

SAC KESİMİ İÇİN YENİ MAKİNE SEÇİMİNDE İŞ ETÜDÜ YAKLAŞIMI İLE BİR
UYGULAMA

Mustafa Deste* 

Hatice İlhan Küçük** 

Gönderim Tarihi: 18.06.2021

Kabul Tarihi: 27.07.2021

Araştırma Makalesi/ Research Article

Doi: <https://doi.org/10.38009/ekimad.954400>

Öz

Bu çalışma, metal işleme sektöründe, sac kesim işlemleri gerçekleştiren bir firmanın, yeni makine seçiminde, doğru tercih yapmasını amaçlamaktadır. Firmanın imalat süreci incelendiğinde, Cnc plazma makinesinin, kullanım ömrünü tamamladığı görülmüştür. Bu makine aynı zamanda, diğer iş basamaklarının öncülüdür. Makinedeki verimsizlik ve duruşlar tüm hattı doğrudan etkilemektedir. Makinenin veriminin artırılmasına dair öneriler geliştirmek için makinenin çalışması 2 vardiya boyunca gözlenmiştir. Bu gözlemlerde, iki el analize benzer şekilde, makine alanının 4 eşit bölümünde işlem süreleri takip edilmiştir. İnceleme neticesinde, yeniden makine alım süreci oluşması durumunda, alternatif bir makine tasarımı önerilmiştir. Böylelikle, makinenin üretime katkı sağlayan alan ve zamanının artırılması planlanmıştır. Yeni alınacak makinenin alternatif tasarımı ile elde edilmesi planlanan kazanımlar ve iyileştirmeler, çalışmanın sonuçları olarak sunulmuştur. Çalışma, makinenin günlük sac işleyebilme kapasitesinde, 10 saat (%49) kazanım sağlamaktadır. Ek olarak, makine fanının daha iyi çalışması ile daha dumansız bir çalışma ortamı oluşturmayı, 2 m² yer tasarrufu sağlamayı ve kesim kalitesini artırmayı vaat etmektedir.

Anahtar Kelimeler: CNC Plazma, İş Etüdü, Verimlilik, Metot Etüdü, Zaman Etüdü.

Jel Sınıflandırması: M21, M10

A WORK STUDY APPLICATION IN CHOOSING A NEW MACHINE FOR SHEET CUTTING

Abstract

This study aims to make the right choice for a company that performs sheet metal cutting operations in the metal processing sector in choosing a new machine. When the manufacturing process of the company is examined, it is seen that the CNC plasma machine has completed its useful life. Other work steps are dependent on this machine. The inefficiency and stoppages of the machine directly affect the entire line. The operation of the machine was observed for 2 shifts to develop suggestions for increasing the efficiency of the machine. In this observation, the process times were followed in 4 equal parts of the machine area, like the two-handed analysis. As a result of the investigation, an alternative machine design is proposed in case of a re-purchase process. Thus, it is planned to increase the area and time of the machine contributing to production. The gains and improvements planned to be achieved with the alternative design of the new machine are presented as the results of the study. In summary, the study promises to save 2 m² of space, increase the processing time by approximately 10 hours (%49) per day, create a smokeless working environment with better fan operation and increase the quality of cutting.

Keywords: CNC Plasma, Work Study, Productivity, Method Study, Time Study.

Jel Classification: M21, M10

* Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, mustafa.deste@inonu.edu.tr

** Doktora Öğrencisi, İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, haticeilhn@gmail.com

1. Giriş

Ürün ve üretim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler ve değişimler, müşterilerin daha dikkatli, bilinçli ve seçici olması, pazarların çeşitlilik ve miktar açısından doyuma ulaşması gibi etkiler, işletmelerin var olabilmek için maliyeti düşürebilme, ürün kalitesini ve üretim kapasitesini artırabilme yeteneklerini geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu durumda işletmeler süreçlerini devamlı gözden geçirmeli, verimsizlik oluşturan etmenleri süreçlerinden uzaklaştırabilmelidirler.

İş etüdü, işletmelerin, süreç iyileştirme, daha ekonomik ve verimli sistemler kurma hedeflerine ulaşabilmeleri için kullanılan bir yöntemdir. İş etüdüde odak nokta, işletmenin daha ekonomik çalışmasını sağlarken, yapılan işin iyileştirilmesidir (Sağbaş vd., 2018). Alternatif teknolojiler içerisinde maliyetine göre elde edilen faydası en yüksek olanın seçimi, işletmenin mevcut sistem performansının iyileştirilmesi, ergonomik bir çalışma ortamı kurulması gibi sürecin bütününe ele alan bir yöntemdir. İş etüdü çalışmalarıyla işletmeler, personel, makine, malzeme ve teçhizattan oluşan süreçlerini yeniden tasarlayarak, imalat süreçlerinde, verimliliği artırıcı iyileştirmeler yapmak durumundadır (Güngör ve Akkaya, 2012).

Maliyeti yüksek olan sistemlerde, kapasitenin düşük verimde kullanımı, üretilen her birim ürünün maliyetini artırdığı için, sistemdeki kayıpların, israfların yok edilmesi, şirketin rekabet gücünü artırmaktadır. Şirketin iş akış süreçlerinde verimliliği yakalaması ve düzenli bir şekilde çalışabilmesi, iş istasyonlarında iş yükünün dengelenmesi, boş bekleme ve gecikmelerin giderilmesi ile sağlanabilmektedir. (Orbak vd., 2009).

Bu çalışmada, metal işleme sektöründe faaliyet gösteren, sacı hammaddeden yarı mamul hale getirme işlemi yapan Malatya ili 2.Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren bir işletmenin, kullanım ömrünü tamamlamış Cnc plazma makinesinin boş alan ve bekleme süreleri ile ilgili problemler ele alınmış olup, yerine yeni alınacak makinenin, şimdi kullanılabilecek nazaran daha verimli olabilecek alternatifini üzerinde durulmuştur. Mevcut sistemin verimsizlik oluşturan noktaları ele alınmış, gözlemler yapılmış ve alternatif ile karşılaştırması yapılmıştır. Bulgular mevcut ve önerilen durum için hazırlanan Gantt şemalarıyla gösterilmiştir. Bu çalışma, işletmenin rekabet gücünün artırılmasını, karlılığının yükseltilmesini, boş bekleme sürelerinin azaltılmasını, kapasite artışı sağlayarak birim maliyetin azaltılmasını, ergonomik çalışma şartlarına destek olmasını hedeflemektedir. Çalışmada iş etüdü, kapasite planlama, Kaizen gibi teknikler kullanılmış olup, işletmenin yeni alacağı makineden beklentileri, sağlayabileceği faydalar üzerinde durulmuştur.

2. Literatür Taraması

İşletmeler, rakiplerinden farklılaşmak adına, maliyetlerini azaltmak, müşterilerine en kısa sürede ürün teslim etmek, kaliteyi artırmak gibi konularda devamlı çalışmalar yapmaktadır. İş etüdü çalışmaları burada devreye girmektedir. İş etüdü kavramı, insan ve diğer kaynakların etkinliğinin artırılmasına yönelik çalışmaların bütününe ifade etmektedir. İş etüdü, üretim sistemlerinin, şartlarının araştırılması ve geliştirilmesiyle, çalışanların dikkate alınmasını sağlarken, sistemin daha ekonomik olması yönüyle de işverenin beklentilerini karşılayacak iyileştirme çalışmalarının uygulanmasını kapsamaktadır (Kurşun ve Kaloğlu, 2010). 18. Yüzyıldan sonra sanayileşmenin artışı ile az miktarda çaba ve maliyetle sistemin kapasitesini ve verimliliğini artırabilen bu kavram da önem kazanmıştır (Eren ve Özyaşar, 2020).

İş etüdü, zaman etüdü ve metot etüdü olarak iki ana başlık altında ele alınmaktadır. Çalışanların çalışma süresince aldıkları yolun, parçaların makineler arasında aldığı yolun, ellerin çalışma yoğunluğu gibi mikro hareketlerin incelenmesi, personelin ya da makinenin boş bekleme sürelerine bakılması, değer katmayan aktivitelerin ortadan kaldırılması, çalışma şartlarının iyileştirilmesi, aşırı yorgunluğun önlenmesi, kalite sorunlarının giderilmesi bu kapsam dahilindedir. Yapılabilecek çalışmalardan bazıları, makine, teçhizat, genel fiziki koşullar, imalat yöntem ve metotlarının, işe

uygun olacak şekilde tasarlanması, yenilenmesi, geliştirilmesi, fabrika, ofis, atölye ve iş istasyonlarının yerleşim düzenlerinin iyileştirilmesidir.

İş etüdü yapılacak alanı belirlerken, yüksek işçilik gerektiren ya da tehlikeli çalışılmak istenmeyen işlere, talebi yüksek ve süreklilik arz eden basamaklara, darboğazlara odaklanılabilir. Çalışma yapılacak kısım seçildikten sonra, hedefler ve kapsam belirlenir, gözlemler yapılır. Akış şemaları, ip diyagramlar, eş zamanlı faaliyet şeması, iki el analizi, film analizleri sorunun gözlenmesinde kullanılabilir yöntemlerdir. İş etüdü sürecinde, mevcut durumun kritiği yapılarak, alternatifler oluşturulur. Seçilen daha ekonomik ve verimli yöntem standardize edilerek uygulanmaya başlar ve sürekliliği sağlanır. Daha sonra süreç başa dönerek, yeni iyileştirmelerle hep daha iyiye doğru gelişir.

Literatürde iş etüdü incelemeleri ve uygulamaları hakkında pek çok araştırmacının çalışmaları bulunmaktadır. İş etüdü, bir işin gerektirdiği zamanı belirleyerek, kayıp zamanı fark edebilmek suretiyle zaman kaybını yok etmektir. İş etüdü çalışmaları çoğunlukla işgücü ve yaptığı faaliyetleri içerir. İş etüdü, işin akışını ele aldığı ve odaklandığı işlemi etkileyen tüm etmenleri gözlemlemeyi kapsadığı için, işi etkileyen yanlış ve kusurlu etmenleri ortaya çıkarır (Seifermann vd., 2014: 590). Bu bölümde, literatürdeki çalışmalardan, güncel olanları taranmış, bulguları kronolojik sırayla özetlenmiştir.

Dizdar ve Özen (2001) ahşap sektöründeki iş etüdü çalışmalarının eksikliğine dikkat çektikleri uygulamalarında, süreçteki bir tezgâhta yatırıma ihtiyaç duyulmadan, üretim miktarını altı kat artırabilmişlerdir. İş Etüdü tekniklerinin masrafsız olabileceğini ve ciddi verimlilik artışı sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Kısıtlı kapasite ile çalışan ve sermaye sorunu yaşayan ahşap mobilya firmalarının, mevcut kaynaklarını küçük yeniliklerle daha verimli hale getirmelerini sağlamak amacıyla, İş Etüdü tekniklerinin kullanılmasını önermektedirler.

Halachmi (2002), çalışmasında, performans ölçümlerinin, yöneticilerin kararlarını nesnel verilere dayanarak alabilmeleri için gerekli olduğunu ve organizasyonların verimliliği artırabilmek için bu yöntemleri mutlaka kullanmaları gerektiğini ifade etmiştir.

Dal (2010), iş akış süresi belirlemek için kullanılan, REFA, MTM VE GSD sistemlerinin uygulama üzerinde karşılaştırmasını yapmıştır. Karşılaştırma neticesinde, GSD sisteminin daha avantajlı olduğunu öne sürmüştür.

Al-Saleh (2011), motorlu taşıt muayene istasyonlarında oluşan sırayı azaltmak için, zaman ve metot etüdü kullanmıştır. Arena programı ile istasyonun simülasyonunu oluşturarak, alternatif sistem oluşturmuştur. Önerdiği sistem ile %174,5 kapasite artışı sağlanacağını belirtmiştir.

Hemanand ve arkadaşları (2012), otomotiv sektöründe, CNC makinelerinin verimliliği üzerinde çalışmışlardır. Sorun tespiti için zaman etüdü yapılmış, ardından yeni bir yerleşim düzeni tasarlanmıştır. Yerçekimi beslemeli bir sistem önermişlerdir. Simülasyon programı ile, kontrol sağlamışlardır. Netice olarak, 2 operatör azaltılmış, diğer operatörlerin verimliliği %11,95 artırılmıştır. Yerçekimi besleme sistemi ile de zaman kaybını azaltmışlardır.

Sabır ve Dönmez'in (2013), yaptığı çalışmada, bir iplik işletmesinin süreçlerindeki verimsizliklerin tespiti ve bunların ortadan kaldırılması amacıyla iş etüdünün bir alt başlığı olan metot etüdü tekniği uygulamasını içermektedir. İş akışı, proseslere ayrılmış ve her proses için ayrıntılı bir mevcut durum analizi gerçekleştirilmiştir. Her işlem süresi 10 kez ölçülmüş ve verilerin ortalaması alınmıştır. Eskiden kullanılan manuel kops değiştirme esnasında ölçülmüş süreler ve otomatik kops değişim sisteminden sonra elde edilecek süreler karşılaştırılarak, incelenmiştir. Neticesinde, otomatik kops değişim sisteminin, daha az personele ihtiyaç duyması ve işlem sürelerini azaltmasından dolayı işletmeye yarar getireceğine karar verilmiştir.

Kulkarni ve arkadaşları (2014), üretkenliğin artırılmasında, yalın metotların ve iş etüdü çalışmalarının bütünleştirilmiş şekilde, akış ve prosedürler çerçevesinde izlenmesi gereken adımlarını

derlemişlerdir. Çalışmada, yalın araçların, iş etüdüyle beraber sistematik olarak kullanımı, çok az sermaye ile verimliliği artırmanın en iyi yolu olduğu ifade edilmiştir.

Jain ve arkadaşları (2016), hızlı ve kolay bir şekilde ölçülmesi gereken işlemler için, imalattan yönetime kadar çok çeşitli işlerde kullanılabilen, Maynard Operasyon Sırası Tekniği (MOST) ölçüm tekniği ele alınmıştır.

Nallusami ve Muthamizhmaran (2016), otoklav üretim tesisinde, hareket ve zaman analizlerine yer vermişlerdir. Toplam ekipman verimliliğinin (OEE) artırılmasında, iş etüdü tekniklerinin önemine vurgu yapmışlardır. İşin yapımına dahil olan tüm personelin eğitiminin gerekliliğine değinmişlerdir.

Biswas ve arkadaşları (2016), hava kanalı üretimi yapan bir firmada çalışma yapmışlardır. İş sürecinde manuel yapılan bazı kısımlar nedeniyle, çevrim süresi düşük kalmaktadır ve teslim süreleri gecikmektedir. Bu sorunu çözmek için standart zaman hesaplamalarının yanı sıra, işi daha kolay yapmak için metot etüdü çalışmışlardır.

Germanes vd. (2017), ayakkabı üretim tesisinde yaptıkları çalışmada, üretim hattında gecikmeler ve darboğazlar olduğunu gözlemleyerek, bu durumu iyileştirmek için darboğaz oluşan fırını iki adet yapmayı, bir personeli sürecin başka kısmına kaydırmayı, makine yerleşim planını değiştirmeyi önermişlerdir. Böylelikle dengeli bir hat elde ederek ve ürünün kat ettiği yolu kısaltarak verimliliği %6,78 artırdıklarını ifade etmişlerdir.

Seri ve arkadaşları (2017), gıda sektöründe yapılan zaman analizlerinin, personel tarafından nasıl algılandığı hakkındaki anket çalışmasında, çalışanlar açısından, ölçümlerin, iş akışını daha etkin hale getireceği ve ölçüm sonrasında yapılacak iyileştirmelerle hata oranlarının azalacağına dair beklenti bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışanların, ölçümlerin işe katkı sağlayacağına inançları bulunmasının yanında, iş yüklerinin artacağından ya da alışlagelmiş iş yapma şekillerinin değişeceğinden endişe etmektedirler.

Kalkancı (2018), bornoz üretim tesisinde yaptığı çalışmada, MTM (Metot Zamanların Ölçümü) metodu ile kronometraj yöntemini karşılaştırmıştır. MTM, her temel hareket için standart bir zaman değeri belirlenerek, işlemin süresini otomatik hesaplama yöntemidir. Bu çalışma ile MTM'in güvenilirliği test edilerek gerçek zamanlı kronometre ile zaman kontrolü yapıldığında yakın süreler elde edildiği için, geçerliliği kanıtlanmıştır.

Dulkadir (2018), iş ve zaman etütleri kullanarak personel bilgi sistemi oluşturmayı amaçladığı çalışmasını, hazır giyim sektöründe yapmıştır. İş ve zaman analizinin, yapılacak işi inceleyerek, en kolay ve sade faaliyetlerle yapılmasını sağlamak olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada iş akış planı oluşturularak, bu plandaki her iş istasyonu için standart süreler belirlenmiştir. Kayıp ve performans verimsizliğini ortaya çıkarılabilmek için önerilen performans bilgi sisteminin, detaylı olarak üretim istasyonu bazında inceleme imkânı sağlayacağı ileri sürülmüştür.

Hıdımoğlu (2019), montaj hattı dengelenmesinde, istasyon ve işgücü yerleşimini dikkate almıştır. Makine ve işgücü dağılımı dengeli olarak yapıldıktan sonra, maliyet hesaplaması yapılarak, ürün maliyetinin optimize edilmesi amaçlanmıştır.

Yılmaz ve Gürel (2019), MT Connect standardında, CNC tezgahlardan, çalışma verileri alınıp kullanılarak duruş ve çalışma analizi yapmışlardır. Böylelikle, tezgâhın yüzde kaç kapasitede çalıştığı ve ne kadar süre kapalı kaldığı ile ilgili verilere ulaşmışlardır. Bu sayede, cihazın boшта kaldığı durumlara göre çalışmadığı zamanların tespiti sağlanmıştır, bu süreyi en aza indirmek için üretim planlaması yapılmasını hedeflemişlerdir.

Sangwa ve Sangwan (2020), otomotiv sektöründe bir montaj hattına odaklanarak, çevrim süresini kısaltmayı hedeflemişlerdir. Balık kılçığı diyagramlarıyla nedenlere inmek suretiyle, işlemlerden bazı

değer katmayan aktiviteleri çıkararak, hattın çevrim süresini 80 saniyeden 75 saniyeye düşürebilmişlerdir.

Literatürdeki çalışmalar göstermektedir ki, iş etüdü çalışmaları, çok çeşitli sektörlerin çeşitli departmanlarına yönelik verimliliği artırıcı öneriler sunabilmektedir. İş etüdünün kullanım alanları ve yöntemleri oldukça geniş çerçevelidir.

3. Uygulama

Bu uygulama, Malatya ili 2. Organize Sanayi Bölgesi'nde metal sac işleyerek hammaddeyi yarı mamul hale getirme alanında faaliyet gösteren ve özellikle kazan malzemelerinin üretiminde fason çalışmakta olan, bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletme bünyesindeki ilk işlem basamağını oluşturan, sürekli çalışması gereken ve üretim hızını belirleyen, öncül makinenin CNC plazma olduğu gözlenmiştir. Bu durumda CNC plazma makinesindeki duruşlar ve verimsizlikler direk olarak çıktı miktarını etkilemektedir.

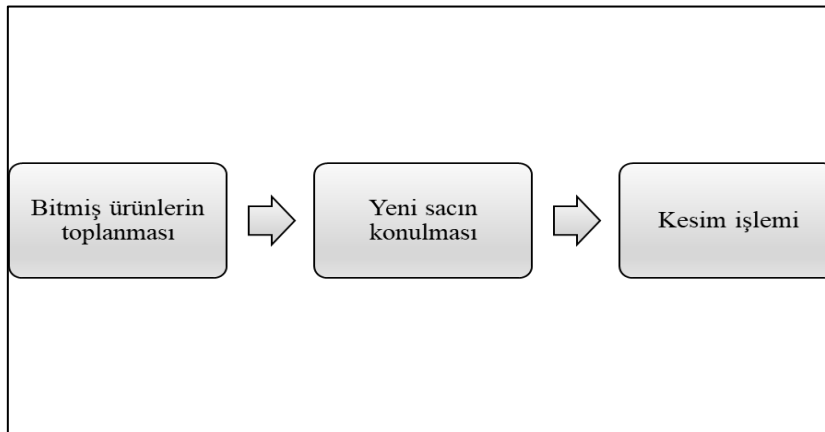
CNC Plazma makineleri, ısı kesme işlemlerine bilgisayar desteği eklenerek az zamanda daha kaliteli kesim işlemi yapabilen makinelerdir. Plazma kesimi elektrik enerjisini, torcun içinden yardımcı gazların koruyuculuğuyla, işlenecek malzemeye ileten ve bu işlem sırasında plazma adı verilen iyon haldeki elektrik iletici bir gazı transfer aracı olarak kullanan ısı işleme yöntemidir. Bu yöntemle farklı kalınlıklardaki malzemeler değişik hız, amper ve ark voltajında kesilebilmektedir (Çelik ve Özek, 2011).

İşletme çıktı miktarını artırmak için CNC Plazma makinesinin performansının incelenmesinin elzem olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca makine yaklaşık 15 yıldır kullanımda olması hasebiyle, kullanım ömrünü tamamlamış durumdadır. Şirket, yeni makine alımı aşamasındadır. Makinenin çalışmasına, her vardiya için 2 operatör ve 2 taşıma elemanı eşlik etmektedir.

Makine alan kullanım oranları gözlemlenirken, iki el analizine benzer bir metot ile, makine 4 bölüme ayrılarak takibi yapılmıştır. 2 vardiya boyunca, makinenin işleyişi etüt edilmiştir. Gözlemler, 2020 yılının Ocak ayında yapılmıştır.

Makinenin prosesleri üçe ayrılmıştır. Birinci aşamada, kesilmiş sacın ızgara üzerinden toplanması gerçekleştirilirken, ikinci aşama, kesim için yeni sac konulmasını içermektedir. Üçüncü işlem ise kesim işlemidir. Bu işlemler arasında boşta beklemeler oluşmaktadır. Makinenin iş akışı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1: Makine İş Akış Şeması



İşletme için ciddi iş potansiyeli oluşturan CNC plazma makinesinin kullanım oranının, verimliliğinin artırılması çalışmanın ana hedefidir. Bu hedef doğrultusunda, makinenin incelenmesi, kayıpların tespiti ve ortadan kaldırılmasına yönelik iş etüdü çalışmalarının uygulanması, makinenin boş alanlarının ve boş zamanlarının değerlendirilmesi, daha kaliteli daha hızlı ürün çıktısı ve ergonomik

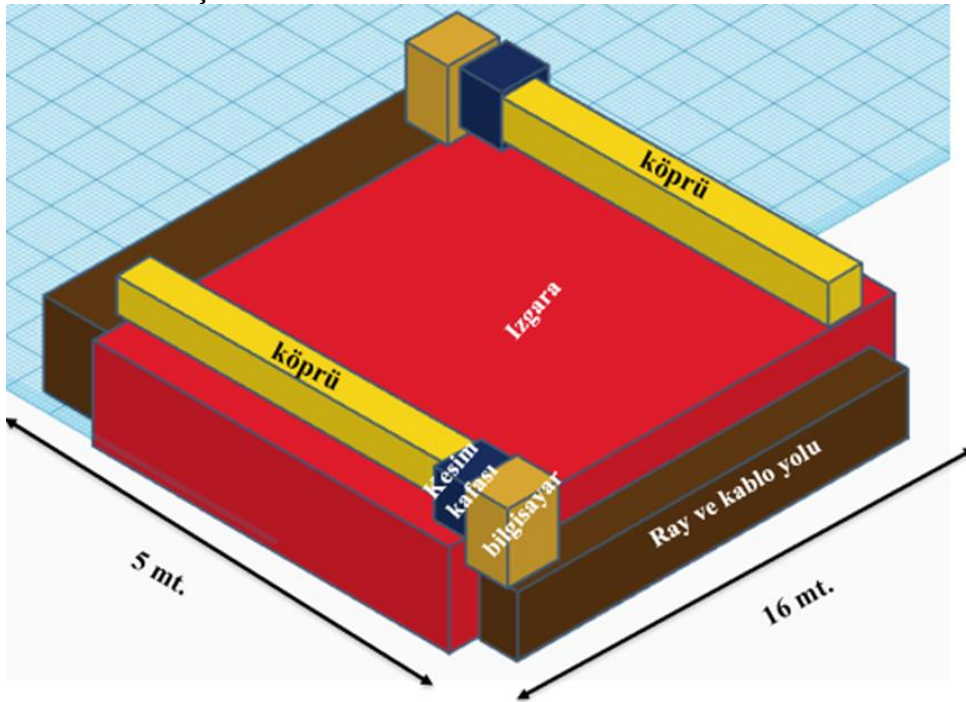
çalışma şartlarına destek sağlanması gibi konularda iyileştirmeler hedeflenmektedir. Bu kapsamda makinenin mevcut durumu incelenerek, makine için ebat olarak yeni tasarım önerilmektedir.

3.1. Mevcut Durum Analizi

İşletmesinin imalat sürecinde, ana hammadde olan sacların işlenmesi için, CNC Plazma makinesi ilk basamaktır. Diğer işlemler bu makineye bağımlıdır, bu yüzden sürekli çalışması gerekmektedir. Burada yapılacak iyileştirmenin, ürün çıktı miktarına doğrudan etki edeceği düşünülmektedir. Böylelikle, karlılığın artması, müşteri memnuniyetinin ve ekonomik getirinin artması beklenmektedir. CNC Plazma makinesi, 4 eş alana ayrılarak, işlem miktarları 2 vardiya süresince yani toplam 16 saat gözlenerek zaman etüdü yapılmıştır. Gözlem neticesinde, makine üzerindeki bazı alanların atıl kaldığı, bir kesim kafası ile 12 metrelik sac kesildiği esnada diğer kesim kafasının duruş yaptığı, sacın yüklenmesi ve kesimden sonra bitmiş ürünlerin ızgaradan toplanması esnasında yine kesim kafalarının duruş yaptığı gözlenmiştir. Ayrıca makinenin ebadından dolayı fanın yetersiz kalması, çalışma ortamının kesimden çıkan dumandan etkilenmesine sebebiyet verdiği görülmüştür. Ek olarak, yöneticiler, makinenin içine düşen artık malzemelerin boşaltılması için yaklaşık 3 ayda bir 2 vardiya boyunca makineyi durdurarak ızgaralarının açılması, içinin boşaltılması için zaman kaybettiklerini ifade etmişlerdir. Makinenin ebadından dolayı köprünün uzun oluşunun, kesimde sapmalar oluşturarak kalitesiz çıktıya neden olduğunu da dile getirmişlerdir.

Makinenin mevcut durum analizinde gözlemlenen sorun ve problemler için çözüm olarak alternatif ebattaki yeni bir makine tasarımı önerilmiştir. Bu öneride makinenin, kesim kafalarının, sac yüklenip, bitmiş ürünlerin toplanmasından etkilenmemesi ana hedefdir. Izgara alanlarının dengeli kullanılabilmesi, fan çekiminin güçlenmesi ve köprünün sarsıntısının daha az olması da sağlanacak diğer avantajlardır.

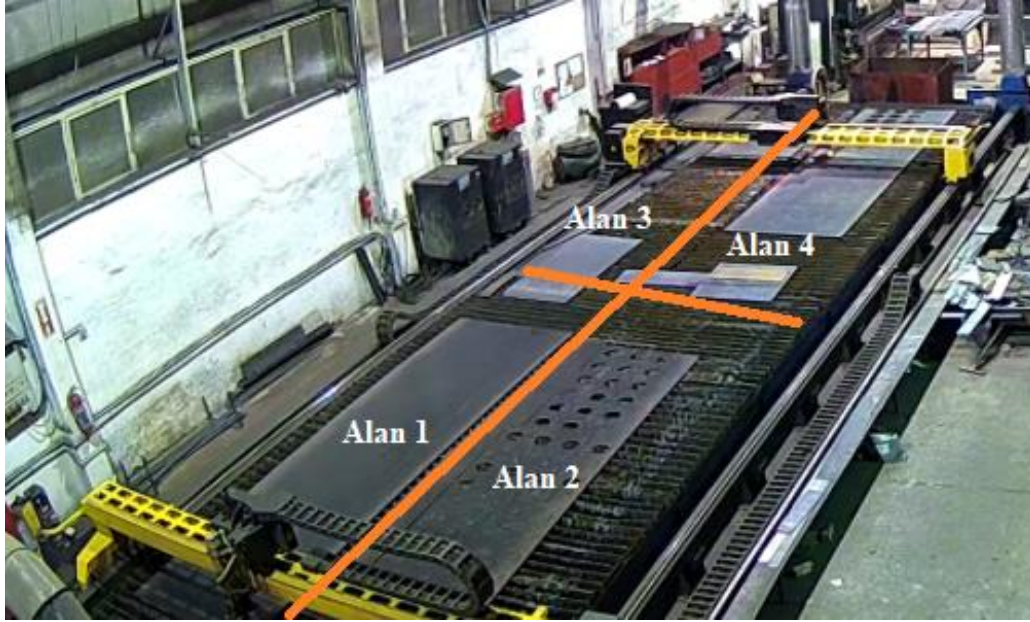
Şekil 2: Mevcut CNC Plazma Makinesi Ebatları



Şekil 2’de mevcut makine tanıtılmıştır. Makinenin uzunluğu 16 metre, genişliği ise ray ve kablo yolu ile 5 metredir. İşletme, çok çeşitli iş portföyünü göz önünde bulundurarak makineyi ilk alınırken, tüm sac ebatlarını kapsayabilecek şekilde bu büyüklükte özel olarak tasarlatarak imal ettirmiştir. Makineyi oluşturan ana elemanlar, sacların üzerine konulduğu, artık malzemelerin içine düştüğü ızgara ve altındaki hurda tekneleri, plazma yöntemiyle kesim sağlayan torç sistemi, bu torca gerekli gücü ve

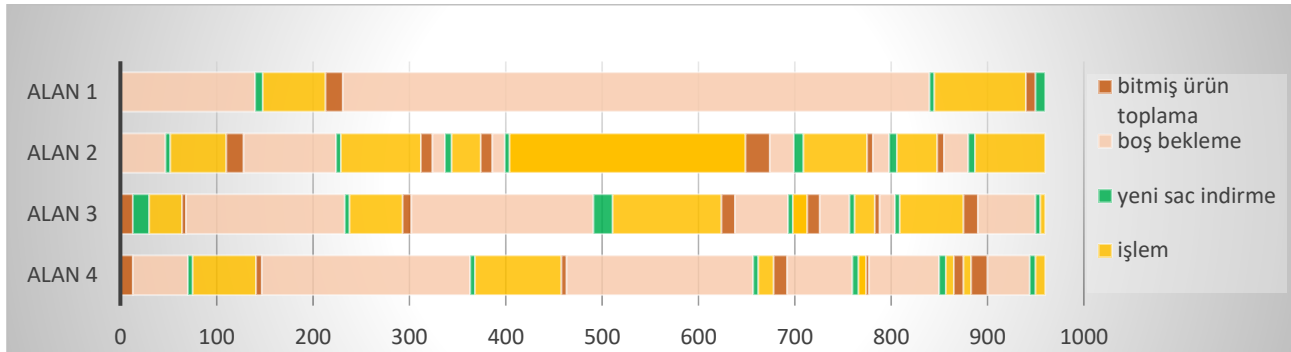
havayı sağlayan köprü, sacın kesim emrinin alındığı, ayarlamaların yapıldığı bilgisayar ve son olarak köprülerin ızgara üzerinde akışını sağlayan ray sistemi ve kabloların bulunduğu kısımdır.

Şekil 3: CNC Plazma Makinesi Alan Ayrımı



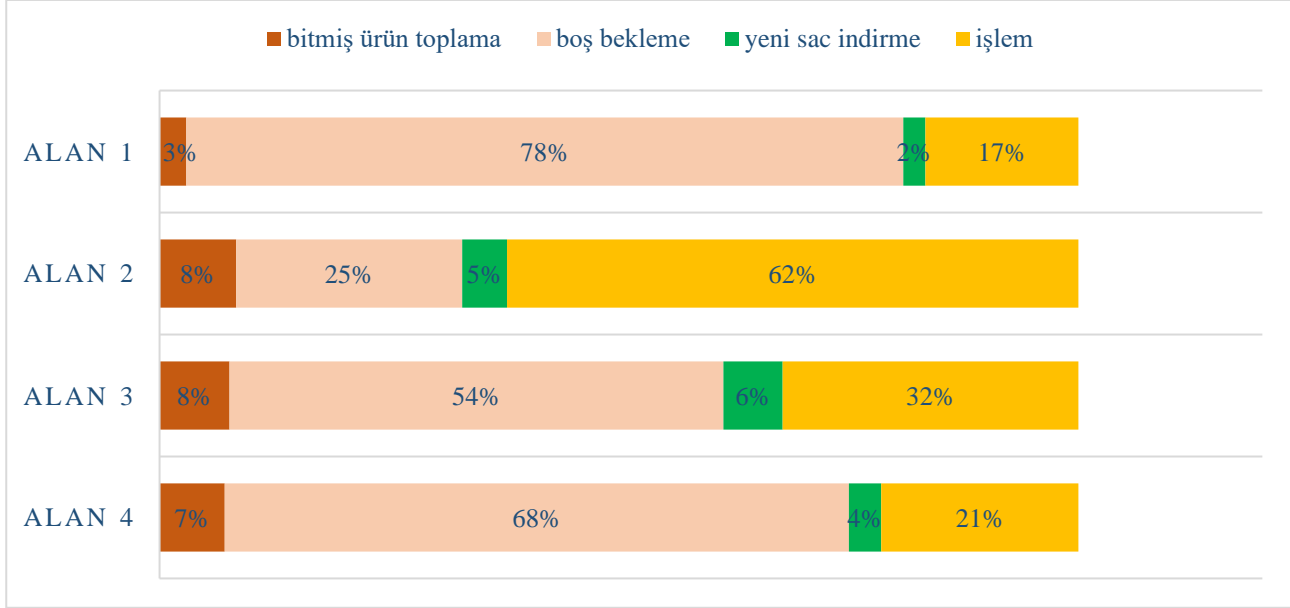
Mevcut durumda makinenin bütününe verimliliğinin irdelenmesi adına makine, Şekil 3'teki gibi, 4 parça alan halinde ele alınarak zaman etüdü yapılmıştır. Böylelikle, mevcut durumdaki iş akışı Şekil 4'te verilen Gantt şeması ile ifade edilmiştir.

Şekil 4: Mevcut Durum İçin Değer Akış Analizi



Sarı renkler işlem olan zamanları, kırmızı, bitmiş ürünlerin toplandığı, yeşil, yeni sac serildiği zamanları ifade etmektedir. İşler, yeni sac serilmesi, işlem, bitmiş ürünün toplanması şeklinde ardıl devam ederken aralarda boş bekleme süreleri oluşmaktadır. Bu boş sürelere, bitmiş ürünler toplanırken ve yeni sac serilirken makinenin durmak zorunda kalması; bir makinenin 12 metrelik sac işlerken, diğerinin beklemek zorunda kalması neden olmaktadır. Sacların enine serilerek bekleme olmaksızın devam edebilmeleri de bir alternatif olarak düşünülmüştür, ancak makinenin ızgara eni 4 metre iken kullanılan saclar 6 metredir. Sacların enine serilmesi alternatifi sığmayacağı için geçersiz kalmıştır.

Şekil 5: Mevcut Durum İçin Değer Akış Analizi



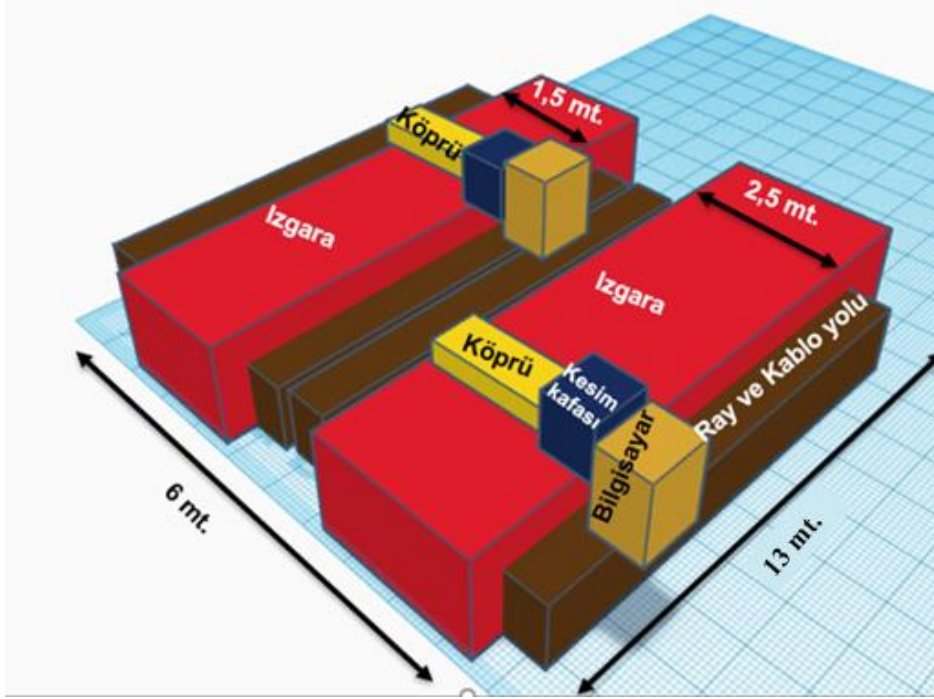
Toplanan verilerin analizi sonucunda, Şekil 5’te de görülebileceği gibi, makinenin en boş kalan kısmının 1. Alan olduğu ve sadece %17 oranında işlem yaptığı görülmüştür. Alan 1 ve Alan 2 aynı kesim kafası ile işleme tutulduğu için Alan 2’de işlem süresi %62 seviyesindedir. Alan 3 ve Alan 4 de aynı kesim kafasına tabii durumdadır. 1 ve 2. Alanın toplam işlem oranının, 3 ve 4’ün toplamından büyük olmasının nedeni, 2.alanda kesilen 12 metrelik sacların 4.alana uzaması ve kesim kafalarının çarpışmaması için 12 metrelik sacın kesimi bitene kadar diğer kesim kafasının beklemeye geçmesidir. Temel hedef, aynı makineye tabi olan iki alanın işlem oranlarının toplamının %100’e yakın tutabilmektedir. Dolayısıyla, mevcut kesim kafası sayısı yatırım olarak yeni makinede de aynı kalacağı için, alan verimi %50’ye yakın olursa alanlar dengeli kullanılmış olacaktır. Bunun nedeni bir sac kesilirken diğer alanda bitmiş ürünler toplanarak, yeni sac serilecek ve kesim sırasının gelmesini bekleyecektir. Mevcut durumun olumsuz yönlerinden bazıları şunlardır; makinenin iç alanı çok büyük olduğu için yan oluklardan fanlarla çekilen kesim dumanının, ızgaranın ortalarındaki kesimlerde yeterince bertaraf edilememesi, kesimlerin artıklarıyla dolan ızgaranın içindeki hurda teknelerinin, yaklaşık her üç ayda bir, boşaltılması için iki vardiya süresince makinenin duruşa geçmesi, köprü uzunluğunun fazla oluşu nedeniyle, zaman zaman köprünün sarsılması neticesiyle kesimde kalitesizlik yaşanmasıdır.

3.2. Önerilen Model ve Bulgular

Yapılan zaman etüdü ve incelemeler neticesinde, Şekil 6’da gösterilen yeni makine önerisi ile oluşacak muhtemel iş süreci simultane edilmiştir. Makine yatırımı uygulaması zor bir öneri olduğu için, malzeme akışı gözlemi ve zaman etütleri baz alınarak, yeni sistemde aynı sürelerle iş yapıldığı düşünülerek yeni Gantt şeması oluşturulmuştur. Eski kapasitenin aşıldığı alanlarda zaman etüdüne göre, yaklaşık sac işlem süreleri, yeni sac yükleme ve bitmiş ürün toplama süreleri eklenmiştir. Çalışmanın uygulamaya geçirilmesi süreci firma üst yönetiminin desteğine sunulmuştur.

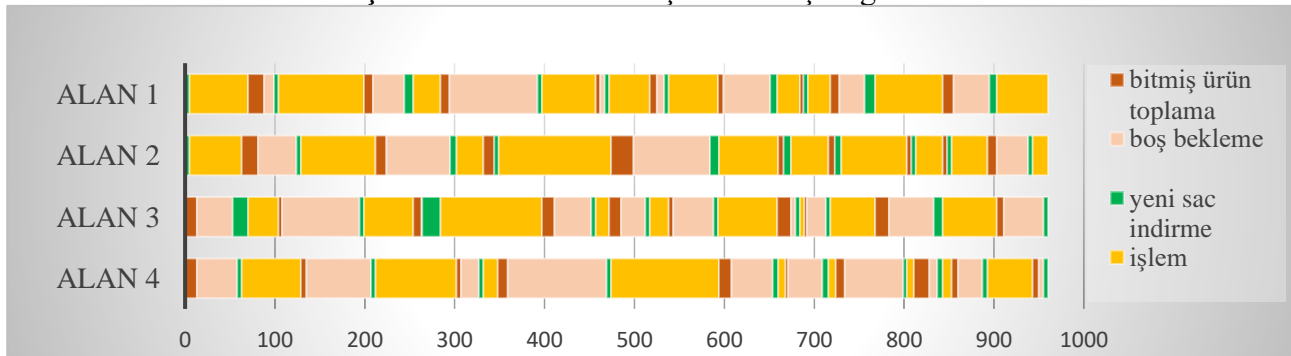
Önerilen makine setinden birinin çalışması ele alındığında, kesim kafasının bir sacda işlemi biter bitmez, diğer saca başlayabileceği düşünülmüştür. Kesimi tamamlanan diğer alandaki sac toplanırken ve yerine yeni sac yerleştirilirken, kesim kafasının bu aşamaları beklemesinin önüne geçilmiş olmaktadır. Köprü aynı zaman diliminde işlemeye devam etmekte olacaktır. Bu düşünce ile mevcut yöntemin zaman etüdünden elde edilen veriler, yeni makineler için aynı şekilde kullanılmıştır. Sac yükleme ve boşaltma işlemleri, diğer sacın kesim işlemi süresiyle eş zamanlı, yürüyeceğinden, alanların kullanılabilirlik sürelerinde artış oluşacaktır. Önerilen sistemde oluşan fazla kapasitenin işlem süreleri için veriler, mevcut durumdaki sürelerin ortalamasına yakın olarak seçilmiştir.

Şekil 6: Önerilen Yerleşim Planı



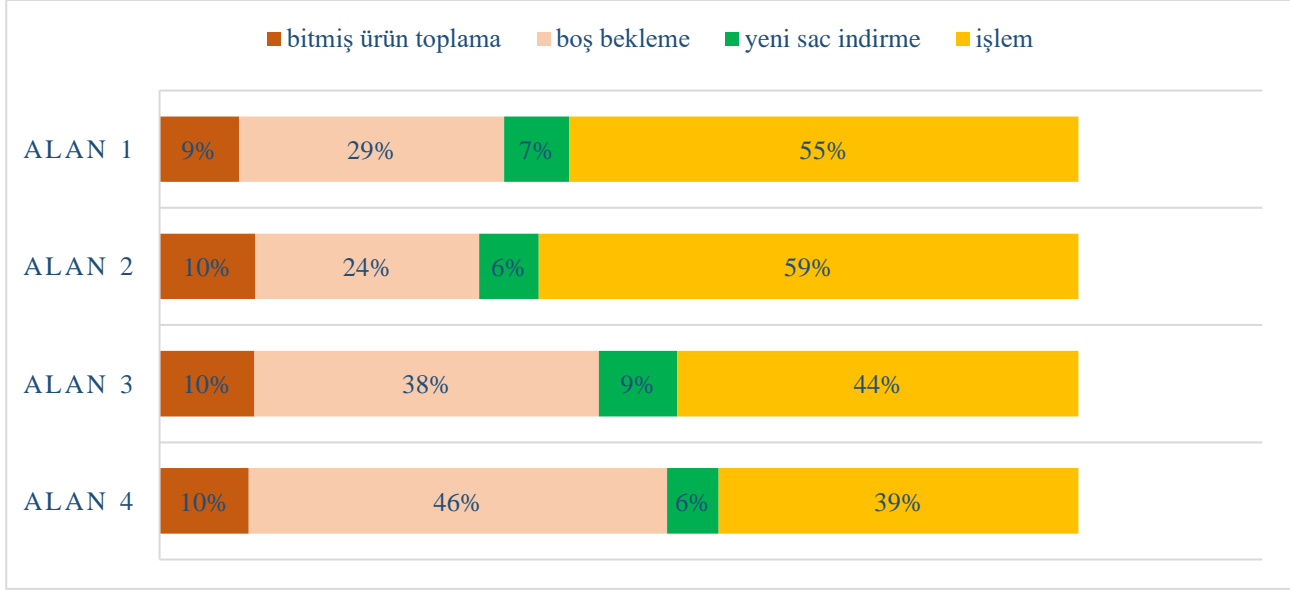
Önerilen sistemin boyu Şekil 6’da görüldüğü gibi, birbirini beklemesi gereken kesim kafaları olmayacağı için, 12 metrelik sacların serilmesi için makineye 1 metrelik alan bırakarak 13 metre olacak şekilde düşünülmüştür. Yeni sistemdeki 2 ayrı makinenin enleri seçilirken, en çok kullanılan sac eninin 1,5 metre olması dikkate alınarak asgari 1,5 metreye göre bir makine uygun görülmüştür. Bunun yanında zaman zaman farklı enlerde saclar da (1,5 mt’den fazla) kesildiği göz önünde bulundurularak 2. makinenin eni 2,5 metre olacak şekilde uygun görülmüştür. Böylelikle toplam 78 m² alan kaplayacaktır. Eski makineye göre 2 m² yer kazancı da oluşmaktadır.

Şekil 7: Önerilen Yerleşim Planı İş Dağılımı



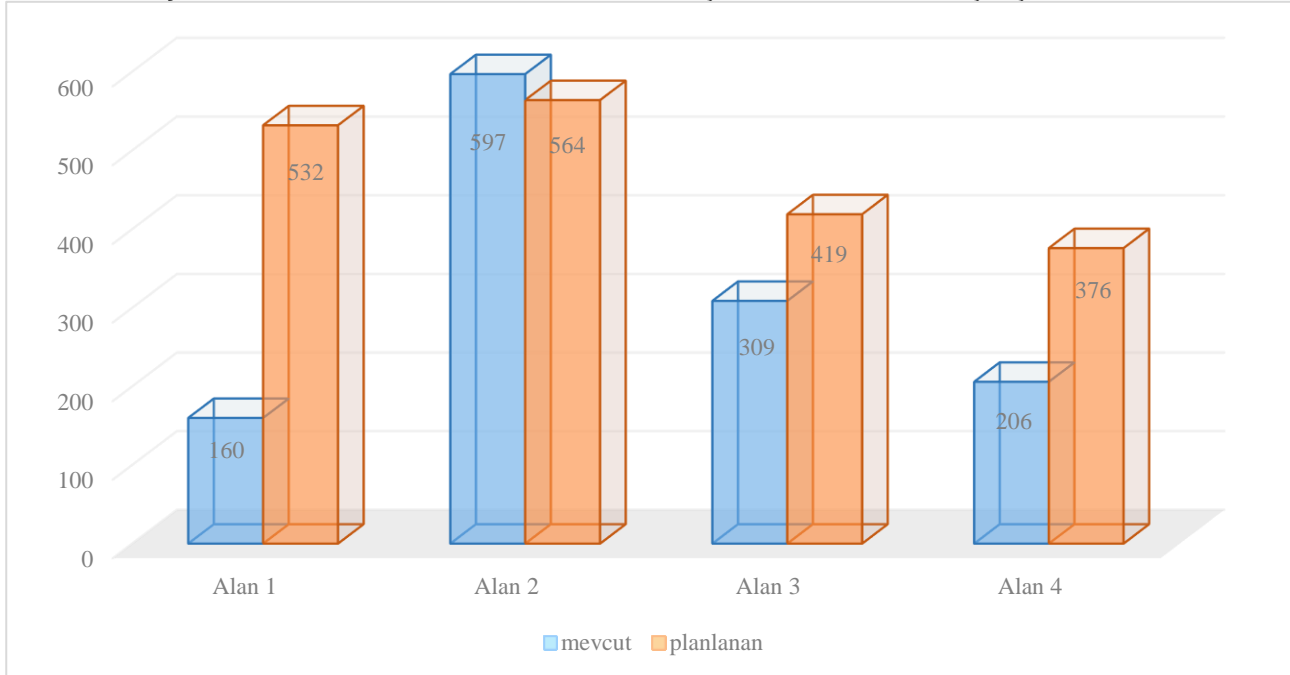
Şekil 7’de önerilen makine setinin, iş akışına dair öngörülen planı yer almaktadır. İşlem ve sac taşıma süreleri, mevcut durumdaki sürelerden alınmıştır. Kapasite fazlalığı oluşan kısımların, kalan işlem ve taşıma süreleri için mevcuttaki sürelerle yakın süreler atanmıştır.

Şekil 8: Önerilen Durum İçin Değer Akışı



Şekil 8’de alanların toplam kullanım oranlarına yer verilmiştir. Önerilen sistemde Alan 1 ve Alan 3 aynı makineye tabi hale gelirken, Alan 2 ve Alan 4 de aynı kesim kafasını kullanacaklardır. 1 ve 3’ün işlem oranlarının toplamı %99; 2 ve 4 ‘ün işlem oranlarının toplamı ise %98’dir. Yani, kesim kafası bu durumda neredeyse hiç durmadan çalışabilecektir. Alanlar ise dengeli şekilde kullanılmış olacaktır. Aynı zamanda makinelerin enleri dar olduğundan, fan daha iyi kesim dumanı çekecek ve ortamın ergonomikliğine katkı sağlanmış olacaktır. CNC Plazma üreticisi bir firmanın, ızgara içindeki hurda sacların makineyi durdurmadan alınabilmesi için önerisi, ızgaranın altındaki teknelerin çekmece şeklinde çekilebilir olmasıdır. Bu öneri de makinenin eni dar olduğunda, hayat bulabilecek bir yöntemdir. Yine makinenin eninin daralması, köprüde oluşan sarsıntıların azalmasına dolayısıyla kesim kalitesinin artışına neden olacaktır.

Şekil 9: Mevcut ve Önerilen Durumların İşlem Sürelerinin Karşılaştırılması



Şekil 9’da görüldüğü gibi Alan 2’nin işlem süresi azalmıştır ancak diğer alanların süreleri artırılarak tüm alanların kullanımı dengeli hale gelmiştir. Sonuç olarak 16 saat vardiya süresi, iki ayrı makine ile çarpıldığında toplam 32 saat işlem süresi için, 10,3 saat işlem süresi artış olmaktadır. Mevcut

haldeki 1272 dakika işlem süresinin 1894 dakika olması ve böylelikle makinenin toplam işlem veriminin %49 artması hedeflenmektedir. Böylelikle, aynı işgücü ile kapasite artırılmış olacak ve üretilen birim başına düşen maliyet azalacaktır.

Makinenin, mevcut durumda günde ortalama 10 ton sac işlediği ve ortalama 3000 TL kazanç(kar) sağladığı bilinmektedir. Mevcut makinenin yenisi için CNC Plazma üreticisi firmadan alınan fiyat teklifi yaklaşık olarak 2.000.000 TL iken, önerilen model için verilen fiyat yaklaşık 3.000.000 TL'dir. Makine, işlem süresinin %49 artmış hali ile günlük yaklaşık 44.700 TL kazanç sağlayabilir ise alternatifler arasındaki 1.000.000 TL yatırım maliyeti farkını, 12 ayda karşılayacağı düşünülmektedir.

4. Sonuç

Dünyanın global bir köy haline gelmesi, üretimi, satışı yani ticareti ve teknolojiyi her an her yerden ulaşılabilir hale getirmiştir. Bir ürün fiyatı daha avantajlı diye Çin'den dahi online sipariş edilebilmektedir. Amerika'daki bir şirket ucuz işgücü nedeniyle müşteri iletişim merkezini Hindistan'dan sağlayabilmektedir. Bu durum, şirketleri aynı pazarda buldukları tüm rakiplere karşı öne geçebilmek için, verimliliklerini sürekli iyileştirmelerle artırmalarını, maliyetlerini düşük tutabilmelerini mecbur kılmaktadır. Hızla değişen çevre şartlarında, işletmeler kar sağlayabilmek için kaynaklarını en iyi şekilde kullanmak ve kaliteyi artırarak düşük maliyetlerle üretim gerçekleştirmek durumundadır. Bunları başarabilmek için, iş etüdü, yalın felsefesi gibi bilimsel yöntemleri ve modern yaklaşımları kullanmaları gerekmektedir. İş etüdü teknikleri, şirketin maliyetlerini düşürmede, iş tekniklerinin en uygun halinin tasarlanmasının az yatırımlarla sağlanan yöntemidir.

Bu çalışmada, metal işleme sektöründe, dış firmalara kesim hizmeti sağlayan bir işletmenin süreçleri ele alınmıştır. İşletmedeki CNC Plazma makinesi, detaylı olarak analiz edilmiştir. Makine tasarımının, iş akışında kesintilere neden olduğu ve makinenin bazı kısımlarının daha az kullanıldığı görülmüştür. Verimliliğin artırılması, sürecinin iyileştirilmesi ve maliyetlerin azaltılması çerçevesinde israfların önlenmesine yönelik alternatif makine önerisi geliştirilmiştir.

Kullanım ömrünün sonuna yaklaştığı için yenilenmesi düşünülen CNC Plazma makinesi, süreçlerin öncülü olma konumuna sahiptir. Bunun yanında, makinede ciddi oranda zaman kaybı bulunmaktadır. Yöneticilere, makinenin yeniden alım sürecinde, bu çalışmanın bulgularının gözden geçirilmesi önerilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmanın hayata geçmesi, makine yatırım miktarını artıracığından, uygulaması şirket yöneticilerinin stratejik kararlarına bağlıdır.

Çalışmanın, makinenin ürün işleme kapasitesinde %49 artış sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla beraber, kesim dumanı daha iyi absorbe edileceği için ergonomik bir çalışma ortamı oluşturacağı da bulgular arasındadır. Makine içindeki hurdaların temizlenmesi esnasında kesim durmayacağından, zaman kazanımı ile birim ürün için maliyeti düşürülmesi planlanmaktadır. Köprü kısılacığı için, sarsıntı azalarak kesim kalitesinin artması sağlanacaktır. Bunların karşılığında, makinenin yatırım maliyeti %50 oranında artacaktır. Bu çalışmada sunulan kazanımların, aradaki yatırım maliyeti farkını yaklaşık 1 yılda geri kazandıracığı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Saleh, K. S. (2011). Productivity Improvement Of A Motor Vehicle Inspection Station Using Motion And Time Study Techniques. *Journal Of King Saud University- Engineering Sciences*, 23(1), 33–41.
- Bilgin, E., Süreç İyileştirme İçin İş Etüdü ve Ambalaj Sektöründe Bir Uygulaması.
- Biswas, S., Chakraborty, A., & Bhowmik, N. (2016). Improving Productivity Using Work Study Technique. *International Journal Of Research in Engineering And Applied Sciences*, 6, 49-55.
- Çelik, Y. H., & Özek, C. (2011). Cnc Plazma ile Kesmede İşleme Parametrelerinin Kesme Kalitesine Etkisinin Araştırılması. In *6th International Advanced Technologies Symposium, Elâzığ-Türkiye (P. 65)*.
- Dal, V., (2010). Refa, Mtm ve İş Akış Süresi Belirleme Sistemlerinin Örnek Bir Uygulama ile Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi. *Tünav Bilim Dergisi*, 3(3), 224-237.
- Dizdar, E. N., & Özen, R. (2001). Ahşap Mobilya Endüstrisinde Üretim Verimliliği İçin İş Etüdü Uygulamaları. *Teknoloji Dergisi*, (1/2), 51-9.
- Dulkadir, B. İş ve Zaman Etüdü Tekniğiyle Performans Bilgi Sisteminin Oluşturulması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (36), 69-78.
- Eren, A. S., & Ozyasar, K. (2020). Hizmetli Kadrosunda Çalışanların İş Etüdü ile Verimliliklerinin Tespitine Yönelik Bir Alan Çalışması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 17-31.
- Germanes, J. S., Puga, M. F., Sabio, R. B., Sanchez, E. M., & Hugo, J. C. (2017). Improving Efficiency Of Shoe Manufacturer Through The Use Of Time And Motion Study And Line Balancing. *Journal Of Industrial And Intelligent Information Vol*, 5(1).
- Güngör, F., Akkaya, M., (2012), Seri Üretim Hattında, Kapasite Dengeleme ve Verimlilik Artışının Birim Maliyete Etkisi ve Bir Uygulama, 11. *Ulusal İşletmecilik Kongresi, Konya Selçuk Üniversitesi, Konya, 10-11 Mayıs, 999-1004*.
- Halachmi, A. (2002). Performance Measurement And Government Productivity. *Work Study*
- Hemanand, K., Amuthselvan, D., Raja, S. C., & Sundararaja, G. (2012). Improving Productivity Of Manufacturing Division Using Lean Concepts And Development Of Material Gravity Feeder– A Case Study. *International Journal Of Lean Thinking*, 3(2), 117-134.
- Hıdımoğlu, M. B. (2019). Montaj Hattında Kapasite Dengeleme ve Verimlilik Analizi, *Marmara Üniversitesi*.
- Jain, R., Gupta, S., Meena, M. L., & Dangayach, G. S. (2016). Optimisation Of Labour Productivity Using Work Measurement Techniques. *International Journal Of Productivity And Quality Management*, 19(4), 485-510.
- Kalkancı, M. (2018). Bornoz Üretiminde Bir Operasyon İçin Mtm Metodu (Metot Zamanlarının Ölçümü) İle Kronometre Yönteminin Karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (13), 77-83.
- Kulkarni, P. P., Kshire, S. S., & Chandratre, K. V. (2014). Productivity Improvement Through Lean Deployment & Work Study Methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(2), 429-434.

- Kurşun S., Kaloğlu F., (2010) Line Balancing By Simulation in A Sewing Line, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3:257-261.
- Nallusamy, S., & Muthamizhmaran, S. (2016). Enhancement Of Productivity And Overall Equipment Efficiency Using Time And Motion Study Technique-A Review. *In Advanced Engineering Forum (Vol. 14, Pp. 59-66). Trans Tech Publications Ltd.*
- Orbak, A. Y., Cengiz, T. G., Ulusoy, İ., Akgöz, H. K., Kiriş, M., İrice, G., (2011), Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tek Modelli ve Karışık Modelli Montaj Hattı Dengeleme Problemi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi Ya/Em 2009 Özel Sayısı*, 22 (1), 21-30.
- Sabır, E. C., & Dönmez, U. (2013). İplik İşletmesinde İş Etüdü Uygulaması. *Tekstil ve Mühendis*, 20(92).
- Sağbaş, A., Hasan, D., Çapraz, O., & Karakurt, N. (2018). Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Seri Üretim Hattında Üretim Sistemi Optimizasyonu. *Verimlilik Dergisi*, (2), 7-27.
- Sangwa, N. R., & Sangwan, K. S. (2020). Continuous Kaizen Implementation To Improve Leanness: A Case Study Of Indian Automotive Assembly Line. *In Enhancing Future Skills And Entrepreneurship (Pp. 51-69). Springer, Cham.*
- Seifermann, S. Böllhoff, J. Metternich, J, Bellaghnach, A, (2014). “Evaluation Of Work Measurement Concepts For A Cellular Manufacturing Reference Line To Enable Low Cost Automation For Lean Machining” *Procedia Cirp*, 17: 588 – 593.
- Seri, K., Turan, A. H., & Ediz, Ç. (2017) Gıda Endüstrisinde Verimlilik ve Zaman Yönetimi: Bir Türk Firması Örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(12), 633-644.