



## Yangın Söndürme Tüpü Üretiminin Endüstri 4.0'da Örnek Vaka Uygulaması Üzerinden İncelenmesi

**Tuçe Kureş**

*Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü, Ankara  
tucekures@gmail.com*

**Prof. Dr. Aydın Şık**

*Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü, Ankara  
aydins@gazi.edu.tr*

### ÖZET

Modern sanayi gelişimi birkaç yüz yıldır sürmüş ve günümüze gelinceye kadar dört büyük sanayi devrimi ortaya çıkmıştır. Şu an ise Endüstri 4.0 olarak adlandırılan dördüncü sanayi devrimine girilmiştir. Endüstri 4.0, birbirleriyle haberleşen, sensörlerle ortamı algılayabilen ve veri analizi yaparak ihtiyaçları fark edebilen, robotlarla üretimi devralıp; daha kaliteli, daha ucuz, daha hızlı ve daha az israf yapan bir üretim yapmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, Endüstri 4.0, modüler yapılı akıllı fabrikalarda siber fiziksel sistemler ile fiziksel işlemleri izleyerek nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişime geçmesine izin verir ve bunun sonucu olarak merkezi olmayan işbirlikçi kararların verilmesini sağlar. Günümüzdeki rekabet ortamında işletmelerin varlıklarını koruyabilmeleri ve sürdürebilmeleri için Endüstri 4.0'ı organizasyonlarına uygulaması kaçınılmaz olmuştur. Bunun için de Endüstri 4.0 kavramının ve temel olan paradigmasının çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada yarı otomatik makinelerle savunma sanayiye ürün ve projeler üreten Nero Endüstri Savunma Sanayi firması seçilmiştir. Çalışmada firmanın üretim yapısının incelenmesi, kurgusal bir Endüstri 4.0 fabrika modeline uyarlanarak her iki sistemin avantajlarının ve dezavantajlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Seçilen işletmenin incelenmesinde yüz yüze görüşme ve gözlem yöntemi kullanılırken, kurgusal modelin tasarlanmasında Promodel Simulation programı kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Üretim Yöntemleri, Tüp Üretimi, Yangın Söndürme Sistemleri, Akıllı Fabrikalar

**Akademik Disiplin(ler)/alan(lar):** Endüstriyel Tasarım, Üretim Yöntemleri

### The Investigate of Fire Extinguisher Production with Industry 4.0 Via the Sample Case Application

#### ABSTRACT

Modern industrial development proceed several hundred years and until today, four major industrial revolutions have occurred. And now, Fourth Industry Revolution which named Industry 4.0 has been entered. Industry 4.0 purposes the kind of production that contact with each other, can perceive the surroundings with sensors and realize needs by analyzing data, take over production with robots for that better quality, cheaper, faster, less waste production. Additionally, Industry 4.0 allows by monitoring with cyber physical systems in smart factory with modular structure, that objects communicate with each other and with people. In this way, it enables the decentralized collaborative decisions. In today's competitive environment, it has become inevitable for businesses to apply industry 4.0 to the business world in order to protect and sustain their existence. For his, it is necessary to know the Industry 4.0 concept and its fundamental paradigms very well. In this study, Nero Industry Defense Industry which produce products and projects with semi-automatic machines has been chosen. And it is aimed to comparison of the advantages and disadvantages with a fictional industry 4.0 method by examining of the



company's production structure. While face-to-face interview and observation method was used in the examination of the selected business, Promodel Simulation program was used in designing the fictional model.

**Keywords:** Industry 4.0, Production Methods, Fire Extinguisher Production, Fire Protection System, Smart Factories

**Academical Disciplines/Fields:** Industrial Design, Production Method

## GİRİŞ

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı 2011 yılında Almanya'da gerçekleşmiştir. Birinci ve üçüncü endüstri devrimleri üretimin makineler üzerinde yoğunlaşmasını sağlarken, ikinci ve dördüncü endüstri devrimleri tüm süreçlerin iyileştirilmesi için değer yaratıcılığını ortaya çıkarmıştır. Piyasanın talepleri, üretimin her anlamda sağlanması için Endüstri 4.0'ın teknolojik gelişmelerine ihtiyaç duymuş ve bu sürece geçişin hızlanmasını kolaylaştırmıştır. Endüstri 4.0'ın içerdiği teknolojiler ayrı ayrı incelendiğinde; bu teknolojilerin bir kısmının zaten var olduğu görülmektedir. Ancak Endüstri 4.0 bu teknolojilerin birbirleriyle bütünleşerek sistem süreçlerinin somut bir şekilde koordinasyonunu sağlamıştır. Endüstri 4.0'da sistem süreçleri içerisinde yer alan tüm modüllerin iletişimi ve iş birliği bulunmaktadır. Bu süreç ile amaçlanan; yeni bir üretim otomasyonudur. Yani 'inovasyonda yaratıcı yıkımdır.' Reel ve sanal dünyanın entegrasyonudur. Endüstri 4.0 çok çeşitli teknolojik yenilikleri içermektedir. Robot teknolojisi bu noktada önemli rol oynamaktadır. Sistem işleyişi için seçilen teknolojiler ile birlikte üretim verimliliği artarken, yapılabirlik önemli hale gelmektedir. Endüstri 4.0, üretim süreci içinde bütünleşik sistemler oluşturarak, organizasyonel yönetimi tek bir çatı altında toplamaktadır. Sadece çalışanların istihdamını değil, süreç içerisinde yer alan bütün organizasyon süreçleri ile birlikte sosyal sonuçlar doğurmaktadır. Personelin mesleki bilgisi ve tecrübesi önemli hale gelmektedir. Üretim hızı düşerken, ürün kalitesi artmaktadır. Otomasyonun artmasıyla personele olan bağlılık azalırken bu doğrultuda çalışma saatleri esnemektedir. Sistem genelinde üretim ve işçilik maliyetleri azalmaktadır. Ancak dezavantajları konusunda bazı görüşler; Endüstri 4.0'ın gerçek ihtiyaçları karşılamayacağını savunur. (Derya, 2018, s.2) Bu çalışmada; endüstri devrimlerine ve Endüstri 4.0'ın yapısına baktıktan sonra, Endüstri 4.0'ın kapsadığı teknolojik alanlar değerlendirilecek ve Nero Endüstri firmasında incelenen tüp üretim sürecinin Endüstri 4.0 teknolojisi ile meydana getireceği değişiklikler incelenecektir.

## 1. SANAYİLEŞME TARİHİ

### 1.1 Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0)

Makineleşme tarihinin en önemli kırılma noktalarından birisi olan Birinci Sanayi Devrimi, 1760'lı yıllarda İngiltere'de başlamış ve etkisi 1830'lu yıllara kadar sürmüştür. (Mohajan, 2019a, s. 378) Dünya tarihinde 'Sanayi Devrimi 1.0'ın göstergesi veya başlangıç noktası olarak açıkça temsil edilen James Watt'ın su ve buhar gücünü bulması, mekanik üretim sistemlerinin başlangıcı olmuş; insan ve hayvan gücüne dayalı üretim tarzından, makine gücünün hakim olduğu üretim tarzına geçişin ilk aşaması olmuştur. Bu yönüyle buhar teknolojisinin ortaya çıkarmış olduğu yenilikler, imalat sanayinin üretim gücünü fazlasıyla artırmış ve kömür endüstrisi gibi sanayi sektörlerinin gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Birinci Sanayi Devrimi, emek yoğun üretimden makineleşmeye geçilmesi, yeni kimyasal üretim ve demir üretim aşamalarının oluşturulması, su gücünün kullanımıyla birlikte verimliliğin artırılması, buhar gücünün etkin şekilde kullanımı ve makinelerin geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. (Türkel ve Yeşilkuş, 2020, s. 334)

Açık bir ifadeyle, ekonomik büyümenin ivmeli olarak artması ve işgücünün belirgin şekilde sanayileşmesi Endüstri 1.0'ı oluşturan temel gelişmeler niteliğinde olmuştur. Yanı sıra, Birinci Sanayi Devrimi, 'Tarım Devrimi'ni beraberinde getirmiş; tarımdaki verimliliğin



artması ile endüstrinin gelişimi hız kazanmış, makine ile ekipmanlar arttırılmıştır. (Bairoch ve Velen, 1966, s. 49)

### **1.2 İkinci Sanayi Devrimi (Endüstri 2.0)**

Elektrik, içten yanmalı motor, kimya endüstrileri, alaşımlar, petrol ve diğer kimyasallar, telgraf, telefon, radyo gibi çok sayıda yeni teknolojinin keşfedilmesi, İkinci Sanayi Devrimini ortaya çıkarmıştır. Henry Ford'un kurduğu montaj hattı, tüm üretim süreçlerini ilk aşamasından itibaren endüstriyel bir dönüşüme itmiş; Model T, montaj hattındaki ilk otomobil olarak, araba üretiminin yeni endüstriyel süreçlerle çok daha düşük ücretli olarak üretilip, pazarda üretim verimliliği avantajlarıyla çok daha fazla kazanç elde edilmesini sağlamıştır. (Koç ve Teker, 2019, s. 305).

Dahası İkinci Sanayi Devrimi sırasında, Michael Faraday; üretim sistemlerini çalıştıran elektriğin istemsiz şekilde kontrolden çıkmasını engellemek adına elektromanyetik sistemler kurmuştur. Elektrik enerjisinin sanayide her alanda amacına uygun şekilde kullanılmaya başlamasıyla; çalışma koşulları iyileşmiş, çalışma alanları artmış ve aydınlatma gazının yol açtığı kirlilik ortadan kalkmıştır. (Agarwal ve Agarwal, 2017: s. 1064) Dahası, İkinci Sanayi Devrimi; bilgilerin bilim ve teknoloji arasındaki koordinasyonunu sağladıkça, geri bildirim sayısı hızla artmış ve daha önce sınırlı olan üretim süreçleri ve ürün kalitesi daha gelişmiş bir üretim faaliyeti ve ürün skalasına dönüşmüştür. Böylelikle endüstriyel teknolojiler, orta ve işçi sınıflarının günlük yaşamlarına hiç olmadığı kadar ulaşmış, yaşam kalitelerini ve paranın satın alım gücü hızla artmıştır. (Türkel ve Yeşilkuş, 2020, s. 334)

Başka bir ifadeyle, üretim faaliyetleri için kullanılan sermayenin artması, ürün pazarlarının genişlemesi, ürünlere olan arz ve talebin kayda değer şekilde artması, ikinci sanayi devrimi ile birlikte büyük şirketlerin kurulması nedeniyle üretim yapan işletmeler, üretim faktörlerinin verimliliğini artırmak amacıyla yönetim çalışmalarının, uygulamalarının ve bilhassa çalışanların motivasyonunun geliştirilmesine özen göstermiştir. (Coluccia, 2012: s. 52)

### **1.3 Üçüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 3.0)**

Üçüncü Sanayi Devrimi, bilgisayar teknolojisinin ara yüz olarak kullanıldığı tamamen farklı bir dönem olarak ifade edilmekle birlikte bu dönemde, insan gücünün önemini giderek azaldığı ve üretim hızının bilgisayar sistemleriyle önemli ölçüde arttığı bilinmektedir. Bu bağlamda, Üçüncü Sanayi Devriminde dijital araç ve ekipmanlar hem tasarım hem de üretim için üreticiler tarafından yaygın bir şekilde kullanılmakta ve bu durumun, tasarımların paylaşılmasını ve iş birliği yapılmasını kolaylaştırdığı varsayılmaktadır. Ayrıca doğrudan dijital üretim sayesinde üreticiler, daha büyük ölçekte üretim kaynağı oluşturarak piyasaya sunabilmektedir. (Türkel ve Yeşilkuş, 2020, s. 335)

Üçüncü Sanayi Devriminde akıllı ara şebekeler aracılığıyla oluşturulan ve kısmen hidrojen şeklinde ortaya çıkan yenilebilir enerji, üretim faaliyetlerini ve mali konuları etkileyen önemli bir unsur olma niteliği taşımaktadır. (Rifkin, 2008, s. 27) Bu kapsamda üçüncü sanayi devrimi, alternatif enerji temelli topluma doğru yönelen bir paradigmayı ifade etmektedir. Bununla birlikte sıfır marjinal maliyet toplumu, nesnelerin interneti ve 3 boyutlu yazıcı gibi bilişim teknolojilerinin en son odaklandığı teknolojik yenilikleri nitelendirir. Açık bir ifadeyle özellikle internet, yazılım, donanım ve telekomünikasyondaki teknolojik ilerlemeler dikkati çekmekte ve bu teknolojik ilerlemeler ticari uygulamaları da beraberinde geliştirerek, üretkenlikte önemli kazanımlar sağlanmasına yardımcı olacaktır. (Lee vd., 2018, s. 22)

### **1.4 Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0)**

Endüstri 4.0 olarak isimlendirilen dönem, üretilen ve tüketilen arasındaki ilişkiyi tamamiyle değiştirecek bir sistem düzenini işaret etmektedir. Üretim yapan organizasyonlar Endüstri



4.0 teknolojileri ile birlikte; tüketicilerin talep ve isteklerine anlık olarak uyum sağlayabilen üretim sistemleri ile birlikte birbirleriyle sürekli iletişim ve koordinasyon halinde olan otomasyon sistemlerine adapte olarak, ürün üretimi ve geliştirilmesinde çeşitli disiplinler arasındaki yakın işbirliğini teşvik etmektedir. (Sinan, 2016, s.20)

Mrugalska ve Wyrwicka (2017) Endüstri 4.0 kavramını, ' karmaşık makine ve cihazların, ticari ve toplumsal sonuçları daha iyi tahmin etmek, kontrol etmek ve planlamak için kullanılan ağa bağlı sensörler ve yazılımlarla entegrasyonu' veya 'ürünlerin yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi seviyesi' olarak tanımlamaktadırlar. (Yıldız, 2018, s. 548)

Endüstri 4.0, özerk kontrolü ve dinamik üretimi nedeniyle değer zincirlerinin optimizasyonu üzerinde yoğunlaşmıştır. Rekabetçi ürünlerin, hizmetlerin, güçlü ve esnek lojistik ve üretim sistemlerinin tasarımı ve uygulanmasını kapsamaktadır. (Mrugalska ve Wyrwicka , 2017, s. 469)

Endüstri 4.0'ın üretimle direkt ya da dolaylı olarak ilişkili olan bütün birimlerin birbiri ile ortak çalışmasını planladığını, dijital verilerin, yazılımın ve bilişim teknolojilerinin birbiri ile entegre olarak çalışmasını öngördüğünü söylemektedirler. (Can ve Kıymaz, 2016, s. 110)

Batista ve Ark. (2017) Endüstri 4.0'ın imalat sanayiinde, sensör ve aktüatör alt yapılarında yer alan tüm değer zinciri sürecinin organizasyonu ve yönetimindeki ileri bir gelişim aşaması olduğunu söylemektedir. Qin ve Ark. (2016)'a göre endüstri 4.0, çeşitli şirketler, fabrikalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında var olacak komple bir iletişim ağı anlamına gelmektedir. Burada her bölüm, ağıdaki ilgili bölümlerin talep ve durumuna bağlı olarak gerçek zamanlı olarak yapılandırmalarını optimize etmektedir. Başka bir deyişle, gelecekteki iş ağı, kendi kendini organize eden bir statüye ulaşabilen ve gerçek zamanlı cevapları iletebilen her bir işbirliği bölümü tarafından etkilenmektedir. Schumacher ve Ark. (2016) ise endüstri 4.0'ın internetin ve destek teknolojilerinin (örn. gömülü sistemler) fiziksel nesnelere, insan oyuncularını, akıllı makineleri, üretim hatlarını ve süreçleri örgütsel sınırlar boyunca entegre etmelerinin omurgasını oluşturduğu yeni teknolojik gelişmeler olduğunu bildirmektedirler. (Yıldız, 2018, s. 548)

Endüstri 4.0 özellikle şirketlerin rekabet ettiği ortamlarda ayakta kalmak için önemli bir strateji olarak görülmektedir. Bu duruma, rekabete konu olan üretimlerin ve hizmetlerin tasarımı ve uygulanmasının yanı sıra; esnek lojistik ve üretim sistemleri de dâhildir. Üretim şirketleri, günümüzde üretilen ürünlerin kişiselleştirilmesi, kullanılan kaynakların verimliliğinin artırılması ve pazara girme süresinin kısaltılması gibi zorlukların üstesinden gelmek için endüstri 4.0 terimi üzerinde durmaktadırlar. (Rennung, 2016, s. 373)

Endüstri 4.0 teknolojileri üretim sistemleri ile birlikte çalışmaya başladığında, kendiliğinden yapılandırma, kendi kendini denetleme ve kendini iyileştirme gibi otonomik özelliklere sahip akıllı teknolojiler tarafından yönlendirilen imalat ekosistemlerini sağlayacaktır. Böylelikle, makine-insan işbirliğine ve simbiyotik ürün üretimine yönelik yeni tip ileri üretim ve endüstriyel süreçler ortaya çıkacaktır. Bunun sonucu olarak da eşi benzeri görülmemiş düzeyde operasyonel verimlilik elde edilecek ve verimliliğin hızlanması sağlanacaktır. (Thames ve Schaefer, 2016, s.13)

Endüstri 4.0, akıllı ürün diye tabir edilen yeni bir ürün türü ortaya çıkarmaktadır. Bu ürünler, müşterilere fonksiyonel rehberliği iletmek için bilgi taşıyan ve üretim sistemine geri bildirim sağlayan sensörler, tanımlanabilir bileşenler ve işlemcilerle gömülüdür. Akıllı bağlantılı ürünler, yeni kullanım şekilleri, yüksek güvenilirlik, ürünün işlevsel kullanımı, geleneksel ürün sınırlarını aşan ve öne çıkabilen yetenekler için katlanarak genişleyen fırsatlar sunmaktadır. Bu ürünlere, ürünlerin veya kullanıcıların durumunun ölçülmesi, bu



bilginin taşınması, ürünlerin izlenmesi ve sonuçlara göre analiz edilmesi gibi birçok fonksiyon eklenebilir. (Qin, Liu ve Grosvenora, 2016, s.176)

Endüstri 4.0 teknolojisiyle, yeni satın alma yöntemi sağlanarak müşterilere birçok avantajlar da sunulmaktadır. Örneğin müşteri fikirleri üretim sırasında herhangi bir zamanda alınabilir veya siparişlerini son dakikada bile olsa ücretsiz olarak değiştirebilirler. Öte yandan, akıllı ürün ve üretim yöntemleriyle; müşterinin sadece ürün üretim bilgisini bilmesine değil, aynı zamanda kendi davranışlarına bağlı olarak kullanım tavsiyesi almasına da olanak tanınmaktadır. (Yıldız, 2018, s. 549)

### **1.5. Endüstri 4.0'ın Amaçları**

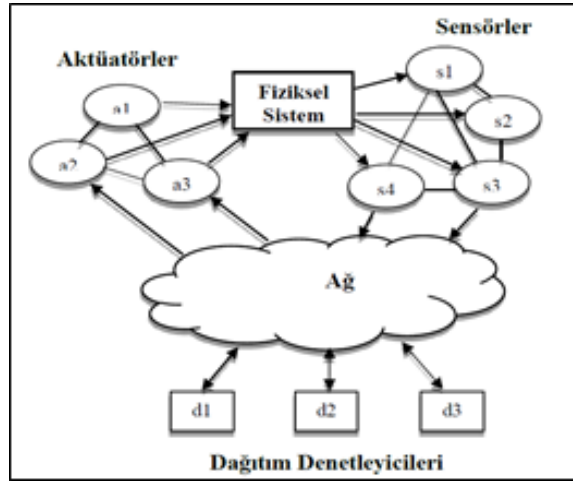
Endüstri 4.0; bilgilerin teknolojik şekilde kullanılarak ürün üretiminin sağlandığı; üretilen nihai ürünlerin sistematik bir şekilde özelleştirilmesini sağlamak amacıyla, üretim şebekesinin otomatik sistemler üzerine kurulduğu, parçaların ve ürünlerin takip edilerek, mevcut sistemler arasındaki iletişimi kolaylaştırması için, insan-makine etkileşimi 'HMI' paradigmasını uygulayarak, akıllı fabrikalarda nesnelerin interneti özellikli üretim organizasyonları sağlayan ve değer bakımından yeni tür hizmetlerin yanı sıra iş modelleri sunan teknolojik yenilikleri kapsar. (Yıldız, 2018, s. 549)

Endüstri 4.0'ın teknolojik gelişmeleri başta karmaşık gibi görünse de aşağıda özetlenen potansiyellere sahiptir.

- ✓ İş süreçlerinin dinamik yapısından kaynaklanan rekabet ve esnekliği artırma (kalite, zaman, risk, sağlamlık, fiyat ve çevre dostu),
- ✓ Talep zincirindeki değişikliklere hızlı ve kolay yanıt verme,
- ✓ Gerçek zamanlı süreç izleme sistemleri ile karar optimizasyonu sağlama,
- ✓ Artan kaynak üretkenliği (belirli bir kaynaktan en yüksek miktarda çıktı temini) ve verimlilik (belirli bir çıktı elde etmek için mümkün olan en düşük miktarda kaynak kullanımı) sağlama,
- ✓ Değer fırsatları (yenilikçi hizmetler, yeni istihdam biçimleri, KOBİ'lerin ve yeni girişimlerin gelişme imkânı) oluşturma,
- ✓ Enerji ve kişisel maliyetleri düşürme. Endüstri 4.0, sayısız teknolojiyi ve birbiri ile ilişkili paradigmaları kapsamaktadır.

Ortaya çıkan bu paradigmalardan bazıları, *Radio Frekans Tanımlama* 'Radio Frequency Identification-RFID', *Kurumsal Kaynak Planlaması* 'Enterprise Resource Planning-ERP',

*Nesnelerin İnterneti* 'Internet of Things-IoT' *Nesnelerin Endüstriyel İnternet'i* 'Industrial Internet of Things-IoT', *Siber-Fiziksel Sistemler* 'Cyber-Physical Systems- CPS', *Bulut Tabanlı İmalat* 'Cloud Based Manufacturing-CBM', akıllı fabrika, akıllı ürün vb., olarak sıralanabilir. (Türkel ve Yeşilkuş, 2018, s.336). Bu teknolojilerin kullanımı; sadece internet sistemleri ve gelişmiş algoritmalarla ilişkili değil, aynı zamanda Endüstri 4.0'ın var olan bilgiyi son teknolojiler ile işleyip kullanması ve bu bilgiyi kullanırken katma değer yaratan bir süreç izlemesi anlamına gelmektedir.



Şekil 1. Endüstri 4.0 Fiziksel Sistem

### 1.5.1 Endüstri 4.0 ile İş Yaşamını Etkileyecek Değişimler

Aşağıda bahsi geçen teknolojiler kusursuz iş süreçlerini oluştururken yeni teknolojilerin kullanılmasına da olanak sağlayacaktır. (Soylu, 2018, s. 51)

- ✓ İmplant Edilebilir Teknolojiler
- ✓ Dijital Varlık
- ✓ Görüş Teknolojisi
- ✓ Giyilebilir Teknoloji
- ✓ Yazılım Teknolojileri
- ✓ Bulut Teknolojisi
- ✓ Nesnelerin İnterneti
- ✓ Akıllı Şehirler
- ✓ Büyük Veri Analizleri
- ✓ Sürücüsüz Araçlar
- ✓ Yapay Zeka Teknolojileri
- ✓ Robotik Hizmetler
- ✓ Bitcoin ve BlockChain
- ✓ 3D ve İmalat

Bu araştırmada, hâli hazırda yarı otomatik sistemlerle çeşitli ebatlarda tüp üretimi yapan bir şirketin üretim teknolojisinin incelenmesi, kurgusal bir Endüstri 4.0'a uyumlu akıllı işletme modeline uyarlanarak, her iki üretim yönteminin avantajlarının ve dezavantajlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma için seçilen işletmenin, üretim sorumluları; gerek yüz yüze, gerek telefon ve mail yolu ile üretim süreçlerini tüm ayrıntılarıyla paylaşmışlardır.

## 2. MATERYAL VE METHOD

### 2.1 Firma Bilgileri

NERO Savunma Sanayi; Havacılık ve Uzay sanayi sektörlerine hizmet eden ve bu sektörlerin Askeri Standartlarda ihtiyaçlarını karşılamak için ileri düzeyde mühendislik gerektiren İnfilak Bastırma, Kimyasal Biyolojik Radyoaktif Nükleer Algılama ve Filtreleme, Güç Çözüm Sistemleri, Lazer Algılama-Uyarı ve Sis Havanı Sistemlerini yerli ve milli yöntemler ile tasarlayabilen ve üretebilen, Ankara Maliköy Anadolu Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir firmadır.

Tasarım ve üretim standartları altında,

**ARES:** İnfilak Bastırma Sistemleri,

**MARS:** KBRN Algılama ve Filtrasyon Sistemleri,

**ARMA:** Güç Sistemleri,

**UMAY:** Lazer Uyarı ve Sis Havanı Sistemleri yer almaktadır.

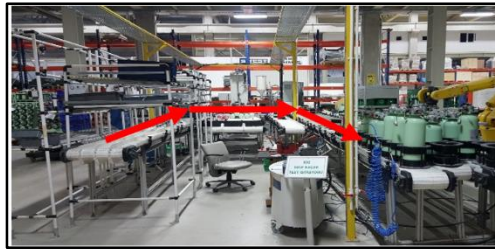
Şirket, Ankara Anadolu Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan 12.000 m<sup>2</sup> alana kurulmuş AR-GE ve üretim tesislerinde çalışan 110'u mühendisten oluşan 165 kişilik bir çalışma kadrosuna sahiptir.

Endüstri 4.0 üretim revizyonu kapsamında, Nero Endüstri Ares İnfilak Bastırma Sistemleri üretim grubu içinde yer alan tüp üretim süreci incelenmiş olup; Endüstri 4.0 teknolojisine göre Promodel Simulasyon programı ile yeni üretim sistemi dizayn edilip, çalışmanın avantajları ve dezavantajları araştırılmıştır.

## 2.2 TÜP ÜRETİM SÜRECİ

### 2.2.1 Tüp Üretim Alanı

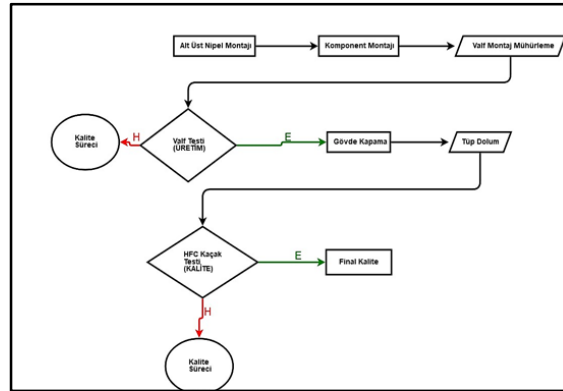
Nero Endüstri firmasında tüp üretimi Şekil 2'de gösterilen U Hattı üzerinde yapılmaktadır. 1,5 / 2 / 3-4 ve 4,5 kg'lık tüp üretimleri gerçekleştirilmektedir. Üretilen tüpler, haftalık ve aylık olarak siparişe göre planlanarak kesikli üretim yönteminde üretilmektedir.



Şekil 2. Tüp Üretim Alanı

### 2.2.2 Tüp Üretim İş Akış Şeması

Şekil 3'te firmada uygulanan tüp üretim iş akış şeması görülmektedir.



Şekil 3. Tüp Üretim İş Akış Şeması

### 2.2.3 Hammaddenin Üretim Alanına Ulaştırılması

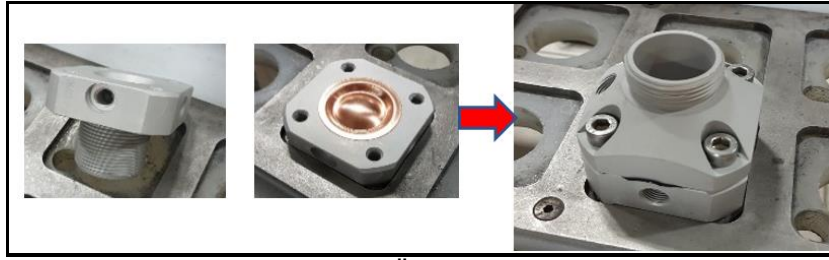
Şekil 4'te tüplerin üretilmesini sağlayan hammaddeler 'tüp gövdeleri, nipel, manometreler vb' forkliftler yardımıyla üretim hattına taşınır. İlgili materyaller üretim alanına taşındıktan sonra üretim süreci başlamış olur.



**Şekil 4.** Hammadde-Üretim Hattı

#### **2.2.4 Alt-Üst Nipel Montajı**

Şekil 5'te görüldüğü gibi tüp üretiminin ilk aşaması; alt nipelin bakır membran ile birlikte üst niple lastiklenerek montajlanmasıdır.



**Şekil 5.** Alt-Üst Nipel Montajı

#### **2.2.5 Komponent Montajı**

Komponent montajı; birleştirilmiş alt ve üst nipelin 4 tarafına, ilgili materyallerin montajlanmasından oluşur.

- ✓ Manometre
- ✓ Basınç Switch
- ✓ Emniyet Ventili
- ✓ Sibop



**Şekil 6.** Komponent Montajı



### **2.2.6 Valf Mühürleme Montajı**

Valf Mühürleme Montaj kısmında, oluşturulan montaj kırmızı veya yeşil renk olan alt tutucular ile mühürlenir. Bu aşamadan sonra komponentlere kimlik kazandırılarak, 12 saat sızdırmazlık sürecinde ilgili montaj ürünleri bekleme alanına alınır.

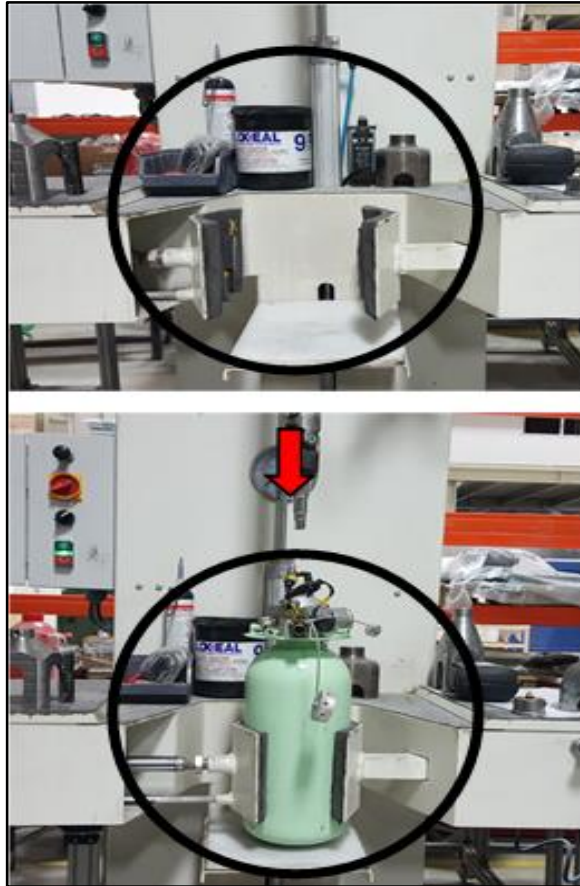


**Şekil 7.** Valf Mühürleme Montajı

Oluşturulan komponente, Valf Testi uygulanır ve kaydedilir. Kaçak yapan montajlara hurda prosedürü uygulanarak üretim alandan çıkarılır.

### **2.2.7 Gövde-Komponent Montajı**

Şekil 8'de gösterilen kısımda; gövde sabitlenerek, ilgili tüpün oluşması için komponent başlığı yarı-otomatik bir makine yardımıyla sıkıştırılarak, tüpün gövdesi ile montajlanır. Bu işlem adımı da daha önceki işlem adımları gibi bir personel yardımıyla gerçekleştirilir.



**Şekil 8.** Gövde-Komponent Montajı

### **2.2.8 Yangın Söndürme Tüp Dolumu**

Şekil 9'de montajı yapılan tüplerin içine, sibop kısmından HFC veya azot dolumları yapılır. Dolumu yapılan tüpler, bu sefer HFC kaçak testine tabii tutulur. Red olarak çıkan ürünler kayıt altına alınarak hurdaya ayrılır. Infico'dan geçen tüpler kalite testi öncesi konnektör, fûnye ve toz kapağı montajına alınır.

Son işlemdede kapak kapatılır, tüp etiketlenir, PDI'a kayıt için gönderilir.



**Şekil 9.** Tüp Dolumu

### **2.2.9 Kalite Süreci**

Üretimi tamamlanan tüpler kalite prosedürüne tabii tutularak, sevk işlemleri için hazırlanır.



**Şekil 10.** Kalite Süreci

### **2.2.10 Mevcut Üretim Modelinin Avantajları**

- 1) Üretim yöntemi daha çok emek yoğun olduğu için düşük sermaye ile kurulabilmekte ve işleyebilmektedir.**
- 2) Makineler tam kapasite ile sürekli çalışmadığı ve üretime göre tek tek çalıştırıldığı için işletmede çalıştırılacak işçi sayısı ihtiyaca göre ayarlanabilmektedir.**
- 3) Arz-talep ilişkisinden meydana gelen değişikliklere göre esneklikleri vardır.**

### 2.2.11 Mevcut Üretim Modelinin Dezavantajları

- 1) Üretim sürecinde tüm işlemler, emek yoğun gerçekleştirildiği için işçilerde ergonomik faktörlerden dolayı rahatsızlıklar oluşabilir, aynı zamanda bu durum iş güvenliği açısından da riskli bir işlemdir.
- 2) Talebe göre, günlük olarak sınırlı sayıda tüp üretimi gerçekleştirilebilmektedir.
- 3) Firmada gövde ve komponent montajı için, yarı-otomatik bir makine mevcuttur. Materyaller bu makineye görevli bir personel yardımıyla yerleştirilir ve yine aynı personel işlemi biten tüpü bir sonraki adıma taşır. Ancak işçi burada dikkatli davranılmalıdır, çünkü işçi hatalarından kaynaklı yanlış montaj işlemi, bir ürün için olan tüm süreci hurda edebilmektedir.
- 4) İnsan gücü ile üretim gerçekleştirildiği için standart bir kaliteye ulaşmak oldukça güçtür.

Çalışmanın devamında; incelenen işletmenin üretim yöntemi, temelde *robot teknolojisi*ni kullanarak makinaların birbirleri ile iletişim halinde olduğu, kendilerini ve üretim süreçlerini sürdürdükleri kurgusal bir Endüstri 4.0 üretim-tedarik sistemi üzerine uyarlanmıştır. Kurgusal üretim modelinde gerekli materyallerin üretim hattına taşındıktan sonra, lojistiğine kadar geçen süreç için tasarlanmıştır.

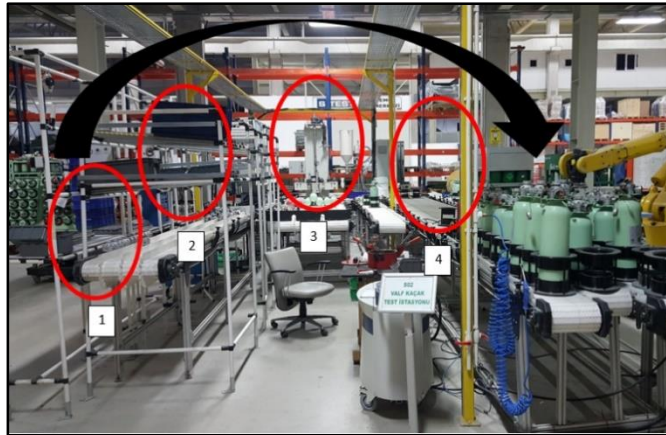
Çalışma sonuçlandığında her iki üretim modelinin avantajları ve dezavantajları karşılaştırılacaktır.

### 2.3 Tüp Üretiminin Endüstri 4.0 ile Yeniden Tasarlanması

Endüstri 4.0 kapsamında; hali hazırda tüp üretim alanında olan U hattı çevresine personellerin manuel olarak yaptığı işlemler için robot makinelerin yerleştirilmesi planlanmıştır.

- 1) Alt-Üst Nipel Montaj Makinası
- 2) Komponent Montaj Makinası
- 3) Tüp Gövde Montajı+Dolum Makinası
- 4) Test Makinası

Burada tüp gövde montajı ve dolum makinası birleştirilerek, tek bir makinada 2 ayrı işlemin yapılması planlanmıştır.



Şekil 11. Tüp Üretim Sürecinin Endüstri 4.0 ile Yeniden Dizayn Edilmesi

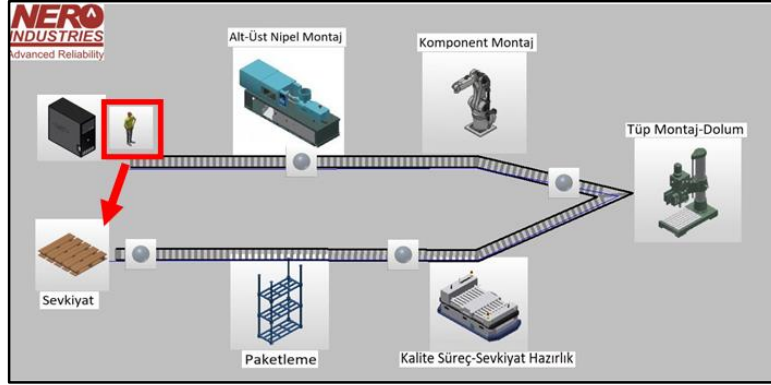
#### 2.3.1 Endüstri 4.0 ile Planlanan Yeni Sistemin Promodel Programıyla Simüle Edilmesi

ProModel üretim süreçlerini, veri saklama teknolojilerini, tedarik zincirlerini ve diğer operasyonel ve stratejik sistemlerin benzetim modellerini oluşturmak üzere kullanılan bir kesikli olay simülasyonu yazılımıdır.

ProModel simülasyon yazılımı ile Endüstri 4.0 teknolojisi planlanarak yeniden dizayn edilen üretim hattının çalışma süresi ve avantajları öngörülme çalışılmıştır.

Personellerin manuel yaptığı işler için robot makinalar dizayn edilmiş ve üretim hattına yerleştirilmiştir.

- 1. İşlem Adımı:** Üretim materyalleri personel yardımı ile montaj hattına bırakılır.
- 2. İşlem Adımı:** 1.makinadan itibaren işlemi biten parça, hareketli konveyör üzerinden bir sonraki makineye aktarılır.
- 3. İşlem Adımı:** Üretim sürecini tamamlayan tüpler, görevli personel yardımıyla sevkiyat alanına gönderilir.



Şekil 12. Promodel Programı ile Endüstri 4.0 Simülasyonu

## 5) SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Gelişmiş ülkelerde, sanayileşme değerlerinin oluşturulması şu an sanayileşmenin dördüncü aşaması olan Endüstri 4.0 olarak isimlendirilen gelişme ile şekil almaktadır.

Endüstri 4.0'a yönelik teknolojik yenilikler günümüzde imalat sanayii üzerinde oldukça büyük bir etkiye sahiptir ve sonraki dönemlerde bu etki artarak sürecektir. Çünkü Endüstri 4.0 ilerde otomasyon ve iş gücünün ortak çalışmasına, aynı zamanda çok amaçlı ürün üretimine yönelik, eski sistemlerden farklı olarak kendi kendini kontrol edebilen ve yönetebilen sistemler ve süreçler geliştirerek daha önce karşılaşılmamış düzeyde tüm sistem genelinde yüksek verimliliğe ulaşmamızı sağlayacak ve verimliliğin hızlanmasına olanak tanıyacaktır. Başka bir ifadeyle, 'dijital değişim', Endüstri 4.0 ile birlikte ileri düzeyde personelin, otomasyonun ve bilgi sistemlerinin bütün halinde iletişimini sürekli ve etkili bir şekilde gerçekleştirmiş olacaktır. Bu yüzden sonraki süreçlerde rekabet gücünü arttırmak isteyen organizasyonların, üretim süreçlerine Endüstri 4.0 yeniliklerini adapte etmeleri ve sonucunda fabrikalarında robotik sistemler, sanal bilgi işletim sistemleri, bulut tabanlı veri depolama teknolojileri gibi sistemleri uygulamaları gerekmektedir.

Çalışma içerisinde Nero Endüstri tüp üretim süreci için önerilen kurgusal Endüstri 4.0 üretim modelinin avantajları aşağıdaki şekilde öngörülmektedir.

- ✓ Halihazırda kesikli üretim yöntemi ile üretimi yapılan tüpler için seri üretim mümkün olabilecek; böylece birim ürün maliyeti azalacak, verimlilik artacaktır.
- ✓ Siparişe göre planlanan üretim yönteminden seri üretime geçildiğinde, ürünler stoklanabilecek ve yeni siparişlere olan temin süresi minimum seviyeye indirilmiş olacaktır.
- ✓ Üretimde standart kaliteye ulaşılabilecek ve iş gücü kaynaklı hatalar en az düzeye indirilebilecektir.
- ✓ Tüp üretimi için işlem yapan personel sayısının azaltılması ile üretim maliyetleri arasında önemli bir yer tutan çalışan harcamaları minimize edilmiş olacaktır. Süreç içinde görevli çalışan sayısının Endüstri 4.0 çalışması ile 3 kişiden 1 kişiye düşürülmesi personele yapılan harcamaların (eğitim, iş güvenliği, maaş ve sağlık hizmetleri), 3'te 2 oranında ( $2/3 \cdot 100 = \%66,67$ ) azalmasını sağlayacaktır.



- ✓ İş güvenliği riski en düşük seviyeye indirgenmiş olacak; personelin eğitim ve denetim problemleri bitecek, en önemlisi çalışan personel sayısı neredeyse sıfırlanacaktır.
- ✓ Makinelerin dijitalleşmesi ile müşteriden gelen talep ve değişikliklere anında ulaşılabileceği gibi, fabrika içi bilgilere de anında ulaşılabilecek, bu bilgilerin veri sistemlerinde depolanması ve analizi sağlanabilecek, böylece yeni teknolojilere daha kolay ve hızlı adapte olunabilecek; sektörde gerçekleşen yeniliklerin üretim sistemlerine yansması kolaylıkla mümkün olabilecektir.
- ✓ Endüstri 4.0'da kurgulanan sistemi oluşturmak fazla sermaye ve teknik bilgi gerektirmektedir. Bu olgular başta dezavantaj gibi görünse de, uzun vadede hem maliyet, hem veri depolama hem de teknoloji açısından çok büyük faydalar ve kolaylıklar sağlayacaktır.

Bu bağlamda Türkiye'nin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanması ve ülkeler arasında yer alması için; tüm sanayi kuruluşlarının dijital teknolojilere ulaşımının kolaylaştırılması, dijital sanayi ağlarının kurulması, akıllı fabrikaların yaygınlaşması için uygun çözümlerin sunulması ve tüm yurtdaşların ortak bir ülke planı ve amacı içerisinde odaklanarak çalışması gerekmektedir.

#### **KAYNAKÇA**

- A. V. Can ve M. Kıymaz. (2016). "Bilişim teknolojilerinin perakende mağazacılık sektörüne yansmaları: muhasebe departmanlarında Endüstri 4.0 etkisi." Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. CİEP Özel Sayısı, 110.
- Agarwal, H. & Agarwal, R. (2017). "First industrial revolution and second industrial revolution: technological differences and the differences in banking and financing of the firms". Saudi Journal of Humanities and Social Sciences, 2(11), 1064.
- A. Sinan (2016). "Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4." Journal of Life Economics, no. 8, 19-30.
- Bairoch, P. & Velen, V. A. (1966). "Original characteristics and consequences of the industrial revolution". 1. Diogenes, 14(54), 49.
- B. Mrugalska and M.K. Wyrwicka. (2017). "Towards lean production in industry 4.0" Procedia Engineering. Vol. 182, pp. 466- 473.
- Coluccia, D. (2012). "The second industrial revolution (late 1800s and early 1900s)." In corporate management in a knowledge-based economy (London: Palgrave Macmillan) ISBN: 978-0-230-35545-3, pp. 52-64
- Derya, H. (2018). "Endüstri Devrimleri ve Endüstri 4.0." G. Ü. İslâhiye İİBF Uluslararası E-Dergi, 2(2), 2.
- F. Rennung, C. T. Luminosu and A. Draghici. (2016). "Service provision in the framework of industry 4.0." Procedia Social and Behavioral Sciences, vol. 221, 373.
- Koç, T. C. & Teker, S. (2019). "Industrial revolutions and its effects on quality of life". PressAcademia Procedia, 9(1), 305.
- Lee, M., Yun, J. J., Pyka, A., Won, D., Kodama, F., Schiuma, G., Park, H., Jeon, J., Park, K., Jung, K., Yan, M. R., Lee, S. & Zhao, X. (2018). "How to respond to the fourth industrial revolution, or the second information technology revolution? Dynamic new combinations between technology, market, and society through open innovation." Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 4(3), 22.
- L. Thames and D. Schaefer. (2016). "Softwaredefined cloud manufacturing for industry 4.0." Procedia CIRP, vol. 52, 12-17.
- Mohajan, H. (2019a). "The first industrial revolution: creation of a new global human era." Journal of Social Sciences and Humanities, 5(4), 378.
- Oğrak, Z. Şık, A. (2020) "Plastik Üretimini Endüstri 4.0'da Örnek Vaka Uygulaması Üzerinden İncelenmesi." Tykhe, 2020; 5(8): 35-57.
- Q. Jian, L. Ying and R. Grosvenor. (2016) "A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond." Procedia CIRP, vol. 52, 173-178.



- Rifkin, J. (2016). "How the third industrial revolution will create a green economy." *New Perspectives Quarterly*, 33(1), 27.
- Soylu, A. (2018). "Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar." *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 32, 51-54.
- Türkel, S. Yeşilkuş, F. (2020). "Dijital Dönüşüm Paradigması: Endüstri 4.0" *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 333-335.
- Yıldız, A. (2018), "Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar" *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 548-554.