

ÖZET

TASARIMI BİTMİŞ ÜRÜNÜN İMALATI İÇİN ÜRÜN TANITIM SÜRECİNİN PLANLANMASI ÜZERİNE BİR UYGULAMA

ÖZ, Sebahattin Oğuz

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Yrd.Doç. Dr. A.Kürşad TÜRKER

Ocak 2006, 112 sayfa

Zırlı birliklerde tırtıllı araçlar, tırtıllı araçlarda ise palet sistemleri önemli bir yer tutmaktadır. Tırtıllı araçların görevlerini yerine getirebilmesi için bu sistemler hayati öneme sahiptir. Aracın manevra kabiliyeti, hız ve performansı büyük ölçüde paletlere bağlıdır ve bekli de aracın en hassas parçasıdır. Bu derece önemli bir ürünün milli olarak üretilmesi ülkemize maddi ve manevi önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışmada bir palet sisteminin tasarım aşamasından başlayarak, üretim ve kalite faaliyetleri planlanmış ve seri üretime uygun hale getirilmiştir. Tasarım aşamasında AQAP 2110 standardı referans alınmıştır. Üretim planlama aşamasında talep tahminlerinin yapılması, yıllık malzeme ve yarı mamul ihtiyacının belirlenmesi, iş akış formlarının oluşturulması, üretim zamanlarının tespiti ve iş çizelgeleme

konularında çalışılmıştır. Karşılaşılan problemlerin çözümü için LEKIN, WINQSB ve MS-Excel kullanılmıştır. Kalite planlama aşamasında kontrol noktalarının tespiti, kalite dokümantasyonunun oluşturulması ve kontrol diyagramları konularında çalışılmıştır. Karşılaşılan problemlerin çözümü için WINQSB, STATGRAPHICS ve MS-Excel, MS-Access kullanılmıştır. Çalışmanın neticesinde yeni bir palet seri üretimine hazır hale getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üretim Planlama, Kalite Kontrol, Tasarım,

Palet, Ürün Tanıtım Süreci

ABSTRACT

AN APPLICATION FOR PLANNING PRODUCT INTRODUCTION PROCESS OF
DESIGNED PRODUCT MANUFACTURING

Öz, Sebahattin Oğuz

Kırıkkale University

Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, M. Sc. Thesis

Supervisor : Asis. Prof. Dr. A.Kürşad TÜRKER

January 2006, 112 pages

In armored military units the vehicles with a milled edge take important place, at the same time in the vehicles with a milled edge the track systems take important place also. In order to complete the works of vehicles with milled edge track systems have vital importance. The vehicles manoeuvre ability, speed and performance are mostly dependent upon tracks and maybe that tracks are mostly impressionable part of a vehicle. Producing such an important part of a vehicle makes important material and moral contributions to our country.

This work, starts with a palette systems plan stage, plans production and quality work titled part becomes appropriate for mass-production. The design phase, AQAP 2110 standard is taken as a reference. In the phase of Production Planning ,

forecasting, defining the need of annual materials and half-manufactured, gathering the work flow forms, defining the time of production and scheduling are studied. The software's of LEKIN, WINQSB an MS-Excel are used for solving the associated problems. In the phase of Quality Control, defining the control points, gathering quality documentation and designing of control diagrams are studied. The softwares of STATGRAPHICS, WINQSB, MS-Excel and MS-Access are used for solving the associated problems. In the result of the study, a new palette is prepared for mass-production.

Keywords: Production Planning, Quality Control, Design,
Track, Product Introduction Process

TEŞEKKÜR

Bu tezin oluŐmasında değerli gürüŐ ve önerilerini benden esirgemeyen çalışma Őartlarımı algılayıp, engin hoŐgörüde bulunan değerli hocam Yrd.Doç.Dr. A.Kürşad TÜRKER'e, kalite konusunda dinlediğim yüksek lisans derslerinde ufkumu açıp uygulama Őansı bulmama vesile olan Doç.Dr. Burak BİRĐÖREN'e, Yüksek Lisans boyunca uygulama ve teorideki derin tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Őadi ÖZKUL' a, uygulamadaki yirmi beş yıla yakın bilgi birikimi ve tecrübelerini benden esirgemeyen Endüstri mühendisi Gürsel KAYA' ya, palet sistemleri hakkındaki bilgilerini benimle paylaŐan Abdulkadir ADIGÜZEL' e, planlama ve uygulama aşamasında büyük katkıları bulunan Halim TATAR ve Hüseyin KIYI' ya, manevi desteklerini her zaman hissettiğim Müh.Alb.Mevlüt YERLİKAYA ve Y.Müh.Yzb.Pelin KUŐ' a, tüm planlamalarımızın oluŐmasında ve uygulamasında mesai harcayan kurumum personeline ve bugünlere gelmemi sağlayan anne ve babama teŐekkürü bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

Şekil 1.1. Çalışmanın genel seyri.....	4
Şekil 2.1 İki taraflı tolerans için kontrol bölgeleri.....	42
Şekil 2.2 Toplam gösterge okuması ve tek taraflı tolerans için kontrol bölgeleri	42
Şekil 2.3 Tek taraflı maksimum veya minimum tolerans için kontrol bölgeleri	42
Şekil 2.4 Toleranslara göre kontrol için ölçme sıklığı	43
Şekil 3.1 İlk tank prototipi (1915) - Mk-1 tankı (1916).....	48
Şekil 3.2 Fransız Renault tankı(1917)-Alman Tankı AV7 (1917).....	49
Şekil 3.3 T-155 FIRTINA K/M Obüs.....	51
Şekil 3.4. Palet sistemi	53
Şekil 3.5. Tank ve ZPT paletleri ⁽¹¹⁾	54
Şekil 3.6. ÇNRA ve ZMA Paletleri ⁽¹¹⁾	54
Şekil 3.7. Tek Pimli Palet.....	55
Şekil 3.8.Çift pimli palet	57
Şekil 3.9. Kesintisiz kauçuk palet	59
Şekil 3.10. Bölmeli kesintisiz palet.....	59
Şekil 3.11. Palet iç kısım.....	60
Şekil 3.12. Palet dış kısım	60
Şekil 3.13. Palet metal aksamı	61
Şekil 3.14. Çift Pimli Palet parçaları.....	61
Şekil 3.15. Palet pimi ve kauçuk kaplaması.....	62

Şekil 3.16. Uç Bağlantısı.....	63
Şekil 3.17. Yön çatalı.....	64
Şekil 3.18. Tek pimli paletler.....	65
Şekil 3.19. Çift pimli palet.....	66
Şekil 3.20. Uygulama Akış Diyagramı.....	67
Şekil 3.20. Palet baklası patlatılmış resmi.....	75
Şekil 3.21. Üretim planlama aşamaları.....	78
Şekil 3.22. Yıllara Göre Üretim Miktarları.....	81
Şekil 3.23. Lineer Regresyon Yöntemine Göre Durum.....	83
Şekil 3.24. Ürün Ağacı.....	87
Şekil 3.25. İş Akış Formu.....	92
Şekil 3.26. Kalite Plan Formu.....	101
Şekil 3.27. Talimat Formatı.....	104
Şekil 3.28. Kontrol diyagramı için AKL,ÜKL,Merkez çizgisi değerleri.....	105
Şekil 3.29. Sertlik için X diyagramı.....	106
Şekil 3.30. Sertlik için R diyagramı.....	106

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

3.1. Gövde elemanı için genel bilgiler.....	74
3.2. Tasarım sonucu palet bileşenleri üretim ve satın alma durumları	76
3.3. Bileşenlerin yıllık üretim miktarları durumları	88

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Genel Seyri ve Bölümlerin Kısaca İzahı	3
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	6
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1. Tasarım	8
2.1.1 AQAP 2110 Tasarım, Geliştirme ve Üretim İçin NATO Kalite Güvence Gereklere Standardı 7.3 Maddesi	9
2.2. Üretim Planlama	12
2.2.1. Üretim Planlamanın Amacı	12
2.2.2. Üretim Planlamanın Önemi	13
2.2.3. Üretim Planının Hazırlanması	14
2.2.4. Talep Tahminleri	17
2.2.5. Talep Tahmin Metotları	19

2.2.6. Rota Tespiti	20
2.2.7. Kapasitenin Tanımı	22
2.2.8. Kapasite Dengeleme.....	23
2.2.9. Çizelgeleme Problemleri.....	25
2.2.10. Çizelgelemede Varsayımlar	28
2.3. Kalite Kontrol	29
2.3.1. TS ISO 1005 Kalite Planları Standardı	29
2.3.2. Kalite Kontrol Diyagramları	31
2.3.2.1 Kontrol Çizelgesi Tipleri.....	36
2.3.3. Toleranslara Göre Kontrol Tekniği.....	39
2.3.4. Proses(süreç) Yeterliliği.....	45
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	48
3.1. Paletli Araçların Tarihçesi.....	48
3.2. Ürün Hakkında Bilgi	52
3.2.1. Palet Sistemi.....	52
3.2.2. Palet Çeşitleri	53
3.2.2.1. Tek Pimli Paletler.....	55
3.2.2.2. Çift Pimli Paletler.....	57
3.2.2.3. Bölmeli Kesintisiz Paletler.....	58
3.2.3. Palet Sisteminin Elemanları	60
3.2.3.1. Palet Gövdesi	62
3.2.3.2. Pim	62
3.2.3.3. Uç Bağlantısı.....	63
3.2.3.4. Yön Çatalı	63

3.2.3.5. Alt ve Üst Kauçuk Ped(Pad).....	64
3.3. Uygulama Süreci.....	67
3.3.1. Tasarım.....	68
3.3.1.1. Palet Sistemi Tasarımında Dikkate Alınan Hususlar	69
3.3.1.2. Palet Sisteminin Maruz Kaldığı Yükler	70
3.3.1.3. AQAP 2110Tasarım Maddesinin Uygulanması.....	71
3.3.2. Üretim Planlama	76
3.3.2.1. Talep Tahminleri.....	80
3.3.2.2 Yıllık Üretim Miktarlarının Belirlenmesi	86
3.3.2.3 İş Akış Şemaları ve Üretim Zamanlarının Belirlenmesi ..	90
3.3.2.3.1. Toplu İş Akış Şeması	91
3.3.2.3.2. İş Akış Formları	91
3.3.2.3.3. Üretim Zamanlarının Tespiti.....	95
3.3.2.4. İş Çizelgeleme	96
3.3.3. Kalite Kontrol	99
3.3.3.1. Kalite Planlama Formlarının Oluşturulması	101
3.3.3.2. Kalite Sistem dokümantasyonunun Hazırlanması	103
3.3.3.3. Kalite Kontrol Diyagramlarının Kurulması	105
3.3.3.4. Kullanım Sonrası Hizmetler ve Geri Besleme ..	106
4. SONUÇ	108
KAYNAKLAR	112

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında ülkeler, varlığını sürdürmek ve bağımsızlık içerisinde yaşamak için yaşadıkları coğrafyada caydırıcı bir gücü elinde tutmak zorundadır. Bu gücü elinde tutamayan ülkeler, gücü elinde bulunduran ülkelere muhtaç duruma düşebilirler. Dünyamızın son beş yılda yaşadıkları düşünüldüğünde, ülkelerin caydırıcı bir güce sahip olması gerekliliği bir kere daha görülür. Fakat gücün sürekliliği ve kullanılabilirliği de göz önüne alındığında sadece gücün yetmediği, bu gücün milli unsurlar tarafından üretilmesi gerekliliği söylenebilir. Ülkelerin savunma sanayi bakımından dışa bağımlı olması durumunda, karşı karşıya kaldıkları olumsuzluklarla ilgili birçok örnek tarih sayfalarında yerini almıştır. Bu nedenle, en iyi savunma sanayinin aslında milli olan savunma sanayi olduğu sonucuna varılabilir. Her alanda sağlanmasa bile özellikle kritik yeteneklerin (örneğin uçak,gemi,tank gibi araçlar ve bunların önemli bileşenleri) milli unsurlarca üretimi son derece önemlidir.

Zırhlı birliklerde tırtıllı araçlar, tırtıllı araçlarda ise palet sistemleri önemli bir yer tutmaktadır. Tırtıllı araçların görevlerini yerine getirebilmesi için bu sistemler hayati öneme sahiptir. Aracın manevra kabiliyeti, hız ve performansı büyük ölçüde paletlere bağlıdır ve bekli de aracın en hassas parçasıdır. Bu derece önemli bir ürünün milli olarak üretilmesi ülkemize maddi ve manevi önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışmada bir palet sisteminin tasarım aşamasından başlayarak, üretim ve kalite faaliyetleri planlanmış ve seri üretime uygun hale getirilmiştir. Tasarım aşamasında AQAP 2110 standardı referans alınmıştır. Üretim planlama aşamasında talep tahminlerinin yapılması, yıllık malzeme ve yarı mamul ihtiyacının belirlenmesi,

iş akış formlarının oluşturulması, üretim zamanlarının tespiti ve iş çizelgeleme konularında çalışılmıştır. Karşılaşılan problemlerin çözümü için LEKIN, WINQSB ve MS-Excel kullanılmıştır. Kalite planlama aşamasında kontrol noktalarının tespiti, kalite dokümantasyonunun oluşturulması ve kontrol diyagramları konularında çalışılmıştır. Karşılaşılan problemlerin çözümü için WINQSB, STATGRAPHICS ve MS-Excel, MS-Access kullanılmıştır. Çalışmanın neticesinde yeni bir palet seri üretimine hazır hale getirilmiştir.

Günümüzde kara kuvvetlerinin caydırıcı ve vurucu gücünün büyük kısmını zırhlı birlikler (tanklar, zırhlı personel taşıyıcılar gibi araçlardan oluşan birlikler) oluşturmaktadır. Tarih sayfalarındaki birçok savaşta dengeleri değiştiren ve asıl kuvvet olan süvari birlikleri, bugün yerini zırhlı birliklere bırakmıştır. Zırhlı birliklerin önemli bir kısmını tırtıllı araçlar (palet sistemleri ile yürüyen araçlar) oluşturmaktadır. Palet sistemleri ise tırtıllı araçların en önemli unsurlarından biridir. Aracın manevra kabiliyeti, hız ve performansı büyük ölçüde paletlere bağlıdır ve belki de aracın en hassas parçasıdır. Bu derece önemli bir ürünün, milli olarak üretilmesi ülkemize maddi ve manevi katkılar sağlamaktadır. Paletler birlikte çalıştığı diğer sistemlere nazaran daha çok değiştirilmektedir. Yaklaşık elli tonluk araçlar paletler üzerinde hareket etmektedir. Palet sistemlerinin diğer elemanlarının (örneğin cer dişlisi, portör tekeri gibi) durumu ne olursa olsun, palet çalışmadığı zaman araçlar hareket edememektedir. Özellikle zırhlı askeri araçların çalışmaması durumunda yapılacak olan harekâtın başarısı tehlikeye girebilir. Palet sistemlerinin tasarım yeteneğinin kazanılmasıyla beraber milli olarak tasarlanıp üretilmesi, mevcut zırhlı araçların istenilen arazi, hava ve yol koşullarına uygun hareket kabiliyeti kazanması açısından da önem arz etmektedir.

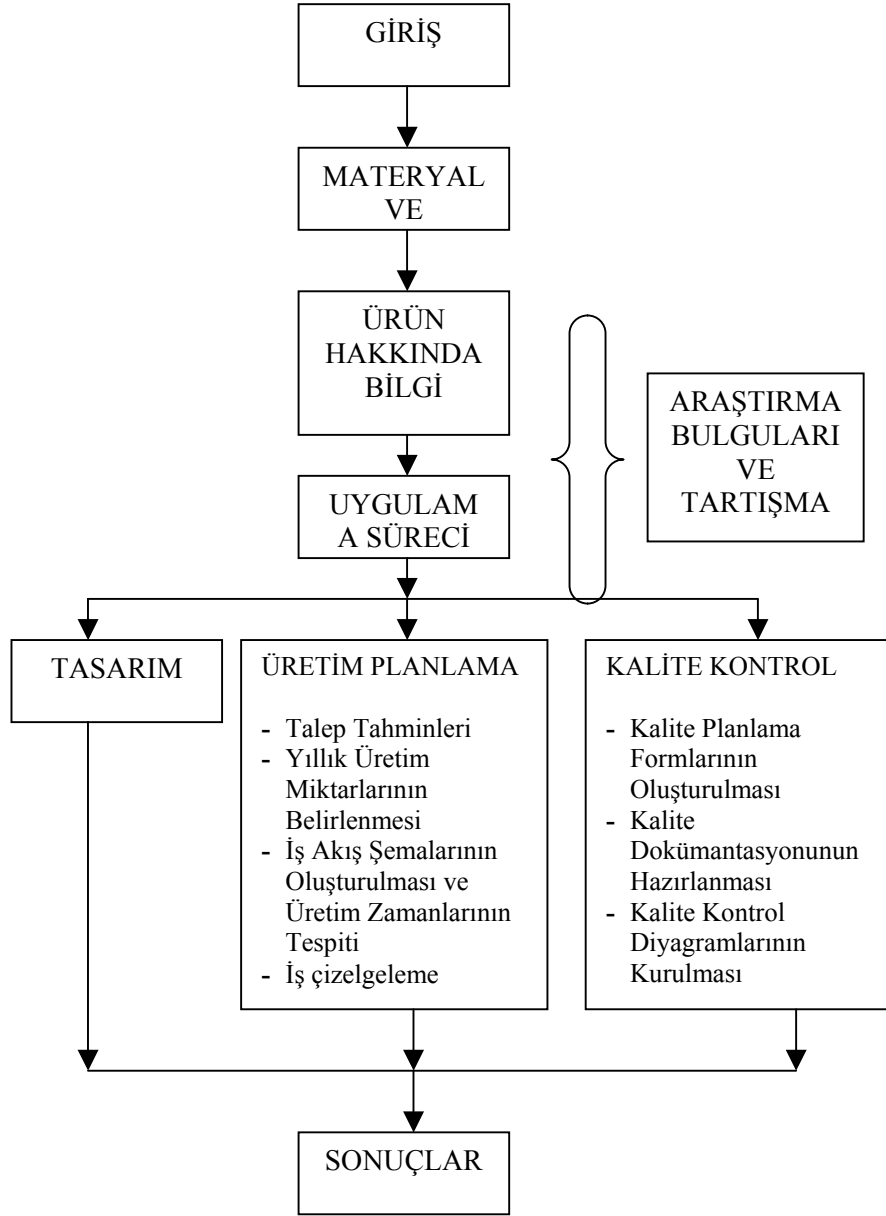
Palet sistemleri aracın diğer parçalarıyla da uyum içerisinde çalışmak zorundadır. Çalışmada araç üstünde var olan mevcut portör tekeri, cer dişli gibi diğer palet sistemi elemanlarına uygun bir palet tasarımı yapılmaya çalışılmıştır. Palet bakla denilen parçaların birleştirilmesi sonucu üretilir. Çalışmaya esas teşkil eden ürün palet, paletlerin ana unsuru ise bakladır. Uygun bakla tasarımlarının yapılması aslında paletlerin tasarlanması anlamına gelmektedir.

Türkiye sınırları içerisinde palet üretimi yıllardır yapılmaktadır. Tasarlanan ilk palet de çalışmada bahsi geçen palet değildir. Bu tarihten önce yapılan çalışmalarda yapılan paletlerin tasarım ve üretim süreçleri, bu çalışmadaki yapıyla farklılıklar göstermektedir.

Bu çalışma da tasarım, üretim planlama ve kalite planlama gibi, yeni bir üretimde birbirinden arılamayacak nitelikte, üç temel konunun planlanması faaliyetleri anlatılmaya çalışılmaktadır. Özellikle kalite planlama ve üretim planlama faaliyetleri çoğunlukla eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Bu çapta bir proje, sadece endüstri mühendisliği disiplinine giren alanlardan ibaret değildir. Makine mühendisleri, metalürji mühendisleri, kimya mühendisleri, ustabaşılar hatta kimi zaman işçilerden oluşan bir grup, planlama faaliyetlerini gerçekleştirmek, planlara veriler oluşturmak, ölçüm ve analizler yapmak üzere çalışmalarda bulunmuşlardır.

1.1. Çalışmanın Genel Seyri ve Bölümlerin Kısaca İzahı

Çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın genel seyrini ortaya koyan akış şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.1. Çalışmanın genel seyri

Birinci bölüm olan girişte çalışmanın amacı, ana hatları ve genel seyri anlatılmaya çalışılmıştır. Bu bölümde amaç, çalışmanın yapılış gayesini anlatmak ve genel hatlarıyla çalışmayı ortaya koymaktır.

İkinci bölüm olan materyal ve yöntemlerde çalışmada pratiğe dökülen hususların teorik altyapıları anlatılmaya çalışılmıştır. Bu bölümde amaç, kullanılan metot ve yöntemlerin anlatılmasıdır.

Üçünü bölüm olan araştırma bulguları ve tartışmada paletli araçların tarihçesi, ürün hakkında bilgi ve uygulama süreci olmak üzere üç alt başlıkta anlatım yapılmıştır. Paletli araçların tarihçesi kısmında, bu araçların günümüze kadar olan süreçleri izah edilmeye çalışılmıştır. Ürün hakkında bilgi alt başlığında, palet sistemleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bu kısımda amaç palet sistemlerinin tanıtımını yapmak ve elemanlarını tanıtmaktır.

Diğer bir kısım olan uygulama süreci tasarım, üretim planlama ve kalite kontrol olmak üzere üç alt başlıkta incelenmiştir. Tasarım alt başlığında; tasarım faaliyetlerinin hangi esas ve usullere göre, nasıl yapıldığı ve sonucunda neler elde edildiği anlatılmaya çalışılmıştır. Üretim planlama alt başlığında; imal edilecek olan paletin üretim planlama faaliyetleri; talep tahminleri, yıllık üretim miktarlarının belirlenmesi, iş akış şemalarının oluşturulması ve üretim zamanlarının tespiti, iş çizelgeleme alt başlıkları altında incelenmiştir. Alt başlıkların içinde, faaliyetin hangi amaçla yapıldığı ve sonucunda ne elde edildiği yazılmıştır. Kalite kontrol alt başlığında ürüne ait kalite kontrol faaliyetleri; kalite planlama formlarının oluşturulması, kalite dokümantasyonunun hazırlanması, kalite kontrol diyagramlarının kurulması alt başlıkları altında incelenmiştir. Alt başlıkların içinde faaliyetin hangi amaçla yapıldığı ve sonucunda ne elde edildiği yazılmıştır. Bu kısımda amaç yapılan uygulama çalışmasının nasıl yapıldığının izah edilmesidir.

Dördüncü bölüm olan sonuç bölümünde, yapılan çalışma bütünüyle değerlendirilmiş ve ileriki aşamalar için gelişim önerileri sunulmuştur. Bu bölümde amaç yapılan çalışma neticesinde elde edilen faydaları ortaya koymak, ileriye yönelik önerilerde bulunmaktır.

1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmada amaç, milli olarak üretimi yapılacak olan bir palet sisteminin üretim aşamalarını her yönüyle planlamak, ölçmek, değerlendirmek ve seri üretime hazır hale getirmektir. Bu açıdan çalışma bir uygulama tezi mahiyetindedir. Cer dişlisi, portör teker gibi palet sistemlerinin diğer elemanları kapsam dışı tutulmuş, aracın üzerinde var olan bu elemanlara uygun bir palet üretimi ele alınmıştır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, üretilecek olan bir paletin seri üretime hazır hale gelmesi için, tasarım, üretim planlama ve kalite kontrol faaliyetleri planlanmış ve dokümanite edilmiştir.

Tasarım faaliyetleri, araç üstünde var olan sistemlere uygun paletin dizaynı için yapılan faaliyetleri içermektedir. AQAP 2110 felsefesi esas alınarak planlanmıştır. Üretimi yapılacak olan paleti ortaya koymak hedeflenmiştir.

Üretim planlama faaliyetleri, tasarlanan ürünün üretim adedinin tespit ile başlayan ve iş çizelgeleme ile son bulan bir süreçtir. Üretilecek olan ürünün imalat aşamalarını belirlemek, yaklaşık üretim zamanlarını tespit etmek, atölyelere ne kadarlık bir yük getirdiğini ortaya koymak, ilgili atölyeleri çizelgelemek hedeflenmiştir. Bu kapsamda talep tahminleri yapılmış, iş akış formları oluşturulmuş, üretim zamanları hesap edilmiş, atölyelerdeki tezgâhlar çizelgelenmiştir.

Kalite kontrol faaliyetleri, ürünün istenen kalitede üretilebilmesi için yapılan faaliyetleri kapsamaktadır. Ürünün imalatı esnasında her aşamada kalitesinin kontrol altında tutulması ve ileride yapılacak olan geliştirme faaliyetlerine veri toplanması hedeflenmiştir. Bu kapsamda kalite dokümantasyonu oluşturulmuş, kalite planlama formları hazırlanmış ve kalite kontrol diyagramları kurulmuştur. Ayrıca toplanan verilerin işlenebilmesi için MS-Access ile veri tabanı programları yazılmıştır.

Ürünün seri üretimi henüz başlamadığından, çalışmada toplanan verilerin tamamı sınırlı sayıda yapılan üretimden alınan verilerdir. Seri üretimin başlaması ile tüm planlamalar, tespitler ve hesaplanan bir takım değerler (üretim zamanları, fire oranları gibi) yeniden gözden geçirilecektir. Bu çalışmada ortaya konan planlama ve hesaplamalar seri üretime hazırlık için yapılan faaliyetlerdir.

Çalışmada incelenen ürün askeri özelliği olan ve kritik bir üründür. Bu nedenle çalışma esnasında kullanılan veriler orijinal değerleri yansıtmamaktadır. Tezin herkes tarafından incelemeye açık olması dolayısıyla detay düzeyde bilgilerin (üretim zamanları , üretim şekilleri gibi) gizlilik içermesi dolayısıyla verilmesi uygun görülmemiş ve teze konmamıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde pratiğe uygulanan tasarım, üretim planlama ve kalite kontrol konularının teorik özetleri anlatılmaya çalışılacaktır.

Tasarım alt başlığı altında tasarım faaliyetlerine esas AQAP 2110 standardı 7.3 maddesi verilmiştir. Bu madde de tasarım faaliyetlerinin standarda göre ne şekilde yapılacağı ayrıntılarıyla anlatılmıştır.

Üretim planlama alt başlığı altında üretim planlamanın amacı, üretim planlamanın önemi, talep tahminleri, rota tespiti, kapasite planlama ve çizelgeleme problemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Kalite kontrol alt başlığı altında TS ISO 1005 Kalite planları standardı, kalite kontrol diyagramları, toleranslara göre kontrol tekniği ve proses yeterliliği konularında bilgiler verilmiştir.

2.1. Tasarım

Tasarım faaliyetlerinin planlanması için birçok yöntem önerilmiştir. Fakat hangi yöntem olursa olsun asıl olan tasarımı yapacak olan ekibin/kurumun kendisine en uygun metodu seçmesidir. AQAP 2110 tasarım, geliştirme ve üretim için NATO kalite güvence gerekleri standardında, tasarım ve geliştirme faaliyetlerinin hangi esaslar dahilinde ilerleyeceği anlatılmıştır. Standartta verilen tasarımın nasıl yapılacağı değil, hangi esasla dahilinde yapılacağıdır. Bu çalışmada tasarım faaliyetleri AQAP 2110 standardının belirlediği esaslar dahilinde yapılmıştır. 2.1.1 maddesinde bu standart verilmiştir.

2.1.1 AQAP 2110 Tasarım, Geliştirme ve Üretim İçin NATO Kalite Güvence Gereklere Standardı 7.3 Maddesi

7.3 Tasarım ve Geliştirme

7.3.1 Tasarım ve Geliştirme Plânlanması

ISO 9001:2000 7.3.1 “Tasarım ve Geliştirme Plânlanması” uygulanacaktır. Kuruluş, ürünün tasarımını ve geliştirilmesini plânlamalı ve kontrol etmelidir. Tasarım ve geliştirme plânlanması aşamasında, kuruluş aşağıdakileri belirlemelidir.

1. Tasarım ve geliştirme aşamalarını
2. Her tasarım ve geliştirme aşamasına uygun gözden geçirme, doğrulama ve geçerli kılmayı
3. Tasarım ve geliştirme sorumlulukları ve yetkileri.

Kuruluş, etkin iletişimi ve sorumlulukların açıkça belirlenmesini sağlamak için tasarım ve geliştirme içinde yer alan farklı gruplar arasındaki etkileşimleri (bağlantıları) yönetmelidir. Plânlama çıktısı, uygun olduğunda, tasarım ve geliştirme ilerledikçe güncellenmelidir.

7.3.2 Tasarım ve Geliştirme Girdileri

ISO 9001:2000 7.3.2 “Tasarım ve Geliştirme Girdileri” uygulanacaktır. Ürün şartları ile ilgili girdiler belirlenmeli ve kayıtlar muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4). Bu girdiler aşağıdakileri içermelidir:

1. Fonksiyon ve performans şartları
2. Uygulanabilen yasal ve mevzuat şartları
3. Uygulanabildiğinde önceki benzer tasarımlardan elde edilen bilgileri
4. Tasarım ve geliştirme için esas olan diğer şartları

Bu girdiler, yeterlilik bakımından gözden geçirilmelidir Şartlar, tam, tek anlamlı olmalı ve birbiri ile çelişkili olmamalıdır.

7.3.3 Tasarım ve Geliştirme Çıktıları

ISO 9001:2000 7.3.3 “Tasarım ve Geliştirme Çıktıları” uygulanacaktır. Tasarım ve geliştirme çıktıları, tasarım ve geliştirme girdisine karşı doğrulamayı sağlayabilecek bir formda temin edilmeli ve önce onaylanmalıdır.

Tasarım ve geliştirme çıktıları;

1. Tasarım ve geliştirme için girdi şartlarını karşılamalı
2. Satın alma, üretim ve hizmet sunumu için uygun bilgiyi sağlamalı
3. Ürün kabul kriterlerini içermeli veya atıf yapmalı
4. Ürünün güvenli ve uygun kullanımı için esas olan ürün karakteristiklerini belirtmelidir

7.3.4 Tasarım ve Geliştirmenin Gözden Geçirilmesi

ISO 9001:2000 7.3.4 “Tasarım ve Geliştirmenin Gözden Geçirilmesi” uygulanacaktır. Uygun aşamalarda (Madde 7.3.1), tasarım ve geliştirmenin sistematik gözden geçirilmesi, aşağıda verilen amaçlar için plânlı düzenlemelere uygun olarak gerçekleştirilmelidir:

1. Şartların karşılanmasında, tasarım ve geliştirme sonuçlarının yeterliliğinin değerlendirilmesi
2. Herhangi bir problemin belirlenmesi ve önerilen faaliyetlerin tanımlanması

Bu gözden geçirme faaliyetine katılanlar, gözden geçirilmekte olan tasarım ve geliştirme aşamaları ile ilgili fonksiyonların temsilcilerini de içermelidir. Gözden geçirme ve gerekli faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

7.3.5 Tasarım ve Geliştirmenin Doğrulaması

ISO 9001:2000 7.3.5 “Tasarım ve Geliştirmenin Doğrulaması” uygulanacaktır. Tasarım ve geliştirme çıktılarının, tasarım ve geliştirme girdi şartlarını karşıladığından emin olmak için plânlı düzenlemelere (Madde 7.3.1) uygun olarak doğrulama yapılmalıdır. Doğrulama ve gerekli faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

NATO Özel Gereği:

İlâve:

Sözleşmede talep edilmezse, Yüklenici gerekli test metotlarını belirleyecek ve son ürün için de dahil olmak üzere, son ürüne kadar uygun aşamalarda istenen gereklerin karşılandığını göstermek için testleri gerçekleştirecektir.

7.3.6 Tasarım ve Geliştirmenin Geçerli Kılınması

ISO 9001:2000 7.3.6 “Tasarım ve Geliştirmenin Geçerli Kılınması” uygulanacaktır. Nihai ürünün bilindiğinde amaçlanan Kullanımı veya belirtilmiş uygulama şartlarını karşılayacak yeterlilikte olmasını sağlamak için plânlanan düzenlemelere (Madde 7.3.1) göre tasarım ve geliştirme geçerliliği yapılmalıdır. Uygulanabildiği yerlerde, geçerli kılma, ürünün tesliminden veya uygulanmasından önce tamamlanmış olmalıdır. Geçerli kılma ve gerekli faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

7.3.7 Tasarım ve Geliştirme Değişikliklerinin Kontrolü

ISO 9001:2000 7.3.7 “Tasarım ve Geliştirme Değişikliklerinin Kontrolü” uygulanacaktır. Tasarım ve geliştirme değişiklikleri belirlenmeli ve kayıtları muhafaza edilmelidir. Bu değişiklikler uygulamaya konulmadan önce, uygun olduğunda gözden geçirilmeli, doğrulanmalı, geçerli kılınmalı ve onaylanmalıdır. Tasarım ve geliştirme değişikliklerinin gözden geçirilmesi, değişikliklerin önceden teslim edilmiş ürün ve

ürünü oluşturan parçalar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesini de içermelidir. Değişikliklerin gözden geçirilmesi ve gerekli faaliyetlerin sonuçları ile ilgili kayıtlar muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4)⁽⁴⁾.

2.2. Üretim Planlama

Bu başlık altında üretim planlamanın amacı, üretim planlamanın önemi, talep tahminleri, rota tespiti, kapasite planlama ve çizelgeleme problemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

2.2.1. Üretim Planlamanın Amacı

Üretimi planlamanın amacı, gerek duyulan mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılacak tüm kaynakların istenen yer ve zamanda, istenen miktarda bulundurulmasını garanti etmek ve daha da önemlisi kaynak israfını (boş zaman, aşırı hammadde, ürün stoku tutma) minimum yapmaktır. Tüm bu işlemler üst yönetimin belirlediği politikalar (istikrarlı istihdam uygulaması) ve sınırlamalar (bütçe sınırlamaları) dikkate alınarak başarılmalıdır. Aynı zamanda tüm bu işlemler talebin mevsimlere bağlılığı, ıskarta ve kalite faktörleri, gereksinimlerin temini ile ilgili ön sözleşmeler, satın alınmış parçaların teslimindeki gecikmeler, işletme içindeki taşımalarındaki gecikmeler, üretim sürecinde gereken miktarlar, üretim hazırlık süreleri gibi faktörler göz önüne alınarak sağlanmış veya sağlanacak kaynaklarla gerçekleştirilecektir. Üretim planlama sadece uygulanacak belirli faaliyetlerin genel çerçevesini belirler. Bu plan belli faaliyetin belli zamanda ve araçta yerine getirilmesi gerektiğini göstermez. Bu gibi detaylar üretim programları ile saptanır. Ancak üretim

planlama belli bir dönemde bazı kolaylıkların (araç ve işgücü gibi) kendilerine verilen görevi yerine getirebilmeleri için ilave vardiya gerektiğini gösterebilir.

Sonuç olarak üretim planlama, elde bulunan kaynakların çeşitli üretim gereksinimlerine tahsisi eylemidir. Bu plan, genelde yapılacak detaylı iş tahsislerini olanaklı kılacak esnekliğe sahiptir.⁽⁵⁾

2.2.2. Üretim Planlamanın Önemi

Üretim planlama gelecekteki imalat faaliyetlerin veya miktarlarının düzeylerini ve limitlerini belirleyen fonksiyon olarak tanımlanabilir. Buna göre ÜP(üretim planlama)'da ayrıntılara inilmediği ve bu açıdan bir kesinlik bulunmadığı söylenebilir. Üretim planları üzerinde gerektiği zaman değişiklikler yapılabilir. Hangi mamulün hangi istasyonlarda ve ne zaman işlem görerek imal edileceği üretim planlarında değil, üretim programlarında belirlenir. Planlar bağlayıcı olmamasına karşılık programlar bağlayıcıdır. Üretim programları mecbur kalmadıkça değiştirilemez.

ÜP'nin önemi üretim sistemlerinin gelişmesine paralel olarak hızla artmıştır. Modern bir imalat işletmesinde ÜP'nin kaçınılmaz bir şekilde yer almasını gerektiren nedenler şöyle sıralanabilir.

- Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı
- İşletmeler arasındaki bağımlılık ve ilişkilerin gelişmesi
- İşletme içi faaliyetlerin koordinasyonunun zorluğu
- Tüketici kütesinin genişlemesi ve isteklerin değişik olması ve ayrıca bu isteklerin dinamik bir yapıya sahip olması
- Tedarik ve dağıtım alanlarının geniş bir alana yayılması

- Hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması
- İşletmenin ekonomik düzeyde çalışmasını sağlamak amacıyla malzeme, makine zamanı ve insan gücü kayıplarının minimum düzeye indirilmesi.

ÜP' nın temel verileri; iş yeri düzeni, makine ve insan gücü kapasitesi, malzeme, satış tahminleri, stok kontrolü, metot geliştirme, zaman standartları ve diğer ilgili konulardır. ÜP' da yapılacak iş, bu bilgileri değerleyerek belirlenen politikalara ve yukarıdaki tanıma uygun planlar hazırlamaktır.⁽⁵⁾

2.2.3. Üretim Planının Hazırlanması

Üretim planında öncelikle ele alınan bilgi taleptir. Bunu doğal karşılamak gerekir. Zira amaç tüketicinin istediği mamulü istenilen zamanda ve miktarda hazır bulundurmaktır. Talep tahminlerinin duyarlılığını etkileyen iki faktör vardır:

- 1- Zaman : tahminlerin kapsadığı zaman aralığı uzadıkça duyarlık azalır.
- 2- Ayrıntıya inme derecesi: talebi tahmin edilecek mamul sayısı arttıkça duyarlık azalır. Uygun biçimde oluşturulan mamul grupları için yapılan talep tahminleri daha duyarlıdır.

Bu iki özellik göz önüne alınırsa, üretim planlarının uygun bir zaman aralığını kapsayacak şekilde fazla ayrıntıya inilmeden düzenlenmesinin yerinde olacağı söylenebilir. Mamullerin gruplandırılması üretim araçları ve imalat yöntemleri hakkında köklü bilgi gerektirir. Teknolojik olanakların, makine ve insan gücü kapasitesinin ve diğer faktörlerin kısıtlayıcı etkilerini, ancak bu konuda bilgili olmakla hesaba katmak mümkündür. O halde bir üretim planının hazırlanmasında uyulması gereken prensipler;

- 1- Uygun planlama periyodunun seçimi
- 2- Uygun mamul gruplarının oluşturulması
- 3- Kısıtlayıcı faktörlerin bilinçli olarak hesaba katılması

Şeklinde ifade edilebilir. Bu prensiplere göre hazırlanacak üretim planı; belirli zaman aralıklarındaki üretim miktarlarını, imalatın plana uygun yürümesini kontrol edecek araç ve yöntemleri ve tüm fabrikayı kapsayan iş yükü dağıtım planını belirleyen araç olacaktır. Üretim planları; bir yandan tezgâh başındaki işçiye o gün ne yapacağını bildiren iş emirlerinin temel malzemesini oluştururken, diğer yandan her düzeydeki yöneticiye yol gösteren kontrol aracı niteliği taşıyacaktır.

Üretim planında yer alan mamul grupları, Aynı imalat işlemlerini gören veya aynı makinelerde işlenen mamullerden oluşmalıdır. Bu konuda satış ile ÜPK(üretim planlama ve kontrol) arasında sıkı bir işbirliği yapılmalıdır. Pazarlama açısından yapılan bir mamul gruplamasından üretim planlamanın yararlanması güçtür. Talep tahmin çalışmalarında ÜPK'nın görev almasının nedenlerinden biri budur.

Üretim planlarının yönetici ve uygulayıcıya daha yararlı olması için basit ve kolay anlaşılır biçimde dizayn edilmesi gerekir. Planlama prosedürünün yanı sıra, sonuç olarak ortaya çıkan tablo, diyagram ve ölçülerde basitliğe özen gösterilmelidir. Özellikle ölçme birimlerinin parça sayısı, işçilik saati gibi imalatta kullanılan ölçü birimlerinden seçilmesi yararlıdır.

Sürekli üretim yapan, mamul çeşidi fazlalığı ve talep dalgalanmaları nedeniyle stok bulundurma zorunluluğu olan bir imalat işleminde üretim planının yapılması için yapılacak işler şöyle sıralanabilir:

- 1- **Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir:** Genellikle birer aylık dilimler halinde bir yıllık dönem alınır. Stok düzeylerini, üretim hızını ve kapasite durumunu kontrole yarayan bu plan daha çok üçer aylık dönemleri kapsayan

haftalık üretim programlarına dönüştürülür. İşletmenin özellikleri gerektirdiği takdirde, daha kısa ve uzun programlar yapılabilir.

2- **Ekonomik stok düzeyleri hesaplanır:** Stok politikalarına ve talep değişim özelliklerine göre maliyetleri minimum yapan stok miktarlarına emniyet stokları eklenerek bulunur.

3- **Talep tahminleri yapılır:** Plan dönemi içinde talebin aylara ve veya uygun bir zaman aralığına göre değişimi ve min.-mak. Stok düzeyleri belirlenir.

4- **Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir:** Dönem başında ambarda bulunan ve henüz ambara sevk edilmemiş bulunan mamuller ve dönem sonunda emniyet stokuna ek olarak bulundurulması istenen mamullerdir.

5- **Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark bulunur:**

6- **Planlama dönemi içerisinde üretilmesi gereken miktar bulunur:** Dönem içindeki satış tahmini ile 5. maddede elde edilen değerde istenen değişme miktarı toplamından ibarettir.

7- **Üretilmesi istenen miktar dönem dilimlerine dağıtılır:** dağıtım; stok düzeyleri; üretim hızının değişkenliği, tatil kayıpları, tamir-bakım süreleri ve kapasite olanakları göz önüne alınarak yapılır.

Planlama dönemi sonunda istenen stok düzeyi ve dönem için talep tahmini verildiği takdirde bir periyottaki üretim miktarı basit bir formülle hesaplanabilir.

Bunun için;

P = bir periyottaki üretim

S1= dönem başındaki stok düzeyi

S2= dönem sonunda bulunması istenen stok

D = dönem için tahmin edilen talep

$N = \text{dönem içinde periyot sayısı}$

notasyonları kullanılarak,

$$P = (S1 - S2 + D) / N$$

Bağıntısı yazılır. Örneğin 5 haftalık bir dönem için $D=140$ adet, $S1= 130$,

$S2=130$ ve $N=5$ verildiği takdirde haftalık üretim;

$$P = (130-130 +140) / 5) = 28 \text{ adet/hafta şeklinde hesaplanır.}$$

Haftalık üretim planında verilen değerlere göre, her hafta içinde imalat programları düzenlenir. Bunun için, mamulü oluşturan parçalar ve işlenecek malzemeler tespit edildikten sonra iş istasyonlarında yapılması gereken işler süreleri belirlenir. İşçilerin günlük faaliyetlerini ayrıntılı olarak belirleyen iş emirleri bu programlardan yararlanılarak hazırlanır.

İmalat işletmelerinin çoğunda basit ve gerçekten uygulanan planlar yapılır. Fakat genellikle satış, üretim ve stok konularındaki planların ilgili departmanlar tarafından ayrı ayrı yapıldığı ve bunlar arasında olması gerekenden daha zayıf bir ilişki olduğu görülür. Bu son derece hatalı bir tutumdur. Böyle bir tutum planlamanın verimini düşürür. İdeal durumda üç fonksiyonu entegre eden bir yaklaşımla planlama yapılması düşünülmelidir.⁽⁵⁾

2.2.4. Talep Tahminleri

Gelecekteki üretim faaliyetlerinin planlanmasında ilk hareket noktası üretilmesi gereken veya istenen miktarların tespitidir. Üretilmesi gereken mamule ne kadar talep olacağını bilmeden herhangi bir planlamaya kalkışılmaz. Hammadde, yedek parça, yarı mamul, makine, işgücü ve yatırım ihtiyaçlarının hesaplanmasında temel veri talep tahminleridir.

Bir imalat firmasında talep tahminleri satış veya pazarlamanın görevidir. Ancak sonuçlarla ÜPK (üretim planlama ve kontrol) departmanı ilgilenir. Satış departmanı tespit ettiği talep miktarlarının üretimi için ÜPK departmanına verir. Haliyle talep tahminleri için satış, pazarlama ve ÜPK arasında iyi bir iletişim olması gerekir.

Talep tahminleri; zaman aralığı, kullanma amacı, mamul cinsi, hesaplama tekniği gibi çeşitli kriterlere göre sınıflandırmak mümkündür. En fazla kullanılan zaman aralığına göre yapılanıdır.

- **Çok kısa vadeli tahminler**; haftalık, hatta günlük olarak parça, malzeme ve mamul stoklarının kontrolü montaj hattı iş programlarının hazırlanmasında kullanılır.

- **Kısa vadeli tahminler**; en uygun imalat parti hacimlerinin, tedarik zamanlarının ve sipariş büyüklüğünün saptanmasına yöneliktir. Genellikle 3–6 aylık süreyi kapsar.

- **Orta vadeli tahminler**; tedarik zamanlarının belirsiz olduğu uzun olan malzeme alımlarının, üretim prosesi karışık mamullere ait imalat faaliyetlerinin, talebi mevsimsel dalgalanma gösteren mamul stoklarının amacıyla kullanılır. 6 ay ile 5 yıl arasındaki dönemleri kapsayabilir.

- **Uzun vadeli tahminler**; işletme tesislerinin geliştirilmesi, yeni makinelerin alınması gibi yatırımların planlamasını ilgilendiren konulara veri sağlama amacı ile kullanılır. Beş yıl ve üzeri süreler için kullanılır.

Talep tahminlerinin kapsadığı zaman aralığı büyüdükçe sonucu etkileyen faktörlerin sayısı artar bunlar arasındaki ilişkiler gittikçe karmaşık bir hal alır. Buna karşılık zaman aralığı kıaldıkça tahminlerin gerçeğe uygunluk derecesi önem kazanır.

Bir imalat işletmesinde yapılması söz konusu olacak talep tahmin çalışmaları konularına göre şöyle gruplanabilir;

- Yeni mamul talep araştırmaları
- Endüstri dalına ilişkin talep araştırmaları
- Fabrikalar grubuna ait talep araştırmaları
- İşletmenin geleceğine ait toplam talep araştırmaları
- Bir mamul grubuna ait talep araştırmaları
- Belili bir mamul için yapılan talep araştırmaları⁽⁵⁾

2.2.5. Talep Tahmin Metotları

Bir talep araştırmasının geçerliği kullanılacak yöntemden çok toplanan bilgilerin doğruluğuna bağlıdır. Bunun yanında yanlış hesaplama yönteminin kullanılması da yanlış sonuçlar doğurur.

1- **Tecrübe ve sezgiye dayanan talep araştırmaları**; işletmenin çeşitli ünitelerinde ve ilgili kuruluşlarında çalışan kişilerin görüşlerinin sistematik bir şekilde toplanarak analiz edilmesidir. Görüş toplama yönteminin basit ve düşük maliyetli olmasının yanında bazı sakıncaları vardır. Bunlar; henüz oturmamış bir satış örgütünde, eğitilmemiş ve tecrübesi az olan elemanların görüşlerinin toplanması sonuçları sağlıksız kılabilir.

2- **Ekonomik göstergelere dayanan talep araştırmaları**; işletme açısından ekonomik göstergeler genel istatistik verilerden ibarettir. Eğer araştırma konusu mamullerin talebi ile bu rakamlar arasında bir ilişki bulunduğu varsayılırsa, bunun istatistik yöntemlerle ispatlanması halinde yararlı sonuçlar çıkabilir. Örneğin; inşa edilen konut sayısı, inşa edilen karayolları, ulaşım maliyetleri vb.

3- **İstatistik yöntemlerle yapılan talep araştırmaları**; günümüz koşullarında başvurulması zorunlu hale gelen bir yoldur. Talebi etkileyen faktörlerin çokluğu ve bunlar arasındaki ilişkinin karmaşıklığı, tecrübe ve sezgiye dayanan yöntemleri geçersiz değilse bile yetersiz kılmıştır. Talep tahminlerinde kullanılan teknikler(ortalama, hareketli ortalama, üstel düzeltilme gibi) uygulamalı istatistiğin konuları arasındadır.⁽⁵⁾

2.2.6. Rota Tespiti

Üretim planlarında miktarları belirlenen mamullerin imaline hangi tarihte başlandığını, işlemlerin hangi kısım ve makinelerde yapılacağını ve bitiş zamanlarını ayrıntılı olarak düzenleyen programlar çeşitli bilgilerden yararlanarak oluşturulur. Üretim programlamada malzeme, işlem ve makinelere ilişkin bilgilerde daha spesifik olmak ve ayrıntıya inmek zorunludur.

Bir üretim programının hazırlanabilmesi için önce her mamulün hangi tezgâhlarda, hangi sıra ile işlem görerek imal edileceğini bilmek gerekir. Diğer bir deyişle, imalata verilen bir siparişin hammadde haline dönüşünceye kadar fabrika içinde izlediği yolun ve bu esnada uygulanan işlemlerin ayrıntılı biçimde belirlenmesi gerekir. Rota tespiti veya kısaca rotalama (routing)adı verilen bu fonksiyonu ilgilendiren elemanlar şunlardır:

1. Mamulün eldeki olanaklarla en verimli biçimde üretilmesini sağlayacak imalat yöntemi ve onu oluşturan işlemler.
2. Kullanılacak araç, gereç. Özel araçlar gerekiyorsa bunların elverişliliği veya maliyetleri
3. İşlemlerin yapılacağı tezgâhların cinsleri ve kapasiteleri.

4. İşlemlerin sırası.
5. Malzeme, makine ve teknolojik bilgi kısıtlamaları karşısında mümkün işlem hızları.
6. İşlem süreleri. Her işlem için gerekli makine zamanı ile hazırlık, yardımcı işlem, taşıma, muayene vb. faaliyetlerin süreleri.
7. Yukarıdaki bilgilerin düzenli bir şekilde kaydedilmesini sağlayan rota formu.
8. Rota formlarının gruplandırılması. Gruplar alt montaj ve montaj işlemleri ile gerekli parçaların istenilen yer ve zamanda hazır olması amacını gerçekleştirecek biçimde oluşturulur.
9. Her iş istasyonunda yapılacak işlemleri yöntem, zaman, hız vb. ayrıntılarla belirleyen işlem formu. İşlem formu rota formunun uygulanma emrinden ibarettir denilebilir.
10. İş emirlerinin ÜPK departmanı tarafından saptanan bir yöntemle sistemli biçimde ilgili kişilere dağıtımı(dispatching).

Bu elemanların çeşitli işletme departmanlarını, özellikle dizayn,mamul mühendisliği,ÜPK ve imalat departmanlarını ilgilendirdiği açıkça görülmektedir.ÜPK'nın diğer işletme departmanları ile yakın ilişkiler kurarak sıkı işbirliğinde bulunmasının önemi bir kez daha belirmektedir.

ÜPK'nın programlama fonksiyonunu ilgilendiren faktörler rota formlarının hazırlanmasına kadar olanlardır.Rota formları üretim programlarının hazırlanması için gerekli bilgileri sağlamanın yanı sıra kontrol faaliyetlerinde de kullanılır. İşlemlerin uygulanmasında sıra hatalarının ve programdan sapmaların nedenlerinin araştırılmasında rota formlarına başvurulur.Rota formlarında işlemlerin sırası belirlenir,fakat bunların uygulanması esnasındaki çakışmalar göz önüne

alınmaz.İşlemlerin çakışmadan veya fazla beklemeden birbirini izlemesi üretim programı ile düzenlenir.⁽⁵⁾

2.2.7. Kapasitenin Tanımı

Yeni bir fabrika kurulmadan önce tespit edilmesi gereken birkaç önemli husustan biri kapasitedir. Bu aşamada kapasiteyi tanımlayan ölçüler çok geneldir. Örneğin bir tekstil fabrikasının kapasitesi işlenecek hammadde miktarı veya üretilen tüm mamullerin metre olarak uzunluğu ile belirlenir. Kapasitenin tespiti için daha kapasite değerleri göz önüne alınarak ayrıntılara inilir.

Üretim yapan bir fabrikanın kapasitesini sabit bir değer ile tanımlamak güçtür. Makinelerin tek tek kapasitelerini bulup toplamakla fabrikanın kapasitesi tespit edilemez. İş istasyonlarının üretim hızları arasındaki farklar, tamir- bakım faaliyetleri, program hataları yüzünden boş beklemeler, ıskarta miktarı işçi ve daha pek çok fiziksel kapasite üzerinde sapmalara yol açar. Üretim plan ve programları, bu sapmalar göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Kapasite genellikle; bir üretim oranı veya belirli bir zaman içerisindeki üretim miktarı olarak tanımlanır. Kapasitenin üretim oranı olarak ölçülmesi halinde, sistemin fiili üretiminin maksimum üretimine oranı söz konusudur. Maksimum kapasite fiziksel yapı ile ilgili olduğundan kolay belirlenebilir. Fakat fiili üretim çeşitli faktörlerin etkisi altında değişir.

İkinci tanıma göre kapasite ölçümünde miktar ve zaman faktörlerinin belirlenme güçlüğü vardır. Malzeme, işlem süresi ve işçilik bakımından farklı çok çeşitli mamul üreten fabrikada miktar için ortak bir ölçü bulmak zordur. Ayrıca çalışma süreleri de kapasite için faktörlerdir. Örneğin tek vardiya, çift vardiya vb.

Diğer taraftan bir fabrikanın üretim kapasitesinde makine ve tesisler kadar insan gücünün de etkisi olduğu bilinmelidir. Kapasitenin ayarlanması ve değişkenlik açısından insan gücünün çok daha karmaşık yapıya sahip olduğu ve ciddi yönetim sorunları doğurduğu gerçektir.⁽⁵⁾

2.2.8. Kapasite Dengeleme

Çok çeşitli mamul üreten bir fabrikada her mamulün toplam üretim miktarındaki oranı farklı olabilir. Mamul kompozisyonu adı verilen karışımın değişimi her makineye duyulan ihtiyacın değişmesi demektir. Ne kadar iyi bir üretim planlama programı yapılırsa yapılısın tezgâhların hızlarındaki farklılıktan dolayı kullanma oranları farklı olacaktır. Dolayısı ile bazı makineler yoğun çalışırken bazıları düşük kapasite ile çalışacaktır. Bu durumlarda oluşan darboğazları engellemek için en çok başvurulan çare darboğazın olduğu tezgâhın çalışma oranını artırmaktır. Bir montaj hattı üzerinde bir kısım makineye fazla mesai uygulanması uzun vadeli bir çözümdür. En köklü çözüm yeni makinelerin alınmasıdır. Ayrıca bir darboğazın giderilmesi başka bir darboğazı oluşturabilir. Bu nedenle bu çalışma bir dizi darboğazları giderme olarak ele alınır. Talep ile maksimum kapasitenin eşit olması düşük bir olasılık olduğundan tezgâh beklemelelerinden oluşan maliyetler kaçınılmazdır. Talep üzerinde bir sınır olmadığı sürece maksimum kapasite kullanımını sağlayacak çözümler bulmak mümkündür.

Örneğin;	A	B	C	D
İşlem süresi :	6	12	4	5 (dk./ad)
Üretim hacmi :	10	5	15	12 (ad/sa)
Çalışır zaman :	30	60	20	25 (dk/sa)

Boş zaman : 30 0 40 35 (dk/sa)

Toplam zaman: 60 60 60 60 (dk/sa)

Bir mamul A,B,C,D gibi 4 ardışık işlem sonunda imal edilmektedir. Prosesi oluşturan işlemlerin süreleri yukarıda verilmiştir. Her iş istasyonunda M1, M2, M3, M4 makinelerinden biri ve birer işçi çalışmaktadır. Bu verilere göre her istasyonun adet/saat cinsinden üretim hacmi sıra ile

$$60/6=10 ; 60/12=5 ; 60/4=15 ; 60/5=12$$

Şeklinde hesaplanır. Üretim hattının kapasitesi en yavaş ilerlemeye bağlı olduğundan 5adet/saat'tir. Yani her istasyon saatte 5 adetten fazla üretemez. Bu durumda A istasyonu her saatte 5 adet üreterek $5 * 6 = 30$ dakika çalışacak ve geri kalan 30 dakika boş kalacaktır. Diğer istasyonların da çalışır ve boş kalma zamanları aynı şekilde hesaplanarak sırası ile 60; 20; 25 ve 0 ; 20 ; 35 dk /sn. bulunur. Üretim hattının verimi, bir ünite için toplam üretken zamanın toplam zamana oranından ibaret olup;

$$V = (6+12+4+5)/(4*12)=0,5625= \%56 \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

$$\text{Kapasite kaybı ise} = 100-56= \%44 \text{ tür}$$

En yavaş istasyona bir makine ilave edilerek kayıp azaltılır. Yeni makinenin ilavesi ile B işlemi 12 dk. dan 6 dk. ya ineceği için sistemin üretim hacmi $60/6 = 10$ adet/saat ve verimliliği;

$$V = (6+6+6+4+5)/5*6=0,90=\%90$$

olur. Bu şekilde en uzun işlem süresine sahip istasyona makine ekleyerek sistemin verimliliği artar ancak bu metot süreklidir. Yani sonu yoktur. Burada oluşan maliyetlere göre optimum olan kar noktasında bırakılır ancak sürekli iyileştirme prensibinden dolayı bir süre sonra sistem tekrar ele incelenir.⁽⁵⁾

2.2.9. Çizelgeleme Problemleri

Üretim çizelgeleme, bir ürünü oluşturan iş parçalarının eldeki tek veya çok sayıda makinelerde hangi sırada ve ne zaman işleneceğinin saptanmasıdır. Üretim çizelgeleme problemleri, üretim tipine göre çok farklı biçimlerde olabilir. Literatürde, üretim çizelgeleme problemleri için pek çok sınıflandırmalar yapıldığı görülür. Herhangi bir sınıflandırmanın amacı, problem sınıflarının anlaşılmasını sağlamak ve her bir sınıfın farklı özelliklerini saptamaktır. Graves(1981), üretim çizelgeleme problemlerinin beş boyutlu bir sınıflandırmasını yapmıştır.

İlk boyut, **gereksinim üretmedir**. Gereksinimler açık ve kapalı atölyelerde üretilir. Açık atölyede gereksinimler doğrudan doğruya müşteri siparişleriyle üretilir. Kapalı bir atölyede ise gereksinimler stoktan karşılanır ve üretim görevleri sadece mevcut stoktan sipariş kararı vermekten ibarettir.

Gereksinim üretmeye bağlı olarak üretim çizelgeleme problemi, çok farklı biçimlerde olabilir. Açık bir atölye için en basit biçim, siparişlerin her bir makinede sıralandığı sıralama problemidir. Kapalı bir atölye için üretim çizelgeleme problemi, hem sıralama kararlarını hem de yeniden sipariş verme işlemiyle ilgili parti büyüklüğü kararlarını içerir. Şüphesiz, gerçek yaşamda, tamamıyla açık veya kapalı bir atölye ortamı olmamasına rağmen üretim çizelgeleme problemlerinin çoğu açık veya kapalı olarak düşünülür.

İkinci boyut, **işlem karmaşıklığı**, her bir üretim görevleriyle ilgili işlem kademelerinin sayısı ile ilgilidir. İşlem karmaşıklığı boyutu, kademe sayısına göre dört farklı kısımda incelenebilir:

Tek-Kademe Tek-Makine problemi, en basit problem biçimidir. Burada bütün işler, tek makinede işlenmek üzere tek bir işlem kademesini gerektirir. Çivi üretimi buna bir örnektir. Bu çok basit biçim, çok karmaşık problemler için çözüm aramada başlangıç noktasıdır.

Tek-Kademe Paralel-Makine problemi, tek makine problemine benzemektedir. İkisi arasındaki fark, her bir iş paralel makinelerin birisinde işlenmek üzere yine tek bir işlem kademesini gerektirir. Aynı işi yapan makine sayısı fazladır. Yine, çivi üretimi buna örnek gösterilebilir. Çivi imal edilen makineden birkaç tanesinin atölyede bulunmasıyla oluşan atölye tipidir.

Çok Kademe problemleri, her bir işin işlem sırasında çok kesin bir öncelik ilişkisinin bulunduğu durumlardır. Her bir iş, makineler gurubunda öncelik ilişkisine göre işlenmeyi gerektirir. Çok kademeli problemler, akış tipi ve atölye tipi olmak üzere iki şekilde incelenebilir. Akış tipi problemde, bütün işler aynı işlem sırasıyla aynı makine gurubunda işlenir. Diğer bir deyişle, işlerin makinelerdeki işlem sırası(teknolojik kısıt) ve öncelik ilişkisi aynıdır. Atölye tipi problem ise, sınıflandırmadaki en genel ve en karmaşık olanıdır. Belli bir işe ait işlem kademeleri sayısı üzerine hiçbir kısıt yoktur. Başka bir deyişle, atölye tipi problemde her bir iş, farklı makinelerde işlenmek üzere kendine özgü bir işlem sırasına sahiptir.

Üçüncü boyut, **çizelgeleme ölçütü**, çizelgenin nasıl değerlendirileceğini gösterir. Çizelge değerlendirmede genel olarak iki ölçüt kullanılır. İlk ölçüt, çizelge maliyetidir. Belirli bir çizelgeye ait maliyet; üretim hazırlıkları ile ilgili sabit maliyetleri, değişken ve fazla mesai maliyetlerini, stok elde bulundurma maliyetlerini ve de siparişleri karşılayamama maliyetlerini kapsar. İkinci değerlendirme ölçütü, çizelge performansıdır. Çizelge performansını değerlendirmede kullanılan etkinlik ölçütleri daha sonra ayrıntılı olarak incelenecektir. Bu ölçütler, ya işlerin atölyede

harcadığı zamanı en azlamaya yönelik ölçütler ya da gecikmelerin mümkün olduğunca en azlanmasını sağlayacak olan teslim tarihine dayalı ölçütlerdir. Çizelge değerlendirme, genellikle, hem maliyet hem de etkinlik ölçütlerinin karışımına dayanır.

Sınıflandırmadaki dördüncü boyut, **gereksinim tanımlama**, problemin parametrelerinin başka bir deyişle bütün sayısal değerlerin önceden bilinip bilinmemesiyle ilgilidir. Eğer bütün parametreler miktar olarak önceden biliniyor ve sabit ise, problem deterministik olarak tanımlanır. Aksi halde problem stokastik olarak tanımlanır. Örneğin, açık atölye için işin her bir kademesine ait işlem zamanı bilinebilir. Bu durumda, atölye deterministik olarak tanımlanır. Tam tersine, işlem zamanı bilinmeyebilir ve belli bir olasılık dağılımından rasgele üretilen bir değişken olabilir. Bu durumda atölye, stokastik olarak tanımlanır. Benzer şekilde, kapalı bir atölye için stoktan sipariş verme kararlarına yol açan müşteri talep prosesi önceden tahmin edilebilir ve bu durumda problem, deterministik olarak tanımlanır. Yine, tam tersine, proses bilinmeyebilir ve belli bir olasılık dağılımdan üretilen rasgele bir değişken olabilir; bu durumda, proses stokastik olarak tanımlanır.

Beşinci boyut, **çizelgeleme ortamı**, üretilecek gereksinimler için gerekli girdiler üzerine varsayımlarla ilgilidir. Çizelgeleme periyodu boyunca üretilecek gereksinimlerin miktarı ve buna bağlı olarak atölye ortamına giren işlerin miktarı önceden saptanır ve atölye ortamına sonradan ek iş girişi yapılmaz ve de atölye ortamında hiçbir belirsizlik durumu söz konusu değil ise, çizelgeleme ortamı statik olarak tanımlanır. Diğer yanda, problem, çizelgeleme periyodu boyunca üretilecek gereksinimlerim miktarı ve buna bağlı olarak atölye ortamına giren işlerin miktarına sonradan ek iş girişi yapılabilecek biçimde tanımlanabilir. Başka bir deyişle, çizelgeleme periyodu boyunca atölye ortamına herhangi bir anda yeni iş girdileri

olabilir ve bu durumda atölye ortamı dinamik olarak tanımlanır. Gerçekte, çizelgeleme problemleri stokastik ve dinamiktir. Ancak, çoğu problem, statik ve deterministik olarak tasarlanır. Bunun nedeni, çeşitli varsayımlarla basitleştirilen statik ve deterministik modellerin iyice anlaşılması, gerçek-zamanlı modellerin ortaya konmasının ilk adımıdır. Ayrıca, mikroişlemciler ve robotlar üretim hatlarına girmekte ve dolayısıyla, işlem zamanlarında belirlilik sağlanmaktadır.⁽⁶⁾

2.2.10. Çizelgelemede Varsayımlar

Atölye tipi çizelgeleme problemini genelleştirmek için bazı tanımların yapılmasına gerek vardır. Bunlar şöyle sıralanır.

1. **Her bir iş bir bütündür:** İş farklı operasyonlardan oluşmasına rağmen, aynı işin iki operasyonu hiçbir şekilde aynı anda işlenemez.
2. **İş Bölme Yoktur:** Her bir operasyon, başladığı zaman, diğer operasyon o makinede başlatılmadan önce tamamlanmalıdır.
3. **Her bir iş, her bir makinede bir tane olmak üzere, m tane farklı operasyona sahiptir.** İşin aynı makinede iki defa işlem görmesi olasılığı hesaba katılmaz.
4. **İş iptali söz konusu değildir:** Her bir iş tamamlanıncaya dek işlenmelidir.
5. **İşlem zamanları çizelgeden bağımsızdır:** Burada iki şey varsayılmaktadır:
 - Hazırlık zamanları sıra bağımsızdır.
 - Makineler arasında işleri taşımak için gereken zaman ihmal edilmektedir.
6. **Ara stoğa izin verilir:** İşler bir sonraki makinenin boşalması için bekleyebilir.
7. **Makinenin her bir tipinden sadece bir tane vardır:** İşlerin işlenmesi esnasında aynı işi yapan birden fazla makinenin olmadığı varsayılır.
8. **Makineler boş kalabilir.**

9. **Hiçbir makine, bir kerede birden fazla operasyonu işleyemez.**
10. **Makineler asla bozulmaz ve çizelgeleme periyodu boyunca elverişlidir.**
11. **Teknolojik kısıtlar önceden bilinir ve sabittir.**
12. **Rassallık söz konusu değildir. Özellikle;**
 - İşlerin sayısı bilinir ve sabittir,
 - Makinelerin sayısı bilinir ve sabittir,
 - İşlem zamanları bilinir ve sabittir,
 - Hazır zamanlar bilinir ve sabittir.

- Belli bir problemi tanımlamak için gereken her türlü miktarlar bilinir ve sabittir.⁽⁶⁾

2.3. Kalite Kontrol

Bu başlık altında çalışmada uygulanan kalite kontrol teknikleri hakkında literatür bilgilerine yer verilmiştir. Konular TS ISO 1005 Kalite planları standardı, kalite kontrol diyagramları, toleranslara göre kontrol tekniği ve proses yeterliliği başlıkları altında verilecektir.

2.3.1. TS ISO 1005 Kalite Planları Standardı

Bu başlık altında TS ISO 1005 Kalite Planları Standardının özeti verilmiştir. Standardın amacı, üründen beklene kalitenin istenilen seviyede gerçekleşmesini sağlamak için yapılacak faaliyetler hakkında kılavuzluk etmektir. Standart incelendiğinde kalite planını belirli bir kesin formata sokmamakla beraber, ISO 9000 maddelerinin ürüne özel nasıl uygulandığının anlatılmasını istemektedir. Aşağıda standardın kısa bir özeti verilmiştir.

TS ISO 1005 Kalite Planları Standardı, belirli bir ürün, proje veya sözleşmenin özel şartları ile kalite sistem elamanlarının genel(generic) şartları arasında mantıksal bir ilişki kurma mekanizması ihtiyacını karşılamak için hazırlanmıştır. Bu standart tavsiye niteliğinde olup zorunlu değildir.

Kalite planı: Belirli bir ürün, proje veya sözleşmeyle ilgili özel kalite uygulamalarını, kaynakları ve faaliyetlerin sırasını veren doküman olarak tanımlanır.

Bir kalite planı, bir kuruluş içinde tanımlanmış ürünler için, kaliteyle ilgili özel şartların üretim sırasında uygun şekilde planlanmasını ve gösterilmesini sağlamak için kullanılabilir. Bir kalite planı, satılabilir bir ürün veya kuruluş içi bir olanak için verilen bir geliştirme projesinde, bir kalite sisteminin özel uygulamalarını göstermek için kullanılabilir. Bir kalite planı, sözleşmeli durumlarda, tedarikçi tarafından, bir projenin kalite için özel şartlarını nasıl karşıladığını müşteriye göstermek için de kullanılabilir. Pek çok durumda, kalite planının geliştirilmesi için, müşteri girdilerinin elde edilmesi yararlıdır. Kalite planı, hazırlanan diğer planlarla uyum içinde olmalıdır.

Kalite planı hazırlanırken duruma uygulanabilir kalite faaliyetleri tarif edilmeli ve dokümante edilmelidir. İhtiyaç duyulan genel dokümantasyonun pek çoğu, tedarikçinin kalite el kitabı ve dokümante edilmiş prosedürlerinde bulunabilir. Bu dokümantasyonun seçilmesi, uyarlanması ve/veya ekler yapılması gerekebilir. Kalite planı, belirlenmiş kalite hedeflerine ulaşmak için tedarikçinin genel dokümante edilmiş prosedürlerinin herhangi bir ürün, proje veya sözleşmeye özel gerekli ek prosedürlere nasıl bağlandığını ve uygulandığını gösterir. Kalite planı, doğrudan veya uygun dokümante edilmiş prosedürlere veya diğer dokümanlara atıfta bulunarak, gerekli faaliyetlerin nasıl uygulandığını göstermelidir. Format ve plandaki ayrıntıların seviyesi, kabul edilmiş herhangi bir müşteri şartına, tedarikçinin işletme

metoduna ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin karmaşıklığına uygun olmalıdır. Plan, mümkün olduğu kadar özlü, bu standardın şartlarına uygun olmalıdır. Tedarikçi dokümante edilmiş bir kalite sistemine sahip olmadığında, kalite planı tek başına bir doküman olabilir. Kalite planı, müşteri şartları ve belirli bir tedarikçinin iş uygulamalarına bağlı olarak bir başka doküman veya dokümanların (ürün veya proje planı gibi) parçası şeklinde de olabilir. Her biri, tasarım, satın alma, üretim veya muayene ve deney gibi belirli bir aşama için veya bağımlılık planı gibi belirli faaliyetler için bir planı temsil eden kısımlardan oluşan bir kalite planını geliştirmek gerekebilir. (7)

2.3.2. Kalite Kontrol Diyagramları

Kontrol çizelgesi esas olarak süreç değişkenliğini izlemek ve kontrol altına almak için geliştirilmiş bir grafikdir. İstatistik süreç kontrol (İSK) teknolojisinde başlıca iki tip kontrol çizelgesi kullanılmaktadır, bunlar: ölçülebilen karakteristikler için kontrol çizelgeleri ve sayılabilen veya niteliksel karakteristikler için kontrol çizelgeleridir. Ölçülebilen karakteristik adı üstünde çap, uzunluk, ağırlık, sertlik, oktan sayısı devir/dakika vs. gibi bir ölçü aleti ile veya laboratuvar analizi ile ölçülmesi mümkün olan özelliklerdir. Niteliksel karakteristik ise ürünlerin iyi/kötü, geçer/geçmez olarak ayrıldığı veya hatalarının sayılarak bunların istatistiklerinin yapıldığı durumlar için kullanılır.

Örnek alma planı: Örnek alma planı, bir defada alınacak örnek sayısı ve örnek alma aralığının veya sıklığının tespit edilmesidir. Bu konuya yaklaşım ölçülebilen karakteristikler ve sayılabilen karakteristiklerde birbirinden oldukça farklıdır.

Ölçülebilir karakteristiklerde bir defada alınan örnek sayısı 1 ila 25 arasında değişen bir rakamdır. Bu sayı ne kadar artarsa limitler o kadar daralır (örnek sayısının karekökü ile orantılı olarak) ve kontrol çizelgesi daha duyarlı hale gelir. Diğer taraftan örnek grubu alındığı sırada süreci sadece genel nedenlerin etkilemesi arzu edilir. Bu bakımdan örnekler ne kadar kısa sürede alınırsa, süreci özel nedenlerin etkilemesi riski o derecede az olur. Optimum bir çözüm olarak en çok kullanılan sayı 4 ve 5 tir. Çok süratli imalatlarda kontrol çizelgesi için bilgisayar kullanıldığı zaman bu sayı 15 ve hatta 25' e çıkabilir.

Sayılabilen karakteristiklerin kontrol çizelgelerinde örnek sayısı oldukça fazladır. Genel kural olarak alınan örneklerin en az 1 ila 5 hatalı ürün içermesi istenir. Örneğin ortalama hatalı oranı %1 olan bir süreçten alınacak örnek sayısı 100 ila 500 arasında olur.

Örnek alma sıklığının tespiti genellikle ekonomik bir konu olmaktadır. Çünkü alınan her örnek bir zaman ve emek sonuçta bir maliyet gerektirir. Bu bakımdan örnek alma aralığının geniş tutulması, bu maliyeti azaltır. Ancak özel nedenlerin zamanında yakalanması olasılığı da azalır. Bu bakımdan optimum bir sıklık deneyimlere göre tespit edilmelidir. Kural olarak limitlerin ilk tespiti aşamasında örnek alma aralığı çok dar tutulur. Limitler tespit edildikten sonra aralık giderek genişletilir. Stabil bir süreçten örnek alma aralığı geniştir. Takım tezgâhları kullanılan süreçlerde örnek alma sıklığı saatte 1 ile vardiyada veya günde 1 arasında değişmektedir.

Ana ortalama değer ve kontrol sınırları veya limitleri: Süreç çalışırken, izlenecek karakteristik ile ilgili veriler toplanır ve kontrol çizelgesine işlenecek forma sokulur. Bu veriler bazı durumlarda örneğin çap gibi, ürünle ilgili doğrudan ölçmeler olabilir. Bazen de sürecin performansını etkileyen basınç, sıcaklık veya hız

gibi bir süreç karakteristiği olabilir. Çok milli takım tezgâhlarında her mili etkileyen özel nedenlerden şüphe ediliyorsa her mile ayrı bir tezgâh gibi bakılır. Eğer miller arasındaki değişkenlik sadece genel nedenlerden etkileniyorsa grup kontrol çizelgesi yeterli olabilir.

Kontrol limitlerinin hesabı süreçten elde edilen verilere dayanır. Bu limitler süreci sadece genel nedenler etkilerken, beklenen en düşük ve en büyük değerleri temsil ederler. Söz konusu limitler çizelge üzerinde bir değerlendirme yapabilmek amacı ile çizilir. Dikkat edilmesi gereken bir konu, bu limitlerin bir şartname sınırı veya tolerans olmadığı, sürecin doğal değişkenlik sınırları olduğudur.

Süreçten alınan artarda veriler, kontrol limitleri ile karşılaştırılarak değişkenliğin stabil olup, olmadığı veya özel nedenlerden etkilenip, etkilenmediği saptanır. Özel nedenlere işaret eden düzensizlikler varsa, sürecin çalışması izlenerek gerekli önlemler alınır ve sonra veri toplamaya devam edilir. Genel kural olarak her çizelgenin limitleri bir önceki çizelgedeki veriler esas alınarak gerekirse tekrar hesaplanır.

Kontrol çizelgesi üretim sürecinin bir süre izlenip istatistiğinin yapılması ile geliştirilir. Bu amaçla süreçten en az 20–25 defa örnek alınması gerekir. Numune sayısı 5 ise bu durumda 100 numune alınması gerekir. Elde edilen bu numunelerin aritmetik ortalamasına ana ortalama değeri adı verilir. Hesaplanan ana ortama değerinin 3 standart (σ) sapma altı ve üstü kontrol limitleri veya sınırları olarak isimlendirilir. Kontrol çizelgesinin standart sapmasının alınan örneklerden hesaplanması aşağıdaki bölümlerde kontrol çizelgesi örnekleri anlatılırken açıklanacaktır. Görüleceği gibi bunun için dağılım eğrisini çizmek gerekmez. Sadece ana ortama değeri ve standart sapmayı bazı formüller kullanarak hesaplamak yeterlidir.

Kontrol çizelgesi üretim sürecinin zamana göre bir kalite fotoğrafını verir. Çizelgenin yatay eksenini daima saat, vardiya veya gün olarak zamanı gösterir. Düşey ekseninde ise ya ölçü değeri ya da hata oranı hatalı sayısı gibi niteliksel özellikler belirtilir. Çizelgeyi analiz ederek süreç değişkenliği hakkında bir tahminde bulunmak mümkündür. Söz konusu çizelgeler hem takım tezgâhları üretim yapılan imalatta hem kimya ve petrol sanayinde geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Kontrol çizelgesindeki anormalliklerin kuralları ve çizelgenin analizi:

Kontrol çizelgesinin analiz edilmesi büyük ölçüde dağılım eğrisinin daha önce açıklanan özelliklerine dayanır. Kontrol çizelgesini oluşturan noktaların yorumunda anormallik olarak kabul edilen bazı kurallar aşağıda açıklanmıştır. Söz konusu anormalliklerin meydana gelmesi olasılığı istatistik olarak binde bir veya daha azdır. Bu da çok küçük bir olasılık olduğundan süreç istatistik olarak kontrol dışına çıkmış olarak kabul edilir. Bu durum stabilite dışına çıkma olarak da isimlendirilmektedir.

Kontrol çizelgesinde alt ve üst kontrol limitleri dışında bir veya daha fazla nokta olması kuralı; Böyle bir veya daha fazla nokta sürecin özel nedenlerden etkilendiğinin en açık göstergesi olarak kabul edilir. Kontrol çizelgesi üzerindeki tüm noktaların yaklaşık üçte ikisinin limitler arasındaki açıklığın ortadaki üçte birlik bölüme dağılması kuralı; Bu kural dağılım eğrisinin ekseninden itibaren simetrik olarak bir standart sapma mesafede ürünlerin %34 ünün yani toplamda %68'nin bulunması gerektiğinden çıkarılmıştır. Ancak pratikte elle doldurulan çizelgelerde uygulanması güç olduğundan sadece (İSK) için hazırlanmış bilgisayar programlarında kullanılmaktadır. Elle doldurulan çizelgelerde göz ardı edilmektedir.

İki standart sapma mesafede birbirini izleyen iki noktanın bulunması kuralı; Bilindiği gibi iki standart sapma dışında ürün bulunması olasılığı her iki tarafta toplam %4 veya 1/25 tir. İstatistik matematiğine göre birbiri ardına iki noktanın $2(\sigma)$

dışına çıkması olasılığı $1/25 \times 1/25 = 1/625$ dür bu ise bir ürünün $3(\sigma)$ sınırı dışına çıkması gibi düşük bir olasılıktır. Bu kural özellikle ileride açıklanacak olan bireysel kontrol çizelgelerinde kullanılmaktadır. Bireysel çizelgede numune sayısı bir olduğu için çizelge genelde süreç bozulmalarına karşı fazla duyarlı değildir Bu bakımdan $2(\sigma)$ limiti uyarı limiti olarak kullanılmaktadır Ortalamalar kontrol çizelgeleri için böyle ikinci bir limit çizmek ve izlemek kullanışlı değildir.

Ortalamanın altında veya üstünde birbirini izleyen yedi noktanın veya ürünün bulunması kuralı; Bu durum süreç ortalamasında değişkenliğinde önemli bir kaymanın olduğunun göstergesidir ve olay muhtemelen söz konusu yedi noktanın ilkine yakın olarak başlamıştır.

Artarda yedi noktanın aşağı veya yukarı doğru bir meyil izlemesi kuralı; Bu durum da yukarıdaki kurala benzer olarak süreç ortalamasında veya değişkenliğinde önemli kaymanın olduğunu belirtir.

Bu genel kurallara ek olarak bazı kitaplarda belirtilen ilave kurallar şunlardır:

- Artarda 11 noktadan 10 tanesinin ana ortalama hattının bir tarafında olması kuralı
- Artarda 14 noktanın en az 12 tanesinin ortalamanın bir tarafında olması kuralı.
- Artarda 17 noktanın en az 14 tanesinin ortalamanın bir tarafında olması kuralı.
- Artarda 20 noktanın en az 17 tanesinin ortalamanın bir tarafında olması kuralı.
- Artarda 5 noktanın 4 tanesinin bir standart sapma (σ) dışında bulunması kuralı.
- Artarda 15 notanın bir standart sapma (σ) içinde bulunması kuralı

Bütün bu durumlara sürecin istatistik kontrol dışına çıktığına veya stabilitenin bozulduğuna hükmedilir.⁽⁸⁾

2.3.2.1 Kontrol Çizelgesi Tipleri

Sanayide çok sayıda ve çeşitte kontrol çizelgesi kullanılmaktadır. Çizelgelerin en çok kullanılan tiplerinden örnekler ilerdeki bölümlerde açıklanacaktır. Ancak çizelgeleri iki ana gruba ayırmak mümkündür. Bu iki grup içindeki çeşitli tipler aşağıda listelenmiştir

A. Ölçülebilen karakteristikler için kontrol çizelgeleri

Ölçülebilen karakteristik ağırlık, uzunluk, sertlik vs. gibi ölçülebilen özelliktir. Bu amaçla kullanılan ve ilerdeki bölümlerde örnekleri verilecek başlıca kontrol çizelgeleri şunlardır:

$X_{ort.}$ -R Ortalama değer ve aralık kontrol çizelgesi

$X_{ortanca}$ -R Ortanca değer ve aralık kontrol çizelgesi

$X_{ort.}$ -S Ortalama değer ve standart sapma kontrol çizelgeleri

X-R Bireysel değer ve aralık kontrol çizelgesi

Bu ana tiplere ek olarak ölçülebilen karakteristikler için imalat sanayinde kullanılan özel kontrol çizelgesi tipleri şunlardır:

Hareketli ortalamalar ve hareketli aralık için kontrol çizelgesi.

Parti değişkenlik çizelgeleri

Sık, sık ayarlanan süreçler

B. Sayılabilen veya niteliksel karakteristikler için kontrol çizelgeleri

Sayılabilen veya niteliksel karakteristikler için kontrol çizelgeleri, ürünlerin “uygun, uygun değil” şeklinde ayrıldığı veya hatalarının sayıldığı durumlar için kullanılan kontrol çizelgeleridir. Bu amaçla kullanılan kontrol çizelgeleri dört gruba ayrılırlar:

- (p) Çizelgesi veya hatalı oranı çizelgesi
- (np) Çizelgesi veya hatalı sayısı kontrol çizelgesi
- (u) Çizelgesi veya hata oranı kontrol çizelgesi
- (c) Çizelgesi veya hata sayısı kontrol çizelgesi

Kontrol çizelgesinin sağlayacağı yararlar;

Daha önce de deyinildiği gibi kontrol çizelgesinin birçok yararı şu şekilde sıralanabilir.

Süreç performansının tartışılmasında kullanılan ortak bir dil sağlayarak iletişimi kolaylaştırır. Örneğin sürecin kontrol dışına çıkışı veya stabilitenin bozulması çizelgeyi gören veya inceleyen her ilgili tarafından fark edilebilir. Fazla konuşma ve açıklama gereksizdir. Bazı üretim tezgâhlarında bu durumu atölye içinde duyurmak için tezgâha renkli bir plaka iliştilirilebilir. Böylece atölye yöneticisinin, varsa tezgâh ayarlayıcısının, bakım elemanın, kalite yöneticisinin ve diğer ilgililerin durumdan anında haberdar olmaları sağlanabilir.

Operatörlere süreçte her şeyin yolunda gittiğini kontrol etme olanağını vererek öz-kontrol durumu sağlamağa katkı yapar: Bir operatörün öz-kontrol durumunda olması için daha önce de bahsedildiği gibi operatöre şunlar sağlamalıdır:

Kendisinden ne yapması beklendiğini bilmesi olanağı: Örneğin sınırları belirtilmiş kontrol - çizelgesi, teknik resim, şartname, numune parça vs. gibi vasıtalar bu şartı sağlar.

Ne yaptığını bilme olanağı: Ölçü aletleri, mastarlar ve kontrol çizelgesi operatöre yaptığı işin kalitesini izleme olanağı sağlar.

Bir sorun halinde ne yapması gerektiği hakkında vasıta: Örneğin bozulan ayarı bizzat düzeltmek, ayarcıyı yardıma çağırarak, yöneticiye haber vermek bu vasıtalar içinde kabul edilir.

Eğer bunlar sağlanmazsa operatörün öz-kontrol durumunda olduğu söylenemez ve herhangi bir yetersizlik halinde sorumlu tutulamaz. Kontrol çizelgeleri özel ve genel bozulma nedenlerinin tespit edilebilmesi olanağını sağlayarak, hangi sorunların çalışanlar tarafından ve hangilerinin yönetim tarafından çözüleceğini gösterir. Yönetim tarafından çözümlenebilecek sorunlar genellikle bir yatırım gerektirir. Söz konusu yatırım kararına yönetimi ikna etme açısından güçlü bir vasıtaadır.

Bir süreç istatistik kontrol durumunda iken performansı ve kalite seviyesi tutarlı ve ön görülebilir bir durumdadır. Kontrol çizelgesinin devamlı ve sürekli kullanılması değişkenliği ve hata seviyesini daha da azaltarak sürecin verimliliğinin artışında önemli rol oynar.

Kontrol çizelgesinin limitleri sürecin doğal değişkenlik sınırlarıdır. Söz konusu sınırların toleranslar ile karşılaştırılması ilerdeki bölümlerde geniş olarak açıklandığı gibi sürecin yeterliliği hakkında karar verilmesini sağlar.

Kontrol çizelgeleri ayarlanan orta değerde ve değişkenlikte meydana gelen farklılıkları belirtebilme özelliğine sahiptir. Çizelge ile süreçte istatistik kontrol durumu sağlandıktan sonra, daha uyumlu çıktılar elde etmek gibi sürecin iyileştirilmesi ile ilgili hedefler için de kullanılırlar.

Kontrol çizelgesi süreç performansı hakkında bilgi veren kalıcı bir belgedir. Süreç performansındaki farklılıklar daha önceki kontrol çizelgeleri incelenerek değerlendirilir.⁽⁸⁾

2.3.3. Toleranslara Göre Kontrol Tekniği

İngilizcede (pre-control) olarak isimlendirilmiş olan bu teknik, bir süreci kontrol etmek için şartname veya teknik resimde verilmiş olan toleransları esas alan bir tekniktir. Bu teknikte üretim sürecinin ölçülebilir ve ayarlanabilir kalite karakteristikleri ile üretim yaptığı farz edilir, ancak söz konusu ölçülerin dağılımı ile ilgili bir kabul yapılmaz.

Bu teknikte yeni bir süreç (yeni bir ayar, yeni bir ham madde partisi, operatör değişimi vs). ard arda alınan 5 numunenin ölçülerinin belli bir aralığa düşmesi ile kalifiye edilir Bu durum, dağılımın tolerans limitleri içinde ürün üretecek kadar dar ve yakın olduğu garanti eder. Bu bir istatistik kalite kontrol değildir, bir yeterlilik kontrolüdür. Yani bu teknik ile sürecin toleranslar içinde ürün üretmeğe yeterli olduğu kabul edilir ve süreç kalifiye edilmiş olur. Eğer süreç kalifiye olamıyorsa, uyumsuz ürünlerin belirlenmesi için teşhis işi derhal başlatılır.

Süreç bir defa kalifiye edildikten sonra periyodik olarak ikişer numune alınarak denetlenir. Numuneler A ve B olarak isimlendirilir. Bu küçük numune grubu süreç operatörüne anında ve doğrudan bilgi vererek, hızlı çalışan bir geri besleme döngüsü oluşturur. Eğer A ve B den her ikisi de dikkat bölgesine düşerse önlem alınır.

Bu metodun istatistik gücü A ve B'nin bağımsız olasılıklarının çarpımında yatar: $P(A, B)=P(A) \times P(B)$. Böylece iki adetlik numune büyüklüğü kullanılarak hatalı sinyal riski büyük ölçüde azaltılır. Gerçek olasılıklar dikkat bölgesinin genişliğinin bir fonksiyonudur (aşağıda alfa riskine bakınız). Tolerans dışı ürünün atlanması olasılığı dikkat bölgesinin genişliği ve numune alma sıklığı tarafından kontrol edilir.

Ayar ile ilgili kurallar, numune büyüklüğü ve numune alma sıklığının her ikisi de matematik olarak ve işletme deneyimi ile geliştirilmişlerdir. Bu metodun kurallarının çok basit olması, genellikle kullanıcıları bunların keyfi olduğu sonucuna götürmekte ve bu metodu geliştirmek için değiştirmektedirler. Numune büyüklüğünün iki olması, yanlış sinyallerin azaltılması ile önlem almak için fazla beklemek arasındaki riski uzlaştırmaktadır. Dikkat bölgesi genişliğinin aşağıdaki gibi tespit edilmesi yolu ile yapılan avlama, dağılımın toleranstan geniş olduğunun bir işaretidir. Bu durumda süreç iyileştirilmelidir. Numune alma sıklığına (frekans) gelince, bu konudaki prensip, daha sık numune almanın maliyeti ile tolerans dışı üretim yapma riskini uzlaştırmaktır. Yapılan hesaplar tipik iki süreç ayarı arasındaki zamanda 25 defa A ve B numunesi almanın, tolerans dışı üretimin %1 ve daha az olmasını garanti ettiğini göstermektedir. Süreçlerin çoğu toleranslar arasında kalmak için periyodik olarak ayar gerektirir. Yapılan birçok deneme iki ayar arasında altı adet ikili numune grubu almanın tolerans dışına çıkmamak için yeterli olduğunu göstermiştir (aşağıda beta riskine bakınız). Brown (1966) bu teknik ile 30 milyon parçanın tek bir ret ile üretildiğini rapor etmiştir. Halen optimum olduğu ispat edilmiş bölge ve numune grubu büyüklüğünü değiştirmek, süreç kontrol etkisini azaltmakla sonuçlanacaktır.

Kullanma için şartlar: Toleranslara göre kontrol, işçinin ilgili karakteristikleri (boyut, renk, mukavemet vs.) ölçebildiği, bu karakteristikleri değiştirmek için süreci ayarlayabildiği, toplam üretim miktarının üç veya daha fazla olduğu, sürecin devamlı bir çıktıya (örneğin kâğıt) veya parçalar halinde çıktıya (örneğin makine parçası) sahip olduğu herhangi bir süreç için etkili bir şekilde kullanılabilir.

Toleranslara göre kontrol tekniğinde yapılan süreç ayarını kalifiye etmek için en az beş parça gerektiği halde, aslında bu beş parça imal edilirken de süreç kontrol edilmektedir. Eğer ilk iki ürün kontrol bölgesinde ise, üçüncüsü imal edilmeden önce süreç ayarlanır. Süreç ayarını kalifiye etmek için sayım tekrar başlamalıdır. Eğer toplam üretim sadece üç birimden ibaretse, toleranslara göre kontrol üçüncü birim üretilmeden önce değerli bilgi sağlamaktadır.

Süreç yeterliliği ve kalite karakteristiğinin sıklık dağılımı ile ilgili hiçbir kabul ve ilave hiçbir şartı yoktur (Yani bireysel parçaların dağılımını normal olması veya sürecin istatistik kontrol altında bulunma şartı).

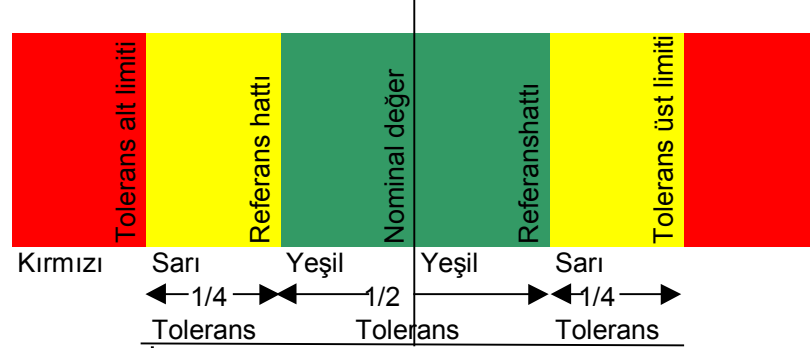
Toleranslara göre kontrol için bölgelerin tespiti:

İki taraflı tolerans: Bir nominal veya hedef değer ile alt ve üst toleransların verildiği karakteristikler için kullanılır. Nominal veya hedef değer ile alt ve üst tolerans limitleri arasına limitten itibaren tolerans aralığının $\frac{1}{4}$ ü kadar olan mesafede iki adet referans hattı çizilir. Bu referans hatları arasındaki bölge yeşil olarak, referans hattı ile tolerans limiti arasındaki iki bölge sarı olarak ve tolerans limitleri dışındaki bölgeler kırmızı olarak isimlendirilir. (Şekil.2.1)

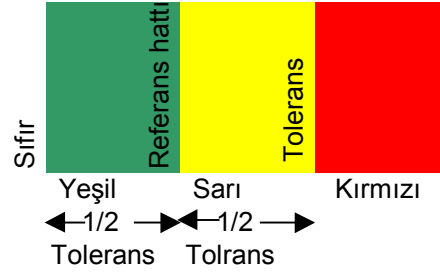
Tek taraflı tolerans, toplam gösterge okuması (düzlük, konsantrasyon):

Tolerans limiti ile sıfır arasındaki mesafenin tam ortasına bir referans hattı çizilir. Sıfır ile referans hattı arası yeşil ile referans hattı ile toleransın maksimum limiti arası sarı ile ve limit dışı kırmızı olarak isimlendirilir (Şekil.2.2).

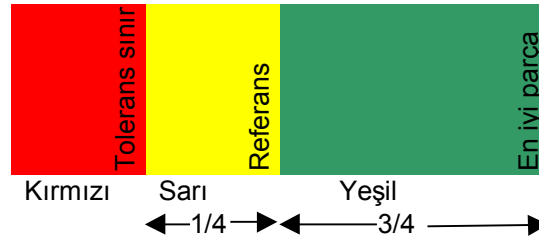
Tek taraflı tolerans, minimum veya maksimumum:(Kopma mukavemeti): Tolerans limitinden itibaren üretilen parçaların en iyisi arasındaki mesafenin $\frac{1}{4}$ üne referans hattı çizilir. Referans hattı ile en iyi parça arasındaki bölge yeşil olarak, referans hattı ile tolerans sınırı arasındaki bölge sarı olarak ve tolerans dışındaki bölge kırmızı olarak isimlendirilir. (Şekil.2.3)



Şekil 2.1 İki taraflı tolerans için kontrol bölgeleri



Şekil 2.2 Toplam gösterge okuması ve tek taraflı tolerans için kontrol bölgeleri



Şekil 2.3 Tek taraflı maksimum veya minimum tolerans için kontrol bölgeleri

Süreç operatörüne ilgili karakteristiği ölçecek cihazın kadranı yukarıda açıklanan kurallara uygun olarak yeşil bölge (iyi), sarı bölge (dikkat) ve kırmızı bölgeye (stop) boyanmış olarak verilir.

Toleranslara göre kontrol işine başlama;

Ayarın kalifiye edilmesi: Artarda beş ürün yeşil bölgede kalıncaya kadar, üretilen her parça ölçülür. Bir dizide iki sarı veya bir kırmızı bulunduğu zaman süreç ayarlanır ve tekrar saymağa başlanır. Bu adım ilk parça muayenesi yerine geçer.

Çalışma: Artarda üretilen ikişer parça periyodik olarak muayene edilir (A ve B çifti olarak isimlendirilir). Eğer her ikisi de sarı bölgede ise ayar yapılır. Eğer farklı tarafta sarı ise yardım istenir. (Bu durum genellikle daha karmaşık bir düzeltme gerektirir) Eğer her ikisinden biri kırmızı ise yine süreç ayarlanır. İki sarı durumunda uyumsuz üretimi önlemek için ayar hemen yapılmalıdır. Kırmızı durumunda uyumsuz parça zaten üretildiği için stop edilir. Kırmızı parça daha önceki parçaların arasına konmaz.

Ölçme sıklığı: Süreç ayarı gerektiren her çalışma zamanda ortalama 6 defa örnek alınarak ölçülür. Bir saatte 60 dakika bulunduğu için dakika olarak ölçme aralığı ayarlar arasındaki saat olara sürenin 10 ile çarpılması ile dakika olarak tespit edilir. Yani: Ölçüler arasındaki süre (dakika olarak)= Ayarlar arasındaki süre (saat olarak)x10 dur veya ölçüler arasındaki dakika cinsinden süre, aşağıdaki tablodan saat olarak ayar süresine göre bulunur

Ayarlar Arasındaki Saat Olarak Süre	Ölçüler Arasındaki Dakika Olarak Süre
1	10
2	20
3	30
4	40
Vs.	

Şekil 2.4 Toleranslara göre kontrol için ölçme sıklığı

Riskler: Süreç değişkenliğini analiz eden ve örnekleme dayanan bütün teknikler (İSK dahil) iki risk gerektirirler. İstatistik teknikte bu riskler tip I (veya alfa) ve tip II (veya beta) olarak isimlendirilirler. Bu riskler toleranslara göre kontrol tekniğine şu şekilde uygulanır

Tip I. Belli bir işletme şartında yanlış alarm riski. Yani sürecin ayarlanmasına gerek olmadığı bir zamanda çift sarı elde etme riskidir.

Tip II Belli bir işletme şartında üretim tolerans dışı olduğu halde iki sarı veya kırmızı tespit etmemenin riskidir.

Tip I için en kötü işletme şartı, dağılım eğrisinin normal olması, ana ortalama değer in toleransların tam ortası bulunması artı, eksi üç standart sapmanın toleranslar ile çakışmasıdır. Bu durumda referans hattı nominal veya hedef değerden $1,5\sigma$ (standart sapma) mesafededir. Normal dağılım eğrisinde $1,5\sigma$ dışında olan parçaların toplamı %86 dır. Yani her iki tarafta %7 parça bulunması veya başka bir ifade ile sarı bulunması olasılığı vardır. Bu ise $1/14$ demektir. A ve B çiftinin ikisinin birden bu bölgede bulunma olasılığı bu duruma göre:

$$1/14 \times 1/14 = 1/196 \text{ veya yüzde olarak yaklaşık \%2 dir.}$$

Yani yanlış alarm olasılığı en fazla %2 civarındadır. Yanlış alarında operatör süreci gereksiz yere ayarlayacak ve sürecin tekrar kalifiye olması için beş parça imal ederken muhtemelen yine artarda iki sarı parça ile karşılaşacaktır Bu ikinci sarı sinyal üzerine süreci tekrar ayarlayacak ve muhtemelen tekrar eski durumuna getirecektir. Bu durumda yanlış alarmın sonucunda iki gereksiz ayar yapılmış olacaktır. Bir tanesi yanlış sinyal sonucu, diğeri ise bunu düzeltmek için yapılan ayar Ancak bu durumun sonucunda hiçbir uyumsuz ürün üretilmemekte, sadece boş yere süreç ayarlanmaktadır.

Tip II için en kötü işletme şartı yine artı eksi üç standart sapmanın tolerans genişliğine eşit olduğu dağılım eğrisinin ortalama değerinin nominal veya hedef değerden $0,85\delta$ farklı olduğu durumdur. Bu durumda tolerans dışı üretim olasılığı ortalama %1 den fazla değildir. Hesaplama yöntemi Tip I için olandan biraz daha karmaşıktır.⁽⁸⁾

2.3.4. Proses(süreç) Yeterliliği

Süreç yeterliliği, bir süreç tarafından işlenen ürünün doğal tekrar edilebilirlik ölçüsüdür. İstatistik kontrol altında olan, yani zamanla ortaya çıkan özel değişkenlik nedenlerinin bulunmadığı bir süreçte sonuçlanan ürün üniformluğunu temsil eder. Süreç yeterliliği bir sürecin ölçülebilir bir özelliğidir. Ölçülen sonuç değişkenliğinin 6σ terimi içinde ifade edilir ve ürün toleransından farklı bir değerdir. Bununla birlikte sürecin uygunluğunu yargılamak için yeterlilik ölçüsü, tolerans ile karşılaştırılır. Süreç yeterliliği için kullanılan formül: **Süreç yeterliliği = 6σ**

Burada σ = İstatistik kontrol altında bir sürecin standart sapmasıdır (yani hiçbir özel değişkenlik nedeninin bulunmadığı bir sürecin).

Eğer süreç tolerans merkezine yani teknik resim nominal değerine veya hedef değerine merkezlenmiş ise normal dağılım eğrisini izler ve üretimin %99,8 miktarı $\pm 3\sigma$ limitleri içinde bulunur. Bazı endüstriyel süreçler istatistik kontrol altında çalışır. Böyle süreçler için hesaplanan 6σ süreç yeterliliği, doğrudan teknik resim toleransları ile karşılaştırılabilir ve uygunluk kararı verilebilir. Bununla birlikte sanayi süreçlerin çoğu özel nedenlerden etkilenir ve ideal durumdan bu sapmalar hayatın gerçekleridir ve çalışanlar bunlarla uğraşmak zorundadır. Yine de istatistik kontrol altında olmayı temel alan süreç yeterliliği için bir formül üzerinde standartlaşmanın büyük bir değeri vardır. Bu durum altında süreç değişkenliği birçok küçük değişkenliğin sonucudur (tek büyük bir değişkenliğin etkisinden çok) ve bu yüzden rasgele değişkenlik karakterine sahiptir.

Standartlaştırılmış formül normal bir dağılım eğrisini kabul eder. Bu ise genellikle rastlanan bir durumdur, ancak universal olarak doğru değildir. Örneğin ovalleşme ve pürüzlülük (burada sıfır arzu edilir) için fiziksel limite yakın boyutlarda çarpık bir dağılım görülür. Bu durumda $\pm 3\sigma$ tüm ürünlerin %99,8 miktarını

içermez. Bununla birlikte süreç yeterliliğinin bir ölçüsünü veren normal logaritma veya Weibull dağılımını kullanmak mümkündür. Süreç yeterliliğini hesaplamak için en önemli neden, sürecin ürünü toleranslar içinde tutma kabiliyetini belirleyebilmektir. İstatistik kontrol altında olan süreçler için $\pm 3 \sigma$ değişkenliğini, tolerans limitleri ile karşılaştırmak ve hatalı yüzdesini kolayca hesaplamak mümkündür.

Süreç yeterliliği ve makine veya tezgâh yeterliliği: Bazı uygulayıcılar bu iki terim arasında ayırım yaparlar. **Makine yeterliliği** bir dizi süreç şartı altındaki tekrar edilebilirliği belirtir. Örneğin aynı operatörü, aynı homojen ham maddeyi, belirli bir imalat tekniğini kullanan süreç içindeki tekrar edilebilirliği belirtir. **Süreç yeterliliği** ise normal şartlar altında işçilerin, malzemenin ve süreç parametrelerinin değiştiği uzun bir zaman periyodu içindeki tekrar edilebilirliği belirtir.

Pratikte bir aylık çalışma sonunda süreçten alınan verilerle hesaplanan yeterlilik **süreç yeterliliği**, sekiz saatlik bir çalışma alınan verilerle hesaplanan yeterlilik **makine yeterliliği** olarak kabul edilmektedir.

Yeterlik endeksi: Süreçlerin $\pm 3 \sigma$ limitleri ile toleransların bağlantısı süreç yeterlik endeksi ile ifade edilir ve söz konusu endeks **Cp** ile gösterilir. Eğer söz $\pm 3 \sigma$ limitleri bir aylık bir çalışma yerine 8 saat veya daha kısa sürede alınan verilerden hesaplanmış ise endeks **Cm** ile gösterilir ve makine yeterlilik endeksi olarak isimlendirilir. Bu duruma göre her iki endeksi veren formül aynıdır.

$$\text{Yeterlilik endeksi} = Cp \text{ veya } Cm = \text{Tolerans genişliği} / 6 \sigma.$$

Binde iki (her iki tarafta binde bir) hatalı oranı için süreç yeterlilik endeksi en az $Cp = 1$ olmalıdır. Bu durumu sağlamak için kısa süreli verilerle hesaplanan makine yeterlilik endeksinin $Cm = 1,33$ olması kabul edilmiştir. (Çünkü bir günlük veya 8

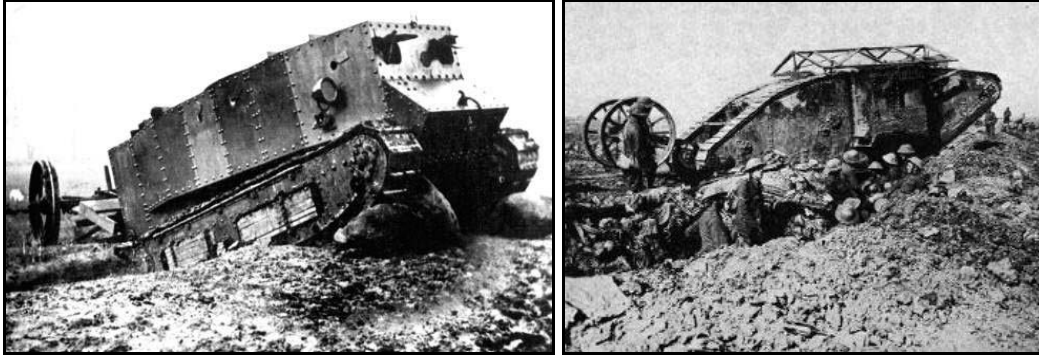
saatlik çalışma esnasında makine, operatör, yöntem, malzeme vs. değişmez. Bütün bunların belli ölçülerde değişebileceği uzun vadeli (örneğin bir ay) bir çalışma için $C_p=1$ olması için, kısa vadede 1,33 olmalıdır.) Ancak yeterlilik endeksi için verilen bu formül hatalı değilse bile eksiktir. Çünkü süreç ana ortalama değerinin teknik resim nominal değeri ile tam çakıştığı farz edilmiştir. Oysa bu ideal duruma her zaman ulaşmak mümkün olmayabilir. Genel olarak süreç ortalaması ile nominal değer arasında artı veya eksi küçük bir fark bulunur. Bu farkı da göz önüne alan yeterlilik endeksi **Cpk** veya **Cmk** ile gösterilir ve aşağıda iki formül ile bulunan endekslerin en küçüğü olarak kabul edilir.

C_{pk} veya $C_{mk} = \text{minimum} \left(\frac{\bar{X} - ATL}{3\sigma} \text{ veya } \frac{ÜTL - \bar{X}}{3\sigma} \right)$. Burada ATL =Tolerans alt limitini, $ÜTL$ = Tolerans üst limitini temsil etmektedir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Paletli Araçların Tarihçesi

Paletli araçların tarihçesi 1770li yıllara dayanmaktadır. Askeri amaçlı olarak paletli araçlar Birinci Dünya Savaşı ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır. İlk askeri paletli araçlar zırhlı personel taşıyıcı olarak kullanılan üzerine kaba metal plakalar vidalanmış traktörlerdi. Birinci Dünya Savaşının çıkması ve siper harpleri ile savaşın durağan bir hal alması yeni bir silah sistemine ihtiyaç duyulmasına sebep olmuştur. Gerçek manada ilk tank İngilizler tarafından Şubat 1915'te geliştirilmiştir. Fakat ilk defa Eylül 1916 da Somme muharebelerinde kullanılmıştır. İlk tanktan istenen özellikler saatte 6 km. hız yapması 5 feetlik (1,5 m.) yükseklikleri ve 8 feetlik (2,4 m.) çukurları aşması olmuştur.



Şekil 3.1 İlk tank prototipi (1915) - Mk-1 tankı (1916)



Şekil 3.2 Fransız Renault tankı(1917)-Alman Tankı AV7 (1917)

Paletli araçların önemi gerçek anlamıyla İkinci Dünya Savaşında anlaşılmıştır. Savaşın ilk evrelerinde Almanya'ya üstünlük sağlayan yıldırım harbi taktiği paletli araçların sağladığı üstün manevra kabiliyeti sayesinde uygulanabilmiştir. Tel engelleri ve personel mayınlarından etkilenmemeleri paletli araçları geçmişte olduğu gibi günümüzde de vazgeçilmez kılmaktadır⁽¹⁾.

Paletli araçların gücünü ve etkisini ispatladığı İkinci Dünya Savaşı ile her ülkede zırhlı birlikler kurulmuş ve paletli araçlar kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde kullandığımız paletli araçlar İkinci Dünya Savaşında kullanılan araçların geliştirilmesi ile elde edilmiştir. Palet sistemi de İkinci Dünya Savaşında kullanılan sistemin aynısıdır. Sadece kullanılan malzeme değişmiş ama temel tasarım fazla değişmemiştir.

Zırhlı araçlar Türk ordusuna ilk kez, 1928 yılında Fransızlardan satın alınan Renault tankı ile girmiştir. 1932 yılında Sovyet Rusya'dan bir miktar T-26 ve T-27 tankı satın alınmıştır. 1934 yılında ilk muharip tank birliği Lüleburgaz'da tank taburu olarak kurulmuştur. 1937 yılında tank alayı kurmak için Fransızlardan 100 adet Renault tankı ile İngilizlerden 16 adet Vickers tankı alınmıştır. 1943 yılında zırhlı birliklere verilen zırhlı araçlar; 25 adet Sherman, 220 adet Stuart Amerikan tankı ile 180 adet Valentine, 150 adet Scout ve 60 adet Bren-Gun-Carrier İngiliz yapısı tank

ve zırhlı araçlardan oluşuyordu. Aynı yıl 75 adet Alman T-3 ve T-4 tankı satın alınmıştır. Bu tarihte şasisi Kırıkkale’de yapılan ve bir Ford motoru ile mücehhez Türk yapısı bir tankın tecrübeleri yapılmış, fakat endüstrimizin yetersizliği nedeni ile tecrübe başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

T-26, Renault, Vickers, Valentine, Sherman, T-3, T-4 gibi çeşitli yapı ve karakterlerdeki tanklar zırhlı birliklerimizde vazife görmüşlerdir. Zırhlı birliklerimiz ancak amerikan yardımı ile birlikte aynı cins tanktan kurulu hale gelebilmiştir. Amerikalılar ilk olarak ordumuza 114 adet M-24(General Chafe) hafif tankları ile, 222 adet M-36 tank destroyeri ve 12 adet M-32 tank kurtarıcısı vermişlerdir.

1953-1954 yılları arasında, M-36 tanklarının yerini M-47 tankları almaya başlamıştır. 1968 yılında zırhlı tugayların kadrolarını tamamlamıştır. Daha sonraları benzin enjektörlü motora sahip M48A2C tanklarda envantere dahil edilmiş ve uzun yıllar M-47, M48 ve M48A2C tankları kullanılmıştır.

Teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişmiş ülkelerde kullanılan tankların büyük ilerlemeler kaydetmesine rağmen mevcut tankların teknolojinin gerisinde kalması, Türk Silahlı Kuvvetleri’nin modernizasyon ve reorganizasyon ihtiyacını gündeme getirmiştir. Bu nedenle, mevcut M48 ve M48A1 tankları 1980 yılından itibaren Amerikan teknolojisi ile M48A5T1 tanklarına ve Alman teknolojisi ile M48A5T2 tanklarına dönüştürülmüştür.

Zırhlı birliklerin gelişmesi, Almanya’dan LEO1A1, LEO1A4 ve LEO1A3T1 tankları, Amerika’dan M60A1, M60A3 tankları alınarak devam etmiştir⁽²⁾.



Şekil 3.3 T-155 FIRTINA K/M Obüs

Zırhlı araçların Türkiye’de üretilmesine yönelik çalışmalar halen devam etmektedir. Bir ilke imza atan Arifiye Tank Palet Fabrikası yerli olarak T-155 K/M Obüsü üretmeyi başarmıştır.

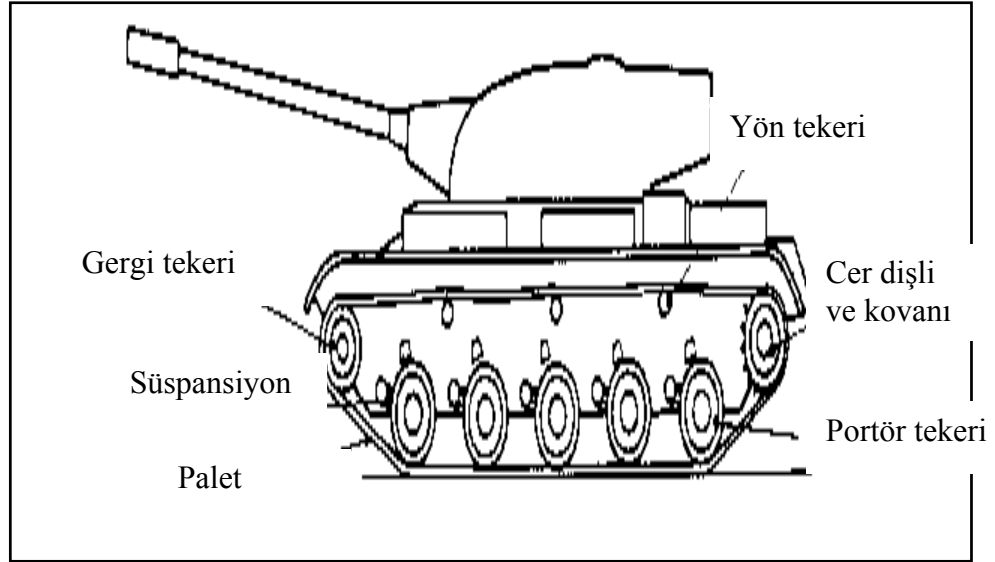
Soğuk savaşın sona ermesi ve Varşova paktının dağılmasıyla merkezi Avrupa’nın büyük kuvvetlerle yüz yüze kalma ihtimali azalmış olmasına rağmen, dünyanın çeşitli bölgelerinde yaşanan krizler ve dünya var oldukça hiçbir ülkenin tehditten uzak kalamayacağı gerçeği paletli muharebe araçlarını halen ülkelerin kara kuvvetlerinin en önemli silahı konumunda tutmaktadır. Öte yanda 2003 yılında yaşanan gelişmelerin sonucu olarak Kafkas ve Orta Doğu ülkelerinde tank sayısının daha da artacağı değerlendirilmektedir⁽³⁾.

3.2. Ürün Hakkında Bilgi

3.2.1. Palet Sistemi

Bir aracın taşınabilen bir zemin (palet) üzerinde ilerlemesi aracın tasarım aşamasında bazı özelliklere sahip olmasını gerekli kılmaktadır. Genel olarak bu özellikler, aracın yapısıyla uyumlu olma, motor gücüne uygun aktarılmasını sağlama, kolay kontrol edilebilme, arazide stabilizasyon olarak sayılabilir. Her paletli araç farklı ihtiyaçlara cevap verdiği için farklı tasarım özellikleri göstermektedir. Fakat bütün paletli araçlar bazı ortak özelliklere sahiptirler. Bu özellikler⁽⁹⁾:

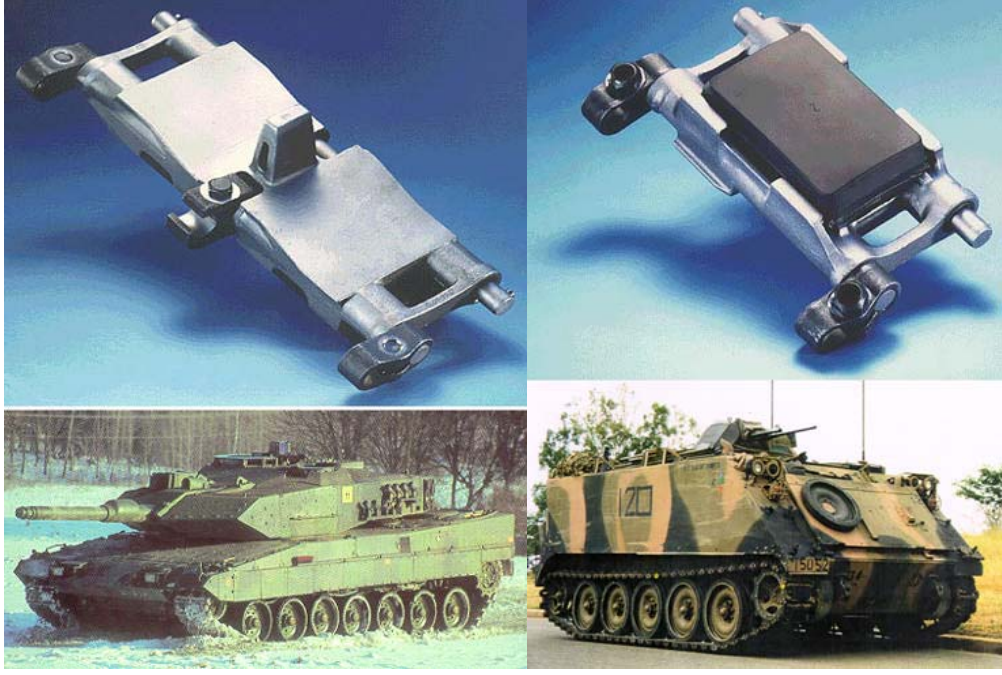
- Aracı destekleyen ve yere temas eden bir palet yüzeyi
- Temas ettiği yere sürtünme veya gömülme ile tutunma
- Portör tekerleklerinin üzerinde ilerleyebileceği bir palet yolu
- Portör tekerleklerinin palet sisteminde ilerleyebileceği kılavuz yüzeyi
- Cer dışlisinden ilerlemenin aktarılacağı ilerleme yüzeyi
- Menteşe veya benzeri bir birleşme yeri
- Suda itici güç sağlayan özellik (amfibi araçlar için)



Şekil 3.4. Palet sistemi

3.2.2. Palet Çeşitleri

Her palet baklası istenilen uzunlukta palet oluşturmak üzere birbiriyle birleştirilmiş ya da tutturulmuş palet uç bağlantılarından oluşur. Palet ve bağlantıları ile cer dişlisinin dişleri birbirine geçerler. Bu da gücün araç motorundan palete aktarılmasını sağlar. Araç paletlerin üstünde dönen taşıyıcı (portör) tekerleklerin üstündedir. Paletin cer dişlisi tarafından döndürülmesi aracı hareket ettirir⁽¹⁰⁾.



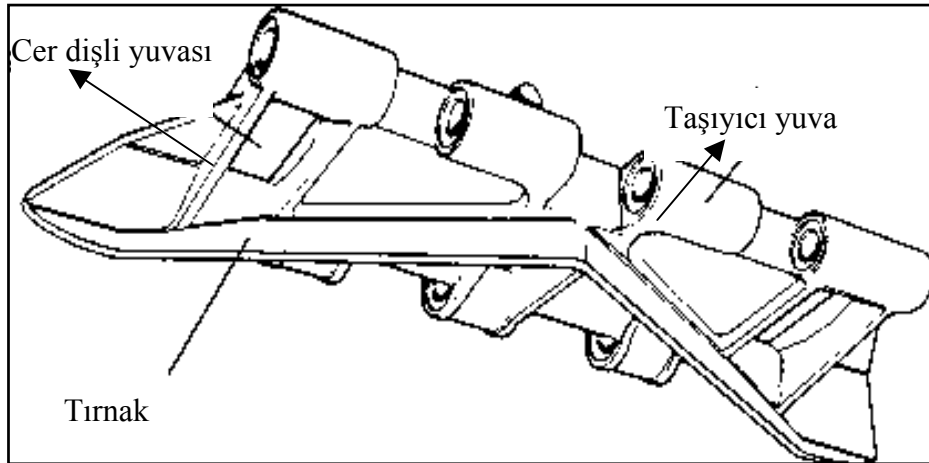
Şekil 3.5. Tank ve ZPT paletleri⁽¹¹⁾



Şekil 3.6. ÇNRA ve ZMA Paletleri⁽¹¹⁾

3.2.2.1. Tek Pimli Paletler

Tek pimli paletler birbirine benzer ve paralel sürekli bir yapıdadır. Mentüşede olduğu gibi taşıyıcı ön yuvalar önde diğer palet baklasının arka taşıyıcı yuvası ile birleşir ve iki palet baklasından tek pim geçer. Bu tür paletler hafif ve gerilmeye dayanıklıdır ve tahrip edilmeleri zordur. Genellikle bütün eski Sovyet yapısı araçlar bu tür palet kullanır. Tek pimli paletleri kuru ve canlı olmak üzere iki kısımda inceleyebiliriz. Kuru tip paletlerin basit ve en genel örneği T-34 serisi araçlardır. Kuru pim (kauçuk kaplamasız) boş taşıyıcı yuvada hareket eder ve bir vidayla emniyete alınmasına bile gerek yoktur. Pim palete basitçe gövdenin iz düşümünde iç kısmından yerleştirilir. Gövde, palet her geçtiğinde pimi yerine iter. Bu sistemin dezavantajı yüksek oranda metalin metalle sürtünmesi sonucu oluşan aşınma ve sürtünmeden kaynaklanan hareket direncidir.



Şekil 3.7. Tek Pimli Palet

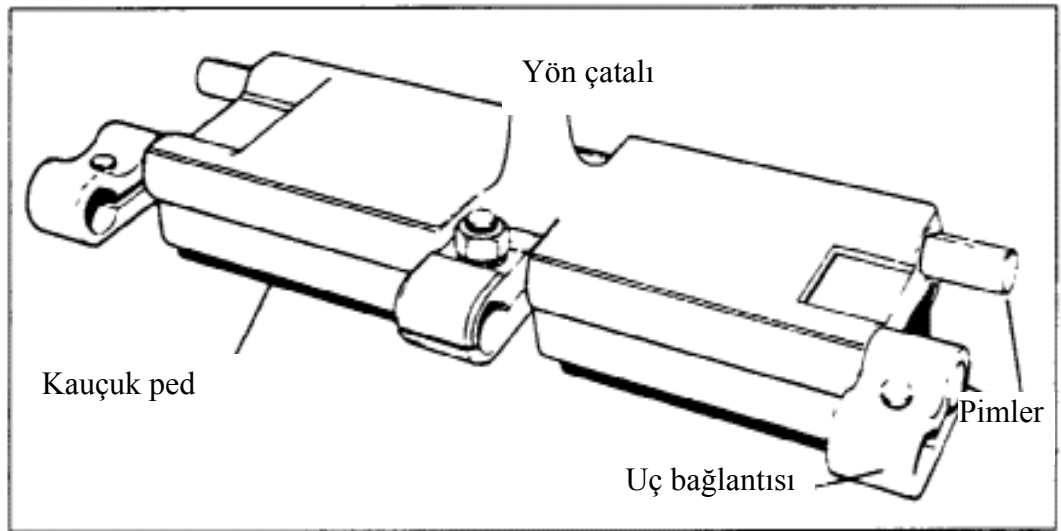
Bu tür paletlerde aşınmayı azaltmak için bağlantı noktalarının sertleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu tür paletler deformasyon sertleşmesi sağlamak amacıyla yüksek oranda magnezyum içerirler. Tek pimli paletler genellikle çalışma

esnasında boldurlar ve sık olarak gergi tekerlerinin ayarlanması gerekir. Ayarlama limitlerine ulaşıldığında asıl zor olan kısım çalışma şartları sonucu ciddi şekilde aşınmış ve bükülmüş pimlere sahip bir palet baklasının arazi şartlarında değiştirilmesidir.

Bu olumsuzluğu gidermek amacıyla pimlerde kauçuk kaplama (bushing) kullanılır. Kauçuk kaplama metalleri izole ettiğinden metalin metale sürtünmesi sonucu oluşacak aşınma engellenir. Bu tür paletlerde genellikle hegzagonal pimler kullanılır ve pimin dışı kauçukla kaplanır. Pimlerin hegzagonal olması bu araçlarda yaylanmaya sebep olur. Çünkü palet baklaları birbirleriyle genellikle açı yaparlar. Bunun sonucu olarak aracın düz hareketlerinde palet sistemi strese maruz kalır. Palet araçtan söküldüğünde palette kıvrılma eğilimi görülür. Bu nedenle bu paletlere canlı paletler (live track) denilir. Bu paletlerde palet sisteminin ömrü artık kauçuk kaplamanın ömrü ile ölçülmektedir. Çünkü metalin metalle teması engellenmiştir. Kauçuk kaplamanın dayanıklılığı ile ilgili asıl sorun kauçuğun hem aracın hareketinden kaynaklanan doğrusal gerilmeye hem de palet baklasının cer dişlisi ve gergi tekerinden geçerken meydana gelen kayma (kesme) gerilmesine maruz kalmasıdır. Bu tür paletlerde çok az bir çalışma sarkması bırakılır. Kauçuk kaplama uzadıkça kayma (kesme) gerilmesi de artmaktadır. Fakat palet genişleyemediği için ağır araçların hareketi için uzun kauçuk kaplama ihtiyaç vardır. Hafif araçlar için kauçuk kaplama ihtiyacı sınırlıdır.⁽¹¹⁾

3.2.2.2. Çift Pimli Paletler

Çift pimli paletlerde palet baklaları birbirine bağımsız uç bağlantıları ile bağlanmıştır. Pimler silindir şeklinde ve kauçuk kaplamalıdır. Çift pimli paletlerde paleti sökmek için pimleri çıkarmaya gerek yoktur. Uç bağlantılarının sökülmesi yeterlidir. Bu sayede tek pimli paletlere oranla yaklaşık iki misli kauçuk kaplama kullanılmasına imkân verir, sonuçta kauçuk üzerindeki kayma gerilmesi düşer. Pimlerin uç kısımları düzleştirilir veya kama yuvası açılır. Bu işlemin maksadı pimlerin uç bağlantısı içinde dönmesini engellemektir. Geniş çift pimli paletlerde ortada bulunan bir bağlantı parçası önem kazanmaktadır. Palet sisteminde kauçuğun bulunması bu paletlerin yaylanmasına imkân vermektedir. Yaylanma ise cer dişlisinde paletin diş atlamasına sebep olmaktadır. Bu nedenle çift pimli palet sistemleri tek pimli palet sistemlerine göre daha gergindirler. Harekâtın yollara bağlı olduğu ülkelerde genellikle yollara zarar vermemek için çift pimli paletlerde kauçuk ped kullanılır.⁽¹¹⁾



Şekil 3.8.Çift pimli palet

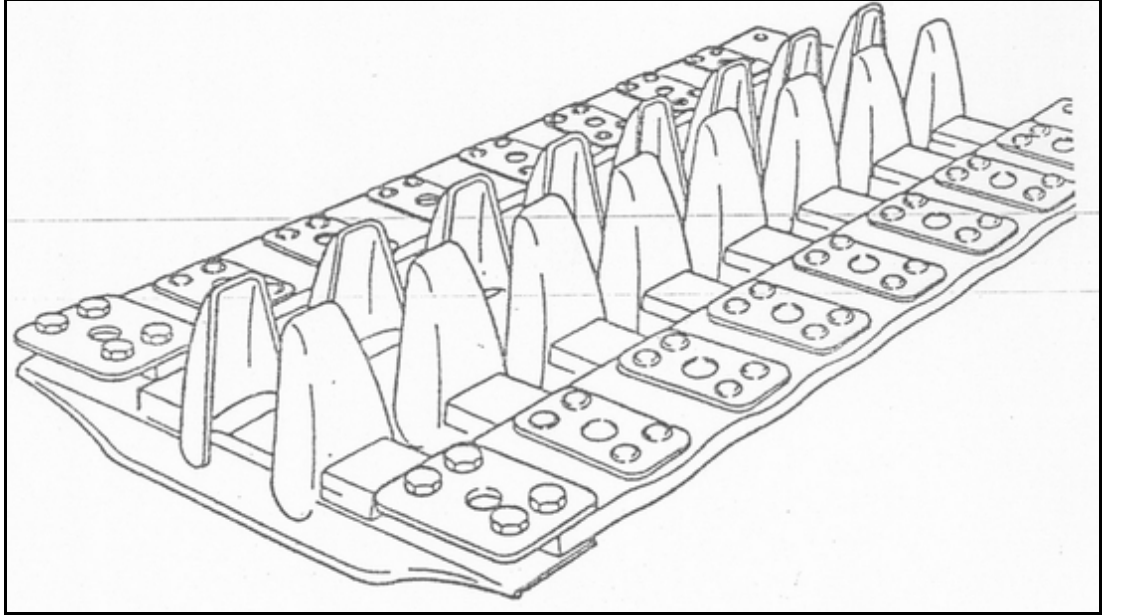
Çift pimli paletler diğer palet çeşitlerine göre daha ağır ve daha pahalıdır. Çift pimli paletlerin tercih edilmesinin sebebi kullanım ömürlerinin diğer paletlerin yaklaşık iki misli olmasıdır. Ortalama olarak çift pimli bir paletin ömrü 8000 km.(5000 mil)'dir.

3.2.2.3. Bölmeli Kesintisiz Paletler

Bölmeli kesintisiz paletler, merkezi kılavuz parçalar, patinaj tırnakları ve cıvatayla tutturulmuş plakalarla sabitlenmiştir. Bölmeli kesintisiz palet, örme ve çelik kabloları kaplayan geniş kauçuk şeritler içerir. Palet çeneleri ve plakaları kauçuk saplamalarıyla patinaj tırnaklarına ve palet çenesinin taşıyıcı tekerlek tarafına tutturulur. Bölmeli kesintisiz paletler sekiz adetlik bloklar halinde ikmal edilir. Bölmeli kesintisiz paletlerin pimli bağlantı noktaları yoktur ve kauçuk taşıyıcı tekerlekler ile kullanıldıklarında sessizdirler ve karayollarında araçların daha hızlı gitmesine imkân verirler. Kauçuk paletlerde kesintisiz palet sınıfında değerlendirilir. Paletli araçtan hız, sessizlik ve hafiflik istendiğinde ihtiyaca cevap verir. Bu üstünlüklerine rağmen ağır araçlarda kullanılması uygun değildir.⁽¹⁰⁾



Şekil 3.9. Kesintisiz kauçuk palet



Şekil 3.10. Bölmeli kesintisiz palet

3.2.3. Palet Sisteminin Elemanları

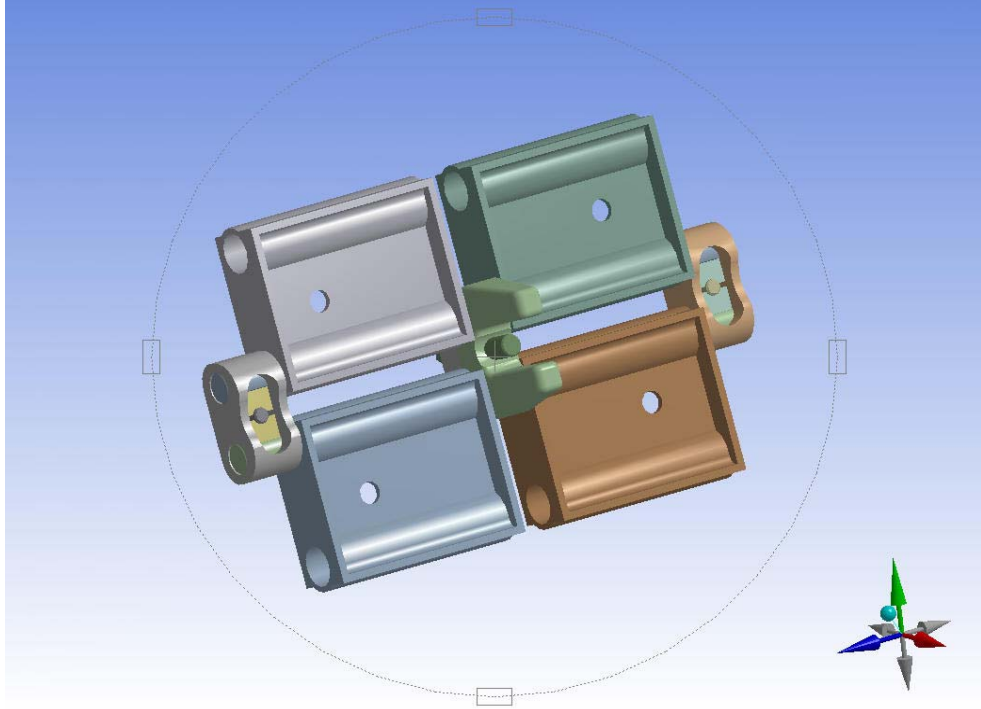
Çift pimli paletleri başlıca beş ana parçaya ayırmak mümkündür. Bu parçalar palet gövdesi, pim, yön çatalı, uç bağlantısı, alt ve üst kauçuk peddir. Uzun paletlerde pimin ortadan da bir bağlantı ile diğer pime bağlanması gerekmektedir. Bu yön çatalı ile sağlanabilir. Bazı kısa paletlerde yön çatalı gövdeyle birlikte olabilir.



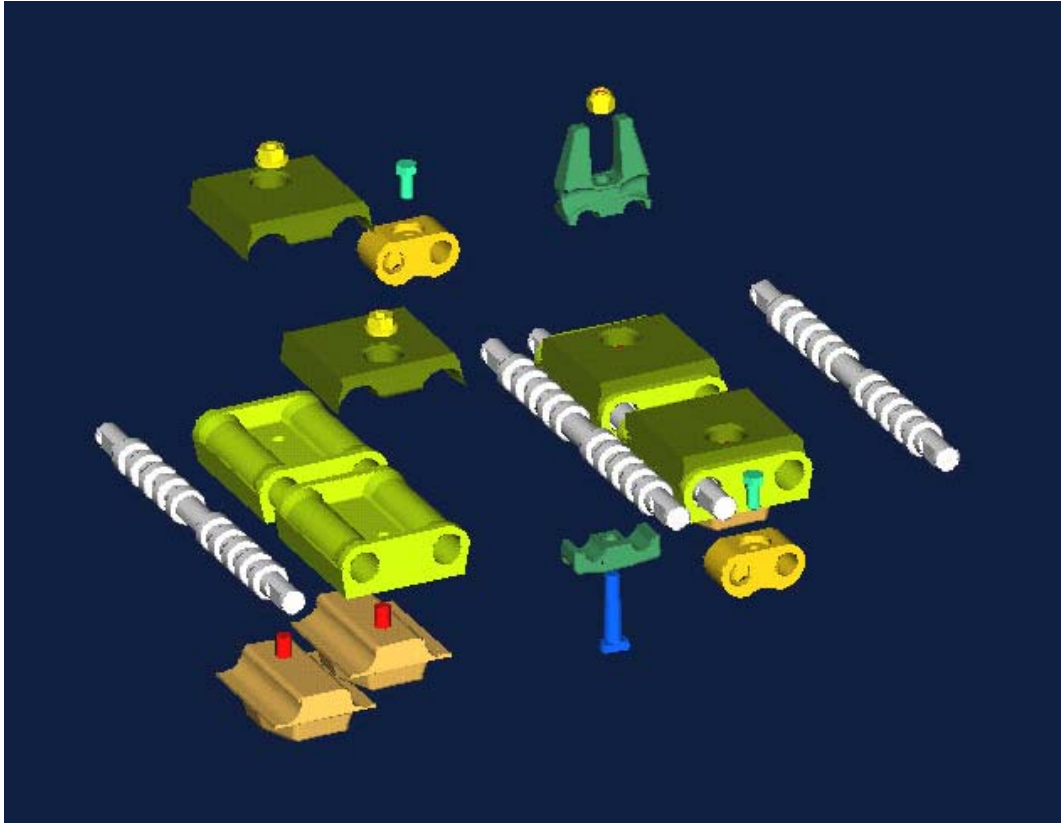
Şekil 3.11. Palet iç kısım



Şekil 3.12. Palet dış kısım



Şekil 3.13. Palet metal aksamı



Şekil 3.14. Çift Pimli Palet parçaları

3.2.3.1. Palet Gövdesi

Palet sisteminde yerle temasın sağlandığı parçadır. Çift pimli paletlerde alt ve üst kauçuk ped ilave edilir. Tek pimli paletlerde kauçuk ped kullanılmakla beraber genelde yere temas eden yüzey metaldir. Patinaj tırnaklarının metal olması iklim ve arazi yapısı ile yakından ilgilidir. Türkiye gibi askeri harekâtın yollara bağlı kaldığı ülkelerde kauçuk pedli gövdeler kullanılır. Yoğun kış koşullarının hkim olduğu ve harekâtın yollara bağlı olmadığı Rusya gibi ülkelerde metal patinaj tırnaklı gövdeler kullanılır. Yoğun kış koşullarında kauçuk pedli aracın hareketini kolaylaştırmak için her beş palet baklasından birine metal tırnak takılır.

3.2.3.2. Pim

Palet gövdelerini uç bağlantısı yardımıyla birbirine bağlayan parçadır. Tek pimli paletlerde genellikle hegzagonal pimler kullanılmaktadır. Çift pimli paletlerde ise silindirik pimler mevcuttur. Uç bağlantısına tutturulması maksadıyla uçlarına kama yuvaları açılmıştır.



şekil 3.15. Palet pimi ve kauçuk kaplaması

3.2.3.3. Uç Bağlantısı

Palet gövdelerinin içinden geçen pimleri birbirine bağlayarak palet baklalarından palet sistemini oluşturur. Çift pimli paletlerde bulunur. Güç aktarımı çer dişlisinden uç bağlantısı ile palete geçer, kısaca çer dişlisine temas eden kısım uç bağlantısıdır. Bu nedenle diğer parçalara oranla daha fazla aşınmaya maruz kalır.



Şekil 3.16. Uç Bağlantısı

3.2.3.4. Yön Çatalı

Yön çatalları aracın hareketi esnasında veya dönüşlerde palet sisteminin yerinde çıkmasını önlemek amacıyla palete ilave edilen portör tekerlekleri arasından veya portörün dış kısmından hareket eden parçalardır. Yön çatalları çeşitli şekillerde olabilir, fakat istenen özellikleri aynıdır. Bunlar taşıyıcı tekeri üstünden aşmasını engelleme ve bu esnada taşıyıcı tekerlere en az zararı vermedir. Yön çatallarının yükseklikleri çer kovanının iç ve dış çapı, gergi tekeri çapı ile alakalıdır. Yön çatalları palet baklaları çer dişlisi etrafında dönerken açıklık oluşturacak şekilde

yuvalanmalıdır. Her ne kadar yüksek yön çatalı aracın istikamette kalmasına yardımcı olsa da yön çatallarının uçları sivriltilmemelidir. Sivri uçlu yön çatalları paletten çıkma ve palet atma durumunda portör tekerlerinde şiddetli aşınma ve hasara sebep olmaktadır.

Çiftli portör tekeri olan araçlarda ortada tekli yön çatalı kullanılır. Yön çatalının genişliği hareket halinde ve dönüşlerde meydana gelen gerilmeyi taşıyacak şekilde tespit edilir. Yön çatalının köşeleri yuvarlatılmış, açısı ise yüksekliği ile alakalı olarak tespit edilmiştir. Tekli portör tekerlerinde kullanılan yön çatalı genellikle portör tekeri ve süspansiyonların etkisiyle çiftlidir (çatal şeklinde). Bu yön çatallarının dış kenarları dikeyle 10° açı yapacak şekilde içeriye doğrudur.



Şekil 3.17. Yön çatalı

3.2.3.5. Alt ve Üst Kauçuk Ped(Pad)

Aracın palet ve palet aksamında kauçuk palet ve taşıyıcı tekerlek tertibatlarında metal yüzeylerin birbirine temasını en aza indirmek amacıyla

kullanılır. Bu ayrıca patinaj tırnaklarının çelikten yapılması durumuyla karşılaştırıldığında aracın hareketi esnasında gürültüyü en az seviyeye indirir. Yol darbelerinin ve yola verilen hasarın azaltılmasını sağlar. elik paletle kullanılan kauçuk ayrıca belirli arazi Őekillerinde aracın çekişini arttırır. Belirli palet aksamlarının temas noktalarına uygulanan kauçuk sirtünmeyi, aşınmayı ve gürültüyü azaltır ve paletin genel çalışmasını iyileştirir⁽¹³⁾.



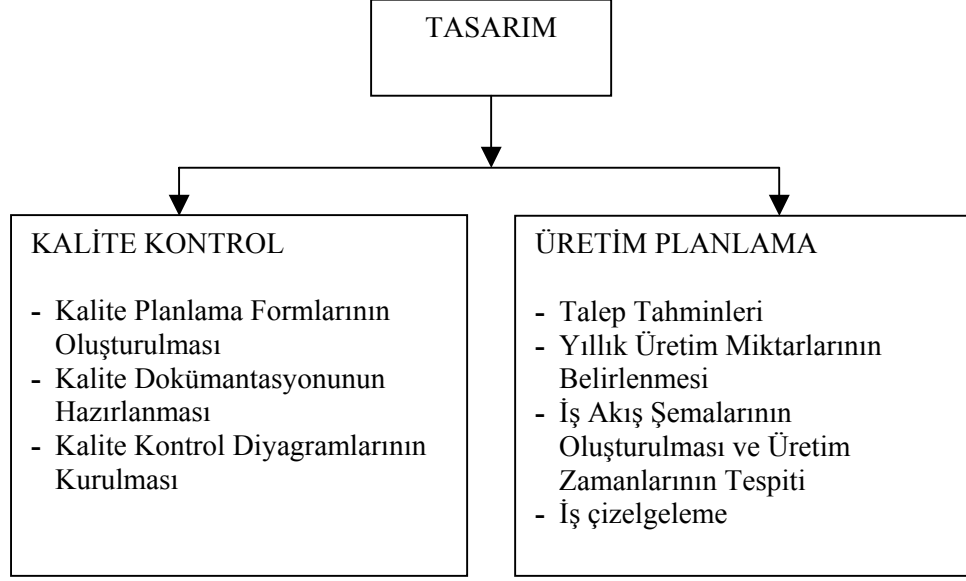
Şekil 3.18. Tek pimli paletler



Şekil 3.19. Çift pimli palet

3.3. Uygulama Süreci

Bu kısımda daha önce verilen akış diyagramına uygun olarak uygulama sürecinin izahı verilmeye çalışılacaktır. Uygulama sürecinin amacı ürünü seri üretime hazır hale getirmeye çalışmaktır. Süreç aşağıda verilen diyagram dâhilinde gelişmiştir.



Şekil 3.20. Uygulama Akış Diyagramı

Uygulama süreci tasarım aşamasıyla başlamıştır. Bu aşamada istenilen özelliklere uygun ürün imalatı için tasarım faaliyetleri yapılmıştır. Bu aşamada dikkate alınan hususlar ayrıntılarıyla 3.3.1 tasarım başlığı altında verilmiştir. Tasarım faaliyetlerinin bitirilmesiyle üretim planlama ve kalite kontrol faaliyetleri başlamıştır. Üretim planlama faaliyetleri 3.3.2 planlama başlığı altında izah edilmeye çalışılmıştır.

Üretim planlama faaliyetleri, tasarım aşamasıyla tanımlanmış olan ürünün imalat miktarının hesap edilebilmesi için talep tahminleriyle başlamaktadır. Talep tahminlerinden elde edilen üretim adedine göre ürünü oluşturan bileşenlerin yıllık

Üretim miktarları belirlenmiştir. Tasarım aşamasında biçimlenen ve üretim miktarları belirlenen bileşenler için imalatın hangi sıra ile nasıl yapılacağını anlatan iş akış şemaları oluşturulmuştur. İş izelgelemeye esas teşkil edecek operasyonların gerçekleşme süreleri hesaplanmıştır. İş izelgelemede, işlerin tezghlara yüklemeleri yapılmış ve fabrikanın üretim kapasitesinde ne kadarlık bir yük kapladığı hesaplanmıştır.

Kalite kontrol faaliyetleri 3.3.3 kalite kontrol başlığı altında anlatılmaya çalışılmıştır. Kalite kontrol aşamasında ürünün her operasyonunda kalite uygulamalarının nasıl yapılacağını gösteren kalite planlama formları oluşturularak başlamıştır. Kalite planlama formları işlemelerin hangi dokümanlara göre yapılacağını, sonuçlarının nereye kaydedileceğini anlatan formlardır. Kalite planlama formlarının amacına ulaşması için işaret ettiği dokümanların hazırlanması gerekmiştir. Bu maksatla kalite dokümantasyonu(prosedürler, talimatlar, kayıt formları gibi) hazırlanmıştır. Oluşturulan kayıt formlarından elde edilen veriler işlenmiş ve kalite kontrol diyagramları kurulmuştur.

3.3.1. Tasarım

Bu bölümde amaç, tasarım yönetimi faaliyetlerinin izahıdır. Palet tasarımının hangi esaslara göre yapıldığı, kriter olarak hangi parametrelerin kullanıldığı, ilerleyen kısımlarda izah edilmeye çalışılacaktır. Hedef üretimine başlanacak olan paletin tasarımının bitirilmesidir.

Çalışmanın yapıldığı kuruluş bir devlet kurumudur ve savuna sanayiye hizmet etmektedir. Dolayısıyla bir tasarım talebi olmadan tasarım yönetimi faaliyetleri başlatılamamaktadır. Gelen talep sistemin ana esaslarını anlatan bir

taleptir(örneğin tanklarda kullanılmak üzere yeni palet dizaynı) ve bu talebin içeriğine göre planlama faaliyetleri başlatılır. Özle sektör kuruluşlarında olduğu gibi bir finansman yönetimi çalışmasına gidilememiştir. Nedeni kullanılacak paranın miktar ve zamanının zaten belirli olmasıdır.

3.3.1.1. Palet Sistemi Tasarımında Dikkate Alınan Hususlar

Paletli araçların yüksek hızlarda performansını artırmak için üzerinde durulan vazgeçilmez konu esnek süspansiyonlardır. Bununla birlikte paletli aracı değiştiren ve ona çok yüksek bir arazi performansı veren palet sisteminin kendisidir. Kavram basittir. Üzerinde ilerlenecek bir yol serilir ve bu yol toplanıp tekrar serilir. İhtiyaç duyulan doğrusal kontrol, ağırlık dağılımı, yan denge, çeşitli arazi şartlarına uyum, yüksek hız, ağırlık azaltma, güç kaybı, titreşim gibi istekler palet tasarımında dikkate alınması gereken problemlerdir. Paletli araçların kullandıkları çok çeşitli arazi yapıları ve farklı hızlar her araç için farklı bir palet tasarımına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Hatta aynı cins olmasına rağmen farklı görevleri olan araçların palet tasarımları farklılık gösterebilir. Bu nedenle tasarım ihtiyaçları sınırlı olarak yerine getirilebilmektedir. Bazen tasarımcının değiştiremeyeceği bazı özellikler nedeniyle tasarım kriterlerine uyulmayabilir. Bunlara süspansiyon sisteminin yapısı, portör tekerleklerinin sayısı ve yapısı, paletin dış yüzeyi örnek olarak verilebilir.

Palet sistemi tasarlanırken aşağıdaki özelliklerin tümünü veya bir kısmını sağlaması istenir. Bu özellikler;

- Aracın bütün arazi yüzeylerinde tek bir eksen üzerinde olmasını sağlamalı,
- Yere temas yüzeyinin artırılarak tutunmanın desteklenmesi,

- Batmanın azaltılması için basıncın mümkün olduğunca geniş bir yüzeye dağıtılması,
- Portör tekerlerinin çukurları aşması için dengeli bir rampa sağlamalı,
- Portör tekerlerinin ilerlemesi için düzgün bir yüzey oluşturmalı,
- Suda sınırlı itici güç sağlamalıdır.

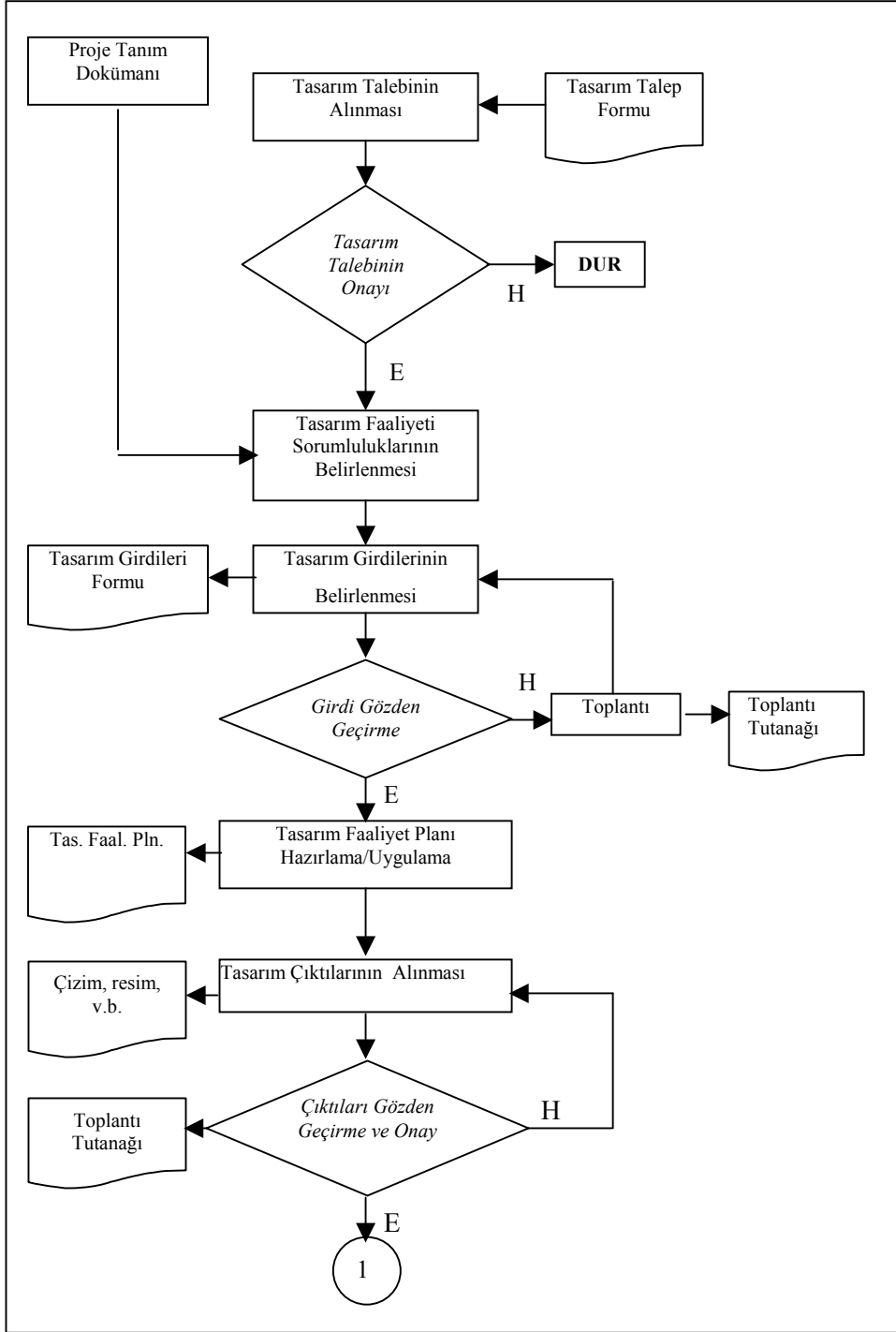
Birçok modern paletli araçta aranan diğer özellikler ise yüksek hız ihtiyacı ve stabilizasyonu sağlayacak yay süspansiyonlardan kaynaklanmaktadır. Bütün bu ihtiyaçların uzlaştırılması palet tasarımı için gereklidir.⁽⁴⁾

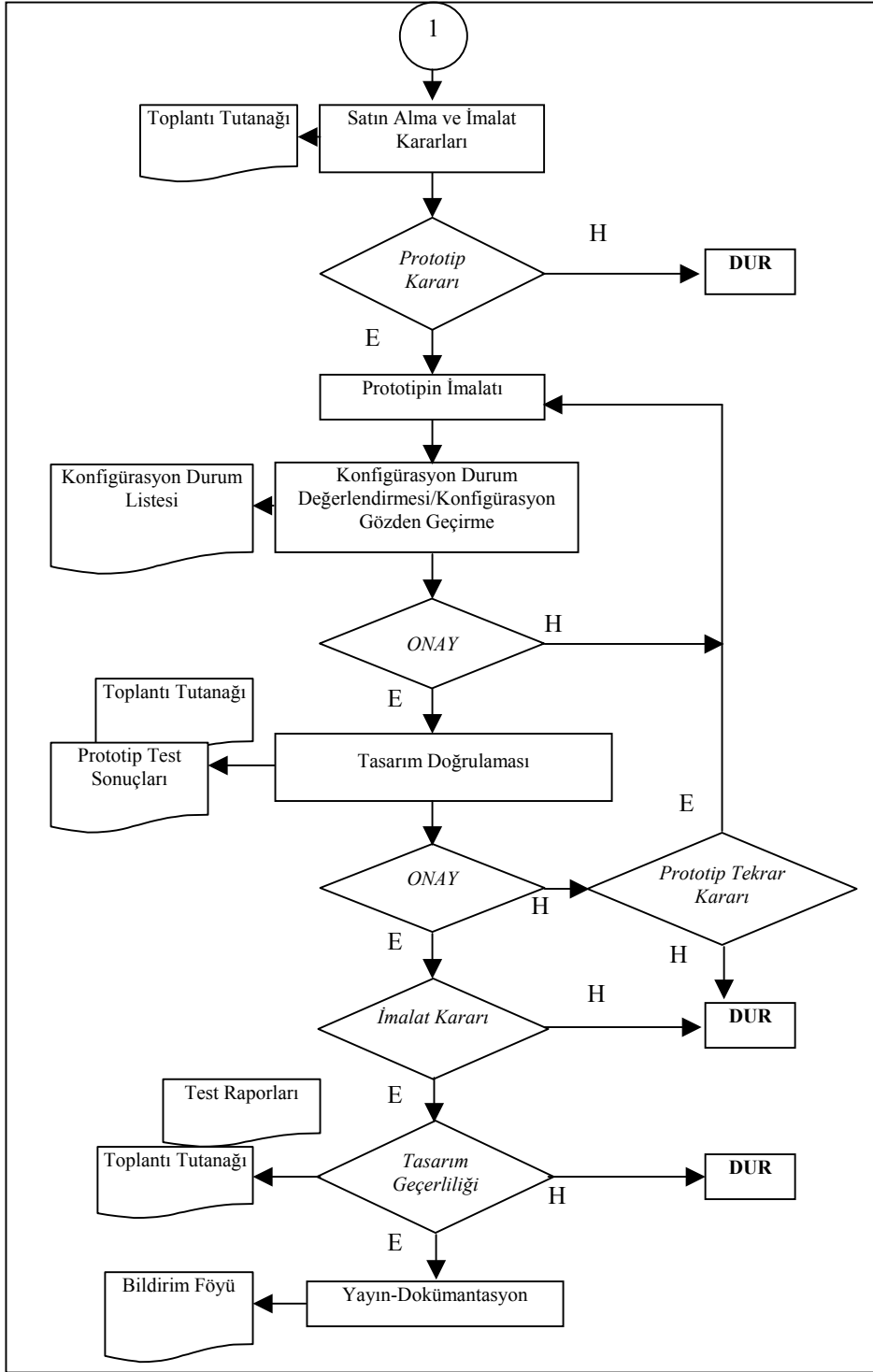
3.3.1.2. Palet Sisteminin Maruz Kaldığı Yükler

Askeri paletli araçların normal taktik tekerlekli araçlara kıyasla ağırlıklarının çok fazla olması bu araçların yürüyen aksamının daha fazla yüke maruz kalmasına dolayısıyla daha çabuk hasara uğramasına sebep olmaktadır. Palet sisteminde en fazla yüke maruz kalan palet pimleridir. Maruz kaldıkları bu yük neticesinde paletlerde yorulma çatlakları görülmektedir. Kauçuk kaplaması değiştirilerek tekrar kullanılan pimler çatlak kontrolüne tabi tutulur. Bu kontrol manyetik partikül metodu ile yapılır. Çatlak kontrolü 0,7 KA ile manyetize edilir. Kontrol sonucu pimler demanyetize edilerek tekrar kullanılır. Yapılan testler sonucu araç hareket halinde iken pimplere ortalama 7500 kg.lık bir yük ektiği tespit edilmiştir. Gelen azami yük ise 20000 kg. civarındadır.⁽¹³⁾

3.3.1.3. AQAP 2110 Tasarım Maddesinin Uygulanması

AQAP 2110 7.3 maddesinin uygulanması ile ilgili ayrıntılar. Kuruluşun kalite yönetim sistemi içerisinde tasarım prosedür ve talimatlarıyla ayrıntılarıyla anlatılmıştır. Aşağıda verilen diyagramda ilgili maddenin nasıl uygulandığı izah edilmektedir.





Sonuç olarak tasarım faaliyetleri neticesinde paletler hakkında genel bilgi dosyasında bulunan neticelere ve yapma satın alma kararlarının da bulunduğu ürün ağacına ulaşılmıştır. Paletin her bileşeni ile ilgili malzeme yapısı ve genel fiziksel

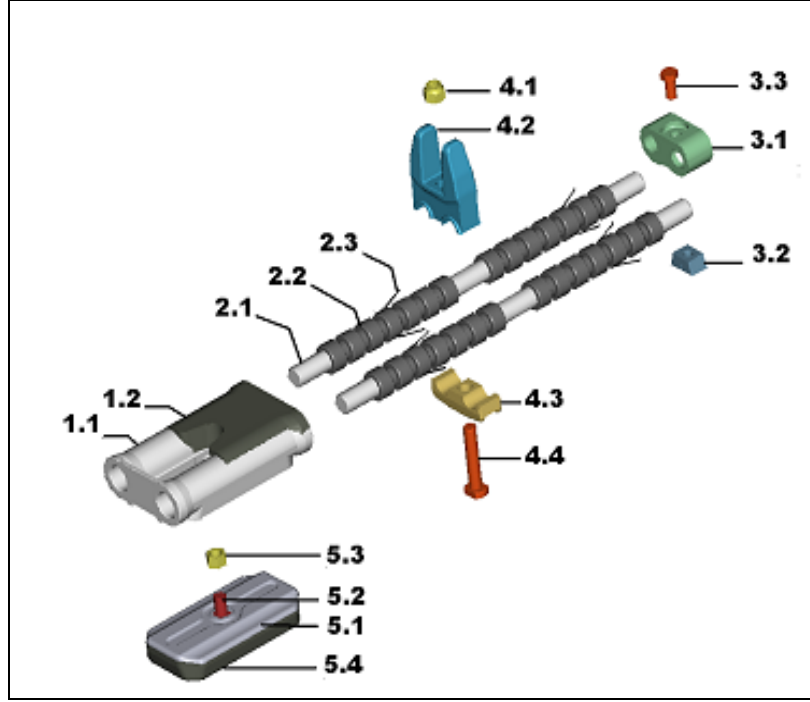
özelliklerine ait bilgiler bulunmaktadır. Gövde için olan kısım örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Gövde elemanı için genel bilgiler

1. GÖVDE :							
1.1. MALZEME :							
STOK NO :							
MALZEME NO :12.7225 42 CrMo4 (DIN 17200'e göre)							
TEKNİK RESİM NO :AA – 2005-PLT-4777							
Kimyasal Bileşim	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
Olması gereken değerler	0,38-0,45	0,15-0,40	0,50-0,80	max 0,035	max 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30
Analiz Değerleri	x	x	x	x	x	x	X
1.2. GENEL FİZİKSEL ÖZELLİKLER:							
Çekme mukavemeti :xx kg/mm ² (DIN 50125)							
% Uzaması :min. xx(DIN 50125)							
% Kesit daralması :min. xx(DIN 50125)							
Çentik darbe :min. x kgm/cm ² (DIN 51122)							
Sertlik : xx - yy HRC arasında olacaktır.(DIN 50103))							
Çatlak kontrol :% xx numune alınarak (ASTM E 709)) Doğru akım, manyetik partikül çatlak kontrol işlemi yapılacaktır. Akım değeri xx – yy kA olacaktır.							

Tasarım faaliyetleri neticesinde elde edilen bir diğer sonuç ise ürünün genel yapısının ve yapma satın alma kararlarının verildiği tablodur. Yapma satın alma kararları verilirken yasal mevzuat şartları, maliyet etkinliği, tezgâh imkân ve

kabiliyetleri, kapasite planları göz önüne alınmıştır. Çalışmanın yapıldığı kuruluşun tek ürünü tasarlanan palet değildir. Bu nedenle bazı parçalar üretim imkân ve kabiliyeti olmasına rağmen satın alınma yoluna gidilmiştir. Bu kararların her malzeme ile ilgili olarak nasıl alındığı kararının ayrıntıları çalışmada kapsam dışı tutulmuştur. Ürünün patlatılmış resmi aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 3.20. Palet baklası patlatılmış resmi

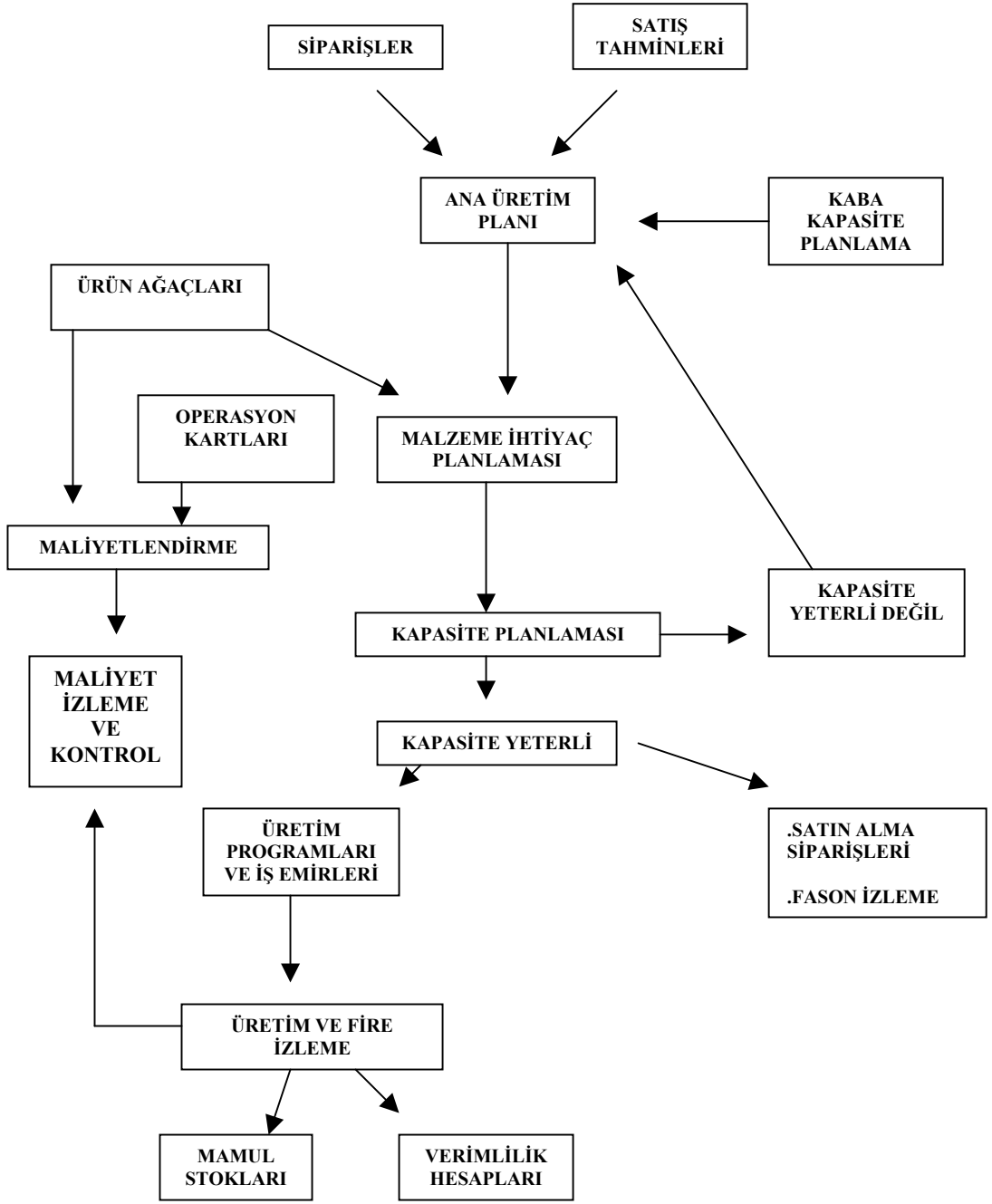
Ürünün bileşen durumunu gösteren tablo aşağıda verildiği gibidir.

Çizelge 3.2. Tasarım sonucu palet bileşenleri üretim ve satın alma durumları

NO	ÜRÜN	ALT PARÇA	BİLEŞEN	KULLANIM MİKTARI	ADI	YAPMA-SATINALMA KARARI
1	0			1	BAKLA	Üretim
2		1		2	GÖVDE	Üretim
3			1.1	1	METAL AKSAM	Üretim
4			1.2	1	TEKER YÜZÜ	Üretim
5		2		2	LASTİKLİ PİM	Üretim
6			2.1	1	PİM	Yarı mamul halinde satın alma
7			2.2	2	LASİK	Üretim
8			2.3	4	TEL	Satın alma
9		3		2	UÇ.BAĞ.KOMP.	Satın alma
10			3.1	1	UÇ BAĞLANTI	Satın alma
11			3.2	1	KAMA	Satın alma
12			3.3	1	CİVATA	Satın alma
13		4		1	YÖN ÇATALI	Satın alma
14			4.1	1	SOMUN	Satın alma
15			4.2	1	ÜST PARÇA	Satın alma
16			4.3	1	ALT PARÇA	Satın alma
17			4.4	1	CİVATA	Satın alma
18		5		2	PAD	Üretim
19			5.1	1	SAÇ	Yarı mamul halinde satın alma
20			5.2	1	CİVATA	Satın alma
21			5.3	1	SOMUN	Satın alma
22			5.4	1	LASTİK	Üretim

3.3.2. Üretim Planlama

Bu kısımda amaç, üretim planlama faaliyetlerinin nasıl yapıldığını izah etmeye çalışmaktır. Hedef ise üretimi gerçekleştirilecek olan paletin belirli bir plan dâhilinde izlenebilir ve kontrol edilebilir şekilde üretiminin yürütülmesini sağlamaktır. Özellikle kalite planlama faaliyetleri üretim planlama faaliyetleriyle eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiş, planlamanın neredeyse her aşamasında kalite bölümü ve üretim planlama bölümü birlikte çalışmıştır. Genel bir üretim planının yapısı aşağıda verildiği gibidir.



Çalışmada üretim planlama faaliyetleri aşağıda verilen diyagram dahilinde gerçekleştirilmiştir. Alt başlıklarının anlatıldığı maddelerde ilgili faaliyetin neden uygulandığı, amacı ve hedefi anlatılmıştır.



Şekil 3.21. Üretim planlama aşamaları

Uygulamanın yapıldığı kuruluşta, açısından 7 gün 24 saat üretim yapıldığının ve resmi tatil günleri hariç(Yönetim istediği takdirde uygulama hakkına sahiptir) üretime ara verilmemektedir. Kullanılacak işgücü ve tezgâh kapasitesi bu esasa hesap edilmiştir.

Öncelikle ürünün imalat faaliyetleri hakkında genel bilgiler verilecektir. Çalışmaya konu olan ürün bir palettir ve temelde çelik ve lastik aksamın uygun şekilde birleştirilmesinden oluşmuştur. Çelik ve lastik parçalar yapılan tasarım özelliklerine göre ayrı ayrı imal edilmeye başlanır ve uygun aşamalara geldiğinde vulkanizasyon işlemi (özetle demir ve lastiğin presler altında sıcaklık ve basınçla birleştirilmesi) ile birleştirilir. Daha sonra birleştirilen bu parçalar uygun şekillerde birbirlerine monte edilir ve palet oluşur. Lastik aksam imalatı ile çelik aksam imalatı birbirlerinden bağımsızdır, aralarında öncelik ilişkisi yoktur, vulkanizasyon işlemi için bir araya geldiklerinde her iki aksamda imal edilmiş olmalıdır. Planlama süreci başlarken lastik aksam imalatı ve çelik aksam imalatı aynı anda başlayabilir.

Çalışmada kullanılan palet imalatı için 3 farklı birimde işlemler yapılmaktadır. Bunlar çelik aksamın imal edildiği çelik aksam atölyesi, lastik kısmın imal edildiği kauçuk atölyesi ve vulkanizasyon ve lastik imalatı işlemlerinin yapıldığı lastik aksam atölyesidir. En basit tanımıyla lastik, kauçuğun uygun ısı ve basınç ortamında pişmesiyle elde edilen maddedir. Lastik için kauçuk bir yarı mamuldür. Çelik aksam atölyesi, lastik aksam atölyesi ve kauçuk atölyesi olmak üzere üç atölye mevcuttur ve kauçuk atölyesi ile çelik aksam atölyesi öncelik kısıtı olmadan çalışacaktır. Lastik aksam atölyesinin işleme için ise bu iki atölyeden ürün gelmesi şarttır.

Çelik aksam ve kauçuk üretimleri ana hatlarıyla anlatmaya çalışılacaktır. Üretimlerle ilgili ayrıntılı bilgiler iş akış formlarında verilmiştir. Üretilen çelik aksam 1.1 gövde metal aksam, 2.1 pim, 5.1 pad sacından oluşmaktadır. 2.1 pim yarı mamul halinde satın alınmakta ve talaşlı imalat işlemlerine tabi tutulmaktadır. 5.1 pad sacı rulo halinde gelen saçların preslerde önce kesilip ardından şekil verilmesiyle imal edilmektedir. 1.1 gövde metal aksamı ise 4140 çelikten dökülerek imal edilir. Döküm işlemi esnasında yaklaşık 250 gövde aynı potadan dökülmektedir. Bu durumda parti üretiminden söz edilebilir. Palet gövdelerinin takribi 250 şerlik gruplar halinde aynı kimyasal bileşime sahip olduğu söylenebilir.

Kauçuk imalatı da aslında dökümle aynı esaslar dâhilinde işlemektedir. Aradaki farklılık kullanılan temel hammaddenin demir çelik hurdası yerine kauçuk olduğudur. Kauçuk yumuşak bir maddedir ve döküm kalıplarına dökülür gibi üretilip istenilen son formuna biranda getirilememektedir.

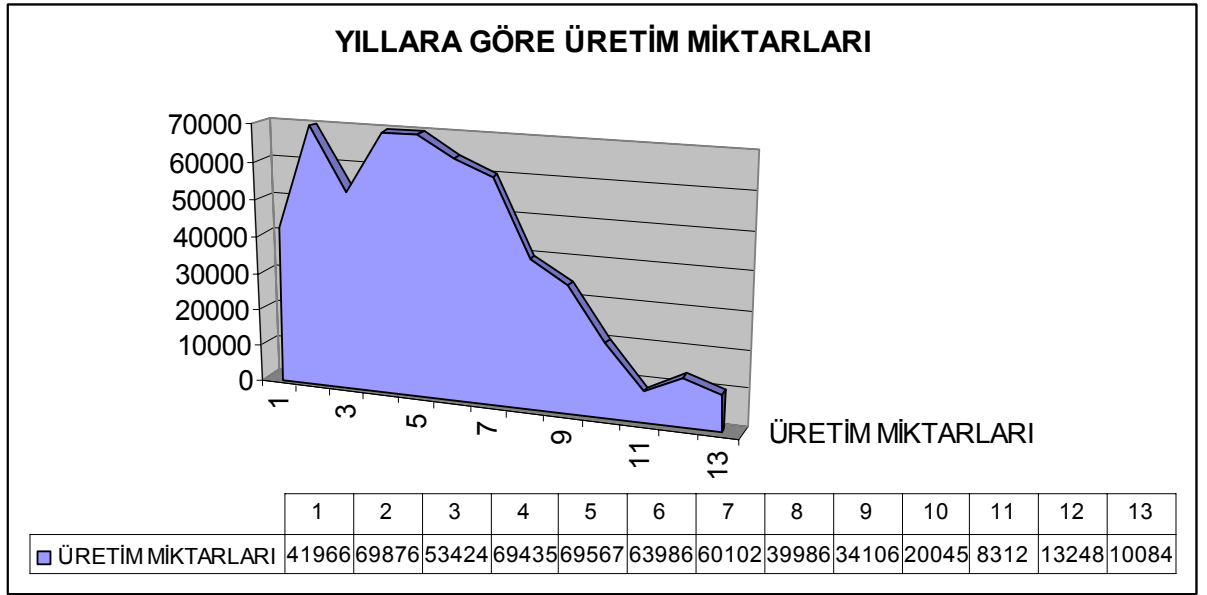
Çelik aksam atölyesinden gelen parçalar ile kauçuk atölyesinden gelip uygun işlemlerden geçirilen parçalar, 1.gövde, 2.lastikli pim ve 5.pad ı oluşturmak üzere vulkanize edilirler. Daha sonra birleştirilen bu parçalar baklayı, baklalar birleşerek

paleti oluşturur. Yapılan üretim özet olarak yukarıdaki şekilde anlatılmaya çalışılmıştır.

3.3.2.1. Talep Tahminleri

Talep tahminleri konusunun amacı, mamulün bir sonraki dönemde üretilmesi gereken miktarını bilebilmek amacıyla gereken üretim miktarını tespit etmektir. Hedeflenen ise en iyi üretim miktarını bulmaktır. Bu maksatla, bir sonraki üretim döneminde ürüne ait olan talebin tahmin edilmesi için 13 yıl geriye dönük olarak gerçekleşen üretim miktarlarına bulunmuş, altı farklı talep tahmin yöntemi kullanılarak gelecek döneme ait üretim miktarı tahmin edilmiş, daha sonrada bu metotlardan elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılarak en iyi üretim miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır. Ürüne ait talepler yıllara göre aşağıda verildiği gibidir.

YILLAR	ÜRETİM MİKTARLARI	YILLAR	ÜRETİM MİKTARLARI
1991	41966	1998	39986
1992	69876	1999	34106
1993	53424	2000	20045
1994	69435	2001	8312
1995	69567	2002	13248
1996	63986	2004	10084
1997	60102		



Şekil 3.22. Yıllara Göre Üretim Miktarları

2005 yılına ait tahmin farklı metotlar kullanılarak yapılmaya çalışılacak, en iyi tahmin üretim miktarı olarak seçilecektir. Tahminleri yapılmasında WINQSB programı kullanılmıştır.

Tahminlerin açıklanmasında kullanılacak bir takım tanımlar aşağıda verilmiştir.

$x(t)$: t periyoduna ait gerçek veri $t, t=1, \dots, n$

$f(t)$: t zamanına ait tahmin

$e(t)$: t anındaki fark, hata , $e(t) = x(t) - f(t)$

CFE(Cumulative forecast error): Toplam tahmin hatası

$$TTH = \sum_{t=1}^n e(t)$$

MAD(Mean absolute deviation): Toplam mutlak hata ortalaması

$$TMHO = \sum_{t=1}^n |e(t)| / n$$

MSE(Mean square error): Toplam hata kareleri ortalaması

$$THKO = \sum_{t=1}^n e(t)^2 / n$$

MAPE(Mean absolute percent error): Toplam mutlak hata yüzdesi = $100 \sum_{t=1, \dots, n} [|e(t)|/x(t)]$

Tracking signal = CFE / MAD

R-square = r kare

Farklı tahmin metotları kullanılarak yapılan tahminlerin ayrıntılı tabloları çıkarılmış yer kaplamaması maksadıyla tezde verilmemiştir. Söz konusu yöntemlerle elde edilen veriler karşılaştırıldığında;

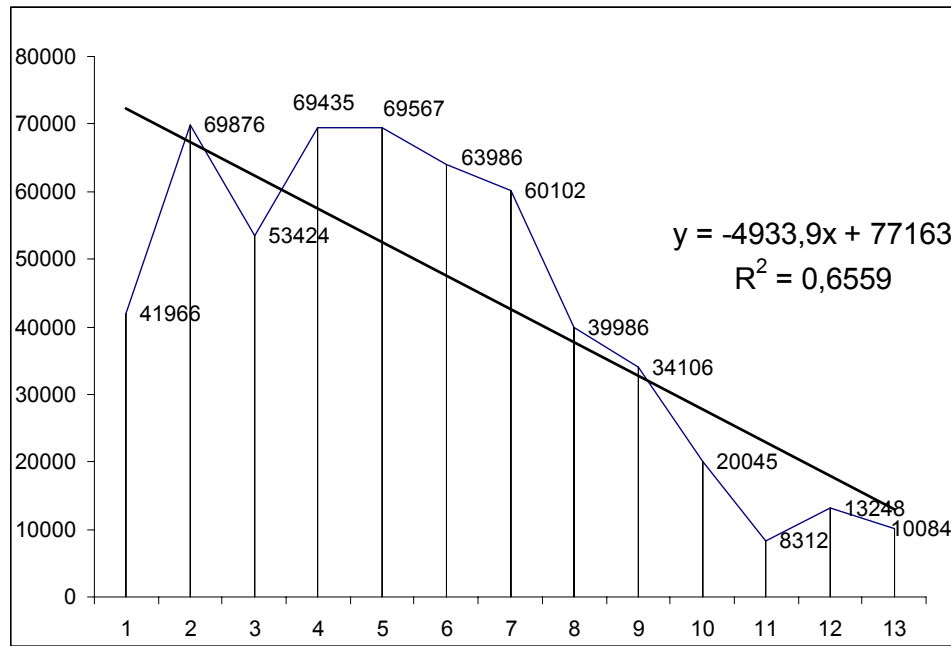
	BASİT ORTALAMA	HAREKETLİ ORTALAMA	ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ADAPTİV YÖNTEMİ	LİNEER REGRESYON
CFE	-143115,3	-74.151,00	-57306,06	-75890,61	-8258,5	0
MAD	21306,35	9.636,00	13139,8	17202,38	9781,042	10646,96
MSE	653933400	144.641.152,00	251239800	394044200	169718200	178787800
MAPE	127,7994	43,06	58,1671	85,2112	29,5641	36,7451
Trk.Signal	-6,717	-7,7	-4,3613	-4,4116	-0,8443	0
R-square	0,3201	0,84	0,5216	0,3388	0,7582	0,6559
2004 YILI VERİSİ TAHMİNLER	10084 42626	10084 11666	10084 13313	10084 18347	10084 10780	10084 8089

Tahminler lineer regresyon yöntemi dışında talebin artacağını öngörmektedir.

Basit ortalama yöntemi ise diğerlerine nazaran talebin aşırı derecede artacağını kestirmektedir.

	BASİT ORTALAMA	HAREKETLİ ORTALAMA	ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ADAPTİV YÖNTEMİ	LİNEER REGRESYON
2004 YILI VERİSİ TAHMİNLER	10084	10084	10084	10084	10084	10084
FARK	32542	1582	3229	8263	696	-1995
TOPLAM FARK	44317					
ORTALAMA FARK	7386					

Tahmin yöntemleri ortalama olarak 7386 adetlik bir fazlalığı öngörmektedir. Basit ortalama yöntemiyle bulunan değer yöntemin doğası gereği diğerlerine göre oldukça yüksek çıkmıştır. Öyle ki bu yöntemin öngörüsüne göre diğer yöntemlere oranla yaklaşık 4 kat fazla talep olacağı öngörülmüştür. Özellikle ilk yıllarda gelen büyük talep miktarları ortalamaı artırmakta, bu da sonucun 42626 gibi yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Bu yöntemle göre talep son yılın yaklaşık 4 katı artacaktır. Lineer regresyon yöntemi ise talebin 1995 birim azalacağını öngörmektedir. Bu öngöründe yine yöntemin doğası gereğidir. Lineer regresyon yöntemi talebi doğrusal bir çizgi ile ifade etmekte ve eğilime göre sonuç üretmektedir. Yöntem gereği hesaplamalar yapıldığında talebin $y = -4933,9x + 77163$ denklemindeki gibi değişeceğini ve son talebinde 8089 birim olacağını hesaplanmıştır. Durumu grafik olarak ortaya koyarsak aşağıdaki grafik elde edilir.



Şekil 3.23. Lineer Regresyon Yöntemine Göre Durum

Grafiğin eğimi negatif olduğundan azalan bir talep vardır. Bu da yöntemin bir sonraki değeri son miktardan düşük olarak öngörmesine sebebiyet vermektedir.

Aşağıdaki talebin hareketleri artma ve azalma durumları görülmektedir.

YILLAR	ÜRETİM MİKTARLARI	DEĞİŞİM MİKTARI	EĞİLİM
1991	41966	-----	-----
1992	69876	27910	ARTMA
1993	53424	-16452	AZALMA
1994	69435	16011	ARTMA
1995	69567	132	ARTMA
1996	63986	-5581	AZALMA
1997	60102	-3884	AZALMA
1998	39986	-20116	AZALMA
1999	34106	-5880	AZALMA
2000	20045	-14061	AZALMA
2001	8312	-11733	AZALMA
2002	13248	4936	ARTMA
2004	10084	-3164	AZALMA
ORTALAMA ÜRETİM MİKTARI		42626	
EN BÜYÜK DEĞİŞİM MİKTARI		27910	
EN KÜÇÜK DEĞİŞİM MİKTARI		132	

Talep incelendiği dönemler arasında 4 defa artma, 8 defa azalma eğilimi göstermiştir. Ortalama üretim miktarı 42626 dır. En büyük değişim 27910, en küçük değişim ise 132 adettir. Son dönemde talep, ilk döneme göre 31882 adet azalmıştır. Eğilimlerden de anlaşılacağı gibi talep 8 defa azalma eğilimi göstermiştir. Lineer regresyon yönteminin talebin azalacağına ilişkin kestirimlerinin sebeplerinden biriside budur. Basit ortalama yöntemi ise talepte 32542 adetlik bir artış bekleyerek gözlemlenen en büyük artış miktarından da fazla bir artış öngörmektedir. Kestirim gerçekleşirse 42626 adetlik üretimle son beş yılın üretim rakamlarından da fazla bir üretim gerçekleşecektir.

Talebin tahmininde başvurulan tek yöntem tabi ki istatistiksel yöntemler değildir. Diğer yöntemlerde talep tahminlerinde kullanılmaktadır. Kurumun bilgi ve tecrübesi, ürünün kullanım miktarını değiştiren faktörlerin bulunması gibi sebeplerde talep tahminlerine kullanılmaktadır. Ülkemizde, ürünümüzün kullanıldığı araçların miktarı gelecek dönemde artacaktır. Bu durum, ürüne olan talebin artacağını

göstermektedir. Bu noktadan hareketle lineer regresyon yönteminin öngördüğü durumun gerçekleşme ihtimali çok düşük seviyededir. Ürüne olan talebin artacağını varsayılması beklenmektedir fakat bu seviyenin basit ortalama yönteminin öngördüğü gibi gerçekleşmeyeceği düşünülmektedir. Hem kurum tecrübesi hem de CFE, MAD gibi parametre değerlerinin fazla olmasından dolayı basit ortalama yönteminin öngördüğü gibi ürüne 42626 adetlik talebin olması düşünülmemektedir. Ülkemize ürünün kullanılacağı araçların artışı, mevcut talebin dört katına çıkmasını, 32542 adetlik bir artışı, dolayısıyla ürün tarihin en yüksek değişim miktarının gerçekleşmesini gerçekleştirecek seviyede değildir. Açıklanmaya çalışılan bu sebeplerden dolayı, bu noktadan sonra, ürün talebinin tahmininde diğer yöntemlerin sonuçlarına daha fazla itibar edilecektir. Aşağıda taleplerin dönemlere göre artışları gösterilmiştir.

YILLAR	ÜRETİM MİKTARLARI	DEĞİŞİM MİKTARI	EĞİLİM	ARTIŞ YÜZDESİ
1991-1992	41966-69876	27910	ARTMA	%167
1993-1994	53424-69435	16011	ARTMA	%130
1994-1995	69435-69567	132	ARTMA	%1.01
2001-2002	8312-13248	4936	ARTMA	%159
ORTALAMA ARTIŞ YÜZDESİ		%114		

Aşağıdaki yöntemlerin öngördüğü artış ya da azalış miktarları gösterilmiştir.

	HAREKETLİ ORTALAMA	ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ADAPTİV YÖNTEMİ
2004 YILI VERİSİ	10084	10084	10084	10084
TAHMİNLER	11666	13313	18347	10780
ARTIŞ/AZALIŞ ORANI %	115,688219	132,0210234	181,9416898	106,90202

Aşağıda tahmin yöntemlerinden elde edilen verilerin, tahmin parametrelerine göre karşılaştırılmalı verilmiştir.

	HAREKETLİ ORTALAMA	ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ADAPTİV YÖNTEMİ
CFE	-74151	-57306,06	-75890,61	-8258,5
MAD	9636	13139,8	17202,38	9781,042
MSE	144641152	251239800	394044200	169718200
MAPE	43,06	58,1671	85,2112	29,5641
Trk.Signal	-7,7	-4,3613	-4,4116	-0,8443
R-square	0,84	0,5216	0,3388	0,7582

MİNİMUM CFE	-75890,61	çift üstel düzeltme
MİNİMUM MAD	9636	hareketli ortalama
MİNİMUM MSE	144641152	hareketli ortalama
MİNİMUM MAPE	29,5641	adaptiv
MİN Trk.Signal	-7,7	hareketli ortalama
MAKSİMUM R-square	0,84	hareketli ortalama

Görüldüğü üzere 6 parametrenin 4ünde hareketli ortalama yönteminin sonuçları diğer yöntemlere uygunluk sağlamıştır. Hareketli ortalama yöntemi %15 lik bir artış öngörmekte buda artışların ortalaması olan %114 den biraz fazla bir değere karşılık gelmektedir.

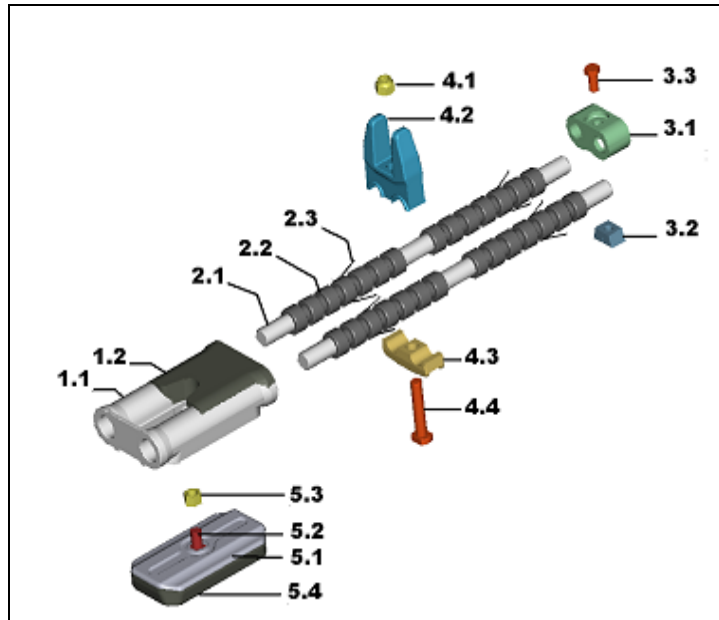
Sonuç olarak yapılan bu değerlendirmeler neticesinde gelecek yılın talebinin 2 li hareketli ortalama metodu ile bulunan 11666 adet olmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

3.3.2.2 Yıllık Üretim Miktarlarının Belirlenmesi

Bu aşamada amaç üretimi gerçekleştirilecek olan palet için ürün ağacının oluşturulması ve buna bağlı olarak yıllık üretim miktarlarının belirlenmesidir. Böylelikle ürüne ait her bir bileşen tanımlanacak, üretim esnasında aynı isimle

anılacak, imalat, planlama, değerlendirme aşamalarında bütünlük sağlanmış olacak ve olası kavram kargaşaları önlenecektir. Ürün ağacında bileşene verilen kod çalışma esnasında sabit kalmaktadır(örneğin sıfır denilince akla hep bakla gelecektir). Tasarım faaliyetleri ve talep tahminleri ile ürünün ana yapısı ve kaç adet üretileceği sorularının yanıtları bulmuştur. Bu kısımda ürün ağacının oluşturulması ve üretim içi fire oranları verilecek, her bir bileşenden kaç adet üretileceği sorusu yanıtlanacaktır.

Ürün ağacının hazırlanma mantığında bütünü parçalara varsa o parçaları da alt parçalara ayırmak mantığı vardır. En üst düzeye “ÜRÜN”, ürünü oluşturan birinci seviye parçalara ”ALT PARÇA”, alt parçaları oluşturan üçüncü seviye parçalara “BİLEŞEN” ismi verilmiştir. Çalışmada bileşenden yani üçüncü seviye parçadan daha alt düzeyde bir eleman bulunmamaktadır. Aşağıdaki resimde baklanın patlatılmış resmi ve arkasında gelen tabloda tablo da üretim için gerekli miktarlar verilmiştir.



Şekil 3.24. Ürün Ağacı

Çizelge 3.3. Bileşenlerin yıllık üretim miktarları durumları

NO	ÜRÜN	ALT PARÇA	BİLEŞEN	ADI	FİRE	GEREKEN MİKTAR	YAPMA-SATINALMA KARARI
1	0			BAKLA		11666	Üretim
2		1		GÖVDE	0,01	23566	Üretim
3			1.1	METAL AKSAM	0,03	24273	Üretim
4			1.2	TEKER YÜZÜ	0,01	23801	Üretim
5		2		LASTIKLİ PİM		23332	Üretim
6			2.1	PİM	0,02	23799	Yarı mamul halinde satın alma
7			2.2	LASTİK	0,01	47131	Üretim
8			2.3	TEL		93328	Satın alma
9		3		UÇ.BAĞ.KOMP.	0,03	24032	Satın alma
10			3.1	UÇ BAĞLANTI		24032	Satın alma
11			3.2	KAMA		24032	Satın alma
12			3.3	CİVATA		24032	Satın alma
13		4		YÖN ÇATALI	0,02	11900	Satın alma
14			4.1	SOMUN		11900	Satın alma
15			4.2	ÜST PARÇA		11900	Satın alma
16			4.3	ALT PARÇA		11900	Satın alma
17			4.4	CİVATA		11900	Satın alma
18		5		PAD	0,01	23566	Üretim
19			5.1	SAÇ		23566	Yarı mamul halinde satın alma
20			5.2	CİVATA		23566	Satın alma
21			5.3	SOMUN		23566	Satın alma
22			5.4	LASTİK	0,02	23566	Üretim

Fire oranlarının hangi ürünlerde nasıl hesap edildiği aşağıda izah edilmeye çalışılacaktır. Fire oranlarının hesap edilmesinde yıllardır devam eden tedarik faaliyetlerinden elde edilen tecrübeler, üretim içi hesaplanan fire oranları ve tecrübeler göz önüne alınmıştır. Bazı bileşenler için fire oranları verilmemiştir. Bu durum aslına o bileşenle ilgili bir fire beklenmediği ya da beklenen firenin önemsenmeyecek kadar düşük olduğu anlamını taşımaktadır. Her bir bileşene ait fire oranlarının değerlendirmesi aşağıda verildiği gibidir;

0 Bakla: Alt parçaların birbirine monte edilmesi suretiyle oluşturulur. Montaj işlemidir fire beklenmemektedir.

1 Gövde: Metal aksam ve lastik aksamın vulkanizesi yoluyla elde edilir. Vulkanizasyon işlemi esnasında %1 lik bir fire oranı beklenmektedir. Üretim içi kayıtların incelenmesi yoluyla elde edilmiştir.

1.1 Metal Aksam: Döküm işlemiyle başlayıp, talaşlı imalat işlemleriyle elde edilen bir parçadır. %3 lük bir fire oranı beklenmektedir. Üretim içi kayıtların incelenmesi yoluyla elde edilmiştir.

1.2 Teker Yüzü: Yarı mamul kauçuktan elde edilen bir bileşendir. %2 lik bir fire beklenmektedir. Üretim içi kayıtların incelenmesi yoluyla elde edilmiştir

2.1 Pim: Tedarik edilen bir bileşendir. %2 fire beklenmektedir. Satın alma kayıtlarının incelenmesi yoluyla elde edilmiştir

2.2 Lastik: Yarı mamul kauçuktan elde edilen bir bileşendir. %1 lik bir fire beklenmektedir. Üretim içi kayıtların incelenmesi yoluyla elde edilmiştir

3 Uç Bağlantı Kompleksi: Bir bütün olarak(alt bileşenleriyle birlikte) tedarik edilen bir parçadır.%3 fire beklenmektedir. Satın alma kayıtlarının incelenmesi yoluyla elde edilmiştir

4 Yön Çatalı: Bir bütün olarak(alt bileşenleriyle birlikte) tedarik edilen bir parçadır.%2 fire beklenmektedir. Satın alma kayıtlarının incelenmesi yoluyla elde edilmiştir

5 Pad: Bileşenlerin montaj edilmesi suretiyle elde edilen bir parçadır. %1 fire beklenmektedir. Üretim içi kayıtların incelenmesi yoluyla elde edilmiştir

5.4 Lastik: Yarı mamul kauçuktan imal edilen bir bileşendir. %2 fire beklenmektedir. Üretim içi kayıtların incelenmesi yoluyla elde edilmiştir.

Ele aldığımız ürün sadece palet olduğundan dolayı ana üretim planındaki üretilmesi gereken miktarlara yukarıdaki tabloda verilen değerler, eşit olacaktır. Seri üretim kararı verilmesi çalışmanın yapıldığı kuruluşun tekelinde olan bir karar

değildir. Öncelikle yapılacak üretim prototip ve deneme üretimidir. Kurum içerisinde prototip ve deneme üretimlerini sağlayacak hammadde, işgücü, tezgâh ve yarı mamul yeteri miktarda mevcuttur.

3.3.2.3 İş Akış Şemaları ve Üretim Zamanlarının Belirlenmesi

İş akış şemaları imalatı yapılan bir ürünün hangi aşamalardan geçerek üretildiği gösteren şemalardır. Farklı iş akış şeması tipleri, kullanım yerlerinin değişmesi ve kullanıcının farklı ihtiyaçlarına cevap verilmesi ihtiyacından doğmuştur. Hepsinde olan bir özellik, yapılacak olan işin işlem basamaklarının ve bir sonraki aşamada nereye gitmesi gerektiğinin açıklanmasıdır. Bu ana mantık ışığında yüzlerce farklı tipte form üretilebilir.

İmalatı gerçekleştirilecek olan ürünlerin hangi işlem basamaklarından geçeceğinin, bir sonraki aşamasında neler olacağını çalışanlar tarafında bilinmesi şarttır. Bu amaçla, çalışmamızın bu aşamasında, imalatı gerçekleştirilecek olan paletin bileşenleri için iş akış şemalarının hazırlanması anlatılmaya çalışılacaktır. Hedefimiz ise bütün bileşenler için iş akış şemalarını oluşturmaktır. Çalışmanın bu kısmında kendilerine verilen formata uygun olarak, mühendis, ustabaşı ve işçilerden oluşan ekipler işlem adımlarını hazırlamışlardır. Bu aşamada yapılan aslında bir üretim mühendisliği çalışmasıdır. Ürünün özelliğinden dolayı iş akış şemaları ayrıntılarıyla verilmemiştir.

Ürünlere ait üretim zamanlarının da tespiti ayrı bir sorun teşkil etmektedir. Ürünün daha önce imal edilmemiş olması, çalışmanın devam ettiği sıklarda ise prototip ve deneme üretiminin yapılması, işlem zamanlarını belirlemede kullanılacak zaman etüdü çalışmaları için yeterli gözlem sayısının elde

edilememesine sebebiyet vermiştir. Prototip ya da deneme üretiminde gerçekleşen üretim zamanları ile seri üretim anındaki üretim zamanlarının örtüşmesi beklenmemektedir. Prototip ya da deneme üretimlerinde önemli olan işi zaman mefhumundan bağımsız doğru olarak yapabilmek, seri üretimde ise mümkün olduğu müddetçe kısa sürede hatasız olarak üretmektir. Bu yüzden prototip ve deneme üretimlerinde üretim zamanlarının yüksek ve fire oranlarının da düşük olması beklenir. Bu aşamada çalışmada yapılan, zaman ölçümlerini(kronometraj metodu ile) mümkün mertebe yaptıktan sonra elde edilen sonuçları, geçmiş yıllarda üretilen ve halen üretilmekte olan benzer parçaların seri üretim zamanlarıyla karşılaştırmaktır. Tecrübeli mühendis ve işçilerden kurulan ekipler, ölçülen zamanlarla, tecrübelerini karşılaştırmış ve elde edilen zamanları düzeltmişlerdir. Bu aşamadan sonra yapılacak olan ise üretimi sürekli olarak takip edip, ölçümlere devam etmek suretiyle elde edilen bilgileri yeniden değerlendirerek gerçek standart zamanlara ulaşmaktır. Tespit edilen başlangıç standart zamanları ürünün özelliğinden dolayı verilmemiştir.

3.3.2.3.1. Toplu İş Akış Şeması

Ürünün tümünün iş akışının bir bütün halinde gösterilmesi mantığıyla hazırlanmıştır. Ürünün özelliğinden dolayı verilmemiştir.

3.3.2.3.2. İş Akış Formları

İş akış formları farklı isim ve formatlarda yıllardır kullanılmaktadır. Önemli olan nokta her işletmenin kullanacağı iş akış formunu kendi bünyesine uygun olarak teşkil etmesidir. İş akış formlarının hazırlanması ihtiyacının doğmasına başlıca,

üretimin belirli bir düzen içerisinde ilerlemesi, önceden belirlenmiş herkesçe bilinen belirli bir referans kaynağa göre kontrol edilebilir olması, işçilerin bir sonraki aşamada ne yapacağını bilmesi gibi soruların yanıtları vesile olmuştur. Bu kısımda amacımız, temelde ürünün bileşenlerine ait işlemlerin topluca görülebildiği, ürünün işlem basamaklarını ve bir sonraki üretim adımının ne olacağı gösteren, ürünün hangi birimde hangi tezgâhta hangi işlemi göreceğini gösteren, iş akış formlarını oluşturmaktır. Her tasarımda olduğu gibi, öncelikle tasarlanacak olan nesneden, nelerin beklendiği sorusunun yanıtlanması gerekmektedir. Bu mantıktan hareketle, iş akış formlarının tasarımında da öncelikle iş akış formundan nelerin beklendiği sorusuna yanıt vermek gereklidir. Bu sorunun yanıtları oluşturulacak olan iş akış formunun şeklini belirleyecektir. Aşağıda verilen formatın ardından her alanın neden konulduğu altında ayrıntılarıyla izah edilmeye çalışılacaktır.

Form numarası:						
İŞ AKIŞ FORMU						
Parça stok numarası/Adı:				Üretim Miktarı:		
İş Emir Numarası:						
İşlem Sıra No	Bölüm / Kısım	İşlem	Tezgâh	Hazırlık Süresi (dk)	İşlem Süresi (dk)	Toplam Süre (dk)
			Toplam Süre			

Şekil 3.25. İş Akış Formu

Form numarası, kendisine ait olan numaradır, formun kolayca tanımlanmasını, bulunmasını, diğer formlarla olan ilişkisini, hangi ürüne ait olduğunu bulmak amacıyla yerleştirilmiştir. Ayrıca kalite güvence sistemi içerisinde de kolaylıkla

yerleştirilebilmiştir. Form numaraları verilirken sistematik ve eklemeli bir yapı öngörölmüştür. Buna göre form numarası

Form numarası: formun kalite güvence sistemindeki kodu-formun ait olduğu atölye kodu-formun ait olduğu ürünün kodu- ürüne ait kaçınıcı işlem formu olduğu

Mantığına göre verilir. Her atölye ve ürün kodlanmıştır ve bu kodlar herkes tarafından bilinmektedir.

Parça stok numarası, askeri ürünlerin tamamı bir stok numarasına sahiptir. Bu stok numarası eğer uluslar arası stok numarası olarak alınmışsa bütün dünyada, ulusal stok numarası olarak alınmışsa Türkiye de tek bir ürüne işaret eder. Bu kısma ulusal stok numarası yazılır. Böylelikle formun işaret ettiği ürünün diğer bir yerde yaptırılması durumunda ürünü tanıyabilmesi ya da ürünü hiç tanınmayan bir kimse tarafından(örneğin ürünün dışarıda yaptırılması durumunda ürünü ilk defa yapacak olan üretici firma) üzerinde araştırmayı kolaylıkla yapabilmesi maksadıyla konulmuştur. Adı ise insanların baktığıında kolaylıkla ürünü tanıyabilmesi için yazılır.

Üretim miktarı, üretilecek olan ürünün kaç adet imal edileceğinin bilinmesi olması maksadıyla konulmuştur.

İş emir numarası, imalatı gerçekleştirilecek olan parçanın hangi numarayla atölyeye indirildiğinin belli olması amacıyla konulmuştur.

İşlem sıra numarası, ürüne ait kaçınıcı işlem olduğünün belirlenmesi maksadıyla konulmuştur.

Bölüm /Kısım, işlemin nerede yapılacağını belirlemek için konulmuştur.

İşlem, ürüne hangi işlemin uygulanacağını(kesme, tornalama, vb)belirtmek için konulmuştur.

Tezgâh, işlemin hangi tezgâhta yapılacağını gösterir. Her tezgâh bir numaraya sahiptir. Eğer işin yapılmasının belirli bir tezgâhta yapılması isteniyorsa ilgili tezgâhın numarası(örneğin 2346 gibi), genel bir işlem yapılacaksa tezgâhın genel adı(örneğin universal torna) yazılır.

Hazırlık süresi, dakika cinsinden hazırlık zamanı yazılır. İlerleyen aşamalarda tezgâh hazırlık zamanlarının düşürülmesi ile ilgili çalışmalar yapılacaksa veri toplamaya yarar. Özellikle CNC kontrollü makinelerde hazırlık zamanları yüksektir. Örneğin hazırlık süresi 60 dk olan bir CNC tornada, işlem süresi 3 dk olan bir parçadan 10 adet üretileceğini işlem formu üzerinden rahatlıkla görebileceğinden, ilgili birim uyarılarak ya sipariş miktarının arttırılması ya da işlenecek tezgâhın değiştirilmesi istenebilir. Böylelikle iş akış formları üzerinden bir kontrol mekanizması kurulmaya çalışılmıştır.

İşlem süresi, işlemin net operasyonla geçen kısmının dakika cinsinden ifadesidir.

Toplam süre, hazırlık süresi ve işlem süresinin toplamıdır.

En alt satırda yer alan toplam süre ise ürünün tümüne dair geçen sürelerin alt toplamalarının bilinmesi maksadıyla konmuştur.

Bu mantık ve ihtiyaçla tüm parçalar için iş akış formları oluşturulmuştur. Ürünün özelliğinden dolayı verilmemiştir

İş akış formları aslında bir üretim mühendisliği çalışmasıdır. Ürünün hangi aşamalardan geçerek üretileceğini ortaya koyar. Bir başka deyişle bir rotalama çalışmasıdır. Bu formlar, makine mühendisler, ustabaşları ve işçilerden oluşan geniş bir ekibin üzerinde uzun süreler çalışmasıyla elde edilmiştir. Her bir adımın doldurulması için sadece o basamak üzerinde çalışmalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar formlara eklenmiştir. Kısaca örnekleme gerekirse bir işlem satırının oluşması için öncesinde ve sonrasında yapılacaklar düşünülmüş, tezgâh seçimi

yapılmış, zamanların elde edilebilmesi için zaman etütleri sürdürülmüş ve çıkan sonuçlar değerlendirilip düzeltildikten sonra form üzerine yazılmıştır.

Çalışmada kalite planlaması ve üretim planlaması birbirinde ayrı düşünülmemiştir ve genellikle eş zamanlı olarak ilerlemiştir. Kalite planlama bölümünde tartışılacak olan kalite planlama formlarının temelini iş akış formları teşkil etmiş, en kaba haliyle işlem adımlarının arasına kontrol noktaları eklenerek kalite planlama formları üretilmiştir.

3.3.2.3.3. Üretim Zamanlarının Tespiti

Bu kısımda amaç, üretim zamanlarının tespitinde kullanılan işlemleri izah etmeye çalışmaktır. Çalışmada üretim zamanlarının tespitinde genellikle kronometraj yöntemiyle (kabaca işlemin süresini kronometre ile ölçüp kayıt altına alarak daha sonra topluca değerlendirilerek yapılan zaman etüdü metodu) zaman etüdü yapacak yeterli gözlem sayısına ulaşamamıştır. Bunun asıl sebebi ise çalışmanın yapıldığı tarihlerde seri üretimin değil, prototip ve deneme üretiminin yapılmış olmasıdır. Dolayısıyla yapılan gözlem sayısı birçok parça için sınırlıdır. Üretimin süresinin, parçanın şeklinden bağımsız olduğu işlemler için (örneğin döküm, sıvı çelik belirlenen kalıba dökülür ve bu işlem genellikle kalıbın şeklinden bağımsızdır) standart zamanlar oluşturulmuştur. Fakat özellikle talaşlı imalat gibi parçanın şekliyle birebir bağımlı olan işlemlerde bilimsel açıdan yeterli gözlem sayısına ulaşamamıştır. Bu gibi durumlarda standart zaman = normal zaman * (1 + tempo) / 100 formülüne uygun olarak standart zaman hesap edilmiş, çıkan süreler bir ekip tarafından yorumlanmış ve gereken düzeltmeler yapılarak formlara standart zaman olarak yazılmıştır. Aşıda bulunan bu zamanlar standart zaman değildir ve seri

üretimin başlamasıyla birlikte üzerlerinde ölçümler yapılarak yeniden düzenlenecektir. Standart iş akış diyagramındaki formatı bozmamak ve hesaplamalar için alt yapı oluşturmak(örneğin iş çizelgeleme, kapasite planlama gibi) bu zamanlar kullanılmıştır.

3.3.2.4. İş Çizelgeleme

Bu kısımda amaç iş çizelgeleme faaliyetlerinin izahıdır. İş çizelgeleme faaliyetleri ile

- Üretimin fabrikaya ne kadarlık bir ek yük getireceği hesaplanmış
- Üretimin başlangıç ve bitiş zamanları bulunmuş,
- Kullanılacak tezgâhların başlama ve bitiş zamanları hesap edilmiş,
- Ürünün tezgâh kapasitesinin ne kadarını kullandığı hesap edilmiş
- Ürünün atölyelere getireceği yük hesap edilmiştir.

Çizelgeleme faaliyetleri temelde yapılacak olan işlerin eldeki mevcut tezgahlarda işlenmesini özetleyen faaliyetlerdir. ürünlerin ve işlemlerin tamamı çizelgelendikten sonra yukarıda bahsi geçen hesaplamaların tamamı yapılabilir. Gövde imalatı için örnek bir çizelgeleme faaliyeti aşağıda verilmiştir. Örneğimizde sadece bir ürün için çizelgeleme yapıldığı unutulmamalıdır. Aynı tezgahta eğer başka ürünlerde işlenecek olsaydı çeşitli çizelgeleme algoritmaları(CDS, Johnson algoritması gibi) da kullanılmak zorunda kalınır. Çizelgeleme faaliyeti iş akışı ile başlar.

İşlem Sıra No	Bölüm / Kısım	İşin Tanımı	İşlem Süresi (dk)
1	Atölye 1	İşlem 1	1.000
2	Atölye 1	İşlem 2	4.000
3	Atölye 1	İşlem 3	-
4	Atölye 1	İşlem 4	2.000
5	Atölye 1	İşlem 5	0.500
6	Atölye 1	İşlem 6	2.000
7	Atölye 1	İşlem 7	2.000
8	Atölye 1	İşlem 8	1.000
9	Atölye 1	İşlem 9	2.000
10	Atölye 1	İşlem 10	4.000
11	Atölye 1	İşlem 11	3.000
12	Atölye 1	İşlem 12	2.000
13	Atölye 2	İşlem 1	1.000
14	Atölye 2	İşlem 2	2.000
15	Atölye 2	İşlem 3	-

Yukarıda da görüldüğü gibi gövde imalatı 15 işlemde tamamlanmaktadır. Her işlemin süreleri yanlarında verilmiştir. Zamanları verilmeyen işlemler parti tipi üretime ait olduğunu ifade eder (örneğin döküm işlemi 5 saat sürmekte ve sonunda 250 adet ürün alınmaktadır. Eğer çizelgeleme esnasında $300\text{dk}/250\text{ adet}=1,2\text{ dk/adet}$ temel alınarak işlem yapılırsa hataya düşülür. çünkü 1,2 dk da bir gövde imalatı olanaksızdır).

Bir sonraki adım işlemlerin her birisi için kaç tezgahın kullanılabilir durumda olduğunu, bir başka ifade ile kaç tezgahın çizelgeleneceğini bilmektir. Örneğimizde birinci işlem için 2, ikinci işlem için 4 üçüncü işlem için 3 tezgah mevcuttur. Daha sonra bu işlerin öncelik kısıtının olup olmadığına bakılır. Örnekte bir ve iki numaralı işlemler bağımsız işlemlerdir. 3 numaralı işlemin başlaması için 1 ve 2nci işlemin bitmiş olması gereklidir. Bilinmesi gereken diğer parametre ise kaç adet üretim yapılacağıdır. Örneğimizde her bir işlem için 23566 adet üretim yapılacaktır.

Bir sonraki adım tezgahların çizelgelenmeye başlanmasıdır. Aşağıdaki duruma bakıldığında;

ADET	23566						
İşlem 1							
	ZAMAN	BAŞLANGIÇ				BİTİŞ	ÜRETİM ADEDİ
Tezgah 1	1	0--1	1-2	...	....	11783	11783
Tezgah 2	1	0--1	1-2	...	....	11783	11783
						Toplam	23566
İşlem 2							
Tezgah 1	2	0--2	2-4	...	....	11784	5892
Tezgah 2	2	0--2	2-4	...	....	11784	5892
Tezgah 3	2	0--2	2-4	...	....	11782	5891
Tezgah 4	2	0--2	2-4	...	....	11782	5891
						Toplam	23566
İşlem 3							
Tezgah 1	300	125-425		...	....	9725	32 ŞARJ
Tezgah 2	300	250-550		...	....	9850	32 ŞARJ
Tezgah 3	300	375--675		...	....	9675	31 ŞARJ
						Toplam	23566

İşlem 1 için 2 tezgah mevcuttur. Bağımsız olarak sıfıncı dakikada işe başlarlar ve 1 dk da bir adet üretim yaparlar. Bu şekilde her tezgah 11783 üncü dakikada işini bitirmiş olur. İşlem 2 için 4 tezgah mevcuttur. Bağımsız olarak sıfıncı dakikada işe başlarlar ve 2 dk da bir adet üretim yaparlar. Bu şekilde her tezgah 11784 üncü dakikada işini bitirmiş olur. Üç ve dört üretim adedini aştığı için birer iş eksik yapar. İşlem için başlaması için işlem bir ve ikinin tamamlanmış olması gereklidir. Her şarjda 250 adet üretim yapılır. Bu demektir ki üç numaralı işlemin başlaması için 250 adet bir ve ikinci işlemde üretilmiş parça gereklidir. Hesaplamalar yapıldığında işlem 1 ve işlem 2 den her 125 dakikada bir 250 adet ürün alındığı görülecektir. Bu durumda işlem 3 için ilk başlama zamanı 125 olur ve tezgah 1 e atanır. İşlem bu şekilde sürdürüldüğünde diğer tezgahlara da işler yüklenir. Diğer işlemler içinde aynı yöntemle hesaplamalar yapıldığında bütün gövde için çizelgeleme tamamlanmış olur. her tezgahın kaç dk çalıştığı, kaç dk boş beklediği

(örneğin işlem üç için bir numaralı tezgah 125 dk boş beklemektedir) bilinmektedir. Atölyenin yıllık çalışma takvimi bilindiğine göre tezgah kapasiteleri buradan hesaplanabilir (örneğin yılda 250 iş günü günde 8 saat çalışan bir tezgahın kapasitesi $250*8=2000$ saat dir). Kapasiteler ve diğer zamanlar da bilindiğine göre başta bahsi geçen tüm hesaplamalar yapılabilir.

Bu işlemler diğer işler ve parçalar içinde yapıldığında tüm ürün için gerekli planlamalar yapılmış olur. bu gibi durumlarda karşılaşılan problemlerin çözümünde LEKIN çizelgeleme programı işlemleri çok hızlandırmaktadır. Program tezde tartışılmayan n iş-m makine problemi gibi problemlerin çözümünü de yapabilmektedir.

3.3.3. Kalite Kontrol

Bu kısımda amaç kalite planlama faaliyetlerinin çalışmada nasıl yapıldığını anlatmaya çalışmaktır. Ürünün kalitesine etki eden faktörleri gözlem altında tutmak ve geri besleme sağlamak suretiyle her yeni imalatta ürün kalitesinde iyileştirme yapmak ihtiyacından kalite planlama faaliyetleri yürütülmüştür. Sonuçta kalite planlaması yapılmış bir süreç hedeflenmektedir.

Ürünün istenilen özelliklerini sağlaması için tedarik, depolama, üretim ve üretim sonrası hizmetlerde neler yapılması gerektiğinin ortaya konması gerekmektedir. Bu faaliyetlerde elde edilen bilgiler, kayıt altına alır, ölçülüp analiz edilir, uygun formatlarda raporlanır. Böylelikle ürünün istenilen özelliklerini sağlaması ve geri besleme ile imal edilen ürünün her seferinde daha iyiye götürülmesi hedeflenir. Kalite planlama faaliyetleri bahsedilen bu konuların, hangi şartlarda, nasıl, kim tarafından, ne gibi metotlar kullanılarak, hangi dokümanlara

göre, ne özellikte teçhizatlar kullanılarak yapılacağıın izah edildiği faaliyetlerdir. Bu derece geniş bir yelpazeyi kapsayan kalite planları her uygulamada bütün alanları inceleyen değil, yukarıda adı geçen alanlarla ilgili tekil planlar olarak da hazırlanabilir. Bu durum planı oluşturan kurumun plandan bekledikleriyle ilgilidir. Kimi kurumlar sadece imalat esnasında ürünün kalitesine etki edecek faaliyetler için planları yazılı hale getirirken, bazıları bütün alanları içerecek şekilde planlar hazırlayabilir.

Kalite planlama faaliyetleri kalite planlama formlarının oluşturulması, kalite sistem dokümantasyonunun hazırlanması, kontrol diyagramlarının kurulumu alt başlıklarında anlatılacaktır.

Çalışmada tasarım, üretim planlama ve kalite kontrol faaliyetleri birbirinden ayrı düşünülmemiş ve birbirleriyle koordineli olarak ilerlemiştir. İleride ayrıntılarıyla anlatılacak olan kalite planlama formlarının temelinde, üretim planlama kısmında anlatılmış olan iş akış formları vardır. Satın alınan hammadde ve yarı mamullerin tasarımı istenilen özellikleri sağladığı varsayıldığında, ürün kalitesine etki edecek etmenler üretimin kendi iç dinamikleridir. Bu çalışmada kalite planlama faaliyetlerinin omurgasını işte bu dinamikleri izleyip, iyileştirme mantığı oluşturur. Bu noktada bütün bileşenler için ileride ayrıntılarıyla anlatılacak olan kalite planlama formları oluşturulmuştur. Çalışmada kalite planlama formlarının referans veren bir yapıda olduğu görülecektir. Bu formların referans gösterdiği noktalardan toplanan veriler sürecin iyileştirilmesinde katkıda bulunmuştur. Yapılan uygulama; kalite planlama formlarının oluşturulması, bu formlarının referans ettiği dokümanların (talimat, form, vb) hazırlanması, elde edilen bilgilerin analiz edilerek süreçte iyileştirme yapılması olarak özetlenebilir.

3.3.3.1.Kalite Planlama Formlarının Oluşturulması

Kalite planlama formlarının oluşturulması ürünün özellikle imalat aşamasındaki kalite seyri açısından büyük önem arz etmektedir. Bu formların oluşturulması imalat seyri boyunca ürünün kalite özelliklerinin kontrol altında tutulma ihtiyacından kaynaklanmıştır. Amaç, imalat esnasında tanımlayabilen, kaliteye etki edeceğini düşünölen hususları, mümkün olduğunca basit bir dille, hangi işlemin ne şekilde yapılacağını da açıklayarak, süreci olabildiğince kontrol altında tutulmak, tasarladığımız kontrol noktalarından istenilen özellikteki verileri toplamak, böylece kalite kontrol diyagramları ve süreç kontrol uygulamalarına temel oluşturmaktır. Kaliteye etki eden unsurları kontrol altına alabilmek için şu soruların yanıtları aranmıştır. Kim, nerede, hangi işlemi, hangi tezgâhta, hangi dokümana göre yapacak, işlemin kontrolü kim tarafından, hangi dokümana göre, nasıl bir biçimde, % kaç örnekleme ile kontrol edip, sonuçlarını nereye kaydedecek. Bu sorulara yanıt vermeyi hedefleyen kalite planlama formu örneği aşağıda verilmiştir.

Form numarası		KALİTE PLAN FORMU						
Bölüm Adı:			Parça No:		Sipariş Miktarı:			
Sipariş No:			Sipariş Adı:					
İşlem Sıra No	Bölüm/ Kısım	İşin Tanımı	Tezgâh	Kontrolü Yapacak	Üretim Dokümanları	Kontrol Şekli	Örnekleme Yüzdesi	Kayıt Yeri

Şekil 3.26. Kalite Plan Formu

Yukarıda verilen form göröldüğü üzere referans veren bir formdur. Üretim dokümanları ve kayıt yeri sütunları için, dokümantasyon gerekliliği vardır. İşlem, üretim dokümanları hanesinde yer alan dokümanlara göre yapılacak ve kontrol edilecektir. Kayıt yeri hanesi için işlemin özelliğine uygun formlar oluşturmak

gerekecektir. Kayıt yeri sütunda yer alan formlara yapılan kayıtlar istatistiksel süreç kontrol yapabilmek için gereken verileri sağlayacaktır. Her işlemin özelliğine uygun dokümanlar oluşturmak şarttır. Bu dokümanların büyük kısmını talimatlar ve formlar oluşturacaktır. Kontrol yüzdelerinin seçimi ve kontrol şekilleri de başka sorunlardır. Formlar oluşturulurken işlemlerle ilgili mühendisler, ustabaşları ve işçilerden oluşan kalabalık ekipler her işlemi ayrı ayrı değerlendirmiş ve formu basamak basamak oluşturulmuştur. İşlem basamakları ve üretim şekilleri genellikle endüstri mühendisliği disiplininde olan konuları içermemesine rağmen, kontrol şekli, örnekleme yüzdelerinin seçimi, kontrol edecek kişinin seçimi, kontrol dokümanının oluşturulması, kayıt yerine uygun doküman seçimi ve oluşturulması direkt olarak endüstri mühendisliği disipline girmektedir. Üretilen ürün görev yaptığı yer ve bozulması durumunda uğranılacak kayıplar açısından değerlendirildiğinde, yüksek risk içeren bir üründür. Bu bağlamda düşünüldüğünde her aşaması yoğun bir dikkat ve emek gerektirmektedir. Bu yüzden hiçbir nokta kontrolsüz bırakılmamış, örnekleme ile kontrol yapılacak kontrol noktalarında ise yapılan hesaplamaların neticesinde elde edilenden daha yüksek kontrol yüzdeleri seçilmiştir. Örnek vermek gerekirse yapılan hesaplamalar sonucunda pimlerde çatlak kontrol işlemi için %15 ile kontrol yapmanın uygun olacağı hesaplanmış olsun. Bu durumda süreçten çatlak pim geçme olasılığı çok düşükte olsa mevcuttur. Bu çatlak pimin palet üzerinde kırılması; bağlı olduğu baklanın dağılmasına, buna bağlı olarak paletin atmasına, eğer sürat yüksek ise ya da eğimli bir bölgede ise aracın devrilmesine, palet sistemine bağlı diğer elemanların zarar görmesine, araç içerisindeki personelin ağır ya da hafif yaralanmasına sebebiyet verebilecektir. Ürünün görev yapmaması durumunda karşı karşıya kalınan risk çok yüksektir. Kontrol yüzdeleri hakkındaki genel yaklaşım yukarıda da anlatılan sebeplerden dolayı hesaplanan değerlerinden

çoğu işlemde fazla seçilmiş, çok kritik olduğuna inanılan işlemlerin için ise %100 olarak tespit edilmiştir. Karşı karşıya kalınan diğer bir sorunda işlerin nasıl yapılacağını anlatan talimatların hazırlanması işlemidir. Her işlem belirli bir talimata göre yapılmaktadır. Talimatlar açık ve net ifadelerle mümkün olduğu kadar basit bir dille yapılacak hangi esaslara göre icra edileceğini anlatır. Anlatılan amaç ve esaslarla anlatılan Kalite Planlama formları her bileşen için oluşturulmuştur. Ürünün özelliğinden dolayı verilmemiştir.

3.3.3.2. Kalite Sistem dokümantasyonunun Hazırlanması

Kalite planlama formları referans veren bir dokümandır. Üzerinden işlerin nasıl yapılacağı anlatan, kayıtların yazılabileceği alanlar bulunmamaktadır. Kalite sistem dokümantasyonu hazırlanması, işlemlerin nasıl yapılması gerektiğinin anlatılacağı talimatların bulunması, elde edilen verilerin kaydedileceği formların oluşturulması ihtiyacından doğmuştur. Bu kısımda amacımız kalite sistem dokümantasyonunun oluşturulmasını anlamaktır.

Kalite sistem dokümantasyonu, talimatlar, formlar, kartlar, etiketler, teknik resimler gibi dokümanlardan oluşmaktadır. İlgili işlemin özelliğine göre uygun olan dokümantasyon biçimlerinden bir ya da bir kaçını seçilerek kalite planlama formu üzerinde, üretim dokümanları ve kayıt yeri alanlarına yazılır. Talimatlar işin nasıl yapılması gerektiğini operatör düzeyinde açık net ve sade bir dille anlatan dokümanlardır. Kalite sistem dokümantasyonu içerisinde birçok talimat cinsi vardır, aşağıda en çok kullanılan talimat formatı örneği verilmiştir.

FABRİKA MÜDÜRLÜĞÜ	REVİZYON NO.	YAYIN TARİHİ
	DOKÜMAN NO.	SAYFA NO.
..... TALİMATI		
KONU :		
TANIMLAR:		
İLGİLİ DOKÜMANLAR:		
AMAÇ:		
KAPSAM:		
SORUMLULAR:		
UYGULAMA:		
HAZIRLAYANLAR	ONAY	KONTROL

Şekil 3.27. Talimat Formatı

Formlar istatistiksel süreç kontrole esas verilerin kaydedildiği dokümanlardır. Formlardan elde edilen verilerin ışığında uygun enstrüman kullanılarak(kalite kontrol diyagramı, histogram, gibi) süreç izlenmeye çalışılır. Bu enstrümanlardan elde edilen sonuçlar yorumlanır analiz edilir ve süreçte iyileştirme sağlanır.

3.3.3.3.Kalite Kontrol Diyagramlarının Kurulması

Kalite planlama formlarının referans gösterdiği, çeşitli formlardan elde edilen veriler çeşitli kalite kontrol diyagramlarının kuruluşuna imkân vermektedir. Seri üretimin başlamaması nedeniyle her nokta için kalite kontrol diyagramları kurulamamıştır. Elde edilen verilerden hareketle yarı mamul kauçuk için X-R kalite kontrol diyagramları kurulmuştur. Kurulan diyagramların sonucunu gösteren tablo aşağıda verilmiştir.

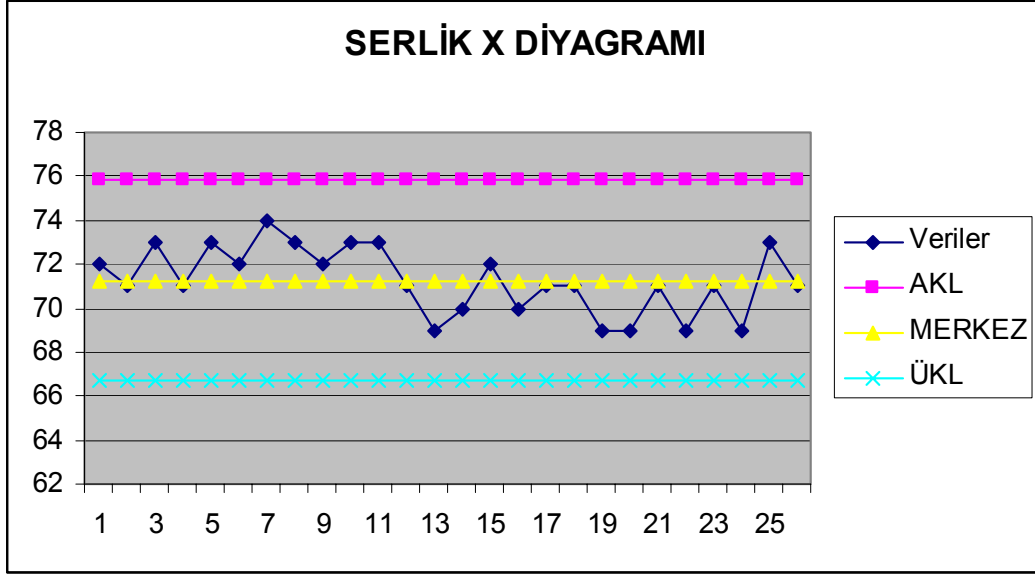
X DİYAGRAMI İÇİN

Karakteristik	TS2	TC90	ML	MHF	300 Modülüs	Çekme Muka.	Kopma Gerilimi	Kopma Uzama %	% Uzama	Sertlik
AKL	2,34928	4,13	13	45,2	15,9641	21,831	21,8383	495,6896	495,562	75,804
MERKEZ	2,12737	3,52	11	41,7	12,9562	19,041	19,025	419,1862	419,08	71,269
ÜKL	1,90547	2,9	9,2	38,3	9,94824	16,25	16,2117	342,6827	342,599	66,735

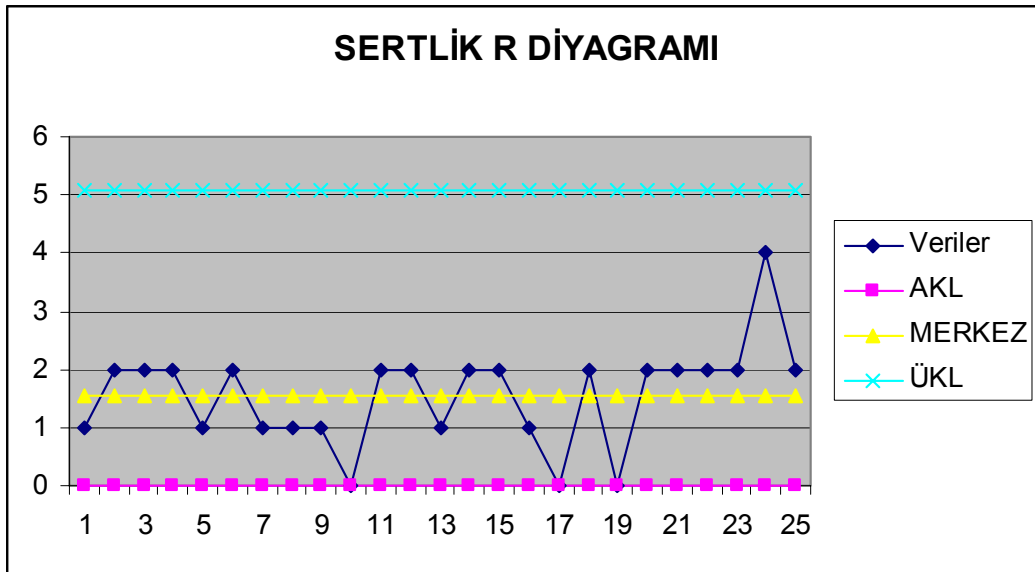
R DİYAGRAMI İÇİN

	TS2	TC90	ML	MHF	300 Modülüs	Çekme Muka.	Kopma Gerilimi	Kopma Uzama %	% Uzama	Sertlik
AKL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MERKEZ	0,04132	0,11	0,4	0,73	4,6614	6,8174	6,81124	149,5144	149,475	25,413
ÜKL	0,13499	0,35	1,4	2,39	15,2288	22,272	22,2523	488,4635	488,335	83,025

Şekil 3.28. Kontrol diyagramı için AKL,ÜKL,Merkez çizgisi değerleri



Şekil 3.29. Sertlik için X diyagramı



Şekil 3.30. Sertlik için R diyagramı

3.3.3.4. Kullanım Sonrası Hizmetler ve Geri Besleme

Paletler üretimlerinin ardından ülkenin çeşitli bölgelerine dağıtılacaktır. Kullanım sonrasında ülkenin değişik noktalarından paletle ilgili düşüncelerin toplanmasının ürünün geliştirilmesinde yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu maksatla

ürün takip formu oluşturulmuştur. Ürün takip formu ile kullanıcıların ürün hakkındaki görüş, öneri ve teklifleri ile ürünün bileşenleri hakkında bilgi sahibi olunacağı değerlendirilmiştir. Bu form ürünün gönderildiği tüm noktalara postalanacak ve kullanıcıların doldurmasına müteakip analiz edilip sonuçları üretime aktarılmaya çalışılacaktır. Toplanan verilerin işlenmesi için MS-Access ile bir program oluşturulmuştur.

4. SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışmada yapılanlar, Kara Kuvvetlerinin önemli bir vurucu gücü niteliğindeki zırhlı birliklerinin, önemli bir kısmını oluşturan tırtıllı araçlarının, belki de en hassas parçası olan palet sistemlerine katkıda bulunmak maksadıyla, milli imkânlarla üretimine başlanacak olan bir palet için, üretim sürecinin planlaması ve dokümantasyonun hazırlanması faaliyetlerinin izahıdır.

Yapılan bu çalışma ile bir ürünün seri üretime hazırlanması işlemleri tasarım, üretim planlama ve kalite kontrol başlıkları altında incelenmeye çalışılmıştır. Bu üç alanın her birisi kendi başına araştırma yapılabilecek ağırlıkta konulardır. İlgilenilen konu ürünün seri üretime hazırlanması süreci olduğundan bu üç alanda da çalışma yapılması gerekliliği doğmuştur.

Palet sistemleri aracın manevra kabiliyeti, hız ve performansına önemli ölçüde etki eden sistemlerdir. Tasarım aşamasında bu bilinçle hareket edilmiştir. İleriki tarihlerde yapılacak olan yeni tasarımlara esnasında hem de tasarlanan paletin geliştirilmesi faaliyetlerinde geçmiş verilere ulaşmak çok önemlidir. Tasarım yönetimi faaliyetleriyle bu tür bilgiler kurulan sistem dahilinde dokümente edilmiştir. Böylelikle tasarım aşamasında neyin, neden, hangi kriterlere göre, ne gibi kaynakları kullanarak, hangi planlar dahilinde, ne zaman, kim tarafından, hangi maksatla yapıldığı kayıt altına alınmış, böylelikle ileride yapılacak olan araştırma geliştirme faaliyetlerine temel oluşturulmuştur.

Yaklaşık 50 tonluk bir tankın ortalama 5 tonu palet sistemleridir. Araç ağırlığının yaklaşık %10 unun bu sistemlerce kullanıldığı söylenebilir. Yapılan

tasarımla toplam palet ağırlığında azalma kaydedilmiştir. Palet ağırlıklarındaki azalma ile

- Hafifleyen araçların manevra ve sürat kabiliyetlerinin artması,
- Verilen görevleri başarma olasılıklarının yükselmesi,
- Elde edilen toplam ağırlık azalmasının, mühimmat ya da diğer sistemlerce kullanılması durumunda araç ağırlığında değişim olamaması

elde edilen faydalar olarak sayılabilir.

Savunma sanayi sektörü pahalı bir sektördür. Askeri ürünlerin ülke dışından tedariki durumunda ciddi miktarda para ülke dışına çıkabilmektedir. Paletlerin milli imkânlarla üretildiği durumdaki maliyeti ile yurtdışından satın alındığı durumdaki maliyeti karşılaştırıldığında, milli imkânlarla olan üretimin çok daha ucuz olacağı değerlendirilmektedir. Palet sistemlerinin milli imkânlarla imali, bu alana kalacak dövizin yurt içinde kalmasını sağlayacaktır.

Zırhlı araçların görev yaptığı coğrafi koşullara göre palet sistemlerinden alınan verim değişmektedir. Aynı palet sistemi ile topraklık, dağlık veya çamurlu arazide alınacak olan verimler farklı olacaktır. Yapılan tasarım faaliyetlerinde bulunduğumuz bölgenin farklı coğrafi koşulları göz önüne alındığından yüksek performans beklenmektedir.

Üretim planlama faaliyetleri çalışmanın diğer bir basamağını oluşturmaktadır. Yapılan üretim planlama faaliyetleri neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- İmal edilecek olan ürün sayısı hesaplanmıştır
- Ürün sayısına bağlı olarak yarı mamul, mamul ve sarf malzemeleri olarak satın alınacak olan malzeme miktarları hesap edilmiştir
- Ürünün imalinden kaynaklanacak olan ek maliyet hesap edilmiştir
- İş akış formlarının oluşturulmasıyla ürünün imalat aşamaları dokümente edilmiştir
- Yapılan zaman etüdü çalışmaları sonucunda başlangıç standart zamanlarını hesap edilmiştir. Gerçek standart zamanların hesap edilmesinde bu zamanlar temel teşkil edebilir.
- İmalatın gerçekleşeceği atölyelere ne kadarlık bir ek yük getireceği hesap edilmiştir
- İmalatın gerçekleşeceği atölyelerin toplam kapasitelerinin ne kadarının ürüne harcanacağı hesap edilmiştir
- İş çizelgeleme faaliyetleriyle tezgâhların üretime başlama ve bitiş zamanları hesap edilmiştir.

Kalite kontrol faaliyetleri ürünün seri üretimine başlanmaması dolayısıyla sonuçların yorumlanıp kalitenin arttırılacağı bir seviyeye gelmiştir. Bu çalışma kalite kontrol faaliyetleri açısından başlangıç niteliğindedir. Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Hazırlanan kalite planlama formlarıyla ürünün her aşamasındaki kalitesi kontrol altına alınmaya çalışılmıştır.
- Kalite kontrol faaliyetlerini gerçekleştirecek olan kişiler belirlenmiştir
- Kalite kontrol noktaları için uygun özellikte formlar oluşturulmuştur

- Hangi kalite kontrol noktasında nasıl izleme yapılacağı tespit edilmiştir
- Üretilen yarı mamul kauçuk için X-R kalite kontrol diyagramları oluşturulmuştur

Çalışmada tasarım, üretim planlama ve kalite kontrol başlıkları altında uygulama neticesinde elde edilen sonuçlar yukarıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan çalışma seri üretime hazırlık niteliğindedir. Seri üretimin başlamasıyla birlikte birçok noktadan toplanan verilerle üretim çok daha iyiye götürülecektir. Yapılan planlama ve hesaplamalardan ne kadarlık sapmaların olduğu hesap edilebilecektir. Uygulama esnasında hazırlanan dokümanların(iş kış formları kalite planlama formları, talimatlar gibi) büyük kısmı hazırlık niteliğinde olan dokümanlardır. Üretimin başlamasıyla birlikte bu formlarda da karşılaşılan ihtiyaçlar neticesinde revizyonlar yapılabilir. Seri üretim ile birlikte uygulama da değinilmemiş fakat yapılmasında büyük yarar olan güvenilirlik, risk analizleri ve proses yeterlilik analizleri de yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

1. www.wikipedia.com, Tank history.
2. Özlü, F., Modern Tank Sistemi Ne Olmalı?, Savunma Sanayiindeki Teknolojik Gelişmeler Sempozyumu, KHO, Ankara, 5-6 Haziran, s. 795-804, (1997).
3. KKYY 315-1, Kara Harp Silah ve Araçları Yardımcı Yayını, K.K. Basımevi ve Basılı Evrak Depo Müdürlüğü, Ankara,(2000).
4. AQAP 2110 Tasarım, Geliştirme ve Üretim İçin NATO Kalite Güvence Gereklere Standardı,(2004)
5. ÖZ, O., Mobilya Sanayinde Hizmet veren bir kuruluştaki üretim planlama uygulaması, Endüstri Mühendisliği Bitirme Tezi,Selçuk Üniversitesi, (2001).
6. Taşgetiren M.F, Üretim planlama ders notları,Fatih Üniversitesi,(1999).
7. TSE 1005 kalite planları standardı,(1995).
- 8.Uğur N., Kalite Geliştirme için İstatistik Yöntemler, İstanbul Teknik Üniversitesi,(1960)
9. Military books: Vehicle design handbook, Section 11, Tracked vehicle,(1967)
10. KKTT 9-2530-200-24, Paletler ve Aksamları Denetleme, Sınıflandırma Standartları, 2,3 ve 4ncü Kademe Bakımı, K.K.Basımevi, Ankara,(2000)
11. www.diehl.com
12. www.panzergruppe.com, All about tracks.
13. Can İ., Palet Sisteminin Sonlu Elemanlar Metodu İle Mukavemet Analizinin Yapılması ve Optimizasyonu,Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi,(2004).