert tipi sorular hiç=1, az=2, orta=3, çok=4 ve tam=5 olacak şekilde derecelendirilmiştir.

Araştırmada faktör analizi yapılmadan önce, verilerin faktör analizine uygunluğunun tespitinde Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) ve Bartlett testleri yapılmıştır.

Tabloda “KMO ve Bartlett’s” testlerinin analiz sonuçları gösterilmiştir Field (2005), Kalaycı (2014), Karagöz, (2016) KMO değerinin “,90” dan büyükse araştırma örnekleminin mükemmel düzeyde yeterli olarak kabul edileceğini belirtmişlerdir (akt. Bursal, 2007). Araştırma kapsamında toplanan verilerin faktör analizine uygunluğu için Bartlett küresellik testi (Bartlett’s Test of sphericity) sonucunun “ $p<,05$ ” düzeyinde anlamlı sonuç vermesi gerekmektedir (Büyüköztürk, 2007).

<b>KMO and Bartlett's Test</b>		
Kaiser-Meyer- Olkin		,915
Bartlett's Test	Ki-Kare	2156,364
	Standart Sapma	351
	Anlamlılık Düzeyi	,000

Tabloda görüldüğü gibi ölçeğin KMO değeri ”,915” olarak bulunmuş ve bu değer örneklem yeterliliği açısından mükemmel bir dereceye sahip olduğu görülmüştür.

Ayrıca, Bartlett testi sonucunda Ki-Kare test sonucunun 0,001 düzeyde anlamlı çıkması(2156,364-  $p<0,01$ ) verilerin çok değişkenli normal dağılımda olduğunu göstergesidir (Kan ve Akbaş, 2005; akt. Gökkuş, Kuru ve Şimşek, 2016, 470). Bu sonuçlar, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstergesidir.

### **BULGULAR VE YORUM**

### Demografik Bulgular

Bu çalışmada, araştırma örnekleminin dört farklı okul türündeki (okul öncesi, İlkokul, ortaokul, lise) Yöneticilerden oluşturulmasının bu amaca hizmet edeceği ve önemli yararlar sağlayacağı beklenmektedir. Araştırma örneklem grubunda yer alan Yöneticilerin demografik özelliklerine göre dağılımları Tablolarda belirtilmiştir.

<b>Cinsiyetiniz</b>					
		<b>Sıklık</b>	<b>Yüzde</b>	<b>Geçerli Yüzde</b>	<b>Kümülatif Yüzde</b>
<b>Değişkenler</b>	Erkek	52	75,4	75,4	75,4
	Kadın	17	24,6	24,6	100,0
	<b>Toplam</b>	69	100,0	100,0	

<b>Yaşınız</b>					
		<b>Sıklık</b>	<b>Yüzde</b>	<b>Geçerli Yüzde</b>	<b>Kümülatif Yüzde</b>
<b>Değişkenler</b>	20-30	7	10,1	10,1	10,1
	30-40	28	40,6	40,6	50,7
	40-50	27	39,1	39,1	89,9
	50+	7	10,1	10,1	100,0
	<b>Toplam</b>	69	100,0	100,0	

<b>Öğrenim Durumunuz</b>					
		<b>Sıklık</b>	<b>Yüzde</b>	<b>Geçerli Yüzde</b>	<b>Kümülatif Yüzde</b>
<b>Değişkenler</b>	Lisans	52	75,4	75,4	75,4
	Yüksek Lisans	17	24,6	24,6	100,0
	<b>Toplam</b>	69	100,0	100,0	

<b>Meslekteki Görev Süreniz Kaç Yıldır</b>					
		<b>Sıklık</b>	<b>Yüzde</b>	<b>Geçerli Yüzde</b>	<b>Kümülatif Yüzde</b>
<b>Değişkenler</b>	0-10 yıl	15	21,7	21,7	21,7
	10-20	30	43,5	43,5	65,2
	20-30	21	30,4	30,4	95,7
	30+	3	4,3	4,3	100,0
	<b>Toplam</b>	<b>69</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

<b>Üniversite Sınavına Hazırlanırken Hangi Bölümdeydiniz</b>					
		<b>Sıklık</b>	<b>Yüzde</b>	<b>Geçerli Yüzde</b>	<b>Kümülatif Yüzde</b>
<b>Değişkenler</b>	Sayısal	27	39,1	39,1	39,1
	Eşit ağırlık	25	36,2	36,2	75,4
	Sözel	17	24,6	24,6	100,0
	<b>Toplam</b>	<b>69</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

<b>Göreviniz</b>					
		<b>Sıklık</b>	<b>Yüzde</b>	<b>Geçerli Yüzde</b>	<b>Kümülatif Yüzde</b>
<b>Değişkenler</b>	Müdür	34	49,3	49,3	49,3
	Müdür Yardımcısı	35	50,7	50,7	100,0
	<b>Toplam</b>	<b>69</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Kaç Yıldır Yöneticilik Yapıyorsunuz**

		Sıklık	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değişkenler	0-5	30	43,5	43,5	43,5
	5-10	25	36,2	36,2	79,7
	10-15	8	11,6	11,6	91,3
	15-20	6	8,7	8,7	100,0
	20+				
	Toplam	69	100,0	100,0	

<b>Görev Yaptığınız Kurum</b>					
		Sıklık	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değişkenler	OKUL ÖNCESİ	4	5,8	5,8	5,8
	İLKOKUL	32	46,4	46,4	52,2
	ORTAOKUL	15	21,7	21,7	73,9
	LİSE	18	26,1	26,1	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Araştırmadaki yöneticilerin %75,4 66'sı erkek ve yaklaşık olarak % 25,6'sı kadın Yöneticilerden oluşmaktadır. Araştırmada, çalışma kapsamına ankete katılan 69yöneticiden 34'ünü müdür ve 35 'ini müdür yardımcısı oluşturmaktadır.

Yöneticilerden 52'sinin Lisans mezunu ve 17 'sinin Yüksek Lisans mezunu Olduğu görülmektedir.

### **Güvenilirlik Analizi**

Çalışma kapsamında uygulanacak olan analizlerin doğru değerlendirilebilmesi adına katılımcılardan elde edilen sonuçlar için SPSS 6.00 paket programında güvenilirlik analizi yapılmıştır. Güvenilirlik analizinde Alfa ( $\alpha$ ) modeli (Cronbach Alpha) uygulanmıştır.

Bu yöntemde, anket ölçeğinde yer alan soruların homojen dağılım gösterip göstermediği araştırılmaktadır. Ağırlıklı standart değişim ortalaması olan bu yöntemde ölçekte bulunan soruların varyansları toplamının genel varyansa oranlaması ile elde edilmektedir.

Elde edilen değer 0 ile 1 arasında değişken bir değer olmaktadır. Hesaplanan katsayı ile ölçekteki soruların benzerliği ya da yakınlığı belirlenmektedir. Eğer ölçülen sorular arasında negatif bir korelasyon olursa, Alfa yöntemiyle hesaplanan Cronbach Alpha değeri de negatif bulunmaktadır. Bu durum güvenilirlik modelinin bozulmasına yol açmaktadır (Kalaycı, 2014).

Cronbach Alpha sorular arası korelasyona bağlı uyum değeridir. Cronbach (1951) çalışmasında, Cronbach Alpha değeri faktör altındaki soruların toplamdaki güvenilirlik seviyesini gösterdiğini ve bu değer 0,70 ve üstünde ise ölçeğin güvenilir olduğunu belirtmektedir.

### **Çalışma Kapsamında Yapılan Güvenilirlik Analizi**

Çalışmada güvenilirlik analizi olarak Cronbach Alpha ( $\alpha$ ) değeri kullanılmıştır. Katılımcılara yöneltilen anket sorularından 27'sinde 5'li Likert ölçeği kullanıldığı için güvenilirlik analizi anket sorusu için uygulanmıştır. Uygulama sonucunda, istenilen Alpha ( $\alpha$ ) değeri 0,981 olarak hesaplanmıştır.

Tabloda da görüldüğü gibi, toplam varyans açıklama oranı 540,989 , standart sapma 23,259 , ortalama değer ise 71,40 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan Alpha( $\alpha$ ) değeri 0,981 olarak, 0,70'in üzerinde gerçekleştiğinden ölçek güvenilir olmuştur.

Her bir anket sorusu için negatif 73 korelasyon görülmemiş, pozitif  $\alpha$  değerleri görülmüştür. Dolayısıyla, güvenilirlik analizi sonuçlarına göre analiz dışına çıkarılması gereken herhangi bir anket sorusu olmamıştır.

### **Sonuç**

Endüstri 4.0 kavramı günümüzde giderek popülerliğini arttırmaktadır. Gelişmiş ülkelerin öncülüğünde başlayan teknolojik devrim şüphesiz üretim sektörünün yanı sıra toplumların her alanında kendini hissettirmektedir. Ülke olarak bu sürecin sadece izlenmesi, gerekli adımların atılmayarak teknolojik dönüşümlerin gerçekleştirilmemesi mümkün değildir. Ülke sanayimizde dördüncü endüstri devrimine geçişin gerçekleşmesi için gerekli devlet politikalarının geliştirildiği görülmektedir (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Bu adımlara ek olarak, Endüstri 4.0 yol haritası Bilim ve Sanayi Bakanlığı tarafından 2018 yılında açıklanmış ve işletmelerin Ar-Ge boyutunda ve teknik anlamda yapmaları gereken hazırlıklar anlatılmıştır. (Salkın, Öner, Üstündağ and Çevikcan, 2018)

Tupa vd. (2018) çalışmalarında Endüstri 4.0 uygulamasına geçişte meydana gelebilecek

risklerden bahsetmektedir. Bu riskler; siber saldırılar ve depolanan büyük verilerin kaybedilmesidir. Bu husus da dikkate alınarak gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Salkın vd. (2018) çalışmalarında endüstriyel işletmelerin tecrübelerinden yola çıkarak, gelecekte üretim, kontrol ve siber sistemlere entegre akıllı ürünlerin izlenmesi süreçlerinin insan gücü yerine otomasyonlarla gerçekleştirileceğini söylemektedir.

Bu bağlamda, Endüstri 4.0 sistemlerine dönüşüm ve entegrasyon için doğru stratejik işgücü planlamaları, yeni sistemlere uygun organizasyon yapıları ve üretim sistemine dahil bütün paydaşlarla teknolojik anlamda işbirliklerinin geliştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Böylece, Endüstri 4.0'a geçişte Endüstri

4.0 teknolojik avantajlarından faydalanılması kolaylaşmış olacaktır. Türkiye üretim endüstrisinde farkındalığın oluşturulması, sektörlerin mevcut analizlerinin yapılması araştırmanın ana hedeflerindedir.

Endüstri 4.0 farkındalığını incelemek için hipotezler kurulmuştur. Hipotezler katılımcılardan alınan cevaplar doğrultusunda değerlendirilmiştir. Sonucunda katılımcıların Endüstri 4.0 bilgi seviyeleri, ve Endüstri 4.0 bağlamında genel değerlendirme yargıları incelenmiştir.

Benzer şekilde, Kağnıcıoğlu ve Özdemir (2017) çalışmalarında Endüstri 4.0 farkındalığı sonucunda yöneticilerin Endüstri 4.0 bilgi seviyesinin orta seviyede olduğu anlaşılmıştır.

Bu doğrultuda değerlendirme yapılacak olunursa, çalışma kapsamına göre Hatay ili Samandağ ilçesinde görev yapan Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri kısmen olumludur.

Katılımcıların cevapları ortalamaları doğrultusunda Hatay ili Samandağ ilçesinde görev yapan Okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri henüz yeteri seviyede olmadığı söylenebilmektedir.

Okul Yöneticileri çerçevesinde düşünülecek olursa, anket cevapları doğrultusunda okul yöneticilerinin Endüstri 4.0 farkındalık düzeylerini arttırmak için yöneticilere eğitimler verilebilir.

Endüstri 4.0'a geçişte eğitimde önemli problemler oluşturabileceğinden, bu bağlamda gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Dolayısıyla ülke üretim endüstrisi adına, uygulamalara öncelikli olarak Endüstri 4.0 farkındalık seviyesinin yükseltilmesi için gerekli adımlar atılmalıdır. Eğitim Endüstri 4.0 sürecine entegrasyonda önemli bir adım olarak görülmektedir.



## **Kaynakça**

Acaralp, C. M. (2017). İnsan Kaynakları Yönetiminde Endüstri 4.0. ve Dijitalleşme Etkisi. Proje Çalışması. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Alçın, S. (2016). Üretim için Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. Journal of Life Economics.

Aslan, Ş. and Özata, M. (2007). Kobi'lerde Bilgi Teknolojisi Kullanımının Rekabet Gücü Yenilikçilik Girişimcilik ve Pazarlama Kapasitesiyle İlişkileri: Otomotiv Sektöründe Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16(2).

Bağbozan, K. (2007). Otomotiv Yedek Parça Sektöründe Tedarik Zinciri Uygulamaları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Projesi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Banger, G. (2016). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme. Ankara: Dorlion Yayınları.

Batur, Z. and Uygun, K. (2012). İki Neslin Bir Kavram Algısı: Teknoloji. Ankara: Türkiye ve Ortadoğu Aile İdaresi Enstitüsü.

Bayraktar, Ö. (2017). Dijital İşletme Bilimi. İstanbul: Selis Yayınları. Bedir, A. (2002). Türkiye'de Otomotiv Sanayi Gelişme Perspektifi. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.

Çılbant, C. (2006). Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Türkiye Ekonomisi Üzerine Etkileri ve Sektör Analizi. Doktora Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Davenport, T. H., & Short, J. E. (1990). The New Industrial Engineering: Information Technology and Business process Redesign. Sloan: Sloan School Management Massachusetts Institute of Technology.

Ekinci, H. (2006). Bilgi Teknolojilerinin Rekabet Açısından Önemi ve Değişim Yönetimindeki Etkilerine İlişkin Yöneticilerin Algılarını Ölçmeye Yönelik Bir Araştırma. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (11).

Elmas, G. (2011). Bursa Bölgesinde Otomotiv Lojistiği ve Otomotiv Terminallerinde Kapasite Analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ersoy, A. R. (2016). Siemens'in Endüstri 4.0'a Bakışı ve Çalışmaları. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, 459.

Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv

Sektöre. 3 nd International Congress on Political, Economic and Social Studies.

Genç, E. C. (2017). Türkiye'de Sanayi 4.0 ve Kamu Politikası. Liberal Perspektif Analiz. Özgürlük Araştırmaları Derneği.

Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. Thailand: Apress.

Görçün, F. Ö. (2017). Endüstri 4.0. İstanbul: Beta Yayınları.

Gürak, H. (2004). Emek- Teknolojik Yenilik ve Büyüme. İstanbul: Değişim Yayınları.

Kabaklarlı, E., and Atasoy, B. S. (2016). Endüstri 4.0'ın Rolü Dinamik Panel Veri Uygulaması. İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı Yayınları.

Kennedy, P. (1991). Büyük Güçlerin Yükseliş ve Çöküşleri. Ankara: Türkiye İş Bankası Yayınları.

Kıroğlu, O. (2014). Okul Yöneticilerinin Bilgi Teknolojilerindeki Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Köksal, Y. and Türedi Karaman, M. (2014). Tüketici Otomobil Tercihinde Etkili Olan Bilgi ve İletişim Kanalları Üzerine Bir İnceleme. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.

McClellan, J. E. and Dorn, H. (2013). Dünya Tarihinde Bilim ve Teknoloji. (H. Yalçın, Çev.) Ankara: Akılçelen Kitaplar.

Özdamar, G. (2010). Reel Döviz Ekseninde İhracatı Etkileyen Faktörler ve Rekabet Gücü: Türkiye Otomotiv Sanayisi Üzerine Bir İnceleme. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özdoğan, O. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları. İstanbul: Pusula 20 Teknolojik Yayıncılık.

Papazoğlu, M., & Tsalgatidou, A. (2000). Business-to-Business Electronic Commerce Issues and Solutions. Decision Support Systems (29).

Roblek, V., Mesko, M., & Krapez, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. SAGE Open.

Samaddar, S., & Kadiyala, S. (2006). Information Systems Outsourcing: Replicating an Existing Framework in a Different Cultural Context. Journal of Operations Management, 24(6).

Ümit Fırat, S., & Fırat, O. (2017). Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye. Toprak İşveren Dergisi(114).

Üstündağ, A., & Çevikcan, E. (2018). Industry 4.0: Managing the Digital Transformation. İstanbul.

Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. Sosyal Araştırma Vakfı Katkı, 4(1).

Bauer, W., Schlund, S., Marrenbach, D. and Ganschar, O. (2014). Industry 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Studie.In: Bundesverband Telekommunikation und neue Medien e.Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation.

Benesova, A. and Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. Procedia Manufacturing.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient Alpha and The Internal Structure of Tests. Psychometrika, Vol. 16, No. 3

EBSO (2015). Sanayi 4.0. Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü Ege, B. (2014). 4. Endüstri Devrimi Kapıda Mı?. Bilim ve Teknik Dergisi.

Fırat, S. Ü. ve Fırat, O. Z. (2017). Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye. Toprak İşveren Dergisi, Sayı. 114, ss. 10-23.

Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M. (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt:2 Ekonomik Araştırmalar, ss. 149-174.

Glas, A. H. and Kleemann, F. C. (2016). The impact of industry 4.0 on procurement and supply management: A conceptual and qualitative analysis. International Journal of Business and Management Invention,5(6).

Hermann, M., Pentek, T. and Otto B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. System Sciences (HICSS), 49th Hawaii International Conference

Hofmann, E. and Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 And The Current Status As Well As Future Prospects On Logistics. Computers in Industry.

Kagermann, H., Wahlster, W. and Helbig J. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Industrie 4.0 Çalışma Grubu, Almanya

Kağnıcıoğlu, C. H. ve Özdemir, E. (2017). Endüstri 4.0 Bağlamında Eskişehir İlindeki Kobi'lerin Değerlendirilmesi. PressAcademia Procedia, 8(1).

Kalaycı, Ş., (2009). SPSS Uygulamalı Çok değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara : Asil

Yayın Dağıtım.

Kocsi, B. and Oláh J. (2017). Potential connections of unique manufacturing and industry. LogForum 13(4).

Lee, J., Bagheri, B. and Kao, H. (2014). Recent Advances and Trends of Cyber Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics. IEEE Int. Conference on Industrial Informatics.

Lezzi, M., Lazoi, M. and Corallo, A. (2018). Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework. Computers in Industry.

Liao, Y., Deschamps, F., Loures E. F. R. and Ramos L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 a systematic literature review and research agenda proposal. International Journal of Production Research, 55:12, pp. 3609-3629,

Mehami, J., Nawi, M. and Zhong, R. Y. (2018). Smart automated guided vehicles for manufacturing in the context of Industry 4.0. Procedia Manufacturing.

Miranda, S. F., Marcos, M., Peralta, M. E. and Aguayo, F. (2017). The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering. Procedia Manufacturing.

Morrar, R., Arman, H. and Mousa S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. Technology Innovation Management Review, 7(11).

Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D. and Flippi S. (2017). How will change the future engineers skills in the Industry 4.0 framework? A questionnaire survey. Procedia Manufacturing.

Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. Çukurova Üniversitesi İBF Dergisi, 21(1).

Pereira, A.C. and Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. Procedia Manufacturing, 13(1).

Salkın, C., Öner, M., Üstündağ, A. and Çevikcan E. (2018). Industry 4.0: Managing The Digital Transformation, Springer Series in Advanced Manufacturing, Chapter 1, A Conceptual Framework for Industry 4.0

Santos, M.Y., Sa, J. O., Andrade, C., Lima, F. V., Costa, E., Costa, C., Martinho, B. and Galvao, J. (2017). A Big Data system supporting Bosch Braga Industry 4.0 strategy. International Journal of Information Management.

Vaidya, S., Ambad, P. and Bhosle S. (2018). Industry 4.0-A Glimpse. Procedia Manufacturing, 20(1).

Wagner, T., Herrmann, C. and Thiede S. (2017). Industry 4.0 impacts on lean

production systems. *Procedia CIRP*, 63(2).

Wang, S., Wan, J., Li, D. and Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: *International Journal of Distributed Sensor Networks* Volume.

Yazıcı, E. ve Düzükaya, H. (2016). Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı?. *Journal of Education and Humanities: Theory and Practice*, 7(13).

Akça, Y., Şahan, G., Tural, A. (2017). Türkiye'nin Kalkınma Planlarında Eğitim Politikalarının Değerlendirilmesi. *International Journal of Cultural and Social Studies (IntJCSS)* (3).

Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve Endüstri 4.0:Endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *Sosyal Araştırmalar Vakfı Dergisi* (4).

Akyüz, Y. (2012). *Türk Eğitim Tarihi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık. Arslan, M. (2016) 2. Dünya Savaşı ve Türkiye'de Savaş Ekonomisi. *Aydın Toplum ve İnsan Dergisi*, 2(2).

Balay, R. (2004). Küreselleşme, Bilgi Toplumu ve Eğitim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2).

Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0. Eskişehir: Dorlion Yayınları*.

Buyruk, H. (2018). Gelişen Teknolojiler, Değişen İşgücü Nitelikleri ve Eğitim. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(14).

Alçın, Sinan (2016), Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(1).

Altıntaş, H., Mercan, M. (2015). AR-GE Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünlük Analizi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 70(1).

Arslan, Ü., Demirağ, Y. (2017), Sanayi Devrimi: Sonuçları ve Uluslararası Sisteme Yansımaları. *Başkent Üniversitesi*.

Ataman, Berrin Ceylan (2011). Türkiye'nin Adaylık Sürecinde Avrupa Birliği İstihdam ve Sosyal Politikası. *Siyasal Kitabevi: Ankara*.

Avrupa Birliği Bakanlığı (2018), Sanayi 4.0 Bilgi Notu, Avrupa Birliği Bakanlığı Sosyal, Bölgesel ve Yenilikçi Politikalar Başkanlığı: Ankara.

Aybars, Handan (2016). Dijital evrim ile endüstri 4.0. *BT Haber Dergisi*, Haziran.

Balay, Refik (2004). Küreselleşme, Bilgi Toplumu ve Eğitim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2).

- Bank, Emin (2017). Endüstri 4.0. Cyber Spot Dergisi,10(1).
- Bulut, E., Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. Assam Uluslararası Hakemli Dergi, 7(1).
- Buyruk, Halil (2018). Gelişen Teknolojiler, Değişen İşgücü Nitelikleri ve Eğitim. Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 8(1).
- Büyükuslu, Ali Rıza (2018), Dijital Dönüşüm. Der Kitabevi: İstanbul.
- Fırat, S., Fırat, O. (2017). Sanayi 4.0 Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar. Küresel Gelişmeler ve Türkiye", Toprak İşveren Dergisi, 14(1).
- Karaca, C., Erdoğdu, M (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi: Türkiye Böyle Bir Dönüşüme Hazır mı?, Bildiri Özet Kitabı, Eurefe Bildirileri, Temmuz, Ekonomi Kongresi, Aydın.
- Keleş, M., Tunca, M. (2010). Türkiye'deki Teknokentlerin Mevcut Durumunun İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S:11, ss. 1-22.
- Kılıç, S., Alkan, R. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri. Girişimcilik, İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi, Sanayi 4.0, KPMG: İstanbul.
- Küçükkalay, Mesut (1997). Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(1).
- Mahiroğulları, Adnan (2005). Endüstri Devrimi Sonrasında Emegın İstismarını Belgeleyen İki Eser: Germinal ve Dokumacılar. İstanbul Sosyoloji Çalışmaları Dergisi, 32(1).
- Oral, O., Çakır, M. (2017). Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1).
- Öz, C., Karagöz, S. (2015). Avrupa 2020 Hedeflerinin Avrupa İstihdam Stratejisi Çerçevesinde Değerlendirilmesi. Bilgi Dergi, 31(1).
- Özdemir, Şelale (2014), "Sanayi Devriminin Bilim Tarihi Üzerindeki Etkisi: Bilim Ve Teknoloji. Üretim Ekonomisi Kongresi.
- Öztürk, Sercan (2018). İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Aylık Yayın Organı, 36(1).
- Aybek, H, Y . (2017). Üniversite 4.0'a geçiş süreci: kavramsal bir yaklaşım. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 3(2).
- Akben, İ. (2017). 3 Boyutlu Yazıcılar ve Tedarik Zincirine Etkiler. International Journal

of Academic Value Studies, 3(10), 20-35.

Akgün, A., & Akgün, Ö., (2019). A Research on Financial Performance Analysis of Informatics Companies in the Scope of Industry 4.0, Proceedings of the International Symposium for Production Research, (s.705–723).

Akkuş, S. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinde Güvenli Veri İletişimi Programlanabilir Fiziksel Platformlar Arasında WEP Algoritması İle Kriptolu Veri Haberleşmesi Uygulaması. Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 28(3).

Aktaş, F., Çeken, C. and Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(1).

Altan, M. and Candoğan, M. A., (2014). Bankalarının Finansal Performanslarının Değerlemesinde Geleneksel Ve Gri İlişki Analizi: Katılım Bankalarında Karşılaştırmalı Bir Uygulama. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 14(27).

Ayres, R. U. (1997). Industrial Metabolism: Work in Progress. Theory and Implementation of Economic Models for Sustainable, Springer, Dordrecht.

Azuma, R. T. (1997). A Survey Of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4).

Baker, M. and Balmer, J., (1997). Visual Identity: Trappings Or Substance, European Journal of Marketing, 31(5/6).