







Üretim ve Depo Yönetim Sistemlerinde Dijital Dönüşüm ve Talaşlı İmalat Yapan Bir Firmada Uygulaması

Digital Transformation in Production and Warehouse Management Systems and its Application in a That Performs Machining

Burak Çakır^{1*} , Prof.Dr. Süleyman Ersöz¹ , Prof.Dr. Ahmet Kürşad Türker¹ , Doç.Dr.Adnan Aktepe¹ 

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71451 Kırıkkale, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 28/12/2023

Kabul / Accepted: 11/01/2024

Çevrimiçi Basım / Published Online: 31/01/2024

Son Versiyon/Final Version: 31/01/2024

Öz

Hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler, süreç yönetiminde yenilikler ve çalışma koşullarındaki değişimlerin birbirine entegre olduğu sistemsel dönüşüm dijital dönüşüm olarak adlandırılmaktadır. Bu dönüşüm içerisinde nesnelerin interneti, bulut bilişim, yapay zekâ, sanal gerçeklik, barkod ve RFID gibi teknolojilerin kullanımı işletmeler için önem arz eden hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında Sincan Organize Sanayi Bölgesinde traktör şaftı üretimi yapan bir firmada üretim hattını kontrol etmek, üretim aşamalarının takibini gerçekleştirmek, bir sonraki istasyona bekleme süresi olmadan sevkiyi sağlamak, personel ve makine verimliliğini artırmak, fire miktarlarını azaltmak, duruş sebeplerini analiz ederek kestirimci bakım faaliyetlerini yapmak, depo kontrolünü daha güvenilir ve hızlı yapmak amacıyla bir dijital dönüşüm sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem sayesinde olası sorunlara anlık müdahale edebilme, üretimi biten ve depo sahasına gelen ürünleri raflarına yerleştirme ve bilgilerin sistemsel olarak anlık tüm kullanıcılarla paylaşılması sağlanmıştır. Hammaddeler için barkod etiketleri, istasyonlarda ise barkod okuyucu, endüstriyel bilgisayar ve el terminalleri ile operatörlerin iş başlama, iş bitiş, duruş başlama, duruş bitiş, üretilen ve hurdaya ayrılan malzemelere dijital ekranda onay verilebilen bir üretim yönetim sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile anlık stok ve üretim takibi gerçekleştirilerek hata oranlarının azaltılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler

Dijital Dönüşüm, Barkod, Depo Yönetim Sistemi, Üretim Yönetim Sistemi

Abstract

The systemic transformation in which rapidly advancing technological developments, innovations in process management and changes in working conditions are integrated with each other is called digital transformation. Within this transformation, the use of technologies such as the Internet of Things, cloud computing, artificial intelligence, virtual reality, barcode and RFID has become important for businesses. Within the scope of this study, a digital transformation system has been designed in a company that produces tractor shafts in Sincan Organized Industry Zone, to control the production line, to follow the production stages, to ensure proceeding to the next station without waiting time, to increase personnel and machine efficiency, to reduce the amount of wastage, to carry out predictive maintenance activities by analyzing the reasons for downtime, to make warehouse control more reliable and faster. Thanks to this system, it is possible to instantly intervene in possible problems, to place the products that have been produced and arrived at the warehouse area on the shelves, and to share the information systematically with all users. A production management system has been developed that allows operators to approve job start, job finish, stop start, stop stop, produced and scrapped materials on a digital screen, with barcode labels for raw materials and barcode readers, industrial computers and handheld terminals at the stations. With the developed system, it is aimed to reduce error rates by real-time stock and production tracking.

Key Words

Digital Transformation, Barcode, Warehouse Management System, Production Management System

1. Giriş

Endüstri 4.0 çağında teknoloji ve internetin gelişmesiyle işletmelerin pazardaki paylarını kaybetmemeleri, rekabet gücünü artırmaları için çağa ayak uydurmaları gerekmektedir. İşletmelerin bu rekabet ortamında geride kalmamak için kaliteli ürünü/hizmeti ortalama fiyat aralığıyla müşterilerine sunması gerekecektir. Maliyeti düşürmek rekabet halinde olunan pazardaki rakiplerin önüne geçebilmek için en büyük kozlardan biridir.

Üretim ve depo takip sistemlerinin varlığı; işletmelerin verimini ve kontrol mekanizmasını artırmak, üretimleri planlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirmek için oldukça fazla öneme sahiptir. Bu sistemlerin varlığıyla daha sağlıklı verilere sahip olunur ve kaynaklar daha verimli kullanılır bu sayede rekabet halindeki firmaların önüne geçmek için kullanımı önem arz etmektedir. Bu amaç doğrultusunda işletmeler ERP yazılımlarını ve bu yazılımlara entegre olabilen Barkod ve RFID takip sistemini kullanmaktadırlar.

Doğru kararları hızlı bir şekilde alabilmek için doğru bilgiye anlık olarak ulaşmak gerekmektedir. Rekabet gücünü artırmak, maliyetleri azaltmak ve tüm sistemi görecelik olarak alınacak kararların ve yatırımların sağlam temellere dayandırılması için bilgi sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bilgi en büyük güçtür.

Bilgi sistemleri işletmelerde sorunların çözümleri için etkili bir yöntemdir. Problemleri doğru tespit etmek, amaçları ortaya doğru bir şekilde koymak, tasarımı eksiksiz yapma çözüme ulaşmak için oldukça önemlidir. Hepsinden önemlisi ise bu tasarımın işletmelerle olan uyumudur. Mükemmel bir sistem tasarımı olabilir ancak uygulamaya yapılacak işletme bu sistemi kullanmaya uygun yapıda değilse yarardan çok zarar verebilir (Ersöz ve Ersöz, 2015).

Barkodla üretim ve depo yönetim sistemine ihtiyaç duyulmasını sebebi, işletmeler içerisindeki malzeme takibinde yaşanan zorluklar, anlık bilgi akışının sağlanabilmesi, tezgâh ve operatör verimliliğinin artırılması, üretim maliyetlerinin azaltılması, fire miktarlarının azaltılması, stok bilgilerinin doğru ve anlık tüm kullanıcılarla paylaşılması istenmesidir.

2. Literatür Taraması

Üretimi kontrol edebilme, dijitalleşme düşüncesi ve çalışmaları yıllardır kendini geliştirerek devam etmektedir. Bu konuyla ilgili çeşitli makaleler, tez çalışmaları, bildiriler vb. çalışmalar literatürde kendine yer bulmaktadır. Dijital dönüşüm, üretim takip sistemleri, depo takip sistemleri, barkod uygulamaları anahtar kelimeleri ile YÖK Tez Merkezi, Google Scholar ve Web of Science veritabanlarında literatür taraması yapılmıştır. Bu çalışmanın konusuyla örtüşen ve literatüre önemli katkılar sağlamakta olduğu tespit edilen 12 adet çalışma belirlenmiştir.

Metin (2001), çalışmasında barkod teknolojilerinin işletmelere yönelik çözümleri ve uygulamasına yer vermiştir. Barkod sistemlerinin şirketlerin doğru ve hızlı sevkiyat yapma imkânı sağladığına değinmiş ve müşteri memnuniyeti, doğru bilgi akışı ve doğru karar alabilme gibi avantajları olduğu sonucuna varılmıştır. Kilitçi (2004), çalışmasında üretim planlama ve stok faaliyetlerinin daha başarılı gerçekleştirilebilmesi için barkod teknolojisini incelemiştir. Bunun için genel kurallarıyla barkod teknolojisi standartlarından bahsedilmiştir. Polat (2006), çalışmasında barkod teknolojilerinden genel olarak bahsetmiş ve hazır giyim sektöründe üretim hatalarının çözümü için barkod teknolojisi önerilmiştir. Barkod ile hatalı ürün, tedarikçi ve tesislerin tün ilişkisinin süreç boyunca izlenebileceği, bilgi akışının doğru ve hızlı olacağı, gerçek verilerle istatistik oluşturulacağı ve satış sonrası hizmetlerin niteliğinin artacağı vurgulanmıştır. Alkan (2006), çalışmasında hastanelerde kullanılan sarf malzemeleri, hastaları ve ihtiyaçları kategorize ederek tanımlamıştır ve barkod teknolojisi kullanılarak yaşanan problemlerin çözülmesine yönelik yeni açılımlar sunmuştur.

Erpulat (2007), çalışmasında tekstil sektöründe üretim yapan bir firmayı satış mağazasında stok sayımının iyileştirilmesine yönelik çözümler üretmektedir. Bir barkod sistemi kullanılmasına karşın elle stok sayımı yapılması nedeniyle stok yanlışlıklarının ortaya çıkması, doğru raporlar alınmaması, yanlış barkodlar okutulması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Mevcut barkod sistemi ve bu sisteme entegre ara yazılım geliştirilmesi önerilmiştir. Fawzi (2012), çalışmasında barkodu tanıma ve depolanan bilginin kodunun çözülmesi için bir sistem oluşturmuştur. Görüntünün ön işleme, barkodun algılanması ve depolanan bilgilerin kodunun yazılması olmak üzere 3 ana başlıkta incelemiştir. Wu, Zhang ve Pian (2014), çalışmasında üretim yönetimi için barkod uygulamışlardır. Fabrika içerisinde düşük verimliliğin geleneksel bilgi toplama yöntemleriyle yüksek hata oranında olmasından kaynaklandığını öne sürmektedir. Bu doğrultuda malzeme, personel ve ekipmanların barkod ile takibi amaçlanmıştır. Dırmıkcı (2018), çalışmasında trafo üreticisi bir firmanın üretim için kritik öneme sahip kalıpların takibi ve çizelgeleme probleminde bir çözüm önerisi sunmuştur. Bu amaç doğrultusunda kalıp bilgisine ulaşmak isteyen tüm personelin erişebileceği bir yazılım geliştirilmiş ve sahadan anlık veri toplayabilmek için barkod teknolojisi el terminalleri aracılığıyla kullanılmıştır.

Akçay (2020), çalışmasında talaşlı imalat sürecinde çok sayıda prosese sahip bir ürünün süreç takibinde barkod teknolojisini kullanmıştır. Proses sayısının fazla olması sebebiyle üretim takibinde yaşanan sıkıntılar sebebiyle barkod teknolojisini kullanmış ve uygulama sonucunda hem malzeme bilgisi anlık olarak bilinecek hem de verimliliklerin artacağı sonucuna varılmıştır. İpkin (2021), çalışmasında ERP uygulamalarını dijital dönüşüm süreçlerine katkısını incelemiştir. Bu kapsamda dijital dönüşüm iş süreçleri ve kurumsal kaynak planlaması konuları ele alınmış ve ERP programı kullanan firmalarla görüşme gerçekleştirilerek veriler alınıp analiz edilmiştir. Bu veriler ışığında müşteri ilişkileri, performans, zaman yönetimi, iş süreçleri iyileştirme gibi birçok konuda kazanım elde edildiğini sonucuna varmıştır. Sevim (2022), çalışmasında üretim yapan bir işletmede üretim planlamadan ürün çıktısına kadar geçen süreci IoT aracılığıyla smart barkod sistemi ve otonom robot uygulamalarının etkisini ve bu etkilerin muhasebe ve denetim alanlarına yansımalarını incelemiştir. Kayar (2023), çalışmasında farklı sektörlerde birçok firmanın, kurum ve kuruluşların dijital dönüşüm

farkındalığını artırmak istemiş, atılacak adımlarla dijital sanayi çağının ülkemizin geleceği adına olumlu yönde katkı sağlamasını amaçlamıştır.

3. Üretim ve Depo Takip Sisteminin Tasarlanması

Endüstri 4.0 çağında teknolojiye duyulan ihtiyacın artmasıyla birlikte üretim ve depo takip sistemlerinin varlığı; işletmelerin verimini, kontrol mekanizmasını artırmak, üretimleri planlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirmek için oldukça fazla öneme sahiptir. Bu sistem, rekabet gücünü artırmak, maliyetleri azaltmak ve tüm sistemi görerak alınacak kararların ve yatırımların sağlam temellere dayandırılmasına olanak sağlamaktadır. Yapılan çalışmanın bu bölümünde mevcut sistemin analizi ve tasarlanan yeni model anlatılmaktadır.

3.1. Mevcut Sistem Analizi

Çalışma yapılan fabrikanın mevcut sistemini incelemeyden önce sistem tanımını anlamak gerekmektedir. Sistem amacına göre farklı tanımlansa da genel ifadeyle, bir amaca ulaşmak için birbirleriyle etkileşimde olan her şey olarak tanımlanabilir. Ersöz ve Ersöz (2015), çalışmasında mevcut sistemin incelenmesinin 9 adımda gerçekleşeceğini belirtmiştir.

Problemin Tanımlanması: Çalışan bir sistemde problemlerin varlığı düşüncesiyle harekete başlanır ve problemin kesinleşmesiyle sistem çalışmasına karar verilir. Gerçek problem belirlendikten sonra çözüme ulaşabilmek için problem iyi analiz edilmeli ve tanımlanmalıdır. Problem ne kadar iyi tanımlanırsa sınırlar o derece kesin olacaktır ve problem alanı dışında çalışma kaybı olmayacaktır (Ersöz ve Ersöz, 2015).

Çalışma yapılan fabrikadaki temel problemler;

- Operasyon adımlarının fazla olması nedeniyle fabrika içerisinde malzemelerin takibinin zor olması,
- Hammadde kaynaklı gecikmelerden dolayı ayar değişimlerinin fazla olması bu nedenle operatör verimliliğinin takip edilememesi,
- Bazı bölümlerde aynı işlemlere sahip iki tezgâhta bir operatör çalışmasından kaynaklı verimliliklerin takip edilememesi,
- Anlık verilere ulaşamaması nedeniyle operasyonlar arası geçişlerin aksaması,
- Anlık verilerin girilmemesi nedeniyle operatörün yapılan adet bilgisini unutması,
- Depoda bulunan malzemelerin sistem üzerinde kayıtlarının gün sonunda yapılması nedeniyle anlık stokların güncel olmaması,
- Anlık stok güncellemesi olmaması nedeniyle unutulmuş giriş-çıkış hareketleri,
- Fire miktarlarının ve sebeplerinin kayıt altına alınmaması,
- Kayıt altına alınmayan fire nedenleri sebebiyle düzenleyici/önleyici faaliyet aksiyonlarının alınmaması,
- Tezgâh arıza sebeplerinin kayıt altına alınmaması ve istatistiklerinin tutulmaması,
- Kullanılan ERP programının üretim modüllerinin kullanılmaması ve bu nedenle iş emirlerinin fabrika içerisinde kullanılmaması,
- Üretim maliyetlerinin ERP üzerinden hesaplanamaması,
- Tezgâh atamalarının ERP üzerinden yapılamaması.

Amaçların Belirlenmesi: Bilgi sistemleri ihtiyaçlardan doğmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamak için hangi amaçların esas alınacağı ve hedeflerin neler olduğu belirlenmelidir (Ersöz ve Ersöz, 2015).

Çalışma yapılan fabrikadaki amaçlar;

- Üretim hattı ve depo bilgi sisteminin inşa edilmesi,
- ERP paket programı üretim modüllerinin aktif kullanılması,
- Anlık veri takibi yapılabilmesi,
- Tezgâh ve operatör verimlilik hesabının yapılması,
- Tezgâh duruş sebepleri analizi ve kestirimci bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi,
- Fire sebepleri analizi,
- Depo içi süreçlerin ve işgücü verimliliğinin artırılması.

Bu amaçlar doğrultusunda üretim ve depo yönetiminde dijital dönüşüme gidilmesi gerekmektedir. Bilginin doğruluğu ve akış hızı karar verici için çok önemlidir. Bu hedefe doğru giderken ürün ağaçları, iş akış şemaları, operasyon sıra sayfaları, iş emirleri, operatör bilgileri ve tezgâh bilgilerinin doğru ve eksiksiz olması gerekmektedir. Yazılım alt yapısı tüm bu bilgilerin veri tabanında kayıtlı olması için en önemli faktörlerdendir. Barkod yazıcı, barkod okuyucu, endüstriyel bilgisayar, el terminali, etiketler son olarak ihtiyaç duyacağımız donanımlardır.

Çalışma Grubunun Belirlenmesi: Çalışma grubunda endüstri mühendisi, makine mühendisi, teknik ressam ve yazılım mühendisi yer almaktadır.

Bilgi İhtiyaçlarının Belirlenmesi: Sistemin hangi bilgilere ihtiyaç duyduğu tespit edilmelidir aksi takdirde tasarlanan sistemin başarı şansı yoktur (Ersöz ve Ersöz, 2015). Tasarlanan sistem için gerekli olan bilgi ihtiyaçları için daha önce yapılmış çalışmalardan, çalışma grubu beyin fırtınasından, üst yönetim ile müzakerelerden, internet kaynaklarından ve üniversite hocalarımızın bilgisinden yararlanılmıştır.

Örgüt ve Çevre İlişkilerinin İncelenmesi: Bilgi sistemleri sürekli değişim ve gelişim içerisinde olan açık sistemlerdir. Çevresinden girdiler alıp çıktı olarak sunarlar bu nedenle çevre ile olan ilişkilerin bilinmesi gerekmektedir. Örneğin ekonomik faktörler örgüt içerisinde tasarımın kabullenilmemesine sebep olabilir.

Örgüt Yapısı ve Yönetim Biçiminin İncelenmesi: Organizasyon şemaları incelenerek bölümler arası bilgi akışı, görev ve sorumluluklar belirlenmelidir. Bölümler arası ilişkiler açıkça belirlenmelidir. Kararların hangi merkezlerden ve hangi karar kurallarına dayanarak verildiği belirlenmelidir. Verilen kararların uygunluğu incelenmelidir (Ersöz ve Ersöz, 2015).

Mal/Hizmet ve Bilgi Akışının İncelenmesi: Üretilen mal veya hizmetlerin neler olduğu, hangi teknolojilerin kullanıldığı, üretim metodlarının neler olduğunun belirlendiği çalışmalardır.

Kaynaklar ve Kısıtların Belirlenmesi: Mevcut kaynakların ve kısıtların neler olduğunun belirlendiği kısımdır. Tasarlanan sistemde mevcut dokümanlara ek yeni dokümanlar oluşturulmuştur. Fabrikada hali hazırda kullanılan yazılımda aktif olmayan modüller aktif hale getirilmiştir.

Yönetimin Beklentilerinin Belirlenmesi: Bilgi sistemlerinde yönetici beklentilerinin belirlenmesi çalışmanın şekillenmesi için çok önemli bir adımdır. Bu çalışmada yönetim beklentileri;

- Doğru bilgiye zamanında ulaşılması.
- Alışılan sistemin dışına çok çıkılmaması küçük düzenlemelerle kademeli geçiş sağlanması.
- Çok yüksek maliyetlerden kaçınılması.
- Üretimde karmaşanın engellenmesi.
- Düzenleyici/Önleyici Faaliyetlerin hayata geçirilmesi.

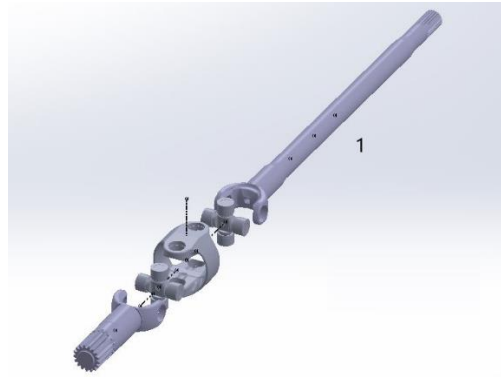
3.2. Tesis Yerleşimi ve Örnek Ürün Bilgileri

Üretim sürecinin ana amacı, girdileri verimli kullanarak kaliteli ve düşük maliyetli ürün üretilmesidir. Tesis yerleşimi ürün maliyetini etkileyen faktörlerdendir ve tesis yerleşimini iyi planlanmış bir işletme ürün maliyetini düşürebilmektedir. Tesis yerleşiminin ana amaçlarından bazıları;

- Taşıma maliyetlerini azaltmak,
- Üretim süresini kısaltmak,
- Üretim alanının verimli kullanılmasını sağlamak,
- Personellere ergonomik çalışma alanı sunmak,
- Üretim girdilerinden maksimum faydayı sağlamaktır (Ürem, 2019).

Çalışma yapılan fabrika 5.000 m² kapalı alan, 2.500 m² açık alan olmak üzere toplam 7.500 m² alana sahip olup Hücresel yerleşim mevcuttur. EK A'da fabrika yerleşim planı bulunmaktadır ve bölümler halinde gösterilmiştir. Fabrika içerisinde aynı işleve sahip tezgahlar aynı bölgelere konumlandırılmıştır ve numaralandırılmıştır.

Fabrikada 3 temel ürün grubu mevcuttur. Bu gruplardan "Aks Grubu" fabrika için kritik öneme sahiptir. Şekil 3.1'de montajlı hali görünmekte olan aks grubu; kısa aks mili, uzun aks mili, h mafsal ve istavroz olmak üzere 4 alt parçadan oluşmaktadır. Örnek ürün olarak operasyon sayısı ve üretim süreleri uzun olması sebebiyle 1 numara olarak belirtilen uzun aks mili parçası ele alınmıştır.



Şekil 1. Aks Grubu

Uzun aks milleri üretimi ve montajlanıp aks şaftı olma işlemi toplam 17 adımda tamamlanmaktadır ve üretim süresi diğer tüm ürün gruplarından daha uzun sürmektedir. Fabrika için kritik öneme sahiptir bu yüzden örnek olarak bu grup ele alınmıştır. EK B'de örnek ürün rotası spagetti diyagramında gösterilmiştir. Bu diyagramda görüldüğü üzere 6. ve 10. istasyon yani CNC torna grubunun bulunduğu yer ve 13. istasyon yani taşlama tezgâhlarının bulunduğu yer fabrika içerisinde uzun aks millerinin hareketinin artmasına neden olmaktadır. Seri imalat yapılan bu grup için gereksiz hareket anlamına gelmektedir ve taşıma maliyetlerini artırmaktadır. EK A'da yerleşim planında gösterilen CNC Torna ve Taşlama bölümünde bulunan tezgahların Broş bölümü ve yanında bulunan İşleme

Merkezi bölümünde yer alan tezgahlarla yer değiştirmesi taşıma maliyetini ve bölümler arası taşıma kaynaklı kaybedilen süreyi azaltacaktır.

3.3. Tezgâh ve Operatör Kodlamalarının Yapılması

Fabrikada bulunan tezgâhların birer açıklaması ve tezgâh özellikleri vardır. Aynı tezgâhtan birkaç tane bulunma durumunu da göz önüne aldığımız zaman her tezgâha birer tezgâh numarası verilmesi gerekmektedir. Yerleşim planında da görüldüğü gibi her tezgâha birer tezgâh numarası belli bir mantık çerçevesinde verilmiştir. Öncelikle Tablo 1.'de belirtildiği gibi her tezgâhın grubu ve o gruba karşılık harfle ifade edilen grup kodu belirlenmiştir.

Tablo 1. Tezgâh Grup Kodlaması

Tezgâh Grup Kodları	Grup İçeriği
M	Montaj Tezgâhları
K	Kontrol ve Test Tezgâhları
T	Talaşlı İmalat Tezgâhları
Y	Yüzey İşleme Tezgâhları
P	Plastik İşleme Tezgâhları
H	Isıl İşlem Tezgâhları
W	Kaynaklı İmalat
D	Diğer Tezgâh / Cihaz / Makineler

Belirlenen gruplara ait tezgâhların yaptıkları operasyonlar dikkate alınarak operasyon kodları ve açıklamaları Tablo 2.'de gösterilmiştir.

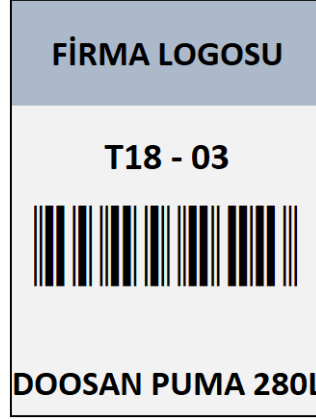
Tablo 2. Tezgâh Operasyon Kodlaması

Operasyon Kodu	Operasyon İçeriği
01	Pres
02	Broş
03	Temizleme
04	Diş Açma
05	Doğrultma
06	Enjeksiyon
07	Freze
08	Isıl İşlem
09	Kaynak Aparatı
10	Kontrol
11	Matkap
12	Paketleme
13	Boy Tamamlama
14	Taşlama
15	Testere
16	İşleme Merkezi
17	Universal Torna
18	CNC Torna
19	Boru Yapıştırma
20	Boyama
21	Çapak Alma
22	Montaj Aparatı
23	Ön Isıtma Fırını
24	Tav Fırını
25	Sertleştirme Banyosu
26	Yıkama Tankı
27	El İşçiliği (Talaşlı İmalat)
28	El İşçiliği (Montaj)
29	Diğer
30	Raspalama

Tablo 3.'de örnek tezgâh kodlaması gösterilmiştir.

Tablo 3. Tezgâh Kodlaması Örneği			
T	18	-	03
T= Talaşlı İmalat Tezgâhi Anlamındadır	18= CNC Torna Operasyonu Yapan Tezgâh	-	03= İçinde Bulunan Grubun Sıra Sayısıdır

Tezgâh kodlaması yapıldıktan sonra operatörlerin iş emir onayı yapacakları zaman tezgâhları manuel seçmek yerine barkod okuyucudan okutabilmeleri için her tezgâha barkodlu kartlar hazırlanmış ve hazırlanan tezgâh barkodlu takip kartı örneği Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Tezgâh Barkodu

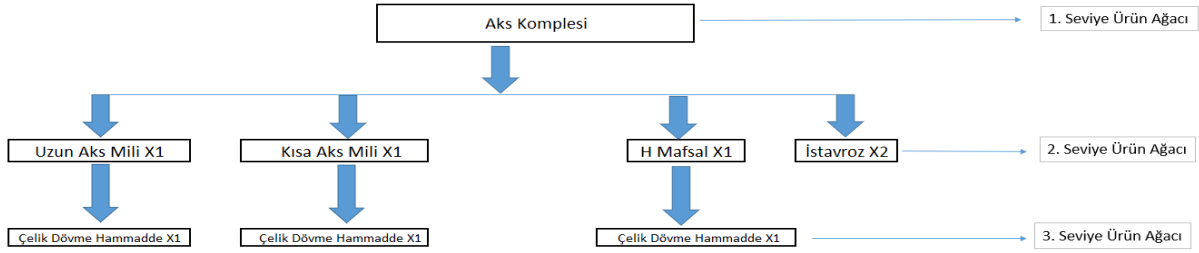
Her personel işe başladığı zaman ERP programının insan kaynakları modülünde giriş işlemleri yapılır. Giriş işlemiyle birlikte personel sicil kayıtları da oluşturulmaktadır. Bu sicil numaraları operatörlerin yaka kartı üzerindeki barkoda yerleştirilecektir ve operatör iş emri barkodunu okuttuğu zaman onaylayan kısmında hangi operatörün o işi yaptığı belli olacaktır. Bu nedenle yaka kartı oluşturulması sistem için gereklidir. Örnek yaka kartı Şekil 3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Personel Yaka Kartı

3.4. Ürün Ağaçlarının, Operasyon Sıra Sayfaları ve İş Emirlerinin Oluşturulması






Ürün ağaçları, üretim yapılabilmesi için bir ürünün hangi malzemelerden kaçar adet kullanılarak üretildiğini gösteren şemadır. Malzeme ihtiyaç planlaması için hayati önem taşımaktadır. İş emirleri onayında ilgili operasyon onayı gerçekleşirken ürün ağacına bağlı olan hammaddenin stok tüketimi gerçekleşir. Stokların doğru olması için dolaylı olarak ürün ağaçlarının da doğru olması gerekmektedir. Aynı zamanda montaj yapılacak malzeme talebi depo kısmına ürün ağacı patlamış şekilde kağıtlarla gelir ve depo çalışanları montaj bölümüne bu malzemelerin teminini sağlar. Yanlış yapılmış ürün ağacında montaj ve dolayısıyla sevkiyatta yanlış olur. Bu çalışmada ürün ağaçlarının tamamı kontrol edilmiş, eksik ürün ağaçları düzenlenmiş, ürün ağacı olmayan malzemelerin ürün ağaçları ERP programına kayıtları yapılmıştır. Şekil 4.'de örnek ürün ağacı gösterilmiştir. Örnekteki ürün ağacı 3 seviyeden oluşmaktadır ancak fabrika içerisinde 9 seviyeye kadar inen ürün ağaçları mevcuttur.



Şekil 4. Ürün Ağacı Örneği

Operasyon sıra sayfaları parçanın operasyonlarıyla ilgili ayrıntılı bilginin olduğu dokümandır. Şekil 5.'de bulunan operasyon sıra sayfasında örneği verilen uzun aks milinin CNC torna operasyonuna ait ayrıntılar yer almaktadır. Burada tornalama işleminin hangi yüzeylere uygulanacağı operasyon resminde gösterilmiştir. Bunun dışında parçanın hangi tezgâhta işleneceği, parçanın yerde yerde süresinin kaç saniye olacağı, ayar süresinin kaç dakika olacağı, hangi kesici takımlar kullanılacağı ve o kesici ucun kaç adet üretim yapacağı, hangi takımların tezgâha bağlanacağı, hangi masterlarla ölçüm yapılacağı, tezgâh ayar bilgileri ve değişim yapılmışsa değişimin kimin yaptığı gibi bilgiler ayrıntılı şekilde yer almaktadır.

Operasyon sıra sayfası malzeme tezgâha gelmeden üretim kısım sorumluları tarafından ilgili tezgâh sorumlusuna verilir. Bu sayede operatör ne yapacağını önceden bilir, takımlarını ona göre ayarlar, tezgâh program kontrolünü sağlar ve ön hazırlığını yapmış olur. Zaman kaybı önlenmiş olur.

OPERASYON SIRA SAYFASI									
Tezgâh Bilgileri		Üretim Zamanı Bilgileri		Parça Bilgileri			Operasyon Bilgileri		
Tezgâh Kodu	T18-03	Yerli Yarı Zam. (dk.)	Saatte Adet	Parça Kodu	X.XX.XX.XXX		Op. un Tanımı	Op. Nr. sı	
Tanımı	CNC YATAY TORNA TEZGAHI DOOSAN PUMA 280L	Mak.Zam. (sn.)	Ayar Zam. (dk.)	Parça Adı	AKS MILİ (ORTA) 102B (TamBoy = 547)		MİL KISMINDAKİ DİŞ ÇAPLARI TORNALA.	50	
		271	60	Malzeme	SAE 4140				
Bağlama Takımları ve Diğer Aparatlar				Kontrol Takımları			Ayar Bilgileri		
Takımın Tanımı	Kod. Nr. sı	Adet	Mastarı Tanımı	Kod. Nr. sı	Ölç. Fre.	Değişken	Değer		
AYNA	K-0594	1	Ø36,33 ^{+0,03} ÇAP MASTARI (MIKROMETRE)	STD.	10	Ayna Basıncı (bar)	25 + 30		
ÇENE (Takım)	K-1006	1	Ø38 _{±0,15} ÇAP MASTARI (MIKROMETRE)	STD.	10	Punta Basıncı (bar)	5 + 7		
FİRDÖNDÜLÜ PUNTA (Ayna Tarafı)	K-0925	1	Ø46,60 ^{+0,05} ÇAP MASTARI (MIKROMETRE)	STD.	10	Tezgâh Program Nr. sı	00574		
			MESAFELER ÖLÇÜM MASTARI (Dij. Miheni)	MT-0033	10				
KESİCİ TAKIMLAR									
TAKIMIN ADI	TAKIMIN TANIMI	TAK. KODU	SERT MADEN UÇ	TAK. KODU	Tek Köşe Uç Ömrü (adet)				
KABA KALEM	TDJNR 2525 M15	KT-1351	DNMG 150005 OPM OC3115D (OKS)	KT-2012	35				
FINIS KALEM	SDJCL 25x25 M11	KT-1610	DCDFT11130471M YBC150P06-P20 (ZCC-CT)	KT-1327	80				
ARA YATAK KALEM	TDJNL 2525 M11	KT-1699	DNMG 150005 OPM YBM153 M05 M30 (ZCC-CT)	KT-2013	50				
Değişiklik Bilgileri									
Değ. Nr. sı	012								
Değ. Tarihi	17.08.2023								
Yapan									
Onaylayan									
İmza									
Onay Tarihi	17.08.2023								
Değişiklik açıklaması									
Tek Köşe Uç Ömrü Eklendi.									
Operasyonun Dikkat Edileceği Noktalar									
- İlk ayarda ve sonraki 10 parçada bir salgı kontrolü yap. Makine zamanı içinde kilif tak.									
 DAYAMA  SIKIŞMA  OTURMA  KURUMALAMA									

Şekil 5. Operasyon Sıra Sayfası

Operasyon bazlı tasarlanan iş emri Şekil 6.'da gösterilmiştir. İş emri içerisinde iş emri numarası, operasyon onay numarası, iş emri tarihi, üretim miktarı, parti numarası (lot numarası), varsa sipariş numarası, sipariş miktarı, teslim tarihi bilgileri yer almaktadır. Daha önce işlenen minimum süreye göre planlanan başlangıç ve bitiş tarihleri de yine iş emri içerisinde yer almaktadır. Operatör gelen iş emri üzerindeki onay numarası barkodunu okutarak onay işlemlerini yapacaktır. Her operasyonun kendini özgül barkod numarası olacaktır.

İş Emri No	İş Emri Tarihi	Üretim Miktarı	Parti No	Sipariş No	Sipariş Miktarı	Teslim Tarihi
23090006	07.09.2023	1.500 AD	07.09.185		0	
Parça No		Parça Adı				
		4.SERİ DFR 30,2X82 İST.GÖRE 526mm 1,25 MOD Z29 Ø38				
Op.No.	İş Merkezi	Operasyon Tanımı				
50	T18-03	DIŞ ÇAP TORNA				
Planlanan Başlangıç		Planlanan Bitiş		Onay no: 00020355		
21.09.2023 09:02:00		03.10.2023 09:42:00				

Şekil 6. İş Emri

3.5. Depo Raf Etiketleri



Üretimi tamamlanmış olan ürünler depo içerisinde raflara yerleştirilmektedir. Depo içerisinde 7 adet hol bulunmaktadır. Mamul deposu içerisinde ada-parcel-sıra mantığıyla raf kodları verilmiştir. 4. Hol hariç her holde 3'er adet ada bulunmaktadır. Bu adalara kasalar yan yana ve üst üste sıralı şekilde dizilir. Yan yana dizili olan alanlara parsel ismi verilmiştir. Kasalar üst üste dizildiğinde ise sıra ismini alır.

Bir holde hep aynı çeşit malzeme olmasına dikkat edilir. Örneğin 2. Hol sadece İstavrozlar için ayrılmıştır ve sadece istavrozlar depolanmaktadır. Üretimden gelen malzemeler uygun holde boşluk var ise o holdeki ada-parcel-sıra mantığına göre yerleştirilir. Yapılacak projede bu noktada ada-parcel-sıra mantığına göre raflara barkod etiketleri tanımlanmıştır. Ayrıca birkaç depo olduğu için depolar da kodlandırılmıştır. Depo kodlamaları Tablo 4.'te örnek olarak verilmiştir. Raf kodları ise stok yeri kodu olarak ifade edilmektedir. Böylelikle malzemelerin hangi depoda ve hangi stok yerinde olduğu belirtilerek lokasyonu kolaylıkla bulunabilmektedir.

Tablo 4. Depo Kodları

Depo	Açıklama
100	Üretimde Bulunan Malzemeler
200	Mamul Deposu
300	Hammadde Deposu
500	Tel Örgülü Depo
600	Boru Stok Alanı

Örnek raf etiket barkodu Şekil 7.'de gösterilmiştir.

FİRMA LOGOSU	FİRMA LOGOSU
2-1-5	200
	
2. ADA 1. PARSEL 5. SIRA	MAMUL DEPOSU

Şekil 7. Raf Etiket Barkodu


3.6. Kasa ve Depo Kartları

Kasa kartı, kasada, palette veya çuvalda bulunan hammaddenin ne olduğu, hangi operasyonlardan geçeceğini gösteren bilgi kartıdır. Gelen döküm hammaddeler ortalama 5.000'er adetlik partiler halinde, dövme hammaddeler ise 1.000'er adetlik partiler halinde geldiği için her bir kasa veya çuvala ayrı ayrı iş emri çıkarılmaz o partiyi kapsayacak iş emri çıkarılır. Her kasa/çuvala o kasa/çuvalda hangi malzemeden kaç adet olduğunu gösteren kasa kartları konulur. Kasa kartları bilgi amaçlı kullanılır. Örnek kasa kartı Şekil 8.'de gösterilmiştir.

KASA KARTI - ÖN YÜZÜ						KASA KARTI - ARKA YÜZÜ					
Mamül Kodu		Tanımı	İzlenebilirlik Numarası	Yarı Mamül Kodu		Mamül Kodu		Tanımı	İzlenebilirlik Numarası	Yarı Mamül Kodu	
X.XXX.XX.XXX		ÇATALLI MİL		X.XXX.XX.XXX		X.XXX.XX.XXX		ÇATALLI MİL		X.XXX.XX.XXX	
NO	OPERASYONUN TANIMI	GİDECEĞİ YER	KONTROL	TARİH	ADET	NO	OPERASYONUN TANIMI	GİDECEĞİ YER	KONTROL	TARİH	ADET
10	SATIN AL.	SATIN ALMA ŞARTNAMESİ				110	MİL KISMININ TÜM DİŞ ÇAPLARINI TORNALA İŞLENEN ÇAP BÖLGESİNE KILIF TAK.	T18 - 03			
20	ÜRÜN ÖN KABULÜNÜ YAP.	DEPO ÖN KABUL Sahası				120	DOĞRULT.	T05 - 02			
30	ÜRÜNÜN NİHAİ KABULÜNÜ YAP.	GİRİŞ KALİTE KONT.				130	İSTAVROZ YUVALARINI İŞLE.	T16 - 01			
40	DOĞRULT.	T05 - 02				140	PARÇANIN MİL KISMININ ÜÇ TARAFINA M:1,25 Z:29 FORMUNDA DİŞ AÇ.	T04 - 04			
50	İSİL İŞLEME GÖNDER.	TEDARİKÇİ				150	SPLINE ÜZERİNDE 1 ADET SEGMAN KANALINI AÇ, ÇATAL UCUNA PAH KIR.	T18 - 03			
60	İSİL İŞLEMEN GELEN ÜRÜNÜN NİHAİ KABULÜNÜ YAP.	GİRİŞ KALİTE KONT.				160	MİL KISMININ HER İKİ UÇ TARAFINI İNDÜKSİYONLA SERTLEŞTİR, ÇATLAK KONT. VE MARKALAMA YAP.	H08 - 03			
70	ÇATLAK KONTROL	K10 - 01				170	DOĞRULT.	T05 - 02			
80	DOĞRULT.	T05 - 02				180	RULMAN VE KEÇE ÇAPLARINI SON ÖLÇÜLERİNE TORNALA.	T18 - 17			
90	BOY TAMAMLA.	T07 - 03				190	ÇATLAK KONT. YAP. MAZOTA DALDIR, KILIF TAK.	K10 - 01			
100	PARÇANIN HER İKİ UCUNA PUNTA YUVASI AÇ	T13 - 03				200	DEPOYA GÖNDER	DEPO			

Şekil 8. Kasa Kartı

Depo kartları üretimi tamamlanan ürünlerin depo raflarına konulmadan önce kasalar üzerine ürün kimliğini belli etmesi için tasarlanmıştır. Kart üzerinde malzeme ismi, açıklaması, tarih bilgisi, raf numarası, adet bilgileri ve tüm bu bilgilerin içine gömülü olduğu barkod yer almaktadır. Depoya gelen ürünlerin barkodlu kasa kartları çıkar ve kasa üzerine konulur. Depo personeli el terminali ile depo kartını, çıkan depo raf barkodunu ve girdiği depo raf barkodunu okutarak transfer işlemi gerçekleştirir. Depo içerisinde raflar arası transfer yaparken de aynı adımları uygular ve anlık transfer işlemleri gerçekleşmiş olur. Şekil 9.'de örnek depo kartı yer almaktadır ve gizlilik politikası nedeniyle parça numarasına yer verilmemiştir.

X.XXX.XX.XXX							
4.SERİ DFR 30,2X82 İST.GÖRE 526mm 1,25 M							
Tarih	Raf No	Açıklama	Miktar				

Şekil 8. Depo Kartı

3.7. Yazılım Seçimi ve Donanım İhtiyacı

Sistemin tasarlanmasında yazılım dilinin seçimi oldukça önemlidir. Projede kullanılan yazılım fabrikada kullanılan CANIAS ERP sistemiyle entegre olacağı için bu yazılımın dışına çıkılmamıştır. Dışarıdan farklı bir uygulamayla desteklenmesi hem zaman kaybı olacak hem de maliyetli olacaktır. Tüm bu sebeplerden ERP programının üretim ve depo modülleri aktifleştirilmiş ve yazılım dili CANIAS'ın kendine özgü JAVA tabanlı yazılım dili olan TROIA'dır.

Üretim ve depo takip sistemi için kullanılacak olan donanımlar Tablo 5.'de gösterilmektedir. Minimum miktarda ve operatör hareketini minimum seviyede tutacak şekilde 4 adet Endüstriyel PC'nin yeterli olacağı düşünülmüştür. Endüstriyel PC'lerin yanında barkod okuyucular konumlandırılacaktır. Barkod yazıcının biri üretim planlama biriminde diğeri ise depo personel odasında olacaktır. El terminalini depo personeli depoya giriş ve depodan çıkış hareketi yaparken kullanacaktır. Endüstriyel PC konumları EK C'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Donanım İhtiyaçları

No	Donanım	Adet	Kullanım Amacı
1	Endüstriyel PC	4	Operatörlerin CANIAS ERP'ye bağlanıp günlük iş emri onaylarını yapmaları için kullanılacaktır. Erişim kısıtlı olacaktır ve sadece iş emri onay ekranı kullanılabilir.
2	Barkod Okuyucu	4	Endüstriyel PC'lerin yanına konumlandırılacaktır ve iş emri, operatör ve tezgâh barkodları okumasında kullanılacaktır.
3	Barkod Yazıcı	2	Üretime iş emirleri verilirken ve depo kartları üzerine barkod etiketi yazdırmak için kullanılacaktır.
4	El Terminali	1	Depoya gelen ve depodan çıkışı yapılacak malzemelerin CANIAS ERP sisteminde ilgili depo/stok yerine transferinde kullanılacaktır.
5	Barkod Etiket	-	Yoğun bilgi taşıma kapasitesi nedeniyle CODE 128 barkod etiketi kullanılacaktır.

4. Tasarlanan Sistemin Uygulanması

Bilgi sistemleri işletmelerde sorunların çözümleri için etkili bir yöntemdir. Problemleri doğru tespit etmek, amaçları ortaya doğru bir şekilde koymak, tasarımı eksiksiz yapmak çözüme ulaşmak için oldukça önemlidir. Hepsinden önemlisi ise bu tasarımın işletmelerle olan uyumudur. Mükemmel bir sistem tasarımı olabilir ancak uygulama yapılacak işletme bu sistemi kullanmaya uygun yapıda değilse yarardan çok zarar verebilir (Ersöz ve Ersöz, 2015). Kullanılmayacak bir sistem değil, kullanılabilir, uyum sağlayabilir tasarımlar olmalıdır. Bu çalışmada da barkod teknolojisinin kullanılmasının sebebi de budur. Uygulama yapılacak olan fabrikanın dokusuna en uygun ve kullanışlı olan Endüstriyel PC'ler ve barkod okuyucular aracılığıyla iş emri onayı ve takibidir. Otomasyon sistemleri verileri direk olarak tezgâhlardan alıp takibi sağlamaktadır ancak maliyeti yüksek ve tezgâhlar eski. Haberleşmeyi sağlayabilmek için ek ücretler talep edilmekte ve bu alt yapıyı oluşturmak ciddi zaman almaktadır. Bu bölümde sistemin nasıl işleyeceği, kullanıcı arayüzleri, adım adım hangi işlemler uygulanacağı, uygulanan işlemler neticesinde alınacak raporlar anlatılmaktadır.

4.1. Sistemin Üretimde ve Depoda İşleyişi

Üretim ve depo takip sistemi mekanizmasının hareket noktası hammaddenin tedarikçi firmadan gelişidir. Üretime alınan malzemeler döküm, dövme ve çelik hammadde olarak gruplandırılabilir. Döküm hammadde çuvala, dövme hammadde tahta kasalarla ve çelik hammadde palet üzerine konularak veya çelik kasalarla fabrikaya gelir.

Depo personeli gelen hammaddenin adet ve kg kontrollerini yapar ve 3 adet irsaliye kopyası alır. Birinci kopya satın alma departmanına, ikinci kopya üretim planlama departmanına ve üçüncü kopya kalite kontrol departmanına verilir. Kalite kontrol gelen hammaddenin giriş kalite kontrol onayını verir. Kalite onayı verilmeyen hammaddeler iade sahasına ayrılır.

Üretim Planlama departmanı kalite kontrol onayı verilen malzemelerin iş emirlerini oluşturur ve kasa kartlarını hazırlar. Kasa kartları kasa/çuval üzerine konular ve hammadde deposuna kaldırılır. Üretim Planlama Departmanı, üretim planı dahilinde tezgâha alınacak malzemelerin iş emirlerini, iş emri barkodlarını ve operasyon barkodlarını üretim kısım sorumlularına verir. Kısım sorumluları iş emri verilen malzemenin teknik resmini ve operasyon sıra sayfalarını hazırlar. Teknik resmin üzerine iş emri barkodu, operasyon sıra sayfası üzerine operasyon barkodu yapıştırılır ve operatörlere bu resimler verilir.

1.Adım: Operatör öncelikle iş emri barkodu, operatör barkodu, iş emri onay barkodu ve tezgâh barkodu okutur ve operasyonlar sekmesinde önceki istasyonlarda kaç adet üretim yapıldığı, kaç adet fire miktarı olduğu gibi detayları da görebilir. Ayrıca üretilecek parça ile ilgili öngörülen hazırlık, makine ve yerden yer süreyi de görmektedir. Onayla butonuna basarak onay ekranına yönlendirilir. Mavi alanlar operatörün barkod ile okutacağı doldurulması zorunlu alanlardır. Kırmızı alanlar ise sabit olarak bilgi amaçlı veri tabanından çekilen alanlardır.

Firma	01	İş Emri Numarası	23090006	Onayla				
Operatör	Burak ÇAKIR	İş Emri Onay Numarası	20354	Tezgâh Numarası	T18-03			
		Öngörü Hazırlık Süresi (dk)	60					
		Makine Süresi (sn)	286					
		Yerden Yere süresi (sn)	271					
Operasyonlar								
Operasyon No	İş Emri No	Onay No	Tezgâh No	Operasyon Açıklaması	İş Emri Miktarı	Birim	Onaylanan Miktar	Fire Miktarı
1	23090006	20348	T05-02	Doğrultma	1.500	AD	1.500	0
2	23090006	20349	Fason	Isıl İşlem	1.500	AD	1.500	0
3	23090006	20350	K10-01	Çatlak Kontrol	1.500	AD	1.499	1
4	23090006	20351	T05-02	Doğrultma	1.500	AD	1.499	0
5	23090006	20352	T07-03	Boy Tamamlama	1.500	AD	1.000	0
6	23090006	20353	T13-02	Punta Yuvası	1.500	AD	550	2
7	23090006	20354	T18-03	Tornalama	1.500	AD	0	0
8	23090006	20355	T05-02	Doğrultma	1.500	AD	0	0
9	23090006	20356	T16-01	Yüksük Yuvası	1.500	AD	0	0
10	23090006	20357	T04-05	Dış Açma	1.500	AD	0	0
11	23090006	20358	T18-03	Segman Kanalı	1.500	AD	0	0
12	23090006	20359	H08-03	İndüksiyon	1.500	AD	0	0
13	23090006	20360	T05-02	Doğrultma	1.500	AD	0	0
14	23090006	20361	T18-17	Taqlama	1.500	AD	0	0
15	23090006	20362	K10-01	Çatlak Kontrol	1.500	AD	0	0
16	23090006	20363	DEPO	Depo	1.500	AD	0	0

Şekil 9. İş Emri Giriş Ekranı

2.Adım: Şekil 10.'da görüldüğü gibi ilk işe başlarken sadece "Kurulum Başlat" seçeneği gelecektir. Operatör öncelikle kurulumu başlattığı zaman hazırlık süresi hesaplanabilecektir. Kurulum başlat seçeneğine tıklandığı zaman sistem otomatik olarak 1. adıma dönecektir.

Firma	01	Operatör	Burak ÇAKIR	İş Emri Onay No	20354	Kurulum Başlat
		İş Emri No	23090006			
İş Emri Miktarı	1.500	Onaylanan Miktar	0	Fire Miktarı	0	
Hedef Başlama Tarihi	07.09.2023			Hedef Bitiş Tarihi	23.10.2023	

Şekil 10. İş Emri Onay Ekranı -1

3.Adım: İlgili malzemeye 2. adım uygulandığında bu sefer “Kurulum Bitir” ve “Duruş Başlat” seçeneği gelecektir. Bunun sebebi kurulumu başlayan bir operasyonda ya kurulum bitmiş üretime hazır hale gelmiştir ya da kurulum esnasında bir duruş meydana gelmiştir. Bu iki seçenek haricinde herhangi bir seçenek olmayacaktır.

Firma	01	Operatör	Burak ÇAKIR	İş Emri Onay No	20354
Kurulum Bitir					
Duruş Başlat					
			İş Emri No	23090006	
İş Emri Miktarı	1.500	Onaylanan Miktar	0	Fire Miktarı	0
Hedef Başlama Tarihi	07.09.2023			Hedef Bitiş Tarihi	23.10.2023

Şekil 11. İş Emri Onay Ekranı -2

4.Adım: “Kurulum Bitir” seçeneği işaretlendiği zaman “Üretim Başlat” ve “Duruş Başlat” seçenekleri gelecektir.

Firma	01	Operatör	Burak ÇAKIR	İş Emri Onay No	20354
Üretim Başlat					
Duruş Başlat					
			İş Emri No	23090006	
İş Emri Miktarı	1.500	Onaylanan Miktar	0	Fire Miktarı	0
Hedef Başlama Tarihi	07.09.2023			Hedef Bitiş Tarihi	23.10.2023

Şekil 12. İş Emri Onay Ekranı -3

5.Adım: “Üretim Başlat” seçeneği işaretlendiği zaman “Üretim Bitir” ve “Duruş Başlat” seçenekleri gelecektir.

Firma	01	Operatör	Burak ÇAKIR	İş Emri Onay No	20354
<input type="button" value="Üretim Bitir"/>					
<input type="button" value="Duruş Başlat"/>					
		İş Emri No	23090006		
İş Emri Miktarı	1.500	Onaylanan Miktar	0	Fire Miktarı	0
Hedef Başlama Tarihi	07.09.2023			Hedef Bitiş Tarihi	23.10.2023

Şekil 13. İş Emri Onay Ekranı -4

6.Adım: “Üretim Bitir” seçeneği işaretlendiği zaman Şekil 14.’de gösterilen kutucuk açılarak üretilen sağlam miktar, fire miktarı, fire nedeni, makine süresi ve yerden yere süresi operatör tarafından girilir. Fire nedenleri operatör tarafından seçilecek şekilde ayarlanmıştır. Birden fazla fire olması durumunda operatör sırasıyla Adım 1 – Adım – 4 ve Adım 5 onaylarını yaparak Şekil 14.’de gösterilen onay kutucuğuna gelir ve sadece fire miktarı ve fire nedenini seçerek işlemi bitirir.

Firma	01	Operatör	Burak ÇAKIR	İş Emri Onay No	20354
<input type="button" value="Üretim Bitir"/>					
<input type="button" value="Duruş Başlat"/>					
		İş Emri No	23090006		
İş Emri Miktarı	1.500	Onaylanan Miktar	0	Fire Miktarı	0
Hedef Başlama Tarihi	07.09.2023			Hedef Bitiş Tarihi	23.10.2023

		Onayla
Üretilen Sağlam Miktar	150	
Fire Miktarı	4	
Fire Nedeni	F01	
Makine Süresi (sn)	60	
Yerden Yere Süresi (sn)	75	

Şekil 14. İş Emri Onay Ekranı -5

Firma	Tesis	Fire Tipi	Dil	Açıklama
01	01	F01	T	Döküm Boşluğu
01	01	F02	T	Operatör Hatası
01	01	F03	T	Kalıp Kaçıklığı
01	01	F04	T	Parçada Eğrilik
01	01	F05	T	Boyutsal Ölçü Hatası
01	01	F06	T	Kesici Takım Hatası
01	01	F07	T	Metalurjik Uyumsuzluk
01	01	F08	T	Maça Kaçıklığı
01	01	F09	T	Parçada Çatlak
01	01	F10	T	Yüzey Pürüzlülüğü Hatası
01	01	F11	T	Teknik Resim Uyumsuzluğu
01	01	F12	T	Kalıp-Aparat Uyumsuzluğu
01	01	F13	T	Ayarda Bozulan Parça
01	01	F14	T	Analiz
01	01	F15	T	Diğer

Şekil 15. Fire ve Duruş Nedenleri

7.Adım: Üretim hattı içerisinde duruş anlık olabilmekte bu yüzden her adımda “Duruş Başlat” seçeneği olmak zorunda. “Duruş Başlat” seçeneği işaretlenirse duruş sebebinin girileceği kutucuk açılır ve duruş sebebi seçilir. Duruş sebebi işaretlenip onaylandığı zaman otomatik olarak 1. Adıma döner aynı “Kurulum Başlat” seçeneği gibi. Tekrar ilgili alan barkodları okutulur operasyona girildiği zaman sadece “Duruş Bitir” seçeneği gelecektir.

Firma	01	Operatör	Burak ÇAKIR	İş Emri Onay No	20354
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">Onayla</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">Duruş Nedeni</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">D01</div> </div>					
Duruş Bitir					
			İş Emri No	23090006	
İş Emri Miktarı	1.500	Onaylanan Miktar	0	Fire Miktarı	0
Hedef Başlama Tarihi	07.09.2023			Hedef Bitiş Tarihi	23.10.2023

Şekil 16. İş Emri Onay Ekranı -6

FK	TK	Duruş kodu	Açıklama
01	01	D01	Makina Anzası
01	01	D02	Elektrik Kesintisi
01	01	D03	Operatör Eksikliği
01	01	D04	Takım Eksikliği
01	01	D05	Bakım-Onarım
01	01	D06	Su Eksikliği
01	01	D07	Diğer Tezgâh İşİ
01	01	D08	Forklift Bekleme
01	01	D09	Tezgâh Temizlik
01	01	D10	Malzeme Bekleme
01	01	D11	Ölçü Kontrol

Şekil 17. Duruş Nedenleri

Yüksek ölçekli üretim yapıldığı için bir operasyonda üretim tamamen bitmeden diğer operasyonu başlayabilmektedir. Operasyonlar arası geçişin hatalı olmaması için kasa kartlarında yazan istasyona akışı sağlanmaktadır. Ayrıca barkod onayı yapılırken önceki

operasyonda kaç adet üretildiği de operatör tarafından görülebilmektedir. Önceki operasyondan veya iş emrinden fazla adet onaylanmaya çalışılırsa sistem otomatik olarak hata verecektir.

Üretimi biten malzemeler depo önüne gelir ve depo personeli iş emri barkodu okutarak malzemenin üretimi bittiğini onaylar ve barkodlu depo kartını kasa kartıyla değiştirir. Kasanın konulacağı raf belirlendikten sonra 'Malzeme' sekmesine depo kartı okutulmuş malzeme numarası girilmiş olur. Daha sonra sırasıyla Depo(Kyn) ve St.Yeri(Kyn) sekmelerine malzemenin çıkışı yapıldığı lokasyon barkodları okutulur. Aynı şekilde Depo(Hdf) ve St.Yeri(Hdf) sekmelerine malzemenin girişi yapılacağı lokasyon barkodları okutulmuş transfer işlemi tamamlanır.



Şekil 18. Depo Transfer Ekranı

Şekil 19.'da görüldüğü gibi anlık olarak tezgâhların durumunu gösteren bir ekran da tasarlanmıştır. Bu ekranda yönetici tezgâhların durumunu takip edebilmektedir. Tezgâhların durumları renklerine göre ayrılmaktadır. Yeşil renk tezgâhın üretime devam ettiği, kırmızı renk tezgâh arızası olduğu, sarı renk tezgâhın ayarda olduğu ve gri renk tezgâhın boşa olduğu anlamına gelmektedir. Zamanlayıcı olarak her dakika tezgâh durumlarının güncellemesi sağlanmıştır. Kutucuklar üzerine tıklanarak sağ tarafta üretim detayları görüntülenebilir. Örneğin arızada olan tezgâhın kaç saatdir/gündür hangi sebeple arızada olduğu görüntülenebilir.



Şekil 19. Canlı Üretim İzleme Ekranı

Tek bir rapor ekranında günlük olarak makinelerin, operatörlerin verimlilik raporlarına ulaşılabilir ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) raporu alınabilecektir. Böylelikle verimlilik düşüklüğü sebepleri araştırılabilir ve sorun oluşmadan çözümlere erişilebilir. Örneğin bir tezgâhta duruş sebepleri raporu alınarak aynı duruşun tekrar sıklıkları bilindiğinde duruş olmadan önlem alınmasına yardımcı olur. Tablo 6.'da operatör onayları ile veri tabanında kaydedilen bilgiler gösterilmiştir.

Tablo 6. İş Emri Onay Raporu

Tarih	Malzeme No	Tezgâh No	İş Emri No	İş Emri Onay No	Açıklama	Makine Süresi (sn)	Yerden Yere Süresi (sn)
15.09.2023	X.XXX.XX.XXX	T18-03	23090006	20354	Tornalama	286	271
Sağlam Miktar	Fire Miktarı	Fire Nedeni	İş Başlama Saati	İş Bitiş Saati	Duruş Başlama Saati	Duruş Bitiş Saati	Duruş Sebebi
89	2	1-F01 1-F05	07:30	17:00	10:20	11:20	D01

Operatör verimliliği günlük üretilmesi gereken miktarın, gerçekleşen miktara oranıyla hesaplanır. Örnek uygulamada;

Çalışma süresi = 07:30 – 17:00 arası = 570 dakika

Planlı duruşlar = 30 dakika çay molası (iki defa) + 60 dakika yemek molası = 90 dakika

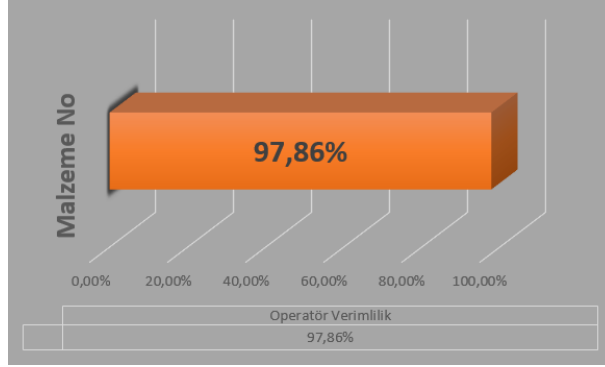
Plansız duruşlar = 60 dakika makine arızası

Üretilen Miktar = 91 adet (89 adet sağlam + 2 adet fire)

Üretilmesi Gereken Miktar = 570 – 90 – 60 = 420 dakika * 60 = 23.400 saniye

$$\frac{23.400}{271} \cong 93 \text{ adet}$$

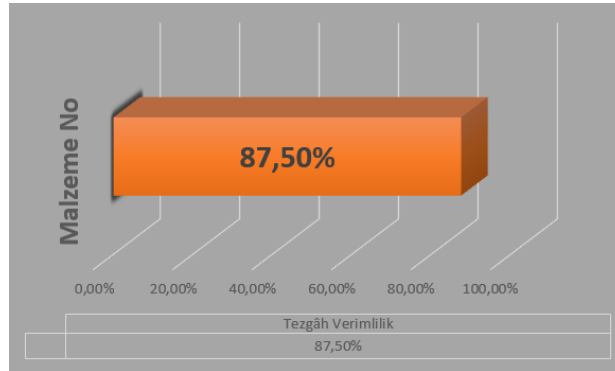
$$\text{Operatör Verimliliği} = \frac{\text{Üretilen Miktar}}{\text{Üretilmesi Gereken Miktar}} = \frac{91}{93} * 100 = \%97,86$$



Şekil 20. Operatör Verimliliği

Tezgâh verimliliği, tezgâhın çalışması gereken toplam zamanın gerçekleşen toplam çalışma zamanına oranıyla hesaplanır.

$$\text{Tezgâh Verimliliği} = \frac{\text{Gerçekleşen Çalışma Süresi}}{\text{Toplam Çalışma Süresi}} = \frac{420}{480} * 100 = \%87,50$$



Şekil 21. Tezgâh Verimliliği

Toplam Ekipman Etkinliği (OEE), duruş, performans ve kalite kayıplarını tek bir formül ile ölçmek için geliştirilmiş bir matematiksel metottur. Makinelerimizi ne kadar etkin kullandığımızı gösterir ve kayıplara odaklı performans göstergesidir.

OEE = Kullanılabilirlik (%) X Üretkenlik (%) X Kalite (%) formülü ile hesaplanmaktadır.

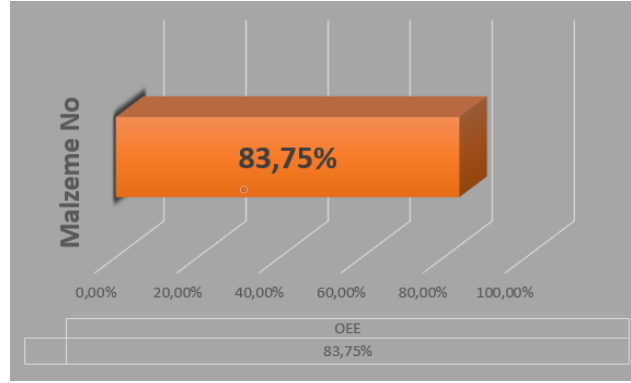
$$\text{Kullanılabilirlik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çalışma Süresi}}{\text{Toplam Çalışma Süresi}} = \frac{420}{480} * 100 = \%87,5$$

$$\text{Üretkenlik} = \frac{\text{Üretilen Miktar}}{\text{Üretilmesi Gereken Miktar}} = \frac{91}{93} * 100 = \%97,86$$

$$\text{Kalite} = \frac{\text{Sağlam Miktar}}{\text{Toplam Miktar}} = \frac{89}{91} * 100 = \%97,80$$

$$\text{OEE} = \%87,5 * \%97,86 * \%97,80 = \%83,75$$

Uluslararası üretim standartlarına göre %85-%90 arası OEE dünya klasmanı imalat anlamına gelmektedir. İşletmeler için %60-%85 arası OEE değeri normal olarak kabul görmektedir.



Şekil 22. Toplam Ekipman Etkinliği

4.2. Sistemin Gerçekleştirilmesi

Sistemin gerçekleştirilmesi, yönetici onayıyla gerçekleşir. Yönetici onayına istinaden bir geçiş tarihi belirlenir. Tasarlanan sistemin uygulamaya geçilmesi için dört yaklaşım bulunmaktadır.

1. Yaklaşım – Doğrudan Geçiş: Doğrudan geçiş tasarlanan sistemin kararlaştırılan bir tarihte doğrudan geçişi olarak ifade edilir. Daha çok küçük işletmelerde görünür ve riski oldukça fazladır. Tekrar eskiye dönüş güçtür, maliyetlidir ve sistem arızası durumunda yedek sağlanamamaktadır. Eski sistem artık kullanılamayacak durumdaysa doğrudan geçiş uygulanabilir.

2. Yaklaşım – Paralel Geçiş: Eski ve yeni sistemin aynı anda paralel olarak işlediği geçiştir. Yeni sistem istenilen sonuçları verene kadar beraber işleyen sistem, verilerin korunması için avantajlı bir yaklaşımdır. Ancak bazı kaynakların iki kez kullanılacak olması sebebiyle maliyetlidir.

3. Yaklaşım – Safhalı Geçiş: Yeni sistemin kademeli geçişi olarak adlandırılabilir ve parça parça uygulama söz konusudur. ERP yazılımı düşüldüğünde tüm modüllerin bir anda yeni sistemi geçişi değildi modül modül geçişi düşünülebilir. Bilgi sisteminin kurulmasının uzun olması sisteme geçişi uzatacaktır ve bu yaklaşım dezavantaj olarak kabul görse de büyük ölçekli sistemler için popüler bir yaklaşımdır.

4. Yaklaşım – Pilot Geçiş: Pilot geçiş bir deneme sistemidir. Sistemin tamamında yaşanabilecek aksaklıkların, hataların geçiş yapmadan önce görünmesini sağlar. Pilot geçiş başarılı olduğu takdirde ilk üç geçişten biri uygulanarak sistem yürürlüğe girecektir. Fabrikada günlük veriler tezgâh formlarıyla sağlanmaktadır. Operatör sorumlusu olduğu tezgâhın gün sonu verilerini formlara yazmakta ve günlük olarak bu formlar toplanıp Microsoft Excel dosyasına işlenmektedir. Verimlilikler bu Excel dosyasından hesaplanmaktadır. Tasarlanan üretim ve depo yönetim sistemi halihazırda etkin bir yönetim sistemi olmadığı için doğrudan geçiş yöntemiyle devreye alınacaktır. Mavi yaka ve beyaz yaka personellere kullanım konusunda eğitimler verilecektir. Eğitim esnasında sisteme ilave modüller eklenmesi istenirse veya tasarım konusunda değişiklik talepleri olursa değerlendirilip uygun görülürse değişiklikler yapılabilecektir.

4.3. Kullanıcı Eğitimleri

Oluşturulan sistemler, yazılımlar her ne olursa olsun kullanıcı tarafından benimsenmesi belki de en önemli hususlardan biridir. Kullanıcı sistemi nasıl kullanacağını bilmiyor ise yapılan çalışmadan istenilen sonuçlar alınamaz. Bu yüzden kullanıcı eğitimleri önem arz etmektedir. Tasarlanan bu yapıda mavi yaka çalışanların üretim ve depo kısmında iş emri onaylarını yapmaları beklenirken beyaz yaka çalışanların bu yapıyı kontrol etmesi, oluşacak sorunları çözmesi ve sonuçları analiz etmesi beklenmektedir.

Mavi Yaka Personel Eğitimi: Üretim ve depo yönetim sisteminde fabrikada çalışan mavi yaka personelleri üretim hattında çalışan ve depoda çalışan personeller olarak iki kısma ayırıp eğitimler verilecektir.

Üretim hattı personeller için;

- Öncelikle tasarlanan bu sistemin amacı ve önemi anlatılacaktır.
- Çalışmada üretim onayı için Canias ERP’de oluşturulan ekranları adım adım anlatan görseller hazırlanıp her yapılan işlemde bir sonraki adım anlatılacaktır.
- Her arayüzü anlatan görseller bastırılıp personellere dağıtılacaktır.
- Eğitime dair video hazırlanacaktır.
- Yapılan bu çalışmada personelin eksik yapacağı her işlemin yanlış analiz sonuçları çıkaracağı ve firmaya karar alma ve uygulama konusunda yanlış adımlar attıracağı bunun sonucunda da ciddi zararlara yol açabileceği anlatılacaktır.

Depo personelleri için,

- Öncelikle tasarlanan bu sistemin amacı ve önemi anlatılacaktır.
- Depo giriş çıkış hareketlerinin nasıl yapılacağı oluşturulan görsellerle anlatılacaktır.
- El terminallerinin nasıl kullanılacağı anlatılacaktır.

- Her arayüzü anlatan görseller bastırılıp personellere dağıtılacaktır.
- Eğitime dair video hazırlanacaktır.
- Beyaz Yaka Personel Eğitimi: Beyaz yaka personel eğitimi, sistemi kullanacak veya müdahale edecek, üretim kısım sorumluları ve planlama çalışanlarına verilecektir.
- Çalışmada üretim onayı için Canias ERP'de oluşturulan ekranları adım adım anlatan görseller hazırlanıp her yapılan işlemde bir sonraki adım anlatılacaktır.
- Depo giriş çıkış hareketlerinin nasıl yapılacağı oluşturulan görsellerle anlatılacaktır.
- Mavi yaka personelleri ekranlarına ek olarak yapılan onayların nasıl düzeltileceği anlatılacaktır.
- Fire adetleri ve sebeplerinin analiz edileceği ekranlar anlatılacaktır.
- Duruş süreleri ve sebeplerinin analiz edileceği ekranlar anlatılacaktır.
- Personel ve tezgâh verimliliği tabloları ile OEE tablosu anlatılacaktır.
- Canlı üretim izleme ekranı gösterilecektir ve üretime anlık müdahale edilmesi sağlanacaktır.
- Her arayüzü anlatan görseller bastırılıp dağıtılacaktır.
- Eğitime dair video hazırlanacaktır.
- Üretim onaylarının ve depo hareketlerinin doğru ilerlemesi için sürekli kontrol edilmesi gerektiği anlatılacaktır ve yapılan hataların yanlış analizlere sebebiyet vereceği önemle vurgulanacaktır.

4.4. Barkod Uygulamasında Karşılaşılan Problemler

Üretim ve depo yönetim sistemi tasarımı ve uygulamasında fabrikada kullanılan Canias ERP programı kullanılacağı, dışarıdan bir yazılıma ihtiyaç duyulmayacağı için ekran tasarımları ve uygulamaya alınma işlemleri nispeten daha kolay olacaktır. Ancak uygulama esnasında oluşan ve oluşması muhtemel problemler nedeniyle başarısız olma riskleri barındırmaktadır. Bu problemler;

- En büyük problem çalışanların bu sistemi istememesi ve benimsememesidir. Üretimde yalnızca tezgâh başı formu kullanılmakta ve sadece gün sonu yapılan adetler bu formlara işlenmektedir. Mavi yaka personeller için bu oldukça kolaydır ve bu formlar bile bazen doldurulmamaktadır. Yapılan her işlemin onayı operatörlere zor gelecektir ve onayların unutulması söz konusudur.
- Mavi yaka personeller verimlilik hesaplarının yapılmasını istemeyecektir. Düşük verimlilik olması durumunda işlerini kaybedeceklerini düşüneceklerdir.
- Personellerin başarısızlık korkusu oluşacaktır.
- Sistemin başarısız olmasını isteyen personeller olacaktır.
- Sistemin gereksiz olduğunu düşünen personeller olacaktır.
- Personellerin birçoğu bilgisayar kullanmamış personeller bu yüzden kullanımda zorluklar yaşanacaktır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Firmaların rekabet edebilmesi, pazar paylarını kaybetmemeleri için düşük maliyetli üretim yapılması, kaliteli ürün üretilmesi ve üretilen ürünün zamanında sevk edilmesi gerekmektedir. Firmalar bu akışa uygun hareket etmediği zaman rekabet gücünü kaybedeceklerdir. Bu adımların sağlanabilmesi için fabrika içerisinde bilgi akışının hızlı ve doğru olması gerekmektedir. Bu rekabet ortamında dijital sistemlere geçiş, verilerin anlık sahadan alınıp, yorumlanabilmesi ve kararların hızlı verilebilmesi için zorunlu hale gelmiştir.

Tasarlanan üretim ve depo yönetim sisteminde anlık veri girişleri için üretim modülü geliştirilmiştir. Üretim içerisinde belirlenen dört noktaya Endüstriyel PC'ler ve barkod okuyucular yerleştirilerek operatörler tarafından iş emri onayıyla yürüyen sistem tasarlanmıştır. Depo tarafında ise depo personellerine verilen el terminalleri ile depo kartları üzerinde bulunan barkod etiketlerinin okutulması sonucu transferlerin anlık olarak yapılması, ürünlerin üretimden depoya alınması ve depodan montaja aktarılması sonucu depo durumunun tüm kullanıcılarla paylaşılması amaçlanmıştır.

Tasarlanan bu yapıyla;

- Üretim içerisinde hareket eden malzeme takibinin kolaylaşması,
- Anlık veri akışıyla birlikte operasyonlar arası geçişin hızlanması,
- Üretim takibinin dinamik olması,
- Üretim hattına anlık müdahale yapılabilmesi,
- Verilerin oluşmasıyla birlikte istatistiklerin tutulması ve yorumlanması,
- Operatör verimliliklerinin artması,
- Tezgâh duruşlarının azalması,
- Fire miktarlarının azalması,
- Stok takibinin doğru ve dinamik olması,
- Üretim planlarının doğru yapılabilmesi,
- Üretim maliyetlerinin hesaplanabilmesi,

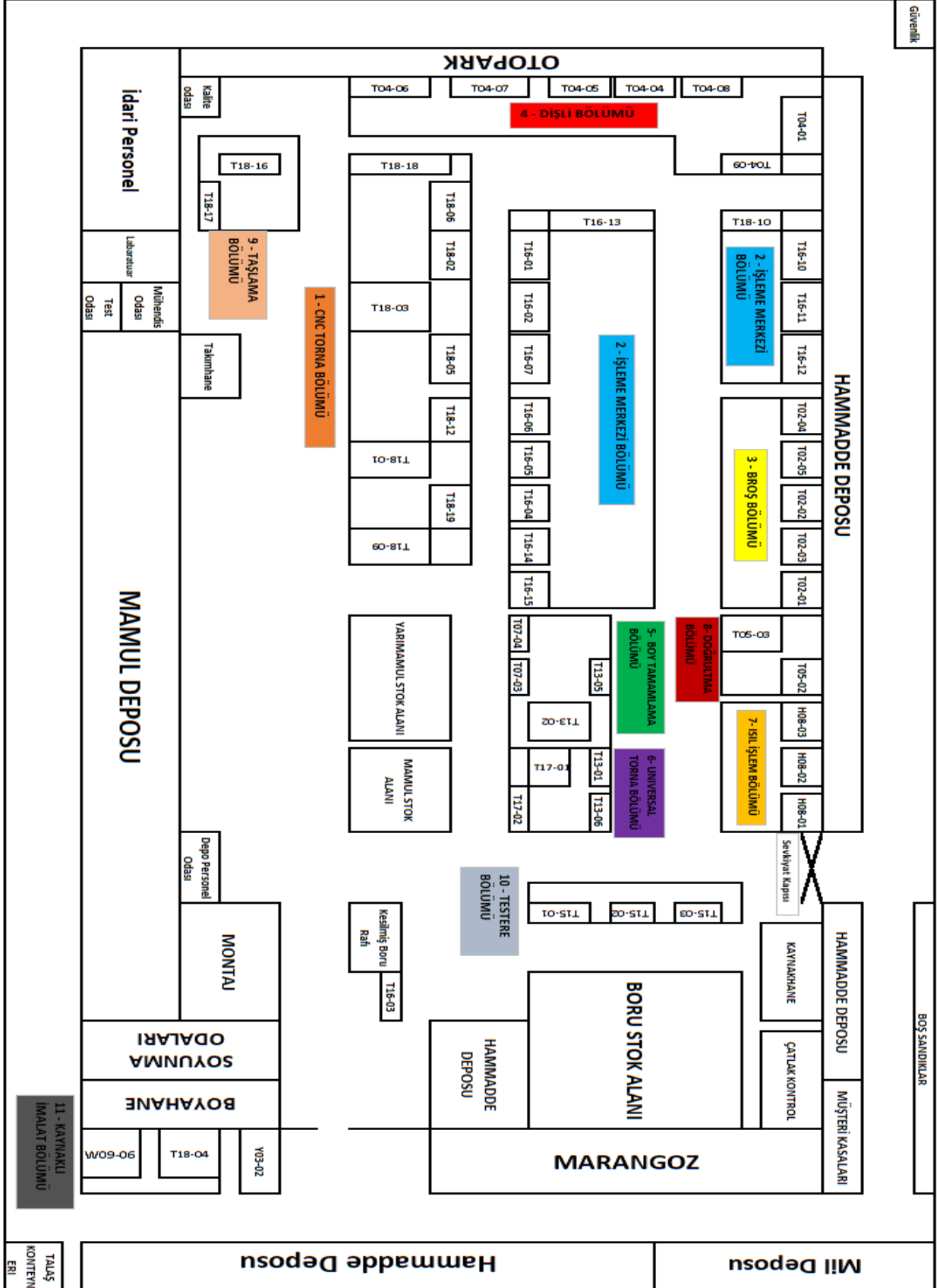
öngörülmektedir. Bu sistemle beraber yöneticiler herhangi bir yatırım kararında veya sipariş termini verirken tahmini veriler üzerinden değil anlık veriler üzerinden doğru kararlar verebileceklerdir.

Referanslar

- Akçay, H. (2020). Proses Sayısının Çok Olduğu Talaşlı İmalat Süreçlerinin Gruplandırılarak Barkodla Yönetilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Alkan, E. (2006). Barkod Teknolojisini Kullanarak Hastanelerde Sarf Malzemeleri Stok Yönetimi Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Dırmıkcı, F. (2018). Özel Geliştirilen Bir Kalıp Takip Sisteminin Hızlı Veri Toplama İçin Kullanılması ve Kalıp Miktar ve Durumuna Bağlı İş Çizelgeleme. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Erpulat, A. (2007). Tekstil Sektöründe Kullanılan Barkod Teknolojisinin Stok Yönetimine Etkileri ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ersöz, O.Ö. ve Ersöz, S. (2015). İşletmelerde Bilgi Sistemleri. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Fawzi, T.S. (2012). Image Based Barcode Reader. Yüksek Lisans Tezi. Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İpkin, M. (2021). İşletmelerde Erp Uygulamalarının Dijital Dönüşüm Sürecine Katkıları. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Kayar, A. (2023). Organize Sanayi Bölgelerinde İmalat Yapan İşletmelerin Dijital Dönüşüm Süreçleri: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama. Doktora Tezi. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kilitci, E. (2004). Üretim Planlama ve Stok Kontrol Faaliyetlerinde Barkod Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Metin, A.Ş. (2001). Barkod Teknolojileri, Çözümleri ve Bir Depo Yönetimi Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Polat, G. (2006). Hazır Giyim İşletmesinde Yüksek Verimlilik İçin Varyans Analizi ve Barkod Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Sevim, M. (2022). Endüstri 4.0 Kapsamında Kullanılan Akıllı Barkod Sisteminin Maliyet Avantajı: Bir Üretim İşletmesi Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman.
- Ürem, M. (2019). Eşit Olmayan Alanlı Dinamik Tesis Yerleşimi Problemi İçin Bir Genetik Algoritma Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir.
- Wu, N., Zhang, Q. ve Pian, C. (2014). Application of Barcode Information and Acquisition System for the Machining Process Technology. Applied Mechanics and Materials, 511(512), 342-345.

Ek Bölüm

A. Fabrika Yerleşim Planı



B. Spagetti Diyagramı

