



Received / Makale Geliş Tarihi 09.05.2024
Published / Yayınlanma Tarihi 31.07.2024
Volume (Issue) Cilt (Sayı) 8 (44)
pp / ss 1004-1018

Research Article/Araştırma Makalesi
10.5281/zenodo.13151908
Mail: editor@pejoss.com

Doç. Dr. Murat Tanık

<https://orcid.org/0000-0002-3116-7095>

Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İzmir / TÜRKİYE

ROR Id: <https://ror.org/00dbd8b73>

Ufuk Emir

<https://orcid.org/0009-0000-3091-4397>

Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, İzmir / TÜRKİYE

ROR Id: <https://ror.org/00dbd8b73>

Toplam Kalite Yönetiminde İstatistiksel Kalite Kontrol Tekniklerinin Endüstriyel Bir Projede Kaynak Hataları Üzerinde Uygulanması

Application of Statistical Quality Control Techniques in Total Quality Management on Welding Defects in an Industrial Project

ÖZET

Bu makale, endüstriyel projelerde kaynaklı imalat sürecinde Toplam Kalite Yönetimi ve İstatistiksel Kalite Kontrol Tekniklerinin uygulanmasını araştırmaktadır. Kaynak faaliyetinin iş akışı, kaynak öncesi, kaynak esnasında ve kaynak sonrası aşamaları içeren bir akış diyagramıyla detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Şirketlerin sürekli kalite iyileştirmeyi başarmak için uygun araçları kullanmaları gerekir. Bu çalışmada yedi temel kalite kontrol aracının sistematik kullanım olanaklarının bir değerlendirilmesi sunulmaktadır. Bu çalışma ile yedi temel kalite kontrol aracının projelerin içerisindeki imalat süreçlerinde de kullanılabileceğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

Kontrol kartları, tahribatsız test zorunluluğunun başarıyla yerine getirildiğini ve bu testlerin zaman içindeki dağılımını göstermiştir. Projede aynı zamanda kaynak ret oranları incelenerek proje kalite planına uygunluğu değerlendirilmiştir. Pareto diyagramları kullanılarak tahribatsız test sonuçlarına odaklanılmış ve öncelikli hata türleri ile aylara göre hata dağılımı analiz edilmiştir. Neden sonuç diyagramları ile kaynak hatalarının genel nedenleri belirlenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Yapılan analizler, yönetim kararlarının, operasyonel süreçlerin ve çalışanların performansının projedeki kaynak hatalarını etkilediğini göstermiştir. Bu dönem projesi, kaynak faaliyetleri kapsamında proses yönetimi ve kalite kontrol mekanizmalarının detaylı analizini sağlayarak endüstriyel projelerde benzer sorunların önlenmesine yönelik stratejiler geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kalite, Toplam Kalite Yönetimi, Temel Kalite Kontrol Teknikleri

ABSTRACT

This article explores the application of Total Quality Management and Statistical Quality Control Techniques in the welded manufacturing process in industrial projects. The workflow of the welding activity is explained in detail with a flow diagram that includes pre-welding, during-welding and post-welding stages. Companies need to use appropriate tools to achieve continuous quality improvement. This study presents an evaluation of the systematic use possibilities of seven basic quality control tools. This study aims to show that seven basic quality control tools can be used in the manufacturing processes of projects.

Control cards showed that the non-destructive testing obligation was successfully fulfilled and the distribution of these tests over time. In the project, resource rejection rates were also examined and their compliance with the project quality plan was evaluated. Using Pareto diagrams, non-destructive test results were focused on and priority error types and error distribution by months were analyzed. General causes of welding errors were determined with cause-and-effect diagrams and solution suggestions were presented. Analysis has shown that management decisions, operational processes and employee performance affect welding errors in the project. This term project aims to develop strategies to prevent similar problems in industrial projects by providing detailed analysis of process management and quality control mechanisms within the scope of welding activities.

Keywords: Quality, Total Quality Management, Basic Quality Control Techniques

1. GİRİŞ

Organizasyonlar günümüz rekabetçi ortamında kalite standartlarını artırmak ve sürekli iyileştirmeler yapmak amacıyla çeşitli stratejilere yönelmektedir. Bu çerçevede, Toplam Kalite Yönetimi öne çıkan bir yönetim yaklaşımıdır. Toplam Kalite Yönetimi, üretim öncesi faaliyetler sırasında tasarım kalitesini, üretim sürecindeki faaliyetler sırasında uygunluk kalitesini ve üretim sonrasındaki faaliyetler sırasında performans kalitesini sağlamaya yönelik hedefleri benimseyen önemli bir yaklaşımdır. Kalite yönetimi zaman içinde bir disiplin olarak gelişmiş ve endüstriyel gelişimle uyumlu ve paralel olarak ilerlemiştir. Sanayi devriminden sonra üretim hattındaki kalite kusurlarını tespit etmek amacıyla kalite muayeneleri geliştirilmiştir. Daha sonraları ise muayene daha odaklı bir yaklaşım olan kalite kontrole dönüşmüştür (Zairi, 2013; Antony vd., 2022). Kalite Kontrol, ürün kalitesinin korunmasını sağlayarak kalite sürecini resmileştirmek amacıyla geliştirildi (Bendell vd., 1995). Bu kalite gelişiminin bir sonraki aşaması, sadece kusurları tespit edip önlemeye odaklanmaktan çok bu kusurların ortaya çıkmasını önleyecek kalite standartlarının ortaya konduğu kalite güvence mekanizmasının ortaya çıkışıydı (Prajogo ve Sohal, 2001). Bu yeni kalite yönetimi anlayışının ilkelerinin geliştirilmesi sırasında beş kalite gurusunun katkısı oldukça önemlidir. Kaoru Ishikawa, kalitenin iyileştirilmesi konusuna büyük katkıda bulunan kalite gurularından biridir. Ishikawa, Deming, Juran ve Feiganbaum'un öğrencisiydi. Kendisi, Ishikawa diyagramı olarak da adlandırılan neden-sonuç diyagramı ile bilinir (Carvalho vd., 2021). Kendisi bunun yanı sıra kalite çemberleri, sürekli öğrenme, kalite zincirleri ve yedi kalite kontrol aracının da geliştiricisi olarak ta tanındı. Ishikawa aynı zamanda 1955-1960 arasında şirket çapında kalite kontrol faaliyetleri ile yoğun olarak ilişkili idi. Kendisi istatistiksel araçlar olan yedi kalite kontrol aracını fabrika işçilerinin kolayca kullanabileceği şekilde basitleştirdi (Zairi, 2013). Çetele diyagramları, histogramlar, pareto analizi, neden sonuç diyagramları ve kontrol kartlarını da içeren yedi kalite kontrol aracı Ishikawanın kaliteye yaptığı en büyük katkılardır (Antony vd., 2021). Bu çalışmada da bu temel tekniklerin büyük projelerdeki imalat süreçlerinde ne kadar etkili olarak kullanılabileceği araştırılmıştır.

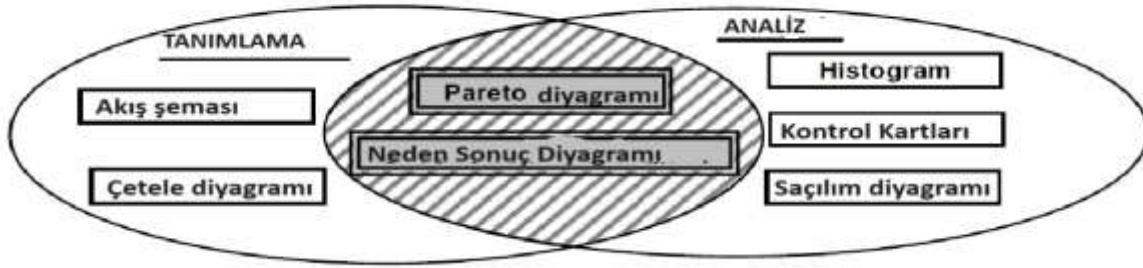
Kalite geliştirme teknikleri, kalite yönetiminin evrimi içerisinde çok kompleks yapılara ulaşmışlardır. İstatistik teknikler, deney tasarımları, cevap yüzeyi modelleri ve buna benzer onlarca teknik ve bu tekniklerin yoğun tekniklerin kullanıldığı altı sigma gibi metodolojiler günümüzde de evrimleşmeye devam etmektedirler. Ancak bu yaklaşımlar yüksek eğitilmiş çalışanların bulunmadığı üretim koşullarında her zaman büyük katkılar sağlamayabilirler. Oysa kullanımı görece basitleştirilmiş yedi temel araç, bünyelerinde pek çok avantaj barındırmaktadırlar.

2. KALİTE YÖNETİMİ ve YEDİ KALİTE KONTROL ARACI

Günümüzde yüzden fazla farklı araç kalite geliştirmede kullanılmaktadır. Birçok bilim adamı onları tanımlamaya ve onları farklı temelerde ayırtmaya çalışmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 7 kalite geliştirme aracı ise onlarca teknik arasında kullanım kolaylığı ve etkinlik bakımından diğerlerinin önüne çıkmaktadır. Diğer tüm araçlar için temel oluşturan bu araçlar:

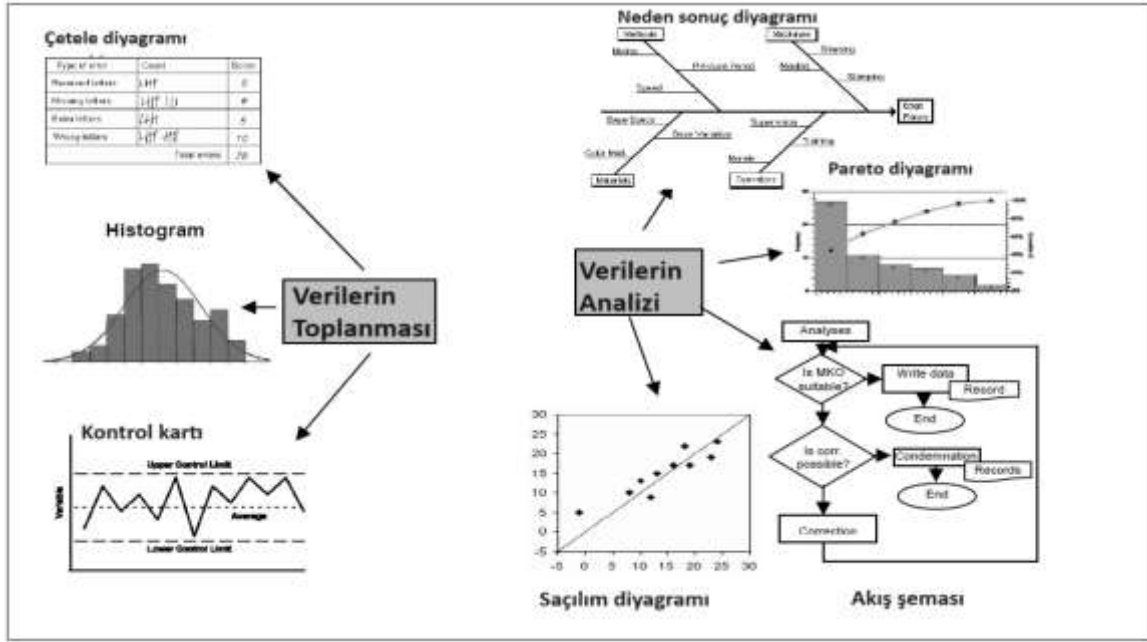
- Akış Şeması
- Pareto Diyagramı
- Çetele Diyagramı
- Kontrol Kartları
- Histogram
- Saçılım Diyagramı
- Neden Sonuç Diyagramı

Şeklinde listelenebilir. Bu basit ama etkili "iyileştirme araçları" yaygın olarak tasarımdan teslimata kadar tüm süreç adınlarında "grafiksel problem çözme metotları" olarak kullanılmaktadır. Kullanımdaki sorun ise herkesin bunların amacına uygun olarak nasıl kullanacağı ile ilgili bir görüş elde edebilmesidir. Bu araçların bazıları sürecin anlaşılması ve tanımlanması amacıyla kullanılırken pareto ve neden sonuç diyagramları hem tanımlama hem de analiz amacıyla kullanılabilir (Pavletic vd.,2008). Bu araçların nasıl kullanılabileceği ile ilgili bir şema Avrupa Kalite Organizasyonu (EOQ) tarafından hazırlanmıştır:



Şekil 1. Yedi Kalite Kontrol Aracının Süreç Tanımlama ve Analizinde Kullanımı (EOQ ya göre).

Aşağıdaki şekilde ise bu tekniklerin veri toplanması ve toplanan verilerin analiz edilmesi zemininde nasıl kullanılabileceği yine EOQ nin bakış açısıyla sunulmuştur.



Şekil 2. Yedi Kalite Kontrol Aracının EOQ ya göre mevcut kullanım yaklaşımı (Pavletik vd., 2008).

3. UYGULAMA

Çalışmanın yapıldığı XXX Endüstri Tesisleri, YYY Holding bünyesine bağlı ağır sanayi inşaat koludur. Kardeş şirketleri ve stratejik ortaklıklar aracılığıyla büyük ölçekli projelerde mühendislik, satın alma, inşaat, işletme ve yönetim hizmetleri sunmaktadır. XXX Endüstri Tesislerinin vizyonu dünyanın önde gelen endüstriyel tesis kurucusu olmak, misyonu ise karşılıklı güven, bağlılık ve dostluk ortamında büyümektir. XXX Endüstri Tesisleri, optimum bütçeyle dinamik bir şirket olma, müşteri taleplerine istemeden cevap vermek, sürdürülebilir büyüme, paydaşlara refah sağlamak ve müşteri beklentilerini aşarak güven inşa etmeyi hedeflemektedir. XXX Endüstri Tesislerinin meydan okuması, rekabetçi bir zaman çerçevesinde ve bütçe içinde en yüksek değeri yaratmak için tutkulu bir şekilde çalışmaktır. Taaahhütleri arasında sürdürülebilirlik, bütünlük, etik, kalite, güvenlik, çevre, sosyal sorumluluk ve toplumsal bilgelik bulunmaktadır.

ABC Gaz Sahası bir keşif kuyusu ile ortaya çıkan, onaylanmış bir kapasiteye sahip olan milyarlarca metreküp büyüklüğündeki geniş bir gaz rezervidir. İşveren Firma, ABC gaz sahası için geliştirme planları yapmış ve 3 yıl gibi kısa bir zaman dilimi içerisinde gazın karaya ulaşmasını hedeflemiştir. Geliştirme projesi, deniz altı üretim tesislerinin, saha içi ve taşıma boru hatlarının tasarımını, imalatını ve montajını içerecek ve karaya gaz işleme tesisi kurulacaktır. Karada inşa edilecek gaz işleme tesisinin yapımını çalışmanın gerçekleştirildiği XXX Endüstri Tesisleri Firması üstlenmiştir.

Denizdeki kuyulardan çıkan gazın işlenmesi ve ülkeye nakledilmesi süreci, bir dizi kritik aşamadan geçmektedir. Bu sürecin ana bileşenleri ve çalışma mekanizması, deniz altındaki doğalgaz rezervuarlarından çıkan hidrokarbon gazının boru hattı aracılığıyla deniz tabanından karaya taşınması ile başlamaktadır. Hidrokarbon gazı, boru hattındaki düzenli bakım için kullanılan gaz alım ünitesine

ulaşacak. Yüksek güvenilirlikli basınç koruma ünitesi tarafından kontrol edilen giriş noktasına ulaşan hidrokarbon gazı, sıvı ve gaz akışındaki ani değişiklikleri düzenleyen bir üniteye aktarılacaktır. Ayrıca, yüksek güvenilirlikli basınç koruma ünitesi aşırı basınç durumlarında sistemi korumak için hidrokarbon gazını sıvı ve gaz ayırıştırma ünitesine değil, yüksek basınçlı gaz bacasına gönderilebilecektir. Sonrasında hidrokarbon gazı, gazdan suyu uzaklaştırmak için görev yapan tri-etilen glikol ünitesine ulaştırılacak. Tri-etilen glikol ünitesinde gazdan uzaklaştırılan su, sıvı temizleme tankına gönderilecektir. Sudan ayrılan gaz ise yüksek güvenilirlikli basınç koruma ünitesi tarafından kontrol edilen bir çıkış noktasına aktarılacaktır. Bu nokta, sistemdeki aşırı basınç durumlarında güvenli bir şekilde gazın boşaltılmasını sağlayan mekanizmadır. Sıvıdan ayırıştırılan gazın temizlenebilmesi için gaz solvent enjeksiyon pompalarına gönderilerek, temizlenen gaz saf solvent tankına, kirli olan atık gaz ise kirli solvent tankına yönlendirilecektir. Nihayet, yukarıdaki aşamalardan geçen hidrokarbon gazı artık doğal gaza dönüşmüştür ve boru hattı aracılığıyla ülkeye dağıtım gerçekleştirilebilecektir.

Denizden karaya taşınan hidrokarbon gazının işlenmesi ve ülkeye nakledilmesi sürecinde, borulama kaynak kalitesi oldukça kritik bir rol oynamaktadır. Yüksek kaliteli borulama kaynakları, mekanizmanın tüm aşamalarının sorunsuz bir şekilde işlenmesine katkı sağlar. Bu durum, hidrokarbon gazının güvenli bir şekilde işlenip temizlenerek doğal gaza dönüştürülmesini ve ülke genelinde etkin bir dağıtımını mümkün kılar. Bu nedenle, borulama kaynak kalitesinin yüksek olması, tesisin genel performansını artırarak enerji endüstrisindeki süreçlerin güvenilir ve verimli bir şekilde işlenmesine katkıda bulunur.

Endüstriyel projeler, karmaşık üretim süreçleri ve yüksek teknoloji kullanımıyla birçok fırsat sunarken, aynı zamanda kaynak hatalarıyla karşılaşma riskini de beraberinde getirir. Bu hatalar, üretim süreçlerinde ortaya çıkan sorunlar nedeniyle ciddi operasyonel ve mali etkiler yaratabilir.

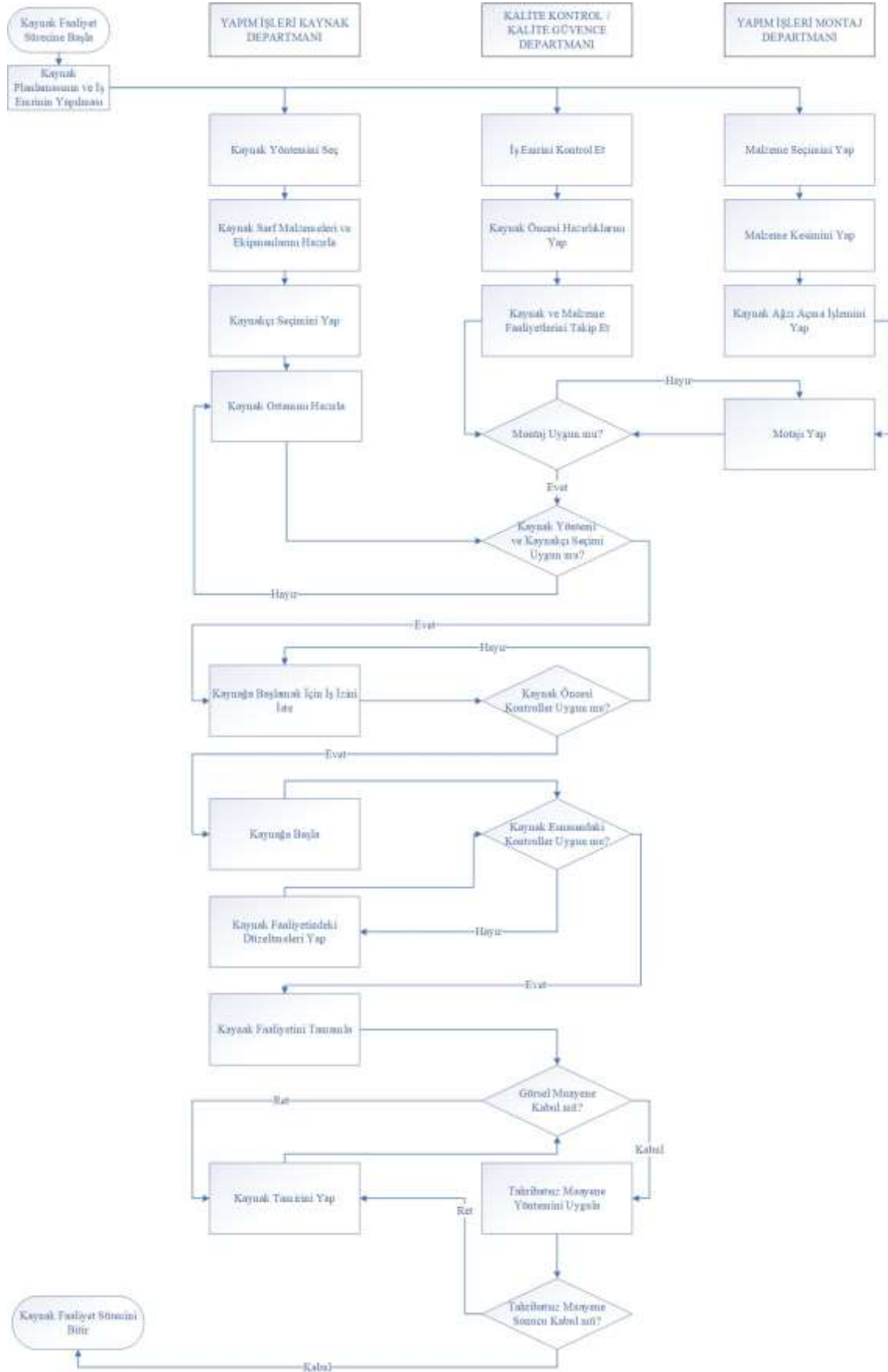
Endüstriyel projelerde borulama kaynağı imalatı için planlanan iş akışı, detaylı bir süreçten geçer. Bu sürecin her aşaması, işin kalitesini güvence altına almak ve uygulamadaki olası sorunları önceden tespit edebilmek amacıyla büyük bir öneme sahiptir. Bu süreç, sahadan elde edilen bilgiler doğrultusunda aşağıda kaynak öncesi, kaynak esnasında ve kaynak sonrası olarak üç aşamada açıklanmıştır.

Kaynak Öncesi: Bu aşama, işin kalitesini sağlamak için bir dizi önleyici adımdan oluşur. İlk olarak, onaylı denetleme planları, prosedürler, standartlar ve çizimler gibi belgeler detaylı bir şekilde incelenir. Bu belgelerin en güncel revizyonlara sahip olup olmadığı kontrol edilir. Ayrıca, kaynak prosedür şartnamesi ve kaynakçı kalifikasyonu, onaylanmış standartlara uygunluğu açısından kontrol edilir. Ekipmanların kalibrasyon sertifikaları ve kullanılacak malzemelere ait sertifikalar gibi önemli belgeler de incelenir. Kesme ve işleme yöntemleri, kaynak tüketim malzemelerinin tanımlanması, boyutsal kontrol, temizlik ve birleşim tasarımı gibi faktörler de kaynak öncesinde detaylı bir şekilde kontrol edilir. Montajın tamamlanması ve uygunluğunun kontrolü ile birlikte kaynak uygulaması başlar.

Kaynak Esnasında: Bu aşamada, kaynak süreci dikkatlice izlenir. Ön ısıtma, pasolararası geçiş sıcaklıkları, pasolararası geçiş temizliği gibi faktörler titizlikle kontrol edilir. Akım, voltaj ve kaynak hızı gibi temel değişkenlerin kontrolü bu aşamada gerçekleştirilir. Ayrıca, kaynak tüketim malzemelerinin ve deformasyonun kontrolü de büyük önem taşır.

Kaynak Sonrası: Bu aşamada yapılan kontroller, görsel muayene, boyutsal parametreler, ısıl işlem parametreleri ve tahribatsız muayene testleri gibi unsurları içerir. Bu kontroller, kaynak işleminden sonra ürünün kalitesini doğrulamak ve uygunluğunu sağlamak amacıyla gerçekleştirilir.

Bu aşamalar, iş akışının başından sonuna kadar ürün kalitesini güvence altına almayı amaçlar. Bu adımların amacı, her aşamada potansiyel sorunları tespit etmek ve düzeltici önlemler olarak sürekli iyileştirmeyi sağlamaktır. Bu sayede üretim sürecindeki verimlilik artırılır ve nihai ürün kalitesi güvence altına alınır.

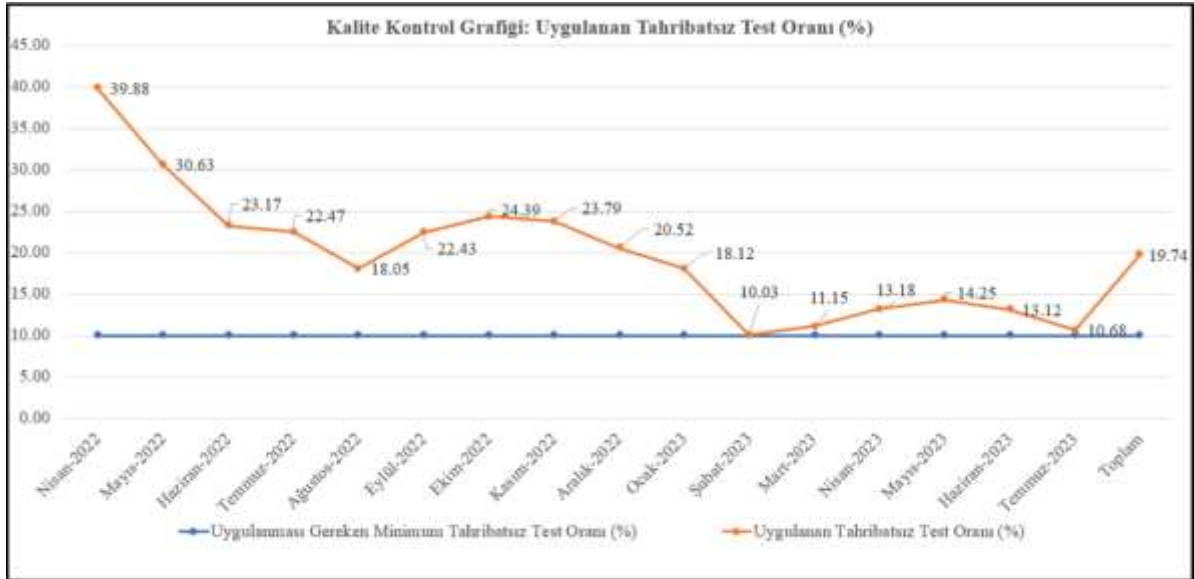


Şekil 3. Kaynak Kalite Kontrol Grafikleri

Proje kapsamındaki kaynaklar üzerinden yapılan analizler sonucunda proje şartname ve uluslararası standartlar gereği %10' luk tahribatsız test zorunluluğunun başarıyla yerine getirildiği ve şirket tarafından aylık olarak titizlikle takip edildiği tespit edilmiştir. Uygulanan tahribatsız test sayı ve oranları Tablo 1 ve Şekil 4'te verilmiştir.

Tablo 1. Uygulanan Tahribatsız Test Sayıları ve Oranları

| UYGULANAN TAHRİBATSIZ TEST SAYILARI VE ORANLARI | | | | |
|---|------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| Ay-Yıl | Toplam Kaynak Sayısı (Aylık) | Uygulanan Tahribatsız Test Sayısı | Uygulanması Gereken Minimum Tahribatsız Test Oranı (%) | Uygulanan Tahribatsız Test Oranı (%) |
| Nisan-2022 | 163 | 65 | 10.00 | 39.88 |
| Mayıs-2022 | 480 | 147 | 10.00 | 30.63 |
| Haziran-2022 | 1558 | 361 | 10.00 | 23.17 |
| Temmuz-2022 | 4869 | 1094 | 10.00 | 22.47 |
| Ağustos-2022 | 5889 | 1063 | 10.00 | 18.05 |
| Eylül-2022 | 5212 | 1169 | 10.00 | 22.43 |
| Ekim-2022 | 4974 | 1213 | 10.00 | 24.39 |
| Kasım-2022 | 3460 | 823 | 10.00 | 23.79 |
| Aralık-2022 | 3952 | 811 | 10.00 | 20.52 |
| Ocak-2023 | 5110 | 926 | 10.00 | 18.12 |
| Şubat-2023 | 2891 | 290 | 10.00 | 10.03 |
| Mart-2023 | 2619 | 292 | 10.00 | 11.15 |
| Nisan-2023 | 1176 | 155 | 10.00 | 13.18 |
| Mayıs-2023 | 449 | 64 | 10.00 | 14.25 |
| Haziran-2023 | 221 | 29 | 10.00 | 13.12 |
| Temmuz-2023 | 103 | 11 | 10.00 | 10.68 |
| Toplam | 43126 | 8513 | 10.00 | 19.74 |



Şekil 4. Kalite Kontrol Grafiği: Uygulanan Tahribatsız Test Oranı (%)

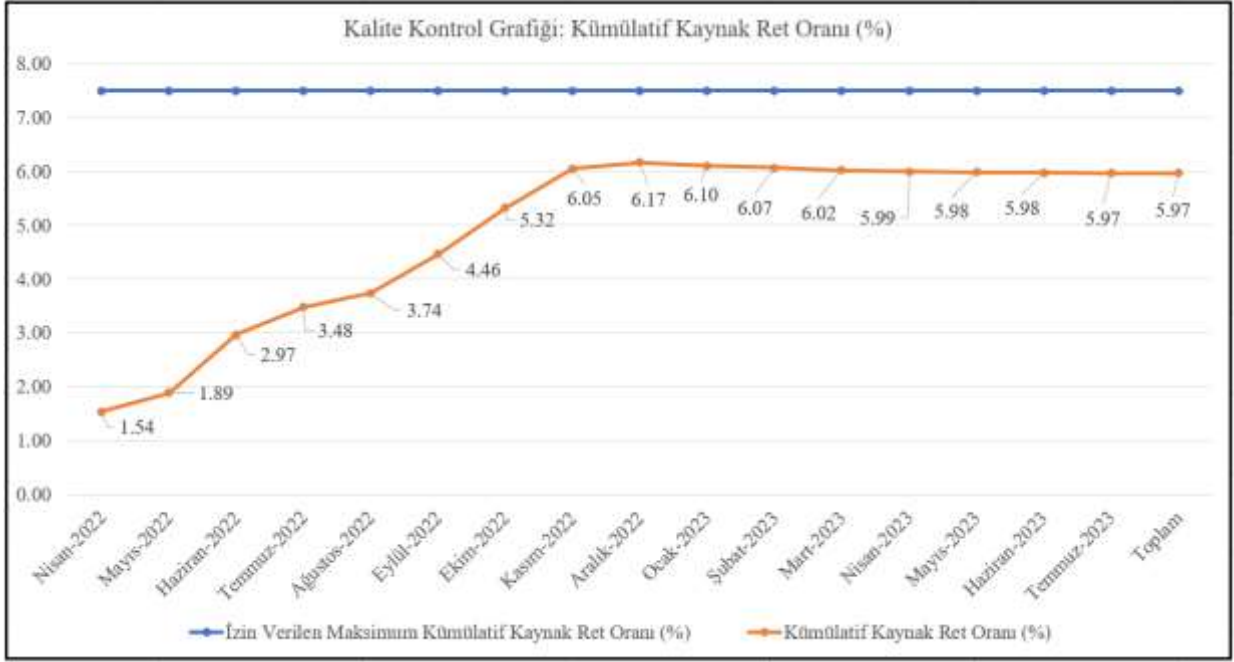
Tablo 1 ve Şekil 4'te görüldüğü üzere Nisan 2022'de başlayan kaynak faaliyetleri ile birlikte tahribatsız test faaliyetlerinin de başladığı ve Temmuz 2023'te tamamlanan kaynak faaliyetleri ile birlikte, tahribatsız test faaliyetlerinde sonlandırıldığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, en yüksek tahribatsız test oranı Nisan 2022' de %39,88 ve en düşük ise Şubat 2023'te %10,03 olarak uygulandığı tespit edilmiştir.

Proje kapsamında yapılan analiz sonucunda, proje kalite planındaki maddeye göre kaynak ret oranının aylık ve kümülatif olarak %7,5'dan fazla olmaması gerektiği belirlenmiştir. Bu oranın aylık olarak aşılması durumunda, sorunun kök nedenlerine inilerek düzeltici ve önleyici faaliyetler gerçekleştirilmelidir. Kümülatif olarak bu oranın aşılması durumunda, tüm kaynak ve tahribatsız test faaliyetleri durdurulmalı, sorunun kök nedenleri araştırılmalı, düzeltici ve önleyici faaliyetler uygulanmalı ve işverene detaylı bir rapor sunulup onayı alınana kadar kaynak ve tahribatsız test faaliyetlerine tekrar başlanmamalıdır.

Bu duruma ilişkin bilgiler Tablo 2, Tablo 3, Şekil 5 ve Şekil 6' de verilmiştir.

Tablo 2. Kümülatif Kaynak Ret Sayıları ve Oranları

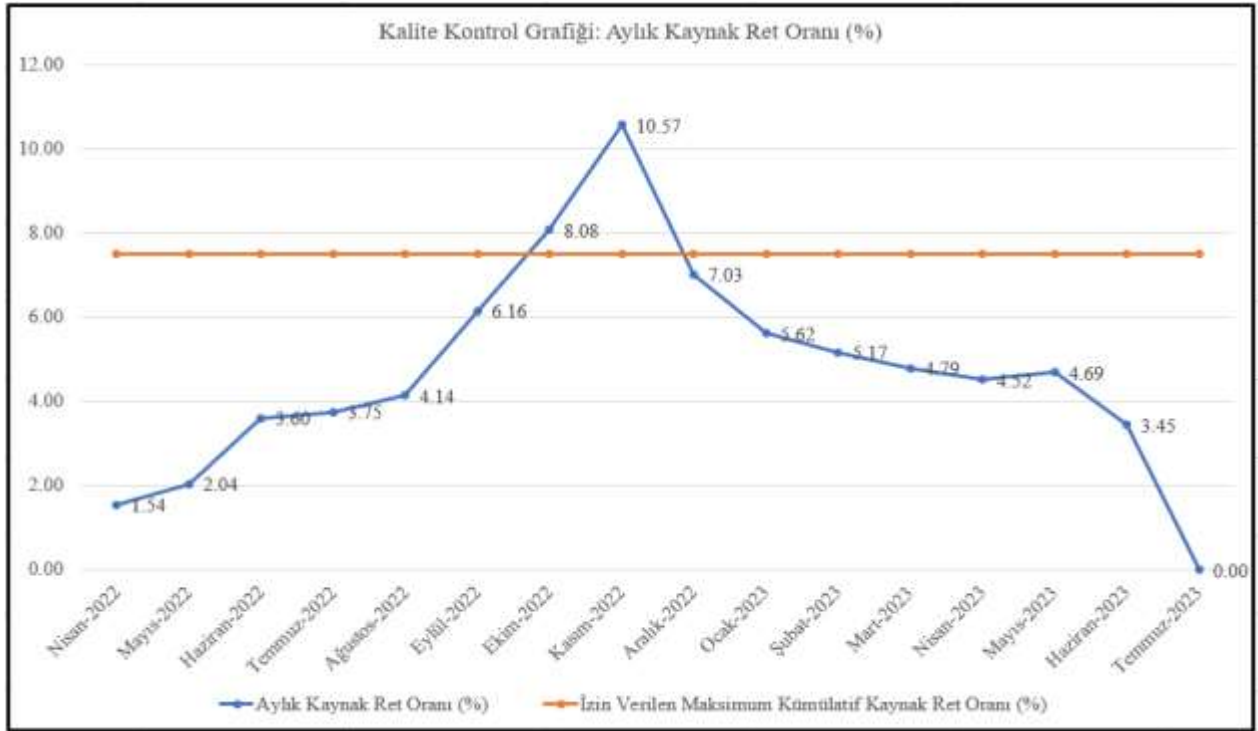
| KÜMÜLATİF KAYNAK RET SAYILARI VE ORANLARI | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------------------|-------------|------------|--|--------------------------------|
| Ay-Yıl | Toplam Kaynak Sayısı | Uygulanan Tahribatsız Test Sayısı | Kabul | Ret | İzin Verilen Maksimum Kümülatif Kaynak Ret Oranı (%) | Kümülatif Kaynak Ret Oranı (%) |
| Nisan-2022 | 163 | 65 | 64 | 1 | 7.50 | 1.54 |
| Mayıs-2022 | 480 | 147 | 144 | 3 | 7.50 | 1.89 |
| Haziran-2022 | 1558 | 361 | 348 | 13 | 7.50 | 2.97 |
| Temmuz-2022 | 4869 | 1094 | 1053 | 41 | 7.50 | 3.48 |
| Ağustos-2022 | 5889 | 1063 | 1019 | 44 | 7.50 | 3.74 |
| Eylül-2022 | 5212 | 1169 | 1097 | 72 | 7.50 | 4.46 |
| Ekim-2022 | 4974 | 1213 | 1115 | 98 | 7.50 | 5.32 |
| Kasım-2022 | 3460 | 823 | 736 | 87 | 7.50 | 6.05 |
| Aralık-2022 | 3952 | 811 | 754 | 57 | 7.50 | 6.17 |
| Ocak-2023 | 5110 | 926 | 874 | 52 | 7.50 | 6.10 |
| Şubat-2023 | 2891 | 290 | 275 | 15 | 7.50 | 6.07 |
| Mart-2023 | 2619 | 292 | 278 | 14 | 7.50 | 6.02 |
| Nisan-2023 | 1176 | 155 | 148 | 7 | 7.50 | 5.99 |
| Mayıs-2023 | 449 | 64 | 61 | 3 | 7.50 | 5.98 |
| Haziran-2023 | 221 | 29 | 28 | 1 | 7.50 | 5.98 |
| Temmuz-2023 | 103 | 11 | 11 | 0 | 7.50 | 5.97 |
| Toplam | 43126 | 8513 | 8005 | 508 | 7.50 | 5.97 |



Şekil 5. Kalite Kontrol Grafiği: Kümülatif Kaynak Ret Oranları (%)

Tablo 3. Aylık Kaynak Ret Sayıları ve Oranları

| AYLIK KAYNAK RET SAYILARI VE ORANLARI | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------|------------|--|----------------------------|
| Ay-Yıl | Toplam Kaynak Sayısı | Uygulanan Tahribatsız Test Sayısı | Kabul | Ret | İzin Verilen Maksimum Kümülatif Kaynak Ret Oranı (%) | Aylık Kaynak Ret Oranı (%) |
| Nisan-2022 | 163 | 65 | 64 | 1 | 7.50 | 1.54 |
| Mayıs-2022 | 480 | 147 | 144 | 3 | 7.50 | 2.04 |
| Haziran-2022 | 1558 | 361 | 348 | 13 | 7.50 | 3.60 |
| Temmuz-2022 | 4869 | 1094 | 1053 | 41 | 7.50 | 3.75 |
| Ağustos-2022 | 5889 | 1063 | 1019 | 44 | 7.50 | 4.14 |
| Eylül-2022 | 5212 | 1169 | 1097 | 72 | 7.50 | 6.16 |
| Ekim-2022 | 4974 | 1213 | 1115 | 98 | 7.50 | 8.08 |
| Kasım-2022 | 3460 | 823 | 736 | 87 | 7.50 | 10.57 |
| Aralık-2022 | 3952 | 811 | 754 | 57 | 7.50 | 7.03 |
| Ocak-2023 | 5110 | 926 | 874 | 52 | 7.50 | 5.62 |
| Şubat-2023 | 2891 | 290 | 275 | 15 | 7.50 | 5.17 |
| Mart-2023 | 2619 | 292 | 278 | 14 | 7.50 | 4.79 |
| Nisan-2023 | 1176 | 155 | 148 | 7 | 7.50 | 4.52 |
| Mayıs-2023 | 449 | 64 | 61 | 3 | 7.50 | 4.69 |
| Haziran-2023 | 221 | 29 | 28 | 1 | 7.50 | 3.45 |
| Temmuz-2023 | 103 | 11 | 11 | 0 | 7.50 | 0.00 |
| Toplam | 43126 | 8513 | 8005 | 508 | 7.50 | 5.97 |



Şekil 6. Kalite Kontrol Grafiği: Aylık Kaynak Ret Oranları (%)

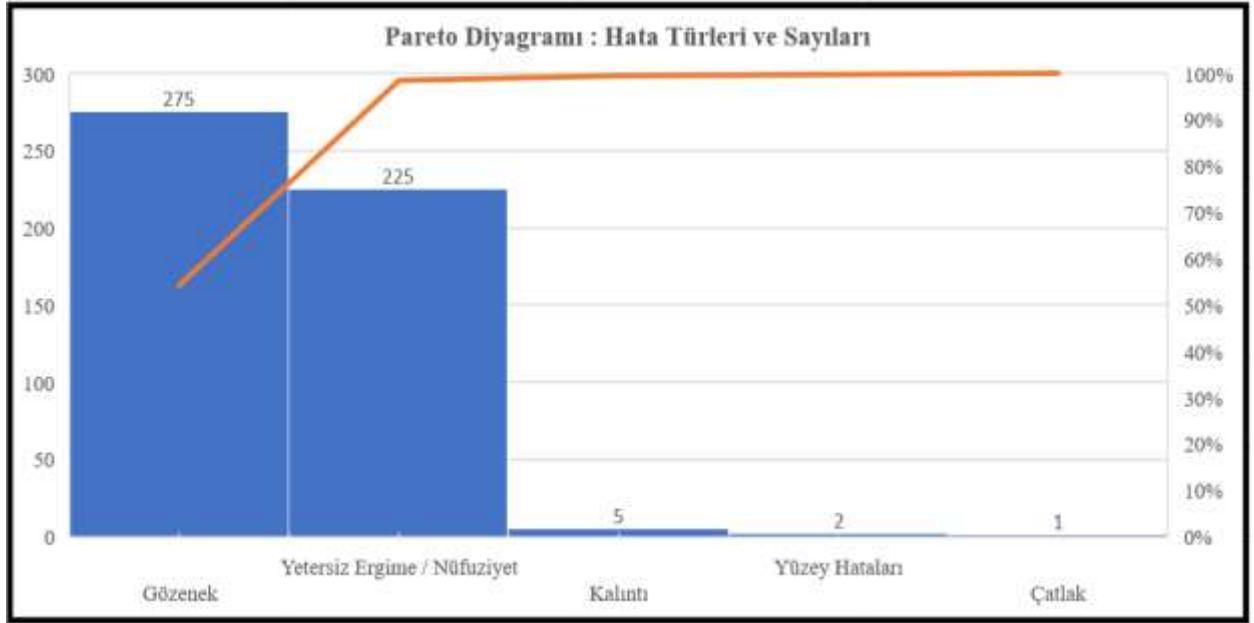
Tablo 1 ve Şekil 4'te görüldüğü üzere elde edilen bulgulara göre, en yüksek kümülatif kaynak ret oranı Aralık 2022'de %6,17 olarak tespit edilmiştir. Kümülatif kaynak ret oranının %7,5 üst sınırın üzerinde olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2 ve Şekil 5'te görüldüğü üzere, elde edilen bulgulara göre, aylık %7,5 üst sınırının Ekim 2022' de %8,08 ve Kasım 2022'de %10,57 olarak aşıldığı tespit edilmiştir.

Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, tahribatsız test sonuçlarına odaklanarak Pareto Diyagramları oluşturulmuştur. Bu diyagramlardan bir tanesi, hata türlerini ve bu hataların sayılarını görsel bir şekilde sunarak önemli bilgiler içermektedir. Ayrıca, projedeki tahribatsız test sonuçları üzerinden yapılan incelemede, hata sayılarının aylara göre dağılımı araştırılmıştır. Bu çerçevede, hangi aylarda daha fazla hata yaşandığına dair önemli bulgular elde edilmiştir. Bu çalışma, hem hata türlerinin öncelik sıralamasını hem de aylara göre hata dağılımını içeren detaylı bir analitik yaklaşımı temsil etmektedir, bu da projenin kalitesini ve performansını artırmaya yönelik etkili önlemlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Tablo 4. Hata Türleri ve Sayıları

| HATA TÜRLERİ VE SAYILARI | | |
|--------------------------|-----------------------------|-------------|
| No | Hata Türleri | Hata Sayısı |
| 1 | Kalıntı | 5 |
| 2 | Gözenek | 275 |
| 3 | Yetersiz Ergime / Nüfuziyet | 225 |
| 4 | Çatlak | 1 |
| 5 | Yüzey Hataları | 2 |
| Toplam | 5 | 508 |



Şekil 7. Pareto Diyagramı: Hata Türleri ve Sayıları

Tablo 4 ve Şekil 7’de görüldüğü üzere, elde edilen bulgulara göre, pareto diyagramı analizine dayanarak, projedeki tahribatsız test sonuçlarına odaklanılmıştır. Toplamda 508 kaynak hatasına ulaşılmıştır. Bu kaynak hataları arasında toplamda beş farklı hata türü bulunmaktadır. Elde edilen verilere göre, 508 hatanın 275’ i gözenek ve 225’ i ise yetersiz ergime/nüfuziyet olarak öne çıkan hata türlerini vurgulamaktadır. Gözenek ve yetersiz ergime/nüfuziyet hata sayılarındaki belirgin farklar, bu iki hata türünün projedeki önemli sorun alanları olabileceğine işaret etmektedir. Bu bulgular, hata düzeltme ve önleme stratejileri geliştirilirken bu öncelikli alanlara odaklanılmasını desteklemektedir.

Tablo 5: Aylık Kaynak Ret Sayıları

| AYLIK KAYNAK HATA RET SAYILARI | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|------------|
| Ay-Yıl | Uygulanan Tahribatsız Test Sayısı | Kabul | Ret |
| Nisan-2022 | 65 | 64 | 1 |
| Mayıs-2022 | 147 | 144 | 3 |
| Haziran-2022 | 361 | 348 | 13 |
| Temmuz-2022 | 1094 | 1053 | 41 |
| Ağustos-2022 | 1063 | 1019 | 44 |
| Eylül-2022 | 1169 | 1097 | 72 |
| Ekim-2022 | 1213 | 1115 | 98 |
| Kasım-2022 | 823 | 736 | 87 |
| Aralık-2022 | 811 | 754 | 57 |
| Ocak-2023 | 926 | 874 | 52 |
| Şubat-2023 | 290 | 275 | 15 |
| Mart-2023 | 292 | 278 | 14 |
| Nisan-2023 | 155 | 148 | 7 |
| Mayıs-2023 | 64 | 61 | 3 |
| Haziran-2023 | 29 | 28 | 1 |
| Temmuz-2023 | 11 | 11 | 0 |
| Toplam | 8513 | 8005 | 508 |

Tablo 5’te görüldüğü üzere, projedeki tahribatsız test sonuçlarından toplamda 508 kaynak hatasına ulaşıldığı belirlenmiştir. Bu hataların aylara göre dağılımı incelendiğinde, 98 hatanın Ekim 2022, 87 hatanın Kasım 2022 ve 72 hatanın Eylül 2022 tarihlerine ait olduğu görülmektedir. Elde edilen bu veriler, projedeki belirli aylarda yoğunlaşan hata sayılarını açıkça göstermektedir. Özellikle Ekim, Kasım ve Eylül

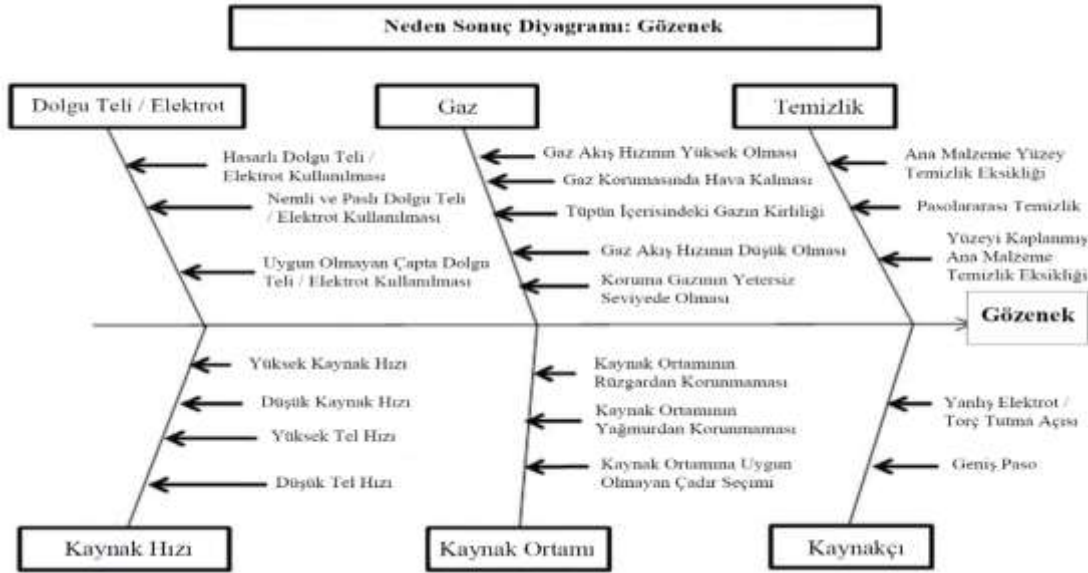
2022 tarihlerinde daha yüksek hata sayılarına rastlanması, bu ayların özel bir dikkat ve çözüm odaklı önlemler gerektirebileceğini göstermektedir. Bu durum, projenin ilerleyen aşamalarında benzer hataların tekrarını önlemek adına stratejik planlamalara olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Uygulama bölümünde, akış diyagramı, kalite kontrol grafikleri, pareto diyagramları, sırasıyla açıklamalarıyla birlikte hazırlanarak şirket çalışanlarından oluşan bir grupla paylaşılmıştır. Yapılandırılmamış beyin fırtınası tekniği kullanılarak, hataların genel olarak üç ana soruna neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Pareto diyagramındaki bulgulara göre, birinci sırada yer alan kaynak hatası gözenek dolgu teli ve/veya elektrot, gaz, temizlik, kaynak hızı, kaynak ortamı ve kaynakçı olarak 6 ana nedenden kaynaklandığı belirlenmiş ve alt nedenleri ile birlikte Şekil 8’de gösterilmiştir.

Pareto diyagramındaki bulgulara göre, ikinci sırada yer alan kaynak hatası yetersiz ergime / nüfuziyetin dolgu teli ve/veya elektrot, montaj, temizlik, kaynak hızı, akım hızı ve kaynakçı olarak 6 ana nedenden kaynaklandığı belirlenmiş ve alt nedenleri ile birlikte Şekil 9’da gösterilmiştir.

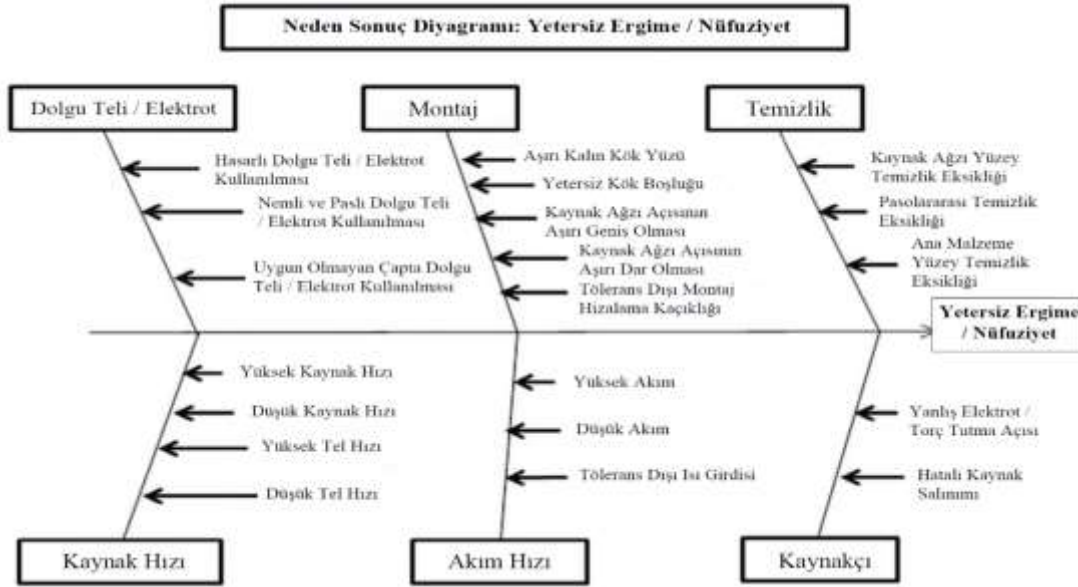
Kalite kontrol grafikleri, pareto diyagramları, histogram ve serpilme diyagramları, operasyonel süreç içinde bazı aylarda özellikle hata sayısının artması nedeniyle genel kaynak kalitesini etkileyen yönetim, malzemeler, personel, çevre, yöntemler ve makineler olmak üzere 6 ana nedenden kaynaklandığı belirlenmiş ve alt nedenleri ile birlikte Şekil 10’da gösterilmiştir.



Şekil 8: Neden Sonuç Diyagramı: Gözenek Hatası

Şekil 8’deki neden sonuç diyagramına göre, gözenek hatasının ana nedenleri kaynak dolgu telinin, elektrotların ve gazların kaynakçı ve denetleyen personel tarafından kontrol edilmemesidir. Ayrıca, montaj sonrası ana malzemenin temizliği ve kaynak uygulamasına başladıktan sonra pasolararası temizliğin yetersiz seviyede yapıldığı anlaşılmıştır. Kaynak ortamının uygun çadırlarla korunmaması hatayı daha da arttırmıştır. Bazı kaynakçıların pense veya torç ile ana malzeme arasındaki açığı doğru şekilde ayarlayamadığı anlaşılmıştır. Hata veren kaynakçıların kaynak hızı ve tel hızı arasındaki uyumu yakalayamadıkları tespit edilmiştir.

Gözenek hatasını önlemek için, kaynakçı ve denetleyen personelin bilinçlendirilmesi için kısa toplantılar ve eğitimler düzenlenmesi gerekmektedir. Bu toplantı ve eğitimler özellikle kaynakçı ve kaynak hızı başta olmak üzere diğer tüm unsurları ortadan kaldıracaktır. Kalifiye kaynakçılar ve sertifikalı denetçiler tarafından yapılan uygulamalara rağmen, imalat körlüğüne neden olabilecek sorunların önüne geçilmelidir. Kaynağa başlamadan önce dolgu telleri, elektrotlar ve gazlar mutlaka kontrol edilmelidir. Herhangi bir sorunla karşılaşıldığı takdirde ilgili üst yöneticilerine bilgi verilmesi gerekmektedir. Montaj sonrası kaynağa başlamadan önce ana malzeme yüzeyindeki kir, yağ ve paslar tamamen temizlenmeli ve kaynağa başladıktan sonra pasolar arası temizlik mutlaka yapılmalıdır. Rüzgar ve yağmur gibi zorlu hava koşullarından kaynak ortamının korunması için uygun çadır seçimi ve koruyucu önlemlerin alınması gerekmektedir.

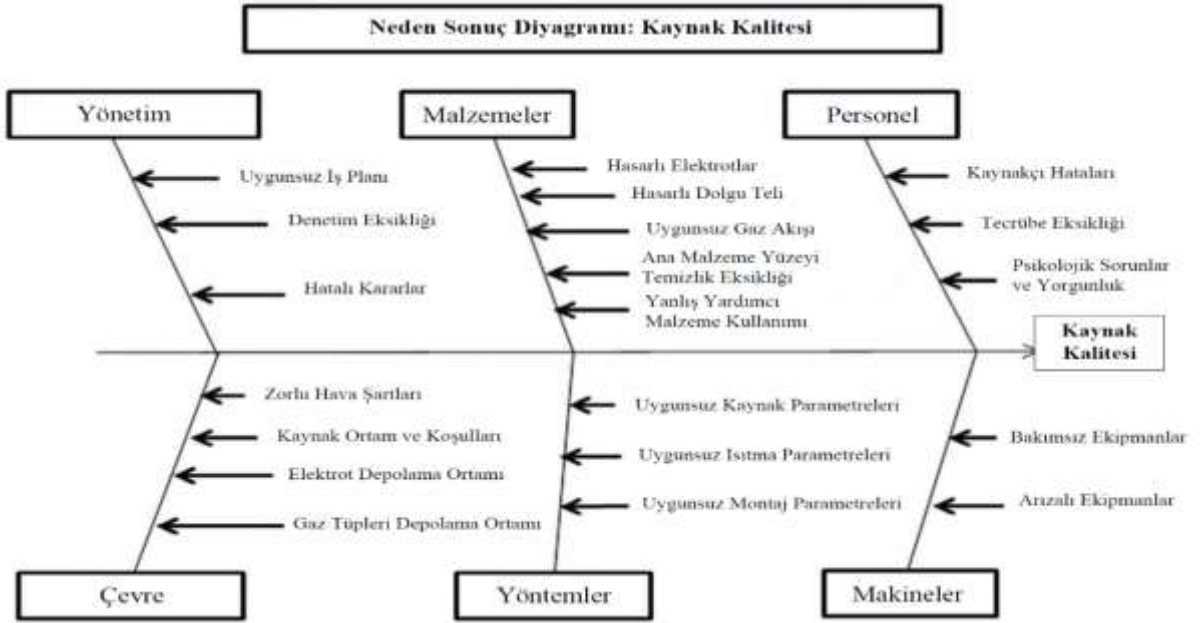


Şekil 9: Neden Sonuç Diyagramı: Yetersiz Ergime / Nüfuziyet Hatası

Şekil 9'daki neden-sonuç diyagramına göre, yetersiz ergime/nüfuziyet hatasının en temel nedeni malzeme montajlarının kaynak prosedür şartname ve tasarımlara uygun yapılmamış olmasıdır. Gözenek hatasında olduğu gibi, hasarlı ve kalitesiz elektrotların ayrıştırılmadığı ve kaynak öncesi kontrollerin tam anlamıyla yapılmadığı tespit edilmiştir. Montaj sonrası ana malzeme ve kaynak ağzı yüzeyindeki temizliklerin, kaynak esnasında ise pasolararası temizliğin yeterli seviyede yapılmadığı ve kontrol edilmediği anlaşılmıştır. Kaynakçıların uygun pense veya torç açısı ile çalışmamış olması hatalı salınım neden olmuş ve dolgu teli veya elektrotun iki malzeme arasındaki birleşiminde yetersiz ergime/nüfuziyet sorunlarının artmasına neden olmuştur. Hata veren kaynakçıların kaynak, tel ve akım hızları arasındaki uyumu yakalayamadıkları tespit edilmiş ve bu uyumsuzluğun tolerans dışı ısı girdilerine neden olduğu belirlenmiştir.

Yetersiz ergime/nüfuziyet hatasını önlemek için, montajcı, kaynakçı ve denetleyen personel, montaj uygulamalarını kaynak prosedür şartname ve tasarım belgelerinde yer alan bilgileri referans alarak yapmalı ve denetlemelidir. Kök yüzü ve aralıklarının belirlenen limitler içinde olmasının sağlanması, kaynak, tel ve akım hızlarındaki uyumsuzluğun giderilmesi ve salınımın kontrol altına alınması için önemlidir. Montajcılar, kaynakçılar ve denetleyiciler arasında belirli aralıklarla toplantılar düzenlenmeli, montaj uygulamalarından kaynaklanan sorunlar tartışılmalı ve giderilmelidir. Montajcı ve kaynakçılara, kaynak prosedür şartnamesinde ve tasarımlarda yer alan bilgiler açık ve net bir şekilde anlatılmalı, belirli aralıklarla hatırlamalar yapılmalı ve eğitimler düzenlenmelidir. Kaynağa başlamadan önce dolgu telleri ve elektrotlar mutlaka kontrol edilmelidir. Montaj sonrası kaynağa başlamadan önce ana malzeme ve kaynak ağzı yüzeyindeki kir, yağ ve paslar tamamen temizlenmeli ve kaynağa başladıktan sonra pasolararası temizlik mutlaka yapılmalıdır.

Gözenek ve yetersiz ergime/nüfuziyet hatalarının zorlu saha koşullarında düzeltilmesi genellikle zordur. Ancak, doğru kaynak prosedür şartnameleri, tasarımlar ve uluslararası standartlara uyulmasıyla, bu hataların sayısı minimize edilebilir ve işçilik standartlarının kalitesi artırılabilir. Kaynak faaliyetlerindeki hataların önlenmesi, ürün kalitesinin artmasına katkı sağlar. Bu nedenle, uygun prosedürlerin ve standartların takip edilmesi, kaynaklı imalat süreçlerinin güvenilir ve etkili bir şekilde yürütülmesine olanak tanır.



Şekil 10: Neden Sonuç Diyagramı: Kaynak Kalitesi

Şekil 10'daki neden-sonuç diyagramı, tüm kaynak hatalarının genel nedenlerini içerir. Gözenek, yetersiz ergime/nüfuziyet ve diğer hataları önlemek için, kaynak kalitesi diyagramındaki sorunların çözülmesi gereklidir. Bu sorunların etkili bir şekilde giderilmesi, tüm hataların ortadan kaldırılmasını, kaynak kalitesinin artırılmasını ve tesis ömrünün uzatılmasını sağlar.

Şekil 10'daki kaynak kalitesi diyagramına göre, yönetim tarafından verilen hatalı kararların iş planlarını yüksek oranda etkilediği tespit edilmiştir. Yönetimin verdiği hatalı kararlar, hem zaman kaybına neden olmuş hem de ürün kalitesinde yüksek oranda düşüşlere yol açmıştır. İmalat hızını arttırmaya yönelik alınan hatalı kararlar ve zorlu hava şartları, uygun olmayan kaynak ortam koşulları içerisinde çalışılmasına yol açmıştır. Aynı zamanda işlerin daha hızlı ilerlemesi için uygun olmayan montaj, ısıtma ve kaynak parametreleriyle çalışılmasını arttırmıştır. Yönetim tarafından alınan hatalı kararlar tecrübesiz personel sayısı girişlerinde artışa neden olmuştur. Bu nedenle kış aylarında kaynak hatalarında artış olduğu tespit edilmiştir. Kaynak makinelerinde yaşanan bakım sorunları, kaynak makine arıza sayısında artışa neden olmuştur. Montajcı ve kaynakçıların ailelerinin 6 Şubat 2023'de ülkemizde yaşanan deprem faciasının yaşandığı illerde yaşamlarını sürdürüyor olmalarından dolayı psikolojik sorunlara yol açmıştır. Fazla mesailerden kaynaklanan yorgunluklar ana malzemedeki yetersiz temizliklere ve elektrot, dolgu teli gibi malzemelerdeki hataların gözden kaçmasına neden olmuştur. Tüm bu kararlar denetim eksikliğinde artışa neden olmuştur.

Kaynak kalitesi diyagramındaki sorunların çözümü için öncelikle yönetim tarafından alınan kararların daha dikkatli ve uzmanlık alanlarına uygun bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. İmalat hızını arttırmaya yönelik kararlar, kaynak ortam koşulları ve diğer parametrelerle uyumlu hale getirilmelidir. Ayrıca, montaj, ısıtma ve kaynak parametreleri konusunda uygun standartlar ve prosedürler belirlenmeli, bu konuda eğitimler düzenlenmeli ve uygulama süreçleri titizlikle takip edilmelidir. Tecrübesiz personel sayısındaki artışın önüne geçmek için ise nitelikli eğitim programları oluşturulmalıdır. Kaynak makinelerinin düzenli bakımı ve arıza önlemleri için rutin kontroller planlanmalıdır. Ayrıca psikolojik destek ve danışmanlık hizmetleri sunularak çalışanların duygusal sağlığına dikkat edilmelidir. Fazla mesailerin kontrol altına alınması ve denetim süreçlerinin daha etkili bir şekilde uygulanmasıyla, ana malzeme temizliği ve malzeme hatalarının gözden kaçma olasılığı azaltılabilir. Bu çözüm önerileri, kaynak kalitesi diyagramında belirtilen sorunların etkili bir şekilde giderilmesine yardımcı olabilir.

4. SONUÇ

Toplam Kalite Yönetimi' nde Kalite Kontrol Teknikleri kullanımı, projenin kalite kontrol süreçlerini değerlendirmek ve ürün kalitesini artırmak açısından kritik bir rol oynar. Kalite kontrol grafikleri, sürecin istikrarını ve performansını takip ederek anlık değişiklikleri tespit etmeye yardımcı olur. Pareto analizi, en önemli sorunları belirleyerek kaynak yönetimine katkı sağlar. Histogramlar, süreçteki değişkenlikleri görselleştirir ve müdahale ihtiyacını belirler. Serpilme diyagramları, faktörler arasındaki ilişkileri analiz eder ve iyileştirme alanlarını belirler. Neden-sonuç diyagramları ise genel hata nedenlerini belirleyerek kök neden analizi yapmayı sağlar. Bu tekniklerle elde edilen veriler, projedeki zayıf ve güçlü yönleri

belirlemede rehberlik eder. Ayrıca, iyileştirme alanlarını tanımlayarak düzeltici ve önleyici faaliyetlere odaklanma imkanı sunar. İstatistiksel kalite kontrol tekniklerinin düzenli kullanımı, endüstriyel projelerde kalite yönetim süreçlerini optimize etme ve sürekli gelişime odaklanma konusunda önemli bilgiler sağlar, böylece ürün kalitesini en üst düzeye çıkarmaya katkıda bulunur.

Uygulama bölümünde belirlenen akış diyagramı, kaynak faaliyetlerinin başarıyla yürütülebilmesi için kaynak öncesi, kaynak esnasında ve kaynak sonrası olarak üç aşamada detaylı bir süreci içermelidir. Bu süreç, her aşamada belirli kontroller ve önlemlerle potansiyel hataları minimize ederek ürün kalitesini artırmayı hedeflemektedir.

Kalite kontrol grafikleri, tahribatsız test oranlarını değerlendirmekte ve kümülatif kaynak ret oranlarını analiz etmektedir. Proje kapsamındaki kaynaklar üzerinden yapılan analizler, %10' luk tahribatsız test zorunluluğunun başarıyla yerine getirildiğini göstermiştir. Bulgular, proje sürecinde kümülatif kaynak ret oranları kapsamında incelendiğinde %7,5'lik ret oranı üst sınırının altında kaldığını göstermektedir. Ancak, aylık olarak bakıldığında bazı aylarda bu sınırların aşıldığı görülmüştür. Özellikle Ekim 2022 ve Kasım 2022' de aylık ret oranlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aylık ret oranlarının % 7,5'lik üst sınırın üzerine çıkması durumunda, kök neden analizi yapılmalı ve düzeltici önlemler hızla uygulanmalıdır. Kümülatif ve aylık ret oranlarının kontrolü sürekli olarak takip edilmeli ve %7,5 sınırının üzerine çıkmadan sürekli olarak kapsamlı bir inceleme yapılmalıdır.

Pareto diyagramları, proje sürecindeki tahribatsız test sonuçlarına göre hataların öncelik sıralamasını göstermektedir. Gözenek ve yetersiz ergime/nüfuziyet hataları öne çıkmaktadır. Gözenek ve yetersiz ergime/nüfuziyet hatalarına özel önlemler geliştirilmeli ve bu hataların azaltılması için stratejiler belirlenmelidir. Hata sayılarına göre öncelikli alanlara odaklanan düzeltici ve önleyici faaliyetler planlanmalıdır.

Pareto Diyagramı, aylık yapılan kaynak sayıları ve kaynak ret sayıları arasındaki değişimleri görselleştirmektedir. Eylül 2022 ve sonrasında kaynak ret sayılarında belirgin bir artış tespit edilmiştir. Eylül 2022 ve sonrasındaki dönemdeki kaynak ret artışlarının nedenleri detaylı bir şekilde incelenmeli ve bu döneme özel önlemler alınmalıdır.

Nisan 2022'den Ağustos 2022 sonuna kadar olan dönemde kaynak sayısındaki artışın, ret sayısındaki artışı tetiklediği gözlemlenmiştir. Ancak, bu dönemden sonra yapılan kaynak sayısı azalmasına rağmen, kaynak ret sayısındaki artış da devam etmiştir. Modelden elde edilen bilgiler, kaynak yönetimi ve kalite kontrol mekanizmalarının daha etkili bir şekilde planlanmasına katkı sağlamalıdır.

Neden-sonuç diyagramları, proje sürecindeki hataların genel nedenlerini belirlemektedir. Hatalı kararlar, hava şartları, iş planları ve personel etkileşimleri gibi faktörler tespit edilmiştir. Hatalı kararlar nedeniyle oluşan sorunlar için daha sağlam karar alma süreçleri oluşturulmalıdır. İnsan faktörlerini içeren nedenler için eğitim programları ve psikolojik destek önlemleri alınmalıdır. Kaynak hatalarının önlenmesi amacıyla operasyonel süreçlerde daha detaylı kontroller ve denetimler planlanmalıdır.

Bu çalışma, kaynak faaliyetlerindeki hataları belirleyerek ve analiz ederek, sürekli iyileştirmeyi hedefleyen çözüm stratejileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu çerçevede önerilen çözüm stratejileri, kaynak kalitesi diyagramındaki sorunların etkili bir şekilde giderilmesine yardımcı olacaktır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, kaynak faaliyetlerindeki hataları önlemek ve kaliteyi artırmak için çözüm önerileri sunulabilir. İlk olarak, gözenek ve yetersiz ergime/nüfuziyet gibi belirgin hataları azaltmak için kaynakçı ve denetleyen personelin eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi önemlidir. Bu eğitimler, uygun kaynak prosedürlerini takip etmeyi içermelidir.

Proje süresince özellikle belirli aylarda yoğunlaşan hataları gösteren analizler, bu dönemlerde daha dikkatli denetim ve kontrol yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle, bu dönemlerde ekstra denetimler planlanmalı, kaynakçı ve montajcılarının performansları sürekli olarak izlenmeli ve gerektiğinde düzeltici önlemler alınmalıdır.

Ayrıca, malzeme kontrolleri ve kaynak prosedürlerine uygunluğun sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Uygun ekipman kullanımı, düzenli bakım ve kalibrasyon işlemleri, kaynak işlemlerindeki hataları azaltabilir. İmalat hızını arttırmaya yönelik kararların ise kaynak ortamı koşulları ve operasyonel parametrelerle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Yönetim tarafından alınan kararların daha dikkatli ve uzmanlık alanlarına uygun bir şekilde değerlendirilmesi, iş planlarının daha etkili bir şekilde yönetilmesi ve operasyonel süreçlerin standartlara

uygun hale getirilmesi önemlidir. Ayrıca, çalışanların duygusal sağlığına önem verilmesi, gerektiğinde psikolojik destek ve danışmanlık hizmetleri sunulması, uzun çalışma saatleri ve stresin etkilerini azaltabilir.

Sonuç olarak, bu çözüm önerileri, projedeki kaynak hatalarını azaltmak ve kalite standartlarını yükseltmek için bütünlüklü bir yaklaşım sunmaktadır. Bu önerilerin dikkatlice uygulanması, proje süreçlerinin daha verimli ve hatasız bir şekilde yürütülmesine katkı sağlayabilir.

Son olarak, yönetim tarafından alınan kararların gözden geçirilmesi, uygun kararların alınması, imalat hızını arttırmaya yönelik kararların daha dikkatli değerlendirilmesi, nitelikli eğitim programları oluşturulması, kaynak makinelerinin düzenli bakımının yapılması, fazla mesailere düzenlemeler getirilmesi ve denetim süreçlerinin etkili bir şekilde uygulanması önerilmiştir. Bu önerilerin uygulanması, kaynak hatalarının minimize edilmesine, ürün kalitesinin artmasına ve tesis ömrünün uzatılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Antony, A., Bhat, S., Jayaraman, R., McDermott, O., Sony, M. and Snee, R. (2022), “The genealogy of Quality 4.0”, *ISE Magazine*, 54 (4), 1-6.
- Antony, J., McDermott, O., Sony, M., Fernandes, M.M. and Ribeiro, R.V.C. (2021), “A study on the Ishikawa’s original basic tools of quality control in South American companies: results from a pilot survey and directions for further research”, *The TQM Journal*, 33 (8), 1770-1786.
- Bendell, T., Penson, R. and Carr, S. (1995), “The quality gurus – their approaches described and considered”, *Managing Service Quality: An International Journal*, 5 (6), 44-48.
- Carvalho, R., Lobo, M., Oliveira, M., Oliveira, A.R., Lopes, F., Souza, J., Ramalho, A., Viana, J., Alonso, V., Caballero, I., Santos, J.V. and Freitas, A. (2021), “Analysis of root causes of problems affecting the quality of hospital administrative data: a systematic review and Ishikawa diagram”, *International Journal of Medical Informatics*, 156 (104584), doi: 10.1016/j.ijmedinf.2021.104584.
- Pavletic, D., Sokovic, M., Paliska, G., (2008). “Practical Application of Quality Tools.” *International Journal for Quality Research*. 2 (3), 199-205
- Prajogo, D.I. and Sohal, A.S. (2001), “TQM and innovation: a literature review and research framework”, *Technovation*, 21 (9), 539-558.
- Zairi, M. (2013), “The TQM legacy – Gurus’ contributions and theoretical impact”, *The TQM Journal*, 25 (6), 659-676