

SAHA VERİLERİ ANALİZİNİN ÖNEMİ

Birsu Aydođdu Şahinöz¹

1. GİRİŞ

Özellikle savunma sanayi firmaları gibi, özel gereksinimlerden yola çıkarak ürünler tasarlayan firmalar için, saha verisi oldukça önemli bir ürün performans göstergesidir. Sistem mühendisliği yaklaşımına göre saha verisi, ürünün belirlenen ölçütlere uygunluğunun doğrulanması ile doğrudan bağlantılıdır. Tasarlanan ürünün, istenen özellikleri, tanımlanan şekilde yerine getirip getirmediğinin ana göstergesi saha verisidir [1].

Bu veri, yalnız ürünün performansını ölçmek için kullanılmaz. Kara araçları gibi birçok sistemin ömür devri safhalarından kullanım dönemi, ürün kullanılırken istenen özellikleri yerine getirip getirmediğini gösteren ve kullanıcıya maliyeti adına en önemli dönemdir.

İstatistiklere göre bir ürünün ömür devri maliyetine baktığında yaklaşık %70'i işletme, idame ve elden çıkartma için harcanmaktadır [2].

Bu nedenle, bir ürünün/sistemin ömür devri boyunca maliyet etkin ve en verimli şekilde kullanılması için, saha verisinin tutulması, bu verinin sınıflandırılıp irdelenmesi

ve buna dayanarak sürekli belirlenen verilerle geri bildirim yapılması gereklidir [3].

2. SAHA VERİLERİNİN KULLANIMI

Tasarlanan ürün kullanılmaya başlanmadan, yani kendi özelinde yeni veriler oluşturmadan önce, benzer sistemlerin saha verileri, ürünün yaşam döngüsü ile öngörü yapmak üzere ve tasarım aşamasında desteklenebilirlik analizlerinde kullanılmaya başlanır. Bir üründen ne bekleneceğini anlamak için, buna göre planlama yapmak gerekir. Maliyet etkin çözümler oluşturmak için ise tüm bu toplanmış veri bütünü, anlamlandırılarak kullanılır. Saha verileri, ürünün fikir aşamasından başlayarak elden çıkarılmasına kadar olan ömür devri süresince birçok analizde kullanılır. Özellikle kullanım döneminde toplanan saha verisi ile yapılan geri beslemeler oldukça önemlidir [4].

2.1 Güvenilirlik, Kullanıma Hazır Olabilirlik, Sürdürülebilirlik, Yetenek, Test Edilebilirlik Analizleri

Bir ürünün/sistemin verimliliği için; güvenilirlik, kullanıma hazır olabilirlik, idame edilebilirlik, yetenek ve test

¹ Kimya Yüksek Mühendisi, Entegre Lojistik Destek Birim Yöneticisi - birsu.aydogdu@nurolmakina.com.tr

edilebilirliği olarak beş performans göstergesi ve etkileri, ürün/sistem kullanıcısı ya da sahibi tarafından izlenmeli ve irdelenmelidir. Bu veriler ışığında daha verimli ve etkin bir kullanım için gereken iyileştirmeler gerçekleştirilmelidir.

2.1.1 Güvenilirlik

Güvenilirliğin temel tanımı, bir ürünün/sistemin hata yapmadan çalışma becerisidir. Performans göstergesi olarak, oluşabilecek hataların, ürünün/sistemin görevini yerine getirme becerisine ve lojistik destek yapısına etkisi ele alınmaktadır. Sistemin tasarım aşamasında, beklenen güvenilirlik hesaplamaları benzer saha verilerinden yapılırken, kullanımda toplanan saha verileri ile gerçek uygulama ve başarımlar izlenmelidir. Güvenilirlik verisi hata oranları ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle saha verilerinde, üründe/sistemde gerçekleşen hatalar izlenir. Toplanan veriler ile ürünün uygulamadaki verim ve başarımlar izlenip, bu verilerle, sonraki tasarımlara girdiler sağlanabilir, hataların eğilimleri, türleri, etkileri, önem derecesi, kök nedenleri gibi veriler toplanarak, gerekli iyileştirmeler gerçekleştirilmektedir.

2.1.2 Kullanıma Hazır Olabilirlik

Kullanıma hazır olabilirlik, ürün/sistem ya da filonun, kullanılmak istendiği süre aralığında ve istenen koşulda kullanılabilir olmasıdır. Tasarım aşamasında arızalanma ve onarım sürelerine göre hesaplanan kullanıma hazır olabilirlik olasılığının doğruluğu, hedeflenen performansın ulaşılabilişi için önemlidir. Saha verisi ise gerçekleşen durumu gösterir ve istenen performansın ulaşılabilişi için gerekli iyileştirmelerin belirlenmesini sağlar. Bu kapsamda, onarım sürelerinin ya da arızaların performans etkisine göre, destek konseptinde, yedek parça, ikmal desteği planlamalarında iyileştirmeler yapılmaktadır.

2.1.3 İdame Edilebilirlik

İdame edilebilirlik, ürün/sistemin belirlenmiş yetkinlikteki personel tarafından, belirlenmiş kaynaklarla ve adımlarla onararak çalışır duruma geri getirilebilir özellikte olmasıdır. Tasarım aşamasında öngörülen hataya ilişkin, onarım süreleri, bakım onarımı kimin gerçekleştireceği ve adımları ile planlamaları ve hesaplamaları gerçekleştirilir. Toplanan saha verisi ile gerçekleşen bakım onarım işlemlerinin, ilgili sistemin performansına etkisinin izlenmesi gerekir. Bu kapsamda, sistem performansının öngörülen ve istenen düzeyde tutulabilmesi için des-

tek konseptinde, bakım onarım seviyelerinde ya da ilgili planlı bakım görevlerinde gerekli iyileştirmeler planlanmaktadır.

2.1.4 Yetenek

Yetenek, ürünün/sistemin, istenen görevi belirlenmiş çevresel koşullarda ve kullanım senaryolarında gerçekleştirebilmesidir. Kullanıcıya göre ise, ürünün/sistemin kullanımının planlandığı ve istendiği şekilde, görevini başarı ile gerçekleştirmesidir. Karmaşık büyük sistemler ile özel tanımlı görevler için tasarlanmış tüm ürünlerin/sistemlerin yeteneği, personel eğitimleri ve destek konseptleri ile doğrudan ilişkilidir. Kullanım döneminde toplanan yetenek verileri, planlanan ve ulaşılan yeteneklerin karşılaştırılabilmesi ve istenen performansın ulaşılabilişi için iyileştirmelerin yapılmasına olanak sağlamaktadır.

2.1.5 Test Edilebilirlik

Test edilebilirlik, ürünün/sistemin belirlenen koşullarda test edilebilme özelliğidir. Temelinde, ürünün/sistemin içerisinde gömülü olan test özelliği ile ilişkili olmakla beraber, dışarıdan yapılan test ve değerlendirme ile de sağlanmaktadır. Bu testler yoluyla, verilmiş tasarım kararlarının hedeflenen performans etkisi, sahada gerçekleşen ve karşılaşılan durumlarla doğrulanmaktadır. Toplanan veriler irdelenerek, hataların kaynaklarının belirlenmesi sağlanmakta ve ilgili prosedürlerde iyileştirmeler yapılmaktadır.

2.2 Bakım Analizleri

Bakım onarım analizleri, bir ürünün/sistemin emniyetini, hatasız çalışmasını, beklenen şekilde kullanılmasını, gerçekleştirilecek bakım onarım görevlerinin emniyetli ve doğru olarak yapılmasını ve ömür devrinin olabildiğince verimli kullanılmasını sağlamak için gerçekleştirilir. Planlı ve plansız bakım görevleri için gereken tüm kaynaklar yapılan analizlere göre belirlenmektedir. Kullanım sırasında sahadan toplanan veriler, ilk aşamada yapılan planın güncellenmesini gerektirebilmektedir. Bu kapsamda sahadaki veriye göre, gerekirse, yeni planlı bakım görevleri ataması, bakım onarım yetkilerinde değişiklikler, gerekli kaynak ve bakım konseptlerinde değişiklikler yapılmaktadır. Bunun için ürüne ilişkin tüm hataların ve onları düzeltmek için gerçekleştirilen işlemlerin ayrıntılı olarak tutulması, veriyi yorumlamak ve yansıtmak adına önemlidir. Ürünün performansına etki eden olumsuz et-

kenlerin saptanması ve ortadan kaldırılması için yapılan çalışmalara ait veri, bakım analizlerine yansıtılmaktadır.

2.3 Emniyet Analizleri

Emniyet analizleri ürünün/sistemin karşılaşılabileceği kaza ve durumların, özellikle kullanıcıya ve sisteme zarar verebilecek olanlarına ilişkin risklerin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması için yapılmaktadır. Bu kapsamda oluşabilecek durumların verileri yine önceki saha verileri ile beslenmekte, risklerin belirlenmesi ve öngörülmesinde büyük önem taşımaktadır. Saha verisinin izlenmesi ve sınıflandırılması, öngörülmemiş ancak gerçekleşen durumların ortadan kaldırılması ve sonraki oluşabilecek benzer durumların engellenmesi için kullanılmaktadır.

2.4 İkmal Desteği Planlaması

Maliyet etkin bir destek çözümü sağlanması amacıyla, üründe/sistemde oluşabilecek arızaların giderilmesi ve planlanan bakım görevlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli sarf malzemeleri ve yedek parçalar, önceden planlanmaktadır. Bunun için saha verileri doğrudan, önemli bir girdi oluşturmaktadır. Saha verisi kullanılarak ve doğru planlama yapılarak, hem ürünün gerektiğinde desteklenebilmesi hem de sahip olma maliyetinin en düşük düzeye indirilmesine çalışılmaktadır. Özellikle maliyet etkin bir şekilde planlanması ve kesintisiz sürdürülebilmesi için saha verileri sürekli olarak değerlendirilmeli ve sürece yansıtılmalıdır. Saha verisini tutabilen, değerlendirebilen firmalar ve kullanıcılar, maliyet ve başarı konusunda öne geçmektedir.

2.5 Garanti Analizleri

Ürünün/sistemin hangi sektörde üretildiğinden bağımsız olarak, satılan çoğu ürün için belirli bir süre garanti (güvence) verilmektedir. Garantilerin tanımlanmış sabit bir kapsamı bulunmamakta, ürüne/sisteme, sözleşmeye göre değişmektedir. Saha verileri, garanti döneminde görülebilecek birçok başlığı belirlemek için kullanılan güvenilir bir kaynaktır. Sahada gerçekleştirilen bakım onarımların, arızaların kayıtları, garanti dönemi harcamalarının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Garanti dönemine ilişkin saha verisi, garanti kapsamı dışı işlemler ve gerçekleşecek durumlara ilişkin de veri sağlamaktadır. Böylece garanti dönemine ilişkin riskler belirlenmektedir. Bu durum, garantinin kötüye kullanımı ve bunun

işğinde garanti kapsamlarının netleştirilmesine de olanak sağlamaktadır.

2.6 Ürün Durumu ve Kullanımın İzlenmesi

Sahada tutulan veriler, ürünün/sistemin durumuna ilişkin çok net bilgiler vermektedir. Kullanılabilir bir ömür sağlanması için, bir hata oluşmadan engellemek, oluşunu belirleyip hızlıca giderebilmek, ürünü izlemek, bakım maliyetlerini düşürmek, ürünün emniyetini artırmak, lojistik gereksinimlerini belirlemek, gerçekleşen kullanım verilerini toplamak gerekmektedir. Bu veriler doğrultusunda, doğru yönetsel kararlar alınması hedeflendiğinden, saha verisinin tutulması, raporlanması ve değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu verilerin kullanım döneminde de sürece etkisinin olması için, kullanıcının ve üreticinin ilgili veriyi tutması, irdeleyip raporlayarak, ömür devri yönetim sürecine yansıtması gerekmektedir.

2.7 Demodelik Yönetimi

Teknoloji geliştikçe alt sistemin/ürünlerin üretimden kalkma olasılığı artmaktadır. Buna, ürünün demode olması (güncelliğini yitirmesi) denilmektedir. Savunma sanayi gibi uzun ömür devri olan ürünler için bu konu oldukça ciddi bir risk oluşturmaktadır. Demode olan parça/ürün/sistem, işlev kaybına ve ürün performansı etki edecek birçok olumsuzluklara neden olabilmektedir. Bu durumun, gerçekleştiği görüldükten sonra yönetilmesi ciddi maliyetlere neden olmaktadır. Bu nedenle de riskin önceden belirlenerek, oluşmadan önüne geçilmesi için demodelik yönetimi yapılması gerekmektedir. Demodelik yönetimi, parçaların güncelliğini yitirme riski ve etkisine bağlı bir analizdir. Saha verisi, hangi malzemenin daha fazla risk oluşturduğunu, hangilerinin güncelliğini yitirmesinin daha çok etkisi olacağını izlemek adına girdi sağlamaktadır. Yaratacağı etkiye ve duruma göre de demode olabileceği olan, ya da demode olan ürünlerle ilgili kararlar verilmektedir.

2.8 Sistem Performans ve Filo Yönetimi

Filo yönetimi için tüm önemli metrikler; beklenen ürünün kullanıma hazır olması, gerçekleşen kullanıma hazır olabilirlik durumu ve ürünün performansı saha verisi ile ölçülmektedir. Saha verisi ile üründen beklenen performansın sağlanması için, iyileştirme yapılması gereken konular saptanabilmektedir. Saha verileriyle, belirli bir

kullanım amacı ile alınmış olan ürünün/sistemin istenen şekilde çalışma durumu izlenebilmekte ve gerekli iyileştirmelerin yapılması için bilgi toplanmaktadır. Bu bilgi doğrudan sistemin performansını düşürücüleri saptamaya yarayan bir göstergedir.

2.9 Konfigürasyon Yönetimi

Sistem/ürün kullanılmaya başlandıktan sonra elde edilen saha verisi girdileriyle birçok iyileştirme uygulanabilmektedir. Bu iyileştirmeler, demode bir üründen kaynaklı, performansı düşüren bir alt sistem/ürünün iyileştirilmesinden ya da kullanıcılar tarafından ürün üzerinden yapılmış değişikliklerden kaynaklı olabilir. Bu durum, ilk tasarlanan ürün ile kullanılan ürün arasında zamanla değişikliklere yol açmaktadır. Ürünün idamesi, emniyeti, ilgili yönetmeliklere uyumluluğunun izlenebilmesi için, yapılan bu değişikliklerin, sahada uygulanan iyileştirmelerin, ürünün konfigürasyonuna yansıtılması gerekmektedir.

2.10 Servis Yönetimi ve Servis Sözleşmeleri

Sahadan toplanan veri, kurgulanmış ve uygulanmakta olan servis yönetim yapısına da ışık tutar, istenen düzeyde ürüne/sisteme hizmet sağlanabiliyor mu, idame edilebiliyor mu izlenmesini sağlar ve gerekli iyileştirilmelerin saptanmasına yardımcı olur.

Toplanan veri, ürünün gerçekleşen performansının ana göstergesidir. Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, beklenen bazı performans metriklerinin sağlanması için kimi zaman kurgulanan servis yönetimi kurgusunda değişikliğe gidilmesi gerekirken, kimi zaman bunun sağlanması için farklı sözleşmeler imzalanabilmektedir. Bu yeni servis sözleşmelerinin ana gereksinimi, performans gereksinime ek olarak saha verisinin de ışık tuttuğu performans değerleri ve maliyetlerdir. Bu tarz sözleşmeler çoğunlukla PBL², yaklaşımını barındırmaktadır. Bu yaklaşımda, beklenen bir sağlanmasına yönelik servis sözleşmesi imzalanır. Sözleşme süresince de güvenilirlik, kullanıma hazır olabilirlik gibi sözleşmede beklenen değerlerin sağlanması beklenir. Bu yaklaşımda, ilgili metrikler tüm lojistik destek elemanlarına dağıtılabilir. Söz-

leşme gereksinimlerinin sağlanıp sağlanmadığı da saha verilerine göre izlenmektedir.

3. HATA RAPORLAMA, ANALİZ VE DÜZELTİCİ FAALİYET SİSTEMİ

Ürüne/sisteme ilişkin saha verilerinin analiz edilip katma değer oluşturması için, sistematik olarak izlenmesi gerekmektedir. İsimlendirmeler farklılaşsa da bu sisteme FRACAS³ denilmektedir. Birçok firma ve kullanıcı, verileri anlamlandırmak için önce hata verisini toplayarak, hataları anlamaya çalışmakta, daha sonra, hataları ortadan kaldırmak ve olabildiğince azaltmak amacıyla adımlar atılmasını sağlamak için hataları raporlamaktadır. Bu sistemin bir diğer amacı da bu alanda yapılan çalışmaların izlenebilir olmasıdır. Saha verisinin FRACAS sistemi kurularak anlamlandırılmasının olumlu sonuçları ürün performansına ve ömür devri maliyetlerine yansımaktadır.

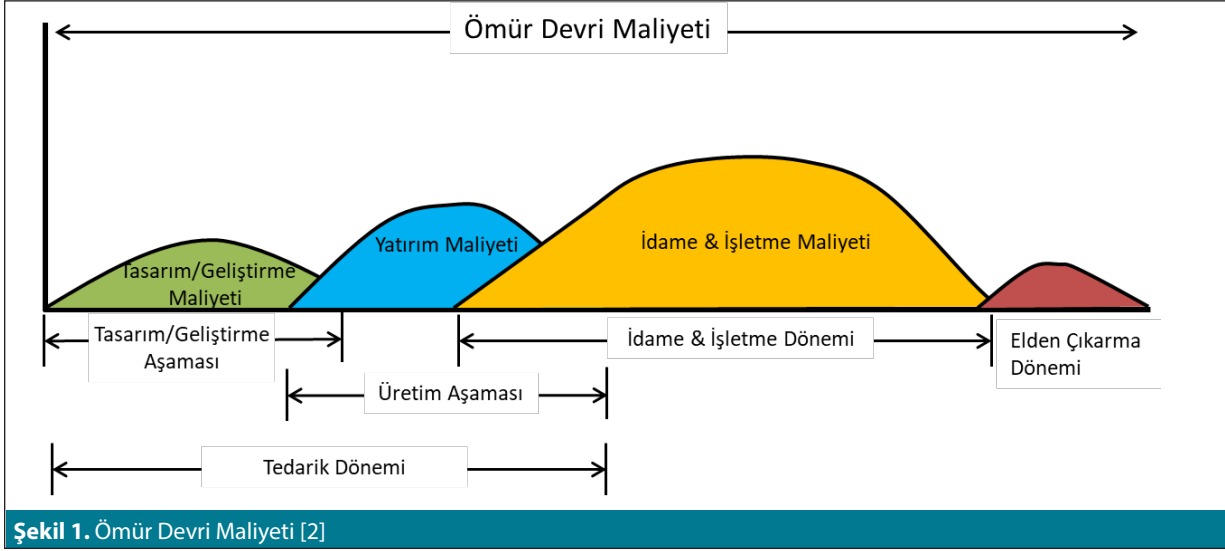
Doğru sistemin kurulup izlenebilmesi için hangi verilerin toplanması gerektiği, buna ilişkin hangi verinin raporlanması ve izlenmesi gerektiğini gösteren yol gösterici standartlar vardır. Bu konuda çalışma başlatacak firmalar için askeri standartlardan, MIL-STD-2155 [5], MIL-STD-785 [6] ve MIL-STD-338B [7] standartları yol gösterici olarak kullanılabilir. Bu sistemi doğru uygulayan firmalar, ürün performansına ve ömür devri maliyetlerine yansıyan olumlu sonuçlar ile daha başarılı ve rekabetçi olabilmektedir.

4. ÖMÜR DEVRİ MALİYETİNE ETKİSİ

Bir ürünün/sistemin daha önce de belirtildiği üzere ömür devri maliyetinde, oransal olarak maliyetin çoğunluğu kullanım döneminde gerçekleşmektedir. Ömür devri maliyeti (Şekil 1), ürünün fikir aşamasından başlayarak, tasarlanması, üretimi, idame ve işletmesi ve elden çıkarılmasının tamamının maliyetinden oluşmaktadır. Kullanım döneminde ürünü idame etmek yani kullanabilmek ve kullanılabilir tutabilmek oldukça maliyetlidir. Bu maliyetler, ürünün performansı ve uygulanan destek yapısını doğrudan etkilemektedir. Bu maliyetleri öngörebilmek ya da kontrol

² PBL, Performance Based Logistic, Performansa Dayalı Lojistik

³ FRACAS, Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System-Hata Raporlama, Analiz ve Düzeltici Faaliyet Sistemi



altında tutabilmek için, saha verisi altın değerinde bir veridir. Sahada idame etmek için kullanılan tüm kaynakların verisi, ömür devri maliyetlerini en aza indirmek için toplanarak analizlerde kullanılmaktadır. Sahada bir sistemi idame etmek için gerekli maliyet, gerçekleştirilen bakım onarım işlemlerinden, gerekli personel masraflarından alt yapı gereksinimlerine kadar gerekli tüm kaynakların maliyetini kapsamaktadır. Saha verileri kullanılarak yapılan tüm analizlerin ortak amacı, ömür devri maliyetlerini en aza indirmek ve ürünün kullanım döneminde istenen performansın sağlanmasıdır. Üreticinin ve kullanıcının sorumluluk paylaşımları, bakım onarım maliyetini etkileyen kararlar, ürünle ilgili saha verileriyle oluşturulan iyileştirme kararları ve daha çok birçok yönetsel karar, sahadan toplanan verilerin ömür devri maliyet analizine yaptığı girdiye göre belirlenmektedir.

5. SONUÇ

Saha verisi, üründen/sistemden beklenen performansın sağlanıp sağlanmadığının bir göstergesi ve aynı zamanda sağlanması için de sürekli bir girdi sağlayıcıdır. Buna dayanarak saha verisini tutabilen, raporlayabilen,

değerlendirip süreçte iyileştirmelerle perçinleyebilen, üretici ve kullanıcılar, üründen en yüksek faydayı sağlayabilmekte ve maliyetlerini kontrol altında tutabilmektedirler. Bu özelliği ile altın değerinde olduğu söylenilebilir.

KAYNAKÇA

1. **INCOSE**, 2015. "Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities"
2. **JONES et al**, 2014. "Investigation into the ratio of operating and support costs to life-cycle costs for DoD weapon systems"
3. **Türkiye Savunma Sanayi Ömür Devri Yönetim Platformu**, 2021. "TSSÖDYP-16/01: ASD/AIA S-Serisi Entegre Lojistik Destek Spesifikasyonları Tanıtım Kitapçığı"
4. **AIA/ASD S5000F**, 2023. "International Specification for in-service data feedback"
5. **MIL-STD-2155(AS)**, 1985. "Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System"
6. **MIL-STD-785B**.1980. "Reliability Program for Systems and Equipment Development and Production"
7. **MIL-HDBK-338B**, 1998. "Electronic Reliability Design Handbook"