**YENİ SANAYİ DEVRİMİ ENDÜSTRİ 4.0 ÜZERİNE BİR İNCELEME**

 **Nurten Sinem PAMUK[[1]](#footnote-1)**

 **Mehmet SOYSAL[[2]](#footnote-2)**

***ÖZET***

*Bu araştırmada, Dördüncü Sanayi Devrimi olarak ifade edilen Endüstri 4.0 kavramı üzerinde durulmuştur. Endüstriyel devrimlerin tarihsel akışı göz önünde bulundurularak Endüstri 4.0 kavramı tartışılmış ve söz konusu Dördüncü Sanayi Devrimi’nin başarıya ulaşmasında önemli kaynak olarak kullanılan nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistem, büyük veri, veri analitiği ve akıllı fabrikalar hakkında kısaca bilgiler verilmiştir. Sonrasında, üretim dünyasında ve gündelik hayatta Endüstri 4.0 uygulamalarına değinilmiştir. Ayrıca, Endüstri 4.0 konusunda literatürün mevcut durumunu anlamak üzere bir literatür taraması yapılmıştır. Araştırma sonuçları, hem iş dünyasının hem de ilgili literatürün Endüstri 4.0 kavramına olan ilgisinin giderek arttığını göstermektedir. Ancak, literatür taraması sonuçları, işletme bilim dalı ile ilgili dergilerin bu konuya yeteri kadar ilgi göstermediğini ortaya koymaktadır. Araştırmacıların makalelerinde belirtmiş oldukları adresler üzerinden yapılan değerlendirmeye göre, Endüstri 4.0 kavramını dünyaya tanıtan Almanya bu konuda yayımlanan makalelerde de önde gelmektedir ve yine bu değerlendirmeye göre ülkemizden herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.*

***Anahtar Kelimeler:*** *Üretim Yönetimi, Sanayi Devrimi, Endüstri 4.0.*

**A RESEARCH ON NEW INDUSTRIAL REVOLUTION INDUSTRY 4.0**

***ABSTRACT***

*This research addresses industry 4.0 that has been regarded as the Fourth Industrial Revolution. The concept of industry 4.0 has been discussed considering the historical flow of industrial revolutions and a brief information has been given on internet of things, cyber physical systems, big data, data mining and smart factories, which are used as the main sources for the success of industry 4.0. Then, applications of industry 4.0 in production practice and daily life have been referred. Moreover, a literature review has been done to understand the state of art in industry 4.0. The results of the research show that the interest of business world and related literature on the concept of industry 4.0 has been gradually increasing. However, the literature review reveals that the journals in management/business science do not show sufficient interest to this topic. According to an assessment based on the addresses indicated by the researchers in the papers, Germany, which has introduced the industry 4.0 concept to the world, takes also the lead in terms of published papers on the topic and a research from our country has not been encountered according to this assessment.*

***Keywords:*** *Production Management, Industrial Revolution, Industry 4.0.*

**1.GİRİŞ**

Endüstri ya da sanayi kavramı yıllarca sürekli olarak değişime uğramış olan bir faaliyet dalıdır. Üretimde kullanılan yöntemler ve üretim süreci yönetimi her geçen gün değişime uğramaya devam etmektedir. Söz konusu değişim sadece üretim işlemleri ya da sanayiyi değil, ülkelerin toplumsal demografik yapılarını, kültürlerini ve ekonomik durumlarını etkilemiş ve hatta ülkelerin haritalarının yeniden çizilmesine dahi neden olmuştur. Bu değişimin ilk başlangıcı olarak kabul edilen durum 18. Yüzyılın ortalarında İngiltere’de başlayan değişim akımıdır. Daha sonra bu eğilim zamanla bütün Avrupa’ya ve tüm dünyaya yayılmıştır.

Endüstri Devrimi öncesinde ekonomi; insan, hayvan ve topraktan oluşan üretim faktörlerine dayanırdı. Öne çıkan sektörler tarım, hayvancılık, marangozluk veya demircilikti. Endüstri Devrimi’yle beraber yeni buluşların üretime olan etkisi ve buhar gücüyle çalışan makinelerin makineleşmiş endüstriyi doğurması kitle üretimine imkân tanımıştır. Günümüze gelinceye kadar üç tane Endüstri Devrimi’ne şahit olunmuştur (Drath ve Horch, 2014).

Birinci Endüstri Devrimi (Endüstri 1.0) İngiltere’de başlamış ve yaklaşık olarak 18. Yüzyılın ortalarıyla 19. Yüzyılın ortaları arasında etkisini göstermiştir (Jänicke ve Jacob, 2009). Yeni makinelerin keşfi ile tekstilde verimliliğin artması, buhar makinelerinin kullanılmaya başlaması ve demir üretimi Birinci Sanayi Devrimi’ni başlatan en önemli etkenler olarak görülmektedir (Coleman, 1956). İngiltere’de kurulan buhar gücünden faydalanan yeni tekstil fabrikaları ile üreticiler daha verimli ve daha fazla mal ürettikleri için daha fazla pazara ve hammaddeye ihtiyaç duymaya başlamışlar, bu durum deniz aşırı ülkelere üretilen ürünlerin ihracatını beraberinde getirmiştir. Yaşanan bu sanayi devrimi, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri’nde sermaye birikiminin artmasına ve beraberinde bu toplumlarda refah seviyesinin yükselmesine imkân tanımıştır.

İkinci Endüstri Devrimi (Endüstri 2.0) teknoloji devrimi olarak da ifade edilir ve yaklaşık olarak 19. Yüzyılın ortalarıyla 20. Yüzyılın ortaları arasındaki dönemi kapsamaktadır (Jänicke ve Jacob, 2009). İkinci Endüstri Devrimi’nin temellerinin atılmasındaki en önemli faktör demiryollarının daha da gelişmesiyle birlikte uzak pazarlara ulaşımın ve hammadde tedarikinin kolaylaşmasıdır. Bunun yanı sıra kullanılan enerji kaynaklarının ve hammaddelerin değişmesi, teknolojinin her geçen gün bir adım ileri gitmesi İkinci Endüstri Devrimi’nin temellerinin atılmasındaki temel taşlardır (bkz. Jänicke ve Jacob, 2009). Bu dönemde demir kullanımının yerini çelik kullanımı aldı, bunun yanı sıra hammadde olarak kimyasal madde kullanımı da yaygınlaştı. Ayrıca, enerji kaynağı olarak buhar ve kömürün yerini elektrik ve petrolün alması, üretimde daha yüksek bir hıza ulaşılmasına neden olmuştur. Bu durum kitle üretiminin oluşumunu tetikledi. Bu dönemde, Henry Ford hareketli akış bantlarını fabrikalarında kullanmaya başlamış ve seri üretime geçişte önemli bir aktör olarak ortaya çıkmıştır (Alizon vd., 2009). Telefon, radyo, daktilo ve ucuz gazete kâğıdı gibi haberleşme araçlarının gelişmesi iletişimin daha hızlı ve etkin bir şekilde sağlanabilir hale gelmesini sağlamıştır. Böylelikle insanlar arasındaki mesafeler daha da azalmıştır. İnsanların yaşam standartları ve yaşam tarzları değişime uğramıştır. Merkezileşme ön plana çıkmıştır. Kasabalardan şehirlere göçler hızlanmış, siyasi ve ekonomik bakımdan güçlü merkezi devletler kurulmuştur. İkinci Endüstri Devrimi öncelikli olarak Amerika, Almanya ve Japonya olmakla birlikte dünyanın birçok bölgesine yayılmıştır.

1970’li yıllar itibariyle gelişen teknolojinin etkisiyle otomasyon yaygınlaşmaya başlamıştır. Üçüncü Endüstri Devrimi’nin (Endüstri 3.0) diğerlerine nazaran daha geç başlamasının nedeni İkinci Dünya Savaşı ve büyük buhranın etkilerinin atlatılması gerekliliğiydi. Ancak, söz konusu bu olaylar, özellikle İkinci Dünya Savaşı, Üçüncü Endüstri Devrimi’nin yaşanmasını geciktirmiş olmakla birlikte Üçüncü Endüstri Devrimi’nin oluşmasının da temel nedeni olmuştur. Savaş sırasında duyulan ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilen teknolojiler bu dönemin başlangıcına ışık tutmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonucunda iletişim, haberleşme ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte üretimde otomasyon mümkün bir hale geldi. Bu dönemde yazılım sektörünün gelişmesiyle birlikte makineler de değişime uğradı. Bunun yanı sıra nükleer, biyo-tarım, telekomünikasyon, lazer, fiber optik, mikro elektronik ve bilgisayar gibi alanların gelişimi üretimi bambaşka bir boyuta taşıdı. İletişim ve ulaşımın kolaylaşmasından kaynaklı olarak küreselleşme giderek arttı. İnsanlar arasında mesafe kalmadı. Bir birey dünyanın öbür ucundaki bir habere saniyeler içerisinde ulaşabilir hale geldi. Bunların yanı sıra, her endüstri devriminde görüldüğü gibi burada da bir enerji kaynağı kullanımı değişimine gidilmeye çalışılmıştır. Tam olarak % 100 oranda başarılı olamamakla birlikte, kullanılan kaynakların tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalınmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim başlamış ve bu yönelimler devlet yardımlarıyla desteklenmiştir. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik ve jeotermal enerji santralleri kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmıştır. Çağın en önemli kavramı olarak sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir büyüme kavramları büyük önem kazanmıştır (Redclift, 2005).

Son yıllara bakıldığında ise, Almanya tarafından ortaya atılan Endüstri 4.0 kavramının daha sık duyulmakta olduğu ve giderek önem kazandığı görülmektedir. Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi olarak kabul edilmektedir (Alexopoulos vd., 2016) ve birçok sektörde ciddi değişimlere yol açacağı öngörülmektedir. Google ve Google scholar web sitelerinde 2 Ocak 2017 tarihinde “Endüstri 4.0” anahtar kelimesi kullanılarak yapılan taramalarda yaklaşık sırasıyla 244.000 ve 6600 sonuç bulunmuştur. Bu durum Endüstri 4.0 konseptinin artık sıkça kullanıldığını göstermektedir. Bu çalışmanın amacı Endüstri 4.0 hakkında genel bilgiler vermek ve Endüstri 4.0 konusunda literatürün mevcut durumunu ortaya koymaktır. Literatürden elde edilen sonuçlara göre, genel hatlarıyla Endüstri 4.0 kavramını tartışan ve şu ana kadar yapılmış olan çalışmalar hakkında genel değerlendirmeler yapan bir çalışma ulusal ve uluslararası literatürde bilinebildiği kadarıyla mevcut değildir.

Çalışmanın izleyen bölümleri şu şekildedir. İkinci bölümde, Endüstri 4.0 kavramı tanıtılmış, Endüstri 4.0’ın başarıya ulaşmasında öne çıkan temel kaynaklar sunulmuştur. Üçüncü bölümde, uygulamada Endüstri 4.0’ın durumu tartışılmıştır. Dördüncü bölümde, Endüstri 4.0 hakkında literatürün mevcut durumu hakkında genel değerlendirmeler yapılmıştır. Son bölümde ise, çalışmanın genel sonuçları sunulmuştur.

# **2. ENDÜSTRİ 4.0**

İlk defa 2011 yılında resmî belgelerle ortaya çıkan Endüstri 4.0 yeni bir sanayi devriminin habercisi oldu (MacDougall, 2011). Temelde ihtiyaçların karşılanması için geliştirilmeye çalışılan bu sisteme teknolojinin geldiği boyutlar da ciddi bir dayanak haline geldi. Bu devrime Endüstri 4.0 denilmesinin nedenin anlaşılabilmesi adına Almanya’da yaşanan gelişmelerin ve çalışmaların incelenmesinde fayda vardır. Bu akım Almanya’da doğup filizlenmiş ve şu anda da yavaş yavaş dünyaya yayılmaya başlamıştır. İlk olarak 2011 yılında Almanya Eğitim Araştırma Bakanlığı ülkenin güncel durumunu değerlendirerek gelecekle ilgili geliştirici ve kalkınmaya katkı sağlayacaklarını düşündükleri 10 tane proje oluşturmuş ve bu projeler ‘’Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020’nin Gelecek Projeleri’’ adı altında yayınlanmıştır (Fang, 2016).Bu projelerin genel içeriği sürdürülebilirlik, yeni enerji kaynaklarının kullanılması ve akıllı teknoloji hakkındaydı. Yayınlanan projelerden bir tanesi de Endüstri 4.0’dı ve ilk kez Hannover Fuarında dile getirilmişti (MacDougall, 2011).

Endüstri 4.0 kavramının temeli; endüstriyel üretim sürecinde yer alan tüm birimlerin birbiriyle iletişimine, bütün ilgili verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılabilmesine ve bu veriler sayesinde mümkün olan en fazla katma değerin sağlanmasına dayanmaktadır (bkz. Brettel vd., 2014; Siemens rapor, 2016). Genel olarak Endüstri 4.0’ın kapsamlı ve açıklayıcı bir tanımı konu ile ilgili bir platformda şu şekilde yapılmaktadır: “*Endüstri 4.0, ürünlerin ve üretim sistemlerinin yaşam döngüsündeki bütün değer zincirinin organizasyon ve yönetiminde yeni bir seviye olan Dördüncü Endüstri Devrimi’ni tanımlar. Bu döngü, sürekli artarak bireyselleşen müşteri isteklerine odaklanır ve fikir aşamasından başlayarak ürün geliştirme ve üretim siparişinden, bir ürünün son kullanıcıya dağıtımını ve geri dönüşümünü de kapsayacak şekilde tüm zinciri içine alan hizmetleri içerir.*”[[3]](#footnote-3) Literatürde de benzer tanımlamalarla karşılaşılmaktadır (bkz. Gilchrist, A., 2016: 197). Tanımdan da anlaşılacağı üzere, Endüstri 4.0 genel olarak hammadde alımından başlayarak, ürünlerin üretilmesi, tüketiciye ulaştırılması ve sonrasında geri dönüşüm, bozulma vb. nedenlerden geri toplanması gibi tüm tedarik zinciri aşamalarında yer alan işlemlerin/süreçlerin gelişmekte olan teknolojilerden faydalanarak daha da iyileştirilmesini ifade etmektedir.

Her gelişimin bir ihtiyaç doğrultusunda ortaya çıktığını söylemek yanlış olmaz. Bu insan doğasında ve piyasanın yapısında söz konusu olan bir durumdur. Yukarıda incelenen diğer endüstri devrimleri de göz önüne alınırsa, Endüstri 4.0’ın ortaya çıkması da belli başlı ihtiyaçlar doğrultusunda olmuştur. Öncelikli olarak gelişen teknoloji ve iletişim ağı sayesinde günümüzde hammaddeye ve pazarlara ulaşım kolaylaşmıştır. Söz konusu ilerlemenin avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Üretim kapasitesinin giderek artması ile yaratılan arza karşılık belli bir talebe ihtiyaç duyulması günümüzde ciddi sorunlara neden olmaktadır. Gelinen bugünkü noktada piyasaların doyum noktalarına ulaşmak üzere olduklarını söylemek mümkündür. Özellikle Amerika ve Avrupa’da üretim ve talep neredeyse doyum noktasına ulaşmıştır. Bunun bir getirisi olarak ve küreselleşen piyasaların etkisiyle birlikte rekabet çok üst seviyelere çıkmıştır.

Rekabetin artması ve pazarların doyum noktasına gelmesiyle birlikte endüstri devrimlerine öncülük eden Avrupa ve Amerika, maliyetlerini düşürmek adına birtakım uygulamalar yapmışlar ve üretimlerini emek maliyetinin göreceli olarak daha düşük olduğu Brezilya, Arjantin, Türkiye, Hindistan, Endonezya, Tayvan, Tayland ve Çin gibi ülkelere taşımışlardır. Gelişmekte olan ülkelerin de bu durumdan bir kazancı söz konusuydu, çünkü zaten gelişmiş olan sanayi devlerinin arasında yerlerini alamıyorlardı. Gelişmekte olan ülkeler, üretimin ülkelerinde gerçekleşmesini sanayileşmiş ülkelerin sermayelerini ve bilgi birikimlerini ülkelerine taşımak için fırsat olarak gördüler. Bunun yanı sıra, pazarların doygunluğa ulaştığı dönemde gelişmekte olan ülkeler, özellikle Çin, sanayileşmiş ülkeler için önemli bir pazar kaynağı olarak ortaya çıktı. Ancak ilerleyen zamanda Çin ciddi bir atağa geçmiştir. Elindeki ürünleri değişim mühendisliği sayesinde yenileyerek önemli bir aktör olarak sanayi devlerinin arasında yerini almıştır. Bunun yanı sıra Hindistan ve Brezilya gibi ülkeler de sanayilerini geliştirerek rekabet yarışına katıldı ve rekabet günümüzdeki haline ulaşmıştır.

Gelinen bu noktada, Almanya öncülüğünde sanayi ve teknolojik imkânlar olarak gelişmiş olan ülkeler, rekabet avantajı sağlamak ve maliyetlerini daha da düşürmek için Dördüncü Sanayi Devrimi’ni başlatmışlardır. Emek maliyetini daha da düşürmek ve az nitelikli işgücüne olan bağımlılığı azaltmak, üretimin düşük işgücü maliyetinden dolayı uzak doğuya kayma gereksinimini birçok sektörde azaltacağı düşünülmektedir.

Endüstri 4.0’ın uygulanmasının bir diğer nedeni tüketici taleplerinde yaşanan değişimdir. Günümüzde tüketiciler küreselleşen dünyanın ve üretilen ürün miktarının ve çeşitliliğinin oldukça yüksek olmasından dolayı yeni ürünlere hızlı bir şekilde ulaşma ihtiyacı duymaya başlamışlardır. Dolayısıyla işletmeler için piyasaya yeni ürünün mümkün olduğunca hızlı çıkarılması hayati öneme sahip olmuştur. Hatta bu gerekliliği yerine getirmek isteyen birtakım firmalar başarısız sonuçlar almıştır. Örneğin; Güney Kore’nin teknoloji devi Samsung’un yakın tarihte piyasaya sürdüğü telefonlarındaki batarya sorunu ve buna bağlı olarak ısınmaların ve patlamaların yaşanması, ürünün piyasaya sürülmesine hazır olmamasına rağmen hızlı bir tepki vermek amacıyla piyasaya sunulmasının bir sonucu olarak karşımıza çıkmıştır. Ayrıyeten, günümüzde bireyselleşen müşteri isteklerini karşılama gereksinimi son sanayi devrimini tetikleyen unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Sonuç olarak, küreselleşen piyasada rekabet üstünlüğü sağlamak, kalifiye olmayan işgücüne olan bağımlılığı azaltmak, piyasalara hızlı ve hatasız ürünler çıkarabilmek, esnekliğin arttırılması ve maliyetlerin azaltılması Endüstri 4.0’ın temel çıkış noktaları olarak görülebilir. Bahsi geçen faktörlere ek olarak, kullanılan kaynakların tükenmesi, dünyanın yaşam ömrünün azalıyor olması ve toplumun bu durum hakkındaki artan endişesi Endüstri 4.0’ın gelişmesine itici güç oluşturmuştur. Endüstri 4.0’ın getireceği teknoloji ve yenilikler sayesinde son dönemlerin en popüler ve üzerinde durulan kavramı olan sürdürülebilirlik konusunda da büyük katkı sağlayacağı ortadır.

# **2.1. Endüstri 4.0’ın İçerisinde Yer Alan Önemli Kaynaklar**

Dördüncü Sanayi Devrimi’nin amaçlarını gerçekleştirebilmesi için birtakım araçlara ihtiyacı vardır. Bu araçlar sayesinde bilgi ağını ve haberleşmeyi geliştirerek yukarıdaki bölümde bahsedilen amaçlara ulaşılabilir. Burada, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistem, büyük veri ve veri analitiği ve akıllı fabrikalar gibi Endüstri 4.0 denince akla gelen önemli araçlar hakkında bilgi verilmektedir.

## **2.1.1. Nesnelerin İnterneti**

Kısaca ‘’The IoT’’ olarak anılan nesnelerin interneti, içerisinde ağ bağlantısı bulunun fiziksel cihazların birbiriyle iletişimini ve bu nesnelerin uzaktan kontrol edilmesini kapsamaktadır (Gubbi vd., 2013). Makine ile makine (M2M) iletişimini mümkün kılan bu sistem hızlı bir şekilde gelişmeye devam etmektedir (Roblek vd., 2016).

İlk kullanımıyla internet insanların arasında kıtalarca mesafe olmasına rağmen birbirleriyle haberleşmesine yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra, küreselleşmenin temel yapı taşı olan internet mevcut pazarların yapısının ve işletme stratejilerinin değişmesine neden oldu. Şu anda nesneler boyutuna taşınan bu haberleşmenin piyasanın yapısını, işletmelerin üretim ve pazarlama stratejilerini etkileyeceğinin kuşkusuz olduğu ortadadır. Günümüzde birçok büyük teknoloji ve yazılım firması nesnelerin internetiyle ilgili ürünler ortaya çıkarmaktadır. Türkiye’de Siemens ve Koç Sistem gibi şirketler, dünya genelinde ise IBM ve Oracle gibi uluslararası yabancı firmalar nesnelerin interneti alanında ciddi yatırımlar yapmaktadırlar. Örneğin, Koç Sistem; baz istasyonları, elektrik sayaçları, üretim ekipmanları gibi pek çok cihazı uzaktan yöneterek nesnelerin interneti adına kurdukları yapıya platform 360 adını vermişlerdir. Platform 360 vizyonu yalnızca üretim sürecini değil, lojistik ve pazarlama süreçlerini de kapsamaktadır.[[4]](#footnote-4)

## **2.1.2. Siber-Fiziksel Sistem**

Endüstri 4.0'ın önemli bir kısmı olan, siber-fiziksel sistem, makineleri ekstra zeki ve esnek yazılımlar sayesinde kontrol etmeyi ifade etmektedir (bkz. Kobara, 2016). Ulusal Bilim Kurumu (The National Science Foundation), siber-fiziksel sistemleri şu şekilde tanımlamaktadır. “*Siber-fiziksel sistemler; gözlemleme, eşgüdümleme ve denetim gibi üretim süreçlerindeki temel prensiplerin, hesaplama ve iletişim bileşkesinden olunan karma teknoloji tarafından yönetildiği sistemlerdir. Söz konusu karma teknoloji daha açık bir ifadeyle, fiziksel makineleri siber teknoloji ile bütünleştirme yoluyla çok daha akıllı hale getirmektedir. Bu bağlamda, süreç bir bütün halinde siber-fiziksel sistemler olarak anılmaktadır*” (Ege Bölgesi Sanayi Odası Raporu, 2015).

Siber-fiziksel sistemlerde, yerleşik üretim faktörlerine gömülü yazılımlar ve sensörler sayesinde daha önceden programlanan sistemler M2M iletişimi sağlayarak herhangi bir müdahale gerektirmeden çalışabilmektedir (Oesterreich ve Teuteberg, 2016). Dolayısıyla, genel bir çerçevede sistemin başlangıcında yapılacak bir programlamayla, sistemin tüm süreci hiçbir müdahale ya da ek emek gerekmeden otomatik olarak kendini gerçekleştirebilmektedir. Bu süreçte öncelikli olarak otomasyon devreye girmektedir. Öğrenen robotların da içinde bulunduğu birçok makine üretim sürecinin içerisine dâhil olmaktadır. Günümüzde özellikle otomobil sektöründe öğrenen robotların ve araçların birtakım üretim süreçlerinde hali hazırda yer aldıkları bilinmektedir.

## **2.1.3. Büyük Veri ve Veri Analitiği**

Günümüzde internet aracılığıyla birçok verinin bir araya getirilmesi mümkündür. Ancak genel bir bakış açısıyla artan bilgi kirliliğinden kaynaklı olarak bu bilgilerin kullanımının ve içlerinden doğru bilgilerin seçiminin çok zor olduğu düşünülmektedir. Aslında bir gerçek olan bilgi kirliliği son zamanlar ciddi oranlarda büyüme yaşamaktadır. Ancak bu bilgilerin kesinlikle doğru bilgiyi elde etmeyi imkânsız kılması söz konusu değildir. Günümüzde bu bilgilerin ayrıştırılmasıyla ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Örneğin, Koç Sistem’in Endüstri 4.0 araçlarından biri olan büyük veri hakkında çalışması bulunmaktadır. IQ Plus sistemi olarak adlandırılan bu sistemin temel özelliği var olan karışık ve büyük verileri sadeleştirmesidir.[[5]](#footnote-5)

Günümüzde veriler makineler ve cihazlar aracılığıyla üretilir ve bulut altyapılı sistemler içerisinde depolanırlar (Roblek vd., 2016). İhtiyaç duyulduğunda işletme yönetimleri ya da gündelik hayatta tüketiciler bu verilere ulaşabilir. Şu an var alan ağlardaki verilerin büyüklüğünün ilerleyen yıllarda çok daha fazla olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla, endüstri açısından bakıldığında, büyük veri Endüstri 4.0 için önemli bir rol oynayacaktır. Alman hükümetine göre Endüstri 4.0’ın yakıtının büyük veriler olacağı öngörülmektedir (Yin ve Kaynak, 2015).

Genel bir bakış açısıyla, siber-fiziksel sistemlerde akıllı makineler ile sürekli olarak bilgi üretimi ve bilgi depolaması yapılacaktır. Bu bilgilerin belli bir zaman sonra analiz edilmesi ölçülmesi ve yapılandırılması gerekecektir. Tam da bu noktada büyük veri analizi bir başka isimle veri madenciliği ön plana çıkmaktadır (Kleineidam vd., 2016). Büyük verilerin analizi ve kullanımı ile temel olarak etkinliğin arttırılması, hata oranlarının azaltılması ve esnekliğin arttırılması amaçlanmaktadır.

## **2.1.4. Akıllı Fabrikalar**

Her bir endüstri devrimiyle birlikte, fabrikaların üretim süreçlerinde değişim yaşanmış ve otomasyonun devreye girmesiyle üretimdeki insan faktörünün rolü değişmiştir. Ekonomik büyüme ve istihdam artışı Endüstri 4.0’ın temel amaçları arasında yer almaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte üretimde yeni iş süreçlerinin oluşması ve ihtiyaç duyulan işgücü profilinde değişme beklenmektedir. Akıllı fabrikaların oluşması ve beraberinde kullanılan ileri teknoloji otomasyon sistemleri ile birlikte düşük nitelikli işgücüne olan ihtiyacın azalacağı öngörülmektedir. Yeni düzende üretimde gerçekleşen hata oranlarının daha da azalması, üretim sürecinin hızlanması ve üretim maliyetlerinin daha da düşürülmesi hedeflenmektedir.

Akıllı fabrikaların oluşturulmasının temel araçları aslında yukarıda bahsedilen otomasyon sistemlerdir. M2M iletişimin sağlanması üretim sürecindeki eşgüdümlemenin kusursuz ve tam zamanında olmasını sağlayacaktır. Bunun oluşturulabilmesi için nesnelerin internet sisteminin hatasız bir şekilde uygulanması, makineler arasındaki iletişimin yazılımlar ve sensörler aracılığıyla desteklenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra siber-fiziksel sistemler de bu süreçte oldukça büyük bir rol oynamaktadır.

Akıllı fabrikaların sağlayacağı yararlar arasında bireylere prototipleşme aşamasında veya ürün son haline ulaşmadan hemen önce kendilerine özel ürün sipariş edebilme, ya da kendi tasarımını yapabilme imkânı tanıyan kitle özelleştirmesi vardır (Tuominen, 2016). Bir diğer önemli faktör ise esnekliktir. M2M iletişimi ve siber fiziksel sistemler oluşturulması üretim süreçlerine esneklik katacak ve süreç içerisinde birtakım değişiklikler yapılabilmesini kolaylaştıracaktır.

Bunun yanı sıra akıllı fabrikaların içerisindeki sistemin büyük veri analizlerini uygun bir şekilde yapıp uygulama yeteneği edinmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, bu sistemin sağlayacağı faydalar sadece fabrika içerisinde kalmayıp, tedarik zinciri ağının da söz konusu durumlarla ilgili daha fazla bilgiye sahip olmasına yardımcı olacaktır (Shrouf vd., 2014).

# **3. UYGULAMADA ENDÜSTRİ 4.0**

Endüstri 4.0’ın gelişimiyle birlikte birçok sektörde değişim yaşanacağı ortadadır. Bu bölümde kısaca üretim dünyasında ve gündelik hayatta Endüstri 4.0 uygulamasının etkileri tartışılmaktadır.

## **3.1. Üretim Dünyasında Endüstri 4.0**

Endüstri 4.0’ın en etkin anlamda kendini göstermesi beklenilen alan, üretim ve imalat alanıdır. Zaten temel anlamda bu yaklaşımının geliştirilmesinin nedeni; üretimde esneklik, verimlilik, hız ve kalite artışının sağlanmasıdır (Ege Bölgesi Sanayi Odası Raporu, 2015; Rüßmann vd., 2015). Birbirleriyle iletişim halinde olan makine ve robotlar büyük üretim serilerinin pratik bir şekilde üretilmesine imkân tanıyacak ve esnek fabrikaların oluşmasını sağlayacaktır. İleri otomasyon (insansız üretim hatları), veri ve benzetim teknikleri kullanımı üretim hızını arttıracak ve ihtiyaç duyulan stok miktarlarının azalmasına sebep olacak, bu da verimliliğin artmasını sağlayacaktır. Kullanılacak olan sensörler üretim sürecinin anlık takibine imkân tanıyacak ve olası hatalara müdahale edilmesi sağlanacaktır, bu da beraberinde kalite artışını getirecektir. Öte yandan düşük kalifiye işgücüne olan talebin azalması, buna karşın farklı yetkinliklere sahip işgücüne olan talebin artış göstermesi beklenmektedir. Ayrıca, Endüstri 4.0’a uyum sürecinde üreticilerin bu alanda yatırımlara ağırlık vereceği söylenebilir.

Tesis tasarımında da Endüstri 4.0 uygulamalarına rastlamak mümkündür. Örneğin, yeni bir tesisin kurulumu ya da bu tesise herhangi bir yenilikçi yaklaşımın eklenmeden önce artık bunun test edilmesi birtakım simülasyon programlarıyla mümkündür. Arena programı bu programlara verilebilecek örneklerden sadece biridir. Bu programlar sayesinde şirketler tesis tasarımlarını uygulamaya geçmeden önce test etme imkânı bulabilirler. Aynı zamanda sanal durum ve gerçek durum karşılaştırması yapabilme imkânına da sahip olabilirler.

Şu an üretim sektöründe yaşanmakta olan bir diğer yenilikse, sadece makinelerin sensörlerle haberleşmeleri değil, operatörlerin de makinelerle haberleşmelerini içermektedir. Bu durumda artık tabletle ve bilgisayarla sınırlı kalmayıp, akıllı saatler aracılığıyla da montaj hattında yaşanan bir problemden operatörün anında haberi olabilecektir. Bunun yanı sıra kullanılan bulut sistemi aracılığıyla akıllı saatteki bilgiler ve analizler kolaylıkla bilgisayara aktarılabilecek ve değerlendirmesi sağlanabilecektir**.**

Bununla birlikte TÜSİAD ve Bostan Consulting Group ortak bir çalışmada Türkiye’de altı farklı sektörde faaliyet gösteren toplam 25 Türk imalat firmasıyla Endüstri 4.0 farkındalığı hakkında bir çalışma yürütmektedir. Bu sektörler;otomotiv ve otomotiv yan sanayi, makine, beyaz eşya, gıda ve içecek, tekstil ve kimyadır (TÜSİAD Raporu, 2016). Araştırmanın sonuçlarına göre, seçilen sektör liderlerinin Endüstri 4.0 hakkında farkındalık oranları oldukça yüksektir ve bununla birlikte zaten hali hazırda birtakım uygulamaları kendi firmalarında hayata geçirmektedirler. Çizelge 1’de hangi sektörde ne gibi gelişmeler yaşandığı görülmektedir.

**Çizelge 1. Pilot Sektörlerde Sanayi 4.0 Uygulamaları**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sanayi 4.0 Göstergeleri** | **Sektör** | **Örnekler** |
| **1.** Entegre, otomasyonlu vemükemmel üretimakışı | Beyaz Eşya | **Entegre Kalite Yönetimi**Ürünler üretim süreci sırasında takip edilerek ve ön üretim sonrasında yapılan testlerde çıkan hata verilerine dayanılarak fire azaltılıyor ve işleme süreci iyileştiriliyor. |
| Makine Sistemleri | **Entegre Tasarım Verileri**Üretim sürecinde, operasyonları optimum hale getirmek için tasarımdan üretim hattı sonuna kadar dikey veri entegrasyonundan faydalanılıyor. |
| Beyaz Eşya | **Yatay Veri Entegrasyonu**Tedarikçilerin bazı ERP verilerini görmesi sağlanarak entegre üretim sürecine daha yaklaşılmış oluyor.  |
| **2.** Sanal ürün tasarımı | Otomotiv | **Sanal Fabrika ve Ürün Tasarımı**Gerçek üretim ihtiyaçlarına dayanan fabrika simülasyonlarıyla üretimi optimum hale getirmek için, fabrika ve ürün tasarımını entegre eden bir ortak çözüm sunuluyor. |
| **3.** Esnek üretim | Beyaz Eşya | **Esnek Üretim Robotları** RFID tabanlı akıllı ürünlerle iletişim kuran ve aletleri ve üretim görevlerini ürün çeşidine göre ayarlayan bir üretim hattı uygulamaya geçirildi. |
| **4.** Akıllı ve otomatize lojistik | Otomotiv  | **Lazer Yönlendirmeli Otomatik Yönlendirmeli Araç (AGV)** Sunucu bilgisayarın envanteri ve üretim programını ve teslimatları kontrol ettiği ve AGV’leri yönlendirdiği lazer yönlendirmeli lojistik sistemler kullanılıyor. |
| **5.** Öğrenen süreçler | Kimyasallar | **Kendini Optimize Eden Süreç Akışı**Bilgi teknolojileri algoritması kullanılarak, temel malzeme karışımındaki sorunlar tanınarak, nihai ürün sürecinin kalitesi optimize ediliyor. |

***Kaynak:*** *TÜSİAD Raporu, (2016: 43).*

Uluslararası şirketlerin de Endüstri 4.0 sürecine geçiş ile birlikte ciddi adımlar atmaya başladıkları görülmektedir. Örneğin, 1924 yılında Almanya’da kurulan Adidas firması son 20 yıldır ucuz işgücü nedeniyle üretimini Çin’de yapıyordu. Bunun nedeni ise ucuz işgücü sayesinde maliyet avantajı sağlamak istemesiydi. Ancak yakın bir tarihte dünyanın en büyük spor malzemeleri üreticilerinden olan Adidas’ın 2017’de Amerika Atlanta’da faaliyete geçecek olan Speed Factory tesisi tanıtıldı. Üretimin tamamen insansızlaştırılacağı bu fabrikada ayakkabı üretimini tamamıyla makineler gerçekleştirecektir. Firma, robotların üretim sürecinde yer alacağı bu fabrikada temel amacın müşteri taleplerini en hızlı şekilde karşılayabilmek olduğunu açıkladı. Ayrıca kullanılacak yeni teknolojiyle birlikte Adidas’ın ürün çeşitliliğinin çok üst seviyelere çıkaracağı da duyuruldu. Bununla birlikte, kişiye özel ürün tasarımına da ilerleyen sürelerde geçebileceklerini öngördükleri söylenmektedir. Yaklaşık 7000 metrekarelik alana kurulacak fabrikada 2017 yılında 50.000 çift ayakkabı üretilmesi beklenmektedir.[[6]](#footnote-6) Bu durum Endüstri 4.0 sayesinde üretimin Asya’dan Amerika’ya kaymaya başladığının bir göstergesidir.

## **3.2.** **Gündelik Hayatta Endüstri 4.0**

Endüstri 4.0’ın sadece üretim alanında ya da iş hayatında hayata geçirilmeyeceği, bununla birlikte gündelik hayatta da hayatımızın bir parçası haline gireceği görülmektedir. Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler ve geliştirilen birtakım yazılımlarla çoktan hayatımızda yer almaya başladığı ortadadır. Fakat bunların sadece mikro etkiler olduğu düşünülmekte ve çok daha büyük makro etkilere sahip olması beklenilen bir durumdur.

Günümüzde hali hazırda uygulamada var olan birtakım durumlar söz konusudur. Örneğin, akıllı telefonlara indirilebilecek birtakım uygulamalar sayesinde herhangi bir ek araca ihtiyaç duymadan televizyonlar kontrol edilebilmektedir. Ayrıca, günümüzde kullanılan akıllı telefonlardaki bilgilerin aynı zamanda bilgisayarda veya tablette kullanılıyor olunması, Endüstri 4.0’ın önemli araçlarından biri olan nesnelerin internetinin uygulanmasının ilk adımları olarak değerlendirilebilir. Daha gelişmiş sistemler olarak telefon uygulamaları şeklinde geliştirilen birtakım programlar sayesinde günümüzde bazı ev gereçlerinin uzaktan kullanılması mümkündür. Örneğin, daha eve girmeden klimayı kontrol ederek evin ısısının ayarlanmasını sağlayan çeşitli programlar hali hazırda kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bulut teknolojileri sayesinde saklamak istediğimiz veriler bilgisayarımızda yer kaplamadan depolanabilmektedir. Ayrıca, bu sistemler sayesinde bir başka cihazdan bilgilere ulaşma, indirme ve kullanma imkânına sahip olunabilmektedir.

Ancak bunlar yalnızca mikro etkilerdir, ilerleyen zamanlarda makro etkilerle de karşılaşılması mümkündür. Örneğin, akıllı kavşaklar sayesinde herhangi bir yolda araç olmaması halinde ışıkların birbiriyle sensörler yardımıyla haberleşmesi sayesinde kırmızı ışıkta bekleme zorunluluğumuz ortadan kalkabilir. Bunun bir diğer üst seviyesi ise akıllı şehirlerdir (Pfisterer vd., 2016); Örneğin, park yeri doluluğunun takibi ve trafikte akıllı sinyalizasyon sistemlerinin kullanımı gibi.

# **4. LİTERATÜRDE ENDÜSTRİ 4.0**

Bu bölümde, literatürde araştırmacıların Endüstri 4.0 konusunda yapmış olduğu çalışmalar hakkında genel bilgiler verilmektedir. Bu amaçla, uluslararası alanda saygın çalışmaların tarandığı Thomson Reuters Web of Knowledge sitesinde, “Endüstri 4.0” anahtar kelimesi kullanılarak bir literatür taraması yapılmıştır.[[7]](#footnote-7) Literatür taraması sonucunda İngilizce yazılmış olan 56 tane akademik makaleye erişilmiştir. İzleyen kısımda bu çalışmalar üzerinde yapılmış olan genel değerlendirmeler sunulmaktadır.

Makalelerin yıllara göre yayımlanma tarihlerine bakıldığında ilk olarak 2011 yılında resmî belgelerle ortaya çıkan Endüstri 4.0 kavramının, 2014 yılından sonra literatürde kendine yer bulduğu görülmektedir (bkz. Şekil 1). İzleyen son iki yılda ise araştırmacıların ve akademik dergilerin bu konuya daha fazla önem verdiklerini söylemek mümkündür. Zira 2015 ile 2016 yılları arasında yayımlanan makale Sayı:sında yaklaşık dört kat artış yaşanmıştır.

**Şekil 1. Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı**

Çizelge 2’de makalelerin yayımlandığı dergiler ve ilgili makale Sayı:ları yer almaktadır. Genel olarak bakıldığında, mühendislik, bilgisayar bilimleri ve telekomünikasyon gibi araştırma alanlarında yer alan dergilerin Endüstri 4.0 konusuna ilgi gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla araştırma konularına göre bir sınıflandırma yapıldığında (bkz. Çizelge 3), sosyal bilimler alanında yer alan işletme bilim dalı ile ilgili dergilerin Endüstri 4.0 konusuna yeteri kadar ilgi göstermediği söylenebilir.

**Çizelge 2. Makalelerin Yayımlandığı Dergiler**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Dergi Adı** | **Sayı** | **Makaleler** |
| CIRP ANNALS MANUFACTURING TECHNOLOGY | 5 | Flatscher ve Riel (2016); Liu ve Lu (2016); Monostori vd. (2016); Roy vd. (2016); Schuh vd. (2014);  |
| AT AUTOMATISIERUNGSTECHNIK | 4 | Diedrich ve Riedl (2016); Scheleipen vd. (2015a); Scheleipen vd. (2015b); Weinberger vd. (2016) |
| PROCEEDINGS OF THE IEEE | 4 | Bangemann vd. (2016); Condry vd. (2016); Harrison vd. (2016); Pfeiffer vd. (2016)  |
| CHINESE JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING | 3 | Chen vd. (2016); Harrsion vd. (2016); Tao vd. (2016) |
| COMPUTERS IN INDUSTRY | 2 | Oesterreich ve Teuteberg (2016); Thramboulidis ve Christoulakis (2016) |
| CYBERNETICS AND SYSTEMS | 2 | Shafiq vd. (2016); Shafiq vd. (2015) |
| ENTREPRENEURSHIP AND SUSTAINABILITY ISSUES | 2 | Gerlitz (2016); Prause (2016) |
| JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JIEM | 2 | Sanders vd. (2016); Sommer (2015) |
| SOCIETIES | 2 | Pfeiffer (2016); Weiss vd. (2016) |
| TM TECHNISCHES MESSEN | 2 | Kohlert ve Konig (2016); Thongpull vd. (2015) |
| ACM COMPUTING SURVEYS | 1 | Zhan vd. (2015) |
| CIRP JOURNAL OF MANUFACTURING SCIENCE AND TECHNOLOGY | 1 | Fujishima vd. (2016) |
| COMPUTER NETWORKS | 1 | Wang vd. (2016) |
| ELECTRICAL ENGINEERING | 1 | Kleineidam vd. (2016) |
| IADIS INTERNATIONAL JOURNAL ON COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS | 1 | Kern vd. (2015) |
| IEEE CLOUD COMPUTING | 1 | Georgakopoulos vd. (2016) |
| IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL | 1 | Lin vd. (2016) |
| IEEE SENSORS JOURNAL | 1 | Wan vd. (2016) |
| IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING | 1 | Chien vd. (2016) |
| IEICE TRANSACTIONS ON INFORMATION AND SYSTEMS | 1 | Kobara (2016) |
| INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY | 1 | Tuominen (2016) |
| INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING | 1 | Alexopoulos vd. (2016) |
| INTERNATIONAL JOURNAL OF INTERACTIVE DESIGN AND MANUFACTURING | 1 | Oses vd. (2016) |
| INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH | 1 | Ivanov vd. (2016) |
| JOURNAL FOR LABOUR MARKET RESEARCH | 1 | Hirsch-Kreinsen (2016) |
| JOURNAL OF NETWORK AND COMPUTER APPLICATIONS | 1 | Sepulcre vd. (2016) |
| JOURNAL OF SENSOR AND ACTUATOR NETWORKS | 1 | Pfisterer vd. (2016) |
| JOURNAL OF SENSORS AND SENSOR SYSTEMS | 1 | Konig ve Thongpull (2015) |
| KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS | 1 | Chung ve Kim (2016) |
| MICROPROCESSORS AND MICROSYSTEMS | 1 | Yue vd. (2015) |
| MOBILE NETWORKS APPLICATIONS | 1 | Cai vd. (2016) |
| SAGE OPEN | 1 | Roblek vd. (2016) |
| SENSORS | 1 | Ji vd. (2016) |
| SERVICE ORIENTED COMPUTING AND APPLICATIONS | 1 | Narendra vd. (2016) |
| SMART SCIENCE | 1 | Jeng vd. (2016) |
| SOFTWARE AND SYSTEMS MODELING | 1 | Mosterman ve Zander (2016) |
| TEHNICKI VJESNIK TECHNICAL GAZETTE | 1 | Veza vd. (2016) |
| TRANSACTIONS ON EMERGING TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES | 1 | Siddiqui vd. (2016) |

**Çizelge 3.** **Makalelerin Araştırma Alanları**

|  |  |
| --- | --- |
| **Araştırma Alanları** | **Sayı:** |
| Mühendislik | 25 |
| Bilgisayar bilimleri | 17 |
| Otomasyon kontrol sistemleri | 6 |
| Telekomünikasyon | 6 |
| Alet enstrümantasyonu | 5 |
| İşletme ekonomisi | 3 |
| Yöneylem ve işletme bilimi | 2 |
| Sosyoloji | 2 |
| Kimya | 1 |
| Elektrokimya | 1 |
| Fizik | 1 |
| Bilim teknolojisi ile ilgili diğer konular | 1 |
| Sosyal bilimler ile ilgili diğer konular | 1 |

Bir başka analizde, makalelerde araştırmacılar tarafından kullanılan anahtar sözcükler incelenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda öne çıkan anahtar kelimeler şunlardır: Sanal mühendislik, siber-fiziksel sistemler, kablosuz sensör ağları, bilgi teknolojileri, otomasyon sistemleri, arttırılmış gerçeklik, endüstriyel otomasyon ve nesnelerin interneti. Bu konuların Endüstri 4.0 Sanayi Devrimi’yle son yıllarda daha da önem kazandığı görülmektedir.

Endüstri 4.0 içerisinde yer alan önemli kaynaklar olan nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistem, büyük veri ve veri analitiği ve akıllı fabrikalar kavramları çalışmanın ikinci bölümünde tartışılmıştı. Bu kavramların önemini anlamak açısından taranan makalelerde söz konusu kavramların kullanım durumları üzerine bir inceleme yapılmıştır. Taranan 56 makale içerisinde, nesnelerin interneti kavramı 46 makalede, siber-fiziksel sistem kavramı 36 makalede, büyük veri veya veri analitiği kavramları 30 makalede, akıllı fabrikalar kavramı ise 23 makalede kullanılmaktadır. Bu sonuçlar ilgili kavramların Endüstri 4.0 açısından önemini ortaya koymaktadır.

Değerlendirilen 56 makale içerisinde, yine Thomson Reuters Web of Knowledge sitesinde taranan makalelerden atıf alarak öne çıkan makaleler Çizelge 4’te sunulmaktadır.

**Çizelge 4. Atıf Alarak Öne Çıkan Çalışmalar**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Makale** | **Atıf Sayı:sı** | **Makale** | **Atıf Sayı:sı** |
| Shafiq vd., 2015 | 7 | Condry ve Nelson, 2016 | 1 |
| Schuh vd., 2014 | 6 | Harrison vd., 2016b | 1 |
| Ivanov vd., 2016 | 5 | Monostori vd., 2016 | 1 |
| Zhan vd., 2015 | 5 | Pfeiffer vd., 2016 | 1 |
| Wang vd., 2016 | 4 | Pfisterer vd., 2016 | 1 |
| Konig ve Thongpull, 2015 | 3 | Shafiq vd., 2016 | 1 |
| Yue vd., 2015 | 3 | Sommer, 2015 | 1 |
| Schleipen vd., 2015a | 2 |  |  |
| Chung ve Kim, 2016 | 1 |  |  |

Hangi ülkelerdeki araştırmacıların Endüstri 4.0 konusuna ilgi duyduğunu görmek için, araştırmacıların makalelerinde belirtmiş oldukları adresler üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Endüstri 4.0 kavramını dünyaya tanıtan Almanya’nın bu konuda yayımlanan makalelerde de başı çektiği görülmektedir. Değerlendirilen 56 çalışmanın yarısında Almanya adresli en az bir araştırmacının olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (bkz. Çizelge 5). Almanya’yı 11 çalışma ile Çin izlemektedir. Sonrasında ise, İngiltere, İspanya ve Amerika gibi endüstride ileri ülkeler gelmektedir.

**Çizelge 5. Makalelerin Ülkelere Göre Değerlendirilmesi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ülke** | **Sayı** | **Ülke** | **Sayı** | **Ülke** | **Sayı** |
| Almanya | 23 | Kanada | 2 | Rusya | 1 |
| Çin | 11 | Estonya | 2 | Suudi Arabistan | 1 |
| İngiltere | 6 | Polonya | 2 | İskoçya | 1 |
| İspanya | 6 | Tayvan | 2 | Sırbistan | 1 |
| Amerika | 5 | Hırvatistan | 1 | Slovenya | 1 |
| Avustralya | 4 | Finlandiya | 1 | Güney Kore | 1 |
| Japonya | 4 | Macaristan | 1 | İsveç | 1 |
| Fransa | 3 | Hindistan | 1 | İsviçre | 1 |
| Yunanistan | 3 | İtalya | 1 |  |  |
| Avusturya | 2 | Lüksemburg | 1 |  |  |

Çizelge 5’te sunulan verilerden görüldüğü üzere ülkemizden herhangi bir çalışma bu listede kendine yer bulamamıştır. Bunun üzerine taranan makaleler içerisinde ülkemizin adının geçtiği makaleler araştırılmıştır. Taranan makaleler içinde, sadece Schuh vd.’nin 2014 yılındaki makalesinde, hakkında çok fazla detay verilmeyen bir vaka olayı örnek gösterilirken ülkemizin adı geçmektedir. Bu çalışma haricinde diğer makalelerde ülkemizin adına rastlanmamaktadır.

# **5. SONUÇ**

Bu araştırmada, Dördüncü Sanayi Devrimi olarak ifade edilen Endüstri 4.0 kavramı üzerinde durulmuştur. Genel hatlarıyla Endüstri 4.0 kavramını tartışan ve şu ana kadar yapılmış olan çalışmalar hakkında genel değerlendirmeler yapan bir çalışma ulusal ve uluslararası literatürde bilinebildiği kadarıyla bulunmamaktadır. Buradan hareketle, çalışmanın amacı Endüstri 4.0 hakkında genel bilgiler vermek ve Endüstri 4.0 konusunda literatürün mevcut durumunu ortaya koymak olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucu elde edilen bilgilere göre, hem iş dünyasında hem de literatürde Endüstri 4.0 konseptinin kullanımı giderek artmaktadır. Nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistem, büyük veri ve veri analitiği ve akıllı fabrikalar Dördüncü Sanayi Devrimi’nin amacına ulaşmasında aracı olarak kullanılan temel kaynaklar olarak öne çıkmaktadır. Endüstri 4.0 genel olarak üretimde esneklik, verimlilik, hız ve kalite artışının sağlanmasını hedef alarak üretim dünyasını ve gündelik hayatı etkilemektedir. İlgili literatür taraması sonuçlarına göre;

1. Endüstri 4.0 kavramının 2014 yılından sonra literatürde kendine yer bulmaya başladığı, izleyen son iki yılda ise araştırmacıların ve akademik dergilerin bu konuya daha fazla önem verdiği anlaşılmaktadır,
2. genel olarak, mühendislik, bilgisayar bilimleri ve telekomünikasyon gibi araştırma alanlarında yer alan dergilerin Endüstri 4.0 konusuna ilgi gösterdiği, ancak sosyal bilimler alanında yer alan işletme bilim dalı ile ilgili dergilerin bu konuya yeteri kadar ilgi göstermediği görülmektedir,
3. nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistem, büyük veri ve veri analitiği ve akıllı fabrikalar gibi kaynaklar taranan makalelerde araştırmacılar tarafından sıkça kullanılmaktadır,
4. araştırmacıların makalelerinde belirtmiş oldukları adresler üzerinden yapılan değerlendirme Endüstri 4.0 kavramını dünyaya tanıtan Almanya’nın bu konuda yayımlanan makalelerde de önde geldiğini göstermiştir; bu değerlendirmeye göre, ülkemizden herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, literatür taraması yapılırken sadece “Endüstri 4.0” anahtar kelimesi kullanılmıştır. İzleyen çalışmada, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistem, büyük veri ve veri analitiği ve akıllı fabrikalar gibi Endüstri 4.0 ile ilgili önemli anahtar kelimeler kullanılarak yapılacak olan daha kapsamlı bir literatür taraması bu konuya ilgili olan okuyucular için oldukça faydalı olabilir.

**KAYNAKÇA**

* ALEXOPOULOS, K., MAKRIS, S., XANTHAKIS, V., SIPSAS, K., & CHRYSSOLOURIS, G., (2016), **A concept for context-aware computing in manufacturing: The white goods case**, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Cilt: 29, Sayı: 8, s. 839-849.
* ALIZON, F., SHOOTER, S. B., & SIMPSON, T. W., (2009), **Henry Ford and the Model T: Lessons for product platforming and mass customization,** Design Studies, Cilt: 30, Sayı: 5, s. 588-605.
* BANGEMANN, T., RIEDL, M., THRON, M., & DIEDRICH, C., (2016), **Integration of classical components into industrial cyber–physical systems**, Proceedings of the IEEE, Cilt: 104, Sayı: 5, s. 947-959.
* BRETTEL, M., FRIEDERICHSEN, N., KELLER, M., & ROSENBERG, M., (2014), **How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective**, International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering, Cilt: 8, Sayı: 1, s. 37-44.
* CAI, H., ZHANG, Y., YAN, H., SHEN, F., ZHOU, K., & ZHANG, C., (2016), **A Delay-Aware Wireless Sensor Network Routing Protocol for Industrial Applications**, Mobile Networks and Applications, Cilt: 21, Sayı: 5, s. 879-889.
* CHEN, D., DING, J., GAO, M., MA, D., & LIU, D., (2016), **Form gene clustering method about pan-ethnic-group products based on emotional semantic**, Chinese Journal of Mechanical Engineering, Cilt: 29, Sayı: 6, s. 1134-1144.
* CHIEN, C. F., CHOU, C. W., & YU, H. C., (2016), **A Novel Route Selection and Resource Allocation Approach to Improve the Efficiency of Manual Material Handling System in 200-mm Wafer Fabs for Industry 3.5**, IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, Cilt: 13, Sayı: 4, s. 1567-1580.
* CHUNG, M. & KIM, J., (2016), **The Internet Information and Technology Research Directions based on the Fourth Industrial Revolution**, Ksii Transactions on Internet and Information Systems Cilt: 10, Sayı: 3, s. 1311-1320.
* COLEMAN, D. C., (1956), **Industrial growth and industrial revolutions**, Economica, Cilt: 23, Sayı: 89, s. 1-22.
* CONDRY, M. W. & NELSON, C. B., (2016), **Using Smart Edge IoT Devices for Safer, Rapid Response With Industry IoT Control Operations**, Proceedings of the Ieee, Cilt: 104, Sayı: 5, s. 938-946.
* DIEDRICH, C. & RIEDL, M., (2016), **Engineering and integration of automation devices in I40 systems**, At-Automatisierungstechnik, Cilt: 64, Sayı: 1, s. 41-50.
* DRATH, R., & HORCH, A., (2014), **Industrie 4.0: Hit or hype?**, IEEE industrial electronics magazine, Cilt: 8, Sayı: 2, s. 56-58.
* EGE BÖLGESİ SANAYİ ODASI RAPORU, (2015), **Sanayi 4.0**, <http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_81017283.pdf>, Erişim Tarihi: 02.01.2017.
* FANG, F., (2016), **Atomic and close-to-atomic scale manufacturing - A trend in manufacturing development**, Frontiers of Mechanical Engineering, Cilt: 11, Sayı: 4, s. 325-327.
* FLATSCHER, M. & RIEL, A., (2016), **Stakeholder integration for the successful product-process co-design for next-generation manufacturing technologies**, Cirp Annals-Manufacturing Technology, Cilt: 65, Sayı: 1, s. 181-184.
* FUJISHIMA, M., OHNO, K., NISHIKAWA, S., NISHIMURA, K., SAKAMOTO, M., & KAWAI, K., (2016), **Study of sensing technologies for machine tools**, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Cilt: 14, s. 71-75.
* GEORGAKOPOULOS, D., JAYARAMAN, P. P., FAZIA, M., VILLARI, M., & RANJAN, R., (2016), **Internet of Things and Edge Cloud Computing Roadmap for Manufacturing**, IEEE Cloud Computing, Cilt: 3, Sayı: 4, s. 66-73.
* GERLITZ, L., (2016), **Design management as a domain of smart and sustainable enterprise: Business modelling for innovation and smart growth in industry 4.0**, Entrepreneurship and Sustainability Issues, Cilt: 3, Sayı: 3, s. 244-268.
* GILCHRIST, A., (2016), **Introducing Industry 4.0**, In Industry 4.0 (pp. 195-215). Apress.
* GUBBI, J., BUYYA, R., MARUSIC, S., & PALANISWAMI, M., (2013), **Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions**, Future generation computer systems, Cilt: 29, Sayı: 7, s. 1645-1660.
* HARRISON, R., VERA, D., & AHMAD, B., (2016), **Engineering methods and tools for cyber–physical automation systems**, Proceedings of the IEEE, Cilt: 104, Sayı: 5, s. 973-985.
* HARRISON, R., VERA, D., & AHMAD, B., (2016), **Engineering the smart factory**, Chinese Journal of Mechanical Engineering, Cilt: 29, Sayı: 6, s. 1046-1051.
* HIRSCH-KREINSEN, H., (2016), **Digitization of industrial work: Development paths and prospects**, Journal for Labour Market Research, Cilt: 49, Sayı: 1, s. 1-14.
* IVANOV, D., DOLGUI, A., SOKOLOV, B., WERNER, F., & IVANOVA, M., (2016), **A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory Industry 4.0**, International Journal of Production Research, Cilt: 54, Sayı: 2, s. 386-402.
* JÄNİCKE, M., & JACOB, K., (2009), **A Third Industrial Revolution? Solutions to the crisis of resource-intensive growth**.
* JENG, T. M., TZENG, S. C., TSENG, C. W., XU, G. W., & LIU, Y. C., (2016), **The design and fabrication of a temperature diagnosis system for the intelligent rotating spindle of industry 4.0**, Smart Science, Cilt: 4, Sayı: 1, s. 38-43.
* JI, C., SHAO, Q., SUN, J., LIU, S., PAN, L., WU, L., & YANG, C., (2016), **Device Data Ingestion for Industrial Big Data Platforms with a Case Study**, Sensors, Cilt: 16, Sayı: 3, s. 279.
* KERN, H., STEFAN, F., & DIMITRIESKI, V., (2015), **Intelligent and self-adapting integration between machines and information systems**, IADIS International Journal on Computer Science & Information Systems, Cilt: 10, Sayı: 1, s. 47-63.
* KLEINEIDAM, G., KRASSER, M., & REISCHBÖCK, M., (2016), **The cellular approach: Smart energy region Wunsiedel,** Testbed for smart grid, smart metering and smart home solutions, Electrical Engineering, Cilt: 98, Sayı: 4, s. 335-340.
* KOBARA, K., (2016), **Cyber Physical Security for Industrial Control Systems and IoT**, Ieice Transactions on Information and Systems, Cilt: 99, Sayı: 4, s. 787-795.
* KOHLERT, M. & KONIG, A., (2016), **Advanced multi-sensory process data analysis and on-line evaluation by innovative human-machine-based process monitoring and control for yield optimization in polymer film industry**, Tm-Technisches Messen, Cilt: 83, Sayı: 9, s. 474-483.
* KONIG, A. & K. THONGPULL, (2015), **Lab-on-Spoon - a 3-D integrated hand-held multi-sensor system for low-cost food quality, safety, and processing monitoring in assisted-living systems**, Journal of Sensors and Sensor Systems, Cilt: 4, Sayı: 1, s. 63-75.
* LIN, F., CHEN, C., ZHANG, N., GUAN, X., & SHEN, X., (2016), **Autonomous channel switching: Towards efficient spectrum sharing for industrial wireless sensor networks**, IEEE Internet of Things Journal, Cilt: 3, Sayı: 2, s. 231-243.
* LIU, A. & LU, S. C. Y., (2016), **A crowdsourcing design framework for concept generation**, Cirp Annals-Manufacturing Technology, Cilt: 65, Sayı: 1, s. 177-180.
* MACDOUGALL, W., (2014), **Industrie 4.0: Smart manufacturing for the future**, Technical report of Germany Trade and Invest. <https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf>, Erişim Tarihi: 05.01.2017.
* MONOSTORI, L., KÁDÁR, B., BAUERNHANSL, T., KONDOH, S., KUMARA, S., REINHART, G., ... & UEDA, K., (2016), **Cyber-physical systems in manufacturing**, CIRP Annals-Manufacturing Technology, Cilt: 65, Sayı: 2, s. 621-641.
* MOSTERMAN, P. J. & ZANDER, J., (2016), **Industry 4.0 as a Cyber-Physical System study**, Software and Systems Modeling, Cilt: 15, Sayı: 1, s. 17-29.
* NARENDRA, N. C., NORTA, A., MAHUNNAH, M., MA, L., & MAGGI, F. M., (2016), **Sound conflict management and resolution for virtual-enterprise collaborations**, Service Oriented Computing and Applications, Cilt: 10, Sayı: 3, s. 233-251.
* OESTERREICH, T. D. & TEUTEBERG, F., (2016), **Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry**, Computers in Industry, Cilt: 83, s. 121-139.
* OSES, N., LEGARRETAETXEBARRIA, A., QUARTULLI, M., GARCIA, I., & SERRANO, M., (2016), **Uncertainty reduction in measuring and verification of energy savings by statistical learning in manufacturing environments**, International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), Cilt: 10, Sayı: 3, s. 291-299.
* PFEIFFER, S., (2016), **Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work**, Societies, Cilt: 6, Sayı: 2, s. 26.
* PFEIFFER, T., HELLMERS, J., SCHÖN, E. M., & THOMASCHEWSKI, J., (2016), **Empowering User Interfaces for Industrie 4.0**, Proceedings of the IEEE, Cilt: 104, Sayı: 5, s. 986-996.
* PFISTERER, D., RADONJIC-SIMIC, M., & REICHWALD, J., (2016), **Business model design and architecture for the internet of everything**, Journal of Sensor and Actuator Networks, Cilt: 5, Sayı: 2, s. 1-7.
* PRAUSE, G., (2016), **E-Residency: A business platform for industry 4.0?**, Entrepreneurship and Sustainability Issues, Cilt: 3, Sayı: 3, s. 216-227.
* REDCLIFT, M., (2005), **Sustainable development (1987–2005): An oxymoron comes of age**, Sustainable development, Cilt: 13, Sayı: 4, s. 212-227.
* ROBLEK, V., MEŠKO, M., & KRAPEŽ, A., (2016), **A Complex View of Industry 4.0**, SAGE Open, Cilt: 6, Sayı: 2, s. 1-11.
* ROY, R., STARK, R., TRACHT, K., TAKATA, S., & MORI, M., (2016), **Continuous maintenance and the future–Foundations and technological challenges**, CIRP Annals-Manufacturing Technology, Cilt: 65, Sayı: 2, s. 667-688.
* RÜßMANN, M., LORENZ, M., GERBERT, P., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P., & HARNISCH, M., (2015), **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**, Boston Consulting Group, s. 1-14.
* SANDERS, A., ELANGESWARAN, C., & WULFSBERG, J., (2016), **Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing**, Journal of Industrial Engineering and Management, Cilt: 9, Sayı: 3, s. 811-833.
* SCHLEIPEN, M., LÜDER, A., SAUER, O., FLATT, H., & JASPERNEITE, J., (2015), **Requirements and concept for Plug-and-Work**, at-Automatisierungstechnik, Cilt: 63, Sayı: 10, s. 801-820.
* SCHLEIPEN, M., OKON, M., HENßEN, R., HÖVELMEYER, T., WAGNER, A., WOLFF, G., ... & ASI, D., (2015), **Monitoring and control of flexible transport equipment,** at-Automatisierungstechnik, Cilt: 63, Sayı: 12, s. 977-991.
* SCHUH, G., POTENTE, T., VARANDANI, R., & SCHMITZ, T., (2014), **Global Footprint Design based on genetic algorithms–An “Industry 4.0” perspective,** CIRP Annals-Manufacturing Technology, Cilt: 63, Sayı: 1, s. 433-436.
* SEPULCRE, M., GOZALVEZ, J., & COLL-PERALES, B., (2016), **Multipath QoS-driven routing protocol for industrial wireless networks,** Journal of Network and Computer Applications, Cilt: 74, s. 121-132.
* SHAFIQ, S. I., SANIN, C., SZCZERBICKI, E., & TORO, C., (2016), **Virtual engineering factory: Creating experience base for industry 4.0**, Cybernetics and Systems, Cilt: 47, Sayı: (1-2), s. 32-47.
* SHAFIQ, S. I., SANIN, C., TORO, C., & SZCZERBICKI, E., (2015), **Virtual engineering object (VEO): Toward experience-based design and manufacturing for Industry 4.0**, Cybernetics and Systems, Cilt: 46, Sayı: (1-2), s. 35-50.
* SHROUF, F., ORDIERES, J., & MIRAGLIOTTA, G., (2014, December), **Smart factories in industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of things paradigm**, In 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (pp. 697-701), IEEE.
* SIDDIQUI, M. S., LEGARREA, A., ESCALONA, E., PARKER, M. C., KOCZIAN, G., WALKER, S. D., ... & ULBRICHT, M., (2016), **Hierarchical, virtualised and distributed intelligence 5G architecture for low‐latency and secure applications**, Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, Cilt: 27, Sayı: 9, s. 1233-1241.
* SIEMENS RAPORU, (2016), **Endüstri 4.0 Yolunda,**  <http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf> Erişim Tarihi: 02.01.2017.
* SOMMER, L., (2015), **Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution?**, Journal of Industrial Engineering and Management-Jiem, Cilt: 8, Sayı: 5, s 1512-1532.
* TAO, Q., KANG, J., SUN, W., LI, Z., & HUO, X., (2016), **Digital evaluation of sitting posture comfort in human-vehicle system under industry 4.0 framework,** Chinese Journal of Mechanical Engineering, Cilt: 29, Sayı: 6, s. 1096-1103.
* THONGPULL, K., GROBEN, D., & KÖNIG, A., (2015), **A design automation approach for task-specific intelligent multi-sensory systems–Lab-on-spoon in food applications**, tm-Technisches Messen, Cilt: 82, Sayı: 4, s. 196-208.
* THRAMBOULIDIS, K. & CHRISTOULAKIS, F., (2016), **UML4IoT-A UML-based approach to exploit IoT in cyber-physical manufacturing systems**, Computers in Industry, Cilt: 82, s. 259-272.
* TUOMINEN, V., (2016), **The measurement-aided welding cell-giving sight to the blind**, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Cilt: 86, Sayı: (1-4), s. 371-386.
* TÜSİAD RAPORU, (2016), **Türkiye’nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak sanayi 4.0: Gelişmekte olan ekonomi perspektifi**, <http://bilgicagi.com/wp-content/uploads/2016/03/sanayi-40.pdf> Erişim Tarihi: 02.01.2017.
* VEZA, I., MLADINEO, M., & GJELDUM, N., (2016), **Selection of the basic Lean tools for development of Croatian model of Innovative Smart Enterprise**, Tehnički vjesnik, Cilt: 23, Sayı: 5, s.1317-1324.
* WAN, J., TANG, S., SHU, Z., LI, D., WANG, S., IMRAN, M., & VASILAKOS, A. V., (2016), **Software-defined industrial Internet of Things in the context of Industry 4.0,** IEEE Sensors Journal, Cilt: 16, Sayı: 20, s. 7373-7380.
* WANG, S., WAN, J., ZHANG, D., LI, D., & ZHANG, C., (2016), **Towards smart factory for Industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination**, Computer Networks, Cilt: 101, s. 158-168.
* WEINBERGER, M., BILGERI, D., & FLEISCH, E., (2016), **IoT business models in an industrial context**, at-Automatisierungstechnik, Cilt: 64, Sayı: 9, s. 699-706.
* WEISS, A., HUBER, A., MINICHBERGER, J., & IKEDA, M., (2016), **First Application of Robot Teaching in an Existing Industry 4.0 Environment: Does It Really Work?**, Societies, Cilt: 6, Sayı: 3, s. 1-20.
* YIN, S. & KAYNAK, O., (2015), **Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends**, Proceedings of the IEEE, Cilt: 103, Sayı: 2, s. 143-146.
* YUE, X., CAI, H., YAN, H., ZOU, C., & ZHOU, K., (2015), **Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight**, Microprocessors and Microsystems, Cilt: 39, Sayı: 8, s. 1262-1270.
* ZHAN, Z. H., LIU, X. F., GONG, Y. J., ZHANG, J., CHUNG, H. S. H., & LI, Y., (2015), **Cloud computing resource scheduling and a survey of its evolutionary approaches**, ACM Computing Surveys (CSUR), Cilt: 47, Sayı: 4, s. 1-33.
1. ***Nurten Sinem PAMUK***, *Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Tezli Yüksek Lisans, Programı Öğrencisi.* [↑](#footnote-ref-1)
2. ***Mehmet SOYSAL****, Dr., Hacettepe Üniversitesi,  İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü.* [↑](#footnote-ref-2)
3. *Endüstri 4.0 platform,.* [*http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecege-bakis-ve-beklentiler/*](http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecege-bakis-ve-beklentiler/) *Erişim Tarihi: 02.01.2017.* [↑](#footnote-ref-3)
4. [*https://iot.kocsistem.com.tr/iot-nesnelerin-interneti*](https://iot.kocsistem.com.tr/iot-nesnelerin-interneti) *Erişim Tarihi: 02.01.2017.* [↑](#footnote-ref-4)
5. [*https://iot.kocsistem.com.tr/iot-nesnelerin-interneti*](https://iot.kocsistem.com.tr/iot-nesnelerin-interneti) *Erişim Tarihi: 02.01.2017.* [↑](#footnote-ref-5)
6. [*http://news.adidas.com/us/Latest-News/adidas-will-open-atlanta-based-facility--to-make-shoes-in-america/s/4d105d93-794c-4282-9382-d50032585cc1*](http://news.adidas.com/us/Latest-News/adidas-will-open-atlanta-based-facility--to-make-shoes-in-america/s/4d105d93-794c-4282-9382-d50032585cc1) *Erişim Tarihi: 03.01.2017.* [↑](#footnote-ref-6)
7. *2 Ocak 2017 tarihinde* [*http://apps.webofknowledge.com/WOS\_GeneralSearch\_input.do?product=WOS&search\_mode=GeneralSearch&SID=S2KvHJQZ1eS4YnkBeiS&preferencesSaved*](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=S2KvHJQZ1eS4YnkBeiS&preferencesSaved)*= internet sitesi kullanılarak literatür taraması yapılmıştır.* [↑](#footnote-ref-7)