

ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ  
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING  
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

# OTOMOTİV TEDARİK SANAYİNDE İŞGÜCÜ VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMA ÇALIŞMASI: İŞ ETÜDÜ VE ADAM-MAKİNE ANALİZİ UYGULAMASI

STUDY TO INCREASE EFFICIENCY OF LABOR IN  
AUTOMOTIVE SUPPLY INDUSTRY: WORK STUDY AND MAN-  
MACHINE ANALYSIS PRACTICE

Yazarlar (Authors): Gülşah ERİŞ<sup>ID\*</sup>

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Eriş G.,  
“Otomotiv Tedarik Sanayinde İşgücü Verimliliğini Arttırma Çalışması: İş Etüdü ve Adam-  
Makine Analizi Uygulaması” *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 7(3): 588-601, (2023).

DOI: 10.46519/ij3dptdi.1379372

Araştırma Makale/ Research Article

Erişim Linki: (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

# OTOMOTİV TEDARİK SANAYİNDE İŞGÜCÜ VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMA ÇALIŞMASI: İŞ ETÜDÜ VE ADAM-MAKİNE ANALİZİ UYGULAMASI

Gülşah ERİŞ<sup>a,b</sup> 

<sup>a</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE  
<sup>b</sup>Teknorot Otomotiv Ürünleri, Arge Merkezi, TÜRKİYE

\* Sorumlu Yazar: [erisgulsahh@gmail.com](mailto:erisgulsahh@gmail.com)

(Geliş/Received: 29.08.23; Düzeltme/Revised: 18.10.23; Kabul/Accepted: 14.12.23)

## ÖZ

Teknolojide yaşanan gelişmeler, dünyada ve ülkemizde her geçen gün artan rekabet ile firmalar için verimlilik önemli bir konu haline almıştır. Verimlilik kavramı, ülkeler arası kıyaslamalarda ve girişim başarı derecelerinin açığa çıkartılmasında kullanılan etkili bir göstergedir. Bu bağlamda firmalar küreselleşen dünyada pazarını kaybetmemek, karlılıklarını arttırmak ve rekabet üstünlüğü sağlamak sebebiyle kıt kaynakla en çok çıktıyı hedefleyerek verimliliği arttırmak için çalışmalarını yoğunlaştırmaktadırlar. Nitekim insan gücünden finansmana, teknolojiden pazarlamaya kadar birden çok verimliliği etkileyen araç ve yöntem mevcuttur. En çok karşımıza çıkan yöntem ve araçlardan iş etüdü, hat dengeleme ile işgücü verimliliğini, üretim kapasitesini arttırmak hedeflenmektedir. İşgücü verimliliği üretim aşamasından önce, üretim aşamasında ve tüm üretim etmenlerini bir araya getirmesi ile sürece yön vermesi noktasında önemli bir gösterge aracı ve rekabet gücünü belirleyen unsur olması nedeniyle verimlilik arışında ilk ele alınan konuların başında gelmektedir. Bu makalede, otomotiv tedarik sanayinde işgücü verimliliğini arttırmaya yönelik adam-makine analizi çalışmasında, mevcut durumda şirketin rotilli kol bölümünde bulunan iki kafa hidrolik işleme ve takoz-burç yeri işleme makinelerinde bir adam bir makineye bakmaktadır. Adam-makine analizi için her iki makineye giren tüm referansların çevrim süreleri IFS programından alınarak Excel programında özet tablo ile ortalama süreler hesaplanmış olup makinelerin rotilli kol bölümü içerisinde yerleşim planı çizilmiştir. Analiz için her iki makineden birer adet referans baz alınarak videoya alınmıştır. Videoya alınan referanslar REFA zaman etüdü formunda hesaplanarak çevrim süreleri içerisinde yapılan adımlar çıkartılmıştır. Excel programı kullanılarak yapılan adam-makine diyagramı ile hesaplanan süreler diyagrama işlenmiş, operatörün boşa kalma süreleri hesaplanmış ve yapılan iş etüdü çalışması ile operatörün ekstra işçilik uyguladığı işler iyileştirilmiştir. Sonuç olarak, yapılan iş etüdü ve adam-makine analizi ile bir adamın iki makineye (iki kafa hidrolik işleme makinesi (KI09), takoz-burç yeri işleme makinesi (KI16)) bakabildiği gözlemlenmiş olup çalışan sayısı iki adamdaki bir adama düşürülerek şirkette işgücü verimliliği artırılarak şirkette yeni yapılacak projeler ve başka proseste çalışabilecek bir adam kazancı sağlanması (yıllık 12.666,00 €) öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** İşgücü Verimliliği, Adam-Makine Analizi, Zaman Etüdü, Verimlilik.

## STUDY TO INCREASE EFFICIENCY OF LABOR IN AUTOMOTIVE SUPPLY INDUSTRY: WORK STUDY AND MAN-MACHINE ANALYSIS PRACTICE

### ABSTRACT

With the developments in technology and the ever-increasing competition in the world and in our country, productivity for companies has become an important issue. The concept of productivity is an effective indicator used in cross-country comparisons and revealing the success levels of enterprises.

In this context, companies intensify their efforts to increase efficiency by aiming for the most output with scarce resources in order not to lose their markets in the globalizing world, to increase their profitability and to gain competitive advantage. As a matter of fact, there are many tools and methods that affect productivity, from manpower to financing, from technology to marketing. It is aimed to increase labor productivity and production capacity through time study and line balancing, which are the most common methods and tools. Labor productivity is one of the first issues addressed in productivity increase as it is an important indicator tool and a factor that determines competitiveness before the production phase, at the production stage and at the point of guiding the process by bringing all production factors together. In this article, in the man-machine analysis study aimed at increasing labor productivity in the automotive supply industry, a man looks after a machine in the two-head hydraulic processing and wedge-bushing location processing machines currently in the ball joint section of the company. For man-machine analysis, the cycle times of all references entering both machines were taken from the IFS program, the average times were calculated with the pivot-table, and the layout plan was drawn within the ball joint section of the machines. For analysis, one from each machine was videotaped as a reference. The references taken in the video were calculated in the time study form prepared in REFA and the steps taken within the cycle times were extracted. The times calculated with the man-machine chart made using the Excel program were entered into the chart, the operator's idle times were calculated, and the jobs for which the operator applied extra labor were improved with the time study. As a result, with the time study and man machine analysis, by having been observed that one man handle two machines (two-head hydraulic processing machine (KI09)), (Wedge-bushing location processing machine (KI16)), and by reducing the number of employees from two men to one man, labor productivity in the company, it is envisaged to provide new projects that are going to do in the company and one head saving ( yearly 12.666,00 €) that will be able to work in other processes.

**Keywords:** Labor Productivity, Man-Machine Chart, Time Study, Productivity.

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında ekonomik sistem veya gelişmişlik seviyesi fark etmeksizin tüm ülkelerde görülen hızlı nüfus karşısında, insanların refah düzeyini yükseltmek ve ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile devamlı olarak üretim arttırıcı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra, doğal kaynakların kıt olması ve üretimi arttırmak için yapılan yatırımların maliyetinin yüksek olması ile mevcut durumdaki üretim tesislerinin işleyişinde verimlilik arttırıcı çalışmalardan bahsedilmesi söz konusu olmaya başlamıştır. Bu bağlamda, verimlilik kavramına, işletmeler ve küreselleşen dünyada ülkeler rekabet yarışı içinde kalabilmek amacıyla daha da ilgi duymaktadır.

Verimlilik, en genel tabirle çıktının girdiye bölüdüğü matematiksel denklemi temsil eder. Diğer bir deyişle, bir grubun ya da bireyin belirli bir zamanda gerçekleştirdiği iş miktarı olarak da tanımlanır. Şirketler ise verimlilik kavramına daha az emek ve zamanda daha çok üretkenlik olarak bakmaktadır. Bu noktadan

hareketle verimlilik kavramını tek bir durum veya net olarak tanımlamak çok basit olamamaktadır. Bu sebeple ortaya çeşitli verimlilik türleri ve kavramlar çıkmış olup temel olarak iki adet verimlilik çeşidi vardır. Bunlar; toplam faktör verimliliği ve kısmi verimlilik olmak üzere Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Verimlilik Türleri

Verimlilik Türü	Formül	Örnek
Kısmi Verimlilik	$\frac{\text{Çıktı}}{\text{Tek Bir Girdi}}$	Çıktı/İşgücü
Toplam Verimlilik	$\frac{\text{Çıktı}}{\text{Tüm Girdiler}}$	Çıktı/İşgücü+ Makine + Enerji

Toplam faktör verimliliği, belli bir üretim sürecinin sonunda elde edilen ürünün, bu ürünü üretmek için tüm üretim sürecinde kullanılan üretim faktörlerine oranı olarak tanımlanmaktadır. Üretim için kullanılan tüm kaynakların etkinlik seviyesini ölçmek için kullanılır. Toplam faktör verimliliği, brüt faktör verimliliği ve net faktör verimliliği olmak üzere

iki türlü hesaplanabilmektedir. İlk hesaplama türü toplam üretimin toplam girdilere oranı olarak ikinci hesaplama türü ise çıktı/ (emek + sermaye + hammadde + enerji) şeklindedir. Kısmi verimlilik üretim faktörlerinin ortalama verimliliklerini gösterir yani tek bir çıktının tek bir girdiye oranı olarak tanımlanabilir. Bunlar malzeme verimliliği, enerji verimliliği, sermaye verimliliği ve işgücü verimliliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Kısmi verimliliğin avantajı verimliliği anlamak, ölçmek çok daha kolay ve anlaşılır olmasıdır. Bu verimlilik ölçümlerimden hangisinin kullanılacak olmasında dikkate alacağımız yapılan ölçümün nedenine bağlıdır. Örneğin neden, işgücü verimliliğindeki aşamaları takip etmek ise girdi ölçüsü olarak işgücü kullanılacaktır. İşletmelerde işgücü verimliliği ve makine verimliliği sıklıkla kullanılmaktadır. İşgücü verimliliği yaşam standardı ve ücreti de içinde bulundurması nedeniyle bir ülkenin toplumsal gelişiminin de önemli göstergesi olarak kabul edilmektedir [1].

Şirketin verimliliğini etkileyen faktörler birden çoktur ve hiçbirini birbirinden bağımsız değildir. Süreç iyileştirme ve iş etüdü verimliliği etkileyen faktörlerdendir. Süreci iyileştirme çabalarının temel amacı, sürecin ürettiği verilerden yararlanarak neyin yanlış gittiğini bulmak ve süreci geliştirmektir. Bu doğrultuda pek çok farklı yöntem geliştirilmiştir. Ele alınan sürecin ve incelenecek verilerin özelliklerine göre değişiklik gösteren bu yöntemler arasında yöneylem araştırması, toplam kalite yönetimi, altı sigma gibi daha işletme bütününe yönelik yöntemlerin yanında üretimin kendine odaklanan iş etüdü faaliyetleri de sayılabilir. Süreç iyileştirme çabalarının önündeki en büyük ve görünmez engel alışkanlıklardır. Alışkanlık her nasılsa edinilmiştir ve ek bir çaba gerektirmeden işin yapılmasını sağlar. Bu yönüyle tembelliğe yol açar. Alışkanlıklar ayrıca bir güven duygusu sağlayarak gelecekte de aynen devam edeceğinize inanmayı sağlar. Ancak bu güven duygusu tam bir yanılsamadır. Verimliliği arttırmanın olmazsa olmaz koşullarından biri değişimdir, değişimi öngörmektir. Bu değişimi gösterecek araçlardan biri de iş etüdüdür. Sadece verimliliği arttırmak için iş etüdü kullanılan bir metot değil, hat dengeleme ve üretim planlaması alanlarında da kullanılmıştır. İş etüdü, iş sistemlerinin düzenlenmesi ve incelenmesine ilişkin yöntem ve deneyimlerin, çalışan kişinin iş yapabilme

gücünü ve ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak işin iyileştirilmesi ve işletmenin daha ekonomik çalışmasını sağlamak amacıyla uygulanmasıdır. İş etüdü, iki grup tekniğin iş ölçümü ve metot etüdünün birleşiminden oluşmaktadır. İş ölçümü, kalifiye bir işçinin belirlenmiş bir performans düzeyinde iş yapabilmesi için gereken zamanın saptanması amacıyla tasarlanmış tekniklerin uygulanması iş ölçümü olarak isimlendirilmektedir. İş ölçümü sadece standart zamanların belirlenmesinde değil, etkin olmayan zamanın çıkarılmasında da kullanılan bir araçtır. En önemli iş ölçüm teknikleri “iş örnekleme”, “zaman etüdü”, “önceden belirlenmiş zaman standartları”, “standart verilerin sentezi” olarak sayılabilir. Zaman Etüdü, bir örneğin sürekli gözlemlenmesi yoluyla performansının incelendiği ve standart zamana ulaşmak için, elde edilen bilgilerin sentezinin yapıldığı kapsamlı bir çalışmadır. Bu teknik ile belirli koşullar altında, belirli bir işin çalışma hız ve zamanlarının kayıtları yapılır ve elde edilen verilerin analizi sonucu, işin belli bir performans düzeyinde yapılabilmesi için gerekli zaman belirlenir. İş örnekleme, belli bir faaliyetin oluşum yüzdesini, istatistiksel örnekleme ve tesadüfi gözlemler yoluyla belirleme yöntemidir. İş örneklemesinin temelde dayandığı istatistik prensibi, yeterli büyüklükte bir örnek alındığında, örnekte elde edilen sonuçla çalışanların gerçekte zamanlarını nasıl geçirdiklerini gösteren doğruya yakın bir resim elde edilebilecektir. Önceden Saptanmış Zaman Standartları tekniğinde, “ulaşma”, “kavrama”, “taşınma” ve “bırakma” gibi temel insan hareketlerinin süreleri önceden belirlenerek standartlaştırılmıştır. Bir tablo haline getirilen bu standartlardan bir işlemin standart zamanını hesaplamak için yararlanır. Önce, işlemi oluşturan temel insan hareketleri belirlenir, daha sonra da bu hareketlerin karşılıkları olan süreler, tablodan bulunup, alt alta toplanarak standart işlem süresi hesaplanır. Metot etüdü ise daha kolay ve etkili yöntemlerin geliştirilip uygulanması ve maliyetlerin düşürülmesi için var olan ve önerilen çalışma şekillerinin sistematik bir biçimde kaydedilmesi ve eleştirel olarak incelenmesidir. Metot etüdü 7 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

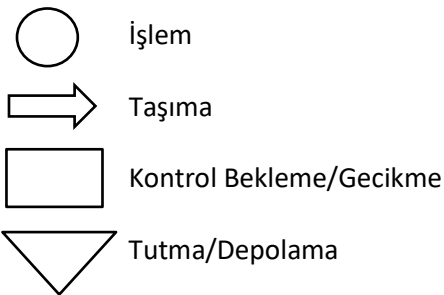
1. Etüdü yapılacak işin belirlenmesi
2. Var olan yöntem hakkında bütün bilgilerin kaydedilmesi,

3. Hedefe en uygun tekniği kullanarak düzenli bir sıra içerisinde metodun incelenmesi
4. En uygun metodun geliştirilmesi
5. Yeni metodun ayrıntılı olarak tanımlanması
6. Yeni metodun standart şekilde uygulamaya konulması
7. Bu standart uygulamanın denetimlerle sürdürülmesidir.

Analizi yapılacak işin seçimini takip eden adım mevcut metodun kaydedilmesidir. Bu aşamada kullanılacak şema ve diyagramlar şöyle sıralanabilir;

1. Özkayıt tekniği
2. Süreç sırasını gösteren şemalar:
  - İşlem proses şeması
  - İşlem akış şeması – işçi için
  - İşlem akış şeması – malzeme için
  - İşlem akış şeması – teçhizat için
  - İki el işlem şeması
3. Zaman ölçekli şemalar:
  - Çoklu faaliyet şeması
  - SIMO şeması
  - P.T.S şeması
4. Hareketleri gösteren diyagramlar
  - Akış diyagramı
  - İp diyagramı
  - Cyclegraphic (çok boyutlu) şemalar
  - MEMO hareket filmleri • Gezi şemaları
5. Bütün resmi görmeyi sağlayan Değer Akış Haritası

Bu şemalar aracılığıyla mevcut yöntem ayrıntılı olarak ele alınabileceği gibi yeni metodlar geliştirilerek uygulamaya konulmasında da bu şemalardan yararlanılmaktadır. Bu şemalarda kullanılan bazı temel semboller şunlardır:



Verimlilik artışı ve maliyetlerin azaltılması açısından en önemli faktörlerden biri de hat dengelemedir. Montaj hattı dengeleme fikri ilk karşımıza Bryton'un (1954) tezinde çıkmıştır. Montaj hattı dengelemede, belirli bir zaman

dilimi içerisinde belirli bir ürünü üretmek için amaçlanan üretim oranını sağlamayı hedefleyen bir üretim stratejisidir. Montaj hattının etkin bir biçimde çalışabilmesi ve belirlenen zaman içerisinde eldeki kapasite ile üretim yapılabilmesi için elde edilecek ürünü oluşturan hammadde, yarı mamul, mamul üzerinden yapılacak işlemler makine, insan ve iş istasyonları arasında dengeli bir şekilde dağıtılması gerekmektedir. Montaj hattı dengeleme ile çevrim süresini ve istasyon sayısını minimize etmek, üretim oranının artırılması, proses verimliliğinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

## 2. Literatür Taraması

Verimliliği arttırmaya etki eden birden çok araç ve yöntemin olduğunu görmekteyiz. Literatüre baktığımızda verimlilik çalışmalarına etki eden faktörlerle ilgili birden çok çalışmanın olduğunu görmekteyiz. Çalışkan'ın [2] 2020 yılında bir tekstil işletmesinde yapmış olduğu hat dengeleme çalışmasında dikim bantlarından yeterli verim alınmadığı ve siparişlerin yetiştirilebilmesi için fazla mesailerin yapıldığı bilgisi alınmış üretim süreci gözlemlenmiştir. Gözlem sonucu bazı iş istasyonları darboğazların olduğu ve bazı çalışanların boşta kaldıkları tespit edilmiş olup konumsal sıralı ağırlık metodu ile yapılan işgücü atamalarının darboğazları önlediğini ve verimliliği arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Erkayman ve Gör [3] yapmış oldukları hastane görüntüleme merkezlerinde hizmet kalitesinin artırılmasına yönelik hat dengeleme çalışmasında Comsoal yöntemi ile denge kaybı %35,74 hesaplanmıştır.

Sabır ve Dönmez [4] yaptığı çalışmada iplik işletmesindeki proseslerdeki verimsizlikleri tespit etme ve kaldırmak amacı ile metod etüdü kullanmış olup çalışma sonucunda yeni ve eski yöntemi kıyaslayarak yeni yöntemin avantajlı olduğunu sonucuna varılmıştır.

Şenyiğit, Karakaş, Uçar ve Akbal 2021 yılında [5] bir mobilya fabrikasında yapmış oldukları çalışmada iş etüdü verimlilik analizi ile fabrikada yüksek oranda verimlilik artışı olduğunu tespit etmiştir.

Esatoğlu [6] yapmış olduğu çalışmada patoloji laboratuvarında iş etüdü teknikleri kullanılarak iş bekleme süreleri ve iş süreçleri tıkanıkları tespit etmiştir.

Sabır, Bebekli ve Zenbilci [7] yapmış oldukları çalışmada terbiye işletmesinde metot tekniği ile 22 adet operasyon 6 adet tasarruf edildiği sonucuna ulaşmıştır.

Durmaz ve Pabuçcu [8] 2020 yılında yapmış oldukları çalışmada işgücü verimliliğini belirleyici etkileri araştırmış olup ANFIS modelin iki ve üç boyutlu grafikler vasıtasıyla belirleyicilerin uzun dönemli etkileri tespit etmiş ve yorumlanmıştır.

Akarsu, Kurt ve Alacahan [9] yapmış olduğu çalışmada bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ile işgücü verimliliği arasındaki nedensellik ilişkilerinin Bootstrap Panel nedensellik testi ile OECD ülkeleri için araştırılmış sonuç olarak ülkeden ülkeye farklılık göstermiştir.

Akyol ve Metin [10] yapmış oldukları çalışmada imalat sanayinde işgücü verimliliği ve ekonomik büyümenin ilişki araştırılmış olup çift yönlü nedensellik ilişki tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, şirketin rotilli kol bölümünde iki kafa hidrolik işleme ve takoz-burç yeri işleme makinelerinde bir adam bir makineye bakmaktadır. Zaman etütleri ve adam-makine analizi kullanılarak yapılan analizler sonucunda bir adamın iki makineye bakabildiği öngörülmüş olup analiz sonucu vardiya analizi yapılarak gözlemlenmiştir. Gözlem sonucunda bir adamın iki makineye bakabildiği görülmüştür. Bu analizler ile şirkette işgücü verimliliği artırılarak şirketteki

yeni projeler ve başka proseste çalışabilecek bir adam kazancı olduğu öngörülmüştür.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan veriler şirkette bulunan verimlilik problemlerine yardımcı olabilmesi ve iş süreçlerine destek amacıyla şirketin sınırları içerisinde kullanılan IFS programından alınmıştır. Alınan verileri hızlı analiz edebilme ve istenilen sonuçları elde edebilmek amacıyla kullanılan Excel programında hazırlanan tablo ve diyagramlar ile veriler analiz edilmiş olup şirket sınırları içerisinde bu programlar kullanılmaktadır.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. IFS Programından Makine Bazlı Veri Çekme ve Excel Üzerinde Hesaplama

Şirkette kullanılan IFS programından analizi yapılacak makinelerin (KI09, KI16), makine bazlı işleme girecek tüm referansların makine çalışma faktörü çekilip Excel programına aktarılmıştır. Çekilen veriler, Excel programında özet tablo ile mak, min ve ortalama değerler, makine bazlı olarak işleme giren tüm referansların makine çalışma faktörleri baz alınarak hesaplanmıştır. Range (fark) değeri ise max ve min değerleri arasındaki farktır ve Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bu işlem yapılacak olan adam-makine analizi için alınan zaman etütlerine bir referans oluşturması ve makineler ait referansların makine çalışma faktörleri ile karşılaştırılması için yapılmıştır.

Çizelge 2. Makine Bazlı Veri ile Özet Tablo

İş Merkezi No	Tezgah	Mak Operasyon Süresi (sn)	Min Operasyon Süresi (sn)	Ortalama Operasyon Süresi (sn)	Range (Fark)
P0407	KI16	60,0	15,0	47,1	45,0
P0408	HD01	70,0	20,0	36,7	50,0
P0442	KI09/KI10	110,0	15,0	55,9	95,0
P0445	KI17	97,3	50,0	56,5	47,3
<b>Genel Toplam</b>		110,0	15,0	50,7	95,0

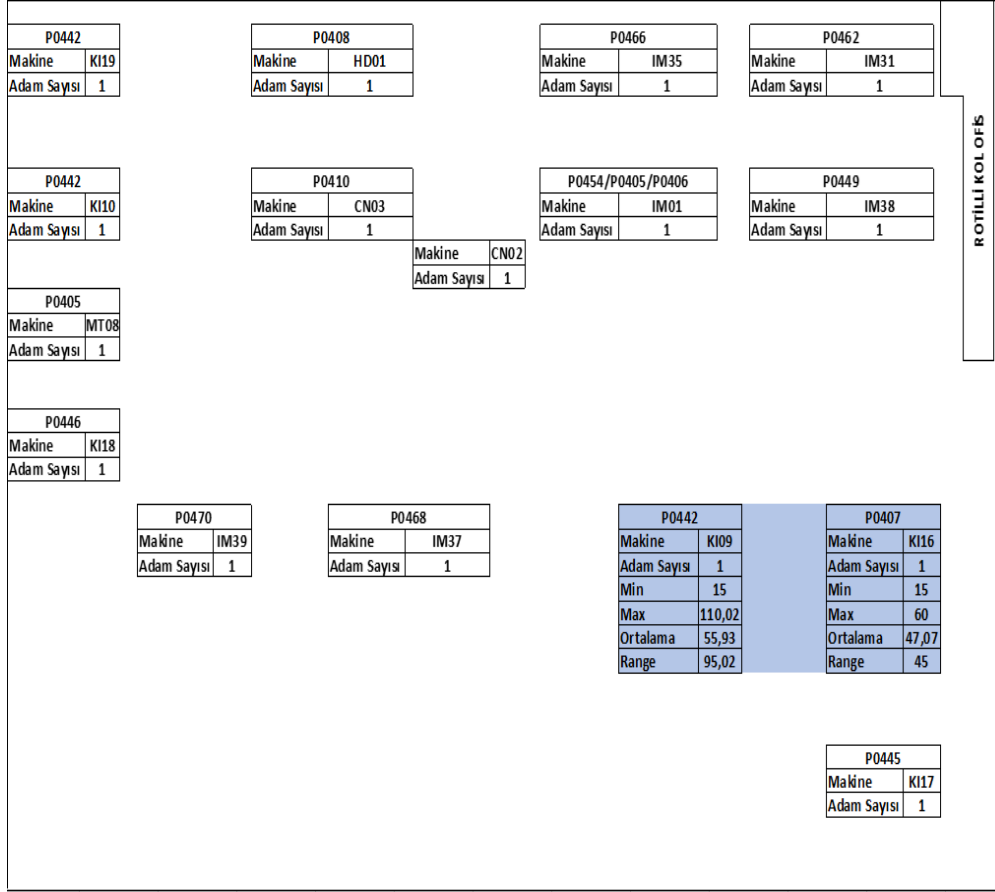
##### 3.2.2. Makinelerin Yerleşim Düzeni

Şirketin rotilli kol bölümünde, adam-makine analizinde kullanılacak makinelerin (KI09, KI16) yerleşim düzeni Şekil 1 ‘de mavi renk ile gösterilmiştir. Çizelge 2’de yer alan KI09 ve KI16 tezgahlarının bulunduğu iş merkezlerinin yeri Şekil 1’de gösterilmiştir.

##### 3.2.3. Proses Akış Şeması

Şirketin rotilli kol bölümünde, üretimdeki proses akış şeması Çizelge 3’de gösterilmiştir. Çizelge 3’deki proses akış şeması oluşturulurken metot etüdünün bir parçası olan işlem proses şemalarından yararlanılmıştır.

Şekil 1. KI09 ve KI16 Makinelerinin Yerleşim Düzeni



Çizelge 3. Rotilli Kol Bölümü Proses Akış Şeması

		PROSES AKIŞ ŞEMASI								
OPERASYON NO / ADI		Dış Kaynaklı Proses	Hammadde	Operasyon	Kontrol	Depolama	Taşıma	Tezgah Kodu	Alternatif Tezgah Kodu	AÇIKLAMALAR
<b>ÜRETİM</b>										
10	Girdi Kontrol				x					T05-01 Girdi kontrol Talimatı T05-02 Örnek Alma Talimatı
20	Depoya Sevk						x			T01-20 Depolama Ve depodan yarı mamül çıkış talimatı
30	Depolama					x				T01-20 Depolama Ve depodan yarı mamül çıkış talimatı
40	Kataforez kaplama			x						T02-162 Kataforez Hattı Çalıştırma
50	Üretime Sevk						x			T01-20 Depolama ve Depodan Yarımamül Mamül Çıkış Talimatı
60	Komple İşleme			x						T09-01 Yatay İşleme Tezgahında Salıncak Rotillikol İşleme Ayar
70	Depoya Sevk						x			T01-20 Depolama Ve depodan yarı mamül çıkış talimatı
80	Depolama					x				T01-20 Depolama Ve depodan yarı mamül çıkış talimatı

### 3.2.4. KI09 ve KI16 Makinelerinde Zaman Etüdü

KI09 ve KI16 makinelerinde birer referans baz alınarak REFA zaman etüdü formu üzerinde alınan süreler hesaplanmıştır. KI09 makinesinde 004150-01 referanslı üründe yapılan zaman etüdünde makine çalışma faktörünü hesaplamak için operatörün işlem adımları çıkarılmış olup Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'teki zaman etüdü formu üzerinde;

Baz miktar; belirtilen işlemi kaç parçada bir yaptığı

Adam; belirtilen iş için kaç adam çalıştığı

L; tempo değerini,

ti; belirtilen işlem için alınan süreyi,

F; sapma süreyi temsil etmektedir.

Normal zaman (t): Temel zaman (i)\*tempo değeri (L)

Standart zaman: Çevrim süresi\*kişisel pay (%4)

Vardiyalık çalışma zamanı: Toplam vardiya çalışma zamanı – (temizlik süresi + yemek molası + takım değişimi süresi)

Saatlik üretim adedi: (Vardiyalık çalışma zamanı / Standart zaman) / (Vardiyalık çalışma zamanı / 3600) şeklinde hesaplanır.

Çizelge 4. KI09 Zaman Etüdü Formu

Nr	Akış dilimi ve ölçme	Baz miktar	Adam	Z	1 2 3 4 5 6 7 8								$\sum L/n$	$t = 100 \times \frac{L}{n}$	SAATLİK ÜRETİM ADETİ	STANDART ZAMANI	SAATLİK ÜRETİM ADETİ
					L	t	F	L	t	F	L	t					
1	Yatak Yeri Yüzey İşleme	1	1	L	BU SATIRDA YAPILAN OPERASYONUN ADI GÖZÜKMEKTEDİR. İŞLEM ADIMLARI ALT SATIRLARA YAZILACAKTIR.											52,90	68,06
2	Makine Zamanı	1	1	L	100									100	100,0	41,00	87,80
				t	41,00									41	41,0		
				F										1			
3	Malzeme Yükleme	1	1	L	100	100	95	95	100	95	95	95	95	775	96,9	4,60	782,34
				t	4,60	4,52	5,01	5,60	4,85	4,48	4,46	4,48	4,48	38	4,8		
				F									8				
4	Malzeme Boşaltma	1	1	L	100	95	95	95	95	100	95	90	90	765	95,6	4,27	843,87
				t	3,31	4,26	4,71	4,89	4,79	3,82	4,78	5,13	35,7	8	4,5		
				F									8				
5	Makine Önüne Malzeme Dizme	1	1	L	100	100	100							300	100,0	2,44	1475,41
				t	2,75	2,14	2,43							3			
				F										7,32	2,4		
				F									3				
6	Bitmiş Ürünü Dizme	1	1	L	100	100	100	90	100	90	100			680	97,1	3,02	1192,15
				t	2,90	1,98	1,28	5,77	2,52	4,33	2,98			7	3,1		
				F										7			
7	Kontrol	120	1	L	90									90	90,0	0,80	4485,98
				t	107,00									1	0,9		
				F										107			
				F										1			

Şirkette kullanılan IFS programına veri girişi sağlayabilmek amacıyla saatlik üretim hesaplanır. Çizelge 4'te KI09 004150-01 referanslı üründe operatörün çevrim süresi içinde yaptığı işlemler (makine dururken (mavi renk ile gösterilmiş alan)) gösterilmiştir; malzeme yükleme, malzeme boşaltma ve makine zamanıdır (mor renk ile gösterilmiş alan). Malzeme yükleme 8 kez alınan çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değerleri 100 ve 95 alınarak çevrim süresi 4,60 sn, malzeme boşaltma 8 kez alınan çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değerleri 100 ve 95 alınarak 4,27 sn ve makine zamanı 1 çevrim ve tempo değeri 100 alınarak 41 sn hesaplanmıştır. Operatörün çevrim süresine dahil olmayan (makine çalışırken yaptığı işlemler (turuncu renk ile gösterilmiş alan)) işlemler; makine önüne malzeme dizme, bitmiş ürünü dizme ve parça kontrol

oluşturmaktadır. Makine önüne malzeme dizme 3 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 2,44 sn, bitmiş ürünü dizme 7 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 ve 90 alınarak 3,02 sn, parça kontrolü (120 parçada 1 kontrol ediliyor) 1 çevrim süresinde, tempo değeri 90 alınarak 0,80 sn hesaplanmıştır. Normal zaman baz alınarak hesaplanan saatlik üretim adetleri makine zamanı 87,80 birim/saat, malzeme yükleme 782,34 birim/saat, malzeme boşaltma 843,87 birim/saat, makine önüne malzeme dizme 1475,41 birim/saat, bitmiş ürünü dizme 1192,15 birim/saat ve kontrol 4485,98 birim/saattir. Bitmiş ürün alabilmek için gerekli olan çevrim süresi standart zaman 52,90 sn'dir. Standart zaman baz alınarak hesaplanan saatlik üretim adedi 68,06 birim/saattir. Çizelge 5'te KI16 makinesinde 004150-01 referanslı üründe yapılan zaman



etüdündeki değerleri verilmiştir. Operatörün çevrim süresi içerisinde yaptığı işlemler (makine dururken (mavi renk ile gösterilmiş alan)); malzeme yükleme, malzeme boşaltma ve makine zamanıdır (mor renk ile gösterilmiş alan). Malzeme yükleme 8 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 ve 90 alınarak 5,65 sn, malzeme boşaltma+ hava tabancası ile temizlik 8 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100,95 ve 90 alınarak 6,72 sn, makine zamanı 1 çevrimde alınan sürede tempo değeri 100 alınarak 32 sn hesaplanmıştır. Operatörün çevrim süresine dahil olmayan (makine çalışırken yaptığı işlemler (turuncu renk ile gösterilmiş alan)) işlemler; makine önüne ürün dizme, çapak alma, bitmiş ürünü dizme ve parça kontrol oluşturmaktadır. Makine önüne ürün dizme 4 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100,95 ve 90 alınarak

2,54 sn, çapak alma 7 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 ve 95 alınarak 4,60 sn, bitmiş ürünü dizme 6 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100,95 ve 90 alınarak 2,09 sn, parça kontrol (120 parçada 1 kontrol ediliyor) bir çevrimde alınan süredeki tempo değeri 90 alınarak 0,80 sn hesaplanmıştır. Normal zaman baz alınarak saatlik üretim adetleri makine zamanı 112,50 birim/saat, malzeme yükleme 637,29 birim/saat, malzeme boşaltma+ hava tabancası temizlik 535,66 birim/saat, makine önüne ürün dizme 1415,42 birim/saat, çapak alma 783,01 birim/saat, bitmiş ürünü dizme 1723,18 birim/saat, parça kontrol 4485,98 birim/saattir. Bitmiş ürün alabilmek için gerekli olan çevrim süresi standart zaman 46,73 sn'dir. Standart zaman baz alınarak hesaplanan saatlik üretim adedi 77,03 birim/saattir.

Çizelge 5. KI16 Zaman Etüdü Formu

Nr.	Akış dilimi ve ölçme	Baz miktar	Adam	Z <sub>m</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	$\sum L/n$	$\sum t_i/n$	$\sum t_i/n$	SAATLİK ÜRETİM ADETİ	STANDART ZAMAN	ÜRETİM ADETİ (SAATLİK)
1	Burç Yeri Ic Isleme	1	1	L	BU SATIRDA YAPILAN OPERASYONUN ADI GÖZÜKMEKTEDİR. İŞLEM ADIMLARI ALT SATIRLARA YAZILACAKTIR.											46,73	77,03	
				t <sub>i</sub>									100					
				F									32					
2	Makine zamanı	1	1	L	100								780	100,0		112,50		
				t <sub>i</sub>	32,00								32	32,0				
				F									1					
3	Malzeme Yükleme	1	1	L	100	100	100	100	100	90	90	100	780	97,5		637,29		
				t <sub>i</sub>	5,98	5,71	5,80	5,52	4,98	6,03	6,46	5,87	46,4	5,8				
				F								8						
4	MalzemeBoşaltma +Hava Tabancası Temizlik	1	1	L	100	90	95	100	100	100	90	95	770	96,3		535,66		
				t <sub>i</sub>	6,32	8,02	7,29	6,93	6,27	5,81	8,02	7,20	55,9	7,0				
				F								8						
5	Makine Önüne Ürün Dizme	1	1	L	100	90	95	100					385	96,3		1415,42		
				t <sub>i</sub>	2,01	3,40	3,16	2,00					4	2,54				
				F									10,6	2,6				
6	Çapak Alma	1	1	L	100	100	100	95	95	95	95		680	97,1		783,01		
				t <sub>i</sub>	3,56	3,93	3,89	5,53	5,46	5,20	5,56		33,1	4,7				
				F									7					
7	Bitmiş Ürünü Dizme	1	1	L	95	100	100	90	90	100			575	95,8		1723,18		
				t <sub>i</sub>	2,03	1,53	1,61	3,28	3,00	1,63			6	2,09				
				F									13,1	2,2				
				F									6					
8	Kontrol	120	1	L	90								90	90,0		4485,98		
				t <sub>i</sub>	107,00								1	0,80				
				F									107	0,9				
				F									1					

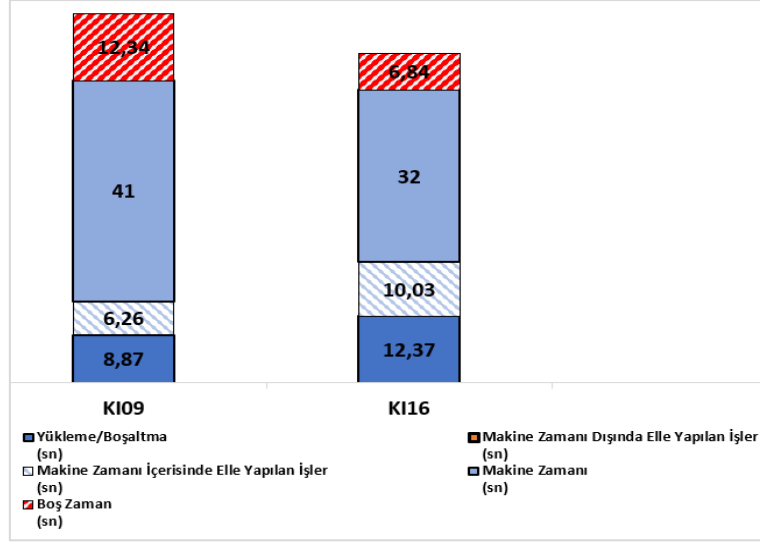
### 3.2.5. Adam-Makine Analizi

Zaman etüdü ile hesaplanan değerler Çizelge 6'da gösterilen Excel programında hazırlanan adam-makine tablosuna yazılarak Şekil 2'deki adam-makine şeması oluşturulmuştur. Buradaki amaç operatörün boşta kalma süresini hesaplayarak iki makineye bakabildiğini

gözlemlemektir. KI09 makinesi için Çizelge 6'da verilen yükleme/boşaltma 8,87 sn, makine zamanı dışında elle yapılan işler 0 sn, makine zamanı içerisinde elle yapılan işler 6,26 sn, makine zamanı 41 sn ve boşta kalma süresi 12,34 sn'dir. KI16 makinesi için Çizelge 6'da verilen

**Çizelge 6. Adam-Makine Analiz Tablosu**

Makine Adı	Yükleme/Boşaltma (sn)	Makine Zamanı Dışında Elle Yapılan İşler (sn)	Makine Zamanı İçerisinde Elle Yapılan İşler (sn)	Makine Zamanı (sn)	Boş Zaman (sn)
KI09	8,87	0	6,26	41	12,34
KI16	12,37	0	10,03	32	6,84

**Şekil 2. Adam-Makine Şeması**

yükleme/boşaltma 12,37 sn, makine zamanı dışında elle yapılan işler 0 sn, makine zamanı içerisinde elle yapılan işler 10,03 sn, makine zamanı 32 sn ve boşta kalma süresini hesaplarken (KI09 makine zamanı-(iki makinede yapılan tüm işlemlerin toplamı)-(KI09 makinesindeki yükleme/boşaltma)-(KI09 makinesinde makine zamanı dışında elle yapılan işler)) şeklinde hesaplandığında 6,84 sn'dir. Şekil 2'deki adam-makine şemasında da görüldüğü üzere kırmızı alanlar operatörün boş zamanını temsil etmektedir.

### 3.2.6. Vardiya Analizi

Buradaki amaç adam-makine analizi yapılan referanslarda operatörün boş zamanı kaldığı baz alınarak operatörün iki makineye (KI09, KI16) aynı anda bakabildiğini gözlemlemek amacıyla bir vardiya boyunca kamera eşliğinde operatörün çalışma şekli incelenmiştir. KI09 ve KI16 makinelerinde 004143-01 referanslı ürünler işlenmiş olup zaman etüdü yapılmıştır. KI09 makinesinin zaman etüdü Çizelge 7'de verilmiş ve operatörün çevrim süresinde yaptığı (makine dururken (mavi renk ile gösterilmiş alan)) işlemler, makine zamanı (mor renk ile gösterilmiş alan) 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100

alınarak 52 sn, malzeme yüklemeye 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 7,82 sn, malzeme boşaltma 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 4,49 sn, hava tabancası ile temizlik 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 4,51 sn, operatörün çevrim süresine dahil olmayan (makine çalışırken yaptığı işlemler (turuncu renk ile gösterilmiş alan)) işlemler; makine önüne ürün dizme (2 parçada 1 yapıyor) 5 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 2,46 sn, bitmiş ürünü dizme 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 2,82 sn, karton taşıma+ kasaya koyma (12 parçada 1 yapıyor) 1 çevrim süresinde, çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 1,82 sn, parça kontrol (120 parçada 1 kontrol ediliyor) 1 çevrim süresinde, çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 0,89 sn'dir hesaplanmıştır. Normal zaman baz alınarak saatlik üretim adetleri makine zamanı 69,23 birim/saat, malzeme yüklemeye 460,48 birim/saat, malzeme boşaltma 801,96 birim/saat, hava tabancası ile temizlik 798,05 birim/saat, makine önüne ürün dizme 1466,40 birim/saat, bitmiş ürünü dizme 1278,41

birim/saat, karton taşıma + kasaya koyma 1977,12 birim/saat ve parça kontrol 4037,38 birim/saattir. Bitmiş ürün alabilmek için gerekli olan çevrim süresi standart zaman 73,19 sn'dir. Standart zaman baz alınarak hesaplanan saatlik üretim adedi 49,19 birim/saattir. KI16 makinesinin zaman etüdü Çizelge 8'de verilmiş ve operatörün çevrim süresinde yaptığı (makine dururken (mavi renk ile gösterilmiş alan)) işlemler, makine zamanı (mor renk ile gösterilmiş alan) 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 34 sn, malzeme yükleme 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 5,97 sn, malzeme boşaltma 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 8,81 sn, hava tabancası ile temizlik 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 2,11 sn'dir. Operatörün çevrim süresine dahil olmayan (makine çalışırken yaptığı işlemler (turuncu renk ile gösterilmiş alan)) işlemler; makine önüne ürün dizme (4 parçada 1 yapılıyor) 2 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100

alınarak 3,06 sn, bitmiş ürünü dizme 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 2,90 sn, çapak alma 10 çevrim süresinde, her çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 8,25 sn, karton taşıma+ kasaya koyma (12 parçada 1 yapılıyor) 1 çevrim süresinde, çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 1,75 sn, parça kontrol (120 parçada 1) 1 çevrim süresinde, çevrimde alınan süredeki tempo değeri 100 alınarak 0,89 sn hesaplanmıştır. Normal zaman baz alınarak saatlik üretim adetleri makine zamanı 105,88 birim/saat, malzeme yükleme 603,52 birim/saat, malzeme boşaltma + hava tabancası ile temizlik 408,77 birim/saat, hava tabancası ile temizlik 1708,59 birim/saat, makine önüne ürün dizme 1175,99 birim/saat, bitmiş ürünü dizme 1241,81 birim/saat, çapak alma 436,21 birim/saat, karton taşıma+ kasaya koyma 2059,10 birim/saat, parça kontrol 4037,38 birim/saattir. Bitmiş ürün alabilmek için gerekli olan çevrim süresi standart zaman 54,11 sn'dir. Standart zaman baz alınarak hesaplanan saatlik üretim adedi 66,53 birim/saattir.

Çizelge 7. KI09 Zaman Etüdü Formu

Nr	Akış dilimi ve ölçme	Baz miktar	Adam	Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum L/n$	$\frac{\sum L/n}{\sum t/n}$	$\frac{\sum L/n}{100} \times i$	SAATLİK ÜRETİM ADETI	STANDART ZAMAN	SAATLİK ÜRETİM ADETI
1	Yatak Yeri, Yüzey ve İc İşleme																		73,19 sn	49,19 adet
<b>BU SATIRDA YAPILAN OPERASYONUN ADI GÖZÜKMEKTEDİR. İŞLEM ADIMLARI ALT SATIRLARA YAZILACAKTIR.</b>																				
2	Makine zamanı	1	1		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	52,00	69,23		
					52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	20	52,0				
															10					
3	Yükleme	1	1		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	7,82	460,48		
					8,91	7,29	7,15	6,96	6,86	6,43	7,42	9,29	7,99	9,88	20	78,2				
															10	7,8				
4	Boşaltma	1	1		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	4,49	801,96		
					4,22	3,98	3,59	4,53	4,63	3,70	3,79	5,33	6,30	4,82	20	44,9				
															10	4,5				
5	Hava Tabancası ile Temizlik	1	1		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	4,51	798,05		
					6,49	5,02	4,30	4,03	5,29	4,82	3,86	2,83	4,62	3,85	20	45,1				
															10	4,5				
6	Makine Önüne Ürün Dizme	2	1		100	100	100	100	100						1500	100,0	2,46	1466,40		
					5,86	4,52	3,86	5,09	5,22						15	24,6				
															5	2,5				
7	Bitmiş Ürünü Dizme	1	1		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	2,82	1278,41		
					2,46	3,02	3,16	2,70	2,62	1,68	2,35	4,35	2,56	3,26	20	28,2				
															10	2,8				
8	Karton Taşıma + Kasaya Koyma	12	1		100										1100	100,0	1,82	1977,12		
					21,85										11	21,85				
															1	1,8				
9	Kontrol	120	1		100										1100	100,0	0,89	4037,38		
					107,00										11	107				
															1	0,9				

Çizelge 8. KI16 Zaman Etüdü Formu

Nr.	Akiş dilimi ve ölçme	Baz miktar	Adam	Z	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10										$\Sigma L/n$	$\Sigma L/n$	$\Sigma L/n$	SAATLİK ÜRETİM ADETİ	STANDART ZAMAN	SAATLİK ÜRETİM ADETİ
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Burç Yeri Yüze ve İc İşleme				BU SATIRDA YAPILAN OPERASYONUN ADI GÖZÜKMEKTEDİR. İŞLEM ADIMLARI ALT SATIRLARA YAZILACAKTIR.														54,11 sn	66,53 adet
2	Makine zamanı	1	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	34,00	105,88
				t	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	20	34,0		
				F												10				
3	Yükleme	1	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	5,97	603,52	
				t	4,51	7,59	6,33	5,25	5,76	5,76	5,43	5,99	6,37	6,66	59,65	20	5,0			
				F											10					
4	Boşaltma + Hava Tabancası ile Temizlik	1	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	8,81	408,77	
				t	9,75	6,76	9,69	7,66	8,01	9,05	8,95	8,59	11,21	8,40	88,07	20	8,8			
				F											10					
5	Hava Tabancası ile Temizlik	1	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	2,11	1708,59	
				t	3,20	1,30	3,45	2,45	1,60	1,79	1,93	1,40	2,46	1,49	21,07	20	2,1			
				F											10					
6	Makine Önüne Ürün Dizme	4	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	3,06	1175,99	
				t	14,56	9,93									24,49	20	3,1			
				F											2					
7	Bitmiş Ürünü Dizme	1	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	2,90	1241,81	
				t	2,66	2,19	2,15	3,70	3,26	3,06	2,46	2,96	3,39	3,16	28,99	20	2,9			
				F											10					
8	Çapak Alma	1	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	8,25	436,21	
				t	8,46	7,73	10,12	9,48	8,39	7,25	6,62	8,35	9,14	6,99	82,53	20	8,3			
				F											10					
9	Karton Taşıma + Kasaya Koyma	12	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	1,75	2059,10	
				t	20,98										20,98	20	1,7			
				F											1					
10	Kontrol	120	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100,0	0,89	4037,38	
				t	107,00										107	107	0,9			
				F											1					

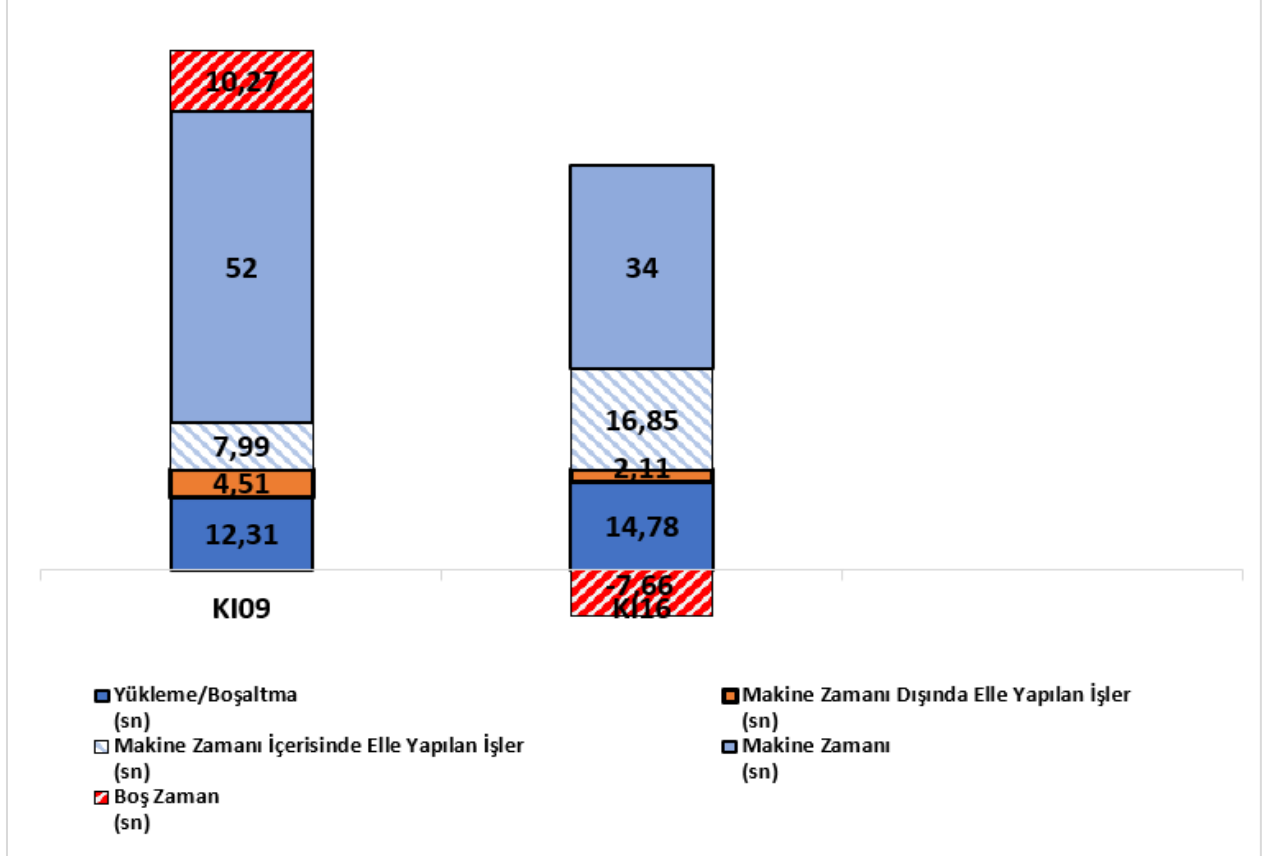
Çizelge 9. Adam-Makine Analiz Tablosu

Makine Adı	Yükleme/Boşaltma (sn)	Makine Zamanı Dışında Elle Yapılan İşler (sn)	Makine Zamanı İçerisinde Elle Yapılan İşler (sn)	Makine Zamanı (sn)	Boş Zaman (sn)
KI09	12,31	4,51	7,99	52	10,27
KI16	14,78	2,11	16,85	34	-7,66

Vardiya analizi sonucu değerler Çizelge 9'da adam-makine analizi için tabloya yazılarak Şekil 3'te gösterilen adam-makine şeması oluşturulmuştur. KI09 makinesi için Çizelge 9'da verilen yüklenme/boşaltma 12,31 sn, makine zamanı dışında elle yapılan işler 4,51 sn, makine zamanı içerisinde elle yapılan işler 7,99 sn, makine zamanı 52 sn ve boşta kalma süresi 10,27 sn'dir. KI16 makinesi için Çizelge 9'da verilen yüklenme/boşaltma 14,78 sn, makine zamanı dışında elle yapılan işler 2,11 sn, makine zamanı içerisinde elle yapılan işler 16,85 sn, makine zamanı 34 sn ve boşta kalma süresi -7,66 sn'dir. Vardiya analizi sonucunda operatörün hangi işler ile zaman kaybettiği belirlemek için analiz yapıldığında çıkan

sonuçlar şu şekildedir; operatör ayar yaptıktan sonra çıkan parça için 52 sn ölçü kontrolü yapması, ayar yapmak amacıyla gerekli aleti bulmak için 40 sn zaman kaybetmesi, KI09/KI16 makinelerine her makine için 12 parçada bir biten ürün regali için 20,98 sn karton taşıması, işlenecek ürün ve biten ürünü dizmek için eğilip kalkarken 2,30 sn zaman kaybetmesi, KI09 ve KI16 makinelerine her makine için 13 parçada bir işlenecek ürün kutusundan 8,75 sn karton taşıması ve KI09/KI16 makinesinde ayar yapmak için operatörün 330 sn kaybettiği gözlemlenmiştir.

Şekil 3. Adam-Makine Şeması



#### 4.SONUÇ

Çalışmanın amacı, literatüre bakıldığında iş etüdü ve adam-makine analizi çalışması ile ilgili çalışmaların yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Bu makale ile hem literatürdeki boşluğu doldurma hem de şirkette iş etüdü ve adam-makine analiz metotlarını kullanarak işgücü verimliliği artırarak şirkete bir adam kazancı sağlamaktır (yıllık 12.666,00 €). Süreç iyileştirme ve iş etüdü ile yaklaşıldığında mevcut işlem ve çalışma yöntemlerinin sistematik bir analizi sonucu verimlilikleri artırma yolu ile aynı sonuca ulaşmanın mümkün olduğu görülmektedir. Böylece, ufak veya hiçbir ek yatırım ihtiyacı doğmadan, boş veya verimsiz geçen zamanları azaltmak suretiyle, üretkenliğin yükselmesi gerçekleşmektedir. Şirket içindeki rotilli kol bölümünde bulunan KI09 (iki kafa hidrolik işleme makinesi) ve KI16 (takoz-burç yeri işleme makinesi) makinelerinde bir adam bir makine şeklinde çalışma yaparken, mevcut durumda yapılan adam-makine analizi sonucunda 004150-01 referanslı üründe yapılan zaman etüdü değerleri adam-makine analizine aktarıldığında operatörün boşta kalma süreleri

10,27 sn ve 6,84 sn olduğu gözlemlenmektedir. Tüm referanslar baz alındığında yapılan özet Çizelge ile ortalama operasyon süresi KI09 makinesinde 55,92 sn, KI16 makinesinde 47,07 sn ile 004150-01 referanslı ürünün operasyon süreleri KI09 makinesinde 41 sn ve KI16 makinesinde 32 sn ile ortalama sürelerin altında kaldığından dolayı tüm referansların bir adamın iki makineye bakabildiği görülmektedir. Yapılan zaman etütleri ve adam-makine analizi sonucunda bir adamın iki makineye bakabildiği görülmektedir. Analiz sonucunu saha içerisinde görebilmek amacıyla bir adamın iki makineye baktığı durumun vardiya analizi yapılmıştır. Çizelge 7 ve Çizelge 8'deki zaman etütleri ve Çizelge 9'daki adam-makine analiz, Şekil 3'teki adam-makine şemasında sonuçları görülmekte olup elde edilen sonuçta bir adamın iki makineye bakamadığı görülmüştür. Operatörün vardiya analizinde yaptığı işlemler ile mevcut durumda yaptığı işlemler arasındaki fark incelenmiş olup farklı hangi işlemlerde zaman kaybettiğinin analizi yapıldığında şu durumlar ile karşılaşmıştır; operatör KI09/KI16 makinesinde ayar yapmak için 330 sn zaman kaybetmesi, ayar yaptıktan sonra

çıkan parça için 52 sn ölçü kontrolü yapması, ayar yapmak amacıyla gerekli aleti bulmak için 40 sn zaman kaybetmesi, KI09/KI16 makinelerine her makine için 12 parçada bir biten ürün regali için 20,98 sn karton taşınması, işlenecek ürün ve biten ürünü dizmek için eğilip kalkarken 2,30 sn zaman kaybetmesi ve KI09/KI16 makinelerinde her makine için 13 parçada bir işlenecek ürün kutusundan 8,75 sn karton taşımak için zaman kaybetmektedir. Bu kayıp zamanları ortadan kaldırmak için çözümler bulunmuştur. Bu çözümler şu şekildedir; operatörün ayar yapmak için 330 sn zaman kaybettiği süreyi rotilli kol bölümünde ayar işlerinden sorumlu bir ayarçı olmasıyla hem analizi yapılmış olan makineler için hem de bölümde bulunan diğer makineler için zaman kazancı sağlamış ve makinelerin ayar problemleri ile bakım ekibi ile görüşülerek makinelere özel bakım planı oluşturulmuştur, bu sayede 330 sn kayıp zaman kazanılmış olup her ayar sonrası parça kontrolü için kaybedilen 52 sn'de bu sayede ortadan kaldırılmıştır. Bölümde yapılan 5S çalışması sonucu ayar için alet araması ile kaybettiği 40 sn kazanılmıştır. Hem biten ürün için hem de işlenecek ürünler için karton alması ve taşınması için yürüdüğü mesafe azaltılarak %30 iyileştirme gerçekleşmiştir. Biten ürünü eğilerek koymaması için konveyör sistemi yapılarak süreç iyileştirilmiştir. Eldeki kaynakları daha etkin ve akılcı bir biçimde kullanarak, iş etüdü ve yalın teknikler ile süreç iyileştirilerek sayesinde verimliliği arttırmanın mümkün olduğu görülmüştür. Bu sayede bir adamın iki makineye bakabildiği görülerek şirkete bir adam kazandırılarak yıllık 12.666,00 € kazanç sağlandığı öngörülmektedir.

#### KAYNAKÇA

1.Balkan D., Suiçmez H., “Türkiye ve dünyada işgücü verimliliğinin karşılaştırmalı analizi”, Journal of Productivity, Sayı 1, Sayfa 93-113, 2017

2.Çalışkan G., “Bir tekstil işletmesinde simülasyon yaklaşımı ile hat dengeleme çalışması”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2020

3.Erkayman B., Gör M., “Hastane görüntüleme merkezlerinde hizmet kalitesinin artırılmasına yönelik bir hat dengeleme yaklaşımı”, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 20, Sayı 2, Sayfa 745-766, 2016

4.Sabır C., Dönmez U., “İplik işletmesinde iş etüdü uygulaması”, Tekstil ve Mühendis, Cilt 20, Sayı 92, Sayfa 11-26, 2013

5.Şenyiğit E.,Karakaş S., Uçar S., Akbal S., “Bir mobilya işletmesinde kurumsal kaynak planlaması için iş etüdü-verimlilik uygulamasının analizi: örnek olay” European Journal of Science and Technology, Sayı 28, Sayfa 476-480, 2021

6.Esatoğlu A., “Sağlık hizmetlerinde iş etüdü: patoloji laboratuvarında iş süreçlerinin iyileştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 2019

7.Sabır E., Bebekli M., Zenbilci A., “Tekstil terbiye işletmesinde iş akış diyagramı ile iş etüdü”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 29, Sayı 1, Sayfa 81-88, 2014

8.Duramaz A., Pabuççu H., “Kamu sağlık harcamaları-işgücü verimliliği ilişkisi: sinirsel bulanık yaklaşım”, Journal of Social Sciences of Mus Alparslan University, Cilt 8, Sayı 5, Sayfa 1375-1382, 2020

9.Akarsu Y., Kurt S., Alacahan N., “OECD ülkelerinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin işgücü verimliliği üzerine etkisi”, Journal of Life Economics, Cilt 7, Sayı 4, Sayfa 309-322, 2020

10.Akyol E., Metin G., “Türkiye’de sanayinde işgücü verimliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi”, Journal of Productivity, Sayı 1, Sayfa 1-35, 2021

11.İleri D., “Verimlilik, verimlilik ile ilgili kavramlar ve işletmeler açısından verimliliğin önemi”, Journal of Selcuk University Social Sciences Vocational School, Cilt 1, Sayı 2, Sayfa 10-24, 1999

12. Doğan İ., “Verimlilik, ekonomik büyüme ve sağlık ilişkisi; Türkiye için doğrusal olmayan nedensellik testi”, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, Cilt 5, Sayı 2, Sayfa 21-48, 2016

13.Özsever Ç., Gençoğlu T., Erginel T., “İşgücü verimlilik takibi için sistem tasarımı ve karar destek modelinin geliştirilmesi”, Journal of Science and Technology of Dumlupınar University, Sayı 18, Sayfa 45-58, 2009

14.Karacaer S., İbrahimoglu N.,” İşletme yönetiminde muhasebe bilgi sistemi, iç kontrol, verimlilik ilişkisi ve önemi”, Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences, Cilt 21, Sayı 1, Sayfa 211-228, 2003



15.Soydal H.,” Türkiye’de doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının verimlilik analizi: Otomotiv sektörü üzerine bir uygulama”, The Journal of Selcuk University Social Sciences Institute, Sayı 16, Sayfa 578-604, 2006

16.Yılmaz Y., “Dijital ekonomiye geçiş süreci, ölçümü ve dijitalleşme verimlilik ilişkisi”, Istanbul Journal of Economics, Cilt 71, Sayı 1, Sayfa 283-316, 2021

17.Kara M.A., Seyhan M., “Verimlilik kavramı ve işletmelerde verimliliğin önemi: AKFA çay fabrikası örneği”, International Journal of Academic Values Studies, Sayı 4, Sayfa 161-169, 2016

18.Karaman M.A.,” İşletmelerde liderliğin verimlilik üzerindeki etkileri ve ünlü işletme lideri Jack Welch’in liderlik uygulamalarının verimlilik açısından değerlendirilmesi”, Sayı 3, Sayfa 9-35, 2004

19.Demir M., “İş etüdünün verimlilik arttırmada etkisi ve tekstil sektöründe uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2003

20.Karahan Ü., “Manyezit madencilğinde verimlilik analizleri”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1992

21.Aydoğan H., “Verimlilik, AR-GE ve gelir dağılımı eşitsizliğinin ekonomik büyüme üzerine etkileri: R ile panel veri analizi”, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2022

22.Üstün R., “İşgücünün verimliliği nasıl artırılabilir?”, Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Sayı 1, Sayfa 55-70, 1997

23.Güler B., “Eskişehir’de işgücü verimliliği ve ücretler iki kit örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1991

24.Karaca M., “Üretimde verimlilik kalite kontrolü ve teşvikli ücret sistemleri ilişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1988

25.Abdillahi M.A., “İşgücü verimliliğini etkileyen faktörlerin saha mühendislerinin bakış açısından değerlendirilmesi: Somali örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 2018

26.Yükçü S., Atağan G., “Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının yarattığı karışıklık”, Journal of Economics and Administrative Science, Cilt 23, Sayı 4, Sayfa 1-13, 2009

27.Top A., “Verimlilik ve üretkenlik üzerine düşünceler”, Oneri, Cilt 5, Sayı 17, Sayfa 31-34, 2002