

STOK KONTROL SİSTEMLERİNDE SİMÜLASYON TEKNİĞİ

-Demir Export A.Ş. Kangal Kömür İşletmesi
Örnek Uygulaması-

Prof. Dr. Halil SARIASLAN*
Erkan UYSAL**

1. GİRİŞ

Bu çalışmamızın amacı stok kontrol sistemlerinin optimal bir biçimde düzenlenmesinde (dizaynında) simülasyon tekniğinin etkin bir araç olarak nasıl kullanılabileceğini, Koç Holding bünyesindeki Demir Export A.Ş.'ne bağlı Kangal Kömür İşletmesi örnek uygulamasına dayalı olarak açıklamaktır.

Bilindiği gibi işletmelerde stok denilince genellikle üretim sisteminin düzenli işleyişini sağlayacak hammadde ve yarı mamul stoklar ile satış faaliyetlerinin düzenli olmasına yönelik mamul mal stokları ilk aşamada akla gelmektedir. Ancak bu bilinen stok konusu dışında, tüm üretim işletmelerine istenilen üretim düzeyini gerçekleştirmek için üretimde kullanılan makina ve araç gerecin sürekli olarak işler durumda tutulması için gerekli sarf malzemelerinin ve yedek parçaların hazır bulundurulması biçiminde önemli bir stoklama faaliyeti daha vardır. Bu stoklama faaliyeti üzerinde kullanılan araç ve gereç ile bunların işler durumda olmasını sağlayan yedek parça ve sarf malzemelerinin pahalı olması durumunda daha da önemli olmaktadır. İşte bu çalışmanın özelde amacı üretimde kullanılan araç ve gerecin sürekli işler durumda bulundurulması için gerekli yedek parçaların optimal stok düzeyini belirleyecek modelleri simülasyon tekniği aracılığı ile geliştirmek olacaktır. Bu modellerin geliştirilmesinde ise Demir Export A.Ş. Kangal Kömür İşletmesi temel alınmıştır.

* A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Öğretim Üyesi

** A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Araştırma Görevlisi

2. DEMİR EXPORT A.Ş. KANGAL KÖMÜR İŞLETMESİ MEVCUT STOK SİSTEMİ YAPISI VE OPTİMAL STOK SİSTEMİNİ BELİRLEYEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ

Demir Exprot A.Ş. Kangal Kömür İşletmesinin mevcut stok sistemi, Ocak 1992 tarihi itibarıyla, işletmenin Onarım İkmal Grubu içinde yer almaktadır. Onarım İkmal Grubu mühendisinin denetiminde bulunan mevcut stok sisteminde 3 ambar memuru görevli bulunmaktadır. Sistemde malzeme ve parçaların giriş-çıkışları, malzeme "istek fişleri" aracılığı ile bu amaçla kurulmuş bulunan bir ambar üzerinde olmaktadır.

Malzeme istek fişlerinde ambar giriş-çıkışları yapılan stokların hareketleri, bilgisayara aktarılmış ve mevcut uygulama ile stok hareketlerine ilişkin kapsamlı veri ve bilgi kayıtları bilgisayara dayalı olarak tutulmaktadır.

Mevcut stok sisteminde stokların fiziksel hareketlerine ilişkin pek çok veri tutulmasına karşılık, etkin bir stok kontrol yönetimi için gerekli olan "ekonomiklik" ilkesini yansıtacak veri ve bilgiler bulunmamaktadır.

Bir stok kontrol ve yönetim sisteminde;

(a) stok hareketlerini izlemek,

(b) ne zaman ne kadar sipariş vermek gerektiği konusunda karar vermek,

etkin bir yönetim için yerine getirilmesi gerekli iki temel işlevdir. Ancak bu işlevleri etkinlikle yerine getirecek optimal bir stok kontrol geliştirmek için belirleyici temel faktörlerin kapsamlı olarak analizi ve bazı noktalarda karar vermek gerekecektir. Kangal Kömür İşletmesi (KKİ) için bu faktörler aşağıdaki gibi incelenmiştir.

2. 1. Stok Hareketlerini İzleme: Kangal Kömür İşletmesinde stok hareketleri oldukça ayrıntılı izlenmekte ve gerekli kayıtlar ayrıca bilgisayara kaydedilmektedir. Bu nedenle işletmede bir sürekli "batch" (yığınsal) izleme süreci söz konusudur. Ancak, böyle bir süreç, üst yönetim için çok hızlı bilgi ve karar verme gereken durumlarda etkin olmayacaktır. Bu nedenle işletme için çok önemli olan A sınıfı stoklar (lastikler ve halatlar) için "online" işleme biçimine geçilmesi gerekmektedir. Bu noktada ayrıca belirtmelidir ki, mevcut stok sisteminde her stok kalemi için belirli formatlarda veri ve bilgi kayıtları bilgisayarda tutulmasına ve bu bilgi formatlarında "kritik stok" miktarı adı altında bir yer bulunmasına karşın, bu ayrılmış olan yerde kritik stok miktarı veri olarak bulunmamaktadır. Kuşkusuz, bu eksikliğin giderilmesi çalışmamızın bir amacıdır ve bundan sonraki bölümlerde bu amaçla stok kontrol modelleri geliştirilecektir.

2. 2. Talebin Yapısı ve Niteliği: KKİ stok sisteminde yer alan parça ve malzemelere olan talep incelemelerimize göre yapısı ve niteliği açısından iki temel gruba ayrılmaktadır.

a) Talebi Belirsizlik Gösteren Stoklar: Bu gruba giren malzeme ve parçalara olan talep, hava ve çalışma koşulları ile operatör kusurları gibi bilinen ya da bilinmeyen nedenlerle bir belirsizlik durumu gösterir. Bu gruba giren malzeme ve parçaları kullanım durumları açısından iki alt gruba ayırmak uygun olacaktır.

i) Talebi Bağımsız Olan Malzeme ve Parçalar: Talebi başka malzeme ve parçanın kullanımına bağlı olmayan yani tek başına kullanımı söz konusu olan parça ve malzemelerdir. Bu gruba giren parça ve malzemeler, ortaya çıkan arıza ve bakım

durumuna göre tünden değiştirilmesi ya da tamiri gerekenlerdir. Başka bir anlatımla, talep doğrudan doğruya bu malzeme ve parçalara olmaktadır. Bu gruba giren belli başlı malzeme ve parçalar şunlardır:

- Lastikler (Komatsu ve diğer taşıtlar)
- Halatlar
- Hava filtreleri
- Elektronik kartlar

ii) Talebi Bağımlı Olan Malzeme ve Parçalar: Talebi başka malzeme ve parçalarda beliren arıza ya da gereken bakım sonucu ortaya çıkan parça ve malzemelerdir. Bu gruba giren malzeme ve parçalar, genellikle makina ve araçların temel parçalarında ortaya çıkan arıza ya da gereken bakım için kullanılmaktadır. Bu nedenle, bu parça ve malzemelere olan talep, makina ve araçların temel parçalarında (kısımlarında) ortaya çıkan arıza ve bakıma bağlı olmaktadır. Bu malzeme ve parça stoklarını bağlı oldukları ana elemanlar açısından aşağıdaki gibi gruplamak mümkündür.

- Motor parçaları
- Şanzuman parçaları
- Diferansiyel parçaları
- Süspansiyon parçaları
- Turbo ve parçaları
- Yakıt pompaları parçaları

b) Talebi Belirli Olan Malzeme ve Parçalar: Bu gruba giren makina ve parçalar, makina ve araçların çalışma ya da kullanım zamanları (periyotları) ile yapılacak işin hacmi veri olarak verildiği zaman talep ya da ihtiyaç düzeyinin kolaylıkla belirlendiği malzeme ve parçalardır. Bu grubun belli başlı elemanları şunlardır.

- Yerli ve yabancı yağlar
- Patlayıcı maddeler

Araçların periyodik yağ değiştirme ve yağlama zamanları ile araç sayısı bilirse her periyottaki yağ ihtiyacı (talep) miktarı kolaylıkla belirlenir. Benzer biçimde KKI'nin amaçladığı dekapaj miktarı da ihtiyaç duyulan patlayıcı madde miktarını açıklığa kavuşturacaktır.

Kangal Kömür İşletmesinde stok taleplerinin hareketleri yani "talep ne zaman ve ne kadar olmuştur?" sorularına ilişkin veri ve bilgi kayıtları kapsamlı olarak tutulmakta ve izlenmektedir. Ancak işletmenin geçmiş deneyiminin henüz fazla olmaması ve bilgilerin istenilen ölçüde sistematik olmaması nedeni ile talep tahminlerini bilimsel yöntemlerle yapmak büyük güçlük yaratmaktadır. Bu konudaki eksikliğin giderilmesi için önerilecek gerekli veri ve bilgi formatları daha sonraki bölümlerde açıklanacaktır.

2. 3. Sipariş Süresine İlişkin Bilgi: Kangal Kömür İşletmesinde stok hareketleri ayrıntıları ile izlendiği için stok sipariş sürelerine ilişkin kayıtlar, yani "siparişler ne zaman verildi" ve "ne zaman teslim alındı" kayıtları, bulunmaktadır. Ancak işletmenin geçmiş dönem deneyimi fazla olmadığı için, güvenilir sipariş süresi dağılımları geliştirmek mümkün olmamaktadır. Bundan sonraki bölümde geliştirilecek stok kontrol modelleri için sipariş sürelerine ilişkin veri ve bilgi gereksinimleri ayrıca açıklanacaktır. Böylece, işletmenin bundan sonraki faaliyetlerinde gerekli veri tabanını

oluşturması ve bilimsel ilkelere göre stoklarını kontrol etmesi için temel oluşturulacaktır.

2. 4. Maliyetlere İlişkin Bilgi: İşletmede optimal bir stok kontrol yönetimi için stok maliyetlerine ilişkin veri ve bilgi hazır bulunmamasına karşın, gerekli kayıtların tutulmuş olması, üst yönetimin işletmenin işleyişini ayrıntıları ile görebilmesi ve stok yönetiminin önemine içtenlikle inanmış olması bu eksikliği kolaylıkla giderecektir. Stoklara ilişkin maliyet kalemlerinin, özellikle stok bulundurmama maliyetlerinin, hesaplanmasında yöneticilere yardımcı olmak amacı ile bazı temel ilkeler veri yapıları ve formatları ve bölümünde açıklanacaktır.

2. 5. Stok Sınıflandırma Sistemi: Kangal Kömür İşletmesinde yapılan incelemeler, yetkililerle yapılan görüşmeler ve elde edilen veri ve bilgilere göre işletmenin 1000'den fazla olan stok kalemlerinin; bağlanan para miktarı, makinaları üretimden alıkoyma ve tedarikinde karşılaşılan güçlükler gözönüne alınarak A-B-C sınıflandırma sisteminin aşağıdaki gibi olması uygun olacaktır.

A sınıfı : Komatsu lastikleri ve halatlar

B sınıfı : Yabancı yağlar, filtreler, elektronik kartlar ve patlayıcı maddeler

C sınıfı : Diğer stok parça ve malzemeleri.

Böylece belirlenen A-B-C sınıflandırmasına göre işletmenin stok kontrol yönteminde dikkatin öncelikle A sınıfı stoklara, göreceli olarak daha az B ve sonra C sınıfı stoklara yoğunlaştırılması gerekecektir. Bunun sonucu olarak işletme için geliştireceğimiz optimal stok sisteminde de doğal A sınıfı stoklar üzerinde çalışmamız yoğunlaşacaktır.

3. KANGAL KÖMÜR İŞLETMESİ İÇİN OPTİMAL STOK KONTROL SİSTEMİ

Bundan önceki bölümlerde belirleyici faktörleri açıklanan bir stok kontrol sisteminin etkin olduğunu söyleyebilmek için, o sistemin aşağıdaki iki temel işlevi etkinlikle yerine getirmesi gerekir:

- a) Stok hareketlerini izlemek ve
- b) Ne zaman ve ne kadar sipariş verileceği konusunda karar vermek. Yani, optimal sipariş noktası ve miktarını belirlemek.

Dolayısıyla, Kangal Kömür İşletmesi için geliştirilecek bir stok kontrol sistemi de bu iki temel işlevi yerine getirmek zorundadır. Bu nedenle Kangal Kömür İşletmesi stok kontrol sisteminin, belirtilen amaç ve işlevleri etkinlikle yerine getirebilmesi için aşağıdaki gibi düzenlenmesi gerekmektedir.

3. 1. Stok Hareketlerini İzlemek

Mevcut stok sisteminde stok hareketleri sipariş zamanında ambara giriş ve çıkış tarihine kadar ayrıntıları ile sürekli bir biçimde izlenmektedir. İzleme sürecinde fişlere dayalı olarak tutulan kayıtlar biriktirilip personel için uygun bir zamanda bilgisayara aktarılmaktadır (batch işleme). Bilgisayara aktarılan bilgiler, en son aşamada her stok kalemi için giren, çıkan ve kalan miktarları belirtecek biçimde "malzeme sicil kartı" adı altında bir formatla bilgisayarda tutulmaktadır. Bu kartlarda "kalan miktar" sütununda belirtilen stok miktarına göre sipariş verilip verilmeyeceğine karar verilmektedir. Karar

yöneticilerin deneyimlerine ve öznel değerlendirmelerine göre verilmektedir. Ancak sipariş vermede bu öznelikten (subjektiflikten) kaçınmak için sipariş verme zamanının gelip gelmediğini belirten "kritik stok düzeyi" adlı bir bilgi göstergesi bu kartlarda bulunmamaktadır, yani bu bilgi yoktur.

Görüldüğü gibi mevcut stok sistemi, etkin bir sistem için gerekli olan ilk işlevi (stok hareketlerini izlemeyi) yerine getirebilmektedir. Bu nedenle mevcut yerleşik kayıt sistemini değiştirmeye ya da yeniden düzenlemeye gerek yoktur. Ancak mevcut stok kontrol sistemi ikinci işlevini (ne zaman ve ne kadar sipariş vermeli) yerine getirememektedir. Sistemin bu sorulara cevap vermesi için stok kontrol modelleri ile desteklenmesi gerekmektedir. Fakat bundan sonraki bölümde geliştirilen stok kontrol modellerinin kullanılabilmesi için, stok hareketlerini izleme sisteminin geçmiş dönemlere ilişkin olarak stok kalemlerinin talep ve sipariş süresi dağılımlarını oluşturacak biçimde gerekli veri ve bilgi kayıtlarını tutması gerekmektedir. Ne yazık ki ayrıntılı olmasına karşın, mevcut stok sisteminde bu kayıtlar sistematik olarak bulunmamaktadır.

Başka bir anlatımla mevcut sistemde, hangi parça, hangi tarihte ne kadar sipariş edilmiş ve ne zaman ne kadar gelmiş (teslim edilmiş) sorularına cevap verecek bilgi kayıtları tutulmaktadır. Ancak tüm stok kalemleri için bu bilgiler karışık ve iç içe verilmiştir. Yani her stok kaleminin hareketleri ayrı formatta gerekli bilgileri verecek biçimde izlenmelidir. Aslında mevcut izleme sisteminde stok kalemleri "parça hareketleri" adlı bir formatta tek tek izlenmektedir. Ancak bu bilgi formatı da yalnızca giriş ve çıkış miktarları ile tarihlerini vermektedir. Bu durumda da sipariş tarihlerini izlemek mümkün olmamaktadır.

Sonuç olarak mevcut stok sistemi, stok hareketlerini ayrıntılı olarak izlemektedir. Bu nedenle yeni bir düzenlemeye gerek yoktur. Ancak ne zaman ve ne kadar sipariş sorularına cevap vermek için mevcut kayıt sisteminde her stok kalemi için aşağıdaki formatta kayıtlar tutulmalıdır. Bunun amacı daha sonra geliştirilecek stok kontrol modelleri için gerekli talep ve sipariş süresi dağılımlarını oluşturmaktır.

Mevcut stok hareketlerini izleme sistemine her stok kalemi için şu bilgi formatı eklenmelidir.

STOK PARÇASININ HAREKETLERİ				
Sipariş Tarihi	Sipariş Miktarı	Ambara Giriş Tarihi	Gelen (Giren) Miktar	Kullanım İçin Talep Edilen Miktar
Talep Tarihi	Verilen Miktar	Ambar Çıkış Tarihi	Kalan Miktar	

Yukarıdaki formata göre hareketleri izlenen her stok kalemi için, geçmiş dönemlere ilişkin olarak:

- Sipariş süresi = Ambara giriş tarihi - Sipariş tarihi
 Talep miktarı = Kullanım için talep edilen miktar (tarihi ile)
 Kalan miktar = Gelen miktar - Verilen miktar
 Karşılanmayan talep = Talep edilen miktar - Verilen miktar

biçiminde gerekli bilgileri üretmek ve daha sonra açıklanacağı gibi stok kontrol modelleri için sipariş süreleri ve dağılımlarını oluşturmak mümkün olabilecektir. Böylece mevcut stok sistemine her stok kalemini yukarıdaki formata göre izleyecek bir kayıt eklemek, stok kontrol sisteminin birinci işlevini yerine getirebilmesi için yeterli olacaktır. Yani başka bir düzenlemeye gerek yoktur.

3. 2. Optimal Sipariş Noktası ve Miktarını Belirlemek

Etkin bir stok kontrol sisteminin yerine getirmek zorunda olduğu ikinci temel işlevi, stoklar için optimal sipariş noktası (kritik stok düzeyi) ve sipariş miktarını belirlemede yani ne zaman ve ne kadar sipariş verilmesi gerektiği konusunda karar vermeye yardımcı olmaktır. Kangal Kömür İşletmesi stok kontrol sisteminin bu amacı gerçekleştirebilmesi için stok kontrol modelleri geliştirilecektir. Kuşkusuz işletmede sayıları binin üzerinde olan stok kalemlerinin herbiri için ayrı bir stok modeli geliştirmek mümkün değildir. Bu nedenle önceki bölümde belirlenen stokların talep yapısı ve niteliği gözönüne alınarak, her grup stok içinden örnek bir stok seçilecek ve bir stok kontrol modeli geliştirilecektir. Talep yapıları ve nitelikleri aynı olduğundan bir grup stok için geliştirilen model, stok grubunun diğer kalemleri için de aynen uygulanabilecektir. Ancak önemleri nedeni ile A sınıfına giren stok kalemleri (lastikler ve halatlar), aynı talep grubunda bulunmalarına rağmen herbirisi için ayrı bir stok kontrol modeli geliştirilecektir. Bu çalışmamızda yalnızca lastik ve halatlar ve filtreler için simülasyon tekniğine dayalı olarak geliştirilen stok kontrol modelleri verilecek ve açıklanacaktır.

4. KANGAL KÖMÜR İŞLETMESİ STOK KONTROL MODELLERİ

4. 1. Talebi Belirsizlik Gösteren Stoklar İçin Stok Kontrol Modelleri

Talebi hava ve çalışma koşulları ile operatör kusurları gibi bilinen ya da bilinmeyen nedenlerle belirsizlik durumu gösteren stoklar, daha önce de açıklandığı gibi, iki temel gruba ayrılmıştır. Bu nedenle geliştirilen stok kontrol modelleri de aynı biçimde aşağıdaki gibi iki ayrı alt başlık çerçevesinde açıklanacaktır.

4. 1.1. Talebi Bağımsız Olan Stoklar İçin Stok Kontrol Modelleri

Talebi başka parça ve malzemenin kullanımına bağlı olmayan yani tek başına kullanımı sözkonusu olan bu stokların belli başlıları lastikler (Komatsu), halatlar, hava filtreleri ve elektronik kartlardır. Lastik ve halatlar A sınıfı stoklar olduklarından ve ayrıca kullanımları filtreler ve elektronik kartlardan farklı olduğundan bunlar için ayrı bir stok kontrol modeli geliştirilecektir.

4.1.1.1. Lastik Stok Kontrol Modeli

a) **Modelin Amacı ve Özellikleri:** Lastikler için geliştirilen stok kontrol modelinin temel amacı, lastiklere ilişkin olarak ortaya çıkan ve stok taşıma, sipariş ve stok bulundurmama maliyetlerinden oluşan yıllık toplam stok maliyetini minimum yapan optimal sipariş noktasını (kritik stok düzeyini) ve sipariş miktarını belirlemektir. Lastik talebinin bilinen ve bilinmeyen nedenlerle belirsizlik göstermesi nedeni ile model bir Monte Carlo simulasyon modeli olarak formüle edilmiştir. Modelin Monte Carlo simulasyon deneyleri, lastiklerin geçmiş dönemlerdeki kayıtları tutulan "kullanım ömürleri" ile "sipariş süreleri" dağılımları temel alınarak istatistiksel güvenilirlik içinde yapılmaktadır.

b) **Modelin Yapısı:** İstatistiksel güvenilirlik için belli bir örnek hacmi içinde belli sayıda simulasyon deneyinde her lastik tek tek ele alınmaktadır. Modelde her lastik mevcut kullanım süresi başlangıç değeri olmak üzere simulasyon deneylerine başlanmaktadır. Daha sonra örnekleme yapılarak bir lastik için "ömür" dağılımından beklenen ömür süresi belirlenmektedir. Lastiklerin kullanım süreleri ile beklenen ömürlerine göre yeni lastik gerekip gerekmediği belirlenmektedir. Yeni lastik gerektiği yani bir lastik yenilediği zaman modeldeki eski lastiğin yerini almaktadır. Bir lastiğin değişimi gerekmediği zaman normal kullanımı devam etmekte ve geçen zaman süresi kadar kullanım süresi artırılmaktadır. Modelde yenilenmeyen lastikler haftalık süre biçiminde belirlenmektedir. Lastikler için geçen zaman süreleri ve beklenen ömürleri, lastiklerin dekapajda ya da kömürde çalıştırılmaları gözönüne alınarak belirlenmektedir.

Simulasyon deneyleri sonunda Kangal Kömür İşletmesinin yıllık ortalama lastik talebi tahmin edilmektedir. Daha sonra modelde bu talep tahminleri ve modele girdi olarak verilen stok maliyetlerine dayalı olarak lastikler için optimal sipariş noktası (kritik stok düzeyi) ve sipariş miktarı tahmin edilmektedir. Görüldüğü gibi modelde bir yandan talep tahmin edilmekte, diğer yandan da bu talep düzeyine bağlı olarak kritik stok düzeyi belirlenmektedir. Böylece model stok kontrol yönetimi için gerekli ancak hazır bulunmayan verileri de kendi iç işleyişinde üreten özgün bir yapıya ve özelliğe sahiptir. Modelin bilgisayar programı ve gerekli veriler EK-1'de verilmiştir.

4.1.1.2. Halat Stok Kontrol Modeli

Talep yapısı ve kullanım biçiminin aynı olması nedeni ile lastikler için geliştirilen stok kontrol modeli bazı küçük değişikliklerle halatlar için de kullanılabilir. Lastiklerde olduğu gibi, modelin temel amacı yine halatlara ilişkin yıllık toplam stok maliyetini minimum yapan optimal halat sipariş noktasını (kritik stok düzeyini) ve optimal sipariş miktarını belirlemektir. Modelde yerli ve yabancı halatlar kullanım ömürleri farklı olduğu için ayrı ayrı gözönüne alınmıştır. bu nedenle modelin Monte Carlo simulasyon deneyleri için yerli ve yabancı halatların "ömür" ve "sipariş süreleri" dağılımlarının ayrı ayrı modele girdi olarak verilmeleri gerekmektedir. Modelin bilgisayar programı ve gerekli veriler EK-2'de verilmiştir.

4.1.1.3. Filtre Stok Kontrol Modeli

Talep niteliği lastik ve halatlar gibi belirsizlik gösteren ancak kullanım biçimi farklı olan filtreler için geliştirilecek stok kontrol modelinin de bir simulasyon modeli olması uygun olacaktır. Çünkü filtre talebinin düzeyi büyük ölçüde hava ve çalışma

koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle hava durumuna bağlı olarak çalışma koşullarının "tozlu" olması ve bu durum sonucu olarak filtrelerin temizlenme olanağının olup olmaması, filtre talebini belirleyen en önemli etken olmaktadır. Bu nedenle lastik ve halatlarda olduğu gibi günlük çalışmadan hareketle haftalık talep miktarını tahmin etme yerine, filtrelerin geçmişteki talep verilerine dayalı olarak oluşturulacak "talep dağılımından" istatistiksel örnekleme yöntemi ile simülasyon modelinde filtre talep miktarı tahmin edilecektir.

Dolayısıyla, bu modelin diğerlerinden temel farkı geçmiş dönem verilerine göre belirlenen "talep dağılımını" veri olarak almasıdır. Talep dağılımının geçmiş dönem verilerine göre oluşturulması ve veri olarak modele verilmesi, modelin verileri başlığı altında biraz sonra açıklanacaktır. Model talep ve sipariş süresi dağılımlarına dayalı olarak optimal sipariş noktasını (kritik stok düzeyini) ve optimal sipariş miktarını belirlediği için, talep dağılımı belirlenen her stok kalemi için kullanılabilir. Modelin bilgisayar programı ve gerekli veriler EK-3'de verilmiştir.

4. 1. 2. Talebi Bağımlı Olan Stokların Yönetimi

Daha önceki bölümde de belirtildiği gibi bu grupta yer alan stoklara olan talep motor, şanzuman, diferansiyel gibi temel makina kısımlarında beliren arıza ya da gereken bakım sonucu ortaya çıktığı için, bu stokların kontrolü bağlı buldukları "tamir-bakım" sistemine göre düzenlenmesi gerekir. Başka bir anlatımla, tamir-bakım sistemlerinin optimal dizaynı ve planlaması yapılmadan tamir bakım hizmetlerinde kullanılan stokların kontrolünü düzenlemek mümkün değildir. Tamir-bakım sistemlerinin dizaynı ve planlaması ise kendi başına ayrı ve kapsamlı bir çalışma konusudur. Öte yandan, Kangal Kömür İşletmesinin motor, şanzıman ve diferansiyel gibi makina ana parçaları konusundaki deneyimleri de yeterli değildir. Çünkü işletme daha yeni olarak bu tür problemlerle karşılaşmaktadır.

Bu nedenle talebi bağımlı olan ve tamir bakım hizmetlerinde kullanılan stokların kontrolü için stok kontrol modelleri geliştirmek yerine (ki bu aşamada bu mümkün değildir), işletmenin ileride tamir bakım sistemlerini daha rasyonel ve optimal olarak düzenlemesi için şimdiden yapması gerekli hazırlıklar belirtilmeye ve açıklanmaya çalışacaktır.

Tamir-bakım sistemlerinin analizi ve optimal düzenlenmesi sürecinde amaç yine birbiri ile çelişkili iki bekleme biçimi arasında beklemeye ilişkin toplam maliyeti minimum yapan bir tamir-bakım sistemi geliştirmektir. Tamir-bakım sistemlerinin düzenlenmesinde ilk hareket noktası, tamir ve bakım hizmeti talebinde bulunan makina ve araç-gereçlerin beklemesini önlemek için yeterli düzeyde servis istasyonları kurmak, gerekli personeli ve araç gereci sağlamaktır. Böyle olunca, tamir bakım hizmeti talebinde bulunan makina ve araç gereçlere sıra beklemeden gerekli hizmet verilecektir. Ancak tamir ve bakım istasyonlarının gerekli personel ve araç-gereç ile donatılması ve hazır bulundurulması önemli miktarda bir sabit maliyet yükünü de beraberinde getirecektir. Böyle olunca tamir ve bakım hizmeti talebi olmadığı zaman servis istasyonları boş bekleyecek ve bu nedenle de ilişkili sabit maliyete işletme boş yere katılmış olacaktır.

Bu durumun farkında olan işletmeler tamir-bakım, servis istasyonlarına ilişkin sabit maliyetleri azaltmak için, servis istasyonlarının sayısını azaltmaya çalışırlar. Ancak bu durumda da talebin fazla olduğu zamanlarda tamir-bakım için gelen makina ve araç-gereç

gerekli hizmeti zamanında alamayacaktır. Yani, tamir ve bakım için sırada bekleyecekler ve işgücü kaybı nedeni ile işletme bu kez de bir "alternatif maliyete" katlanmış olacaktır. Çünkü tamir-bakım hizmeti talebi her zaman stokastik bir belirsizlik durumu gösterir.

Sonuç olarak tamir-bakım sistemlerinin optimal düzenlenmesinde amaç bu birbirleri ile çelişkili ve aynı anda ortadan kaldırılması mümkün olmayan iki bekleme biçimine ilişkin toplam maliyeti minimum yapan bir servis kapasitesi ve gücü belirlemektir. Başka bir ifade ile "kaç servis istasyonu kurulmalı ve ne tür personel ve araç-gereç ile donatılmalıdır?" sorularına cevap aranır. Bu sorulara cevap verildikten sonra her tamir-bakım istasyonu için stoklarda hazır bulundurulması gereken asgari stok miktarı (kritik stok düzeyi) belirlenir. Dolayısıyla, stok kontrolü için öncelikle tamir-bakım sisteminin analiz ve düzenlenmesi gerekmektedir.

Tamir-bakım sistemlerinin optimal düzenlenmesi bu konudaki literatürde "sıra bekleme ya da kuyruk (queuing) teorisi" modelleri aracılığı ile yapılmaktadır¹. Kangal Kömür İşletmesinin, daha önce belirtilen nedenlerle bu modellerden yararlanarak bilimsel bir biçimde tamir-bakım sisteminin düzenlenmesi olanağı bu aşamada yoktur. Ancak ileride bu modellerden yararlanması için, motor, şanzuman, differansiyel gibi tamir ve bakım amacı ile gelen makina ve araçlar için şimdiden aşağıdaki formata göre veri ve bilgi kayıtları tutması gerekecektir.

TAMİR BAKIM HİZMETİ BİLGİ FORMU			
Tamir ve Bakımın Genel Adı			
Gelen Araç ve Gerecin Adı	Geldiği zaman Tarih	Saat	İstediği Hizmetin Niteliği ve Türü
Servise Alındığı Tarih Saat		Servisten Çıkış Tarihi Saati	

Bu format çerçevesinde tutulan veri ve bilgiler işletmenin ileride tamir-bakım sisteminin bilimsel temellere dayalı olarak analiz ve düzenlenmesinde büyük bir önem taşıyacaktır. Bu veri formatları ile tutulan veri ve bilgilerin daha sonra analizini kolaylaştırmak için tamir-bakım hizmetlerinin personel tarafından genel olarak kullanılan

¹Bu konuda kapsamlı bilgi için, bkz. Halil Sarıaslan, Sıra Bekleme Sistemlerinde Simulasyon Tekniği, (Ankara: Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayını, 1986)

adlandırmalarla gruplandırılması ve bu genel adların bilgi formunun sol üst köşesinde belirtilmesi uygun olacaktır. Örneğin, motor, şanzuman, differansiyel gibi makina aksam ve parça adları genel tamir ve bakım adı olarak kullanılabilir. Tamir ve bakım hizmetinin özel niteliği daha sonra formun üçüncü sütununda belirtilecektir. Varsayalım ki, bir motor arızalanıp tamire gelmişse, tamir ve bakımın genel adı "motor arızası" olacaktır. Daha sonra arızanan niteliği anlaşılınca da bu özel arıza niteliği nitelik olarak belirtilecektir. Örneğin piston değiştirme gibi.

5. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Yukarıda açıklanan stok kontrol modelleri optimal sipariş miktarını ve kiritik stok seviyesini belirlemeye yönelik modellerdir. Bu modeller belirli bir işletmenin kendi özellikleri dikkate alınarak geliştirilmiştir. Ancak modellerin temel mantığı ve çerçevesine bağlı kalınarak değişik durumlara da kolaylıkla uyarlanabilir. Modelleri birbirinden ayıran temel özellik malzemenin talep yapısı ve niteliğidir. Bu nedenle lastikler, halatlar (yerli ve yabancı halatlar) ile filtreler için ayrı ayrı modeller geliştirilmiştir. Bütün modellerin en önemli özelliği ihtiyaç duyulan temel değişkenleri kendi içinde üretmesidir.

Lastikler ve halatlar için geliştirilen modellerde önce modelin kullanacağı veriler girilmekte ve bunu takiben de gerekli istatistiksel dağılımlar girilmektedir. Veri olarak birim malzeme maliyeti, birim stok taşıma maliyeti (birim fiyatın yüzdesi olarak (%)), birim sipariş maliyeti ve stok bulundurmama maliyeti modele giriliyor. Daha sonra talep miktarı, sipariş süresi ve ömür süresi ile ilgili olasılık dağılımları belirlenmektedir.

Simulasyon deneylerine başlamak için gerekli olan verilerin hazırlanması sonrasında deneylere başlanmakta ve sipariş süresi daha önce belirlenen sipariş süresi dağılımına göre rassal sayıların kullanılması ile belirlenmektedir. Bu sipariş süresince ortaya çıkabilecek talep miktarı gene talep olasılık dağılımı ile ömür olasılık dağılımı da rassal sayıların kullanılması ile hesaplanmaktadır. Belirlenen talep ve sipariş süresi dikkate alınarak, minimum maliyeti sağlayan sipariş miktarı ve sipariş noktası bulunur.

Bulunan bu sipariş miktarı ve sipariş noktasına göre de işletme hangi malzemedene ne zaman ve ne miktarda sipariş vereceği kararını vererek stok politikasını belirlemiştir.

EK-1 LASTİK STOK KONTROL MODELİ

1. MODELİN DEĞİŞKENLERİ :

S	=	Lastik sayısı
ASO	=	Sipariş süreleri için oluşturulan olasılık dağılımının aralık sayısı
N	=	Örnek hacmi
DENS	=	Simulasyon deneyleri sayısı
BSTM	=	Birim stok taşıma maliyeti (birim fiyatın yüzdesi olarak)
BM	=	Birim lastik fiyatı
BSM	=	Bir siparişin maliyeti
SBBM	=	Birim stok bulundurmama maliyeti
HS	=	Çalışılan yıllık toplam hafta sayısı
HCK	=	Bir haftalık toplam çalışma saati (kömürde)
HCD	=	Bir haftalık toplam çalışma saati (dekapajda)
LASK(J)	=	J'inci lastiğin o ana kadar kaç saat kullanıldığı
LASCŞ(J)	=	J'inci lastiğin cinsi (dekapaj ya da kömür)
AR(M)	=	Olasılık dağılımında m'inci aralığa karşılık gelen sipariş süresi
AROLS(M)	=	Olasılık dağılımında m'inci aralığa karşılık gelen sipariş süresinin olasılığı
OAR	=	Olasılık dağılımında m'inci aralığa karşılık gelen ömür süresi
OAROLS(M)	=	Olasılık dağılımında m'inci aralığa karşılık gelen ömür süresinin olasılığı
KUM	=	Sipariş süresi için kümülatif olasılık
OKUM	=	Ömür için kümülatif olasılık
UST(M)	=	Sipariş süresi için M'inci aralıktaki kümülatif olasılık
ELT	=	Beklenen sipariş süresi
LT	=	Sipariş süresi (altprogramdan gelen)
D	=	Talep miktarı (altprogramdan gelen)
DDLT	=	Sipariş süresince toplam talep miktarı
SAYD(DDLT)	=	Her DDLT frekansını hesaplamak için kullanılan bir değişken
GORT	=	Sipariş süresince olan ortalama haftalık talep
TGORT	=	Sipariş süresince olan haftalık taleplerin deneyler boyunca toplamı
EBD	=	Sipariş süresince olan en büyük toplam talep
ED	=	Beklenen ortalama haftalık talep
EDDLT	=	Sipariş süresi boyunca beklenen talep
EYD	=	Beklenen yıllık toplam talep
OLS(I)	=	Talebin "I" olma olasılığı
KOLS(I)	=	Talebin I' dan büyük olma olasılığı
BSOLS(I)	=	I sipariş noktasında beklenen stok bulunmama miktarı
KUCUK	=	En küçük toplam ortalama maliyeti belirlemek için kullanılan bir değişken
TAC	=	Toplam ortalama maliyet
Q	=	Optimal sipariş miktarı

R	=	Optimal sipariş noktası (Kritik Stok Düzeyi)
BTAC	=	Sipariş miktarı (Q) artarken toplam ortalama maliyeti (TAC) belirlemek için kullanılan bir değişken
KTAC	=	Sipariş noktası (R) artarken toplam ortalama maliyeti (TAC) belirlemek için kullanılan bir değişken
OMUR	=	Lastiğin kullanım ömrü
YENİ	=	Sipariş süresi boyunca gereken yeni lastik sayısı

2. LASTİK STOK KONTROL MODELİNİN BİLGİSAYAR PROGRAMI

```

10 REM *****
20 REM **      LASTİKLER İÇİN KRİTİK STOK VE SİPARİŞ      **
30 REM **      MİKTARIN BELİRLENMESİ                      **
40 REM *****
50 CLS : PRINT : PRINT
60 PRINT "LASTİK STOK KONTROL MODELİ İÇİN GEREKLİ VERİLERİ GİRİNİZ"
70 LOCATE 6, 20 : INPUT "LASTİK SAYISI ="; S
80 LOCATE 7, 20 : INPUT "LASTİK SİPARİŞ DAĞILIMI ARALIK SAYISI="; ASL
90 LOCATE 8, 20 : INPUT "ÖMÜR DAĞILIMI ARALIK SAYISI ="; ASO
100 LOCATE 10, 20 : INPUT "ÖRNEK HACMI="; N
110 LOCATE 11, 20 : INPUT "SİMÜLASYON DENEY SAYISI="; DENS
120 LOCATE 12, 20 : INPUT "BİRİM STOK TAŞIMA MALİYETİ(%)="; BSTM
130 LOCATE 13, 20 : INPUT "BİRİM MALİYET="; BM
140 LOCATE 14, 20 : INPUT "BİR SİPARİŞİN MALİYETİ="; BSM
150 LOCATE 15, 20 : INPUT "STOK BULUNDURMAMA MALİYETİ="; SBBM
160 LOCATE 16, 20 : INPUT "YILLIK ÇALIŞILAN GÜN SAYISI="; HS
170 LOCATE 17, 20 : INPUT "HAFTALIK ÇALIŞILAN GÜN SAYISI="; HG
180 LOCATE 18, 20 : INPUT "KÖMÜRDE HAFTALIK ÇALIŞMA SAATI="; HCK
190 LOCATE 19, 20 : INPUT "DEKAPAJDA HAFTALIK ÇALIŞMA SAATI="; HCD
200 LOCATE DIM LASK (S), LASCŞ(S), LAR(ASL), LAROLS (ASL), SAYD(100)
210 DIM OAR (ASO), OAROLS (ASO)
220 DIM OLS (100), KOLS (100), BSOLS (100)
230 CLS
240 PRINT "LASTİK KULLANIM SÜRESİ VE CİNSLERİNİN OKUTULMASI"
250 PRINT "HER LASTİK İÇİN SIRA İLE GİRİNİZ"
260 PRINT
270 PRINT "LASTİK KULLANIM SÜRESİ", "LASTİK CİNSİ (D VEYA K)"
280 PRINT ".....", "....."
290 Y= 6
300 FOR J = 1 TO S
310 LOCATE Y, 4: INPUT LASK (J)
320 LOCATE Y, 35: INPUT LASCŞ (J)
330 Y = Y + 1
340 NEXT J
350 CLS
360 PRINT "LASTİK SİPARİŞ SÜRESİ DAĞILIMINI GİRİNİZ"
370 PRINT
380 KUM = 0 : ELT = OKUM = 0
390 PRINT "SİPARİŞ SÜRESİ", "OLASILIK"
400 PRINT ".....", "....."
410 H = 5
420 FOR M = 1 TO ASL
430 LOCATE H, 4: INPUT LAR (M): LOCATE H, 30: INPUT LAROLS(M)
440 ELT = ELT + LAR(M) * LAROLS (M)
450 KUM = KUM + LAROLS (M)
460 UST (M) = KUM * 100 - 1
470 H = H + 1

```

```

480 NEXT M: EBD = 0: TGORT = 0: TELT = 0
490 CLS
500 PRINT "ÖMÜR DAĞILIMINI GİRİNİZ"
510 PRINT "ÖMÜR SÜRESİ", "OLASILIK"
520 PRINT ".....", "....."
530 C = 4
540 FOR L = 1 TO ASO
550 LOCATE C, 4: INPUT OAR(L): LOCATE C, 30: INPUT OAROLS (L)
560 OKUM = OKUM + OAROLS (L)
570 OUST (L) = OKUM * 100 - 1: C = C + 1
580 NEXT L
590 REM
600 REM **SIPARIŞ SÜRESİNCE OLABİLECEK TALEP MİKTARLARININ**
610 REM **                               SIFIRLANMASI                               **
620 REM
630 FOR DDLT = 0 TO 100
640 SAYD (DDLT) = 0
650 NEXT DDLT
660 REM *****
670 REM *****SİMULASYON DENEYLERİNİN YAPILMASI *****
680 CLS: PRINT " LÜTFEN DENEY SONUÇLARINI BEKLEYİNİZ."
690 FOR K = 1 TO DENS
700 GOSUB 1330
710 DDLT = 0
720 FOR G = 1 TO LT
730 GOSUB 1500
740 DDLT = DDLT + D
750 NEXT G
760 GORT = DDLT / LT
770 TGORT = TGORT + GORT
780 DDLT = CINT (DDLT)
790 SAYD (DDLT) = SAYD (DDLT) + 1
800 IF DDLT <= EBD THEN 820
810 EBD = DDLT
820 TELT = TELT + LT
825 LOCATE 5, 5: PRINT "DENEY SAYISI="; K
830 NEXT K
840 OLT = TELT / DENS
850 ED = TGORT / DENS
860 REM **SIPARIŞ SÜRESİNCE OLABİLECEK TALEPLERİN OLASILIK HESAPLARI
870 FOR I = 0 TO EBD
880 OLS (I) = SAYD (I) / DENS
890 NEXT I
900 EDDL = ED * OLT
910 EYD = ED * HS
920 REM *****
930 REM ** TALEBİN I' DAN BÜYÜK OLMA OLASILIĞININ **
940 REM **                               VE                               **
950 REM ** "I" SIPARIŞ NOKTASINDA BEKLENİLEN STOĞUN **
960 REM ** BULUNMAMA OLASILIĞININ HESAPLANMASI **

```

```

970 REM *****
980 KUM1 = 0: KUM2 = 0
990 FOR I = 0 TO EBD
1000 KUM1 = KUM1 + OLS (I)
1010 KOLS (I) = 1 - KUM1
1020 NEXT I
1030 FOR I = EBD TO 1 STEP -1
1040 KUM2 = KUM2 + KOLS (I)
1050 BSOLS (I) = KUM2
1060 NEXT I
1070 REM *****
1080 REM ** DEĞİŞİK KRİTİK STOK VE SİPARİŞ MİKTARLARI İLE **
1090 REM ** MİNİMUM TOPLAM MALİYETİ VEREN KRİTİK STOK **
1100 REM ** DÜZEYİNİN VE SİPARİŞ MİKTARININ BELİRLENMESİ **
1110 REM *****
1120 KUCUK = 1. 701412E+38
1130 FOR R = 1 TO EBD
1140 BTAC = 1. 701412E+38
1150 FOR Q = 1 TO 100
1160 TAC=BSTM*BM*(Q/2+R-EDDLT)+BSM*(EYD/Q)+SBBM*BSOLS(R)*EYD/Q
1170 IF TAC >= BTAC THEN 1200
1180 BTAC = TAC
1190 NEXT Q
1200 KTAC = BTAC
1210 IF KTAC >= KUCUK THEN 1240
1220 Q = Q - 1: KUCUK = KTAC: P = Q
1230 NEXT R
1240 R = R - 1
1250 CLS : PRINT "STOK YÖNETİM POLİTİKASI:": PRINT
1260 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ MİKTARI =": P
1270 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ NOKTASI =": R
1280 PRINT "TOPLAM MİNİMUM MALİYET =": KUCUK
1290 END
1300 REM *****
1310 REM ** SİPARİŞ SÜRESİ ALT PROGRAMI **
1320 REM *****
1330 TLT = 0
1340 FOR L = 1 TO ELT
1350 H = K * L
1360 RANDOMİZE H
1370 X = INT (RND * 100)
1380 FOR M = 1 TO ASL
1390 IF X > UST (M) THEN 1420
1400 LT = LAR (M)
1410 GOTO 1430
1420 NEXT M
1430 TLT = TLT + LT
1440 NEXT L
1450 LT = TLT / ELT
1460 RETURN

```

```
1470 REM *****
1480 REM *****   TALEP ALT PROGRAMI   *****
1490 REM *****
1500 YENI = 0
1510 FOR ORH = 1 TO N
1520 FOR J = 1 TO S
1530 GOSUB 1670
1540 IF LASK (J) >= OMUR THEN 1580
1550 IF LASC$(J) = "K" OR LASC$(J) = "k" THEN LASK (J) = LASK(J) + HCK
1560 IF LASC$(J) = "D" OR LASC$(J) = "d" THEN LASK (J) = LASK(J) + HCD
1570 GOTO 1600
1580 LASK (J) = LASK (J) - OMUR
1590 YENI = YENI + 1
1600 NEXT J
1610 NEXT ORH
1620 D = (YENI / N) / HG
1630 RETURN
1640 REM *****
1650 REM *****   OMUR ALT PROGRAMI   *****
1660 REM *****
1670 A = K * G * ORH * J
1680 RANDOMIZE A
1690 Y = INT (RND * 100)
1700 FOR M = 1 TO ASO
1710 IF Y > OUST(M) THEN 1740
1720 OMUR = OAR (M)
1730 GOTO 1750
1740 NEXT M
1750 RETURN
```


3. MODELİN GİRDİLERİ

Yukarıda verilen modelin bilgisayarda nasıl kullanılacağı aşağıdaki bölümde aşama aşama açıklanmıştır. Ancak model kullanılmadan önce aşağıdaki veri ve bilgilerin hazır bulundurulması gerekmektedir.

1. Lastiklerin Sayısı Kullanım Yerleri ve Kullanım Süreleri

İşletmenin mevcut lastiklerinin sayısı, her lastiğin kömürde ya da dekapajda kullanımının belirlenmesi ve ayrıca her lastiğin o ana kadar kaç saat kullanıldığını gösteren verilerin hazırlanması. Bu bilgiler mevcut uygulama ile her lastik için tutulan "kayıt kartlarında" hazır bulunmaktadır. Örneğin, bu amaçla şöyle bir tablo hazırlanabilir. (D dekapaj ve K kömürde kullanım)

Lastiklerin Kartlardaki Yerlerine Göre

Sırası	Kullanıldığı Yer	Kullanım Süresi (Saat)
1	D	2462
2	D	3200
3	K	620
.	.	.
.	.	.
.	.	.

2. Lastik Sipariş Süresi ve Ömür Dağılımları : Geçmiş dönemlerde elde edilen gerçek verilere dayalı olarak lastiklerin sipariş süreleri ve ömür (net kullanım ömrü) dağılımları hazırlanmalıdır. Bu dağılımların dayandığı geçmiş zaman dönemleri ne kadar uzun olursa, dağılımlar o kadar güvenilir olacaktır. ancak bir yıldan da az olmamalıdır. Bu konuyu bir örnekle şöyle açıklayabiliriz.

Örneğin, geçmiş dönem verileri incelendiğinde verilen 40 adet siparişin aşağıdaki sürelerde teslim alındığını kabul edelim.

Sipariş Sayısı	Zaman Süresi
4 Sipariş	32 gün
5 "	40 "
8 "	45 "
16 "	60 "
6 "	75 "
1 "	90 "

Toplam	40 Sipariş

Bu verilere göre sipariş süreleri olasılık dağılımını belirlemek için her sipariş sayısı sipariş toplamına bölünür.

Yani,

4/40	= 0.10
5/40	= 0.125
8/40	= 0.20
16/40	= 0.40
6/40	= 0.15
1/40	= 0.025

1.000 (Toplam Olasılık)

Böylece,

SİPARİŞ SÜRESİ DAĞILIMI		Olasılığı
Sipariş Süresi	Gün	
32	Gün	0.10
40	"	0.125
45	"	0.20
60	"	0.40
75	"	0.15
90	"	0.025

biçiminde belirlenmiş olur. Bu dağılıma göre sipariş süresi dağılımında 32-90 gün arasında 6 aralık (seçenek durum) bulunmaktadır. Bu dağılımın beklenen (yani ortalama) sipariş süresi (ELT) ise :

$$ELT = 32(0.10)+40(0.125)+45(0.20)+60(0.40)+75(0.15)+90(0.025)$$

$$ELT = 54.7 \text{ gün olacaktır.}$$

Öte yandan lastikler için ömür (net kullanım) dağılımı da aynı biçimde geliştirilir. Örneğin, işletmenin kayıtlarına göre hurdaya ayrılan 64 lastiğin net kullanım ömürleri (gerçek kayıtlara göre) aşağıdaki gibidir.

<u>Lastik Sayısı</u>	<u>Net Kullanım Ömrü</u>
2 adet	0 - 500 saat arası
3 "	500 - 1000 " "
4 "	1000 - 1500 " "
1 "	1500 - 2000 " "
9 "	2000 - 2500 " "
7 "	2500 - 3000 " "
9 "	3000 - 3500 " "
10 "	3500 - 4000 " "
11 "	4000 - 4500 " "
8 "	4500 - 5000 " "

Toplam 64 Lastik

Bu verilere göre 10 aralık (seçenek durum) için olasılıkların hesaplanması amacı ile her aralıktaki lastik sayısının toplam lastik sayısına bölünmesi gerekecektir.

Yani :

2/64	=	0.03125
3/64	=	0.046875
4/64	=	0.0625
1/64	=	0.015625
9/64	=	0.140625
7/64	=	0.109375
9/64	=	0.140625
10/64	=	0.15625
11/64	=	0.171875
8664	=	0.1250

1.00000 (Olasılık toplamı)

Böylece yuvarlak değerlerle olasılık dağılımı aşağıdaki gibi olacaktır.

ÖMÜR DAĞILIMI

<u>Ömür Süresi (saat)</u>	<u>Olasılık</u>
500 saat ya da daha az	0.0313
1000 "	0.0469
1500 "	0.0625
2000 "	0.0156
2500 "	0.1406
3000 "	0.1094
3500 "	0.1406
4000 "	0.1562
4500 "	0.1719
5000 "	0.1250

Bu dağılımda görüldüğü gibi 500 - 5000 arasında 10 aralık (seçenek durum) bulunmaktadır. Olasılık dağılımı bu şekilde geliştirildikten sonra program kullanılabilir aşamaya gelmiştir.

EK - 2

HALAT STOK KONTROL MODELİ

Halat stok kontrol yönetimi için geliştirilen modelde, yerli ve yabancı halatların sipariş ve ömür dağılımları farklı olduğu için modelin yerli ve yabancı halatlar için ayrı ayrı yazılması ve kullanılması gerekmektedir.

Bu nedenle yerli ve yabancı halat modellerinde kullanılan değişkenler birlikte verilerek tanımlanacak, daha sonra modeller yerli ve yabancı halatlar için ayrı ayrı yazılacaktır. Böylece yerli halat stok yönetimi için "yerli halat modeli" kullanılırken yabancı halatların stok yönetimi için ise "yabancı halat modeli" kullanılacaktır.

1. MODELLERİN DEĞİŞKENLERİ

S	= (Yerli / yabancı) halat sayısı
YRASO	= Yerli halat sipariş süresi dağılımı aralık sayısı
YBASO	= Yabancı halat sipariş süresi dağılımı aralık sayısı
OAS	= Yerli halatlar ömür dağılımı aralık sayısı
ASO	= Yabancı halatlar ömür dağılımı aralık sayısı
N	= Örnek hacmi
DENS	= Simulasyon deneyleri sayısı
BSTM	= Birim stok taşıma maliyeti (birim fiyatın yüzdesi olarak)
BM	= Birim (bir halatın) maliyeti
BSM	= Bir siparişin maliyeti
SBBM	= Stok bulundurmama maliyeti (ortalama sipariş süresi boyunca)
HS	= Yıllık çalışılan gün sayısı
HCS	= Günlük çalışma süresi (saat olarak)
HALK (J)	= J'inci halatın o ana kadar kaç saat kullanıldığı
HALCS (J)	= J'inci halatın cinsi (yerli ya da yabancı oluşu)
YRKUM	= Yerli halat sipariş süresi için kümülatif olasılık
YBKUM	= Yabancı halat sipariş süresi için kümülatif olasılık
ELTYB	= Yabancı halat için beklenen (ortalama) sipariş süresi
ELTYR	= Yerli halat için beklenen (ortalama) sipariş süresi
YRAR(M)	= Sipariş olasılık dağılımında M'inci aralığa karşılık gelen yerli halat sipariş süresi
YRAROLS(M)	= Sipariş olasılık dağılımında M'inci aralığa karşılık gelen sipariş süresinin olasılığı
YRUST(M)	= Yerli halat sipariş süresi için M'inci aralıktaki kümülatif olasılık
YBAR(K)	= Sipariş olasılık dağılımında K'inci aralığa karşılık gelen yabancı halat sipariş süresi
YBAROLS(K)	= Sipariş olasılık dağılımında K'inci aralığa karşılık gelen sipariş süresinin olasılığı
YBUST(K)	= Yabancı halat sipariş süresi için K'inci aralıktaki kümülatif olasılık
YROKUM	= Yerli halat ömür dağılımı için kümülatif olasılık
YBOKUM	= Yabancı halat ömür dağılımı için kümülatif olasılık
YRAROL(L)	= Yerli halat ömür dağılımı için L'inci aralığa karşılık gelen net kullanım (ömrü) süresi

- YRAROLSO(L) = Yerli halat ömür dağılımı için L'inci aralığa karşılık gelen ömür için olasılık değeri
- YBARO(L) = Yabancı halat ömür dağılımı için L'inci aralığa karşılık gelen ömür süresi
- YBAROLSO(L) = Yabancı halat ömür dağılımı için L'inci aralığa karşılık gelen ömür için olasılık değeri
- YRUSTO(L) = Yerli halat ömür dağılımı için L'inci aralıktaki kümülatif olasılık
- YBUSTO(L) = Yabancı halat ömür dağılımı için L'inci aralıktaki kümülatif olasılık

* Diğer değişkenler lastik modelinde belirtilen anlamdadırlar.

2. A. YERLİ HALATLAR İÇİN STOK KONTROLÜ BİLGİSAYAR PROGRAMI

```

10 REM *****
20 REM **      YERLİ HALAT KRİTİK STOK VE SİPARİŞ      **
30 REM **      MİKTARIN BELİRLENMESİ                  **
40 REM *****
50 CLS
60 LOCATE 2, 15: PRINT "*****"
70 LOCATE 3, 15: PRINT "*** İLGİLİ VERİLERİN GİRİLMESİ ***"
80 LOCATE 4, 15: PRINT "*****"
90 LOCATE 7, 20: INPUT "YERLİ HALAT SAYISI="; S
100 LOCATE 8, 20: INPUT "YERLİ HALAT SİPARİŞ DAĞILIMI ARALIK
      SAYISI="; YRASO
110 LOCATE 9, 20: INPUT "YERLİ HALAT ÖMÜR DAĞILIMI ARALIK SAYISI=";
      OAS
120 LOCATE 10, 20: INPUT "ÖRNEK HACMI="; N
130 LOCATE 11, 20: INPUT "SİMULASYON DENEY SAYISI="; DENS
140 LOCATE 12, 20: INPUT "BİRİM STOK TAŞIMA MALİYETİ (%)="; BSTM
150 LOCATE 13, 20: INPUT "BİRİM MALİYET="; BM
160 LOCATE 14, 20: INPUT "BİR SİPARİŞİN MALİYETİ="; BSM
170 LOCATE 15, 20: INPUT "STOK BULUNDURMAMA MALİYETİ="; SBBM
180 LOCATE 16, 20: INPUT "ÇALIŞILAN GÜN SAYISI="; HS
190 LOCATE 17, 20: INPUT "GÜNLÜK ÇALIŞMA SAATI="; HCS
200 DIM HALK(S), YRAR (YRASO), YRAROLS (YRASO), SAYD (100)
210 DIM YRARO (OAS), YRAROLSO (OAS)
220 DIM OLS (100), KOLS (100), BSOLS(100)
230 CLS
240 PRINT "HALAT KULLANIM SÜRELERİNİN OKUTULMASI"
250 PRINT
260 PRINT "      HALAT KULLANIM SÜRESİ"
270 PRINT "      ....."
280 Y = 5
290 FOR J = 1 TO S
300 LOCATE Y, 9: INPUT HALK (J)
310 Y = Y + 1
320 NEXT J: CLS
330 PRINT "SİPARİŞ SÜRESİ DAĞILIMININ OKUTULMASI"
340 PRINT
350 YBKUM = 0: ELTYB = 0: TELT = 0
360 PRINT "SİPARİŞ SÜRESİ", "OLASILIK"
370 PRINT ".....", "....."
380 H = 5
390 FOR M = 1 TO YRASO
400 LOCATE H, 5: INPUT YRAR(M) : LOCATE H, 30: INPUT YRAROLS (M)
410 ELTYR = ELTYR * YRAR (M) * YRAROLS (M)
420 YRKUM = YRKUM + YRAROLS (M)
430 YRUST (M) = YRKUM * 100 - 1
440 H = H + 1

```

```

450 NEXT M: CLS
460 PRINT "ÖMÜR OLASILIK DAĞILIMININ OKUTULMASI"
470 YROKUM = 0 : PRINT
480 PRINT "ÖMÜR SÜRESİ", "OLASILIK"
490 PRINT ".....", "....."
500 C = 5
510 FOR L = 1 TO OAS
520 LOCATE C, 4: INPUT YRARO (L): LOCATE C, 17: INPUT YRAROLSO(L)
530 YROKUM = YROKUM + YRAROLSO (L)
540 YRUSTO (L) = YROKUM * 100 - 1
550 C = C + 1
560 NEXT L: CLS : PRINT "LÜTFEN DENEY SONUÇLARINI BEKLEYİNİZ."
570 REM
580 REM ****SIPARIŞ SÜRESİNCE OLABİLECEK TALEP MİKTARLARININ****
590 REM ****          SIFIRLANMASI          ****
600 REM
610 FOR DDLT = 0 TO 100
620 SAYD (DDLT) = 0
630 NEXT DDLT
640 REM *****
650 REM ****          SİMÜLASYON DENEYLERİNİN YAPILMASI          ****
660 REM *****
670 FOR K = 1 TO DENS
680 GOSUB 1330
690 DDLT = 0
700 FOR G = 1 TO LT
710 GOSUB 1500
720 DDLT = DDLT + D
730 NEXT G
740 GORT = DDLT / LT
750 TGORT = TGORT + GORT
760 DDLT = CINT (DDLT)
770 SAYD (DDLT) = SAYD (DDLT) + 1
780 IF DDLT <= EBD THEN 800
790 EBD = DDLT
800 TELT = TELT + LT
810 LOCATE 5, 5: PRINT "DENEY SAYISI="; K
820 NEXT K
830 OLT = TELT / DENS
840 ED = TGORT / DENS
850 REM ** SIPARIŞ SÜRESİNCE OLABİLECEK TALEPLERİN OLASILIK
      HESAPLARI**
860 FOR I = 0 TO EED
870 OLS (I) = SAYD(I) / DENS
880 NEXT I
890 EDDL = ED * OLT
900 EYD = ED * HS

```

```

910 REM *****
920 REM ***      TALEBİN İDAN BÜYÜK OLMA OLASILIĞININ      ****
930 REM ***      VE      ****
940 REM ***      "I" SİPARİŞ NOKTASINDA BEKLENİLEN STOGUN      ****
950 REM ***      BULUNMAMA OLASILIĞININ HESAPLANMASI      ****
960 REM *****
970 KUM1 = 0: KUM2 = 0
980 FOR I = 0 TO EBD
990 KUM1 = KUM1 + OLS (I)
1000 KOLS(I) = 1 - KUM1
1010 NEXT I
1020 FOR I = EBD TO 1 STEP - 1
1030 KUM2 = KUM2 + KOLS (I)
1040 BSOLS (I) = KUM2
1050 NEXT I
1060 REM *****
1070 REM **      DEĞİŞİK KRİTİK STOK VE SİPARİŞ MİKTARLARI İLE **
1080 REM **      MİNİMUM TOPLAM MALİYETİ VEREN KRİTİK STOK **
1090 REM **      DÜZEYİNİN VE SİPARİŞ MİKTARININ BELİRLENMESİ **
1100 REM *****
1110 KUCUK = 1.701412E+38
1120 FOR R = 1 TO EBD
1130 BTAC = 1.701412E+38
1140 FOR Q = 1 TO 100
1150 TAC=2*(BSTM*BM*(Q/2+R-EDDLT)+BSM*(EYD/Q))+SBBM*BSOLS(R)*EYD/Q
1160 IF TAC >= BTAC THEN 1190
1170 BTAC = TAC
1180 NEXT Q
1190 KTAC = BTAC
1200 IF KTAC >= KUCUK THEN 1230
1210 Q = Q - 1: KUCUK = KTAC: P = Q
1220 NEXT R
1230 R = R - 1
1240 CLS
1250 PRINT "STOK YÖNETİM POLİTİKASI: ": PRINT
1260 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ MİKTARI = "; P
1270 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ NOKTASI = "; R
1280 PRINT "TOPLAM MİNİMUM MALİYET= "; KUCUK
1290 END
1300 REM *****
1310 REM **      SİPARİŞ SÜRESİ ALT PROGRAMI      ****
1320 REM *****
1330 TLT = 0
1340 FOR L = 1 TO ELTYR
1350 H = K1 * L
1360 RANDOMIZE H
1370 X = INT (RND * 100)
1380 FOR M = 1 TO YRASO
1390 IF X > YRUST (M) THEN 1420
1400 LT = YRAR (M)

```



```

1410 GOTO 1430
1420 NEXT M
1430 TLT = TLT + LT
1440 NEXT L
1450 LT = TLT / ELTYR
1460 RETURN
1470 REM *****
1480 REM      TALEP ALT PROGRAMI      *****
1490 REM *****
1500 YENI = 0
1510 FOR ORH = 1 TO N
1520 FOR J = 1 TO S
1530 GOSUB 1630
1540 IF HALK(J) >= OMUR THEN 1570
1550 HALK(J) = HALK(J) + HCS
1560 GOTO 1590
1570 HALK(J) = HALK(J) - OMUR
1580 YENI = YENI + 2
1590 NEXT J
1600 NEXT ORH
1610 D = YENI / N
1620 RETURN
1630 REM *****
1640 REM *****      OMUR ALT PROGRAMI      *****
1650 REM *****
1660 A = K * G * ORH * J
1670 RADOMIZE A
1680 Y = INT (RND * 100)
1690 FOR M = 1 TO OAS
1700 IF Y > YRUSTO (M) THEN 1730
1710 OMUR = YRARO (M)
1720 GOTO 1740
1730 NEXT M
1740 RETURN

```

2. B. YABANCI HALATLAR İÇİN STOK KONTROLÜ BİLGİSAYAR PROGRAMI

```

10 REM *****
20 REM **          YABANCI HALAT KRİTİK STOK VE SİPARİŞ          **
30 REM **          MİKTARININ BELİRLENMESİ                      **
40 REM *****
50 CLS
60 LOCATE 2, 15: PRINT "*****"
70 LOCATE 3, 15: PRINT "***          İLGİLİ VERİLERİN GİRİLMESİ          ***"
80 LOCATE 4, 15: PRINT "*****"
90 LOCATE 7, 20: INPUT "YABANCI HALAT SAYISI="; S
100 LOCATE 8, 20: INPUT "YABANCI HALAT SİPARİŞ DAĞILIMI ARALIK
      SAYISI="; YBASO
110 LOCATE 9, 20: INPUT "YABANCI HALAT ÖMÜR DAĞILIMI ARALIK
      SAYISI="; ASO
120 LOCATE 10, 20: INPUT "ÖRNEK HACMI="; N
130 LOCATE 11, 20: INPUT "SİMULASYON DENEY SAYISI="; DENS
140 LOCATE 12, 20: INPUT "BİRİM STOK TAŞIMA MALİYETİ (%)"=; BSTM
150 LOCATE 13, 20: INPUT "BİRİM MALİYET="; BM
160 LOCATE 14, 20: INPUT "BİR SİPARİŞİN MALİYETİ="; BSM
170 LOCATE 15, 20: INPUT "STOK BULUNDURMAMA MALİYETİ="; SBBM
180 LOCATE 16, 20: INPUT "ÇALIŞILAN GÜN SAYISI="; HS
190 LOCATE 17, 20: INPUT "GÜNLÜK ÇALIŞMA SAATI="; HCS
200 DIM HALK (S), YBAR (YBASO), YBAROLS (YBASO), SAYD (100)
210 DIM YBARO (ASO), YBAROLSO (ASO)
220 DIM OLS (100), KOLS (100), BSOLS (100)
230 CLS
240 PRINT "HALAT KULLANIM SÜRELERİNİN OKUTULMASI "
250 PRINT
260 PRINT "      HALAT KULLANIM SÜRESİ"
270 PRINT "      ....."
280 Y = 5
290 FOR J = 1 TO S
300 LOCATE Y, 9: INPUT HALK (J)
310 Y = Y + 1
320 NEXT J: CLS
330 PRINT "SİPARİŞ SÜRESİ DAĞILIMININ OKUTULMASI"
340 PRINT
350 YBKUM = 0: ELTYB = 0: TELT = 0
360 PRINT "SİPARİŞ SÜRESİ ", "OLASILIK"
370 PRINT ".....", "....."
380 H = 5
390 FOR M = 1 TO YBASO
400 LOCATE H, 5: INPUT YBAR(M): LOCATE H, 30: INPUT YBAROLS (M)
410 ELTYB = ELTYB + YBAR(M) * YBAROLS (M)
420 YBKUM = YBKUM + YBAROLS (M)
430 YBUST(M) = YBKUM * 100 - 1
440 H = H + 1

```

```

450 NEXT M: CLS
460 PRINT "ÖMÜR OLASILIK DAĞILIMININ OKUTULMASI"
470 YBOKUM = 0 : PRINT
480 PRINT "ÖMÜR SÜRESİ" , "OLASILIK"
490 PRINT "....." , "....."
500 C = 5
510 FOR L = 1 TO ASO
520 LOCATE C, 4: INPUT YBARO(L): LOCATE C, 17: INPUT YBAROLSO(L)
530 YBOKUM = YBOKUM + YBAROLSO(L)
540 YBUSTO(L) = YBOKUM * 100 - 1
550 C = C + 1
560 NEXT L: CLS : PRINT " LUTFEN DENEY SONUÇLARINI BEKLEYİNİZ."
570 REM
580 REM **SİPARİŞ SÜRESİNCE OLABİLECEK TALEP MİKTARLARININ **
590 REM ** SIFIRLANMASI **
600 REM
610 FOR DDLT = 0 TO 100
620 SAYD (DDLT) = 0
630 NEXT DDLT
640 REM ** SİMÜLASYON DENEYLERİNİN YAPILMASI **
650 REM *****
660 FOR K = 1 TO DENS
670 GOSUB 1330
680 DDLT = 0
690 FOR G = 1 TO LT
700 GOSUB 1500
710 DDLT = DDLT + D
720 NEXT G
730 GORT = DDLT / LT
740 TGORT = TGORT + GORT
750 DDLT = CINT (DDLT)
760 SAYD (DDLT) = SAYD (DDLT) + 1
770 IF DDLT <= EBD THEN 790
780 EBD = DDLT
790 TELT = TELT + LT
800 LOCATE 5, 5: PRINT "DENEY SAYISI="; K
820 NEXT K
830 OLT = TELT / DENS
840 ED = TGORT / DENS
850 REM** SİPARİŞ SÜRESİNCE OLABİLECEK TALEPLERİN OLASILIK HESAPLARI**
860 FOR I = 0 TO EBD
870 OLS (I) = SAYD (I) / DENS
880 NEXT I
890 EDDLt = ED * OLT
900 EYD = ED * HS
910 REM *****
920 REM **** TALEBİN İ DAN BÜYÜK OLMA OLASILIĞININ ****
930 REM **** VE ****
940 REM **** "İ" SİPARİŞ NOKTASINDA BEKLENİLEN STOĞUN ****
950 REM **** BULUNMAMA OLASILIĞININ HESAPLANMASI ****

```

```

960 REM *****
970 KUM1 = 0: KUM2 = 0
980 FOR I = 0 TO EBD
990 KUM1 = KUM1 + OLS (I)
1000 KOLS(I) = 1 - KUM1
1010 NEXT I
1020 FOR I = EBD TO 1 STEP -1
1030 KUM2 = KUM2 + KOLS (I)
1040 BSOLS(I) = KUM2
1050 NEXT I
1060 REM *****
1070 REM **      DEĞİŞİK KRİTİK STOK VE SİPARİŞ MİKTARLARI İLE      **
1080 REM **      MİNİMUM TOPLAM MALİYETİ VEREN KRİTİK STOK      **
1090 REM **      DÜZEYİNİN VE SİPARİŞ MİKTARININ BELİRLENMESİ      **
1100 REM *****
1110 KUCUK = 1. 701412E + 38
1120 FOR R = 1 TO EBD
1130 BTAC = 1. 701412E + 38
1140 FOR Q = 1 TO 100
1150 TAC=2*(BSTM*BM*(Q/2+R-EDDLT)+BSM*(EYD/Q))+SBBM*BSOLS(R)*EYD/Q
1160 IF TAC >= BTAC THEN 1190
1170 BTAC = TAC
1180 NEXT Q
1190 KTAC = BTAC
1200 IF KTAC >= KUCUK THEN 1230
1210 Q = Q - 1: KUCUK = KTAC: P = Q
1220 NEXT R
1230 R = R - 1
1240 CLS
1250 PRINT "STOK YÖNETİM POLİTİKASI:": PRINT
1260 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ MİKTARI="; P
1270 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ NOKTASI="; R
1280 PRINT "TOPLAM MİNİMUM MALİYET="; KUCUK
1290 END
1300 REM *****
1310 REM *****      SİPARİŞ SÜRESİ ALT PROGRAMI      *****
1320 REM *****
1330 TLT = 0
1340 FOR L = 1 TO ELTYB
1350 H = K * L
1360 RANDOMİZE H
1370 X = INT (RND * 100)
1380 FOR M = 1 TO YBASO
1390 IF X > YBUST(M) THEN 1420
1400 LT = YBAR(M)
1410 GOTO 1430
1420 NEXT M
1430 TLT + TLT + LT
1440 NEXT L
1450 LT = TLT / ELTYB

```

```

1460 RETURN
1470 REM *****
1480 REM ***** TALEP ALT PROGRAMI *****
1490 REM *****
1500 YENI = 0
1510 FOR ORH = 1 TO N
1520 FOR J = 1 TO S
1530 GOSUB 1660
1540 IF HALK (J) >= ÖMÜR THEN 1570
1550 HALK (J) = HALK (J) + HCS
1560 GOTO 1590
1570 HALK (J) = HALK (J) - ÖMÜR
1580 YENI = YENI + 2
1590 NEXT J
1600 NEXT ORH
1610 D = YENI / N
1620 RETURN
1630 REM *****
1640 REM ***** ÖMÜR ALT PROGRAMI *****
1650 REM *****
1660 A = K * G * ORH * J
1670 RADOMİZE A
1680 Y = INT(RND * 100)
1690 FOR M = 1 TO ASO
1700 IF Y > YBUSTO(M) 1730
1710 ÖMÜR = YBARO (M)
1720 GOTO 1740
1730 NEXT M
1740 RETURN

```

3. MODELLERİN GİRDİLERİ

Yukarıda verilen modellerin bilgisayarda kullanımına (işletilmesine) başlamadan önce aşağıdaki bilgilerin ve verilerin hazır blundurulması gerekir.

1. Yerli ve yabancı halatların ayrı ayrı o ana kadarki kullanım süreleri.
2. Yerli ve yabancı halat için ayrı ayrı geliştirilen sipariş süreleri olasılık dağılımları ve net kullanım ömür olasılık dağılımlarının belirlenmesi. Hem yabancı hem de yerli halatlar için sipariş süreleri ve ömür olasılık dağılımları aynen lastik modeli bölümünde açıklandığı gibi geliştirilecektir. Yani aynı işlemler tekrarlanacaktır. Ancak bu kez aynı işlemler hem yerli hem de yabancı halatlar için tekrarlanacaktır.
3. Stok maliyetlerine ilişkin veriler.

4. MODELLERİN KULLANIMI

Yukarıda belirtilen veriler hazırlandıktan sonra her model ayrı ayrı kullanılacaktır. Yani yerli halatlar için "Yerli Halat Stok Kontrol Modeli", yabancı halatlar için "Yabancı Halat Stok Kontrol Modeli" kullanılacaktır.

Her modelin bilgisayarda kullanımı tıpkı lastik modelinde olduğu gibidir. Programlar gerekli verileri açık mesajlarla isteyeceklerdir. Ancak her iki programda da kullanım sırasında

ÖRNEK HACMI = ?

sorusuna 360 sayısı girilerek cevap verilmelidir. Çünkü halat simulasyon deneyleri günlük işleyişe göre yapılmaktadır. Anımsanacağı gibi lastik modelinde bu sayı 52 idi. Çünkü lastik modeli haftalık olarak işlemektedir.

SİMULASYON DENEY SAYISI = ?

sorusuna ise lastik deneylerinde olduğu gibi 25 sayısı girilerek cevap verilmelidir. Çünkü, en az 25 deneyin yapılması uygun görülmektedir. İstenilirse bu sayı artırılabilir. Hatta ne kadar çok artırılırsa simulasyon deneyleri o kadar güvenilir olacaktır. Ancak bu durumda bilgisayar daha uzun bir süre çalışacaktır.

Program en son aşamada,

OPTİMAL STOK KONTROL YÖNETİMİ POLİTİKASI

OPTİMAL SİPARİŞ MİKTARI =
 OPTİMAL SİPARİŞ NOKTASI =
 TOPLAM MİNİMUM MALİYET=

biçiminde sonuçları yazarak duracaktır.

EK - 3

FİLTRE STOK KONTROL MODELİ

1. MODELİN DEĞİŞKENLERİ

ASL	= Sipariş süreleri için oluşturulan olasılık dağılımının aralık sayısı
ASD	= Talep için oluşturulan olasılık dağılımının aralık sayısı
N	= Örnek hacmi
DENS	= Simulasyon deneyleri sayısı
BSTM	= Birim stok taşıma maliyeti (malzeme birim fiyatının yüzdesi olarak)
BM	= Birim malzeme fiyatı
BSM	= Bir siparişin maliyeti
SBMM	= Birim stok bulundurma maliyeti
HS	= Çalışılan yıllık toplam hafta sayısı
AR(M)	= Olasılık dağılımında M'inci aralığa karşılık gelen sipariş süresi
AROLS(M)	= Olasılık dağılımında M'inci aralığa karşılık gelen sipariş süresinin olasılığı
ARD(N)	= Olasılık dağılımında N'inci aralığa karşılık gelen talep miktarı
DAROLS(N)	= Olasılık dağılımında N'inci aralığa karşılık gelen talebin olasılığı
KUM	= Sipariş süresi için kümülatif olasılık
DKUM	= Talep için kümülatif olasılık
UST(M)	= Sipariş süresi için M'inci aralıktaki kümülatif olasılık
DUST(N)	= Talep için N'inci aralıktaki kümülatif olasılık
ELT	= Beklenen sipariş süresi
LT	= Sipariş süresi (altprogramdan gelen)
D	= Talep miktarı (altprogramdan gelen)
DDLT	= Sipariş süresince toplam talep miktarı
SAYD(DDLT)	= Her DDLT frekansını hesaplamak için kullanılan bir değişken
GORT	= Sipariş süresince olan ortalama haftalık talep
TGORT	= Sipariş süresince olan haftalık taleplerin deneyler boyunca toplamı
EBD	= Sipariş süresince olan en büyük toplam talep
ED	= Beklenen ortalama haftalık talep
EDDLT	= Sipariş süresi boyunca beklenen talep
EYD	= Beklenen yıllık toplam talep
OLS(I)	= Talebin "I" olma olasılığı
KOLS(I)	= Talebin I'dan büyük olma olasılığı
BSOLS(I)	= I Sipariş noktasında beklenen stok bulunmama miktarı
KUCUK	= En küçük toplam ortalama maliyeti belirlemek için kullanılan bir değişken
TAC	= Toplam ortalama maliyet
Q	= Optimal sipariş miktarı
R	= Optimal sipariş noktası (Kritik Stok Düzeyi)
BTAC	= Sipariş miktarı (Q) artarken toplam ortalama maliyeti (TAC) belirlemek için kullanılan bir değişken
KTAC	= Sipariş noktası (R) artarken toplam ortalama maliyeti (TAC) belirlemek için kullanılan bir değişken.

2. FILTRE STOK KONTROL MODELİNİN BİLGİSAYAR PROGRAMI

```

10 REM *****
20 REM **          FİLTRELER İÇİN KRİTİK STOK VE SİPARİŞ          **
30 REM **          MİKTARININ BELİRLENMESİ                      **
40 REM *****
50 CLS
60 LOCATE 2, 15: PRINT "*****"
70 LOCATE 3, 15: PRINT "***   GERELİ VERİLERİ GİRİNİZ           ***"
80 LOCATE 4, 15: PRINT "*****"
90 LOCATE 6, 20: INPUT "SİPARİŞ SÜRESİ DAĞILIMI ARALIK SAYISI="; ASL
100 LOCATE 7, 20: INPUT "TALEP DAĞILIMI ARALIK SAYISI="; ASD
110 LOCATE 10, 20: INPUT "SİMULASYON DENEY SAYISI="; DENS
120 LOCATE 11, 20: INPUT "BİRİM STOK TAŞIMA MALİYETİ (%)"=; BSTM
130 LOCATE 12, 20: INPUT "BİRİM MALİYET="; BM
140 LOCATE 13, 20: INPUT "BİR SİPARİŞİN MALİYETİ="; BSM
150 LOCATE 14, 20: INPUT "STOK BULUNDURMAMA MALİYETİ="; SBBM
160 LOCATE 15, 20: INPUT "ÇALIŞILAN YILLIK GÜN SAYISI="; HS
170 DIM SAYD(2000), OLS(2000), KOLS(2000), BSOLS(2000)
180 DIM AR(ASL), AROLS(ASL), ARD(ASD), DAROLS(ASD), UST(ASL), DUST(ASD)
190 KUM = 0: ELT = 0: DKUM = 0: OD = 0
200 CLS
210 PRINT "SİPARİŞ VE TALEP DAĞILIMLARINI AYRI AYRI GİRİNİZ."
220 PRINT
230 PRINT "SİPARİŞ SÜRESİ", "OLASILIK"
240 PRINT ".....", "....." : H : 5
250 FOR M = 1 TO ASL
260 LOCATE H, 2: INPUT AR(M) : LOCATE H, 30: INPUT AROLS(M)
270 ELT = ELT + AR(M) * AROLS(M)
280 KUM = KUM + AROLS(M)
290 UST(M) = KUM * 100 - 1
300 H = H + 1
310 NEXT M
320 CLS
330 PRINT "TALEP DAĞILIMINI GİRİNİZ"
340 PRINT
350 PRINT "TALEP MİKTARI", "OLASILIK"
360 PRINT ".....", ".....": H = 5
370 FOR N = 1 TO ASD
380 LOCATE H, 2: INPUT ARD(N) : LOCATE H, 30: INPUT DAROLS(N)
390 OD = OD + ARD(N) * DAROLS(N)
400 DKUM = DKUM + DAROLS(N)
410 DUST(N) = DKUM * 100 - 1
420 H = H + 1
430 NEXT N
440 EBD = 0: TGORT = 0: TELT = 0
450 FOR DDLT = 0 TO 2000
460 SAYD(DDLT) = 0
470 NEXT DDLT

```



```

480 REM *****
490 REM ***** SİMULASYON DENEYLERİNİN YAPILMASI *****
500 CLS : PRINT " LÜTFEN DENEY SONUÇLARINI BEKLEYİNİZ." *****
510 FOR K = 1 TO DENS
520 GOSUB 1170
530 DDLT = 0
540 FOR G = 1 TO LT
550 GOSUB 1340
560 DDLT = DDLT + D
570 NEXT G
580 GORT = DDLT / LT
590 TGORT = TGORT + GORT
600 DDLT = CINT(DDLT)
610 SAYD(DDLT) = SAYD(DDLT) + 1
620 IF DDLT <= EBD THEN 640
630 EBD = DDLT
640 TELT = TELT + LT
645 LOCATE 5, 5: PRINT "DENEY SAYISI ="; K
650 NEXT K
660 OLT = TELT / DENS
670 ED = TGORT / DENS
680 REM **SİPARİŞ SÜRESİNCE OLABSİLECEK TALEPLERİN OLASILIK HESAPLARI
690 FOR I = 0 TO EBD
700 OLS(I) = SAYD(I) / DENS
710 NEXT I
720 EDDL = ED * OLT
730 EYD = ED * HS
740 REM *****
750 REM **      TALEBİN İDAN BÜYÜK OLASILIĞININ      **
760 REM **              VE      **
770 REM **      "I" SİPARİŞ NOKTASINDA BEKLENİLEN STOK      **
780 REM **      BULUNMAMA OLASILIĞININ HESAPLANMASI      **
790 REM *****
800 KUM1 = 0: KUM2 = 0
810 FOR I = 0 TO EBD
820 KUM1 = KUM1 + OLS(I)
830 KOLS(I) = 1 - KUM1
840 NEXT I
850 FOR I = EBD TO 1 STEP - 1
860 KUM2 = KUM2 + KOLS(I)
870 BSOLS(I) = KUM2
880 NEXT I
890 REM *****
900 REM **      DEĞİŞİK KRİTİK STOK VE SİPARİŞ MİKTARLARI İLE      **
910 REM **      MİNİMUM TOPLAM MALİYETİ VEREN KRİTİK STOK      **
920 REM **      DÜZEYİNİN VE SİPARİŞ MİKTARININ BELİRLENMESİ      **
930 REM *****
940 KUCUK = 1.701412E + 38
950 FOR R = 1 TO EBD
960 BTAC = 1.701412E + 38

```

```

970 FOR Q = 1 TO 10000
980 TAC=BSTM*BM* (Q/2+R-EDDLT)+BSM*(EYD/Q)+SBBM*BSOLS(R) *EYD/Q
990 IF TAC >= BTAC THEN 1020
1000 BTAC = TAC
1010 NEXT Q
1020 KTAC = BTAC
1030 IF KTAC >= KUCUK THEN 1060
1040 Q = Q - 1: KUCUK = KTAC: P = Q
1050 NEXT R
1060 R + R -1
1070 CLS
1080 PRINT : PRINT
1090 PRINT "STOK YÖNETİM POLİTİKASI": PRINT
1100 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ MİKTARI="; P
1110 PRINT "OPTİMAL SİPARİŞ NOKTASI="; R
1120 PRINT "TOPLAM MİNİMUM MALİYET="; KUCUK
1130 END
1140 REM *****
1150 REM **          SİPARİŞ SÜRESİ ALT PROGRAMI          **
1160 REM *****
1170 TLT = 0
1180 FOR L = 1 TO ELT
1190 V = Ki * L
1200 RANDOMIZE V
1210 X = INT (RND) * 100)
1220 FOR M = 1 TO ASL
1230 IF X > UST (M) THEN 1260
1240 LT = AR (M)
1250 GOTO 1270
1260 NEXT M
1270 TLT = TLT + LT
1280 NEXT L
1290 LT = TLT / ELT
1300 RETURN
1310 REM *****
1320 REM **          TALEP ALT PROGRAMI          **
1330 REM *****
1340 TD = 0
1350 FOR J = 1 TO LT
1360 H = Ki * G * J
1370 RANDOMIZE H
1380 Y = INT (RND * 100)
1390 FOR N = 1 TO ASD
1400 IF Y > DUST (N) THEN 1430
1410 D = ARi (N)
1420 GOTO 1440
1430 NEXT N
1440 TD = TD + D
1450 NEXT J
1460 D = TD / LT
1470 RETURN

```

3. MODELİN GİRDİLERİ

Yukarıda verilen modelin bilgisayarda nasıl kullanılacağı aşağıda ayrıca açıklanmıştır. Ancak model kullanılmadan önce aşağıdaki veri ve bilgilerin hazır bulunudurulması gerekir.

1. Filtre (ya da sözkonusu diğer malzemelerin) Sipariş Süresi Dağılımı : Filtreler için (ya da bu modelin kullanılacağı diğer malzemeler için) sipariş süresi olasılık dağılımının geliştirilmesi gerekir. Sipariş olasılık dağılımının geliştirilmesi, lastik modeli bölümünde açıklandığı için burada tekrarlanmayacaktır. Çünkü yapılacak işlemler aynıdır.

2. Günlük Talep Dağılımı : Filtreler (ya da bu modelin kullanılacağı diğer malzemeler) için günlük talep miktarını belirleyen bir talep olasılık dağılımının geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun için en az bir yıllık verilere dayalı olarak günlük talep miktarları ve ilişkili olasılıkların belirlenmesi gerekir. Örneğin, 200 günlük geçmiş dönem verilerine göre günlük talep miktarlarının aşağıdaki gibi değiştiğini kabul edelim.

<u>Günlük Talep</u>	<u>Görülen Gün Sayısı</u>
25	20 Gün
30	40 "
40	50 "
45	60 "
50	30 "

	Toplam= 200 Gün

Yani 200 günün talep verileri incelendiğinde talebin 25 olduğu 20 gün, 30 olduğu 40 gün, vb. sayılmıştır. Dolayısıyla, lastik modeli bölümünde de açıklandığı gibi gün sayıları ayrı ayrı toplam gün sayısına bölünürse, yani :

$$\begin{aligned} 20/200 &= 0.10 \\ 40/200 &= 0.20 \\ 50/200 &= 0.25 \\ 60/200 &= 0.30 \\ 30/200 &= 0.15 \end{aligned}$$

biçiminde günlük talep dağılımı :

<u>Günlük Talep</u>	<u>Olasılık</u>
25	0.10
30	0.20
40	0.25
45	0.30
50	0.15

	1.00 (Toplam olasılık)

belirlenmiş olur.

4. MODELİN KULLANIMI

Yukarıda değişkenleri, bilgisayar programı ve daha önce hazırlanması gereken sipariş süresi ve talep dağılımı açıklanan model kullanıldığı zaman aşağıdaki aşamaları izler.

1. Aşamada, daha önceki modellerde açıklandığı gibi, model sipariş süresi ve günlük talep dağılımı aralık (seçenek durum) sayılarını isteyecektir. Bu veriler belirlenen ya da geliştirilen dağılımlara göre girilecektir.

2. Daha sonra simülasyon deneyleri için program,

SİMULASYON DENEY SAYISI = ?

mesajı ile deney sayısını isteyecektir. Yaptığımız deney çalışmalarına göre bir yıllık çalışma süresini kapsayan 360 günlük deney sayısı yeterli olacaktır. Böylece bu sorunun cevabı olarak soru işaretinden sonra 360 sayısı girilecektir.

3. Bundan sonra daha önceden de açıklandığı gibi maliyetlere ilişkin bilgiler ve çalışılan yıllık gün sayısı girilecektir.

4. Bu aşamada ise geliştirilen sipariş süresi ve talep dağılımlarının değerleri veri olarak girilecektir.

5. Yukarıda belirtilen verileri girdikten sonra simülasyon deneyleri yapılarak sonuçlar :

STOK YÖNETİM POLİTİKASI

OPTİMAL SİPARİŞ MİKTARI =

OPTİMAL SİPARİŞ NOKTASI =

TOPLAM MİNİMUM MALİYET =

biçiminde yazılacaktır.