Route Educational and Social Science Journal

Volume 6(11), December 2019

Article History		
Received / Geliş	*Accepted / Kabul*	*Available Online / YayInlanma*
12.03.2019	*18.12.2019*	*25.12.2019*

TRANSFORMATION IN DESIGN IN THE INDUSTRY 4.0 PROCESS

ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE TASARIMDA DÖNÜŞÜM

***Mustafa MAYDA*[1]**

Abstract

The design area can be seen as one of the main elements of digitalization. When the concept of design is considered as a form of communication, it seems that there is no space that people do not touch in their daily life. In this study, the concept of design has been tried to be examined in the point of contact with human life in the historical process. This transformation has also been tried in the process of industrial revolutions in terms of economic history, and the transformation of design into conceptual, theory and application areas has been tried to be analyzed. It can be seen that the effect of technological progress in the information age, especially visual culture development and transformation, is great. The speed of movement and depth of influence of knowledge in the virtual world is also transforming the intercultural interaction. Especially, it can be thought that the reduction of your visual perception to individual users in every field, the concept of digitalization, enables you to come to a position that emphasizes individuality. Now the service or information presentation is specially designed for the individual and the individuality is brought to the forefront. This can be seen as the main component of the Industrial 4.0 industrial revolution. It can be thought that Art, Culture, Economy, Communication Models and lifestyles are now more or less individual oriented, and digitalization has become a completely human oriented concept. How the design concept will take a position in the rapid change of the digitization process and what points will contact the human life in the process of the Industry 4.0 process constitutes the main theme of this research. While investigating this subject, in the historical process, the industrial revolutions have been examined and the relation of the design concept with the people of these industrial revolutions has been tried as an art branch. It has been tried to explain the effect of design as an art branch to industrialization, "individual design" as well as the effect of technology on human life with various examples and analyzes.

Keywords: Design, Digitalization, Industry 4.0, Visual Culture, Individuality.

Jel Codes: B15, L1, Z1, Y8

Özet

Tasarım alan olarak dijitalleşmenin ana unsurlarından biri olarak görülebilir. Tasarım kavramı iletişim biçimi olarak düşünüldüğünde ise, insanın günlük yaşamında temas etmediği alan yok gibidir. Bu çalışmada tasarım kavramı tarihsel süreç içerisinde insan yaşamına temas ettiği noktalardaki dönüşümü incelenmeye çalışılmıştır. Bu dönüşüm yine ekonomi tarihi bakımından sanayi devrimleri süreçlerinde ele alınarak, tasarımın kavramsal, teori ve uygulama alanlarındaki dönüşümü analiz edilmeye çalışılmıştır.

Bilgi çağımızda teknolojik ilerlemenin özellikle görsel kültürün gelişmesine ve dönüşmesine etkisinin büyük olduğu görülebilir. Sanal dünyadaki bilginin dolaşım hızı ve etki derinliği kültürler arası etkileşimi de dönüştürmektedir. Özellikle görselliğin her alanda bireye indirgenmesinin, dijitalleşme kavramının da bireyselliği önceleyen bir pozisyona gelmesini sağladığı düşünülebilir. Artık hizmet veya bilgi sunumu kişiye özel tasarlanmakta ve bireysellik ön plana çıkartılmaktadır. Bu durum Endüstri 4.0 sanayi devriminin ana bileşeni olarak görülebilir. Sanat, Kültür, Ekonomi, İletişim Modelleri ve yaşam tarzlarının artık daha çok bireye odaklı şekilde organize edildiği, dijitalleşmenin ise tamamen insan odaklı bir kavram haline dönüştüğü düşünülebilir. Tasarım kavramının dijitalleşme sürecinin hızlı değişiminde nasıl bir pozisyon alacağı, insan hayatına Endüstri 4.0 sürecinde hangi noktalardan temas edeceği bu araştırmanın ana konusunu oluşturmaktadır. Bu konu araştırılırken tarihsel süreç içerisinde sanayi devrimleri incelenerek, tasarım kavramının bir sanat dalı olarak bu sanayi devrimleri süreçlerindeki insan ile olan ilişkisi ele alınmaya çalışılmıştır. Tasarımın bir sanat dalı olarak sanayiye uyumlanması, "bireye özgü tasarım" olgusunun teknoloji ile beraber insan yaşamına ne gibi etkisinin olacağı çeşitli örnek ve analizlerle açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tasarım, Dijitalleşme, Endüstri 4.0, Görsel Kültür, Bireysellik

[1]Dr. Mustafa MAYDA, Çanakkale Teknopark, mustafa@tap3design.com

1. Giriş

Bilim tarihi boyunca insanın bir şeyleri icat etmek için her zaman bilim ve sanatı paralel şekilde ele aldığı görülür. Üretim ve tüketim arasındaki dengenin özellikle bilim ve sanatın etkinliğinde organize edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Sanayi, teknoloji, üretim-tüketim modelleri, kültürel gelişim ve bilimsel gelişmeler insanın geleceğini kurgulamadaki ana araçlar olarak ortaya çıkmaktadır.

Sanayi devrimleri, üretim modellerinin şekillenmesinde dönüm noktaları olarak ele alınabilir. Gelişen dünyada özellikle son iki yüzyıl değerlendirildiğinde bilim ve teknolojideki ilerlemeler sanayi devrimlerinin ortaya çıkmasını tetiklemiştir. Dünyadaki ekonomik sistemeler ve üretim politikaları bilimsel gelişmelere paralel olarak 18. Yüzyıldaki birinci sanayi devrimi ile farklı bir yöne evrildiği görülmektedir. Bununla birlikte sanayi ve teknolojideki ilerlemeler sosyal ve kültürel hayatta da değişimlere sebep olmuştur.

Tasarımın ise sanayi devrimleri ile beraber sanatın sanayiye uyumlanması olarak hayatımıza girdiği düşünülebilir. Özellikle plastik sanat pratiklerinin sanayi ve üretimde kullanılması ile tasarım kavram olarak alt bileşenleri ile farklı disiplinlere temas etmeye başlamıştır. Dijital sanat ve teknoloji tabanlı sanat uygulamaları tasarımın etki alanını genişleten yeni alanlar olmuştur. *Dijital sanat, fizik, matematik gibi bilimlere olan yakınlığından dolayı geleneksel anlamıyla sanat, sanatçı, sanat yapıtı ve izleyici kavramlarını değiştirmektedir. Bilgisayar teknolojisi, sadece baskı, resim, fotoğraf, video, müzik ve heykel gibi sanatın geleneksel formlarını dönüştürmekle kalmamış, internet sanatı, yazılım sanatı, piksel sanatı, dijital sergilemeler ve sanal gerçeklik gibi tüm yeni formların da sanatsal çalışmalar olarak kabul edilmesini sağlamıştır* (Özel Sağlamtimur, 2010: 214).

Tasarım kavramı algılama olarak görselliğin ön planda olduğu bir kavram olarak öne çıkmaktadır. Bu durum dijitalleşme ile beraber Görsel Okuryazarlık kavramının da gündeme gelmesini sağlamıştır. Artık bilgi tasarlanmış bir görsel unsur olarak hayatımızda var olmaktadır. Bu durumda görsel okuryazarlık; görsel bilginin yorumlanarak bir mesaja dönüştürülüp organize edilmesi olarak tanımlanabilir (Alpan, 2008:74-102).

Resim ve bazı plastik sanatların dönüşerek özellikle üretimde tasarım kavramı olarak karşımıza çıkması, tasarım tarihinin şekillenmesinde de etkili olduğunu düşündürmektedir. Tüm bu gelişmeler doğrultusunda günümüz dijital çağında, bilginin yayılım hızı ve etki alanının derinliği düşünüldüğünde, tasarım, sanayi, dijitalleşme, sanallık, görsel kültür gibi kavramların senkronize bir bakış açısı ile değerlendirilmeye açık hale geldiği görülebilir.

2. Sanayi Devrimleri

Tarih boyunca üretimde günümüze kadar üç ana kırılma noktasının yaşandığı görülmektedir. Bilim ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan sanayi devrimleri, toplumların yaşamında çok etkili olmuştur. Endüstri 4.0 ile sonuncusunun gerçekleşmeye başladığı bu günlerde, bilginin etki alanının çok daha derinleştiği ve üretim modellerinin hızla dijitalleştiği söylenebilir. Genel olarak sanayi devrimlerinin tarihsel gelişimi aşağıdaki gibi belirtilebilir.

"Tarih boyunca üretim süreçlerini kökten değiştiren dört büyük endüstriyel devrim yaşandı. İlki su ve buhar gücünün daha verimli kullanılmasını sağlayan mekanik tezgâhların 18. yüzyılın sonunda bulunmasıyla başladı. Henry Ford'un üretim bandı tasarımıyla 20. yüzyıl tarihini değiştirmesiyle ikinci endüstri devrimi başlamış oldu. Elektriğin seri üretimde kullanılmaya başlaması ve üretim hattının geliştirilmesi yeni bir devrimi tetikledi. Üçüncü endüstriyel devrim ise 1970'lerde üretimde mekanik ve

elektronik teknolojilerin yerini dijital teknolojiye bırakmasına sebep olan programlanabilir makinelerin kullanılmaya başlamasıyla oldu. Şimdi ise yeni bir endüstriyel devrime doğru yelken açılmış durumda. Birbirlerine bağlı süreçlerin iletişim halinde olduğu, internet üzerinden birbirine bağlı eşyaların veri toplayıp üretim sürecini tamamen değiştirdiği, makinelerin insanlarla etkileşimini öne çıkaran bir dönem." (EkoIQ, 2014: 4-5).

3. Endüstri 4.0

Dijitalleşmenin getirdiği vizyonlar ile beraber sanayi üretiminde farklılaşma söz konusu olmaktadır. Artık bireye özel hizmet ve ürün sunumunun öncelikli duruma geldiği görülmektedir. Endüstri 4.0 süreci; bilginin dijital olarak sanayiye entegrasyonu olarak tanımlanabilir. *Endüstri 4.0, mevcut sanayinin bilgisayarlaştırma yönünde teşvik edilmesi ve yüksek teknolojiyle donatılması projesi olarak ifade edilmektedir. Bu proje ile makineler çevrelerinde olup bitenleri anlayabilecek ve birbirleriyle internet protokolleri aracılığı ile iletişim kurabileceklerdir. Endüstriyel ortamlarda kaynakların tasarruflu kullanılması amacıyla, tümleşik almaç/ aktüatör ekipman, makineler arası iletişim ve aktif akıllı ürün hafızaları yeni optimizasyon yöntemleri ile yaygınlaştırılacaktır* (Çeliktaş, Sonlu, Özgel, Atalay, 2015: 26)

Sanallaşan tüketim alışkanlıklarının dönüşümü sanayide dördüncü bir devrimin oluşmasına olanak sağlamıştır. Bu durum Almanya'nın öncülüğünde ilk olarak 2011 yılında ortaya atılmış, daha sonra diğer ülkelerde Endüstri 4.0'ı gündemlerine almışlardır. Endüstri 4.0'ın birçok tanımı ve alt bileşeni olduğu görülür. Endüstri 4.0'ın omurgasını oluşturan alt bileşenler, özellikle Almanya'nın sanayisini dijitalleştirerek maliyetleri düşürmesi yaklaşımı ile şekillenmiştir. Bu yaklaşım 2011 yılındaki Hannover fuarında dünyaya tanıtılarak Endüstri 4.0 süreci başlamıştır. Endüstri 4.0'ın alt bileşenleri ve genel kurgusu aşağıdaki gibi sıralanabilir (Numanoğlu, Eynehan, Nikelay, Aksoy, 2016: 25-30).

- Büyük Veri
- Otonom Robotlar
- Nesnelerin İnterneti
- Bulut Bilişim
- 3B Yazıcılar
- Simülasyon
- Yapay Zeka
- Zenginleştirilmiş Gerçeklik
- Siber Güvenlik

Yukarıda belirtilen başlıkların Endüstri 4.0'ın kurgulanmasında önemli rolü olduğu görülebilir. Bu başlıkların uygulamada hayatın hemen hemen her alanına dokunacağı öngörülmektedir. Endüstri 4.0'ın tanımlanmasında farklı yaklaşımlar söz konusudur. Bu yaklaşımların genel olarak sürecin teknik yönlerini referans aldığını belirtebiliriz.

Endüstri 4.0'ın teknik açıdan birçok avantajlara sahip olacağı düşünülmektedir. Bireye özel ürün ve hizmet sunumu, düşük maliyet, hız, öngörülebilirlik gibi avantajları beraberinde getirmektedir. *Endüstri 4.0 ile birlikte, hesaplamalarımıza göre, yeni ürünleri pazara sunma süresi yüzde 25 ile yüzde 50 arasında kısalırken, mühendislik*

giderleri yüzde 30'a kadar düşebilecek ve yüzde 70'e kadar enerji tasarrufu sağlanabilecek. (Ersoy, 2016: 21).

Tasarım kavramı ele alındığında ise Endüstri 4.0 da tasarımın önemli bir yer tuttuğu görülür. *Tasarım, özünü kazıdığımızda, doğada örneği bulunmayan yollardan çevremizi biçimlendirip oluşturmaya, gereksinimlerimize hizmet etmeye ve yaşamlarımıza anlam katmaya yarayan insana özgü bir yetenek olarak tanımlanabilir (Heskett, 2013: 15).*

Sanal dünya, dijitalleşme ve görsel kültür gibi kavramların Endüstri 4.0 da tasarım kavramı ile beraber değerlendirildiğini söyleyebiliriz. Günümüzde hemen her şeyin görsel bir unsur olarak algılandığı düşünülürse, bilgininde bir tasarım objesi haline geldiği söylenebilir.

Endüstri 4.0'ın alt bileşenlerine tasarımın doğrudan ve dolaylı şekilde etki ettiği görülmektedir. Bu temas noktaları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Tasarımın Doğrudan Etkilediği Başlıklar

- 3B Yazıcılar
- Zenginleştirilmiş Gerçeklik
- Simülasyon
- Nesnelerin İnterneti

Tasarımın Dolaylı Etkilediği Başlıklar

- Büyük Veri
- Bulut Bilişim
- Yapay Zeka
- Otonom Robotlar
- Siber Güvenlik

Yukarıda belirtilen etkileşim başlıkları tasarımın Endüstri 4.0'da ne kadar baskın olduğunun bir göstergesi durumundadır. Tasarım; bilginin organize edilmesi ve bir iletişim modeli kurgulanması olarak ele alınırsa, Endüstri 4.0'ın gelişim sürecinin tasarım kavramı üzerinden olacağı öngörülebilir.

3.1. 3B Yazıcılar

Yazıcı teknolojisinin geldiği son nokta olarak 3B yazıcılar söylenebilir. Artık istenilen bir obje veya prototip ürünler, istenilen malzemeden hızlı bir şekilde üretilebilmektedir. Kişiye özel ürün sunmada ve seri üretim öncesi prototip modellemede 3B yazıcılar etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Organ yapımı, Stratejik ürünler, Ortapedi ve daha birçok alanda 3B yazıcılar hızlı ve verimli çözümler sunabilmektedir.

Birçok gelecek bilimciye göre 3D baskı ile insanoğlu, "yenilikçilik" konusunda bir çağ atlamış durumdadır. 3D yazıcılar ile birlikte hiçbir şey eskisi gibi olmayacaktır. Buna küçük bir örnek ise 3D yazıcılarla birlikte stok yapmanın da ortadan kalkacağıdır. Çünkü; tüm üretim bilgileri bilgisayar ortamına yükleneceği için istendiği zaman istendiği kadar ürün üretilmesi daha kısa sürede sağlanabilecektir. Kullanılmadan stoklanan yedek parçalarla, stoklama bedelleri sorun olmaktan çıkarken, verimlilik artacak ve israf da önlenmiş olacaktır (Ebso, 2015: 10)

Tasarımın 3B yazıcılar ile ilişkisi doğrudan olmakla birlikte, Endüstri 4.0 da çok etkin bir görev alacağı da öngörülebilir. 3B yazıcıların Endüstri 4.0 ile ilişkisi aşağıdaki başlıklar ile özetlenebilir.

- 3 Boyut Modelleme Programları ve Platformların Ön Plana Çıkması
- Duygusal Zekaya Sahip, 3B Yazıcıları Farklı Disiplinler ile Entegre Edebilecek Tasarımcılara İhtiyaç Duyulması
- Kişiye Özel Ürün veya Hizmet Sunumunda Farklılaşma
- Dijital 3B Butik Atölyelerin Ortaya Çıkması (Herkes Tasarımcı)
- Hızlı ve Düşük Maliyetli Ürün veya Hizmet Sunumu

3.2. Zenginleştirilmiş Gerçeklik

Sanal dünyanın insan hayatında daha etkin bir şekilde yer alması, yaşam tarzlarında ve tüketim alışkanlıklarında da farklılığa yol açmaktadır. Bu anlamda tasarım Endüstri 4.0 da zenginleştirilmiş gerçeklik başlığı ile teması aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Sanal Dünyanın İnsan Merkezli Tasarlanması
- Eğlence, Spor, Hobi, Sanat vb. Sosyal Alanlarda Tasarım ve İçerik Üretimi
- Görsel Kültürün ve Görsel Okuryazarlığın Evrimi
- Boş Zaman Ekonomisinin Dönüşümü (Dijital Sermaye)

3.3. Simülasyon

Simülasyon; özellikle sanayide üretim sistemlerinin daha verimli çalışması ve öngörülebilirlik seviyesinin artması için Endüstri 4.0 da önemli bir başlık olarak öne çıkmaktadır.

Simülasyonlarda; *gerçek zamanlı veriler kullanılarak hazırlanan bu sanal modellerde, makineler, ürünler ve insanlarla beraber fiziksel dünyanın sanal gerçekliği oluşturulmaktadır. Bu sayede operatörlerin, üretim hattındaki ürün için makine parametrelerini gerçekten ayarlamadan önce sanal olarak test etme fırsatlarının doğması, makine kurulum süresinin kısalması ve ürün kalitesinin artması beklenmektedir* (Dünya Gıda Dergisi, 2016: 92)

Simülasyonun Endüstri 4.0 da etki alanları ve tasarım ile ilişkisi dört başlıkta sıralanabilir.

- Makine ve Endüstriyel Üretim Sistem Tasarımında Dönüşüm
- Ürün ve Hizmet Üretiminde Hızın Artması, Maliyetlerin Düşmesi
- Tüm Disiplinlerde Öngörülebilirliğin Artması
- Dijital İkiz Tasarımı

3.4. Nesnelerin İnterneti

Dijitalleşme ile beraber iletişim modellerinde ve üretimde farklılaşma söz konusudur. Artık sensörler sayesinde bilginin transferi çok daha hızlı ve etkili yapılabilmektedir. *Sensörler; Isı, ışık, nem, ses, basınç, kuvvet, elektrik, uzaklık, ivme ve pH gibi fiziksel ya da kimyasal sinyalleri veriye çeviren algılayıcılardır. Birçok çeşitli tipleri gelişmiş olup algılayıcıların hassas ve ölçüm yapma kabiliyetleri yüksek olması gerekir* (Şener, Elevli, 2017:27). Bu sensörler sayesinde nesneler birbirleri ile haberleşerek sistemlerin kendi içerisinde organize bir şekilde kendi kendini yönettiği bir yapıya

dönüşmektedir. Bu anlamda nesnelerin interneti başlığı tasarım ile etkileşimi bakımından üç başlıkta belirtilebilir.

- Sensörlere uyumlu tasarım dilinin gelişmesi
- Nesneler için Dijital Kimlik Tasarımı
- "Dijital Empati" yeteneğine sahip tasarımcılar

3.5. Büyük Veri ve Bulut Bilişim

Endüstri 4.0 ile birlikte tüm disiplinlerde oluşturulan bilginin depolanması ve elenerek ilgili alana aktarılarak verimli bir şekilde kullanılması söz konusu olmaktadır. Günümüzde Bulut Bilişim sistemleri yaygın olarak kullanılmakla birlikte, önümüzdeki süreçte büyük verinin yönetimi ve Endüstri 4.0 ile senkronize çalışması çok önemli görülmektedir. *Aslında bulut bilişim, günümüzde bilgisayar alanlarını oluşturan ve bilgi ve iletişimin elde edilmesi, sunulması, oluşturulması işlemlerini sağlayan yazılım, donanım, ağ ve saklama gereksinimlerinin başka bir yerdeki (uzakta bulunan) bilgisayarın istemcisi tarafından İnternet üzerinden sunucular yoluyla iletilmesi ve sunulmasıdır* (Turan, 2014: 298).

Tasarım açısından Büyük Veri ve Bulut Bilişim ile etkileşim aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Veri Haritasına Paralel Tasarım Kültürünün Dönüşümü
- Bulut Bilişim Platformlarına Entegre Tasarım Tekniklerinin Gelişimi

3.6. Yapay Zeka ve Otonom Robotlar

Robotlar günümüzde üretim ve hizmet sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 sürecinde ise robotların özellikle üretimde maliyetleri düşürmek ve verimliliği artırmak noktasında daha etkin pozisyona geleceği öngörülmektedir. Yapay zekanın robotlarda daha etkin bir şekilde kullanılmasıyla insanın yaptığı birçok işi robotun kendi başına ve diğer robotlar ile iletişim halinde organize etmesi söz konusu olmaktadır. Bu durum yapay zekanın robotlar özelinde kontrol edilebilirliği ve insanlığa karşı tehditleri sorununu da ortaya çıkarmaktadır. Yapay Zeka ve Otonom Robotların tasarım ile etkileşimi üç başlıkta özetlenebilir.

- Robot Tasarım Kültürünün Oluşumu: Tasarım, Teknik, Sosyallik, Hukuk vb. (Robot Anayasası)
- Dijital ve Mekanik Empatiye Sahip Tasarımcılar (Robot Tasarımcısı)
- Doğa ve Çevreye Duyarlı Robotlar (Green Design)

3.7. Siber Güvenlik

Güvenlik kavramı özellikle dijitalleşme sürecinde dünya gündeminde yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Kişisel veririn kontrol dışı kullanılması ve sanal dünyadaki güvenlik açığı bu konuda farklı yaklaşımların oluşmasına sebebiyet vermektedir. Özellikle askeri, ekonomik ve toplumsal verilerin illegal bir şekilde ülkeler tarafından birbirlerine karşı kullanılması, Endüstri 4.0 sürecinde ülkelerin ortak siber güvenlik politikaları geliştirmesini zorunlu kılmaktadır. Tasarımın ise bu başlığa dolaylı olarak temas etmesi söz konusudur.

- End. 4.0 Tasarım Kültürünün Siber Güvenlik Sistemlerine Entegrasyonu

Sonuç

Endüstri 4.0'ın alt bileşenlerinin tasarım ile ilişkisinin derin ve çeşitli boyutlarda olduğu görülmektedir. Bu etkileşimin Endüstri 4.0 sürecinin başından sonuna kadar etkili bir şekilde gerçekleşeceği söylenebilir.

Tasarımın dijitalleşme ile beraber özellikle sanayi, üretim, günlük yaşam, kültür ve sanat alanında görsel kültüründe etkisi ile insana her noktada dokunacağı öngörülebilir. Bu durum Endüstri 4.0'a uyumlu tasarımcıların yetiştirilmesini ve aynı zamanda Endüstri 4.0 Tasarım Kültürünün oluşması için standartların belirlendiği çeşitli politikaların geliştirilmesini de zorunlu kılmaktadır.

Endüstri 4.0 süreci insanoğlunun bilim ve teknoloji ile ilişkisinin son çıktılarından biri olarak görülebilir. Bu çıktının toplumların yaşam kalitesini artırmada ve gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakmada kontrol edilebilir bir şekilde yönetilmesi bir gerçek olarak karşımızda durmaktadır. Bu noktada tasarımın disiplinler arası etki gücü önemli görülebilir. Tasarımın dönüştürücü gücünün yönetilebilir bir şekilde dijital kültüre uyumlanması ve hukuki altyapısının hazırlanması da elzem bir durum olarak karşımızda durmaktadır. Konu ile ilgili yapılacak araştırmaların asgari bir şekilde disiplinler arası bir bakış açısı ile ortaya konması gereklidir. Bu bakımdan tasarımın hem sanat hem de endüstrinin dijital dünya ile temasında bir köprü olarak görev yapacağı söylenebilir.

Kaynakça

ALPAN, Gülgün, (2008). "*Görsel Okuryazarlık Ve Öğretim Teknolojisi*", Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, cilt.5(2): 74-102.

"Akıllı" Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi, EkoIQ Dergisi, Sabancı Üniversitesi, 2014 http://ekoiq.com/wp-content/uploads/2014/12/ekoiq-ek-d.pdf, (Erişim Tarihi: 19.02.2017).

ÇELİKTAŞ, Melih Soner , SONLU, Görkem , ÖZGEL, Serkan , ATALAY, Yusuf (2015). "*Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası*", Mühendis ve Makina Dergisi, cilt.56(662): 26.

Endüstri 4.0 Gıda Sektörü Perspektifi, Dünya Gıda Dergisi, 2016 hhttp://egeplm.ege.edu.tr/wp-content/uploads/2016/05/endustri40_dunya_gida.pdf , (Erişim Tarihi: 26.11.2017).

ERSOY, Ali Rıza, (2016). *Türkiye'nin de Rehberi Olmaya Hazırlanıyoruz*, TOBB Dergisi (Akıllı Fabrikalar), http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf , (Erişim Tarihi: 19.02.2017).

Heskett, J. (2013). "*Tasarım*" , Ankara: Kültür Kitaplığı.

NUMANOĞLU, Nurşen , EYNEHAN, Mehmet Evren, NİKELAY, Gözde, AKSOY, Ecem. (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0* , TÜSİAD, http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf , (Erişim Tarihi: 19.02.2017).

ÖZEL SAĞLAMTİMUR, Zühal, (2010). "*Dijital Sanat*", Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, cilt.10 (3), S.213-238.

Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek, EPSO (Ege Bölgesi Sanayi Odası), Araştırma Müdürlüğü, 2015 http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf , (Erişim Tarihi: 26.11.2017).

ŞENER, Semih, ELEVLİ, Birol, (2017). "*Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim*", Mühendisler Beyinler Dergisi, cilt.1(2): 27.

TURAN, Metin, (2014). "*Bulut Bilişim ve Mali Etkileri: Bulutta Vergi*", Bilgi Dünyası Dergisi, cilt.15(2): 296-326.