

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**ARITMA SİSTEMLERİNDE ENVANTER PLANLAMASI
VE ENDÜSTRİYEL BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan

Deniz SAYIN

İstanbul, 2019

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**ARITMA SİSTEMLERİNDE ENVANTER PLANLAMASI
VE ENDÜSTRİYEL BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan

Deniz SAYIN

Öğrenci No

150892019

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin Kerem AYTULUN

İstanbul, 2019

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum *"Arıtma Sistemlerinde Envanter Planlaması ve Endüstriyel Bir Uygulama"* bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde yazıldığını, akademik kurallara özenle riayet edildiğini, yararlandığım eserlerin tamamını kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve doğrularım. 04.02.2019

Deniz SAYIN



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 50892018..no'lu Deniz SATIN'in 04/02/2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda..62 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliğiyle, KABUL kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ A.B.D.
Programı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
Tez Başlığı³ : ALITMA SİSTEMLERİNDE ENYANTER PLANLAMASI
VE ENDÜSTRİYEL BİR UYGULAMA

Tez Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

İmza

Danışman

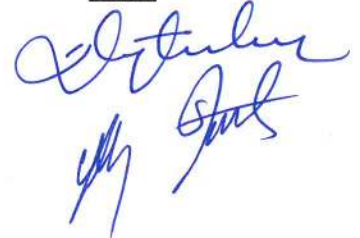
: Dr. Öğr. Üyesi S. Kerem Aydin

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Serit GÜL

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi A.Yekta KARMAK



¹ Jüri üyeleri, söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45, en çok 90 dakikadır. Jüri üyeleri, sınav öncesi yapılacak toplantıda, kendi aralarından danışman dışında bir üyeyi başkan seçer. Tez sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-cevap bölümünden oluşur. Tez sınavı, öğretim elemanları, lisansüstü öğrenciler ve alanın uzmanlarından oluşan dinleyicilerin katılımına açık ortamlarda gerçekleştirilir. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda, jüri en geç on beş gün içinde toplanarak aday tez savunma sınavına alır. (05 Ağustos 2017 tarihli 30145 sayılı Resmi Gazetede Yayınlanan Değişiklik-Madde 29-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında salt çoğunlukla “kabul”, “düzeltme” veya “ret” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış karar tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve birinci fıkradaki usule göre tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Süresi içerisinde “düzeltme” savunmasına girmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir. (Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde 29-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

Adı ve Soyadı : Deniz SAYIN
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin Kerem AYTULUN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2019
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Envanter Çizelgeleme, (Q,R) Envanter Sistemi, Hizmet Seviyesi Yaklaşımı

ÖZ

ARITMA SİSTEMLERİNDE ENVANTER PLANLAMASI VE ENDÜSTRİYEL BİR UYGULAMA

Üretim alanında faaliyet gösteren işletmelerin tedarik zinciri boyunca yüksek mali yüklere katlandıkları bilinmektedir. Bu maliyetler birçok işletmede kritik öneme sahip olmakla birlikte üretimi doğrudan etkileyen etmenlerdendir. Bu maliyetlerin başında ulaştırma bedeli ve envanter maliyetleri gelir. Envanter maliyetleri, işletmelerin yaptığı üretim, üretimde kullanılan alt parçaların tedariki, çalışma şekillerindeki farklılıklara göre değişkenlik gösterebilir. Doğru ve etkili sonuçlar alabilmek için, envanter planlaması her işletmeye özel olarak yapılmalıdır. Bu çalışmada XYZ firması tarafından üretilen su arıtma cihazı ele alınmıştır. Söz konusu ürünün geçmişe ilişkin talepleri ve istatistiksel bilgilerinden yararlanılarak envanter kuralları oluşturulmuştur. Bu kapsamda (Q,R) envanter sistemi ve hizmet seviyeleri yaklaşımı uygulanarak envanter maliyetleri hesaplanmıştır.

Name and Surname : Deniz SAYIN
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Sabahattin Kerem AYTULUN
Degree and Date : Master, 2019
Major : Industrial Engineering
Keywords : Inventory Scheduling, (Q, R) Inventory System, Service Level Approach

ABSTRACT

INVENTORY PLANNING AND INDUSTRIAL APPLICATION IN WATER TREATMENT SYSTEMS

It is known that the enterprises in the field of production endure high financial burden related the supply chain. These expenses influence directly to production and operations' costs. Important costs related to supply chain are inventory and transportation cost. Inventory costs are influenced from manufacturing supply methods and business processes that is used. In order to get accurate and effective results, inventory planning should be made specific to business. In this study, water treatment gadget delivered by XYZ organization is examined. Optimal inventory rules have been solved by using the historical data. In this context, inventory costs were calculated by applying service levels approach (Q, R).

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM ENVANTER PLANLAMA

1.1 Envanterin Önemi	4
1.2. Envanterin Tedarik Zinciri İçin Önemi.....	5
1.3. Envanter Planlama Yöntemleri	6
1.3.1. Ekonomik Sipariş Miktarı (ESM)	7
1.3.1.1. Elde Bulundurma Maliyeti.....	11
1.3.1.2. Elde Bulundurmama Maliyeti.....	12
1.3.1.3. Ceza Maliyeti	12
1.3.2. Ekonomik Üretim Miktarı (EÜM).....	12
1.3.3. Emniyet Stoğu Kavramı	14
1.3.4. Determistik Envanter	15
1.3.4.1. Determistik Statik Envanter Kontrol Modelleri.....	15
1.3.4.2. Determistik Dinamik Envanter Kontrol Modelleri.....	15
1.3.5. Stokastik (Probabilistik) Envanter	16
1.3.6. Hizmet Seviyesi Yaklaşımı	16
1.3.7. Malzeme Gereksinim Planlaması (MRP)	18
1.3.7.1. Malzeme Gereksinim Planlaması Sistemindeki Çıktılar ve Girdiler .	19
1.3.8. Ürün Ağacı	20
1.3.9. Parti Büyüklüğü Belirleme	20
1.3.9.1. Gereksinim Kadar Sipariş Miktarı (Lot For Lot-L4L) Yöntemi	21

1.3.9.2. Sabit Sipariş Miktarı (Fixed Order Quantity-FOQ) Yöntemi.....	21
1.3.9.3. Ekonomik Sipariş Miktarı (Economic Order Quantity-EOQ) Yöntemi.....	21
1.3.9.4. Değiştirilmiş Ekonomik Sipariş Miktarı (Modified Economic Order Quantity-MEOQ) Yöntemi	21
1.3.9.5. Sabit Dönem Miktarı (Fixed Period Quantity-FPQ) Yöntemi.....	21
1.3.9.6. Dönemsel Sipariş Miktarı (Periodic Economic Order Quantity POQ) Yöntemi.....	21
1.3.9.7. En Düşük Birim Maliyet (Least Unit Cost-LUC) Yöntemi.....	22
1.4. Talep Tahmini	22
1.5. Talep Tahmini Çeşitleri.....	22
1.5.1. Uzun Vadeli Talep Tahmini	23
1.5.2. Orta Vadeli Talep Tahmini.....	23
1.5.3. Kısa Vadeli Talep Tahmini	23
1.6. Talep Tahmini Evreleri	23
1.7. Talep Tahmin Yöntemleri	24
1.7.1. Otokorelasyon.....	25
1.7.2. Ljung-Box Q Testi.....	26
1.7.3. ARIMA Modelleri	26

İKİNCİ BÖLÜM

SU ARITMA SEKTÖRÜNDE ENVANTER PLANLAMASI

2.1. Su Arıtım Sektörü	28
2.2. Envanterin Evsel Su Arıtma Sektörü İçin Önemi	28
2.3. Evsel Su Arıtma Sektöründe Envanter Bulundurmanın Yararları	29
2.4. Evsel Su Arıtma Sektöründe Envanter Bulundurmanın Dezavantajları	29
2.5. XYZ Firması Hakkında Genel Bilgi	29
2.6. Su Arıtma Üretiminde Kullanılan Malzemeler ve Ürün Ağacı	30
2.7. Su Arıtma Malzemelerine Yönelik Envanter Planlamada Hizmet Seviyesi Yaklaşımı.....	37
2.8. Su Arıtma Sistemlerinde (Q, R) Envanter Sistemi ve Hizmet Seviyesi Yaklaşımı.....	37

2.8.1. Talep Özelliklerinin İncelenmesi	37
2.8.2. Toplam Maliyet Fonksiyonu Parametrelerinin Tespiti.....	43
2.8.3. En uygun Hizmet Seviyesi Yaklaşımı	45
2.9. Uygulama Sonucu.....	52
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKÇA.....	54
EKLER	56
Ek-1 2017 Tarihindeki Satış Rakamları	56
Ek-2 2018 Tarihindeki Satış Rakamları	56
Ek-3 Kayıp Fonksiyonu	57
ÖZGEÇMİŞ	66

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. Su Arıtma Cihazı Üretimde Kullanılan Alt Parçalar	30
Tablo 2. Üretim ve Montaj Aşamasında Kullanılan Alt Montaj Parçalar.....	31
Tablo 3. LBQ İstatistikleri	39
Tablo 4. Runs Test	40
Tablo 5. Model Tanımlama	40
Tablo 6. Model Fit- Modelin Uyum İstatistikleri.....	41
Tablo 7. ARIMA Model Parametreleri	41
Tablo 8. Toplam Maliyet Fonksiyonu Parametreleri	43
Tablo 9. Hizmet Seviyesi Hesaplama	46
Tablo 10. Hizmet Seviyesi Hesaplama Tablosu	47
Tablo 11. %60 Hizmet Seviyesi.....	48
Tablo 12. %65 Hizmet Seviyesi.....	49
Tablo 13. %70 Hizmet Seviyesi.....	49
Tablo 14. %75 Hizmet Seviyesi.....	50
Tablo 15. %85 Hizmet Seviyesi.....	50
Tablo 16. %90 Hizmet Seviyesi.....	51
Tablo 17. %95 Hizmet Seviyesi.....	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Sistemin Gerçek Yaşamdaki İşleyişi	8
Şekil 2. Klasik Stok Kontrol Modeli	9
Şekil 3. Dönemsel Toplam Stok Ve Sipariş Maliyeti.....	10
Şekil 4. Ekonomik Üretim Miktarı Modelinde Stok Seviyesinin Zamana Göre Değişimi.....	13
Şekil 5. Güvenlik Stoğunun Gösterimi.....	14
Şekil 6. Malzeme Gereksinim Planlaması Sisteminin Çıktıları (Acar, 2003)	19
Şekil 7. Örnek Otoforelasyon Fonksiyonu	25
Şekil 8. Alt Krem Kasa.....	32
Şekil 9. Blok, Gac Ve Cto Karbon Filtre.....	32
Şekil 10. Membran Dış Kabı	33
Şekil 11. Filtrelerin Membran Dış Kabına Geçirilmiş Hali.....	33
Şekil 12. Metal Tank Ve R.O Pompa	34
Şekil 13. Düşük/ Alçak Basınç Switch, Dirsek, Konnektör	34
Şekil 14. Alt Parçaların Ara Bağlantılarının Yapılması	35
Şekil 15. Evsel Su Arıtma Cihazının Tamamlanmış Hali	35
Şekil 16. Su Arıtma Cihazlarının Üretim Ve Montajdan Sonra Test Edilmesi.....	36
Şekil 17. Su Arıtma Cihazlarının Stoklanması.....	36
Şekil 18. Talebin Zaman Serisi Diyagramı	38
Şekil 19. Talep İçin Otokorelasyon Fonksiyonu	38
Şekil 20. Hata Değerleri	42
Şekil 21. Olasılık Grafiği.....	42
Şekil 22. Hazırlık Maliyetlerinin Hesaplanması.....	45
Şekil 23. Hizmet Seviyeleri Maliyetleri	48

KISALTMALAR

Acf	: Autocorrelastion function (Otokorelasyon fonksiyon)
AMP	: Alt Montaj Parça
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average (Otokorelatif Entegre hareketli ortalama)
EOQ	: Economic Order Quantity
ESM	: Ekonomik Üretim Miktarı
EÜM	: Ekonomik Üretim Miktarı
LBQ	: Box-Pierce Q İstatistiği (Ljung ve Box tarafından geliştirilen istatistik)
MAE	: Ortalama Mutlak Hata
MAPE	: Mean Absolute Percentage Error (Ortalama Mutlak Yüzde Hata)
MaxAE	: Maximum Absolute Error (Maksimum Mutlak Hata)
MaxAPE	: Maximum Absolute Percentage (Maksimum Mutlak Yüzde Hata)
MRP	: Malzeme Gereksinim Planlaması
Normalized BIC	: Normalized Bayesian Information Criterion
Pb	: Para Birimi
RMSE	: Root Mean Squared Error. (Ortalama Karesel Hatanın Karakökü)
SPSS	: Statistical Packag for the Social Sciences (Sosyal Bilimler için İstatistik Programı)
ÜA	: Ürün Ağacı
vb.	: Ve benzeri

GİRİŞ

Son yıllarda içinde bulunduğumuz ekonomik zorluklar, küresel olarak bütün işletmeler için tasarrufu mecbur kılmış ve işletmeleri işgücü planlamaya yöneltmiştir.

İşletmelerin bu koşullarda yarı mamul, mamul temin edebilmeleri ve ürünün son halini piyasaya sürmeleri oldukça maliyetlidir. Üretim sürecindeki bu maliyetlerin azaltılması, ürünün piyasaya sürülebilmesi için tedarik zinciri politikası uygulanmalıdır. Bu uygulamanın kolaylıkla hayata geçebilmesi için işletmelerin envanter kontrolü yapmaları önem az eder.

Küçük, orta ve hatta büyük işletmeler dahi üretim, envanter planlaması yaparak ellerindeki kaynakları randımanlı şekilde kullanmaya başlamışlardır. Ekonomik koşullar göz önünde bulundurularak kaynakların planlanması ve kontrol edilmesi karlılığı arttırmıştır. İşletmelerin kendi ekonomi ve kaynaklarının yanı sıra dış etkenleri de dikkate alarak planlama yapması oldukça önemlidir.

İşletmelerin ölü yarı ürün ya da malzeme bulundurmaları şirket sermayesinin bir kısmının atıl olmasına, eldeki kaynakların yetersiz olmasında ise, müşteri taleplerine dönüş yapılamamasına, üretimin aksamasına ve hatta durmasına sebep olmaktadır. Faaliyet sistemlerindeki bu tür olumsuzlukların yaşanmaması için mutlaka envanter kontrolü yapılmalıdır. Envanter kontrolü ile firmanın üretimde kullanılacak kalemleri için optimum seviye belirlenmelidir.

Çoğu işletme detaylı bir envanter çalışması yapmadan verdikleri sipariş sonrasında fazla stok ya da yetersiz malzeme durumlarıyla karşılaşır.

Çalışmanın Önemi

Bir işletmenin temel amacı, müşterilerine siparişlerini talep ettiği miktarda, talep ettiği zaman dilimi içerisinde en iyi fiyat ve kalitede sunabilmesidir. Bu hizmetin ve işleyişin devamlılığı ve geliştirilmesi için şirket organizasyonel yapısı düzenlenip uyumlu bir şekilde çalışmalıdır. Üretim süreçlerinin aksamaması, kaliteli üretim yapılması ve üretimin istikrarlı devam etmesi firmada bulunan bütün

departmanların koordineli çalışmasıyla olur. Bu çalışmaların kontrolü envanter yönetiminin görevidir.

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, günümüz koşullarında envanter yönetiminin önemini, gelişimini araştırmak, evsel su arıtma sektöründe envanter yönetimi ve uygun yöntemleri belirleyerek uygulama yapmak.



BİRİNCİ BÖLÜM

ENVANTER PLANLAMA

Envanter, tedarik zinciri süresince üretim hazırlık aşamasında gerekli malzemelerden son kullanıcıya ulaştırılan malzemelere kadar yapılan yatırımların tamamını kapsar. Envanter firmanın üretim için sahip olduğu bütün kaynakların maddi olarak tanımlanmasıdır. Envanter planlama ise bu süreçler için yapılan yatırımların doğruluğunu kontrol eden , şirket hedef politikasını belirleyen, belirlenen hedeflerin gerçekleşmesi için faaliyetlerin güçlenmesini sağlayan bir yapıdır.

Stok, işletme literatüründe , İngilizcedeki “inventory” kelimesinin karşılığı olarak Türkçeye çevrilen “envanter” kelimesi ile aynı anlamda kullanılmaktadır.

Kullanım yerleri açısından ele alındığında stok kavramı daha çok üretim aşamasındaki fiziksel ve parasal unsurlar için kullanılırken envanter kelimesi ise muhasebede yıl sonlarında fiziksel sayımı yapılan mal stoğunu ifade için kullanılmaktadır. (Kobu,2005: s.341)

Envanter, günümüz rekabet koşullarında firmaların pazar paylarını ve karlılığını arttırmak adına avantaj sağlasa da, önemli bir maliyeti de beraberinde getirecektir.

Müşteri taleplerinin kompleksliliği, tedarik edilecek ürün miktarlarının belirlenememesi envanterde oluşacak fazlalıklara ve artan maliyetlere sebebiyet verecektir. Bu durumlar karşısında firmaların kendine özgü envanter planlama yapması, karlılığı ve müşteri memnuniyetini arttırmak için bu planı uygulaması gerekmektedir. Gelişen rekabet ortamında firmaların piyasadaki yerlerini koruması ve karlılığının artmasında en önemli faktör kuşkusuz envanter planlama olacaktır.

İşletmelerde envanter planlama sayesinde malzeme düzeyi optimumda tutularak gereksiz ve yetersiz kaynak problemi ortadan kalkacaktır

1.1 Envanterin Önemi

Envanter, bir şirketin sahip olduğu, mal ve değerlerin ayrıntılı olarak çizelgelenmesidir. Üretim faaliyetleri içinde bulunan bütün fiziksel varlıklar envanter kabul edilir.

Bununla beraber şirketlerin üretimde kullanacağı, mamul, yarı mamul, alt parçalar, sarf malzemeler, işletme malzemeleri ve hurdaların yanı sıra imal edilecek ürün ve satılacak ürünleri de kapsamaktadır.

Kullanılmayı veya satılmayı bekleyerek belirli bir süre atıl durumda tutulan ekonomik değere sahip kaynaklara (malzeme veya mamüllere) stok denir. Stok hareketsiz duran malzemeyi ifade eder, fiziksel mevcudiyeti gösterir. Ancak envanter fiziksel varlığı değil, parasal değeri ifade eder. (Fıçıcı, 2006:s.19).

Envanter, üretimi hızlandırmak, üretime dahil olacak malzemelerin fazla ya da az olmasını engellemek, müşterinin talebini karşılayabilmek ve işletmenin yıl sonunda mali durumunu görebilmesi adına önemlidir.

İşletmeler, envanter seviyesini optimumda tutmak, belirli bir sürede, hangi kalemi, ne kadar ve nasıl üretebileceklerini bilmek, müşteri taleplerinin miktarını tahmin edebilmek, olası değişen koşulları (kur dalgalanmaları, ekonomik kriz vb) hızlıca toparlayabilmek, envanter fazlalığını ortadan kaldırmak, tedarik süresinde sorunlar yaşamamak ve stok dışı kalmamak için envanter planlama yapmak zorundadırlar. Aynı zamanda kendi sektörlerinde oluşan rekabet koşullarını dikkate alarak envanter politikası belirlemelilerdir.

Tedarik zinciri boyunca alınan, stoklanan, üretilen ve satılan ürünler ile ilgili çizelge oluşturulmalı ve bu bilgilerin yetkililer tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu uygulama sayesinde tedarik zinciri sürecindeki aksamalar engellenecek, müşteri taleplerine hızla dönüş yapılacak, ve fazla stok oluşumu engellenecektir.

İşletmelere envanter bulundurmanın sağlayacağı yararlar aşağıda verilmiştir. (MEB, 2011:6):

- ✓ Makine, iş gücü ve malzeme kaynaklarının etkin kullanımı ve üretim faaliyetlerinin düzenli yürütülmesini sağlar. Parça ve malzeme yokluğu nedeniyle beklemeler en az iner. Makine arasındaki malzeme yığılmaları en az iner.
- ✓ Envanter ihtiyaçları doğru tespit edildiğinde finansal yönetim etkinlik kazanır.
- ✓ Satış ve tedarik masraflarında azalma görülür.
- ✓ Maliyet muhasebenin etkin kullanımı için gerekli verilere daha rahat ulaşılabilir.
- ✓ Üretim programları gerçeğe uygun ve daha kolay yapılır.
- ✓ Ürün ve malzeme kayıpları en aza indirilir.

1.2. Envanterin Tedarik Zinciri İçin Önemi

İşletmeler kendi sektörlerinde oluşan rekabet koşulları ve pazarda kendi yerlerini koruyabilmek, ürünlerini tüketiciye ulaştırarak bundan gelir sağlamayı hedefler. Bu hedefler doğrultusunda ellerindeki kaynakları minimum maliyet ve maksimum verimlilikle kullanmaları gerekmektedir.

Üretimde kullanılacak alt parçaların, hammaddelerin temininden üretilen ürünün son kullanıcıya ulaştırılmasına kadar ki süreçte oluşabilecek aksaklıklar giderilmelidir. Bu süreçte karşılaşılabilecek olumsuzluklar tedarik zincirinin bozulmasına sebep olacaktır.

Tedarik zinciri boyunca sipariş verilen, depoda tutulan, üretilen, stoklanan ve müşteriye ulaştırılan bütün mamullerin çizelgelenmesi, giren ve çıkan ürünlerin ilgili birimlerce kontrol edilmelidir. Stokların durumu ile ilgili kontrollerin yapıldıktan sonra gerekli zamanda ilgili departmana bildirilmesi gerekmektedir. Bildirimlerin yapılmaması tedarik zinciri işleyişinde aksamalara neden olur. Stoksuz kalmamak,

tekrar tekrar taşıma, ulaşım bedeli ödememek ve müşteri taleplerine uygun zamanda karşılanması için envanter durumları sürekli kontrol edilmeli, envanter hareketlerine göre doğru tahmin yapılmalıdır.

Stokların kontrol edilmemesi, doğru işlenmemesi stok hakkında yanlış bilgilere sebebiyet vermektedir. Örneğin stok seviyesinin altında olduğu düşünüldüğünde envanter takviyesine, bu da işletme için ekstra sipariş maliyetine, fazladan taşımaya ve fazla stok oluşumuna neden olacaktır. Stok seviyesinin üzerinde olduğu düşünüldüğünde ise, envanter maliyetlerinin gereksiz yere artmasına, var olduğu düşünülen ama olmayan ürün için müşteri talebi olduğunda müşteriye bekletmeye neden olacaktır.

Teknolojinin ilerlemesiyle elektronik tabanlı bir çok program geliştirilmiş ve bu programlar sayesinde envanter hareketleri (malzeme siparişleri, girdiler, çıktılar, atıl durumda olanlar vb .) daha kolay izlenebilmektedir. Envanter hareketlerinin düzgün takip edilmesi ve işlenmesiyle doğru tahminler yapılmaktadır.

Tedarik zincirinin doğru yürütülmesi işletmelere çok fazla fayda sağlayacaktır. Bu faydaları şu şekilde sıralayabiliriz.

- Verimlilik artacaktır.
- Tedarik süreleri azalacaktır.
- Envanter ve stok optimum seviyede olacaktır.
- Doğru talep tahminleri yapılacaktır.
- Kar oranları artacaktır.
- Müşteri memnuniyeti sağlanacak, yeni müşteriler kazandıracaktır.

1.3. Envanter Planlama Yöntemleri

Sipariş ve üretim belirleme yöntemleri 20. yüzyıllardan beri işletmeler tarafından uygulanmaktadır. Bu yöntemler işletmeler birçok fayda sağlamaktadır.

1.3.1. Ekonomik Sipariş Miktarı (ESM)

Stok kontrol modelleri içinde en eski ve en yaygın kullanılan model Ekonomik Sipariş Miktarı modelidir. İlk olarak 1915’ te Ford W. Harris tarafından ortaya konan bu model günümüzde kullanılan pek çok modelin temelini oluşturmaktadır. Kullanımı çok kolay ve basit olan bu teknik pek çok varsayımı da içinde barındırmaktadır. (Zipkin,2000: 178; Heizer ve Render, 2001: 481).

Ekonomik sipariş verme miktarı, stok kontrolü için uygulanacak en basit yöntemdir. ESM modeli sipariş verme maliyeti ve elde bulundurma maliyetini dengede tutmak için uygulanır. Üretim hızının talep hızından daha yüksek olduğu görülen işletmelerde “Ekonomik Sipariş Miktarı” modelinin uygulandığını düşünmek yanlış olmayacaktır.

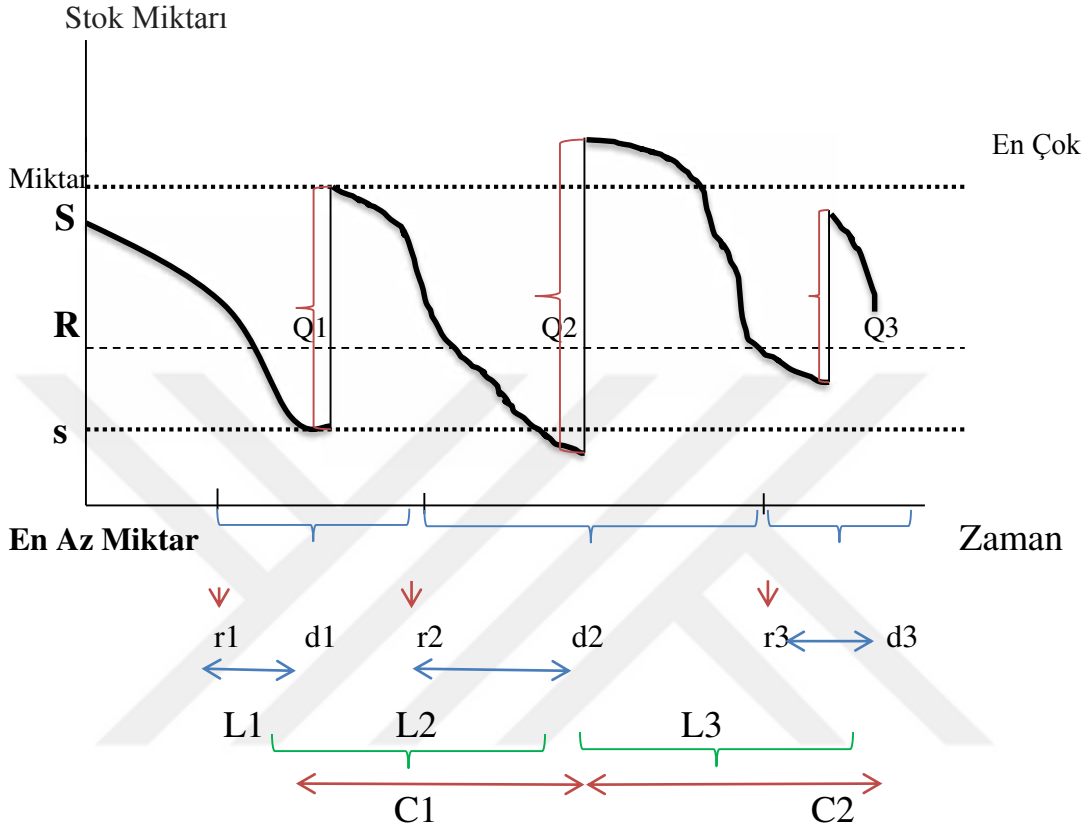
Bir işletme sipariş ve üretim miktarlarını minimum seviyede tutacak planlamaları her zaman yapamayabilir. İşletmelerin ekonomik miktarları belirleyebilmeleri için, ekonomik sipariş miktarı ve ekonomik üretim miktarı formülleri kullanması gerekmektedir. Bu formüllerin kullanılması ile birlikte sipariş verme, üretim, stok/elde bulundurma maliyetleri minimuma indirilecektir.

Ekonomik sipariş miktarı planlanırken mutlaka, üretim esnasında hatalı ürünlerin çıkması, ekonominin zayıflaması, enflasyon gibi durumlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Ekonomik Sipariş Miktarı Varsayımları:

- ✓ Talep değişmez, sabittir.
- ✓ Talep daima bilinir ve sürekli.
- ✓ Siparişlerin alınma zamanı aynıdır.
- ✓ Her sipariş için oluşan sipariş maliyeti sabittir.
- ✓ Stoksuz kalınmasına izin verilmemektedir.
- ✓ Siparişin teslim edileceği zaman mutlaka bilinir.

Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli, “ne kadar ? ve ne zaman ?” sorularını yanıtlamayı hedefler. Talebin sabit olduğu düşünüldüğü için stoklar belirli seviyeye geldiğinde sipariş verilir.



Şekil 1. Sistemin Gerçek Yaşamdaki İşleyişi

Kaynak: Tanyaş ve Baskak, 2017 :s.213

L_i : i. Siparişin Tedarik Süresi

S: En çok miktar

C_i : i. Siparişin Çevrim Süresi

s: En az miktar (Güvence Stoğu)

R: Yeniden Sipariş Düzeyi

r_i : i. Siparişin verilme anı

Q_i : i. Sipariş miktarı

d_i : i. Siparişin teslim anı

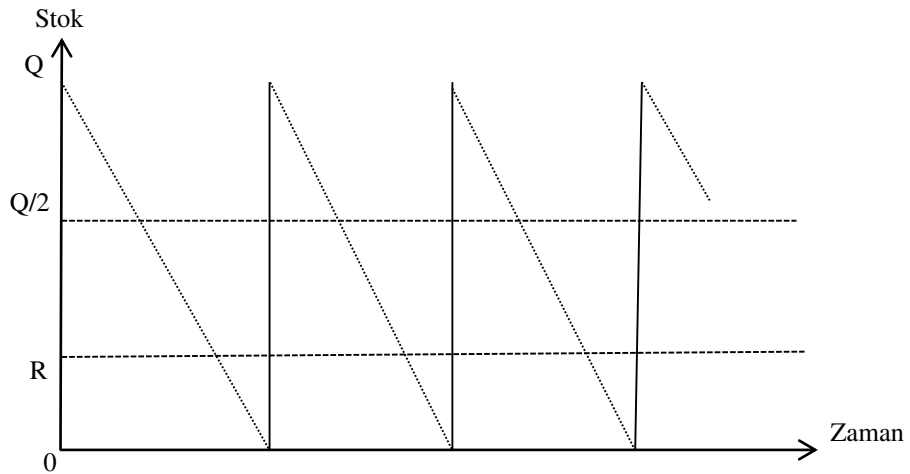
Sistemin gerçek yaşamdaki işleyişini gösteren Şekil 1 ‘deki grafik, stoklardaki düşüşler arasındaki zaman farkının sonsuza gittiği limit durumunda Şekil .2 ‘deki grafiğe dönüşür. Bu durumda stok, sabit bir talep hızına bağlı olarak azalacaktır. (Eğimi negatif olan doğrular).

Tedarik süresi (L_i) sabit (L) kabul edilir. Tedarik süresi sonunda sipariş bir seferde teslim alınır ve stok olarak yerleştirilir. Stok miktarları yeniden sipariş verme düzeyine (R) indiğinde sipariş verilecektir. Bu R düzeyi, L süresine karşılık gelen talep miktarı ile güvenlik stoğu toplanarak belirlenir.

Her bir sipariş anında değişken miktarlarda (Q_i) sipariş verme yerine, toplam stok maliyetlerini enazlayan miktarda (Q : ekonomik sipariş miktarı) sipariş verilir. Güvenlik stoğu miktarına (s), söz konusu ekonomik sipariş miktarı (Q) eklenerek en çok miktar düzeyi (S) belirlenir. Bu şekilde işleyen sabit sipariş düzeyi sistemleri Q -sistem olarak da bilinmektedir.

Şekil .2, yukarıda açıklanan yapının , güvenlik stoğunun sıfır olarak kabul edildiği halini ($s=0$) göstermektedir. Bu durumda, bir sipariş teslim edildiği zaman stok düzeyi Q ' ya çıkacaktır. Dikey çizgi stoğa konulmak üzere alınan siparişi göstermektedir. Yeni sipariş partisi, stoğun tam sıfıra ulaştığı anda teslim alınmaktadır ve böylece ortalama stok miktarı ($(Q+0)/2 = Q/2$) adet olmaktadır.

Stok dışı kalma (elde bulundurmama) durumlarına izin verilmezse, dönemsel toplam stok ve sipariş maliyeti (TC) Şekil 3. 'de gösterildiği gibi olur. (Tanyaş ve Baskak,2017:s.212-213)



Şekil 2. Klasik Stok Kontrol Modeli

Kaynak: Tanyaş ve Baskak,2017:s.214

Dönemsel Toplam Stok ve Sipariş Maliyeti

Toplam Maliyet = Sipariş Maliyeti + Elde Bulundurma Maliyeti

$$TC = C * D/Q + H * Q/2$$

D : Dönemsel talep miktarı (birim)

P : Satın alınan malın bir biriminin maliyeti

C : Sipariş partisi başına sipariş maliyeti

F : Dönemsel faiz oranı (Elde bulundurma maliyeti oranı)

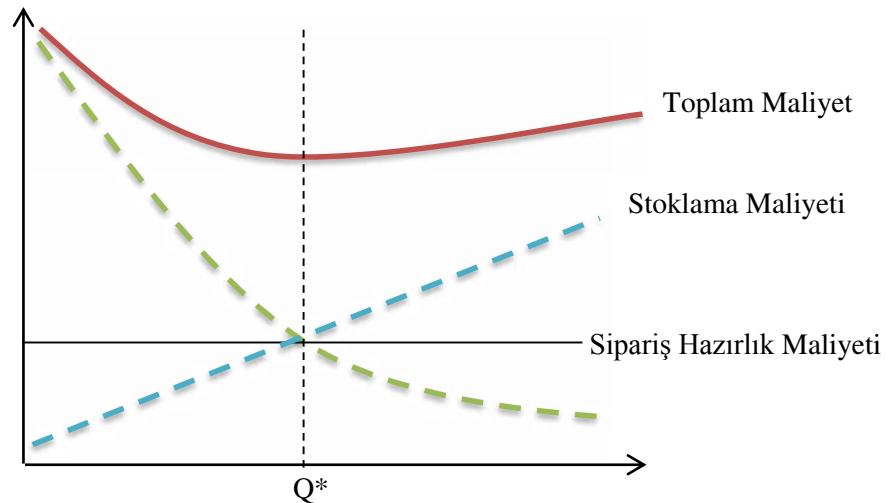
$H = (P * F)$: Birim başına dönemsel elde bulundurma maliyeti

Q : Sipariş miktarı (birim)

Dönemsel sipariş maliyeti, bir dönemdeki sipariş sayısıyla (D/Q) sipariş maliyetinin (C) çarpılması sonucunda bulunmaktadır.

Dönemsel elde bulundurma maliyeti ise dönemsel ortalama stok miktarı ($Q/2$) ile bir birim ürünü bir dönem elde bulundurma maliyetinin (H) çarpılması yoluyla bulunur. Bu iki maliyetin toplamı ise dönemsel toplam stok maliyetini vermektedir. (Tanyaş ve Baskak,2017:s.214)

Birim Maliyeti



Şekil 3. Dönemsel Toplam Stok ve Sipariş Maliyeti

Kaynak: Tanyaş ve Baskak, 2017:s.215

Ekonomik sipariş miktarını bulmak için, dönemsel toplam maliyetin sipariş miktarına (Q) göre birinci türevi alınır ve sıfıra eşitlenir.

$$\frac{dTC}{dQ} = \frac{H}{2} - \frac{C*D}{Q^2} = 0$$

Buradan Q çekilerek,

$$Q_o = \frac{\sqrt{2}*\sqrt{C}* \sqrt{D}}{H} = \frac{\sqrt{2}*\sqrt{C}* \sqrt{D}}{P*F}$$

Ekonomik Sipariş Miktarı (ESM) elde edilir. Bu miktar dönemsel stok maliyetlerini enazlayan sipariş miktarıdır.

$$\text{Dönem boyunca verilecek sipariş sayısı} = m = \frac{D}{Q_o} = \frac{\sqrt{H}* \sqrt{D}}{2*C}$$

$$\text{Sipariş aralığı} = T = \frac{1}{m} = \frac{Q_o}{D} = \frac{\sqrt{2}* \sqrt{C}}{H*D} \quad (\text{Tanyaş ve Baskak,2017:s.215})$$

1.3.1.1. Elde Bulundurma Maliyeti

Üretilen ürünlerin stoklanması sürecinde işletmenin yüklendiği mali durumlarıdır.

- Ürünün beklemeden kaynaklı bozulması, çürümesi, korozyona uğraması,
- Faiz oranlarının artması,
- Sigorta ve vergi,
- Depo masrafları (Personel maaşı, elektrik, kira vb)
- Depolanan ürünlerin piyasada değerini kaybetmesi.

1.3.1.2. Elde Bulundurmama Maliyeti

- Müşterinin piyasadaki başka işletmelerden ürünü temin etmesi
- Müşteri kaybı
- Gecikme cezası
- Sektörde işletmeye duyulan güvenin zarar görmesi

1.3.1.3. Ceza Maliyeti

Ceza maliyeti, temin süresi boyunca talebin yeniden sipariş seviyesini aşması durumunda ortaya çıkan maliyettir.

$$E(\max(D - R, 0)) = \int_R^{\infty} (x - R)f(x)dx$$

Yukarıdaki ifade $n(R)$ şeklinde gösterilir.

$n(R)$ bir çevrimde beklenen stoksuz kalma miktarını göstermektedir.

Birim zamanda gösterilirse;

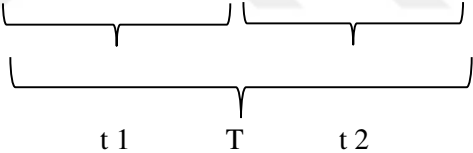
$$\frac{n(R)}{T} = \frac{\lambda n(R)}{Q}$$

(Yrd.Doç.Dr.S.KeremAYTULUN

,
http://www.yarbis.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/saytulun_c17de1359532d513083637f37c2934fe.pdf, Erişim tarihi: 22.11.2018)

1.3.2. Ekonomik Üretim Miktarı (EÜM)

Ekonomik Üretim Miktarı modeli, üretim yapılan işletmelerde üretilecek parçalar için uygulanan stok kontrol modelidir. Bu model işletmelere, malların ne kadar üretileceği ve üretimin hangi seviyeye kadar devam edeceği konusunda fayda sağlamaktadır. Ekonomik üretim miktarı, hazırlık maliyeti ve elde bulundurma maliyetini en aza indirecek bir modeldir.



Kaynak: Eroğlu, 2003:s.10

Burada söz edilen Ekonomik Üretim Miktarı (Q_o), Ekonomik Sipariş Miktarı modelinde kullanılan (Q_o) ile aynı anlamda kullanılmamıştır. Grafikte belirtilen (Q_o), Ekonomik Üretim Miktarını (EÜM) göstermektedir.

Ekonomik üretim miktarı formülü:

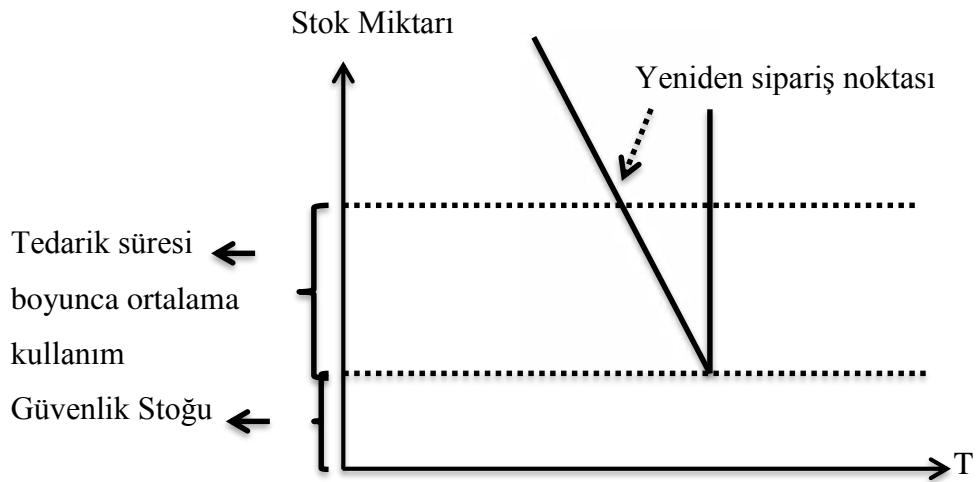
$$Q_0 = \sqrt{2 * D * \frac{S}{H} * (1 - \frac{D}{ca})}$$

Ekonomik Üretim Miktarı modelinde, işletmelerde üretim belirli zaman aralıklarında devam eder. Üretimi tamamlanan ürünler, müşteri taleplerini karşılar, geri kalan ürünler ise ilerleyen dönemlerde gelecek talepleri karşılamak için stoklanmaktadır.

1.3.3. Emniyet Stoğu Kavramı

Müşteri taleplerinin üretilecek ürün için yapılan tahminden fazla olması durumu için emniyet stoğu oluşturulur. Emniyet stoğu belirleyebilmek için temin süresi ve talep tahmini mutlaka bilinmelidir.

Tedarik zincirindeki aksaklıklar, yanlış talep tahminleri, tedarik süresinin planlanandan uzaması, hatalı üretimin yapılması, üretime yardımcı olan cihazların arızalanması gibi durumlarla karşılaşılabilir ve stok sıfırlanabilir. Stoksuz kalma, müşteri hizmet düzeyini de doğrudan etkileyecektir. Bu gibi sorunlarla karşılaşmamak için güvenlik stoğu oluşturulmalıdır.



Şekil 5. Güvenlik Stoğunun Gösterimi

Kaynak:Tanyaş ve Baskak,2017,s.218

Emniyet stoğu hesaplarken, üretilen ürünlerle beraber alt parça, mamul, yarı mamul, hammadde gibi üretimi oluşturan parçalarında hesaplaması yapılmalıdır. Bazı işletmeler için, fazla güvenlik stoğu oluşturmak, stoktaki ürüne talebin azalması, bekleyen ürünün bozulması, ürün çeşitliliğinin pazarda artması, elde bulundurma maliyeti gibi dezavantajlar olabilir. Bu gibi olumsuzlukların işletmeleri etkilememesi için, optimal güvenlik stoğu seviyesi belirlenmelidir.

Optimal güvenlik stoğunun belirlenebilmesi için talep edilen ürünün seviyesi, tedarik süresindeki belirsizlik ve talepteki belirsizlik önemli faktör oluşturur.

1.3.4. Determistik Envanter

Kesintisiz çalışma politikasıyla ilerlemeyi planlayan şirketler optimal bir seviyede stok bulundururlar. Stok bulundurma bazı işletmeler açısından genel olarak mali yük gibi görülse de olası aksi durumlar için işletmelere kolaylık sağlar.

Fazla stok bulundurmak atıl stoğa sebep olurken, az stok olması ise pahalı üretim süreçlerine ve hizmet seviyesinin düşmesine neden olur. Stok sorunlarının oluşmaması için uygun stok kontrol politikasının belirlenmesi gerekmektedir.

Bir stok modelinin oluşturulmasında en önemli unsur, stoklara olan talebin deterministik yapıda veya olasılıklı tanımlamaların yapıldığı yapıda olmasıdır. Deterministik stok kontrol modeli, Ekonomik Sipariş Miktarı ve Ekonomik Üretim Miktarı belirleme yöntemlerinde sık kullanılmaktadır. Deterministik stok kontrol modeli statik (değişmeyen) veya dinamik (değişen) stok kontrol modeller olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.3.4.1. Determistik Statik Envanter Kontrol Modelleri

Deterministik statik stok kontrol modelinde talep kesin olarak bilinir ve sabittir. Zamanla talep değişkenlik göstermez. Talebin sabit olduğu düşünülerek yapılan stok planlamaları, işletmelere kolaylık sağlamaktadır.

1.3.4.2. Determistik Dinamik Envanter Kontrol Modelleri

Deterministik dinamik stok kontrol modelinde talep oranı statik envanter kontrol modellerinin aksine değişkenlik göstermektedir.

1.3.5. Stokastik (Probabilistik) Envanter

Stokastik, stok kontrolünde uygulanan bir modeldir. Stokastik envanter kontrol modeli, talep ve ön zamanın rastgele değişiklik gösteren bir yapıda olduğu düşünülür.

Stok kontrol modellerinin uygulanma amacı, minimum stok maliyeti oluşturmaktır. Diğer stok modellerinde olduğu gibi stokastik stok kontrol modelinin de uygulanma sebebi stok maliyetlerini minimize etmedir.

Stokastik varsayımlar şu şekildedir;

- Siparişin verildiği andan teslim alınana kadar ki geçen süre stokastiktir.
- Bu süre içinde cevap verilemeyen müşteri talepleri eksik stoğu ifade etmektedir.
- Talep zaman içinde değişkenlik gösterebilir.

Bir ürüne olan talebin zamanla değişmesi, talebin net olarak belirlenememesi ve aynı zamanda tedarik süresinin bilinmemesi söz konusu olduğunda stokastik envanter modeli uygulanır. (Q, R) modeli talebin net olmadığı durumlarda uygulanır. Burada Q sipariş verilecek veya üretimden beklenen miktar olup, R değeri ise yeniden sipariş noktasıdır.

(Q, R) modeli envanter malına olan talebin stokastik gerçekleştiği durumlar için çok kullanışlı olup tek eleştirilecek yönü ceza maliyetini de hesaplara katmasıdır. Bu sebeple hizmet seviyesi mantığı geliştirilmiştir.

1.3.6. Hizmet Seviyesi Yaklaşımı

Müşteri Hizmet Seviyesi, müşteri talebinin tam ve zamanında karşılanabilirliğinin değer olarak tanımlanmasıdır.

Teknolojinin ilerlemesiyle pazarlama yöntemleri de çeşitlilik kazanmıştır. Pazarlama yöntemleriyle müşteriye ulaşılabilirlik kolaylaşsa da müşterinin sürekliliğini sağlamak önemlidir. Bununla beraber, müşterinin talep ettiği ürünlerin

başka firmalar tarafından da karşılanabiliyor olması rekabetçi piyasa da müşteriye yüksek hizmet sağlamayı mecbur kılmıştır.

Müşteri talep ettiği anda talep ettiği kadar ürünü temin edebiliyorsa bu hizmetten memnun kalacaktır. Aksi bir durum söz konusu olduğunda müşteri memnuniyetsiz olacak ve ürünü başka firmalardan talep edecektir. Talebi müşterinin istediği şekilde karşılamak hem firmanın kazancını arttıracak hem de müşteri sürekliliğini sağlayacaktır.

Karşılanamayan talepler müşteri kaybına yol açacak ve şirket cirosunda da azalmalar yaşanacaktır. Bu sorunların en aza indirilmesi için firmaların güvenlik stoğu oluşturması gerekmektedir.

Tedarik sürelerinin uzun olması yada tedarik sürelerinin belirsiz olduğu durumlar için emniyet stoğu oluşturulur. Stoğa yapılan yatırım ne kadar artarsa hizmet seviyesi de o kadar artacaktır.

Müşteri hizmet düzeyi, elde bulundurmama maliyetinin tam olarak belirlenemediği durumlarda, “müşteri talebini karşılama oranı” olarak da kullanılabilir. Örneğin, 100 müşteri talebinin %98’ini karşılamak istiyorsak, müşteri hizmet düzeyi %98 olarak alınır. Diğer bir deyişle, %2 olasılıkla talep karşılanamayacak ve elde bulundurmama durumuna düşülecektir. (Tanyaş ve Baskak,2017,s.219)

Hizmet seviyesinin kullanıldığı (Q, R) modeli için literatürde iki tip hizmet seviyesi yaklaşımı vardır. Hizmet seviyesi yaklaşımı, Tip 1 ve Tip 2 olarak ayrılmaktadır.

Tip 1 Hizmet, talep süresince stoksuz kalmama olasılığını bize verecektir.

$$F(R) = \alpha$$

Tip 2 Hizmet, talebin stoktan karşılanması olasılığını bize verecektir. β ile ifade edilir.

$$\frac{n(R)}{Q} = 1 - \beta$$

$$n(Q) = EOQ (1 - \beta)$$

Bu amaçla aşağıdaki adımlar gerçekleştirilecektir:

1. EOQ değeri klasik olarak hesaplanacaktır.
2. $n(R) = EOQ(1 - \beta)$ ile $n(R)$ hesaplanacaktır. $n(R)$ ile beklenen stoksuz kalma miktarı ifade edilmektedir. β ile adet cinsinden gelen taleplerin tamamının yüzde kaç olasılıkla karşılanacağı belirlenir. Bunun adı tip-II hizmet seviyesidir.
3. $n(R) = \sigma L(z)$ ile $L(z)$ hesaplanacaktır.
4. Kayıp fonksiyon tablosundan z değeri hesaplanacaktır.
5. $R = \sigma z + \mu$ ile R değeri hesaplanacaktır.
6. Yine ilgili z değeri yardımıyla standardize loss function tablosundan $1 - F(R)$ değeri okunarak ve $Q = \frac{n(R)}{1-F(R)} + \sqrt{\frac{2K\lambda}{h} + \left(\frac{n(R)}{1-F(R)}\right)^2}$ ile Q değeri hesaplanarak 2.adımdaki gibi yeni $n(R)$ değerinin hesaplanır.
7. Q ve R değerlerinin ardışık iki değeri aynı çıktığında hesaplama sona erer.

1.3.7. Malzeme Gereksinim Planlaması (MRP)

Malzeme Gereksinim Planlaması (MRP), üretici ile satıcı arasındaki hareketleri takip eden bir uygulamadır. Üretimde gerekli ana malzeme gereksinimini söyleyen bilgisayar tabanlı bir kontrol sistemidir.

MRP sistemi taleplerdeki değişkenliğe anında cevap veren, stok maliyetlerinin azaltılması gibi faydalar sağlar. Stok bilgilerini, ürün ağaçlarını kaydederek taleplere göre üretim emirleri ve satınalma planları oluşturur. İşletmelerin çoğunda talep edilen düzeyde işleyişin devamı edebilmesi için MRP sistemi kullanılmalıdır.

Malzeme gereksinim planlaması yapan işletmeler, stok seviyelerini minimize eder, müşteri taleplerini en hızlı şekilde karşılayarak hizmet seviyesini artırır.

Montajın yapıldığı işletmeler için MRP en uygun yöntem olacaktır. MRP için zaman önemli faktörlerden biridir. MRP sistemi üretim de ihtiyaç duyulan bütün

malzemeleri en iyi parti büyüklüğüne getirir ve net gereksinimlerin ne zaman üretilceğini üreticiye söyler.

MRP sisteminin amacı, brüt ve net gereksinimleri için bilgi vermesidir. Belirli miktarda, belirli tarihte, talep edilen malzemenin karşılanabilmesi için, iş emri ve satınalma emri vermektedir. Bu çalışmaların yapılabilmesi için ürün gamındaki malzemenin kodu, ne kadar satıldığı, sipariş verildiği ve müşteriye teslim edileceği tarihler bilinmelidir.

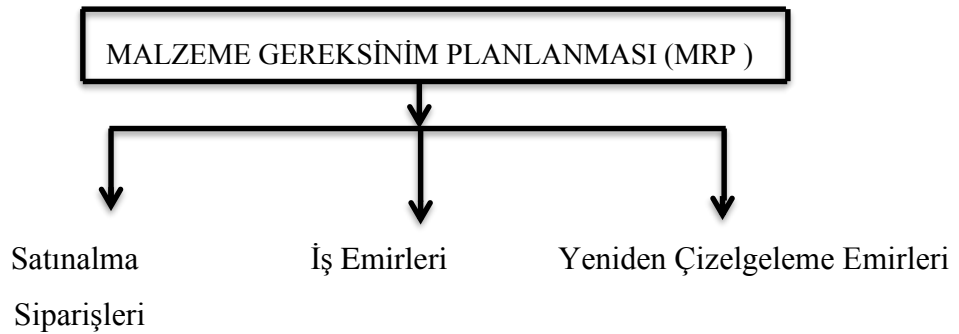
1.3.7.1. Malzeme Gereksinim Planlaması Sistemindeki Çıktılar ve Girdiler

MRP sisteminin temelini oluşturan çıktılar:

Sipariş talepleri: Satınalma tarafından onaylanan malzemelerin ne kadar olduğu ve ne zaman teslim edileceği bilgisi.

İş Emri Talepleri: Üretimi yapılacak malzemenin miktar ve tamamlanması için belirtilen tarih bilgisi.

Çizelgeleme Emirleri: Oluşturulan siparişlerin ve iş emirlerinin değişmesi durumunda gerekli revizelerin yapılması.



Şekil 6. Malzeme gereksinim planlaması sisteminin çıktıları

Kaynak: Acar (2003)'ten akt. Tanyaş ve Baskak (2017), s.235.

MRP sisteminin ana amaçları aşağıda özetlenmiştir:

1. Stokların planlanması ve denetlenmesi (Planlanan üretimi ve dağıtımı gerçekleştirebilmek için malzemelerin fabrikaya zamanında gelmesini sağlamak).
2. Malzemelerin istenilen zamanda (ne daha erken ne daha geç) fabrikada olmasının sağlanarak sistemde olabilecek az stoğun bulundurulması.
3. Üretim, dağıtım ve satınalma eylemlerinin planlanması, gerek üretim, gerekse satınalma açısından tedarik planlarının geliştirilmesi ve sürekli gözden geçirilip gerekli düzeltmelerin yapılması, diğer bir deyişle, hangi parçaların ne zaman satın alınacağını (veya üretileceğinin) tek tek belirlenmesi; parçanın bulunabilirliği ve teslim tarihleri hakkındaki en güncel bilgilere dayanarak, çizelgeleme ve kontrol işlemleri için önceliklerin saptanması. (Tanyaş ve Baskak,2017,s.234,235)

1.3.8. Ürün Ağacı

Malzeme Gereksinim Planlaması sisteminde, bir ürünün üretiminde bulunan bütün malzeme listesini ifade eder. Bir mamülün kaç kalem alt parçadan ve bu alt parçaların kaç adet olduğunu gösteren çizelgedir. Malzeme listesindeki bilgiler Ürün Ağacı (ÜA) şekline getirilerek sisteme aktarılır. Ürün ağaçları, boyutlarına, kullanıldığı yerlere, işlevlerine , sınıfına göre değişiklik gösterebilir.

1.3.9. Parti Büyüklüğü Belirleme

Müşteri taleplerine sağlıklı bir şekilde dönülebilmesi için gereksinimlerin belirlenmesi gerekmektedir. Parti büyüklüğünü satınalma sipariş miktarı ve iş emri miktarları oluşturur. Üretim ve satınalma gereksinimleri için parti büyüklüklerinin belirlenmesi MRP uygulaması için oldukça önem arz eder.

Parti büyüklüğü hesabı yapabilmek için ürün ağacında bulunan bütün alt parçalar bilinmeli ve gerekli olanlar belirlenmelidir. Sipariş planı net gereksinimin belirlenmesiyle yapılır. Satınalma sipariş miktarı ve iş emri miktarı belirleyebilmek için farklı yöntemler kullanılır.

1.3.9.1. Gereksinim Kadar Sipariş Miktarı (Lot For Lot-L4L) Yöntemi

Gereksinim Kadar Sipariş Miktarı Yöntem 'i, çoğunlukla raf ömrü uzun olamayan, talep değişkenliği gösteren, az ve pahalı alınan kalemlerde uygulanır. Bu yöntem, firmaların stoksuз çalıştığı ve elde bulundurma maliyetini minimuma indiren bir yöntemdir.

1.3.9.2. Sabit Sipariş Miktarı (Fixed Order Quantity-FOQ) Yöntemi

Bu yöntem, siparişin her zaman sabit olduğu durumlarda kullanılır. Gereksinimlerin dönemsel değiştiğini düşünürsek bu yöntem çok da sağlıklı olmayacaktır.

1.3.9.3. Ekonomik Sipariş Miktarı (Economic Order Quantity-EOQ) Yöntemi

Parti büyüklüğünün belirlenmesi, ekonomik sipariş miktarının hesaplanmasına dayanır. ESM değeri hesaplandıktan sonra sipariş miktarı belirlenir.

1.3.9.4. Değıştirilmiş Ekonomik Sipariş Miktarı (Modified Economic Order Quantity-MEOQ) Yöntemi

Bu yöntem, dönemsel değışimler için kullanılan bir uygulamadır. İşletmeler açısından oldukça sağlıklı bir yöntemdir.

1.3.9.5. Sabit Dönem Miktarı (Fixed Period Quantity-FPQ) Yöntemi

Bu yöntem, siparişlerin birçok dönemde toplam gereksinim olarak belirlendiğı bir uygulamadır.

1.3.9.6. Dönemsel Sipariş Miktarı (Periodic Economic Order Quantity POQ) Yöntemi

Bu yöntem de ekonomik dönem sayısı hesaplanır. Sipariş her defasında bu dönem sayısı hesabına göre verilir.

1.3.9.7. En Düşük Birim Maliyet (Least Unit Cost-LUC) Yöntemi

Bu yöntem de sipariş miktarları ve sipariş verme aralıkları belirli bir hesaba göre verilmez.

1.4. Talep Tahmini

Günümüz koşullarında ileriye yönelik belirsizliklerin artmasıyla talep tahmini konusu önem kazanmıştır. Talep tahmini, az hata payı barındıran bilimsel bir çalışmadır. İşletmeler yatırım yapmadan önce pazarda oluşabilecek talep düzeylerini değerlendirip buna karşılık bir tahmin yapmak isterler. Üretim yapan işletmeler, üretilmesi gereken mamüller için talep tahmini yapmadan üretim planlaması yapmazlar.

Talep rakamları, tüketicinin taleplerini, pazardaki ihtiyaçlar, rakiplerin düzeyi, tüketici yaklaşımı, ürün çeşidi, depolama olanakları, satış hedefleri vb. gibi durumlar göz önünde bulundurularak tespit edilir.

Müşterinin hangi üründen ne kadar isteyeceği, buna göre hangi ürünün üretileceği ve müşteri taleplerinin daha çok hangi zaman aralıklarında isteyecekleri talep tahmini yapmakta belirleyeceği veriler olacaktır.

Geçmişteki bilgiler kullanılarak gelecek konusunda sezgisel yaklaşımlarda bulunmak sağlıklı sonuçlara ulaştırmayabilir. Bu yüzden yönteme dayalı tahminler kullanılmalıdır.

1.5. Talep Tahmini Çeşitleri

Ülkenin içinde bulunduğu ekonomik, politik şartlar, ürünlerin çeşitliliği, ürünün pazardaki yeri ve değeri gibi durumlar farklı olacağı için farklı talep tahminleri uygulanmalıdır. Talep tahmini üç farklı zaman için uygulanmaktadır.

1.5.1. Uzun Vadeli Talep Tahmini

Yeni işletmelerin kurulması, var olan tesisin revizyonu ya da büyütülmesi, yeni teknoloji kaynaklarına yatırım yapılması gibi durumlarda kullanılır. Talep tahmini süresi uzadıkça gerçeğe yaklaşma oranı düşük olmaktadır. Genellikle 5 yıldan daha uzun süreleri içermektedir.

1.5.2. Orta Vadeli Talep Tahmini

Üretim için gerekli malzemelerin tedarik işlemleri başlatılmış, fakat tedarik süreci belirsiz olan, mevsimsel dalgalanmaların olduğu durumlar için kullanılır. Genellikle 6 ay ile 1 yıl arası süreleri içerir.

1.5.3. Kısa Vadeli Talep Tahmini

Kısa dönemli üretimlerde gereksinimlerin belirlenip, iş emirlerinin oluşturulduğu, programlama ve çizelgelemelerin yapıldığı durumlarda kullanılır. Genellikle 3-6 ay arası süreleri içerir.

Talep tahminlerinde vadenin kısılması gerçeğe ulaşmayı kolaylaştırmaktadır. Uzun dönemli talep tahminlerinde ise yüksek düzeyde belirsizlikler oluşacaktır.

1.6. Talep Tahmini Evreleri

➤ Data Toplanması

Araştırmanın niteliğini belirleyecek ve reel sonuçlara ulaşmaya yardımcı olacak bir adımdır. Talep tahmini için gerekli olacak veriler toplanmadan tahmin yapılması güçleşecektir. Geçmişte kayıtlı satışlar, işlemin zamanı, mali tablolar toplamadan sonuçlar gerçekliğini yitirecektir.

➤ Talep Tahmin Döneminin Tespit Edilmesi

Talep tahmini için dönemin uzunluğu önem taşımaktadır. Tahmin yöntemleri uzun, orta ve kısa vadeli olarak uygulanmaktadır.

➤ **Tahmin Metodlarının Tespiti ve Hata Hesabının Test Edilmesi**

Toplanan dataların değişme biçimleri, belirsiz olması gibi durumlar metod seçimi için önem arz eder. Kullanılan metodun hata seviyesi hesaplanmalıdır.

➤ **Tahmin Sonuçlarının Geçerliliğinin Araştırılması**

Yapılan tahminler ile reel değerler arasında farklar oluşabilir. Bu farkların tespit edilmesi gerekmekte ve sebepleri araştırılmalıdır.

1.7. Talep Tahmin Yöntemleri

Geçmişe ait veriler toplanır, zaman içerisindeki değişimler gözlemlenir ve gelecek için talep tahminleri yapılır. Zaman serisindeki değişkenler; gün, ay, saat gibi zaman birimleridir.

- **Eğilim:**

Geçmişe ait verilere bakıldığında sürekli artma ya da azalma eğilimi gözlemlenmektedir. Sürekli aynı seviyede değişim gösteren eğilim regresyon modeli ile matematiksel olarak gösterilebilir.

- **Mevsimsel Değişim:**

Mevsimsel dönemlere göre verilerin azalma ve artış göstermesidir. Örneğin kışın çizme ve yazın güneş kremi satışları diğer mevsimlere nazaran daha yüksek olacaktır.

Her mevsim için daha önceki yıllarda aynı mevsim de olan talepler toplanır. Ortalamadan % sapması mevsimselliği verecektir.

- **Periyodik Dalgalanma**

Uzun vadede oluşan talep dalgalanmalarını ifade eder. Tahmini zor olan durumlardır.

- **Rastgele Değişim**

Sistematik bir düzene sahip olmayan, belirsiz ve düzensiz değişimlerdir.

1.7.1 Otokorelasyon

Otokorelasyon, bir zaman serisinde k gecikmeli terim arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığının göstergesidir. Eğer anlamlı bir ilişki var ise otokorelasyon değeri yükselir. Bu değer ρ_k ile gösterilir. Tahmincisi olan r_k aşağıdaki şekilde hesaplanır:

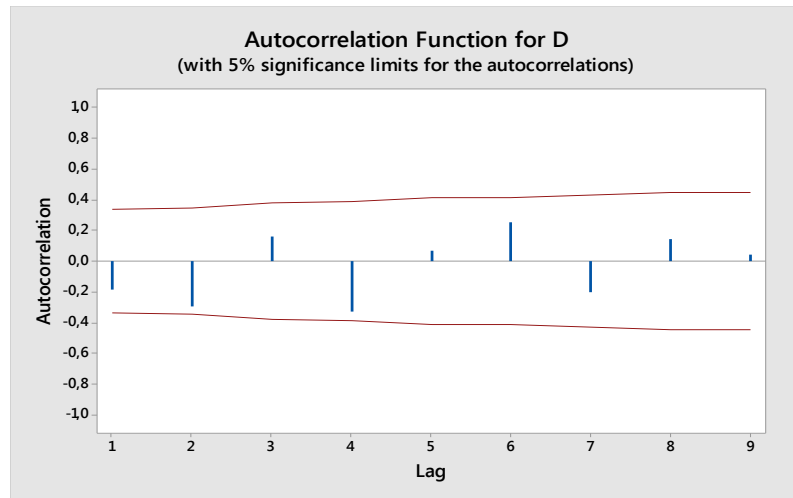
$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (D_t - \bar{D})(D_{t-k} - \bar{D})}{\sum_{t=1}^n (D_t - \bar{D})^2}$$

Burada;

D_t : t 'inci dönemdeki gerçek talep

$\bar{D}$: Geçmiş taleplerin ortalamasıdır.

Otokorelasyon farklı k gecikme değerleri ile hesaplandığında otokorelasyon fonksiyonuna (acf: autocorrelation function) dönüşür. Aşağıdaki şekilde bir zaman serisine ait otokorelasyon fonksiyonu çizdirilmiştir. Fonksiyonun alt ve üst sınırlar içerisinde kalması seride herhangi bir otokorelasyon olmadığını gösterir.



Şekil 7. Örnek Otokorelasyon Fonksiyonu

1.7.2 Ljung-Box Q Testi

Bu test, zaman serisinin otokorelasyon içerip içermediğini anlamak için kullanılan bir portmanto testidir. Test prosedürü şu şekildedir:

Önce hipotezler kurulur:

- $H_0: \rho_k = 0$ bütün $k \leq m$ değerleri için
- $H_a: \rho_k \neq 0$ bazı $k \leq m$ değerleri için

Test istatistiği

- $Q_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{(r_k)^2}{(n-k)}$
- $m = \text{test edilen katsayıların sayısı (serbestlik derecesi)}$
- $n = \text{gözlem sayısı}$

Karar Kuralı (Level α, n, m)

Eğer $Q_m > \chi^2_{\alpha}(m)$ ise H_0 reddedilir. Aksi halde H_0 reddedilmez. $\chi^2_{\alpha}(m), m$ serbestlik derecesiyle chi-square dağılımının $\alpha * \%100$ noktasında kritik değerdir. Sonuç:

H_0 reddedilirse yaklaşık $(1 - \alpha) * \%100$ güvenilirlikle serinin rasgele olmadığı sonucuna varılır. (örneğin seride bir trend veya autocorrelation'ın varlığından bahsedebiliriz.)

H_0 reddedilmez ise bu durumda trend içermeyen rasgele yöntemlerden faydalanılabilir.

1.7.3 ARIMA Modelleri

Box ve Jenkins tarafından geliştirilmiş (Box ve Jenkins, 2016), sabit serilerin gelecek değerlerinin tahmin edilmesinde kullanılan bir yöntemdir. ARIMA, autoregressive integrated moving average (otokorelatif entegre hareketli ortalama)

ifadesinin kısaltmasıdır. $ARIMA(p,d,q)$ şeklinde gösterilir. p ; modelin otoregresif seviyesini gösterir ve $AR(p)$ ifadesine karşılık gelir. d ; seri sabit değilse kaç fark serisi alınacağını, q ; $MA(q)$ ifadesinin karşılığı olup modeldeki hareketli ortalama seviyesini göstermektedir (Nahmias ve Olsen, 2015).

Genel olarak aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$ARIMA(p, d, q) = \Phi_p(B)\nabla^d D_t - c + \Theta_q(B)\epsilon_t$$

Örneğin $ARIMA(1,1,1)$ aşağıdaki şekilde bir tahmin modeline dönüşür:

$$D_t = D_{t-1}(1 + a_1) - a_1 D_{t-2} + c + \epsilon_t - b_1 \epsilon_{t-1}$$

Burada;

D_t : t 'inci dönemdeki gerçek talep

a_1 : otoregresif ifadenin birinci katsayısı

b_1 : Hareketli ortalama ifadesinin birinci katsayısı

e_t : t 'inci dönemin tahmin hatasıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

SU ARITMA SEKTÖRÜNDE ENVANTER PLANLAMASI

2.1. Su Arıtım Sektörü

Dünya nüfusunun artmasıyla doğal su kaynakları, yeraltı ve yüzey suları git gide azalmaktadır. Teknolojinin, endüstrinin hızla büyümesi, artan ve büyüyen sanayi kaynakların kirliliğini de beraberinde getirmiştir. Bu sebeple tüm dünyada sağlıklı ve kaliteli suya ulaşmak hayati önem arz etmektedir.

Gelişen çevre teknolojileri ile canlı sağlığı düşünülerek daha sağlıklı ve kaliteli su sağlanmaya başlanmıştır. Günümüz ihtiyaçlarına cevap vermesi için çevre teknolojilerine yapılan yatırım da artmıştır.

Suyun içerisinde bulunan kirletici parametrelerin sudan uzaklaştırılmasına arıtma denir. Su sadece canlı tüketimi için değil günümüzde birçok amaçla kullanılmaktadır. Fabrikalarda üretimde, atölyelerde, laboratuvarlarda, kozmetik, ilaç, deterjan üreten işletmelerde, diyaliz ünitelerinde, evlerde, okullarda, kamu kurumlarında ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2. Envanterin Evsel Su Arıtma Sektörü İçin Önemi

Günümüzde ekonomik şartların zorlaşmasıyla işletmelerin finansal olarak zorlandığı ve sürekli emniyetli çalışmalar yaptığı görülmektedir. Ekonominin dalgalanmalar yaşadığı bu dönemlerde işletmelerin envanter politikalarını doğru belirlemesi ve uygulaması önem arz etmektedir.

Evsel su arıtma sektöründe ani müşteri taleplerinin olması, üretimde kullanılan bazı alt parçaların yurtdışından gelmesi envanter planlamayı sürekli hale getirmiştir.

2.3. Evsel Su Arıtma Sektöründe Envanter Bulundurmanın Yararları

Su arıtma sektörüne yeni giren işletmelerin talepleri, üretimde ihtiyaç duyulan bazı alt parçaların yılın belli dönemlerinde sipariş verilmesi, tedarik süresinin maksimum iki ay gibi bir süre olması, evsel su arıtma sektörü için envanter bulundurmayı gerekli kılmıştır. Bu sayede mevcut müşteriyi bekletmeme, yeni müşteri kazanma ve alt parçalar için zaman kayıplarını en aza indireceği gibi tekrar sipariş oluşturmaktan kaynaklanacak ekstra nakliye ücreti de ortadan kalkacaktır.

2.4. Evsel Su Arıtma Sektöründe Envanter Bulundurmanın Dezavantajları

- ✓ Envanter tutma maliyeti oluşması, (Kira, elektrik, vergi, sigorta, bekleme süreleri gibi)
- ✓ Bekleyen alt parçaların zamanla korozyona uğraması, bozulması, eskimesi,
- ✓ Teknolojinin ilerlemesiyle ürünlerin geliştirilmesi sonucu üretilecek yeni ürün için stoktaki malzemelerin bazılarının kullanılmaması,
- ✓ Depo/ yer ihtiyacı ve depo giderleri,
- ✓ Bekleyen bazı ürünlerin piyasada değerini kaybetmesi.

2.5. XYZ Firması Hakkında Genel Bilgi

XYZ su arıtma sistemleri firması 2001 yılında İstanbul ‘da kurulmuş olup su arıtma sistem sektöründe faaliyet gösteren, toptan su arıtma sistemleri ve bu sistemlere ait muhtelif parça temini sağlayan, iç ve dış pazarlarda aranılan firma haline gelmiştir. Merkez ofis ve fabrikası İstanbul’ da bulunan XYZ firmasının, İzmir, Adana ve Ankara’ da şubeleri bulunmaktadır. XYZ firması Türkiye ve Avrupa’ da satış yapan birçok su arıtma firmalarına toptan cihaz hizmeti sunmakta olup tezgah altı ve tezgah üstü olarak farklı işlevlere sahip, müşteri taleplerine göre özel cihazlar üretebilmektedir. Üretilen cihazlardan su arıtımı sonrası sağlıklı ve kaliteli su sağlanmaktadır. Büyüme performansı her geçen gün daha da artan XYZ firması su arıtma sektöründeki uluslararası firmaların Türkiye distribütörlüklerine

sahiptir. XYZ firmasının misyonu, ürün teknolojilerini daima kontrol ederek, performans geliştirmek, küresel rekabet ortamında doğru envanter planlaması yaparak, müşteri taleplerine, istenilen zamanda, istenilen kalitede cevap vererek müşteri hizmet seviyesini maksimumda tutmaktır.

2.6. Su Arıtma Üretiminde Kullanılan Malzemeler ve Ürün Ağacı

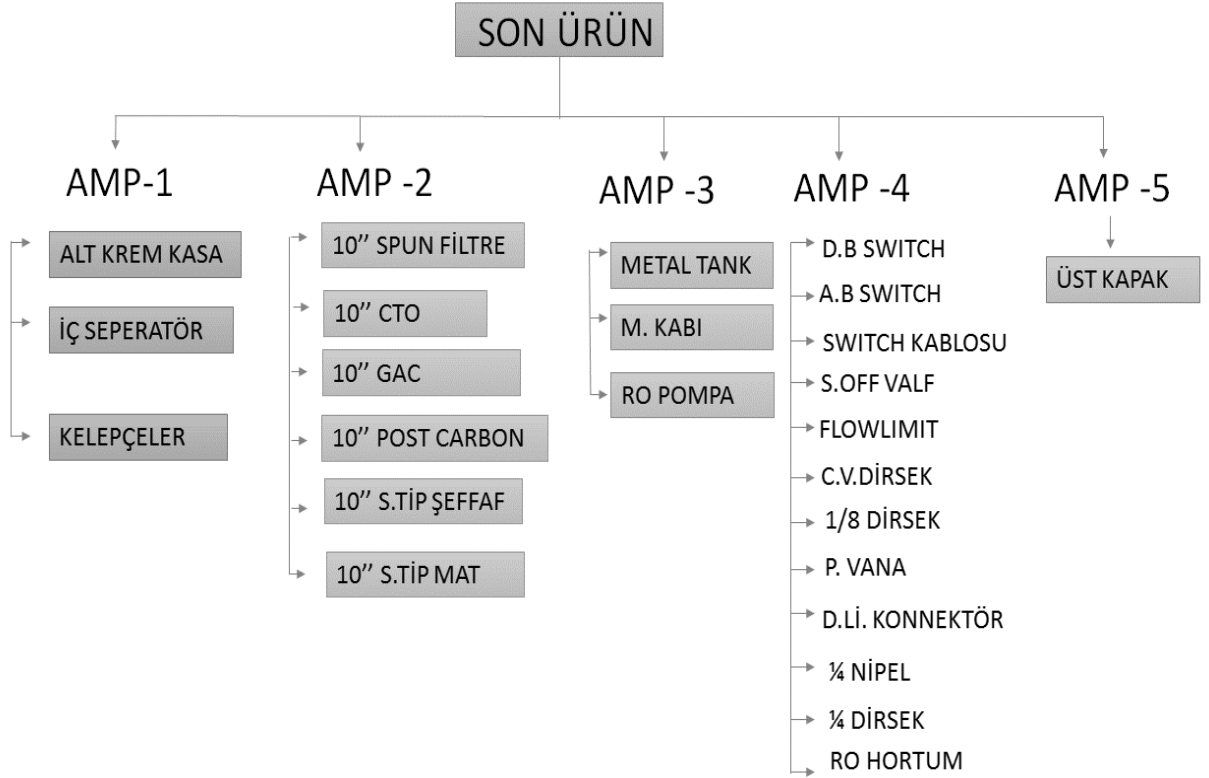
Su arıtma sistemlerinde kullanılan malzemeler aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Su Arıtma Cihazı Üretimde Kullanılan Alt Parçalar

ALT KREM KASA	1 ad
İNLINE ÜST ŞEFFAF MAVİ	1 ad
KASA İÇ SEPERATÖR	1 ad
10" ELYAF SPUN FİLTRE 5 MİCRON	1 ad
10" CTO Blok - Kömür Bazlı	1 ad
10" GAC - Kömür Bazlı	1 ad
2" Post Karbon - Jaco	1 ad
10" Spring Tip Housing - Mat 1/4	2 ad
10" Spring Tip Housing - Şeffaf 1/4	1 ad
METAL TANK 2,2 Galon	1 ad
18x12 Membran Dış Kabı	1 ad
R.O. Pompa 75 GPD (AYAKSIZ)	1 ad
R.O ADAPTÖR ELEKTRONİK ECO 24V(PRİZMA&SAFİR)	1 ad
JACO Düşük Basınç Switch	1 ad
JACO Yüksek Basınç Switch	1 ad
SWITCH KABLOSU	1 ad
JACO SHUTOFF VALVE 1/4"	1 ad
JACO FLOWLİMİT 300	1 ad
JACO 1/8" CHECK VALVE DİRSEK	1 ad
JACO 1/8" DİRSEK 4/6	2 ad
JACO 1/4" DİRSEK İÇ DİŞLİ 4/6	1 ad
QUICK PLASTİK VANA 4/6-4/6	1 ad
JACO DİRSEKLİ KONNEKTÖR 4/6-4/6	3 ad
JACO 1/4" NİPEL	1 ad
QUICK 1/4" DİRSEK 4/6	6 ad
QUICK TE 4/6-4/6-4/6	1 ad
JACO 3/8" DİRSEK 4/6	2 ad
RO Filtre Kabı Anahtarı	1 ad
Hat Alma Aparatı 3/8" - 1/4" - 3/8"	1 ad
Mini Küresel Vana 1/4" Jaco	1 ad
RO Hortum 4/6-3. (1Top)	8 ad
Büyük kelepçe	2 ad

Arıtma cihazı 5 bölümden oluşmaktadır. Son ürüne ilişkin, üretim ve montaj aşamasında kullanılan alt montaj parçalar Tablo 2. de gösterilmiştir.

Tablo 2. Üretim ve Montaj Aşamasında Kullanılan Alt Montaj Parçalar



Tablo 2. de ürün ağacı verilen, son ürünü oluşturan alt montaj parçalar Şekil 7. de, Şekil 8. de Şekil 9. da, Şekil 10. da, Şekil 11. de, Şekil 12. de, Şekil 13. de gösterilmiştir. Alt montaj parçalarının montajlanmasından sonra ara bağlantılarının yapılması Şekil 14. de ve ürünün son halini Şekil 15. de verilmiştir. Montajlanan son ürün son kullanıcıya gitmeden kontrol testinden geçmektedir. Bu durum, Şekil 16. da gösterilmektedir. Kontrol testinden geçen ürünler paketlenerek stoklanmaktadır. Stoklanan ürünler Şekil 17. de verilmiştir.



Şekil 8. Alt Krem Kasa



Şekil 9. Blok, Gac ve Cto Karbon Filtre



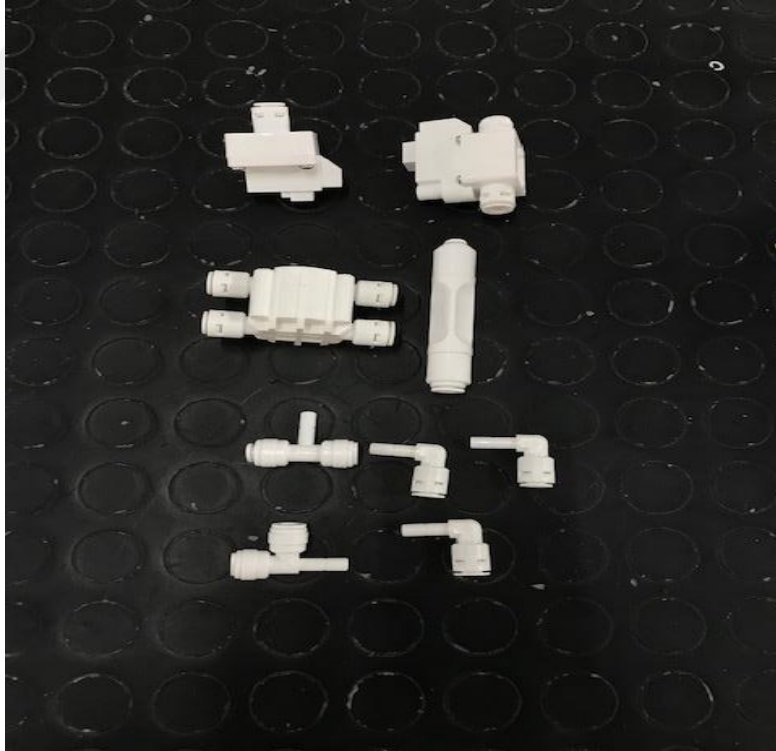
Şekil 10. Membran Dış Kabı



Şekil 11. Filtrelerin Membran Dış kabına Geçirilmiş Hali



Şekil 12. Metal Tank ve R.O Pompa



Şekil 13. Düşük/ Alçak Basınç Switch, Dirsek, Konnektör



Şekil 14. Alt Parçaların Ara Bağlantılarının Yapılması



Şekil 15. Evsel Su Arıtma Cihazının Tamamlanmış Hali



Şekil 16. Su Arıtma Cihazlarının Üretim ve Montajdan Sonra Test Edilmesi



Şekil 17. Su Arıtma Cihazlarının Stoklanması

2.7. Su Arıtma Malzemelerine Yönelik Envanter Planlamada Hizmet Seviyesi Yaklaşımı

İşletmeler tatminkar satışlar yaparak sürdürülebilir kâr sağlamayı hedeflerler. Bu hedefler doğrultusunda müşteri memnuniyeti ve sadakatini maksimumda tutmak zorundadırlar. Müşteri taleplerini karşılama oranı müşteri hizmet seviyesini belirlemektedir.

Su arıtma ekipmanlarına yönelik taleplerin değişkenlik göstermesi, pazara yeni su arıtma firmalarının katılması envanter planlamayı mecbur hale getirmiştir. Doğru bir envanter planlama, müşteri taleplerine hızlı dönüş yapmayı sağlayacağı için hizmet seviyesini de arttıracaktır.

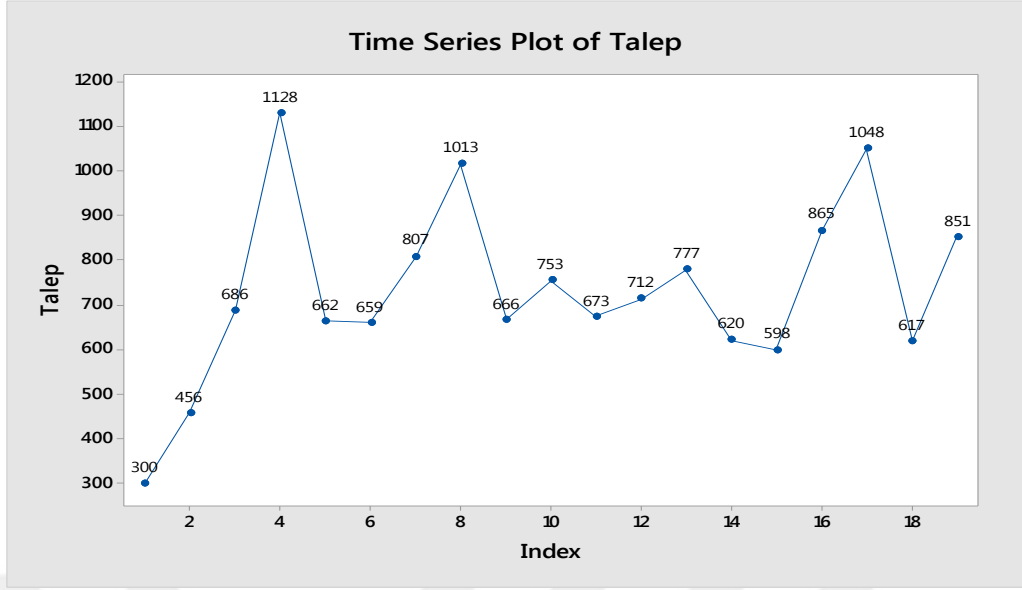
Su arıtma cihaz üretimi yapıldıktan sonra müşteri memnuniyetini arttırmak için müşteriye gitmeden önce bütün cihazlar su ve hava testlerinden geçer. Bu testlerde oluşabilecek hatalar belirlenir, nedenlerine bakılır ve çözüm üretilir.

2.8. Su Arıtma Sistemlerinde (Q, R) Envanter Sistemi ve Hizmet Seviyesi Yaklaşımı

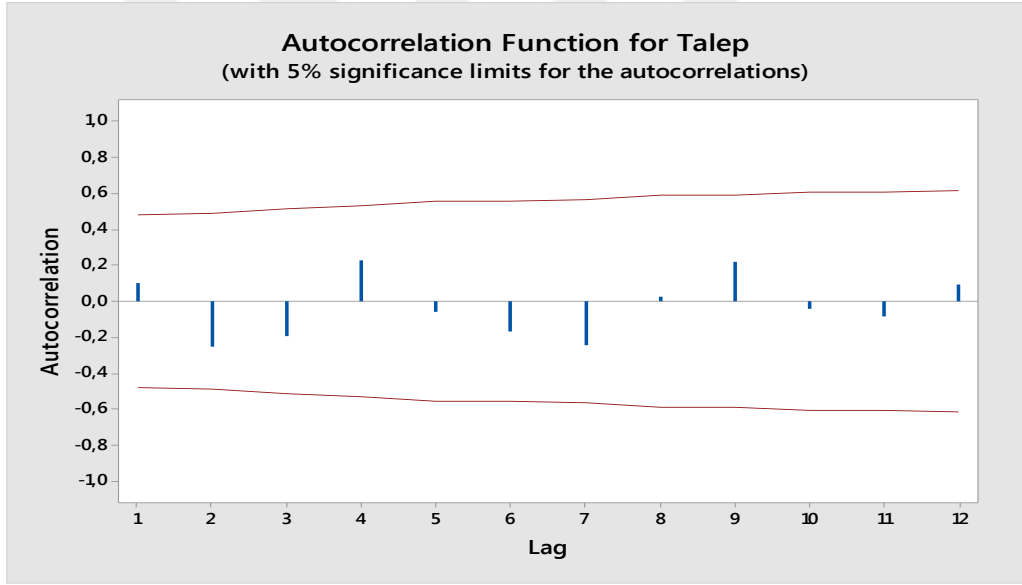
2.8.1. Talep Özelliklerinin İncelenmesi

XYZ firmasının muhasebe ve satış raporlamalarından alınan bilgilere göre, su arıtma cihazı için 2017 yılı ocak ayından 2018 yılının 7. Ayına kadar olan talepler çıkarılmıştır. Ürün talepleri incelendiğinde 19 aylık talebin zaman serisi grafiği oluşturulmuştur. Grafik aşağıda verilmiştir.

Bu grafik incelendiğinde iki yıl boyunca belirli bir dönemde trend ve veya mevsimsellik gibi bir bileşenin olmadığı yönünde subjektif değerlendirmeler yapılabilir. Teşhisi daha da ileri götürmek amacıyla serinin 12 gecikmeli otokorelasyon fonksiyonuna (acf) bakmak yerinde olacaktır. Söz konusu fonksiyon aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 18. Talebin Zaman Serisi Diyagramı



Şekil 19. Talep için Otokorelasyon Fonksiyonu

Otokorelasyon grafiği Şekil 18’ da ulaştığımız sonuçları desteklemektedir. 12 gecikme boyunca seride anlamlı bir otokorelasyon görülmemektedir. Bu durum LBQ istatistiklerine de yansımıştır. Tablo 3’de söz konusu acf’nin 12 gecikme için LBQ istatistikleri de verilmiştir.

Tablo 3. LBQ İstatistikleri

Lag	ACF	T	LBQ	Ki-Kare Kritik Değeri $\alpha = 0,05$ için
1	0,099939	1,72	0,22	3,841459
2	-0,252201	0,86	1,71	5,991465
3	-0,191836	-0,01	2,63	7,814728
4	0,230879	0,68	4,05	9,487729
5	-0,060139	-0,48	4,15	11,0705
6	-0,171091	-0,46	5,05	12,59159
7	-0,246272	-1,03	7,07	14,06714
8	0,027705	-0,10	7,10	15,50731
9	0,216953	0,55	8,97	16,91898
10	-0,045881	-0,17	9,07	18,30704
11	-0,084210	-0,30	9,42	19,67514
12	0,093009	-0,30	9,91	21,02607

LBQ istatistikleri ilgili ki-kare kritik değerleri ile karşılaştırıldığında hep küçük kalmakta ve bu sonuçlarla 12 gecikmenin herhangi birinde bir otokorelasyon tespit edilememektedir.

Aynı talep dizisine RUNS testi de uygulandığında benzer sonuçlar alınmaktadır. Minitab v18 ile yapılan RUNS testi sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. 0,470 p-değeri ile H_0 hipotezi reddedilememektedir.

Tablo 4. Runs Test

Runs Test: Talep

Descriptive Statistics

Number of Observations			
N	K	$\leq K$	$> K$
19	686	10	9

Test

Null hypothesis H_0 : The order of the data is random
Alternative hypothesis H_1 : The order of the data is not random

Number of Runs		
Observed	Expected	P-Value
12	10,47	0,470

The p-value may not be accurate for samples with fewer than 11 observations above K or fewer than 11 below.

Bu durumda serinin sabit bir seri olduğu yönünde elimizde güçlü kanıtlar bulunmaktadır.

SPSS Statistics v.20 paketi ile expert modeller üzerinden tahmin modelinin ne olduğu ve 2019 aralık ayı talep tahminlerinin nasıl gerçekleşeceği incelenmiş olup sonuçlar SPSS çıktısı olarak aşağıda sunulmuştur:

Tablo 5. Model Tanımlama

Model Description			
			Model Type
Model ID	Talep	Model_1	ARIMA(0,0,0)

Tablo 5 bize modelin ARIMA (0,0,0) olduğunu belirtmektedir. Bu haliyle basit bir model kullanarak tahmin yapabileceğimizi görmekteyiz.

Tablo 6. Model Fit- Modelin Uyum İstatistikleri

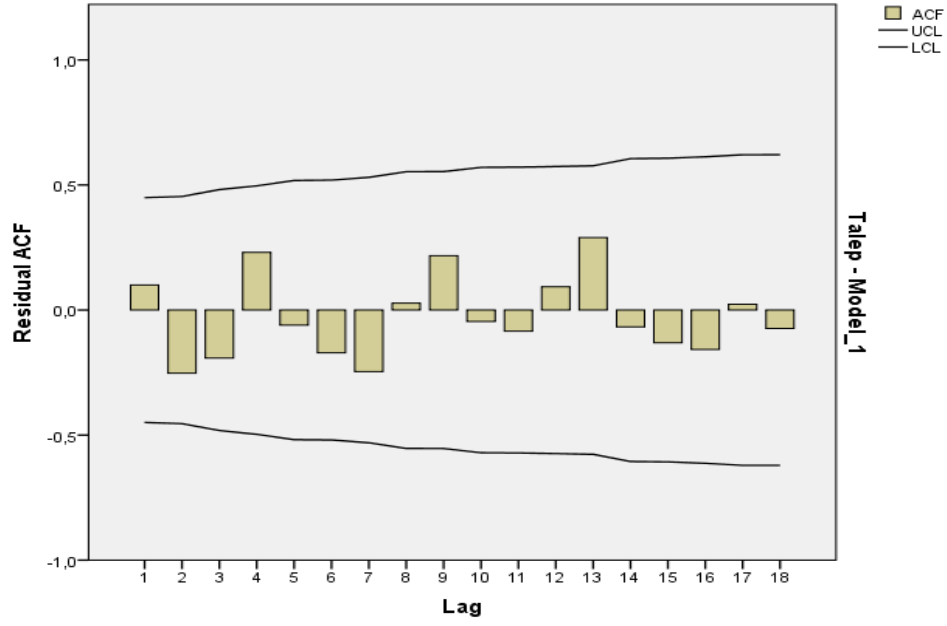
Model Fit	
Fit Statistic	Mean
Stationary R-squared	6,661E-016
R-squared	6,661E-016
RMSE	197,578
MAPE	23,831
MaxAPE	143,702
MAE	146,648
MaxAE	431,105
Normalized BIC	10,727

Tablo 6 ‘da modelin uyum istatistikleri verilmiştir. SPSS Expert Modeler modülü, zaten bu istatistikleri en iyileyen bir model önerisinde bulunduğu için, Tablo 6 bilgi amaçlı sunulmuştur.

Tablo 7. ARIMA Model Parametreleri

ARIMA Model Parameters							
				Estimate	SE	t	Sig.
Talep-Model_1	Talep	No Transformation	Constant	731,105	45,327	16,129	,000

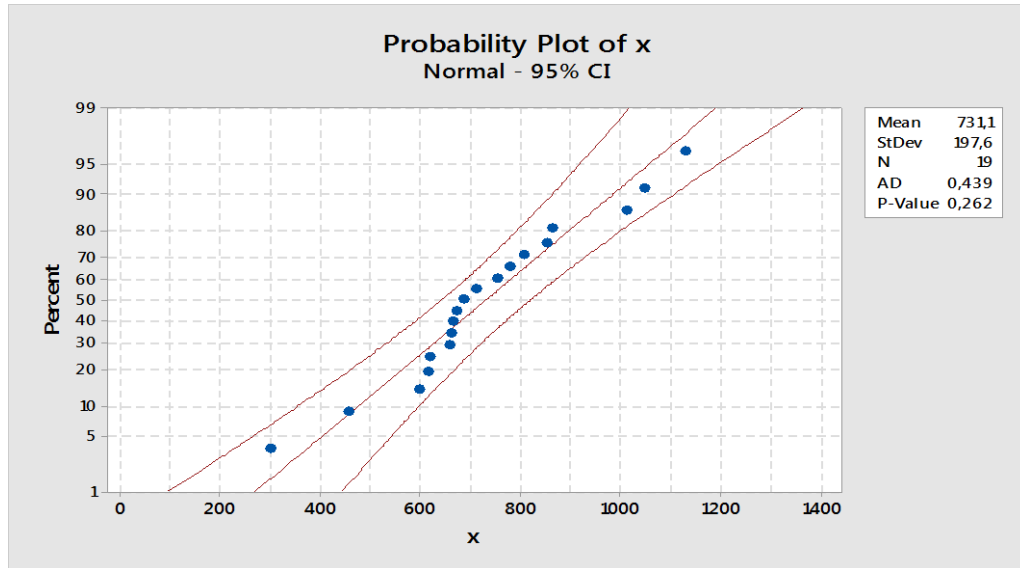
Tablo 7 ‘de ise model parametresi olarak sabit 731,105 değerinin kullanılması önerilmiştir. Modelin kullanılması durumunda ortaya çıkan hata değerleri acf, Şekil 20 ‘de verilmiştir. Hata analizi de modelin uygun bir tahmin ürettiğini göstermektedir.



Şekil 20. Hata Değerleri

Bu durumda modelin kullanılabilir olduğuna kanaat getirdiğimizden, firmanın aylık 731,105 adet ortalama ve 197,578 adet standart sapma ile normal dağılan bir talebi olduğu kabul edilecektir.

Söz konusu dağılım parametrelerinin uygunluğu, Şekil 21 'deki olasılık grafiğinden de anlaşılmaktadır.



Şekil 21. Olasılık grafiği

2.8.2. Toplam Maliyet Fonksiyonu Parametrelerinin Tespiti

Şimdi ise toplam maliyet fonksiyonunda yer alan diğer parametreleri hesaplamak gerekir. Bunlardan ilki elde bulundurma maliyetidir. Elde bulundurma maliyeti için öncelikle ürünün birim maliyetinin tespiti gerekmektedir. Tablo 8. incelendiğinde bu maliyetin 31 alt parça için toplam 92,16 pb olduğu görülür.

Tablo 8. Toplam Maliyet Fonksiyonu Parametreleri

Kodu	Adı	Adet	Toplam	Tutar (pb)
Kod1	Parça1	1	1	15,75
Kod2	Parça2	8	8	1,00
Kod3	Parça3	2	2	1,00
Kod4	Parça4	1	1	2,75
Kod5	Parça5	1	1	3,00
Kod6	Parça6	1	1	3,50
Kod7	Parça7	1	1	1,90
Kod8	Parça8	1	1	16,00
Kod9	Parça9	1	1	14,00
Kod10	Parça10	1	1	6,00
Kod11	Parça11	1	1	1,60
Kod12	Parça12	1	1	0,90
Kod13	Parça13	1	1	0,63
Kod14	Parça14	1	1	1,10
Kod15	Parça15	1	1	1,10
Kod16	Parça16	1	1	0,85
Kod17	Parça17	2	2	0,08
Kod18	Parça18	7	7	0,08
Kod19	Parça19	1	1	0,13
Kod20	Parça20	1	1	1,10
Kod21	Parça21	2	2	0,11
Kod22	Parça22	1	1	0,15
Kod23	Parça23	1	1	0,15
Kod24	Parça24	3	3	0,20
Kod25	Parça25	8	8	0,08
Kod26	Parça26	1	1	1,05
Kod27	Parça27	1	1	0,70
Kod28	Parça28	1	1	1,25
Kod29	Parça29	1	1	6,50
Kod30	Parça30	1	1	8,50
Kod31	Parça31	1	1	1,00
Toplam				92,16

Ayrıca firmanın muhasebe kayıtlarından sermaye maliyetinin toplam maliyetinin yaklaşık %20'si kadar olduğu görülmektedir. İlave olarak vergi, sigorta, depolama, bozulma gibi giderlerin de %5 katkısı olacağı tahmin edilmekte sonuç olarak $I = \%25$ düzeyinde bir oran tahmin edilmektedir.

Bu durumda elde bulundurma maliyeti;

$h = I \cdot c$ ile hesaplama yapılırsa $h = 0,25 * 92,16 = 23,04\text{pb}$ olarak bulunur.

Bunun ay cinsinden değeri $23,04/12 = 1,92\text{pb}$ olmaktadır.

Ürünün bir işçi tarafından üretilmesi (montajlanması) yaklaşık 30 dakika sürmektedir. Bu da günde 16 ürünün montajlanabileceğini göstermektedir. Bu ürün için fabrikada 20 işçi çalıştırıldığı düşünülürse günde 320 adet, ayda ise (20 iş günü kabulü ile) 6400 adet üretim imkânı vardır.

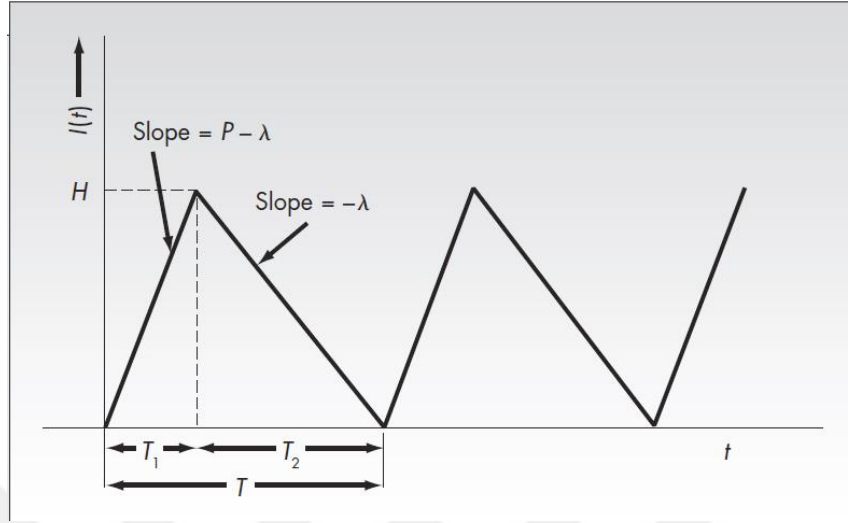
Sonlu üretim hızı durumu söz konusu olduğundan elde bulundurma maliyeti yerine değiştirilmiş elde bulundurma maliyeti kullanılmalıdır.

Nahmias ve Olsen (2015) tarafından değiştirilmiş elde bulundurma maliyeti miktarı;

$$h' = h \left(1 - \frac{\lambda}{P} \right) = 1,92 \left(1 - \frac{731,105}{6400} \right) = 1,70 \text{ pb} \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Hazırlık maliyeti için firmanın kırtasiye ve nakliye giderleri göz önüne alınacaktır. Buna göre yıllık bazda; Haberleşme Giderleri 33077,61TL, Kırtasiye Giderleri 13461,93TL ve Nakliye Giderleri de 121056,75TL olmaktadır. Toplam yıllık 167596,29TL olan giderlerin aylık tutarı $167596,29/12=13966,36\text{TL}$ olmaktadır. Bu miktar 2018 yılı itibariyle 695 kez çıkış yapan ürün için gerçekleştiği düşünülürse çıkış başına $167596,29/695=241,15\text{TL}$ 'lik yani 40,19pb'lik (dolara çevirdik) bir hazırlık maliyetinin hesaplanması mümkündür.

İncelenecek yapı Şekil 22’de verilmiştir.



Şekil 12. Hazırlık Maliyetlerinin Hesaplanması

Kaynak: Nahmias ve Olsen, 2015

2.8.3. En uygun Hizmet Seviyesi Yaklaşımı

Ancak burada bir hizmet seviyesi mantığı da geliştirilecektir. Belirli hizmet seviyelerinde toplam ortalama envanter maliyetlerinin ne olacağına bakılarak en uygun hizmet seviyesinin belirlenmesine çalışılacaktır. Bunun için Q, R sistemlerinde hizmet seviyesi yaklaşımı kullanılacaktır.

Hesaplamalar aşağıdaki gibi yapılır:

$$EOQ = Q_0 = \sqrt{2K\lambda/h'} = \sqrt{2(40,19)(731,105)/1,70} = 185,926$$

$$\beta = 0,80 \text{ 'den başlayacak şekilde } n(R) = 185,926 * (1 - 0,80) = 37,1851$$

$$L(z) = \frac{n(R)}{\sigma} = \frac{37,1851}{197,578} = 0,1882 \text{ olduğunda tablodan } z = 0,54 \text{ okunur.}$$

$$R_0 = \sigma z + \mu = 197,578 * 0,54 + 731,105 = 837,797 \text{ olur.}$$

$1 - F(R_0)$ değeri ilgili z değeri ile 0,2946 okunur. Daha sonra;

$$Q_1 = \frac{37,1851}{0,2946} + \sqrt{\frac{2(40,19)(731,105)}{1,70} + \left(\frac{37,1851}{0,2946}\right)^2} = 350,947$$

Bu hesaplamalar MS Excel ile yaptırıldığında %80 hizmet seviyesi için 10.iterasyonda yakınsama sağlanarak $Q = 404,348$ ve $R = 727,153$ sonuçlarına ulaşılır ki en yakın üst tam sayıya yuvarlama yapıldığında $Q = 405$ ve $R = 728$ olur.

Bu sonuç elimizde üründen 728 kaldığında 405 adetlik üretim siparişi verilmesinin toplam ortalama envanter maliyetlerini en düşük seviyede tuttuğunu göstermektedir.

MS Excel hesaplamaları Tablo 9 da sunulmuştur:

Tablo 9. Hizmet Seviyesi Hesaplama

K	40,19	İterasyon-1	İterasyon-2	İterasyon-3	İterasyon-4	İterasyon-5	İterasyon-6	İterasyon-7	İterasyon-8	İterasyon-9	İterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,8										
EOQ		185,93	350,95	393,01	402,77	405,01	404,4	404	405,83	404,93	404,35
$n(R)$		37,185	70,189	78,603	80,553	81,003	80,88	80,801	81,165	80,986	80,87
$L(z)$		0,1882	0,3552	0,3978	0,4077	0,41	0,4094	0,409	0,4108	0,4099	0,4093
z		0,54	0,1	0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02
R		837,8	750,86	733,08	729,13	727,15	727,15	729,13	727,15	727,15	727,15
$1 - F(R)$		0,2946	0,4602	0,496	0,504	0,508	0,508	0,504	0,508	0,508	0,508

Şimdi bu şartların ortaya çıkardığı toplam ortalama envanter maliyetlerinin hesaplanması gerekecektir.

K : Hazırlık Maliyeti

λ : Yıllık Talep Hızı

σ : Yıllık Talebin Standart Sapması

h' : Değiştirilmiş Elde Bulundurma Maliyeti

β : Hizmet Seviyesi

Hizmet seviyesi kullanıldığından herhangi bir p ceza maliyetinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmamıştır. Ancak yine de bu maliyet şu eşitlikle rahatlıkla hesaplanabilir: $p = Qh/[(1 - F(R))\lambda]$ (Nahmias ve Olsen, 2015).

Buna göre;

$$\beta = 0,80 \text{ için } p = \frac{(405)(1,70)}{[(0,508)(731,105)]} = 1,8538 \text{ olarak hesaplanabilir.}$$

Bu durumda;

$$\text{Elde bulundurma maliyeti: } h' \left(\frac{Q}{2} + R - \mu \right) = (1,70) * \left(\frac{405}{2} + 728 - 731,105 \right) = 338,972$$

$$\text{Hazırlık maliyeti: } K \frac{\lambda}{Q} = 40,19 * \frac{731,105}{405} = 72,551$$

$$\text{Ceza maliyeti: } \frac{p\lambda n(R)}{Q} = \frac{1,8538 * 731,105 * 80,87}{405} = 270,629$$

$$\text{Toplam maliyet: } 338,972 + 72,551 + 270,629 = 682,152 \text{pb}$$

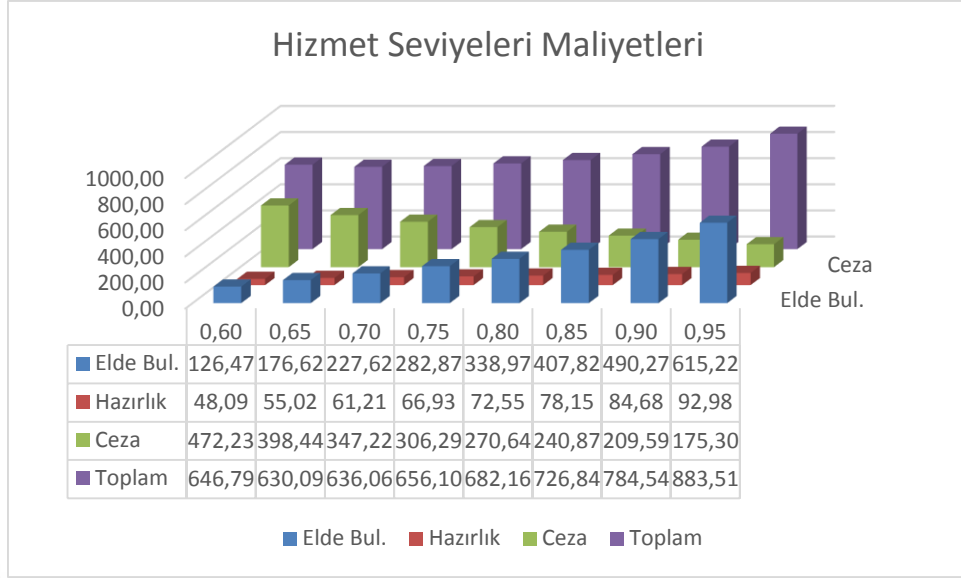
olmaktadır.

Farklı hizmet seviyeleri için bu maliyetler incelenirse en ideal hizmet seviyesinin de belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Buna göre Tablo 10 'da farklı hizmet seviyeleri için maliyet bileşenlerinin aldığı değerler gösterilmiştir:

Tablo 10. Hizmet Seviyesi Hesaplama Tablosu

Hizmet Sev.	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Elde Bul.	126,47	176,62	227,62	282,87	338,97	407,82	490,27	615,22
Hazırlık	48,09	55,02	61,21	66,93	72,55	78,15	84,68	92,98
Ceza	472,23	398,44	347,22	306,29	270,64	240,87	209,59	175,30
Toplam	646,79	630,09	636,06	656,10	682,16	726,84	784,54	883,51
Q	611	534	480	439	405	376	347	316
R	500	568	625	678	728	783	846	935
T1 (gün)	1,909	1,669	1,500	1,372	1,266	1,175	1,084	0,988
T2 (gün)	14,805	12,939	11,631	10,637	9,813	9,111	8,408	7,657
T (gün)	16,714	14,608	13,131	12,009	11,079	10,286	9,492	8,644

Tablo 10' nun grafik gösterimi de Şekil 13'de gösterilmiştir. Burada T_1 , üretim ve tüketimin aynı anda gerçekleştirdiği süreyi, T_2 ; sadece tüketim yapılan süreyi göstermekte olup T değeri $T = T_1 + T_2$ 'dir.



Şekil 23. Hizmet Seviyeleri Maliyetleri

Buna göre %65 seviyesindeki bir hizmet politikası ki bu politika gelen taleplerin tamamının %65 olasılıkla karşılanacağı anlamına gelir, en düşük maliyeti vermektedir. Ancak cebirsel hesaplamalar yoluyla elde edilen bu sonuçların daha yüksek hizmet seviyelerinde maliyet artışının çok fazla olmaması sebebiyle yeniden düşünülmesinde fayda olduğu düşünülmektedir.

Hizmet seviyelerine göre tablolar aşağıdaki gibidir;

Tablo 11. %60 Hizmet Seviyesi

	40,19	İterasyon-1	İterasyon-2	İterasyon-3	İterasyon-4	İterasyon-5	İterasyon-6	İterasyon-7	İterasyon-8	İterasyon-9	İterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,60										
	EOQ	185,926	396,927	499,014	550,479	578,747	593,877	602,949	608,154	610,152	611,816
	$n(R)$	74,3703	158,771	199,606	220,192	231,499	237,551	241,179	243,262	244,061	244,726
	$L(z)$	0,37641	0,80358	1,01026	1,11445	1,17168	1,20232	1,22068	1,23122	1,23526	1,23863
	z	0,05	-0,64	-0,91	-0,03	-1,1	-1,13	-1,15	-1,17	-1,17	-1,18
	R	740,9	604,65	551,309	527,6	513,769	507,842	503,89	499,939	499,939	497,963
	$1 - F(R)$	0,48006	0,73891	0,81859	0,84849	0,86433	0,87076	0,87493	0,879	0,879	0,881

Tablo 12. %65 Hizmet Seviyesi

	40,19	İterasyon-1	İterasyon-2	İterasyon-3	İterasyon-4	İterasyon-5	İterasyon-6	İterasyon-7	İterasyon-8	İterasyon-9	İterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,65										
	EOQ	185,926	385,261	469,709	505,729	522,18	529,113	531,567	533,496	533,518	533,535
	$n(R)$	65,074	134,841	164,398	177,005	182,763	185,19	186,048	186,723	186,731	186,737
	$L(z)$	0,32936	0,68247	0,83207	0,89587	0,92502	0,9373	0,94165	0,94506	0,94510	0,94513
	z	0,15	-0,47	-0,68	-0,76	-0,8	-0,82	-0,82	-0,83	-0,83	-0,83
	R	760,742	638,243	596,752	580,946	573,043	569,091	569,091	567,115	567,115	567,115
	$1 - F(R)$	0,44038	0,68082	0,75175	0,77637	0,78814	0,79389	0,79389	0,79673	0,79673	0,79673

Tablo 13. %70 Hizmet Seviyesi

	40,19	İterasyon-1	İterasyon-2	İterasyon-3	İterasyon-4	İterasyon-5	İterasyon-6	İterasyon-7	İterasyon-8	İterasyon-9	İterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,70										
	EOQ	185,926	375,498	442,699	466,335	475,331	478,536	479,174	479,646	479,996	480,254
	$n(R)$	55,7777	112,649	132,81	139,901	142,599	143,561	143,752	143,894	143,999	144,076
	$L(z)$	0,28231	0,57015	0,67219	0,70808	0,721734	0,7266	0,72757	0,72829	0,72882	0,72921
	z	0,27	-0,3	-0,46	-0,51	-0,53	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54
	R	784,451	671,832	640,219	630,34	626,389	624,413	624,413	624,413	624,413	624,413
	$1 - F(R)$	0,39358	0,61791	0,67724	0,69497	0,70194	0,7054	0,7054	0,7054	0,7054	0,7054

Tablo 14. %75 Hizmet Seviyesi

	40,19	iterasyon-1	iterasyon-2	iterasyon-3	iterasyon-4	iterasyon-5	iterasyon-6	iterasyon-7	iterasyon-8	iterasyon-9	iterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,75										
EOQ		185,926	362,334	416,208	432,142	437,582	439,454	438,828	438,393	438,092	439,81
$n(R)$		46,4814	90,5834	104,052	108,0355	109,396	109,863	109,707	109,598	109,523	109,952
$L(z)$		0,23526	0,45847	0,52664	0,5468	0,55368	0,55605	0,55526	0,55471	0,55433	0,5565
z		0,39	-0,11	-0,23	-0,26	-0,27	-0,28	-0,28	-0,28	-0,27	-0,28
R		808,16	709,371	685,662	679,735	677,759	675,783	675,783	675,783	677,759	675,783
$1 - F(R)$		0,34827	0,5438	0,59095	0,60257	0,60642	0,61026	0,61026	0,61026	0,60642	0,61026

Tablo 15. %85 Hizmet Seviyesi

	40,19	iterasyon-1	iterasyon-2	iterasyon-3	iterasyon-4	iterasyon-5	iterasyon-6	iterasyon-7	iterasyon-8	iterasyon-9	iterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,85										
EOQ		185,926	336,311	368,72	373,583	374,342	374,802	375,08	375,249	375,351	375,413
$n(R)$		27,8889	50,4466	55,308	56,0374	56,1513	56,2202	56,262	56,2874	56,3027	56,312
$L(z)$		0,14115	0,25533	0,27993	0,28362	0,2842	0,28455	0,28476	0,28489	0,28496	0,28501
z		0,71	0,34	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
R		871,385	798,282	784,451	782,475	782,475	782,475	782,475	782,475	782,475	782,475
$1 - F(R)$		0,23885	0,36693	0,39358	0,39743	0,39743	0,39743	0,39743	0,39743	0,39743	0,39743

Tablo 16. %90 Hizmet Seviyesi

	40,19	iterasyon-1	iterasyon-2	iterasyon-3	iterasyon-4	iterasyon-5	iterasyon-6	iterasyon-7	iterasyon-8	iterasyon-9	iterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,90										
EOQ		185,926	321,659	343,884	347,295	346,878	346,648	346,52	346,45	346,411	346,39
$n(R)$		18,5926	32,1658	34,3884	34,7295	34,6878	34,6648	34,652	34,645	34,6411	34,639
$L(z)$		0,0941	0,1628	0,17405	0,17578	0,17557	0,17545	0,17538	0,17535	0,17533	0,17532
z		0,94	0,63	0,59	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
R		916,828	855,579	847,676	845,7	845,7	845,7	845,7	845,7	845,7	845,7
$1 - F(R)$		0,17361	0,26435	0,2776	0,28096	0,28096	0,28096	0,28096	0,28096	0,28096	0,28096

Tablo 17. %95 Hizmet Seviyesi

	40,19	iterasyon-1	iterasyon-2	iterasyon-3	iterasyon-4	iterasyon-5	iterasyon-6	iterasyon-7	iterasyon-8	iterasyon-9	iterasyon-10
λ	731,105										
σ	197,58										
h'	1,7										
β	0,95										
EOQ		185,926	302,851	315,712	317,322	315,724	317,328	315,727	317,329	315,728	317,329
$n(R)$		9,29628	15,1426	15,7856	15,8661	15,7862	15,8664	15,7863	15,8665	15,7864	15,8665
$L(z)$		0,04705	0,07664	0,0799	0,0803	0,0799	0,0803	0,0799	0,0803	0,0799	0,0803
z		1,29	1,05	1,03	1,02	1,03	1,02	1,03	1,02	1,03	1,02
R		985,981	938,562	934,61	932,635	934,61	932,635	934,61	932,635	934,61	932,635
$1 - F(R)$		0,09853	0,14686	0,15151	0,15386	0,15151	0,15386	0,15151	0,15386	0,15151	0,15386

2.9. Uygulama Sonucu

Bu çalışmada firmadan alınan bilgiler ve toplanan veriler ışığında, talep edilen malzeme siparişlerinin zamanında karşılanması, üretimin aksamaması ve en ideal hizmet seviyesinin belirlenmesi yönünde uygulamalar yapılmıştır.

Firmanın iki yıl boyunca talepleri incelenerek zaman serileri incelenmiş, trend veya mevsimsellik gibi bir bileşene rastlanılmamıştır. Yapılan talep tahmini analizlerinde sabit bir seri olduğu görülmüştür. Zaman serisine ait otokorelasyon fonksiyonu çizilerek seride herhangi bir otokorelasyon olmadığı görülmüştür. Hata analizi yapılarak modelin uygun bir tahmin ürettiğine kanaat getirilmiştir. En uygun hizmet seviyesi yaklaşımı için (Q, R) sistemlerinden yararlanılarak, elde bulundurma maliyeti, hazırlık maliyeti ve ceza maliyeti hesaplamaları yapılmıştır. Ceza maliyetinin belirlenmesine gerek duyulmamıştır.

Cebirsel hesaplamalar yoluyla elde edilen sonuçlar en ideal hizmet seviyesinin %65 olduğunu göstermektedir. Maliyet bileşenlerinin aldığı değerler incelendiğinde daha yüksek hizmet seviyelerinde elde bulundurma maliyetinde artış olduğu görülmüştür.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüz koşullarında üretim yapan şirketler tedarik zinciri boyunca envanter maliyetlerini dikkatli bir şekilde yönetmelidirler. Envanter maliyetlerini yönetmek için teorik bilgilerle beraber envanter planlama uygulamalarını da kullanmaları gerekir. İncelediğimiz su arıtma cihaz üretimi yapan firmada, kullanımı ve işlevi bakımında tercih edilen A Model bir ürün seçilmiştir. Ürünü oluşturan otuz iki alt parçalardan on tanesi firmada imal edilmekte olup diğer alt parçalar ise yurtiçi ve yurt dışından satın alınmaktadır. Arıtma cihazını oluşturan alt parçaların hemen hemen hepsi farklı işlevi olan parçalardır. Yurtiçi ve yurt dışından satın alınan alt parçaların üretim ve tedarik süreleri, birim maliyetlerinin farklı olması, yurt dışından gelen alt parçalara ulaşım bedeli ödenmesi gibi farklı durumlar olması bu ürüne olan yaklaşımlarda farklı uygulamaları getirmiştir. Firmanın yönetim süreçleri incelendiğinde geçmişe dönük talep ve satış kayıtlarının tutulduğu fakat envanter maliyetlerinin kontrol edildiği ve incelendiği bilgisayar destekli bir program kullanılmadığı, geçmişe ilişkin raporlar çıkarılarak sezgi ve deneyimlerle, görüşleri ve takdiri ön planda tutan yöntem izlendiği görülmüştür. Bu yöntemlerin envanter maliyetlerini etkileyeceği bilinmektedir. Üretim için gerekli alt parçaların yurt dışından getirilmesi için her konteynera yüksek ulaştırma bedelleri ödenmektedir. Bu sebeple firmaların doğru envanter planlaması yapması durumunda olumlu sonuçlar alınacaktır.

Sonuç olarak firmadan alınan bilgiler ve toplanan verilere istinaden, bu çalışmada talep edilen malzeme siparişlerinin zamanında verilmesi, üretimin aksamaması, müşteri hizmet seviyesinin artması yönünde uygulamalar yapılmıştır.

Günümüz rekabet ortamında mücadele edebilmek ve daima gelişebilmek için, işletmelerin Endüstri Mühendisliği' nin en önemli öğretilerinden “Envanter Planlama Yöntemleri” ve “Talep Tahmini Yöntemleri” uygulamalarından yararlanılmalıdır.

Bu çalışma kapsamı daha da geliştirilebilir. Sonraki araştırmalarda, temin süresi stokatik hale getirilebilir. “Koordineli Envanter Yöntemleri” uygulanabilir. “Veri Madenciliği” ile “Koordineli Envanter Yöntemleri” içerisindeki birlikte hareket eden envanter malların tespit edilmesi yapılabilir.

KAYNAKÇA

Kitap

- Acar, N. (1989), **Üretim Plânlaması Yöntem ve Uygulamaları**, Milli Prodüktive Merkezi Yayınları, No:280., İstanbul
- Box G.E.P., Jenkins, G., M., **Time Series Analysis, Forecasting and Control**, Wiley, 2016
- Fıçıl, G. (2006), **Tedarikçi Yönetiminde Envanter Kontrolü**, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Kobu, B. (1999), **Üretim Yönetimi**, 10, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Nahmias, S., Olsen T.,L., **Production and Operations Analysis**, Waveland Press Inc., 2015
- Taha, A.H (2000), **Yöneylem Araştırması**, 9,Literatür Yayıncılık, İstanbul
- Tanyaş, M., Baskak, M. (2017), **Üretim Plânlama ve Kontrol**, 7, İrfan Yayıncılık
- Zipkin, P. H. , (2000), **Foundations of Inventory Management**, McGraw Hill. United States of America

İnternet Kaynağı:

- Alarko, (1997), **Saf Su El Kitabı**, <https://www.alarko-carrier.com.tr/tr/Medya/ACKitaplar/SuAritimKitabi.pdf>, Erişim Tarihi: 02.01.2019.
- S. Kerem AYTULUN, **Belirsiz Talep ile Envanter Kontrolü** http://www.yarbis.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/saytulun_c17de1359532d513083637f37c2934fe.pdf, Erişim tarihi: 22.11.2018.
- Sakarya Üniversitesi, **Yöneylem Araştırması Ders Notları**, <https://docplayer.biz.tr/4600029-Deterministik-envanter-modelleri.html>, Erişim tarihi: 28.12.2018.

Sürelî Yayınlar:

Su ve Çevre Teknolojileri Dergisi, (<http://www.suvecevre.com>) Erişim Tarihi:
25.12.2018



EKLER

XYZ Firmasının muhasebe ve satış raporlarından alınan veriler Ek-1 ve EK-2 de verilmiştir.

Ek-1 2017 Tarihindeki Satış Rakamları

Malzeme (Sınıfı) Açıklaması	Birim	AY	Çıkış Miktarı
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	OCAK	300
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	ŞUBAT	456
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	MART	686
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	NİSAN	1128
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	MAYIS	662
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	HAZİRAN	659
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	TEMMUZ	807
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	AĞUSTOS	1013
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	EYLÜL	666
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	EKİM	753
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	KASIM	673
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	ARALIK	712

Ek-2 2018 Tarihindeki Satış Rakamları

Malzeme (Sınıfı) Açıklaması	Birim	AY	Çıkış Miktarı
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	OCAK	777
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	ŞUBAT	551
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	MART	431
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	NİSAN	728
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	MAYIS	575
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	HAZİRAN	367
EVSEL SU ARITMA CİHAZI	ADET	TEMMUZ	339

Ek-3 Kayıp Fonksiyonu

L(z)	z	F(z)	1-F(z)	L(z)	z	F(z)	1-F(z)
0.00004	3.59	0.99983	0.00017	0.00019	3.19	0.99929	0.00071
0.00004	3.58	0.99983	0.00017	0.00020	3.18	0.99926	0.00074
0.00004	3.57	0.99982	0.00018	0.00021	3.17	0.99924	0.00076
0.00005	3.56	0.99981	0.00019	0.00021	3.16	0.99921	0.00079
0.00005	3.55	0.99981	0.00019	0.00022	3.15	0.99918	0.00082
0.00005	3.54	0.99980	0.00020	0.00023	3.14	0.99916	0.00084
0.00005	3.53	0.99979	0.00021	0.00024	3.13	0.99913	0.00087
0.00005	3.52	0.99978	0.00022	0.00025	3.12	0.99910	0.00090
0.00006	3.51	0.99978	0.00022	0.00026	3.11	0.99906	0.00094
0.00006	3.50	0.99977	0.00023	0.00027	3.10	0.99903	0.00097
0.00006	3.49	0.99976	0.00024	0.00028	3.09	0.99900	0.00100
0.00006	3.48	0.99975	0.00025	0.00029	3.08	0.99896	0.00104
0.00007	3.47	0.99974	0.00026	0.00030	3.07	0.99893	0.00107
0.00007	3.46	0.99973	0.00027	0.00031	3.06	0.99889	0.00111
0.00007	3.45	0.99972	0.00028	0.00032	3.05	0.99886	0.00114
0.00007	3.44	0.99971	0.00029	0.00033	3.04	0.99882	0.00118
0.00008	3.43	0.99970	0.00030	0.00034	3.03	0.99878	0.00122
0.00008	3.42	0.99969	0.00031	0.00036	3.02	0.99874	0.00126
0.00008	3.41	0.99968	0.00032	0.00037	3.01	0.99869	0.00131
0.00009	3.40	0.99966	0.00034	0.00038	3.00	0.99865	0.00135
0.00009	3.39	0.99965	0.00035	0.00040	2.99	0.99861	0.00139
0.00009	3.38	0.99964	0.00036	0.00041	2.98	0.99856	0.00144
0.00010	3.37	0.99962	0.00038	0.00042	2.97	0.99851	0.00149
0.00010	3.36	0.99961	0.00039	0.00044	2.96	0.99846	0.00154
0.00011	3.35	0.99960	0.00040	0.00046	2.95	0.99841	0.00159
0.00011	3.34	0.99958	0.00042	0.00047	2.94	0.99836	0.00164
0.00011	3.33	0.99957	0.00043	0.00049	2.93	0.99831	0.00169
0.00012	3.32	0.99955	0.00045	0.00051	2.92	0.99825	0.00175
0.00012	3.31	0.99953	0.00047	0.00052	2.91	0.99819	0.00181
0.00013	3.30	0.99952	0.00048	0.00054	2.90	0.99813	0.00187
0.00013	3.29	0.99950	0.00050	0.00056	2.89	0.99807	0.00193
0.00014	3.28	0.99948	0.00052	0.00058	2.88	0.99801	0.00199
0.00014	3.27	0.99946	0.00054	0.00060	2.87	0.99795	0.00205
0.00015	3.26	0.99944	0.00056	0.00062	2.86	0.99788	0.00212
0.00015	3.25	0.99942	0.00058	0.00064	2.85	0.99781	0.00219
0.00016	3.24	0.99940	0.00060	0.00066	2.84	0.99774	0.00226
0.00017	3.23	0.99938	0.00062	0.00069	2.83	0.99767	0.00233
0.00017	3.22	0.99936	0.00064	0.00071	2.82	0.99760	0.00240
0.00018	3.21	0.99934	0.00066	0.00074	2.81	0.99752	0.00248
0.00019	3.20	0.99931	0.00069	0.00076	2.80	0.99744	0.00256

0.00079	2.79	0.99736	0.00264	0.00298	2.37	0.99111	0.00889
0.00081	2.78	0.99728	0.00272	0.00307	2.36	0.99086	0.00914
0.00084	2.77	0.99720	0.00280	0.00316	2.35	0.99061	0.00939
0.00087	2.76	0.99711	0.00289	0.00325	2.34	0.99036	0.00964
0.00090	2.75	0.99702	0.00298	0.00335	2.33	0.99010	0.00990
0.00093	2.74	0.99693	0.00307	0.00345	2.32	0.98983	0.01017
0.00096	2.73	0.99683	0.00317	0.00356	2.31	0.98956	0.01044
0.00099	2.72	0.99674	0.00326	0.00366	2.30	0.98928	0.01072
0.00103	2.71	0.99664	0.00336	0.00377	2.29	0.98899	0.01101
0.00106	2.70	0.99653	0.00347	0.00388	2.28	0.98870	0.01130
0.00110	2.69	0.99643	0.00357	0.00400	2.27	0.98840	0.01160
0.00113	2.68	0.99632	0.00368	0.00411	2.26	0.98809	0.01191
0.00117	2.67	0.99621	0.00379	0.00423	2.25	0.98778	0.01222
0.00121	2.66	0.99609	0.00391	0.00436	2.24	0.98745	0.01255
0.00125	2.65	0.99598	0.00402	0.00449	2.23	0.98713	0.01287
0.00129	2.64	0.99585	0.00415	0.00462	2.22	0.98679	0.01321
0.00133	2.63	0.99573	0.00427	0.00475	2.21	0.98645	0.01355
0.00137	2.62	0.99560	0.00440	0.00489	2.20	0.98610	0.01390
0.00142	2.61	0.99547	0.00453	0.00503	2.19	0.98574	0.01426
0.00146	2.60	0.99534	0.00466	0.00517	2.18	0.98537	0.01463
0.00151	2.59	0.99520	0.00480	0.00532	2.17	0.98500	0.01500
0.00156	2.58	0.99506	0.00494	0.00547	2.16	0.98461	0.01539
0.00161	2.57	0.99492	0.00508	0.00563	2.15	0.98422	0.01578
0.00166	2.56	0.99477	0.00523	0.00579	2.14	0.98382	0.01618
0.00171	2.55	0.99461	0.00539	0.00595	2.13	0.98341	0.01659
0.00177	2.54	0.99446	0.00554	0.00612	2.12	0.98300	0.01700
0.00183	2.53	0.99430	0.00570	0.00629	2.11	0.98257	0.01743
0.00188	2.52	0.99413	0.00587	0.00647	2.10	0.98214	0.01786
0.00194	2.51	0.99396	0.00604	0.00665	2.09	0.98169	0.01831
0.00200	2.50	0.99379	0.00621	0.00683	2.08	0.98124	0.01876
0.00207	2.49	0.99361	0.00639	0.00702	2.07	0.98077	0.01923
0.00213	2.48	0.99343	0.00657	0.00722	2.06	0.98030	0.01970
0.00220	2.47	0.99324	0.00676	0.00742	2.05	0.97982	0.02018
0.00227	2.46	0.99305	0.00695	0.00762	2.04	0.97932	0.02068
0.00234	2.45	0.99286	0.00714	0.00783	2.03	0.97882	0.02118
0.00241	2.44	0.99266	0.00734	0.00805	2.02	0.97831	0.02169
0.00248	2.43	0.99245	0.00755	0.00827	2.01	0.97778	0.02222
0.00256	2.42	0.99224	0.00776	0.00849	2.00	0.97725	0.02275
0.00264	2.41	0.99202	0.00798	0.00872	1.99	0.97670	0.02330
0.00272	2.40	0.99180	0.00820	0.00896	1.98	0.97615	0.02385
0.00280	2.39	0.99158	0.00842	0.00920	1.97	0.97558	0.02442
0.00289	2.38	0.99134	0.00866	0.00945	1.96	0.97500	0.02500
0.00970	1.95	0.97441	0.02559	0.02736	1.53	0.93699	0.06301

0.00996	1.94	0.97381	0.02619	0.02800	1.52	0.93574	0.06426
0.01022	1.93	0.97320	0.02680	0.02865	1.51	0.93448	0.06552
0.01049	1.92	0.97257	0.02743	0.02931	1.50	0.93319	0.06681
0.01077	1.91	0.97193	0.02807	0.02998	1.49	0.93189	0.06811
0.01105	1.90	0.97128	0.02872	0.03067	1.48	0.93056	0.06944
0.01134	1.89	0.97062	0.02938	0.03137	1.47	0.92922	0.07078
0.01164	1.88	0.96995	0.03005	0.03208	1.46	0.92785	0.07215
0.01195	1.87	0.96926	0.03074	0.03281	1.45	0.92647	0.07353
0.01226	1.86	0.96856	0.03144	0.03356	1.44	0.92507	0.07493
0.01257	1.85	0.96784	0.03216	0.03431	1.43	0.92364	0.07636
0.01290	1.84	0.96712	0.03288	0.03508	1.42	0.92220	0.07780
0.01323	1.83	0.96638	0.03362	0.03587	1.41	0.92073	0.07927
0.01357	1.82	0.96562	0.03438	0.03667	1.40	0.91924	0.08076
0.01392	1.81	0.96485	0.03515	0.03748	1.39	0.91774	0.08226
0.01428	1.80	0.96407	0.03593	0.03831	1.38	0.91621	0.08379
0.01464	1.79	0.96327	0.03673	0.03916	1.37	0.91466	0.08534
0.01501	1.78	0.96246	0.03754	0.04002	1.36	0.91309	0.08691
0.01539	1.77	0.96164	0.03836	0.04090	1.35	0.91149	0.08851
0.01578	1.76	0.96080	0.03920	0.04179	1.34	0.90988	0.09012
0.01617	1.75	0.95994	0.04006	0.04270	1.33	0.90824	0.09176
0.01658	1.74	0.95907	0.04093	0.04363	1.32	0.90658	0.09342
0.01699	1.73	0.95818	0.04182	0.04457	1.31	0.90490	0.09510
0.01742	1.72	0.95728	0.04272	0.04553	1.30	0.90320	0.09680
0.01785	1.71	0.95637	0.04363	0.04650	1.29	0.90147	0.09853
0.01829	1.70	0.95543	0.04457	0.04750	1.28	0.89973	0.10027
0.01874	1.69	0.95449	0.04551	0.04851	1.27	0.89796	0.10204
0.01920	1.68	0.95352	0.04648	0.04954	1.26	0.89617	0.10383
0.01967	1.67	0.95254	0.04746	0.05059	1.25	0.89435	0.10565
0.02015	1.66	0.95154	0.04846	0.05165	1.24	0.89251	0.10749
0.02064	1.65	0.95053	0.04947	0.05274	1.23	0.89065	0.10935
0.02114	1.64	0.94950	0.05050	0.05384	1.22	0.88877	0.11123
0.02165	1.63	0.94845	0.05155	0.05496	1.21	0.88686	0.11314
0.02217	1.62	0.94738	0.05262	0.05610	1.20	0.88493	0.11507
0.02270	1.61	0.94630	0.05370	0.05726	1.19	0.88298	0.11702
0.02324	1.60	0.94520	0.05480	0.05844	1.18	0.88100	0.11900
0.02380	1.59	0.94408	0.05592	0.05964	1.17	0.87900	0.12100
0.02436	1.58	0.94295	0.05705	0.06086	1.16	0.87698	0.12302
0.02494	1.57	0.94179	0.05821	0.06210	1.15	0.87493	0.12507
0.02552	1.56	0.94062	0.05938	0.06336	1.14	0.87286	0.12714
0.02612	1.55	0.93943	0.06057	0.06465	1.13	0.87076	0.12924
0.02674	1.54	0.93822	0.06178	0.06595	1.12	0.86864	0.13136
0.06727	1.11	0.86650	0.13350	0.14531	0.69	0.75490	0.24510
0.06862	1.10	0.86433	0.13567	0.14778	0.68	0.75175	0.24825

0.06999	1.09	0.86214	0.13786	0.15028	0.67	0.74857	0.25143
0.07138	1.08	0.85993	0.14007	0.15281	0.66	0.74537	0.25463
0.07279	1.07	0.85769	0.14231	0.15537	0.65	0.74215	0.25785
0.07422	1.06	0.85543	0.14457	0.15797	0.64	0.73891	0.26109
0.07568	1.05	0.85314	0.14686	0.16059	0.63	0.73565	0.26435
0.07716	1.04	0.85083	0.14917	0.16325	0.62	0.73237	0.26763
0.07866	1.03	0.84849	0.15151	0.16595	0.61	0.72907	0.27093
0.08019	1.02	0.84614	0.15386	0.16867	0.60	0.72575	0.27425
0.08174	1.01	0.84375	0.15625	0.17143	0.59	0.72240	0.27760
0.08332	1.00	0.84134	0.15866	0.17422	0.58	0.71904	0.28096
0.08491	0.99	0.83891	0.16109	0.17705	0.57	0.71566	0.28434
0.08654	0.98	0.83646	0.16354	0.17991	0.56	0.71226	0.28774
0.08819	0.97	0.83398	0.16602	0.18281	0.55	0.70884	0.29116
0.08986	0.96	0.83147	0.16853	0.18573	0.54	0.70540	0.29460
0.09156	0.95	0.82894	0.17106	0.18870	0.53	0.70194	0.29806
0.09328	0.94	0.82639	0.17361	0.19170	0.52	0.69847	0.30153
0.09503	0.93	0.82381	0.17619	0.19473	0.51	0.69497	0.30503
0.09680	0.92	0.82121	0.17879	0.19780	0.50	0.69146	0.30854
0.09860	0.91	0.81859	0.18141	0.20090	0.49	0.68793	0.31207
0.10043	0.90	0.81594	0.18406	0.20404	0.48	0.68439	0.31561
0.10229	0.89	0.81327	0.18673	0.20721	0.47	0.68082	0.31918
0.10417	0.88	0.81057	0.18943	0.21042	0.46	0.67724	0.32276
0.10607	0.87	0.80785	0.19215	0.21367	0.45	0.67364	0.32636
0.10801	0.86	0.80511	0.19489	0.21695	0.44	0.67003	0.32997
0.10997	0.85	0.80234	0.19766	0.22027	0.43	0.66640	0.33360
0.11196	0.84	0.79955	0.20045	0.22362	0.42	0.66276	0.33724
0.11398	0.83	0.79673	0.20327	0.22701	0.41	0.65910	0.34090
0.11603	0.82	0.79389	0.20611	0.23044	0.40	0.65542	0.34458
0.11810	0.81	0.79103	0.20897	0.23390	0.39	0.65173	0.34827
0.12021	0.80	0.78814	0.21186	0.23740	0.38	0.64803	0.35197
0.12234	0.79	0.78524	0.21476	0.24094	0.37	0.64431	0.35569
0.12450	0.78	0.78230	0.21770	0.24452	0.36	0.64058	0.35942
0.12669	0.77	0.77935	0.22065	0.24813	0.35	0.63683	0.36317
0.12892	0.76	0.77637	0.22363	0.25178	0.34	0.63307	0.36693
0.13117	0.75	0.77337	0.22663	0.25547	0.33	0.62930	0.37070
0.13345	0.74	0.77035	0.22965	0.25920	0.32	0.62552	0.37448
0.13576	0.73	0.76730	0.23270	0.26296	0.31	0.62172	0.37828
0.13810	0.72	0.76424	0.23576	0.26676	0.30	0.61791	0.38209
0.14048	0.71	0.76115	0.23885	0.27060	0.29	0.61409	0.38591
0.14288	0.70	0.75804	0.24196	0.27448	0.28	0.61026	0.38974

0.27840	0.27	0.60642	0.39358	0.48404	-0.16	0.43644	0.56356
0.28235	0.26	0.60257	0.39743	0.48969	-0.17	0.43251	0.56749
0.28634	0.25	0.59871	0.40129	0.49539	-0.18	0.42858	0.57142
0.29038	0.24	0.59483	0.40517	0.50112	-0.19	0.42465	0.57535
0.29445	0.23	0.59095	0.40905	0.50689	-0.20	0.42074	0.57926
0.29856	0.22	0.58706	0.41294	0.51271	-0.21	0.41683	0.58317
0.30271	0.21	0.58317	0.41683	0.51856	-0.22	0.41294	0.58706
0.30689	0.20	0.57926	0.42074	0.52445	-0.23	0.40905	0.59095
0.31112	0.19	0.57535	0.42465	0.53038	-0.24	0.40517	0.59483
0.31539	0.18	0.57142	0.42858	0.53634	-0.25	0.40129	0.59871
0.31969	0.17	0.56749	0.43251	0.54235	-0.26	0.39743	0.60257
0.32404	0.16	0.56356	0.43644	0.54840	-0.27	0.39358	0.60642
0.32842	0.15	0.55962	0.44038	0.55448	-0.28	0.38974	0.61026
0.33285	0.14	0.55567	0.44433	0.56060	-0.29	0.38591	0.61409
0.33731	0.13	0.55172	0.44828	0.56676	-0.30	0.38209	0.61791
0.34181	0.12	0.54776	0.45224	0.57296	-0.31	0.37828	0.62172
0.34635	0.11	0.54380	0.45620	0.57920	-0.32	0.37448	0.62552
0.35094	0.10	0.53983	0.46017	0.58547	-0.33	0.37070	0.62930
0.35556	0.09	0.53586	0.46414	0.59178	-0.34	0.36693	0.63307
0.36022	0.08	0.53188	0.46812	0.59813	-0.35	0.36317	0.63683
0.36492	0.07	0.52790	0.47210	0.60452	-0.36	0.35942	0.64058
0.36966	0.06	0.52392	0.47608	0.61094	-0.37	0.35569	0.64431
0.37444	0.05	0.51994	0.48006	0.61740	-0.38	0.35197	0.64803
0.37926	0.04	0.51595	0.48405	0.62390	-0.39	0.34827	0.65173
0.38412	0.03	0.51197	0.48803	0.63044	-0.40	0.34458	0.65542
0.38902	0.02	0.50798	0.49202	0.63701	-0.41	0.34090	0.65910
0.39396	0.01	0.50399	0.49601	0.64362	-0.42	0.33724	0.66276
0.39894	0.00	0.50000	0.50000	0.65027	-0.43	0.33360	0.66640
0.40396	-0.01	0.49601	0.50399	0.65695	-0.44	0.32997	0.67003
0.40902	-0.02	0.49202	0.50798	0.66367	-0.45	0.32636	0.67364
0.41412	-0.03	0.48803	0.51197	0.67042	-0.46	0.32276	0.67724
0.41926	-0.04	0.48405	0.51595	0.67721	-0.47	0.31918	0.68082
0.42444	-0.05	0.48006	0.51994	0.68404	-0.48	0.31561	0.68439
0.42966	-0.06	0.47608	0.52392	0.69090	-0.49	0.31207	0.68793
0.43492	-0.07	0.47210	0.52790	0.69780	-0.50	0.30854	0.69146
0.44022	-0.08	0.46812	0.53188	0.70473	-0.51	0.30503	0.69497
0.44556	-0.09	0.46414	0.53586	0.71170	-0.52	0.30153	0.69847
0.45094	-0.10	0.46017	0.53983	0.71870	-0.53	0.29806	0.70194
0.45635	-0.11	0.45620	0.54380	0.72573	-0.54	0.29460	0.70540
0.46181	-0.12	0.45224	0.54776	0.73281	-0.55	0.29116	0.70884
0.46731	-0.13	0.44828	0.55172	0.73991	-0.56	0.28774	0.71226
0.47285	-0.14	0.44433	0.55567	0.74705	-0.57	0.28434	0.71566
0.47842	-0.15	0.44038	0.55962	0.75422	-0.58	0.28096	0.71904

0.76143	-0.59	0.27760	0.72240	1.09174	-1.01	0.15625	0.84375
0.76867	-0.60	0.27425	0.72575	1.10019	-1.02	0.15386	0.84614
0.77595	-0.61	0.27093	0.72907	1.10866	-1.03	0.15151	0.84849
0.78325	-0.62	0.26763	0.73237	1.11716	-1.04	0.14917	0.85083
0.79059	-0.63	0.26435	0.73565	1.12568	-1.05	0.14686	0.85314
0.79797	-0.64	0.26109	0.73891	1.13422	-1.06	0.14457	0.85543
0.80537	-0.65	0.25785	0.74215	1.14279	-1.07	0.14231	0.85769
0.81281	-0.66	0.25463	0.74537	1.15138	-1.08	0.14007	0.85993
0.82028	-0.67	0.25143	0.74857	1.15999	-1.09	0.13786	0.86214
0.82778	-0.68	0.24825	0.75175	1.16862	-1.10	0.13567	0.86433
0.83531	-0.69	0.24510	0.75490	1.17727	-1.11	0.13350	0.86650
0.84288	-0.70	0.24196	0.75804	1.18595	-1.12	0.13136	0.86864
0.85048	-0.71	0.23885	0.76115	1.19465	-1.13	0.12924	0.87076
0.85810	-0.72	0.23576	0.76424	1.20336	-1.14	0.12714	0.87286
0.86576	-0.73	0.23270	0.76730	1.21210	-1.15	0.12507	0.87493
0.87345	-0.74	0.22965	0.77035	1.22086	-1.16	0.12302	0.87698
0.88117	-0.75	0.22663	0.77337	1.22964	-1.17	0.12100	0.87900
0.88892	-0.76	0.22363	0.77637	1.23844	-1.18	0.11900	0.88100
0.89669	-0.77	0.22065	0.77935	1.24726	-1.19	0.11702	0.88298
0.90450	-0.78	0.21770	0.78230	1.25610	-1.20	0.11507	0.88493
0.91234	-0.79	0.21476	0.78524	1.26496	-1.21	0.11314	0.88686
0.92021	-0.80	0.21186	0.78814	1.27384	-1.22	0.11123	0.88877
0.92810	-0.81	0.20897	0.79103	1.28274	-1.23	0.10935	0.89065
0.93603	-0.82	0.20611	0.79389	1.29165	-1.24	0.10749	0.89251
0.94398	-0.83	0.20327	0.79673	1.30059	-1.25	0.10565	0.89435
0.95196	-0.84	0.20045	0.79955	1.30954	-1.26	0.10383	0.89617
0.95997	-0.85	0.19766	0.80234	1.31851	-1.27	0.10204	0.89796
0.96801	-0.86	0.19489	0.80511	1.32750	-1.28	0.10027	0.89973
0.97607	-0.87	0.19215	0.80785	1.33650	-1.29	0.09853	0.90147
0.98417	-0.88	0.18943	0.81057	1.34553	-1.30	0.09680	0.90320
0.99229	-0.89	0.18673	0.81327	1.35457	-1.31	0.09510	0.90490
1.00043	-0.90	0.18406	0.81594	1.36363	-1.32	0.09342	0.90658
1.00860	-0.91	0.18141	0.81859	1.37270	-1.33	0.09176	0.90824
1.01680	-0.92	0.17879	0.82121	1.38179	-1.34	0.09012	0.90988
1.02503	-0.93	0.17619	0.82381	1.39090	-1.35	0.08851	0.91149
1.03328	-0.94	0.17361	0.82639	1.40002	-1.36	0.08691	0.91309
1.04156	-0.95	0.17106	0.82894	1.40916	-1.37	0.08534	0.91466
1.04986	-0.96	0.16853	0.83147	1.41831	-1.38	0.08379	0.91621
1.05819	-0.97	0.16602	0.83398	1.42748	-1.39	0.08226	0.91774
1.06654	-0.98	0.16354	0.83646	1.43667	-1.40	0.08076	0.91924
1.07491	-0.99	0.16109	0.83891	1.44587	-1.41	0.07927	0.92073
1.08332	-1.00	0.15866	0.84134	1.45508	-1.42	0.07780	0.92220
1.46431	-1.43	0.07636	0.92364	1.87226	-1.86	0.03144	0.96856

1.47356	-1.44	0.07493	0.92507	1.88195	-1.87	0.03074	0.96926
1.48281	-1.45	0.07353	0.92647	1.89164	-1.88	0.03005	0.96995
1.49208	-1.46	0.07215	0.92785	1.90134	-1.89	0.02938	0.97062
1.50137	-1.47	0.07078	0.92922	1.91105	-1.90	0.02872	0.97128
1.51067	-1.48	0.06944	0.93056	1.92077	-1.91	0.02807	0.97193
1.51998	-1.49	0.06811	0.93189	1.93049	-1.92	0.02743	0.97257
1.52931	-1.50	0.06681	0.93319	1.94022	-1.93	0.02680	0.97320
1.53865	-1.51	0.06552	0.93448	1.94996	-1.94	0.02619	0.97381
1.54800	-1.52	0.06426	0.93574	1.95970	-1.95	0.02559	0.97441
1.55736	-1.53	0.06301	0.93699	1.96945	-1.96	0.02500	0.97500
1.56674	-1.54	0.06178	0.93822	1.97920	-1.97	0.02442	0.97558
1.57612	-1.55	0.06057	0.93943	1.98896	-1.98	0.02385	0.97615
1.58552	-1.56	0.05938	0.94062	1.99872	-1.99	0.02330	0.97670
1.59494	-1.57	0.05821	0.94179	2.00849	-2.00	0.02275	0.97725
1.60436	-1.58	0.05705	0.94295	2.01827	-2.01	0.02222	0.97778
1.61380	-1.59	0.05592	0.94408	2.02805	-2.02	0.02169	0.97831
1.62324	-1.60	0.05480	0.94520	2.03783	-2.03	0.02118	0.97882
1.63270	-1.61	0.05370	0.94630	2.04762	-2.04	0.02068	0.97932
1.64217	-1.62	0.05262	0.94738	2.05742	-2.05	0.02018	0.97982
1.65165	-1.63	0.05155	0.94845	2.06722	-2.06	0.01970	0.98030
1.66114	-1.64	0.05050	0.94950	2.07702	-2.07	0.01923	0.98077
1.67064	-1.65	0.04947	0.95053	2.08683	-2.08	0.01876	0.98124
1.68015	-1.66	0.04846	0.95154	2.09665	-2.09	0.01831	0.98169
1.68967	-1.67	0.04746	0.95254	2.10647	-2.10	0.01786	0.98214
1.69920	-1.68	0.04648	0.95352	2.11629	-2.11	0.01743	0.98257
1.70874	-1.69	0.04551	0.95449	2.12612	-2.12	0.01700	0.98300
1.71829	-1.70	0.04457	0.95543	2.13595	-2.13	0.01659	0.98341
1.72785	-1.71	0.04363	0.95637	2.14579	-2.14	0.01618	0.98382
1.73742	-1.72	0.04272	0.95728	2.15563	-2.15	0.01578	0.98422
1.74699	-1.73	0.04182	0.95818	2.16547	-2.16	0.01539	0.98461
1.75658	-1.74	0.04093	0.95907	2.17532	-2.17	0.01500	0.98500
1.76617	-1.75	0.04006	0.95994	2.18517	-2.18	0.01463	0.98537
1.77578	-1.76	0.03920	0.96080	2.19503	-2.19	0.01426	0.98574
1.78539	-1.77	0.03836	0.96164	2.20489	-2.20	0.01390	0.98610
1.79501	-1.78	0.03754	0.96246	2.21475	-2.21	0.01355	0.98645
1.80464	-1.79	0.03673	0.96327	2.22462	-2.22	0.01321	0.98679
1.81428	-1.80	0.03593	0.96407	2.23449	-2.23	0.01287	0.98713
1.82392	-1.81	0.03515	0.96485	2.24436	-2.24	0.01255	0.98745
1.83357	-1.82	0.03438	0.96562	2.25423	-2.25	0.01222	0.98778
1.84323	-1.83	0.03362	0.96638	2.26411	-2.26	0.01191	0.98809
1.85290	-1.84	0.03288	0.96712	2.27400	-2.27	0.01160	0.98840
1.86257	-1.85	0.03216	0.96784	2.28388	-2.28	0.01130	0.98870
2.29377	-2.29	0.01101	0.98899	2.71103	-2.71	0.00336	0.99664

2.30366	-2.30	0.01072	0.98928	2.72099	-2.72	0.00326	0.99674
2.31356	-2.31	0.01044	0.98956	2.73096	-2.73	0.00317	0.99683
2.32345	-2.32	0.01017	0.98983	2.74093	-2.74	0.00307	0.99693
2.33335	-2.33	0.00990	0.99010	2.75090	-2.75	0.00298	0.99702
2.34325	-2.34	0.00964	0.99036	2.76087	-2.76	0.00289	0.99711
2.35316	-2.35	0.00939	0.99061	2.77084	-2.77	0.00280	0.99720
2.36307	-2.36	0.00914	0.99086	2.78081	-2.78	0.00272	0.99728
2.37298	-2.37	0.00889	0.99111	2.79079	-2.79	0.00264	0.99736
2.38289	-2.38	0.00866	0.99134	2.80076	-2.80	0.00256	0.99744
2.39280	-2.39	0.00842	0.99158	2.81074	-2.81	0.00248	0.99752
2.40272	-2.40	0.00820	0.99180	2.82071	-2.82	0.00240	0.99760
2.41264	-2.41	0.00798	0.99202	2.83069	-2.83	0.00233	0.99767
2.42256	-2.42	0.00776	0.99224	2.84066	-2.84	0.00226	0.99774
2.43248	-2.43	0.00755	0.99245	2.85064	-2.85	0.00219	0.99781
2.44241	-2.44	0.00734	0.99266	2.86062	-2.86	0.00212	0.99788
2.45234	-2.45	0.00714	0.99286	2.87060	-2.87	0.00205	0.99795
2.46227	-2.46	0.00695	0.99305	2.88058	-2.88	0.00199	0.99801
2.47220	-2.47	0.00676	0.99324	2.89056	-2.89	0.00193	0.99807
2.48213	-2.48	0.00657	0.99343	2.90054	-2.90	0.00187	0.99813
2.49207	-2.49	0.00639	0.99361	2.91052	-2.91	0.00181	0.99819
2.50200	-2.50	0.00621	0.99379	2.92051	-2.92	0.00175	0.99825
2.51194	-2.51	0.00604	0.99396	2.93049	-2.93	0.00169	0.99831
2.52188	-2.52	0.00587	0.99413	2.94047	-2.94	0.00164	0.99836
2.53183	-2.53	0.00570	0.99430	2.95046	-2.95	0.00159	0.99841
2.54177	-2.54	0.00554	0.99446	2.96044	-2.96	0.00154	0.99846
2.55171	-2.55	0.00539	0.99461	2.97042	-2.97	0.00149	0.99851
2.56166	-2.56	0.00523	0.99477	2.98041	-2.98	0.00144	0.99856
2.57161	-2.57	0.00508	0.99492	2.99040	-2.99	0.00139	0.99861
2.58156	-2.58	0.00494	0.99506	3.00038	-3.00	0.00135	0.99865
2.59151	-2.59	0.00480	0.99520	3.01037	-3.01	0.00131	0.99869
2.60146	-2.60	0.00466	0.99534	3.02036	-3.02	0.00126	0.99874
2.61142	-2.61	0.00453	0.99547	3.03034	-3.03	0.00122	0.99878
2.62137	-2.62	0.00440	0.99560	3.04033	-3.04	0.00118	0.99882
2.63133	-2.63	0.00427	0.99573	3.05032	-3.05	0.00114	0.99886
2.64129	-2.64	0.00415	0.99585	3.06031	-3.06	0.00111	0.99889
2.65125	-2.65	0.00402	0.99598	3.07030	-3.07	0.00107	0.99893
2.66121	-2.66	0.00391	0.99609	3.08029	-3.08	0.00104	0.99896
2.67117	-2.67	0.00379	0.99621	3.09028	-3.09	0.00100	0.99900
2.68113	-2.68	0.00368	0.99632	3.10027	-3.10	0.00097	0.99903
2.69110	-2.69	0.00357	0.99643	3.11026	-3.11	0.00094	0.99906
2.70106	-2.70	0.00347	0.99653	3.12025	-3.12	0.00090	0.99910
3.13024	-3.13	0.00087	0.99913	3.37010	-3.37	0.00038	0.99962
3.14023	-3.14	0.00084	0.99916	3.38009	-3.38	0.00036	0.99964

3.15022	-3.15	0.00082	0.99918	3.39009	-3.39	0.00035	0.99965
3.16021	-3.16	0.00079	0.99921	3.40009	-3.40	0.00034	0.99966
3.17021	-3.17	0.00076	0.99924	3.41008	-3.41	0.00032	0.99968
3.18020	-3.18	0.00074	0.99926	3.42008	-3.42	0.00031	0.99969
3.19019	-3.19	0.00071	0.99929	3.43008	-3.43	0.00030	0.99970
3.20019	-3.20	0.00069	0.99931	3.44007	-3.44	0.00029	0.99971
3.21018	-3.21	0.00066	0.99934	3.45007	-3.45	0.00028	0.99972
3.22017	-3.22	0.00064	0.99936	3.46007	-3.46	0.00027	0.99973
3.23017	-3.23	0.00062	0.99938	3.47007	-3.47	0.00026	0.99974
3.24016	-3.24	0.00060	0.99940	3.48006	-3.48	0.00025	0.99975
3.25015	-3.25	0.00058	0.99942	3.49006	-3.49	0.00024	0.99976
3.26015	-3.26	0.00056	0.99944	3.50006	-3.50	0.00023	0.99977
3.27014	-3.27	0.00054	0.99946	3.51006	-3.51	0.00022	0.99978
3.28014	-3.28	0.00052	0.99948	3.52005	-3.52	0.00022	0.99978
3.29013	-3.29	0.00050	0.99950	3.53005	-3.53	0.00021	0.99979
3.30013	-3.30	0.00048	0.99952	3.54005	-3.54	0.00020	0.99980
3.31012	-3.31	0.00047	0.99953	3.55005	-3.55	0.00019	0.99981
3.32012	-3.32	0.00045	0.99955	3.56005	-3.56	0.00019	0.99981
3.33011	-3.33	0.00043	0.99957	3.57004	-3.57	0.00018	0.99982
3.34011	-3.34	0.00042	0.99958	3.58004	-3.58	0.00017	0.99983
3.35011	-3.35	0.00040	0.99960	3.59004	-3.59	0.00017	0.99983
3.36010	-3.36	0.00039	0.99961	3.60004	-3.60	0.00016	0.99984

ÖZGEÇMİŞ

01.01.1990 Eskişehir doğumluyum. İlk, Orta ve Liseyi Antalya’ da tamamladıktan sonra, Fatih Üniversitesi Çevre Mühendisliği (İngilizce) Bölümü ‘nden 2014 yılında mezun oldum. Halen İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi’ nde İşletme Bölümü’ nde okumakta ve Beykent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans yapmaktayım. Evsel ve Endüstriyel Su Arıtma cihazları üreten ve endüstriyel sistem projelendirmesi yapan bir firmada Proje Mühendisi olarak çalışmaktayım.

Yabancı dilim İngilizcedir.

Deniz SAYIN