

BİR ÇİMENTO FABRİKASINDA HAMMADDE STOK KONTROLÜ UYGULAMASI

IN A CEMENT FACTORY RAW MATERIALS INVENTORY CONTROL APPLICATION

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAHAN¹
Arş. Gör. Şehmus ASLAN²

ÖZ

Günümüzde işletmeler rekabet edebilmek ve yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmek için tüm maliyet kalemlerini tekrar gözden geçirmek zorundadır. Bu maliyet kalemlerinin en önemlilerinden birisi olan stok yönetimi, hem ürün toplam maliyetini oluşturan kalemler içinde sahip olduğu yüksek pay sebebiyle, hem de üretimin aksamadan sürdürülebilmesi için oldukça önemlidir. Stok yönetim sürecinde, ne miktarda ve ne zaman sipariş verileceği, fazla stok bulundurma ve bulundurmama kararları ve bütün bunlardan doğacak maliyetleri minimize edecek kritik kararların verilmesi, işletme başarısı için hayati düzeyde önemlidir.

Çalışmada, stok kontrol yöntemleri genel olarak incelenmiş olup, uygulamanın yapıldığı çimento fabrikasının ihtiyaçlarına cevap verebileceğine karar verilen (R,S) stokastik stok kontrol modeliyle fabrikanın hammadde stok kontrolü uygulaması yapılmıştır. Uygulamada, öncelikle fabrikanın 2012 yılında geleneksel yöntemlerle yapmış olduğu hammadde stoğunun toplam maliyeti hesaplanmış, daha sonra tasarlanan (R,S) stokastik stok yöntemiyle yapılan hammadde stoğunun maliyeti hesaplanmış ve sonra her iki maliyet birbiriyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, çalışmada geliştirilen ve işlemeye önerilen stok yönteminin geleneksel yöntemle göre daha az maliyeti olduğu, kullanımının işletmeye ek kar ve yararlar sağlayabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Stok, Stok Kontrol, (R,S) Stok Modeli

Jel Kodları:G31, R53, M11.

ABSTRACT

Companies need to revise all their cost items again in order to survive and compete more effectively in today's business world. Inventory management process should be managed more active since it has considerable effect on cost items and is very important for production to continue without any delay. Order time and order quantity decisions are cost functions that are subjected to total cost of overstock and under stock, therefore inventory management process is one of the important tool so as to minimize total costs. In this study inventory control methods are examined generally and (R, S) stochastic stock control model is used to plan a cement factory's raw materials' stocks. First, the factory's raw material stocks in 2012 is calculated then it is compared with the stock costs in the case of company's stocks are planned by the (R, S) stock control method. Eventually, it is determined that method leads to less stock cost than traditional method.

Keywords: Inventory, Inventory Management, (R, S) Stock Model

Jel Codes: G31, R53, M11.

¹ Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, m.karahan@firat.edu.tr

² Artuklu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

1. GİRİŞ

Günümüzde işletmeler, teknolojik gelişmeler ve artan rekabet koşulları karşısında önemli bir değişim sürecine girmek zorunda kalmışlardır. Ayrıca, günümüz koşullarında işletmelerin elde ettikleri rekabet avantajlarını ve pazardaki konumlarını sürdürebilmeleri için artık sadece iç faaliyetlerini değil, aynı zamanda satın alma faaliyetlerini de kontrol altında tutmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, stok yönetim süreci işletmelerin özellikle üretim maliyetlerini minimize etmesi açısından büyük öneme sahiptir. Ayrıca maliyetleri azaltacak minimum stokla çalışmak, işletmenin finansman performansını artıracığından büyük bir avantaj sağlayacak (Nahmias, 1992) ve söz konusu işletme rakipleri karşısında maliyet üstünlüğü de elde edecektir. Bu durum, işletmeye rekabet avantajı kazandırmanın yanı sıra, genel olarak kısıtlı olan işletme finansman kaynaklarını da başka alanlara kaydırma imkânı sağlayacak, işletmenin rekabet gücünü daha da arttırabilecektir.

Günümüz zorlu rekabet koşullarında faaliyet göstermekte olan işletmelerin, karşılaştıkları mali sıkıntıları aşabilmeleri için artık basit bütçeleme tedbirleri almaları tek başına yeterli olmamaktadır. Bu yüzden, söz konusu sorunların çözümü için organizasyon içerisindeki her türlü unsurun daha rasyonel yönetilmesi gerekmektedir. Bu unsurların en önemlileri, insan kaynakları ve stoklardır.

Stok, doğru malzemeyi, doğru miktarda, doğru zamanda, doğru yerde ve minimum maliyetle bulundurmak (Kobu, 2014: 334). İyi bir stok yönetimi için işletmelerin malzeme yönetim fonksiyonlarını stok sistemi içerisinde doğru yapılandırması, sevk ve idare etmesi gerekmektedir. Bu fonksiyonlar içinde yer alan satın alma, depolama, dağıtım ve envanter kontrolünün birbirleriyle direkt ilişkili süreçler olmasından dolayı, bu süreçlerde yapılacak en ufak bir hata, etkin bir yönetimi kontrol dışı kalmış bir sisteme dönüştürebilir (Aytekin, 2009; Akyurt, 2009).

İşletmelerin fazla stok buldurması, birim başına daha fazla paranın stoklara yatırılmasına sebep olmasına karşın, elde buldurumama riskini azaltmakta ve sipariş maliyetlerini de azaltmaktadır. Stoklardaki azalma ise, birim zamanda yatırılan sermaye miktarını azaltmasına karşın stoksuz kalma riskini artıracığından sipariş verme sıklığını arttıracaktır. Söz konusu iki durum da işletmenin maliyetlerini yükselteceğinden olumsuz bir durum olarak değerlendirilmektedir. Görüldüğü gibi sipariş miktarı ve sipariş zamanı kararlarının, fazla stok ve az stok buldurmadan dolayı ortaya çıkan maliyetleri dengelemesi ve maliyetleri minimize etmesi gerekmektedir.

Stok kontrollerinin temel amacı, müşteri ihtiyaçlarını mümkün olan en düşük maliyetle ve en düşük yatırımla gerçekleştirmek, stoklara yapılacak gereğinden fazla yatırımların önüne geçmektir (Sulak, 2008; Kobu, 2014; Yeşilyurt, Sulak ve Bayhan, 2015: 375). Stoklara fazla yatırım yapılması işletmelerin karını azaltacağından, uygun bir stok seviyesi tespit edilmesi, sermayenin büyük bir kısmının atıl kalmasını engelleyecektir. Bu yüzden stokların kontrolü ve yönetimi bütün işletmelerin genel problemi ve finansal performansını etkileyen önemli faktörlerden sayılmaktadır.

Bununla birlikte stoklara yapılacak yetersiz yatırımlar, işletme yönetimi açısından birtakım olumsuzluklara neden olabilecek ve işletme faaliyetlerinin sürekliliğini aksatacak bir takım problemlere yol açabilir (Yiğit, 2014: 106). İşletmelerin başarılı bir stok kontrolü gerçekleştirebilmeleri için üretim sürecinin giriş aşamasında kullanılan hammaddelerden başlayarak, üretim sürecinin sonundaki çıktılarının alınması aşamasına kadar geçen tüm süreçlerde kullanılan ve duran bütün yarı mamul ve mamul maddelerin uygun miktarlarda stoklarda buldurulması, izlemesi ve üretimin aksatmadan sürdürülebilmesi fakat gereğinden fazla stok buldurulmaması gerekmektedir (Koç, 1999: 64). Stoklardaki bu

dengenin sağlanabilmesi, işletme şartlarına ve ekonomik koşullara uygun, iyi bir stok kontrolü ve karar sürecinin sergilemesine bağlıdır.

Çalışmada, öncelikle stok kontrol yöntemleri, deterministik ve stokastik stok kontrol yöntemleri genel olarak incelenmiş olup, sonra uygulamanın yapıldığı çimento fabrikasının ihtiyaçlarına cevap verebileceğine karar verilen (R,S) stokastik stok kontrol modeliyle fabrikanın hammadde stok kontrolü yapılmıştır. Daha sonra, fabrikanın geleneksel yöntemlerle yaptığı hammadde stok kontrol maliyeti ile tasarlanan (R,S) stokastik stok yöntemiyle yapılan hammadde stok maliyetleri karşılaştırılmıştır.

2. STOK KONTROL YÖNTEMLERİ

Günümüzde sektörel bazda farklı stok kontrol yöntemleri uygulanabilmekte ve bu yöntemler basit sayma veya gözle kontrolden, bilgisayar destekli karmaşık probabilistik modellere kadar değişen niteliklerde olabilmektedir (Acar ve Köseoğlu, 2014: 109). Uygun stok kontrol yöntemi; işletmenin büyüklüğüne, yönetim ve organizasyon durumuna, üretim tipine ve mali durumuna göre seçilmektedir (Yiğit, 2014). Uygun bir stok yöntemi; stok kaleminin değeri, miktarı, stokta kaldığı sürenin uzunluğu, stok bulundurma maliyeti gibi faktörlerin iyi anlaşılmasını gerektirir (Ertuğrul ve Tanrıverdi, 2013: 43).

Stoktaki malın talebinin “bağımlı” yada “bağımsız” oluşu, stokları planlamak ve denetlemek için kullanılacak yöntemi belirleyen önemli bir özelliktir. Dolayısıyla stok kontrol yöntemlerini, talebin bağımlı yada bağımsız olma durumuna göre sınıflandırmak (Acar ve Köseoğlu, 2014: 118), deterministik ve stokastik olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür.

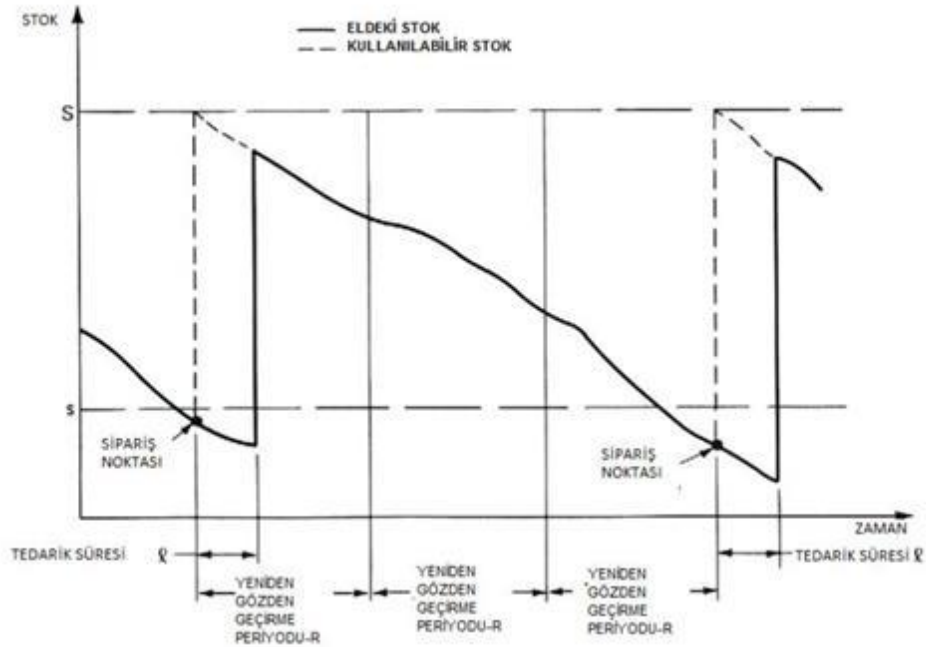
Deterministik stok kontrol modellerinde, talep ve tedarik süresi bilinmekte olup model rassal değildir (Çekiç, 2015: 58). Deterministik modeller, 1934 yılında formüle edilmiş, klasik ekonomik sipariş miktarı modeli ile literatüre girmiş, üzerinde birçok çalışma yapılarak değişik stok kontrol modelleri geliştirilmiştir (Yin, Liu ve Johnson, 2002). Deterministik stok modellerinin en önemli yönü, modellerin olasılıksız olması yani tam belirlilik durumudur. Bu modelde talep, sipariş süresi ve sipariş sayısı gibi parametreler kesin olarak bilinmektedir.

Stokastik stok kontrol modelleri, talep ve tedarik sürelerinin sabit olmadığı, olasılık dağılımının bulunduğu modellerdir. Bu modelde dönemler arası ürüne olan talep, değişkenlik göstermektedir (Acar ve Köseoğlu, 2014: 128). Gerçek piyasa koşullarında talep, sipariş süresi ve sipariş sayısı gibi parametreler için tam belirginliği bulabilmek oldukça zordur. Stok kavramı açısından önemli olan talep unsurunda, zaman içinde meydana gelebilecek birtakım dalgalanmalar, işletme yöneticilerini stok politikalarında zorunlu olarak değişiklik yapmaya itmekte ve kullanılacak stok modelleri için aranan belirlilik durumunda belirsizlikler oluşturabilmektedir. Bundan dolayı talebin önceden kesin olarak bilinmemesi durumlarında, stokastik stok kontrol modellerinin kullanılması daha uygundur (Çekiç, 2015). Ancak bilinmeyen bu talep değerlerinin, geçmiş yıldaki verilere dayanarak, belirli bir ihtimalle tahmin edilmesi mümkündür. İşletmeler, bu verilere dayanarak stoklarının tükenmesini önlemek için elde fazladan stok bulundurmalıdırlar. Belirsizlik ortamındaki bu talepleri karşılayabilmek için işletmelerin emniyet stoku bulundurmaları gerekebilir. Belirsizlik ortamlarındaki talep dalgalanmalarının oluşturduğu artışların sebep olduğu stoksuz kalma riskinin, emniyet stoku maliyetine oranla daha yüksek maliyetli olması, işletmeler için emniyet stokunun önemini artırmaktadır (Kasap, Biçer ve Özkaya, 2010).

İşletmede imalata giren ve üzerinde işlem yapılarak değer kazandırılan hammaddelerin (Çelikçapa ve Şenol, 2015), bir çimento fabrikasındaki stok kontrolünün yapıldığı bu çalışmada, kullanılan hammaddelerin talebi belirsiz ve ihtimalli olduğundan, yapılacak uygulamada stokastik stok kontrol modelinin kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Fabrikanın yaptığı siparişler, yıl içerisinde belirli aralıklarla verildiği için stokastik stok kontrol modellerinden (R,S) stok modelinin bu uygulamada kullanılması uygun olacaktır.

(R,S) stok kontrol modelinde, stok kontrolü belirli zaman aralıklarında yapılmakta ve her kontrol noktasında, stoku S seviyesine yükseltecek miktarda sipariş verilerek stok ikmali yapılmaktadır. (R,S) modeli, pratik uygulamalarda en çok kullanılan periyodik gözden geçirme modeli olup bu model aşağıda Şekil 1'de görüldüğü gibi, her bir R stokunun gözden geçirildiği periyodik aralıklardan ve maksimum-minimum s,S sipariş düzeylerinden oluşmaktadır (Özçakar ve Akyurt, 2007).

Şekil 1: (R,S) Politikası Altında Stok Durumu



Kaynak: (Hax ve Candea 1984)

Yukarıda Şekil 1'de, her bir R stokunun gözden geçirildiği periyodik aralıklar, sipariş verme noktaları, tedarik süreleri ve maksimum-minimum s,S sipariş düzeyleri görülmektedir.

3. ÇİMENTO FABRİKASI HAMMADDE STOK KONTROLÜ UYGULAMASI

Bu çalışmada, fabrikanın stok yönetiminde kullandığı mevcut geleneksel yöntemler ile uygulama için geliştirilen ve stokastik stok kontrol modellerinden birisi olan (R,S) stok kontrol modelinin maliyetleri karşılaştırılarak çimento fabrikasına daha az maliyetli bir stok kontrol modeli kazandırılmaya çalışılmıştır. Yapılan bu uygulama çalışmasında, optimal

(R,S) noktalarını bulabilmek amacıyla, simülasyon yazılım programlarından birisi olan Arena paket programı kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan 2012 yılına ait fiili stok miktarları, aylık hammadde satın alma miktarları ve aylık hammadde tüketim miktarlarına ait kantitatif veriler, çimento fabrikasının üretim ve satın alma bölümlerinden elde edilmiştir. Elde edilen bu bilgiler vasıtasıyla, işletmenin ortalama aylık hammadde stok miktarları ve bu stokların neden olduğu fırsat maliyetleri hesaplanmıştır. Burada söz konusu olan stok fırsat maliyeti kavramı, stokta bekletilen hammaddelerin parasal tutarlarının banka faizinde değerlendirilmesi durumunda, elde edilecek yıllık kazancı ifade etmektedir.

Uygulama çalışmasının yapıldığı çimento fabrikasında kullanılan hammaddeler; kalker, marn, kil, demir cevheri ve alçıdır. Bunlardan kalker hammaddesi, fabrikanın hemen yanında bulunan ve fabrikaya ait bir ocaktan getirilmekte olup, bu hammadde depolarda en fazla 5 günlük bir miktarda tutulabilmektedir. Stok yeri kapasitesinin küçük olmasından dolayı, yapılan bu çalışmada kalker hammaddesinin stok hesaplamalarına dahil edilmemesine karar verilmiştir.

Yine bu çimento fabrikasında hammadde olarak kullanılan marn ve kil hammaddeleri de, 5 kilometre uzaklıktan fabrikaya ait bir maden ocağından getirilmesi gerekmektedir. Ancak bu hammaddenin nakliyesi sırasında araçlarının şehir içerisinde geçerek çevreyi kirlettiği iddiaları ve çevre sakinlerinin bu durumu adli makamlara şikâyet konusu yapmaları bu ocağın kısa süreli de olsa kapanma ihtimalini oluşturduğundan çıkabilecek bu tür sorunlara ve üretim aksamalarına yol açmamak için işletme, uzun süreli marn ve kil hammaddesi stoku tutmak zorunda kalabilmektedir. Olumsuz sayılabilecek bu sorun nedeniyle, marn ve kil hammaddelerinin de yapılan çalışmaya dâhil edilmemesine karar verilmiştir.

Uygulama yapılan fabrikadaki söz konusu bu özel durumlarından dolayı çalışmada, yalnızca alçı ve demir hammaddelerine ait stok yönetim modeli oluşturulmasına karar verilmiştir. Aşağıda Tablo 1 ve Tablo 2'de, çimento fabrikasının üretimde kullandığı alçı ve demir hammaddelerinin geçmiş bir yılda aldığı talep, tüketim ve stok miktarlarına ait veriler bulunmaktadır.

Tablo 1: Alçı Taşı Hammaddesine Ait Bir Yıllık Talep, Tüketim ve Stok Miktarları

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alçı taşı alım	6.536	885	607	316	33	4.397	176	35	147	3.112	5.311	4.000
Alçı taşı tüketim	2.664	2.134	3.620	5.103	6.262	5.099	4.142	2.799	5.102	4.543	3.314	2.265
Alçı taşı stok	30.126	28.876	25.864	21.077	14.848	14.146	10.180	7.416	2.462	1.031	3.028	4.763

Tablo 1'de görüldüğü gibi, uygulamanın yapıldığı çimento fabrikasında hammadde olarak kullanılan alçı taşı hammaddesine ait bir yıllık alım, tüketim ve alçı taşı stok miktarlarına ait veriler gösterilmiştir.

Aşağıda Tablo 2'de, işletmenin demir hammaddesine ait geçmiş bir yılda gelen talep, tüketim ve stok miktarlarına ait bilgiler gösterilmiştir.

Tablo 2: Demir Cevheri Hammaddesine Ait Bir Yıllık Talep, Tüketim ve Stok Miktarları

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Demir cevheri alım	0	0	0	0	585	1.152	0	0	0	0	0	0
Demir cevheri tüketim	760	1.054	2.190	1.910	1.002	224	95	775	1.569	537	1.330	2.026
Demir cevheri stok	15.105	14.052	11.862	9.952	9.534	10.462	10.367	9.592	7.930	7.393	6.063	4.037

Tablo 1 ve 2’de verilen alçı taşı ve demir cevheri hammaddelerine ait bilgilere göre hammaddelerin 2012 yılına ait toplam tüketim miktarları, ortalama aylık tüketim miktarları, yıllık depoda tutulan stok miktarları ve yıllık stok maliyetleri aşağıda Tablo 3’de karşılıklı olarak bir arada verilmiştir.

Tablo 3: Geçmiş Bir Yıla Ait Stok İstatistikleri

Bir yıllık toplam alçı tüketimi (ton)	47.047	Bir yıllık toplam demir cevheri tüketimi (ton)	13.471
Bir yıllık ortalama aylık alçı tüketimi (ton)	3.921	Bir yıllık ortalama aylık demir cevheri tüketimi (ton)	1.123
Bir yıllık toplam alçı stoku (ton)	185.304	Bir yıllık toplam demir cevheri stoku (ton)	128.172
Bir yıllık alçı stok maliyeti (TL)	3.835.792	Bir yıllık demir cevheri stok maliyeti (TL)	6.152.256

Tablo 3 incelendiğinde; fabrikanın 2012 yılında tükettiği alçı miktarı 47.047 tondur, fabrikada fiili olarak stokta tutulan alçı miktarı ise 185.304 tondur. Yani tutulan stok miktarı, tüketilen miktarın yaklaşık 4 katıdır.

İşletmede 2012 yılında tüketilen demir cevheri miktarı 13.471 tondur, fiili olarak elde tutulan demir cevheri stok miktarı ise 128.172 tondur. Buna göre, tutulan stok miktarı tüketilen miktarın yaklaşık 9,5 katıdır. Tablo 3’de görüldüğü gibi stokta tutulan hammadde miktarı, tüketilen hammadde miktarından çok daha fazladır.

Yukarıda anlatıldığı gibi mevcut durum analizi yapıldıktan sonra, fabrikanın stok kontrolü bu defa (R,S) stok kontrol modeliyle tasarlanmış, sistemin çalışmasında ve maliyetlerde ne gibi değişiklikler olacağını görmek üzere Arena programında bir simülasyon modeli tasarımı yapılmıştır. Model tasarımına başlamadan önce, geçmiş yıla ait veriler baz alınarak her bir hammaddenin yıl içerisindeki günlük tüketim miktarının istatistiksel dağılım formüllerinin bulunması gerekmektedir. Arena programı sayesinde elde edilen bu istatistikler (Tablo 4) ile yine Arena simülasyon programı kullanılarak gelecek yıla ait günlük hammadde talep miktarı tahminleri yapılmıştır. Bu amaçla Arena programının Input Analyzer kısmı kullanılarak, hammaddelere ait tüketim miktarlarının istatistiksel dağılımları elde edilmiş ve aşağıda Tablo 4’te gösterilmiştir. Hammadde tüketim miktarlarına ait bu veriler toplu halde Arena simülasyon yazılımının Input Analyzer kısmına girildikten sonra, Fit All butonuna basılarak, bu verilerin hangi dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Aşağıda Tablo 4’de alçı

ve demir cevheri hammaddelerinin yıllık tüketimine ilişkin dağılım formülleri program tarafından belirlenmiştir.

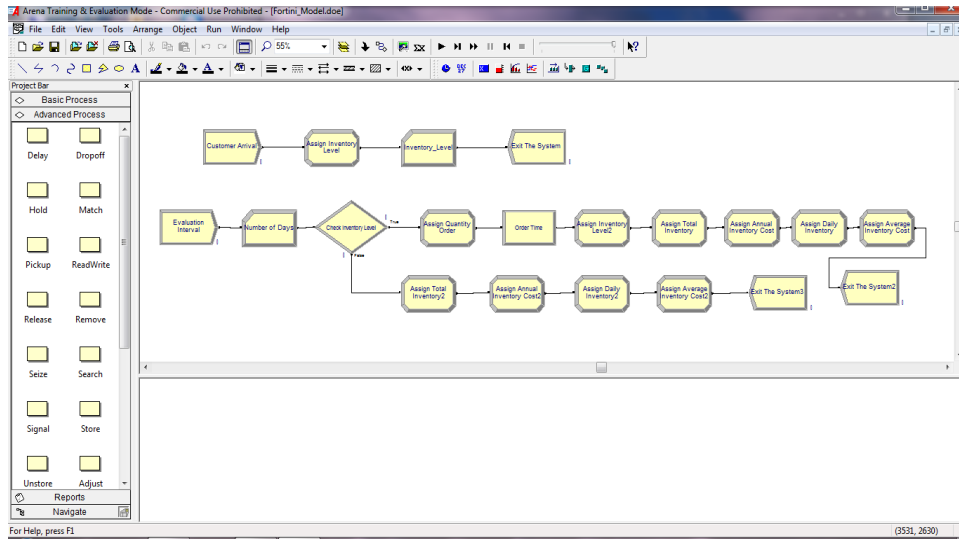
Tablo 4: Hammadelere Ait Tüketim Dağılım Formülleri

Ürün Adı	Dağılım Formülü
Alçı Taşı	$2.13e+003 + 4.13e+003 * \text{BETA}(0.598, 0.783)$
Demir Cevheri	$\text{UNIF}(95, 2.19e+003)$

Yukarıda belirtildiği gibi, simülasyon modelinde kullanılacak verilerin elde edilmesi işlemlerinin yapılmasından sonra, simülasyon modelinin kurulumu aşamasına geçilmiştir. Mevcut uygulanan sistemde, işletmenin satın alma personeli tarafından her ayın başında gelen stok bilgilerine bakılarak hammadde siparişleri verilmektedir. Siparişlerin tedarik süresi ise ortalama olarak 3-4 gün sürmektedir. Sipariş miktarının belirlenmesi, satın alma personeli ile işletme mühendisleri tarafından yapılmakta olup, bu işlemler somut veriler olmadan tamamıyla ilgili personelin tecrübe ve deneyimine dayalı olarak yapılmaktadır.

Çalışmada tasarlanan ve önerilen (R,S) periyodik gözden geçirme modelinde; geçmiş verilerden yararlanılarak simülasyon programında optimal (R,S) noktaları bulunmaya çalışılmıştır. Burada belirtilen "R" ifadesi, sabit sipariş periyodunu sembolize etmektedir. Bu çalışmada, "R" sabit sipariş periyodu, bir ay olarak tespit edilmiştir. Buna göre her ay başında, satın alma personeli stok seviyelerini kontrol etmek durumundadır. Eğer stok seviyesi "S" miktarının altına inerse, stok seviyesi maksimum "S" olacak şekilde yeni sipariş verilmelidir. Tasarlanan simülasyon programı vasıtasıyla optimal bir maksimum "S" noktası bulunmuştur. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir konu da, eldeki mevcut stok miktarının hiçbir zaman negatif olmamasıdır. Çünkü bir işletme için stoksız kalma durumu ciddi üretim kayıplarına neden olabilir (Halaç, 1991; Tekin, 2006). Yani çalışmada tasarlanan modelde de, işletmenin elde bulundurmama gibi bir sorunla karşılaşmaması için gerekli hesaplamaların önceden yapılması çok önemlidir. Çalışmada, Arena programıyla önerilen (R,S) metodu için bir model oluşturulmuş ve aşağıda Şekil 2'de tasarlanan bu simülasyon modeline ait ara yüz gösterilmiştir.

Şekil 2: Tasarlanan Arena Simülasyon Programının Arayüzü



Yukarıda Şekil 2’de görüldüğü gibi her bir hammadde için ayrı bir simülasyon modeli tasarlanmış ve oluşturulan bu model 12 ay için 30 defa çalıştırılmıştır. Tasarlanan bu modelden beklenen, daha önce yukarıda bahsedildiği gibi stok maliyetini minimum yapan ve stoksuzluğa izin vermeyen, optimal "S" noktasının bulunmasıdır. Bunun için, her bir hammadde için optimal "S" miktarını bulunana kadar, değişik değerler verilerek her iki hammadde için "S" değerleri ve stok maliyetleri bulunmaya çalışılmıştır.

Aşağıda, Alçı taşı hammaddesi için bulunan "S" değerleri ve stok maliyetleri Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5: Alçı Taşına Ait Simülasyon Sonuçları

Deneme Sayısı	Maksimum Stok Seviyesi (S) (Ton)	Yıllık Stok Maliyeti (TL)	En Düşük Stok Seviyesi (Ton)
1	8.000	1.987.200	1.743
2	7.000	1.738.800	743
3	6.500	1.614.600	244
4	6.250	1.552.500	-6
5	6.256	1.553.988	0

Tablo 5’de görüldüğü gibi, alçı taşına ait optimum "S" seviyesini bulmak üzere simülasyon programında 5 deneme yapılmış ve denemeler sonucunda, alçı taşına ait optimal stok miktarı 6.256 ton olarak bulunmuştur. Tablo 5 incelendiğinde, 4. denemedeki yıllık stok maliyetinin 5. denemedekinden daha az olduğu görülecektir. Ancak bu sonucun optimal olarak seçilmemesinin nedeni, yıl içerisindeki en düşük stok seviyesinin negatif olmasıdır. Çalışmada amaçlanan en düşük stok maliyeti ile stoksuzluk riskiyle karşılaşmadan, optimal stok seviyesini bulmak olduğundan, 5. denemede elde edilen 6.256 tonluk alçı miktarı optimal stok miktarı olarak belirlenmiştir.

Yukarıdaki işlemler diğer hammadde kalemi, demir cevherine için de aynen yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 6’de gösterilmiştir.

Tablo 6: Demir Cevherine Ait Simülasyon Sonuçları

Deneme Sayısı	Maksimum Stok Seviyesi (S) (Ton)	Yıllık Stok Maliyeti (TL)	En Düşük Stok Seviyesi (Ton)
1	5.000	2.880.000	2.811
2	4.000	2.304.000	1.811
3	3.000	1.728.000	811
4	2.000	1.152.000	-189
5	2.189	1.260.864	0

Tablo 6’de görüldüğü gibi, demir cevherine ait optimum "S" seviyesini bulmak üzere simülasyon programında 5 deneme yapılmış ve denemeler sonucunda, demir cevherine ait optimal stok miktarı 2.189 ton olarak bulunmuştur. Tablo 6 incelendiğinde 4. denemedeki yıllık stok maliyetinin 5. denemedekinden biraz daha az olduğu görülecektir. Ancak bu sonucun optimal olarak seçilmemesinin nedeni, yıl içerisindeki en düşük stok seviyesinin negatif olmasıdır. Çalışmada amaçlanan en düşük stok maliyeti ile stoksuzluk riskiyle karşılaşmadan, optimal stok seviyesini bulmak olduğundan, 5. denemede elde edilen 2.189 tonluk demir cevheri miktarı optimal stok miktarı olarak belirlenmiştir.

Tablo 7: Her İki Hammadde Kalemine Ait Simülasyon Sonuçları

	Maksimum Stok Seviyesi (S) (Ton)	Yıllık Stok Maliyeti (TL)	En Düşük Stok Seviyesi (Ton)
Alçı Taşı	6.256	1.553.988	0
Demir Cevheri	2.189	1.260.864	0

Tablo 7'de görülen, simülasyon sonuçları elde edildikten sonra, geleneksel yöntemlerle yapılan mevcut stok kontrolü ile çalışmada geliştirilen ve önerilen (R,S) stokastik stok kontrol modelinin karşılaştırılması aşamasına geçilmiştir.

Aşağıda Tablo 8'de hem alçı taşı için, hem de demir cevheri için hesaplanan yıllık stok maliyetleri, mevcut ve yeni geliştirilen iki modelin yıllık maliyetleri karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir.

Tablo 8: Stok Maliyetlerinin Karşılaştırılması

	Mevcut Sistem Yıllık Stok Maliyeti (TL)	Önerilen (R,S) Modeli Uygulaması Sonrası Yıllık Stok Maliyeti (TL)
Alçı Taşı	3.835.792	1.553.988
Demir Cevheri	6.152.256	1.260.864
Toplam	9.988.048	2.814.852

Tablo 8'de görüldüğü gibi, her iki hammadde için işletmenin mevcut metotla hesapladığı yıllık toplam stok maliyeti 9.988.048 TL'dir. Çalışmada geliştirilen ve kullanılması önerilen (R,S) stokastik stok kontrol modelinin, bir sonraki yıl için hesapladığı toplam stok maliyeti ise 2.814.852 TL olarak hesaplanmıştır. Yani sadece 2 hammadde kalemi için önerilen stok kontrol modelinin kullanılması halinde bile, stok maliyetini yıllık olarak 7.173.196 TL azalttığı görülmektedir. Modelin maliyet üzerindeki bu olumlu etkisinin yanı sıra, işletme eğer yıllık faiz oranını %8,39 olarak hesaplar ve fabrika hammadde stoku için bağladığı bu fazla parayı bankaya yatırıp, faiz geliri olarak değerlendirme yolunu seçerse, fabrika yıllık olarak 601.831 TL de buradan ek bir kazanç elde etmesi mümkün olabilecektir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüz koşullarında işletmelerin rekabet güçlerini artırabilmeleri ve bu zorlu rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için tüm maliyet kalemlerini dikkatlice gözden geçirmeleri bir zorunluluk olmuş, bu yüzden önemli bir rekabet aracı olan stok kontrol yöntemlerinin kullanımı da artmaya başlamıştır. İyi bir stok yönetimi sayesinde, işletmeler ihtiyaç duydukları malzemeleri tam ihtiyaç duydukları zamanda ve gerektiği miktarda temin edecek, toplam maliyetlerini minimize edebilecek, hem de üretimin aksamadan sürdürülebilmesini temin edebileceklerdir.

Günümüz ileri rekabet koşulları çerçevesinde, nüansların kar marjlarını belirlediği bir ortamda, yapılacak bu türden yeniliklerin sonuçları işletmelere önemli faydalar sağlayacaktır. Özellikle çok belirsiz ortamlarda, karşılaşılan problemlere daha gerçekçi çözümler bulmaya çalışan bu tür stok modellerine olan ihtiyaç çok fazladır.

Bu çalışmada, bir çimento fabrikasının kullandığı geleneksel stok kontrol yöntemleri ile stokastik stok kontrol modellerinden (R,S) stok yöntemi karşılaştırılmış ve çalışmada optimal (R,S) noktasının bulunabilmesi için simülasyon yazılım programlarından, Arena programı kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, (R,S) stokastik stok yöntemi kullanılarak işletmenin bulundurduğu stok maliyeti oldukça azaltılmış ve stok fırsat maliyetlerinde de önemli tasarruflar sağlanmıştır.

Bu çalışmada sadece iki hammadde için stok planlaması üzerinde çalışılmıştır. Ancak, çimento fabrikalarında stok fırsat maliyeti yüksek olan bir diğer kalem de, ara ürün olarak kullanılan klinker stokudur. Klinker stokunun fırsat maliyeti yüksek olduğu için yüksek klinker stokları işletmeye ciddi maliyet getirmektedir. Buna karşın klinker stoğunun çok az miktarlarda tutulması ise satışın dalgalı olduğu durumlarda, stoksuz kalma riskini artırmaktadır. Özellikle üst yönetim tarafından stok miktarı ile ilgili kritik kararlar verilirken karşılaşılan zorlukları aşmak için klinker hammaddesini içine alacak, aynı türden bir çalışmanın yapılması, işletmeye önemli kazanımlar sağlayabilecektir.

KAYNAKÇA

- ACAR, Z. ve KÖSEOĞLU, A.M. (2014). Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- AKYURT, İ. Z. (2009). Ürün stok politikalarının olasılıklı talep yapısı altında Markov karar süreci ile analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- AYTEKİN, S. (2009). Tam Zamanında Stok Yönetim(Just-In-Time) Felsefesinin Hastane işletmelerine Uygulanabilirliği ve Bir Üniversite Hastanesi Örneği, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt 12 Sayı 21, s.102-115.
- ÇEKİÇ, B. (2015). Tedarik Zincirlerinde Durağan Olmayan Talep Altında Çok Kademeli Stok Kontrol Yönetimi İçin Bir Stokastik Programlama Yaklaşımı, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 33, Sayı 1, s. 45-77.
- ÇELİKÇAPA, F.O. ve ŞENOL, G. (2015). Üretim Yönetimi, Ekin Kitabevi Yayınları, İstanbul.
- ERTUĞRUL, İ. ve TANRIVERDİ, Y. (2013). Stok kontrolde ABC yöntemi ve AHP Analizlerinin İplik İşletmesine Uygulanması, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 5(1): 41-52.
- HALAÇ, O. (1991). Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması), (3. Baskı), Evrim Dağıtım, İstanbul.
- HAX, A.C. ve CANDEA, D. (1984). *Production and Inventory Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- KASAP, N., BİÇER, İ. ve ÖZKAYA, B.Y. (2010). Stokastik envanter model kullanılarak iş makinelerinin onarımında kullanılan kritik yedek parçalar için envanter yönetim sistemi oluşturulması, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt: 39, Sayı: 2, s.310-334. www.ifdergisi.org
- KOBU, B. (2014). Üretim Yönetimi, (17.Basım), Beta Yayım, İstanbul.

- KOÇ, B. (1999). Otomotiv Bakım Onarım İşletmesinde Stok Kontrolü ve Optimizasyonu, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt:3, Sayı: 2, s.63-71.
- NAHMÍAS, S. (1992). Production and Operations Analysis (2nd ed.). Irwin.
- ÖZÇAKAR, N., AKYURT, İ.Z. (2007). (R,s,S) ve (R,S) Stok Kontrol Politikalarının poliüretan sektöründe Markov karar süreci yardımıyla karşılaştırılması. Yönetim Dergisi, 18(56), 10-23. İstanbul.
- SULAK, H. (2008). *Stok kontrolü ve ekonomik sipariş modeli yöntemlerinde yeni açılımlar: Ödemelerde gecikmeye izin verilmesi durumu ve bir model önerisi*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- TEKİN, M. (2006). Üretim Yönetimi. (2. Cilt). Konya: Günay Ofset.
- YEŞİLYURT, Ö., SULAK, H. ve BAYHAN, M. (2015), Sağlık Sektöründe Stok Kontrol Faaliyetlerinin ABC ve VED Analizleriyle Değerlendirilmesi: Isparta Devlet Hastanesi Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.20, S.1, s.365-376.
- YİĞİT, V. (2014). Hastanelerde Stok Kontrol Analizi: Akdeniz Üniversitesi Hastanesinde Bir Uygulama, Sayıştay Dergisi Sayı: 93 /Nisan-Haziran 2014 s.105-128.
- YIN, K. K., LIU, H. ve JOHNSON, N. E. (2002). Markovian inventory policy with application to the paper industry. *Computers and Chemical Engineering*, 26(1): 1399-1413.