

ÜRETİM SÜREÇLERİNDE MEYDANA GELEN KALİTE HATALARININ NEDENLERİ VE KALİTE İYİLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Nermin Gören
Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa
Teknik Üniversitesi, Lisansüstü
Eğitim Enstitüsü,
nerminn.goren@gmail.com
ORCID:0009-0008-5500-1322

DOI :10.47358/sentez.2023.38
Makale Türü: Derleme
Gönderim Tarihi: 08.03.2023
Düzeltilme Tarihi: 22.05.2023
Kabul Tarihi: 28.05.2023

Bu makaleye atıfta bulunmak için:
Gören, N. (2023). Üretim
Süreçlerinde Meydana Gelen Kalite
Hatalarının Nedenleri ve Kalite
İyileştirme Teknikleri. Etü Sentez
İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi.
Sayı: 11, 21-44.



Öz: Günümüz çağında günden güne artan rekabet şartları ve müşteri beklentileri, üretilen ürünlerin ve üretim süreçlerinin sürekli olarak iyileştirilmesi ve kalitelerinin artırılmasını gerekli kılmaktadır. Sürekli artış gösteren kalite talebi, daha verimli bir üretim sistemi kurma amacı ve daraltılmış toleranslar, farklı imalat yöntemlerinin tamamında geçerli olmaya başlamıştır. Bir ürünün imalat sürecinde kalite kavramının önemi büyüktür. Üretim süreçlerinde, üretim prosesi veya dış etkenler kaynaklı birçok kalite hataları meydana gelmektedir. Meydana gelen kalite hatalarının oluşmaması için üretim hatlarında önleyici çözümler hayata geçirmek kalite verimliliğini arttırmaktadır. Önleyici çözümlerin hayata geçirilmesi için öncelikle kaliteye etki eden problemlerin analiz edilmesi gerekmektedir. Kalitenin artırılması hedefine ulaşmak için üretim süreçlerinde kullanılan çok çeşitli kalite tekniklerinden faydalanılmaktadır. Yapılan çalışmada amaçlanan çeşitli imalat yöntemlerini kullanan işletmelerin kalite problemlerinin önlenmesi ve çözülmesi için uygulanan kalite teknikleri konusunda bilgi birikimini arttırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Üretim, Kalite Problemleri, Kalite Teknikleri, Problem Analizi, Önleyici Aktiviteler

Jel Kodları: L6, L60, M11

CAUSES OF QUALITY ERRORS IN PRODUCTION PROCESSES AND QUALITY IMPROVEMENT TECHNIQUES

Nermin Gören
Graduate Student., Bursa
Technical University, Graduate
School,
nerminn.goren@gmail.com
ORCID: 0009-0008-5500-1322

DOI :10.47358/sentez.2023.38
Article Type : Complation
Application Date: 03.08.2023
Revision Date: 05.22.2023
Admission Date: 05.28.2023

To cite this article:
Gören, N. (2023). Causes of Quality
Errors in Production Processes
and Quality Improvement
Techniques. ETU Synthesis
Journal of Economic and
Administrative Sciences. Issue:
11, 21-44.

This article was checked by



Abstract: In today's, increasing competition conditions and customer expectations make it necessary to continuously improve the products and production processes and to increase their quality. The ever-increasing quality demand, the aim of establishing a more efficient production system and narrowed tolerances have begun to apply to all different manufacturing methods. The concept of quality is of great importance in the manufacturing process of a product. In production processes, many quality errors occur due to the production process or external factors. Implementing preventive solutions in production lines in order to prevent quality errors from occurring increases quality efficiency. In order to implement preventive solutions, it is necessary to analyze the problems that affect the quality first. In order to achieve the goal of increasing quality, a wide variety of quality techniques used in production processes are utilized. The aim of the thesis study is to increase the knowledge of the quality techniques applied to prevent and solve the quality problems of the enterprises using various manufacturing methods.

Keywords: Production, Quality Problems, Quality Techniques, Problem Analysis, Preventive Activities

Jel Classification: L6, L60, M11

GİRİŞ

Günümüzde piyasalar arasında artan rekabet ortamı ile birlikte işletmelerin pazardaki paylarını arttırabilmeleri ve piyasa içerisinde rekabet edebilmeleri için öncelikle müşteri memnuniyetinin sağlanması gerekmektedir. Müşteri memnuniyeti, piyasalardaki rekabet ortamında dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biridir. Müşteri memnuniyetini sağlamak için sağlanması gereken şartlardan biri, müşteriye zamanında, maliyeti düşük ve hatasız ürün teslim etmektir. İşletmeler hatasız ürünler üretmek için imalat sürecinde çıkabilecek ve çıkmış olan problemlere çözümler aramak ve bu problemlere düşük maliyetli çözüm olanakları sunmak zorundadırlar.

Tüm piyasalarda büyük bir rekabet ortamının olduğu günümüzde, işletmeler rekabetçi olabilmeleri ve kendilerini geliştirebilmeleri için araştırmaya önem vermeli ve kaliteli ürünler üretmelidirler. İşletmeler araştırma ve kendilerini geliştirmenin piyasadaki etkinliğini daha da ileriye götürmek için know how'a sahip olmalıdırlar. İşletmelerin teknolojik bilgi birikimine sahip olması, imalat süreçlerinde karşılaşılan problemlere çözüm sunmada özgün olmalarını sağlayacak ve çözüm üretme süresini kısaltmış olacaktır. İşletmeler gün geçtikçe üretim yapmaya devam etmek ve ürettikleri ürünlerin kalitesini arttırmak zorundadır. Bu nedenle işletmeler imalat sürecinde karşılaştıkları problemlere etkinliği yüksek kalıcı önlemler tanımlamalıdır.

İmalat süreçlerinde meydana gelen problemleri çözümler aramak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Özellikle son dönemlerde tam zamanlı üretim veya yalın üretim gibi yaklaşımlarla bu alanlarda yapılan araştırmalara ilgi arttırılmıştır.

Problem çözme tekniklerinde olması gereken önemli özellik, problemin yaratılmadan önce çözüm yollarının sunulmasıdır. İmalat sürecinde herhangi bir nedenden dolayı meydana gelen bir problemin çözülmesi için yapılacak olan çalışmanın maliyetinin, problem meydana gelmeden önce tahminlere dayalı olarak alınan önlemlerin maliyetinden fazla olduğu açıktır. Artan rekabet ortamında maliyetin önemi büyük olduğu için, işletmeler meydana gelebilecek problemlere pratik, akla dayalı ve düşük maliyetli çözümler sunabilmek için arayış içindedirler.

İmalat süreci malzemenin tasarım sonrası fiziki olarak meydana getirildiği veya yaratıldığı adımdır. İmalat sürecinden sonra ürünler montaj operasyonuna girmektedir. İmalat sürecinde meydana gelebilecek bir hata öncelikli olarak montaj hattını etkileyecektir. Montaj esnasında monte edilen ürünün performansına etki edecek bir hata, monte edilen ana ürünün demontajına sebep olacaktır. Bu durum hem montaj hattında kayıpları arttırabilir hem de maliyet kaybına sebep olabilir. İmalat sürecinde meydana hatalar montaj hattında yakalanamaz ise hatalı ürünlerin müşteriye gönderilmesi durumu söz konusu olabilir. Müşteriye hatalı ürün gönderilmesi hem işletmenin prestij kaybına hem de maliyet artışına sebep olabilir. Bu etkenler imalat sürecine ayrı bir önem getirmekte ve meydana gelebilecek olası problemler için çözüm yolları sunulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma kapsamında imalat süreçlerinde meydana gelebilecek kalite problemlerin nedenleri, bu problemlerin çözülmesi, analizi ve üretim kalitesini arttırmak için kullanılacak kalite iyileştirme teknikleri incelenmiştir. Yapılan çalışma da ilk olarak imalat sürecinde meydana

gelen kalite problemlerinin nedenleri sunulmuş, takip eden bölümde üretim hatlarının iyileştirilmesi için kullanılabilecek tekniklerden, kalite problemlerinin analizi için kullanılabilecek tekniklerden, problemlerin oluşum sonrası çözülmesi için kullanılabilecek tekniklerden, problemlere istinaden hazırlanan projelerin uygulanmasına yönelik kullanılabilecek tekniklerden ve problemlerin oluşum öncesi önleyici çalışmalar için kullanılabilecek kalite iyileştirme tekniklerinden bahsedilmiştir.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İmalat süreçlerinden kaynaklanan hatalar nedeniyle üretilen ürünlerde kusurlar oluşmaktadır. Oluşan kusurlar nedeniyle üretim maliyetinde artış meydana gelmektedir. İmalat kaynaklı kusurların giderilmesi ve maliyet artışının engellenmesi için İtalyan araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada “Değer Akış Haritası (VSM)” kullanılmıştır. VSM sayesinde üretim süreçlerinde meydana gelen zaman kayıplarının tespit edilmesi ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi önerilmektedir (Cavallini vd., 2018).

Üretim süreçlerinde meydana gelen hatalar nedeniyle üretilen ürünlerin güvenliğine dair sorunlar ortaya çıkmaktadır. Güvenlik riski probleminin çözümü için Koreli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmada, “Risk Değerlendirme ve Yönetim Yöntemi (RARM)” kullanılarak üretimden kaynaklı oluşan hataların güvenlik risklerinin tespit edilmesi ve belirlenen risklerin azaltılması önerilmektedir (Kim, Lee ve Kim, 2018).

Ürünlerin imalata hazır olması için öncelikle tasarımlarının yapılması gerekmektedir. Yapılan tasarımlarda meydana gelen hatalar kalite problemlerine yol açmaktadır. Ürün tasarımı hatasından kaynaklı oluşan kalite problemlerinin önlenmesi Türk araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada yöntem önerilmiştir. Yapılan çalışma da “FMEA (Hata Modu ve Etki Analizi)” yöntemi kullanılarak ürün tasarım süreçlerinde meydana gelen hataların belirlenmesi ve bu hataların giderilmesi önerilmiştir (Sari ve Baykasoglu, 2015).

Üretim hatlarında üretilen parçaların makinelere doğru şekilde yerleştirilmesi montaj hatalarının engellenmesi için önemlidir. Parçalar makinelere doğru yerleştirilmezlerse hatalı montaj yapılmakta ve hatalı montajlama esnasında diğer komponentlere verilen hasarlar nedeniyle kalite problemleri görülmektedir. Bu hataların giderilmesi için Çinli araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada PDCA (Planla, Uygula, Kontrol et ve Önlem Al) modelini kullanarak üretim süreçlerini analiz edilmiş ve analiz sonuçları problemler belirlenerek çözüm önerilerinin geliştirilmesi hakkında önerilerde bulunulmuştur (Zhou, Zhang ve Yuan, 2015).

Üretimde en önemli kalite adımlarından biri üretilen ürünün malzeme kalitesidir. Ürün kalitesinin yetersiz olması ürünlerin kalite standartlarına uymamasına neden olmaktadır. Tutarlılık matrisi adı verilen teknik kullanılarak malzeme tedarik edilen firmaların kalite standartlarına uyumunun ölçülmesi Fransız araştırmacıların yaptığı bir çalışmada önerilmiştir. Yapılan çalışmada kalite standartlarına uymayan firmalar için alınması gereken tedbirler önerilmiştir (Guinet vd., 2017).

Üretim hatlarında değer akışında bulunan tüm süreçlerin optimize edilmesi gerekmektedir. Üretim hattındaki süreçler optimize edilmez ise zaman kaybına ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır. İspanyol araştırmacılar tarafından yapılan çalışmada, “altı sigma” yöntemi kullanılarak üretim süreçlerinin analizi ve süreçlerin iyileştirilmesi önerilmiştir (Medina-Lopez vd.,2014).

Montaj sonrası ürünlerin kontrollerinin yapılmaktadır. Şahin yaptığı çalışmada, montaj kontrol istasyonunun çıkışında bulunan tablaların işlem sonrası hat başına getirilirken harcanan zaman, parçaların düşmesi durumunda oluşacak maliyet, elle taşıma nedeniyle çalışanın güvenliği ve parça üzerinde bulunan yapın ortamı kirletmesi gibi problemlere TRIZ (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi) yöntemini kullanarak çözüm önerileri sunmuştur (Şahin, 2009).

Çılsal (2005), talaşlı imalat prosesinde meydana gelen üretilebilirlik problemlerine çözüm önerileri sunabilmek için DFM(Üretim için Tasarım) ve problem çözme tekniklerinden faydalanarak çözüm önerilerini belirlemiş ve imalat sürecindeki temel özellikler arasındaki çelişkili durumları ortadan kaldırmak için TRIZ matrisini uygulamıştır. Tanımladığı yöntemleri sanayi uygulamalarında ele almıştır.

Larsson ve Noren (2011), Volvo'nun montaj hattında meydana gelen hataları analiz etmişlerdir. Volvo'nun QJ(Quality Journal) olarak adlandırdığı proseslerde ki sorunlar için 8D problem çözme tekniklerini kullanmıştır. Çalışma kapsamında ana montaj hattında meydana gelebilecek hataların kök nedenlerini belirlemişlerdir.

ÜRETİM SÜREÇLERİNDE MEYDANA GELEN KALİTE HATALARININ NEDENLERİ

Kalite Nedir?

Dünya çapında en geçerli organizasyon olan ISO organizasyonuna göre, ISO 9000: 2000 standartlar serisinde “Kalite, yapısal özellikler takımının şartlarının yerine getirilme derecesidir.” şeklinde tanımlanmaktadır (EN ISO 9000:2000).

Yetkinlik sahibi başka bir organizasyon olan Avrupa Kalite Kontrol Birliği(EOQC) kaliteyi şu şekilde tanımlamaktadır: “Kalite, bir mal veya hizmetin belirli bir ihtiyacı karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan özelliklerin tümüdür.” (Poyraz, 2010).

Kalite her yaratılan ürün için önemli bir yere sahiptir. İmalat sektörüne bakıldığında üretilen ürünün kalitesi hem müşteri memnuniyeti için hem de ürünü üreten firmanın başarısı için önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Ancak üretim süreçlerinde meydana gelen hatalar kalite problemlerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. İmalat süreçlerinde kalite problemlerinin ortaya çıkmasına neden olan hataların meydana gelmesinde birçok sebep vardır. İmalat süreçlerinde kaliteli ürün üretmek için öncelikle hataların nedenleri öngörülmesi ve bu hataların önlenmesi için aksiyonlar alınmalıdır. Alınan önleyici aksiyonlar kalite kontrol aşamasının en önemli işlem basamağını oluşturmaktadır. Kaliteyi sağlamak verimliliğinin ve motivasyonun artmasına, rekabetin güçlenmesine ve sermaye artışına sebep olmaktadır.

Üretim Süreçlerinde Meydana Gelen Kalite Hatalarının Nedenleri

İmalat sektöründe meydana gelen birçok hata bulunmaktadır. Meydana gelen tüm hataların oluşmasını tetikleyecek nedenler bulunmaktadır. İmalat sürecine bakıldığında imalat süreci birleşik bir kümedir. İmalat sürecinde; malzeme, üretim süreci, ekipmanlar ve insan önemli bileşenlerdir. Her bileşende hata oluşma ihtimalleri bulunmaktadır.

Makine ve ekipman

İmalat sürecinde kullanılan makine ve ekipmanlardan kaynaklanan kalite hataları imalat sektöründe yaygın bir problemdir ve kalite kontrolü için büyük önem taşımaktadır. Meydana gelen kalite hataları genellikle kullanılan makine ve ekipmanlarda meydana gelen arızalardan veya ekipmanların yanlış kullanılmasından kaynaklı oluşmaktadır.

Kullanılan makinelerde meydana gelen arızalar kalite problemlerin oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin bir makinada bir arıza meydana geldiğinde bu arıza üretim durmasına veya üretilen ürünlerde kalite hatalarının oluşmasına neden olabilmektedir. Ekipmanlarda meydana gelen arızalar genellikle düzenli bakım ve onarım işlemleri ile önlenmektedir. Bakım ve onarım işlemleri düzenli olarak yapılmadığında ekipmanların ömürleri kısalmaktadır ve oluşan arıza sayısı giderek artmaktadır. Bu nedenle firmaların düzenli bakım ve onarım planlarını oluşturarak ekipmanlarını doğru bir şekilde yönetmeleri üretim açısından kritiktir (Chiarini, 2011).

Ekipmanların yanlış kullanılması da kalite hatalarının oluşmasında etkilidir. Yanlış ekipman kullanımı, ekipmanların yanlış programlanması veya çalışanın yanlış yönergeleri takip etmesi gibi nedenlerden kaynaklı kalite hataları oluşmaktadır. Bu nedenle, firmaların doğru ekipman kullanımının sağlanması için çalışan eğitimlerinin düzenli olarak yaptırması gerekmektedir (Ahuja ve Khamba, 2008).

Literatürde yapılan birçok çalışmada, ekipman kullanımından meydana gelen hataların en yaygın nedenlerinden birinin ekipmanların ve makinelerin yetersiz kapasitede olduğu ve teknolojik olarak güncellenmediği gösterilmiştir (Ghobadian vd., 2018). Bu nedenle firmalar kullandıkları ekipmanların güncel versiyonlarını ve teknolojik ilerlemelerini takip etmelidirler.

Malzeme

Malzeme kaynaklı kalite hataları malzemelerin kalitesizliğinden kaynaklanmaktadır. Malzemenin kalitesizliğinin nedenleri yanlış malzeme seçimi, düşük kaliteli malzeme kullanılması, malzemenin hatalı stoklanması ve malzeme transfer sürecinde hasarlar oluşması gibi faktörler yer almaktadır (Zhang vd., 2015).

Yanlış malzeme seçimi, imalat prosesinde kullanılan malzeme özelliklerinin yanlış anlaşılması veya yanlış belirlenmesinden kaynaklanabilmektedir. Yanlış malzeme seçimi sonucunda, malzemenin spesifikasyonları, ürünün kalitesini etkilemektedir.

Kalite hataların bir diğere sebebi ise düşük kaliteli malzeme kullanımınıdır. Malzemenin kalitesi üretilen ürünün kalitesine doğrudan etki etmektedir ve düşük kaliteli malzeme seçimi son üründe çeşitli hataların oluşmasına sebep olmaktadır.

Malzeme stoklama yöntemlerinden kaynaklanan hatalarda kalite problemlerine neden olmaktadır. Malzemelerin korunmasında ve depolanmasında yanlış stoklama yöntemleri uygulanırsa malzemelerde deformasyonlar, çizikler ve hasarlar oluşabilmektedir. Bu hasarlar nihai ürünün kalitesini etkilemektedir.

İnsan

İmalat sektöründe meydana gelen kalite hatalarının nedenlerinden biride insan kaynaklı hatalardır. İnsan kaynaklı kalite hataları, üretim sürecinde çalışan kişilerin yanlış, eksik veya hatalı uygulamalarından dolayı kaynaklanmaktadır. Meydana gelen bu hataların çeşitli nedenleri bulunmaktadır.

İşletmelerde çalışan kişilerin yeterli eğitimi almamış olması ve yeteri kadar deneyiminin olamaması hataları uygulamalara neden olabilmektedir. İşçiler gerekli eğitimleri almazlar ise üretim sürecini takip edemeyebilirler, yanlış kalite prosedürlerini uygulayabilir ve yanlış karar verebilirler. Bu nedenle çalışanların üretim süreçleri hakkında detaylı bilgiye sahip olması ve eğitim almaları gerekmektedir.

Kişiler arası iletişim

Bir ürünün üretilmesi için çeşitli işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Üretim sürecinde bir ürünün işlenmesi, ölçüm işlemleri, kalite kontrol işlemleri, paketleme, sevkiyat vb. birçok işlem adımı bulunmaktadır. Tüm bu işlem adımları kalite kontrol yönergeleri, üretim planları, teslimat kartları, çalışma yönergeleri vb. dökümanlarla yönetilmektedir. Bu dökümanlar sorumlu kişiler tarafından oluşturulur ve yayılımı yapılır. Sorumlu kişi üretim bilgilerinde herhangi bir değişiklik yaptığında ilgili kişilere bilgi vermezse ürün eski bilgilere göre üretilmektedir ve nihai ürünün kalitesinde bozulmalar meydana gelecektir.

Üretim proseslerinden sorumlu bakım çalışanları, programcılar, tedarikçiler üretimden sorumlu kişiler ile iletişim kurmadan müdahale de bulunurlarsa iletişim problemlerinden kaynaklı olarak üretilen ürünün yanlış üretilmesi veya kalitesinin düşmesi gibi sorunlara neden olabilmektedir.

Süreç

Üretim bir süreçten oluşmaktadır. Üretim hatlarında bir birini takip eden makine zincirleri bulunmaktadır. Bir malzemenin ham madde halinden final ürüne kadar olan tüm işlemler üretim sürecini oluşturmaktadır. Üretim süreçleri belirli prosedürlere göre yönetilmektedir. Bu proseslerde yapılan hatalar ürünün kalitesini etkilemektedir. Diğer bir yandan bir ürünün nihai ürün haline gelebilmesi için makinelere bir çok veri girişi yapılmaktadır. Bu verilerin hatalı giriş yapılması nihai ürünün hatalı üretilmesine sebep olabilmektedir.

Proses kontrolü

Bir üretime başlamak için öncelikle ürünü üretecek makineler devreye alınmaktadır. Bu makineler çalışmaya hazır olduktan sonra üretilen ürün için kontrol noktaları, ekipmanları, sevkiyat süreçleri, üretilen ürün adetleri, çalışacak kişi sayıları, bakım zamanları, kullanılacak ekipmanlar, makine programları, makine verileri gibi unsurlara karar verilmektedir. Üretim için gerekli tüm adımlar tamamlandığında ise üretimin sürekliliğinin sağlanması için dökümanlar oluşturulur. Üretimin ilk başladığı günden itibaren üretim süreçleri periyodik olarak kontrol edilmelidir. Kontrol edilmez ise yanlış yapılan herhangi bir işlem adımı kalitesiz ürün üretilmesine hatta hatalı ürün üretimine sebep olmaktadır.

Tedarik zinciri

Üretimin bel kemiği üretimi sağlamak için gerekli olan malzemelerin tedarikinin yapılmasıdır. Bir ürünü üretmek için öncelikle ham madde tedarik edilmelidir. Bununla birlikte ürünü üretmek için, kontrol etmek için, ölçüm yapabilmek için birçok alt parça tedariki gerekmektedir. Tedarik zincirlerinde meydana gelen hatalar ürünün kalitesine etki etmektedir.

Tedarik zincirinde ürünlerin teslimatları düzenli olarak planlanmaktadır. Teslimat planlama sürecindeki en önemli faktör ise malzeme tedarik süreleridir. Malzeme tedarik süreleri üretim hatlarının günlük üretebileceği nihai ürün adedini etkileyebilmektedir. Tedarik sürelerinde planlama düzgün yapılmaz ise teslimat gecikmelerine sebep olabilmektedir. Geciken teslimatlar ise nihai ürünün kalitesine etki etmektedir. Örneğin, teslimat gecikmelerinde makineler duruşa geçmektedir. Seri üretim hatlarında makinelerin duruş sonrası çalıştırılması durumunda makinelere ayar yapılması gerekir. Bu ayar aşamasında ise ürünün kalitesi olumsuz etkilenmektedir.

Tedarik zincirlerinde malzemeler bir transfer ve depolama sürecinden geçmektedir. Bu süreçte malzemelerde taşıma kaynaklı deformasyonlar meydana gelmektedir. Bununla beraber depolama sürecinde tedarik edilen malzemeler verilen hasarlardan kaynaklı nihai ürünün kalitesi riske girmektedir.

Tasarım

Bir ürünün üretilmesi için öncelikle üretilen ürünün tasarlanması gerekmektedir. Tasarlanan her ürünün ise bir teknik resmi bulunmaktadır. Yapılacak üretim aşamalarının hepsinde teknik resimler dikkate alınarak üretim yapılmaktadır.

Her tasarlanan ürün üretime uygun olmamaktadır bu nedenle ürünün tasarımı yapılırken makinede üretilmeye uygun olup olmadığına, ürünü üretebilmek için uygun takımların bulunabilmesi gibi konulara dikkat edilmesi gerekmektedir. Tasarlanan ürün uygun ölçü değerlerine sahip olmazsa üretim sonrasında istenilen ölçü değeri yakalanamayacak ve ürün kalitesi düşük olacaktır.

Bunun yanı sıra ürün tasarımında yapılan herhangi bir hata makinelerde bulunan ekipmanlara zarar verebilmektedir çünkü makinelerin pozisyonları, programları tasarlanan

ürüne göre ayarlanmaktadır. Tasarımda ki ufak bir hata kalitesiz ürün üretilmesine sebep olmaktadır.

Kalite kontrol eksiklikleri

Üretim süreçlerinde üretilen malzemelerin doğru üretildiğinden emin olmak için üretim süreçlerinde kalite kontrol süreçleri bulunmaktadır. Örneğin bir parça üretimi yapıldıktan sonra üretilen ürünün fonksiyon testi yapılmaktadır. Yapılan fonksiyon testi bir kalite kontrol aşamasıdır. Bu aşamada hatalı bir test uygulanması parçanın kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Kalite kontrol süreçlerinde ürünün kalitesini değerlendirmek için uygun kalite kontrol ekipmanları kullanılmaktadır. Kullanılan bu ekipmanların doğruluğundan emin olmak gerekir çünkü bu ekipmanların üretilen ürünü kontrol ederken mükemmel özellikte olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle kontrol ekipmanlarının doğru kullanılması ve yeterliliği sağlıyor olması gerekmektedir. Hatalı kontrol ekipmanı kullanılması ürünün kalitesine olumsuz etki etmektedir. Ürünün doğruluğunu değerlendirmek için kullanılan her kalite kontrol ekipmanının bir değişim periyodu veya bakım periyodu olmalıdır. Bunun yanı sıra kalite kontrol süreçleri de düzenli olarak denetlenmelidir.

Yönetim

Üretim süreçlerinin temelini yönetim oluşturmaktadır. Üretimin aşamasında ürünün işleme girişinden çıkışına kadar yapılan tüm işlem adımları yönetilmelidir. İşletmelerde yönetim kaynaklı hatalar kalite sorunlarına yol açabilir. Yönetim, imalat süreçlerinde doğru yönlendirmeyi yapmazsa, çalışan kişiler yanlış malzeme kullanabilir veya yanlış işlem adımlarını takip edebilir.

Ürün yönetimi aynı zamanda kaynakların tahsisini de sağlamaktadır. Eğer yönetim yeterli kaynakları (malzeme, ekipman, personel vb.) sağlamazsa, kalite hataları ortaya çıkabilir. Örneğin, yetersiz personel sayısı, imalat hattının etkin bir şekilde denetlenmesini zorlaştırabilir.

Yönetim çalışanlara hedefler belirlemektedir. Yönetim, sadece verimliliği arttırmaya odaklanırken kaliteye yeteri önemi vermezse hatalar kaçınılmaz olabilir. Çalışanlar üretim hedeflerini karşılamak için hızlı bir şekilde çalışmak durumunda kalabilir, işlem adımlarını atlayabilir veya hataları gözden kaçırabilir.

Kalite yönetim sistemlerinin yetersizliği

İmalat süreçlerinde üretilen ürünün kalitesini değerlendirmek ve kaliteli ürün üretmek için birçok kalite kontrol çalışmaları uygulanmaktadır. Tüm bu süreçlerin doğru ve düzenli olarak yönetilmesi gerekmektedir. İmalatta meydana gelen kalite problemlerinin bir başka nedeni ise kalite yönetim yetersizliğidir.

Bir işletmenin kalite yönetim sistemi yetersiz veya etkili olarak yürütülüyorsa, hatalı ürünlerin üretilmesi daha olasıdır. Bunun nedeni ise, kalite yönetim sisteminin doğru işlenmediğinden, kalite sorunlarının tespit edilmediğinden veya düzgün bir şekilde ele alınmadığından kaynaklanmaktadır (Chowdhury ve Quaddus, 2017).

Müşteri memnuniyetinin sağlanması için kalite önemli bir adımdır. Bu nedenle üretilecek ürünlerin kalite kontrol basamakları doğru belirlenmeli, kontrol sıklığı yeterli düzeyde ayarlanmalı, kalite kontrol sistemi doğru seçilmeli, kalite yönetimi için uygun kalite yönetim uygulaması seçilmelidir ve tüm belirlenen kalite kontrol süreçleri belirli periyotlar da denetlenmelidir.

Çevre

Üretimde proseslerinde meydana gelen kalite hatalarının bir diğer nedeni ise çevre kaynaklı meydana gelen hatalardır. Üretim yapan makineler belirli bir sıcaklıkta çalışmaktadır. Özellikle talaşlı imalat proseslerinde makine içinde kullanılan yağın sıcaklığı, dış ortam sıcaklığı veya makine içi sıcaklık kritik bir parametredir. Makine içinde kullanılan yağın sıcaklığı istenilen seviyede olmazsa üretilen ürünün kalitesine etki etmektedir. Aynı zamanda makine içinde kullanılan ekipmanların sıcaklıktan etkilenmemesi için soğutma yağları ile soğutulması gerekir.

Üretim prosesleri belirli periyotlarla temizlenmektedir. Üretim hattında kullanılan temizleme yağları veya malzemeleri ürüne temas eder kalite problemlerine sebep olabilir. Özellikle çelik, metal yüzeye sahip olan ürünlerde paslanmaya yol açabilmektedir.

Üretim süreçlerinin bazı adımlarında geri dönüşüm süreçleri bulunmaktadır. Örneğin yağlar, makine içi kimyasallar filtrasyon işlemi sonrası geri kazanılmaktadır. Hatalı geri dönüşüm süreçleri de ürünün kalitesine etki edebilmektedir. Örneğin, geri dönüştürülen bir yağ yeteri kadar filtrelenmezse, üretilen ürünün yeteri kadar temiz olmamasına sebep olabilir.

KALİTE İYİLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Kalitenin iyileştirilmesi için kullanılan teknikler, birbirini tamamlayan, sonucu pozitif veya negatif etkileyen, yöneticiler ve tüm çalışan kişiler için performans artışını sağlayan faaliyetlerin bütününden oluşmaktadır. Her işletme kendi çalışma alanına göre kendi kalite iyileştirme tekniğini geliştirme ve kullanma olasılığına sahiptir. Fakat sözü edilen tüm tekniklerin literatürde yer alabilmesi için mikro ve makro ölçekteki tüm işletmelere uyarlanabilmesi gereklidir.

Kalitenin iyileştirilmesi için uygulanan tekniklerin incelemesi yapılan bu çalışmada, daha önce incelenmiş ve incelenmemiş olan tüm teknikler anlatılmaya çalışılacaktır. Kalitenin iyileştirilmesi için kullanılan tüm teknikler, imalat sektöründe çıkan hataların önlenmesi çözülmesi ve sürdürülmesi için uygulanmaktadır.

Proseslerin İyileştirilmesi için Kullanılan Teknikler

Akış diyagramı

Akış diyagramları, proseslerin farklı etaplarını ard arda gösteren bir resimdir. Akış diyagramları işlemlerin sırasını, kullanılacak olan malzemeleri, işleme girecek veya çıkacak olan tüm hizmetleri, verilen tüm kararları, sorumlu olan çalışanları, işlem süresince harcanan zamanı ve proses ölçüm bilgilerini içermektedir.

Akış diyagramı tekniğinin kullanılabileceği durumlar;

- Proseslerin geliştirmeye açık noktalarını görebilmek için akış diyagramları kullanılabilir.
- Aynı prosede çalışan farklı çalışanların birbirlerini anlamaları için akış diyagramları kullanılabilir.

Akış diyagramları üretim proseslerinde sık sık kullanılmaktadır. Akış diyagramları sayesinde parçaların bir sonraki prosese transferi sağlıklı bir şekilde taşınmaktadır. Bunun yanı sıra akış diyagramları sayesinde hatalı ürünün transfer edilmesi, ürünün proses atlama gibi hataların önüne geçilebilir. Akış diyagramları insan kaynaklı oluşan kalite hatalarının oranını azaltmayı sağlamaktadır (Poyraz, 2010).

Poka – Yoke

Poke – Yoke Japoncada “hatalardan korunma” anlamına gelmektedir. Poke – Yoke yöntemi, otomatik bir cihaz veya herhangi bir yöntem vasıtasıyla hataların oluşmasını azaltmak veya oluştuğu anda fark edilmelerini sağlamak amacıyla uygulanmaktadır.

Poke – Yoke tekniği kullanılan durumlar;

- Çalışan kişilerin dikkat, tecrübe ve deneyim gerektiren, insandan kaynaklı hataların oluşma ihtimali bulunan bir proses adımı var ise bu teknik kullanılabilir.
- Üretim aşamasında bulunan bir prosesin ilk aşamasında meydana gelen ufak çaplı hataların, ileriki aşamalarda daha büyük problemlere yol açtığına kullanılabilir.

Proseslerde oluşabilecek her hata için o hatanın oluşma ihtimaline sifıra düşürecek yöntemler araştırılır. Belirlenen yöntemler hatayı meydana getirecek olan işlem adımının iptal edilmesi, hataya sebep olmayacak başka bir işlem basamağı ile değiştirilmesi veya doğru yapılması gereken hareketin hatalı hareketten önce ve pratik yapılmasını sağlamaktadır. Eğer hatanın oluşma ihtimali sifıra düşürülemezse hatanın fark edilmesi ve etkilerinin azaltılması için kontrol yöntemi veya cihazı seçilmektedir (Poyraz, 2010).

Üç farklı kalite kontrol yöntemi ile hızlı sonuç alınabilir:

- Doğru bir kontrol, bir procesten hemen sonraki proses adımında, ardışık prosesin çalışanı kontrolü yapabilir.
- Çalışanların kendi yaptıkları işi bitirdikten sonra özdenetim yaparak kontrol edebilirler.
- Proses başlamadan hemen önce tüm koşulların uygunluğu kontrol edilebilir. Bu sayede tüm koşullar sağlanana kadar prosesin başlaması engellenebilir.

Poke – Yoke yöntemi kapsamında bir proses parametresinin veya ürün özelliklerinin olası hatalara karşı kontrol edilmesi için kurulum fonksiyonları yöntemleri kullanılmaktadır. Fiziksel kontrol kapsamında, üretilen ürünün fiziksel özellikleri bir sensör veya cihaz kullanılarak kontrol edilmektedir.

Poke-Yoke kapsamında uygulanan diğer bir fonksiyon ise düzenleyici fonksiyonlardır. Düzenleyici fonksiyonlar herhangi bir hatanın oluşumu ile ilgili çalışanlara alarm verilmesi için kullanılmaktadır. Uyarı ekipmanları ziller, sirenler, ışıklar, sensörler, renk kodlamaları veya şekiller olabilmektedir. Kontrol fonksiyonları tüm şartlar sağlanmasını sağlayan veya hatalı bir durum olduğundan hatanın düzeltilene kadar prosesin başlamasını engelleyen fonksiyonlardır. Poke – Yoke yöntemleri imalatta meydana gelen insan kaynaklı hataları, ekipman kaynaklı hataları, iletişim kaynaklı hataların oluşma oranını azaltmaktadır.

Olası hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)

Olası hata türleri ve etkileri analizi tasarım, üretim ve montaj süreçlerinde ürünlerde meydana gelebilecek bütün hataları tespit etmeye yarayan adım adım ilerleyen bir analiz tekniğidir.

FMEA da araştırılan hatalar genellikle müşteriyi etkileyebilecek potansiyel sebeplerle oluşmuş hatalardır. Etki analizi ise oluşabilecek hataların hangi fonksiyonlara etki edeceğini araştırmaktadır. FMEA hata riskleri ile ilgili güncel bilgiler, sürekli iyileştirmede kullanmak için belgelendirilmektedir.

FMEA'nın kullanıldığı durumlar;

- Kalite fonksiyon açılımı (QFD) müteakip bir süreç, ürün tasarımı yapılırken veya geliştirme aşamasında bu teknik kullanılabilir.
- Yeni değiştirilmiş olan bir prosesin kontrol planları geliştirilirken kullanılabilir.
- Var olan bir proses de ürün veya sürecin mevcut durumdaki sorunlarını analiz etmek ve çözüm belirlemek için bu teknik kullanılabilir.

FMEA tekniği imalatta meydana gelen tüm hatalar hakkında bilgi içermektedir. FMEA tekniği makine kaynaklı, malzeme kaynaklı, tedarik zinciri kaynaklı, insan kaynaklı vb. durumlardan kaynaklanan kalite hatalarının oluşmasını önlemeye yarayan kontrol tekniğidir.

Kalite Problemlerinin Nedenlerinin Analizi için Kullanılan Teknikler

Balık kılçığı diyagramı

Balık kılçığı diyagramı, bir problemin veya etkinin çeşitli sebeplerinin araştırılmasında kullanılmaktadır. Fikirlerin çok daha hızlı bir şekilde sınıflandırılmasını sağlamaktadır.

Balık kılçığı diyagramının kullanıldığı konular;

- Bir problemin potansiyel nedenlerini belirlemek için bu teknik kullanılabilir.
- Bir takım çalışmasında yapılan düşünsel faaliyetleri ve hataları görsel olarak betimlemek için bu teknik kullanılabilir.

Balık kılçığı diyagramları oluşturulmadan önce sorun tanımlanmaktadır. Bu sorun yazı tahtasının sağ orta bölgesine yazılır. Belirtilen probleme sebep olabilecek ana kategoriler belirtilir. Ana kategoriler: Yöntem, Makine, İnsan, Malzeme, Çevre ve Ölçüm'dür. Diyagramda bulunan her bir kategori üzerinde konuşulur ve sorunu yaratabilecek tüm kök nedenler üzerine

beyin fırtınası yapılır. Kök nedenin kaynağı nedir sorusuna cevap aranmaktadır. Diyagram oluşturulurken moderatörlük yapan kişi her fikri ilgili kategorinin altına yan dal çizerek yazmaktadır (Tague, 2004).

Sorunun neden olduğu sorusuna tekrarlı ve detaylı bir şekilde cevap aranır. Cevap olarak gelen ilave nedenler, daha önceden çizilen yan dalların budakları çizilerek yazılmaktadır. Bu detaylandırma işlemi fikir paylaşımı sonlandığında tamamlanır. Çalışma grubunda fikir beyanları sonlandığında, az detaylandırılmış kategoriler üzerinde konuşulmaya başlanır.

Balık kılıcı diyagramı özellikle imalat süreçlerinde meydana gelen problemlerin ana sebeplerini kategorize etmektedir. Bu nedenle imalatta meydana gelen bir problemin analiz edilmesi için kolaylık sağlamaktadır.

Problemlerin Çözümü için Fikir Oluşturma Amaçlı Kullanılan Teknikler

Benchmark (Kıyaslama)

Benchmark tekniği bir kuruluşun, kendi faaliyet alanlarına en yakın iş uygulamasına sahip işletmelerle yapmış oldukları karşılaştırmadır. Yapılan karşılaştırma ile işletmeler eksik olduğu noktaları saptar ve atlanmış yönler var ise bunlar ortaya çıkar. Bu sayede sürekli gelişim için iyileştirmeye yönelik daha fazla fikir sahibi olunur.

Benchmark yönteminde kullanılacak adımlar aşağıda sıralanmıştır:

İlk adım, benchmark sürecinin planlanması ve hangi konunun hangi rakip kuruluşla nasıl kıyaslanacağını belirlemektir (Poyraz, 2010).

- Benchmark yapılacak konu tespit edilir. Benchmark tekniği her proses veya her çıktı için uygun bir araçtır.
- Kim ve ne ile benchmark yapılacağı belirlenir. Aynı faaliyet alanına sahip ana rakip kuruluşlar benchmark için en uygun seçimdir.
- Verilerin nasıl toplanacağı belirlenir.

Verilerin toplanmasının ardından önemli adım verilerin çözümlenmesidir. Çözümleme adımı kuruluşların hem kendi hem rakip kuruluşun uygulamakta olduğu proses, yöntem ve faaliyetleri iyi anlamalıdır. Verilerin çözümlenmesi adımı ayrıca aşağıdaki soruların cevaplanması gerekir.

- Rakip kuruluşun daha iyi olma sebebi nedir?
- Rakip kuruluş güncel olan hangi faaliyetleri daha iyi şekilde uygulamaktadır?
- Rakip kuruluşun uygulamış olduğu faaliyetler diğer kuruluşlara nasıl kolay şekilde adapte edilebilir?

Bu sorulara cevaplar aranırken yapılan araştırmalar işe performans eksikliği, kuruluşların olumlu olumsuz ve eşit yönleri ortaya çıkacaktır.

Benchmark tekniğinde diğer bir adım entegrasyon sürecidir. Entegrasyon adımı proses süreçlerinde uygulanacak yeni yöntemlerin, mevcutta bulunan organizasyonlara dahil edilme sürecinin planlanmasını içermektedir. Bunun yanı sıra entegrasyon adımı benchmark bulgularının operasyon ve yönetim fonksiyonları tarafından onaylanmasını sağlamaktadır (Poyraz, 2010).

Benchmark tekniğinin bir sonraki adımı bulguların ve bunlara dayalı prensiplerin eyleme dönüştürülmesi için yapılan çalışmaları içermektedir. Bunun için periyodik bir ölçüm veya bir amaç belirlenmektedir.

Değişim amaçlı yapılan her entegrasyon planı, aynı zamanda benchmark tekniğinde belirlenen bulguları güncelleme amaçlı zaman sınırları içermektedir. Belirlenen sınırlar çerçevesinde güncellenen bulgular, ilk elde edilen veriler gibi tüm çalışanlarla paylaşılmalıdır.

Beyin fırtınası

Beyin fırtınası tekniği, fazla sayıda fikrin kısa bir süre içinde oluşturulması olarak tanımlanmaktadır. Beyin fırtınası yöntemi formatı kolaylıkla değiştirilebilir veya çeşitlendirilebilir.

Beyin fırtınası tekniğinin kullanıldığı durumlar aşağıda sıralanmıştır:

- Fikirlerin geniş seçenekler kapsamında oluşturulması istendiğinde bu teknik kullanılabilir.
- Yaratıcı ve özgün fikirlere ihtiyaç varsa bu teknik kullanılabilir.
- Çalışma grubunda bulunan tüm kişilerin katılımı sağlanmak istendiğinde bu teknik kullanılabilir.

Beyin fırtınası yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bu kurallar çalışma öncesinde tüm katılımcılara aktarılır. Kurallar aşağıda sıralanmıştır:

- Çalışma başlangıcında fikirlerle ilgili eleştiri veya tartışma yapılamaz.
- Fikirler kötü olarak ilan edilemez ve uçuk fikirler de dikkate alınır.
- Oluşturulan tüm fikirler kaydedilmelidir.

Kuralların beyan edilmesinin ardından üzerinde çalışılacak sorun gözden geçirilir. Çalışılacak konu "Ne, Neden, Nasıl" soruları ile desteklenmelidir. Her sorudan sonra bir süre sessizlik sağlanır ve katılımcıların sağlıklı düşünmesine imkan verilir. Ortaya atılan her fikir mümkün olduğu kadar fikir sahibinin söylemine yakın şekilde kayıt altına alınır. Tüm adımlar yeni fikirler türetilene kadar tekrarlı olarak devam edilir. Yeni fikirlerin paylaşımı sonlandığında çalışma tamamlanır (Poyraz, 2010).

Beyin fırtınası yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır:

- Gülme, fısıldanma gibi ses ve mimikler eleştri olarak alınabildiği için katılımcıların oluşturduğu fikirleri belirtmesini engelleyecektir. Bu nedenle eleştri yapılmaması yönünde kurallar konulmaktadır.
- Bir fikre yapılan övgü, hiç övgü görmemiş diğer fikrin kötü olduğu algısı yaratabilir bu nedenle olumlu yorumlardan da kaçınılmalıdır.
- Uçuk fikirler olumlu olarak kabul edilmeli ve kişi düşüncelerine sınır koymamalıdır.
- Her katılımcılıının birbirlerinin fikirleri üzerinde değişim yapma hakkı bulunmalıdır.
- Katılımcıların fikirlerini kayıt altına alan kişi fikirlerin anlatımları farklı kaydetmemelidir. Uzun bir fikir eden katılımcı olursa kayıt tutan kişi bu fikri kısaltmamalı gerekiyorsa katılımcıya tekrar fikrini sormalıdır.
- Beyin fırtanası çalışması boyunca kayıt tutulan tüm fikirler katılımcılıının görebileceği şekilde yapılmalıdır.

Kalite fonksiyonları açınıımı(QFD)

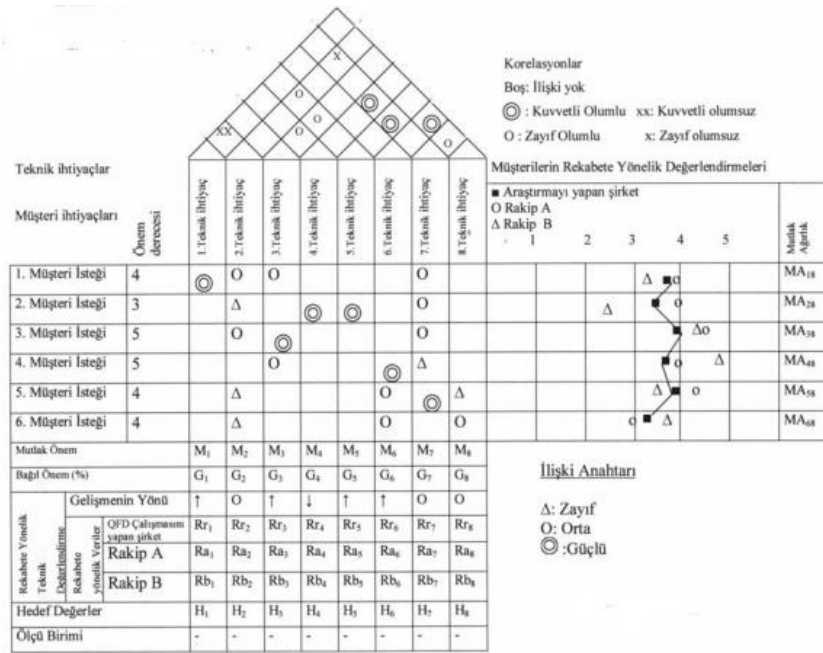
Kalite fonksiyonları açınıımı, müşterilerin ihtiyaçlarını ve isteklerini tasarım kalitesine dönüştürmek, kaliteyi oluşturan temel fonksiyonları yaymak ve tasarım kalitesine ulaşmak için gerekli tüm yöntem, alt uygulama ve bileşenleri ve de tüm bunlara ulaşabilmek için gerekli üretim özelliklerini belirlemek için kullanılmaktadır.

Kalite fonksiyonları açınıımının kullanıldığı durumlar aşağıda sıralanmıştır :

- Müşterilerin ihtiyaçları dikkate alınarak ürün özelliklerin belirlenmesi gerek durumlarda bu teknik kullanılabilir.
- Pazarlama stratejilerinin ve rekabet şartlarının belirlenmesinde bu teknik kullanılabilir.
- Belirlenmiş olan ürün özelliklerine ulaşmayı sağlayacak üretim yöntemlerinin tayin edilmesinin gerekli olduğu durumlarda bu teknik kullanılabilir.

Kalite fonksiyonları açınıımı tekniğinin temelinde “Kalite Evi” bulunmaktadır. Kalite evi müşteri istekleri, kuruluş ve ürün kabiliyetleri arasındaki ilişkileri tespit etmeye yarayan bir grafiktir. Kalite evi grafiği ile müşteri istekleri ve ilgili kuruluşun o isteklere nasıl ulaşabileceğini gösteren bir yol haritası oluşturulmuş olur (Güllü, 2002).

Aşağıda ilgili teknik kullanılarak hazırlanmış olan kalite evi örneği verilmektedir.



Şekil 1. Kalite evi örneği (Güllü, 2002).

Projelerin Uygulamasına Yönelik Kullanılan Teknikler

Gantt kartları yöntemi

Gantt kartları bir proje sürecindeki faaliyetleri oluşturulma zamanı ve toplam süresi ile ifade etmeye yarayan görsel araçlardır. Projede bulunan faaliyetler tamamlandığında çubuklar bu durumu belirtecek şekilde koyu renklerle boyanmaktadır. Her faaliyet için bir sorumlu kişi de temsil edilebilir (Poyraz, 2010).

Gantt kartları tekniğinin kullanıldığı durumlar aşağıda sıralanmıştır:

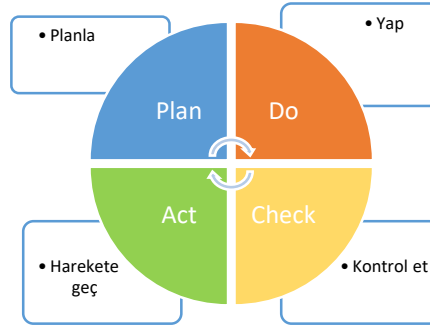
- Bir proje sürecinde uygulanacak olan faaliyetleri planlamak ve bu faaliyetleri takip etmek için bu teknik kullanılabilir.
- Bir projenin durumu hakkında başka bir kişiye bilgi vermede yardımcı olması için veya bir projenin uygulanacak adımları, sırası ve işlem süreleri bilinmek isteniyorsa bu teknik kullanılabilir.

Gantt kartlarının oluşturulma sürecinde çalışma grubunda bulunan katılımcıların düşünceleri sağlanır ve katılımcıların görevlerini tamamlaması için ne gerektiğini tekrar görmeleri sağlanmaktadır. Görevler tamamlandıkça kartların güncellenmesi, katılımcıların son durumun farkında olmasını sağlamaktadır. Gantt kartları sayesinde proje yürütme ve planlama süreci daha sağlıklı yapılmaktadır.

Gantt kartlarının imalatta meydana gelen problemlerin azaltılmasına katkısı da oldukça önemlidir. İmalat sektöründe meydana gelen kalite problemlerinin analizleri sonucu çözüme yönelik oluşturulan projeler gantt kartları ile takip edildiğinde daha verimli ve kısa sürede hayata geçirilebilmektedir.

PDCA (PÜKO) döngüsü

PDCA olarak bilinen teknik İngilizce Plan (Plan), Do (Yap), Check (Kontrol) ve Act (Harekete geç) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. PDCA döngüsü dört farklı bölümden oluşmaktadır. Aşağıda PDCA döngüsü verilmiştir:



Şekil 2. PDCA Döngüsü.

PDCA döngüsünün kullanıldığı durumlar aşağıda sıralanmıştır (Zhou et al. 2021):

- Sürekli iyileştirme modeli için birçok alanda bu teknik kullanılabilir.
- Bir proses veya ürün yeni geliştirilirken veya mevcut durum iyileştirilirken bu teknik kullanılabilir.
- Meydana gelen problemleri veya kök nedenleri doğrulamak veya önceliklendirmek için veri toplama ve çözümlene adımında bu teknikten faydalanılabilir.

PDCA döngüsü uygulanırken öncelikle planlama aşamasında yeni bir tasarım, devreye alma veya iyileştirme süreçleri planlanılmaktadır.

Uygula adımında küçük çaplı bir çalışma yapılır ve planlanan süreç için deneme çalışmaları yapılmaktadır.

Kontrol et adımında, bir önceki adımda yapılan denemeler gözden geçirilir ve sonuçlar çözümlenir. Ardından öğrenilen bilgiler ilan edilir.

Son adım olan harekete geç aşamasında ise bir önceki adımda öğrenilen bilgiler dikkate alınarak hareket edilir. Eğer çalışma sonucu olumsuz ise döngünün en başına dönülerek işlemlere baştan başlanır. Döngünün başına tekrar dönüldüğünde farklı bir plan yapılabilir. Yapılan çalışma sonucunda olumlu bir sonuç elde edilirse, kontrol et adımındaki öğrenilen bilgiler detaylı olarak çözümlenmek ve iyileştirilmek üzere döngünün en başına dönlür.

PDCA döngüsünü imalatta meydana gelen problemlerin azaltılması ve kalitenin iyileştirilmesindeki etkisine baktığımızda meydana gelen problemlerin önceden öngörülmesi durumunda mevcut durumu iyileştirmek için kullanılabilir oldukça verimli bir araçtır. Bunu yanı sıra imalat süreçlerinde meydana gelen problemleri doğrulamak için verilerin çözümlenmesi gerekmektedir. Veri çözümlenmesi sırasında PDCA döngülerinin kullanılması verilerin daha sağlıklı ve doğru bir şekilde çözümlenmesini sağlamaktadır. Bu sayede de problemlerin doğruluğu tespit edilmektedir (Zhou et al. 2021).

Altı sigma

Altı sigma, kalite iyileştirme projelerinin planlanması dahil olmak üzere tüm uygulama sürecinde kullanılan ve çok sayıda kalite aracını bünyesine dahil eden bir iyileştirme tekniğidir. Altı sigma tekniğinde müşteri ihtiyaçlarının ve isteklerinin kusursuzca karşılanması hedeflenmektedir. Altı sigma bu yönü ile iş başarısını sağlamak, başarıyı sürdürmek ve süreci en iyi duruma getirmek için kullanılabilir kapsamlı bir tekniktir.

Altı sigmanın kullanılabilir olduğu durumlar aşağıda sıralanmıştır (Albayrak, 2018):

- Çalışan herkese performans hedefi sağlamak amacıyla bu teknik kullanılabilir. Bir kuruluşta tüm çalışanların bir noktaya odaklanması ve bu noktada faaliyet göstermesi, başarmanın önemli koşullarından biridir.
- Altı Sigma'nın özünde müşteriye odaklanmanın anlamı, müşteriler için değer ne anlama geldiğini öğrenmek ve bu değer müşterilere karlı biçimde nasıl sunulacağını planlamaya yaramaktadır bu nedenle müşteriye sunulan değer arttırmak için Altı Sigma tekniği kullanılabilir.
- Süreçlerin veya ürünlerin kalitesindeki iyileştirme hızını arttırmak ve daha iyi konuma getirmek için bu teknik kullanılabilir. Altı sigma bünyesinde bulunan alt teknikler aracılığıyla, ürün ve süreçlerin dışında organizasyon yapılarında da iyileştirmeler yapılabilir.
- Stratejik olarak bir değişim kolaylaştırılmak ve daha pratik hale getirilmek isteniyorsa bu teknik kullanılabilir.

Kaizen

Kaizen Japoncadan doğrudan alınarak kullanılmaktadır ve kelime anlamı "İyileştirme" olarak çevrilmiştir. Kaizen, imalattan pazarlamaya kadar tüm süreçlerin iyileştirilmesinde yönelik bir felsefe ve bunun yanında planlama tekniği olarak uygulanan bir uygulamadır.

Kaizen'in kullanılabilir olduğu durumlar aşağıda sıralanmıştır (Albayrak, 2018):

- İmalat proseslerinde üretilen ıskartaların azaltılması ve etkinliğin artırılması için bu teknik kullanılabilir.
- Kaizen bünyesinde bulunan 5S formülünde tanımlanan beş niteliğe ulaşmak için bu teknikten faydalanabilir. 5S formülü içinde yer alan adımlar aşağıda sıralanmıştır:

- Seiri: Çalışma ortamının düzenli olması
- Seiton: Çalışma şeklinin düzenli olması
- Seiso: Çalışma ortamının temiz olması
- Seiketsu: Çalışma ve ürünlerde standardizasyonun sağlanması
- Shitsuke: Disiplinin sağlanması

Dünyada Kaizen felsefesinin en iyi uygulandığı kuruluşlardan biri kuşkusuz Toyota firmasıdır.

Toyota firmasının uygulamaları dikkate alınacak olursa kaizenin uygulanmasında kullanılacak yöntem adımları aşağıdaki gibidir (Albayrak, 2018):

- Bir operasyon seçilir ve bu operasyon standartlaştırılır.
- Standardize edilmiş olan operasyonlar gözlemlenir ve çevrim zamanı, gerekli olan donanımlar veya çalışan yetenekleri belirlenir.
- Ölçüm sonuçları kalite gereksinimler göz önünde bulundurularak kıyaslama yapılır.
- Tüm gereksinimlerin karşılanması ve verimliliğin artırılması için yaratıcı ve etkin çözümler aranır.
- Elde edilen çözümler doğrultusunda geliştirilen tüm operasyonlar da standartlaştırılır.
- Döngüde tekrar en başa gelinir ve bu şekilde devam edilir.

Her iki kaizen türü de imalat sektöründe meydana gelen hataların, sorunların, süreçlerin iyileştirilmesi için uygulanabilecek temel kapsamlı bir uygulamadır. Kaizen ile imalatta bulunan hatalı süreçler sürekli iyileştirilmektedir. Bu sayede kayıplar azaltılmakta, iskarta miktarları düşürülmekte, kalite artırılmakta ve maliyet düşürülmektedir.

Potansiyel Problemlerin Oluşum Öncesi Önleme Amaçlı Kullanılan Teknikler

Toplam verimli bakım tekniği (TPM)

Toplam verimli bakım tekniği, genel olarak bakım uygulamaları içermekte olup, büyük ölçüde üretim, mühendislik ve bakım fonksiyonlarında çalışan kişileri ilgilendiren bir sistemdir.

TPM kapsamında, planlı ve acil bakım faaliyetleri, bakım kolaylaştırma, bakım azaltma ve operatöre hatalarını azaltmaya odaklı çalışmalar yapılmaktadır. Bu sistemde makine ve donanım etkinliğinin, ürün kalitesi ve süreç performans değerlerini arttırmak için çalışmalar yürütülmektedir (Poyraz, 2010).

Toplam verim bakım tekniğinin kullanılabileceği durumlar aşağıda sıralanmıştır:

- Bina, makine ve donanımlara yapılan yatırımların korunması istenilen durumlarda TPM tekniği kullanılabilir.

- Üretim duruşlarını en az seviyeye indirerek üretkenliğin artırılması için bu teknik kullanılabilir.
- Üretilen ürünün kalitesini arttırmak ve makine, donanım kullanım performansını arttırmak için bu teknik kullanılabilir.

Toplam verim bakım tekniği sisteminde; bakım bölümü planlı bakım faaliyetlerini yürütmek ile sorumludur. Üretim bölümü ise kullanıcı veya operatörlerin bakım faaliyetlerini yürütmektedir. Mühendislik bölümü, önleyici faaliyetlerden sorumludur. Tasarım bölümü, tasarımı yapılan ürünlerin imalat kolaylığını sağlayacak şekilde tasarımlar yapmaktadır. Tüm çalışmalar kapsamında gerekli teknik eğitim ve danışmanlık hizmeti sağlanmalıdır.

Toplam verim bakımının sekiz ayağı bulunmaktadır. Bunlar; Otonom bakım, Odaklanmış iyileştirme, Planlı bakım, Bakım kalitesi, Erken ekipman yönetimi, Eğitim ve öğretim, Güvenlik, sağlık ve çevre, Yönetimde TPM'dir.

TPM'in sekiz ayağına baktığımızda, bu yöntem imalat süreçlerinin iyileştirilmesi için bir çok çalışmayı içinde barındırmaktadır. TPM, imalat süreçlerinde meydana gelebilecek hataların önlenmesini sağlayan ve bunula birlikte ekipman güvenliğini arttırmaya yardımcı olabilecek önleyici tekniklere odaklanmaktadır. TPM tekniği imalat alanlarında uygulandığında, daha az plansız arıza süresi, müşteri şikayetlerinde azalma, ürün kalitesinde artış ve işyeri kazalarında azalma gibi faydaları olduğu görülmektedir.

Tam zamanlı üretim tekniği (JIT)

Tam zamanlı üretim tekniği, ürün kalitesini ve verimliliğini arttırmaya yönelik bir gelişim stratejisi ve envanter uygulamasıdır.

Tam zamanlı üretimin temel prensibi detaylı ve hassas bir lojistik ağı planlama süreci ile stok maliyetlerini azaltmak, siparişe göre üretim yapmaktır. Tedarik zinciri planlaması üretilecek olan ürünlerin gerekli ve yeterli malzemelerini temin etmesi sayesinde, ürünlerin içlerinde gereksiz veya yanlış komponentlerin kullanımının önüne geçerek kalitenin artışını da sağlamaktadır.

Yalın üretim tekniği

Yalın üretim tekniği, üretim süreçlerine fazlasın yük getiren israfların önlenmesini hedef almaktadır. Yalın üretim tekniği, üretim süreçlerindeki operasyonlar, iş gücü ve diğer tüm girdi elemanlarının maliyetlerini en aza indirmek için çalışmalar yapmayı amaçlamaktadır.

Henry Ford yalın üretimi yalın felsefesi olarak adlandırmıştır ve bu felsefeyi "Kuruluşumuza gereksiz olan hiçbir şeyi yerleştirmeyeceğiz." diyerek açıklamıştır (Excellence Through Quality, 2023).

Yalın felsefesi, yalın üretimin temelini üretim dışındaki tüm süreçlere uygulamayı öngörmektedir. Yalın üretim felsefesi doğrultusunda en yalın üretim yapan fabrika bile yalın olmayan tedarikçilerle işbirliği yapıyorsa tüm potansiyellere erişemeyecektir.

Yalın felsefesine engel olan ve kuruluşların içerisinde gereksiz olan değerler aşağıda belirtilmektedir (Poyraz, 2010):

- Fazla ve gereksiz üretim
- Gecikmelerde ve beklemelerde harcanan zaman
- Taşıma ve transfer zamanları
- Katma değeri olmayan prosesler
- Gereksiz yapılan yatırımlar
- Hurda, yeniden işleme kaynaklı kalite maliyetleri

Yalın üretim sistemi uygulanan işletmelerde meydana gelen kalite problemleri nitekim daha az görülmektedir. Yalın üretim sistemi ile gerektiği kadar ekipman kullanarak gerektiği kadar üretim yapılmakta ve bu sayede meydana gelecek hata oranları düşürülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ticari faaliyette bulunan tüm kuruluşların var olma amaçları, öncelikli olarak kar etmektir. Günümüzde firmaların çoğu ürünlerini piyasada şekillenen satış fiyatlarının altında bir maliyet ile üretilip, aradaki fark kadar kar etmeye odaklanmışlardır. Klasik yöntemlere bakıldığında ise firmalar, ürettikleri ürünlerin maliyetleri üzerine belirli bir oranda kar payı koyarak ürünlerinin satış fiyatlarını belirlemektedir. Günümüzdeki firmalar için öne çıkan önemli unsur müşteri memnuniyetidir.

Müşterilerin taleplerine bakıldığında daha iyi ürün kalitesine sahip olan fakat fiyat oranlarının daha düşük olduğu ürünler tercih edilmektedir. Müşteri gereksinimlerinin belirlenmesinde tasarım fonksiyonu ve gerçekleştirilmesinde üretim fonksiyonu ön plandadır. Bu durum ele alındığında tasarım kalitesi ve üretim, süreç kalitesi iyi olan bir ürün hem müşteri gereksinimlerini karşılamakta hemde rekabetçi bir fiyatta satışa sunulabilmektedir. Bunun sebebi ise süreç kalitesi artan bir üretimin verimliliğinde paralel olarak atmasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında imalat sektörlerinde meydana gelebilecek kalite hatalarının nedenlerine değinilmiştir. Bir kalite probleminin çözülmesi, analizi veya iyileştirilmesi için öncelikle oluşabilecek potansiyel nedenlerin neler olabileceğinin veya bunların hangi sebeplerden kaynaklanabileceğinin bilinmesi gerekmektedir. Bir sorunun kök neden analizi yapılırken temel sorunun problemin doğru tanımlanmasıdır. Bu çalışma kapsamında herhangi bir üretim prosesinde meydana gelebilecek kalite problemlerinin kök nedenleri ana kategorilerde sunulmuştur. Bu ana kategoriler üretim yapılan koşul, ortam ve ürüne göre değişiklik göstermektedir.

Çalışma kapsamında imalat süreçlerinde meydana gelebilecek hataların kök nedenlerinin sunulmasının ardından bu problemlerin azaltılması, kalitenin ve verimliliğin artırılması için üretim süreçlerinde uygulanabilecek kalite tekniklerinden bahsedilmiştir. Kalite iyileştirme

tekniklerinin odak noktası ve yapmak istediği çalışmaların hedefi benzerdir. Bu tekniklerin amacı adından da anlaşılacağı üzere kalitenin iyileştirilmesi ve sürekliliğinin sağlanmasıdır. Kalite iyileştirme teknikleri de kendi içinde ayrı kategorilere ayrılmaktadır. Üretim süreçlerinin proseslerin kalitesini iyileştirmek için akış-diyagramı, poke-yoke veya FMEA gibi yöntemler kullanılmalıdır. Bu yöntemler, proseslerde oluşabilecek hataları minimalize etmek, maliyetleri düşürmek ve verimliliği arttırmayı hedeflemektedir. Bütününe baktığımızda ise proseslerin iyileştirmesine katkı sağlayarak nihai ürünün kalitesinin daha iyi olmasını sağlamaktadır. Diğer bir kategori ise kalite problemlerinin kök neden analizidir. Meydana gelen problemlerin çözülmesi için kök neden analizi kaçınılmaz bir uygulamadır. Kök neden analizi yapılırken en verimli tekniklerden bir balık kılçığı diyagramıdır. Balık kılçığı diyagramının ele aldığı ana kategoriler aslında üretim süreçlerinde meydana gelebilecek problemlerin sebep olabileceği nedenlerin tamamını içinde barındıran genel bir çerçevedir. Problemlerin analizi kadar problemlerin çözümünü sağlayacak etkili fikirlerin oluşturulmasıdır. Bu kategoride de çoğunlukla beyin fırtınası, benchmark veya kalite fonksiyon açılımı gibi teknikler kullanılmaktadır. Burada amaç problemlerin çözülmesi için sıradışı, etkin ve verimli fikirlerin yaratılmasıdır. Problemlere çözüm üretecek fikirler oluşturulduktan sonra çözüme yönelik çalışmalar, projeler yapılmaktadır. Yapılacak olan bu projelerin daha kısa sürede, daha etkili ve kalıcı bir önlem içeren çalışmalar olması beklenmektedir. Bu kapsamda diğer bir ana kategori olan projelerin uygulanmasını oluşturmaktadır. Projelerin uygulanması için daha sıkı gantt kartları, PDCA döngüleri, Altı Sigma veya Kaizen teknikleri kullanılmaktadır. Bu tekniklerinde ana amaçları; yapılmak istenen çalışmaları daha doğru bir şekilde ele almak, incelemek ve hayata geçirmektir. Bu sayede yapılan çalışmalarla problemlerin çözülmesi için yaratılan projeler daha kısa sürede etkisi görülmeye başlanmaktadır. Son aşama olan kategori ise potansiyel problemlerin oluşum öncesi önleme amaçlı uygulanan tekniklerdir. Problemlerin çözümü tespit edilip hayata geçirildikten sonra bu problemin bir daha meydana gelmemesi için kalıcı önlemler alınmaktadır. Önleyici aksiyonların tanımlanması için çoğunlukla toplam verimli bakım, tam zamanlı üretim tekniği ve yalın üretim tekniği kullanılmaktadır. Bu tekniklerin amaçları imalat süreçlerinin daha kolay ve pratik hale gelmesi, süreçlerdeki hataların kolaylıkla tespit edilmesi ve çözülmesi, duruşların önlenmesi, doğru ekipman kullanarak doğru ürünlerin işlenmesini sağlamak, gerekli miktarda ekipman kullanarak gerekli miktarda ürünler üretmek, oluşabilecek teknik arızaların önceden planlı bakımlarla çözülmesi ve bu sayede bakım maliyetlerinin azaltılmasını, süreçlerin iyileştirilmesi ile ürün kalitesinin artırılması ve daha optimum satış fiyatlarını sunulabilmesini sağlamaktır. Tüm kuruluşlar, kalite yönetim sistematiğini benimseyerek üretim yaptığında müşteri gereksinimlerini ve memnuniyetini karşılayabilir, kaliteli ürünler üretebilir, piyasadaki yerini koruyabilir ve piyasada rekabetçi bir firma olabilmektedir. Firmaların piyasadaki yerini koruması için kalite yönetim tekniklerini benimsemesi ve tüm çalışanlarının bu bakış açısı ile çalışmasını sağlaması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahuja, I. P. S., ve Khamba, J. S. (2008). Total Productive Maintenance: Literature Review And Directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 25(7), 709-756.
- Albayrak, H. M. (2018). Toplam Kalite Yönetimi Tekniklerinden Kaizen Ve Altı Sigma Uygulamalarının Kıyaslanması Üzerine Örnek Bir Uygulama. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*. 4(1), 24-57.
- Baykasoğlu, A., ve Gölcük, İ. (2017). Development of an interval type-2 fuzzy sets based hierarchical MADM model by combining DEMATEL and TOPSIS. *Expert Systems with Applications*. 70, 37-51.
- Brandenburg, M., ve Rebs, T. (2015). Sustainable Supply Chain Management: A Modeling Perspective. *Annals of Operations Research*. 229(1), 213-252.
- Cavallini, C., Gaiardelli, P., Gebennini, E., ve Pilati, F. (2018). A VSM-Based Approach To Enhance Quality Control In A Food Industry: A Case Study. *International Journal of Production Research*. 56(7), 2421-2436.
- Chen, Y. F., Tan, K. C., ve Tse, Y. K. (2006). Predicting And Diagnosing Process Faults In A Semiconductor Manufacturing Process Using Machine Learning Techniques. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturin*. 22(6), 632-641.
- Chiarini, A. (2011). Japanese Total Quality Control, TQM, Deming's System Of Profound Knowledge, BPR, Lean and Six Sigma: Comparison and Discussion. *International Journal of Lean Six Sigma*. 2(4), 332-355.
- EN ISO 9000. (2005). Quality Management System – Fundamentals And Vocabulary, 17/12/2000.
- García-Martínez, B. A., Jaramillo-Morales, O. A., Espinosa-Juárez, J. V., Navarrete-Vázquez, G., Melo-Hernández, L. A., Medina-López, J. R., ... ve López-Muñoz, F. J. (2016). Antinociceptive Effects Of A New Sigma-1 Receptor Antagonist (N-(2-morpholin-4-yl-ethyl)-2-(1-naphthyloxy) acetamide) in Two Types of Nociception. *European Journal of Pharmacology*. 771, 10-17.
- Ghobadian, R., Speller, S. and Jones, W. (1994) Service Quality Concepts and Models. *International Journal of Quality Management*. 11, 43-66.
- Güllü, E., ve Ulcay, Y. (2002). Kalite Fonksiyonu Yayılımı Ve Bir Uygulama. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 7 (1), 71-91.
- Kim, H. S., Lee, S. J., ve Kim, H. J. (2018). Risk Assessment And Management Of Safety Incidents Caused By Production Errors. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 53, 82-89.
- Huang, C. T., Yeh, T. M., Lin, W. T., ve Lee, B. T. (2009). A Fuzzy AHP-Based Performance Evaluation Model For Implementing SPC in the Taiwanese LCD Industry. *International Journal of Production Research*. 47(18), 5163-5183.

- Larsson, M. ve Norén, M. (2011). *Assessment And Improvement Of QJ Problem Solving Process With Respect To Six Sigma*. Reproservice. Chalmers University of Technology. Sweden.
- Pyzdek, T. (2003). *Quality Engineering Handbook*. NY: Marcel Dekker, Inc. 2. Baskı. New York
- Poyraz, Ö. (2010). *İmalat Süreçlerinin Kalitesinin, Verimliliğinin Artırılmasına Yönelik Sürekli İyileştirilmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Şahin, Ş. (2009). *Tasarım Ve İmalat Süreçlerinde Sistemik Problem Çözüm Yöntemlerinin Montaj Tasarım Optimizasyonu için Uyarlanması*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Tague, N. R. (2005). *Quality Toolbox*. WI: ASQ Quality Press. Milwaukee.
- Zhang, Y., Li, Z., ve Zhang, C. (2015). Quality Control Of Manufacturing Process In Bearing Industry Based On Attribute Control Chart. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 26(2), 279-286.
- Zhou, J., Xu, H., Jiang, M., Cao, H., Jiang, L., Xu, T., ... ve Gu, F. (2021). Effect of PDCA-Based Nursing Management Model On The Quality Of Life And Complications Of Patients With Acute Leukemia Undergoing Chemotherapy. *American Journal of Translational Research*. 13(4), 3246.
- Excellence Through Quality (2023). ASQ. <https://asq.org/>, (Erişim tarihi: 15.05.2023).