

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ÜRÜN TERMİN SÜRESİNİN HESAPLANMASI İÇİN BİR KARAR
DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE TARIM MAKİNALARI
ÜRETEEN BİR FİRMADA UYGULANMASI**

HAZIRLAYAN

FATMA YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA-2025

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ÜRÜN TERMİN SÜRESİNİN HESAPLANMASI İÇİN BİR KARAR
DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE TARIM MAKİNALARI
ÜRETEN BİR FİRMADA UYGULANMASI**

HAZIRLAYAN

FATMA YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. YUSUF TANSEL İÇ

ANKARA-2025

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Fatma YILDIRIM tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 17 / 06 / 2025

Tez Adı: Ürün Termin Süresinin Hesaplanması İçin Bir Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi Ve Tarım Makinaları Üreten Bir Firmada Uygulanması

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

Prof. Dr. Mehmet Kabak, Gazi Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Yusuf Tansel İç, Başkent Üniversitesi

.....

Dr. Öğr. Üyesi Tusan Derya, Başkent Üniversitesi

.....

ONAY

Prof. Dr. Dilek ÇÖKELİLER SERDAROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: ... / ... / 2025

Öğrencinin Adı, Soyadı: Fatma Yıldırım

Öğrencinin Numarası: 22310408

Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği

Programı: Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı: Prof.Dr. Yusuf Tansel İç

Tez Başlığı: Ürün Termin Süresinin Hesaplanması İçin Bir Karar Destek Sistemi
Geliştirilmesi Ve Tarım Makinaları Üreten Bir Firmada Uygulanması

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 89 sayfalık kısmına ilişkin, 01/07/2025 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %6'dır. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

ONAY

Tarih: ... / ... /

Öğrenci Danışmanı:

Prof.Dr. Yusuf Tansel İç

.....

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, kıymetli vaktini bana ayıran, süreç boyunca hep destekleyen ve çalışmamın tamamlanmasında büyük emeği bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf Tansel İç'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca okula severek ve isteyerek gelmemi sağlayan, bilgi ve tecrübelerine hayran olduğum başta Sayın hocalarım Doç. Dr. Barış Keçeci ve Prof. Dr. Kumru Didem ATALAY olmak üzere tüm Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden teşekkürlerimi sunarım.

Doğduğum günden bugüne bana her zaman destek veren, emek ve zamanlarını benden hiç esirgemeyen ve bugünlere gelmem de en büyük katkıları olan canım annem Şefika ve canım babam Osman Yıldırım'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince beni cesaretlendirip motive eden, hayatımın her anında yanımda olan sevgili ablam Zahide Nur Yıldırım ve canım kardeşim Nisa Yıldırım'a teşekkür ediyorum.

ÖZET

Fatma YILDIRIM

ÜRÜN TERMİN SÜRESİNİN HESAPLANMASI İÇİN BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE TARIM MAKİNALARI ÜRETEN BİR FİRMADA UYGULANMASI

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

2025

Günümüz çalışma koşullarında en değerli kaynaklardan biri zamandır. Müşteriler için en önemli unsurlardan biri ise çalıştıkları firmalardan edindikleri ürün ya da hizmet için almış termin süresi veya tarihini, olabildiğince hızlı ve doğru almaktır. Termin kavramı, hem iş süreçlerinin verimliliği açısından hem de planlama açısından oldukça önemli bir kavramdır. Termin bilgisinin doğru verilmesi, müşteri açısından üretim, sevkiyat ve stok yönetimini daha etkin yapmasını sağlarken firmanın da güvenilirliğini artırır. Zaman yönetimin kritik olduğu mevsimsel döngülerden etkilenen tarım sektörü bu bağlamda müşterilere hızlı ve doğru termin süresi vermek durumundadır. Çünkü tarım makinesinin çiftçi veya bayilere teslim süresi, ekim, hasat ve bakım gibi hayati faaliyetlerin zamanında gerçekleştirilmesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle müşterilerine, güncel ve doğru termin tarihi vermek isteyen tarım makineleri üretici firmaları bu kapsamda çeşitli dijital takip sistemleri ve entegre sipariş altyapıları gibi uygulamalarda bulunmaktadır. Bu çalışmada termin tarihini hızlı ve güvenilir bir şekilde vermek için bir Karar Destek Sistemi geliştirilmiştir. Sipariş ve üretim yönetimi hesaplamalarında oldukça önemli olan Ekonomik Üretim Miktarı ve Ekonomik Sipariş Miktarı hesaplamaları yapılarak öncelikli olarak üretim ve sipariş yönetimi kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Bunlara ek yapılan ROP hesaplamaları ile iş daha da kolaylaştırılmıştır. Termin tarihini belirleyen Excel tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Excel VBA’da makro dili kullanılarak hazırlanan yazılım ile anlık olarak termin süresi ve tarihinin hesaplanması sağlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Karar Destek Sistemi, EPQ, EOQ, ROP, Excel VBA

ABSTRACT

Fatma YILDIRIM

**DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE
CALCULATION OF PRODUCT LEAD TIME AND ITS APPLICATION IN AN
AGRICULTURAL MACHINERY MANUFACTURING COMPANY**

Başkent University, Institute of Science

Department of Industrial Engineering

2025

Time is one of the most valuable resources in today's working conditions. One of the most important elements for customers is to get the deadline or date for the product or service they receive from the companies they work with as fast and accurate as possible. The concept of deadline is a very important concept both in terms of the efficiency of business processes and in terms of planning. Providing accurate deadline information enables the customer to manage production, shipment and inventory management more effectively and increases the reliability of the company. In this context, the agricultural sector, which is affected by seasonal cycles where time management is critical, has to provide customers with fast and accurate deadlines. Because the delivery time of agricultural machinery to farmers or dealers directly affects the timely realization of vital activities such as planting, harvesting and maintenance. For this reason, agricultural machinery manufacturers who want to provide their customers with up-to-date and accurate deadlines use various digital tracking systems and integrated order infrastructures. In this study, a Decision Support System has been developed to give deadlines quickly and reliably. Economic Production Quantity and Economic Order Quantity calculations, which are very important in order and production management calculations, were made to control production and order management. In addition to these, the work has been made even easier with ROP calculations. An Excel-based software was developed to determine the deadline. With the software prepared using the macro language in Excel VBA, the deadline and date were calculated instantly.

KEYWORDS: Decision Support System, EPQ, EOQ, ROP, Excel VBA

ÖNSÖZ

Günümüzde endüstriyel üretim süreçleri giderek karmaşılaşmıştır. Bu karmaşık süreçlerin yer aldığı piyasada işletmelerin rekabet gücünü sürdürerek piyasada kalmaları için yalnızca kaliteli üretim yapmaları yeterli değildir. Bununla beraber tam zamanında, istenilen adette ve hesaplanan maliyetlerle üretim yapmak gerekmektedir. Bu sebeple, termin süresi hesaplama ve termin tarihi belirleme süreci, üretim planlama ve kontrol departmanlarının vazgeçilmezlerinden biri olmuştur. Doğru ve gerçekçi planlama ile işletme kaynaklarının verimli kullanılmasını ve maliyet avantajını sağlarken, siparişlerin zamanında teslim edilmesi de müşteri memnuniyetini ve sürekliliğini sağlamaktadır.

Termin süresi ve termin tarihi belirleme aşamasında pek çok değişken ve sınırlama vardır. Üretim kapasitesi, iş gücü, stok seviyesi, tedarik süreleri ve beklenmeyen üretim aksaklıkları bu süreci etkileyen temel etkenler arasındadır. Bu kompleks karar ortamında geleneksel yöntemlerle karar almak yetersiz kalmakta ve hataya sebep olmaktadır. Bu sebeple Karar Destek Sistemleri devreye girmektedir.

Bu tez çalışması, termin süresi ve tarihi hesaplamalarını; daha sistematik, olabildiğince doğru ve hızlı belirlemek için bir karar destek sisteminin geliştirilmesini konu almaktadır. Geliştirilen sistem bir ERP sistemi gibi çalışarak üretim verilerini kullanmakta, kolay ve anlaşılır bir ara yüz ile yazılan kodları kullanarak hesaplama yaparak optimum süreyi belirlemektedir. Bu şekilde hem insan hatasını en aza indirmek hem de planlama süreçleri dijitalleştirilmek istenmiştir.

Bu tez çalışması ile termin süresi hesaplama ve termin tarihi belirleme süreçlerine sistematik bir bakış açısının getirilmesi, dijitalleşme yolunda hızlı adımlarla ilerlemekte olan üretim sistemlerine katkı sunması ve akademik literatüre yeni bir perspektif kazandırması hedeflenmiştir. Aynı zamanda bu çalışmanın, ilerleyen yıllarda geliştirilecek yapay zekâ destekli sistemlere zemin hazırlaması da temel temennilerim arasındadır.

Veriye dayalı, esnek ve akılcı kararlarla daha verimli üretim sistemleri kurulması dileğiyle...

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KARAR DESTEK SİSTEMİ.....	2
2.1. KDS'nin Kullanımı ve Avantajları	3
2.2. KDS Sisteminin Genel Özellikleri	3
2.3. KDS Yapısı.....	4
2.4. KDS Uygulama Yöntemleri ve Ana Bileşenleri.....	4
2.4.1. Veri Yönetim (Veri Tabanı) Bileşeni	5
2.4.2. Yazılım Sistemi Bileşeni.....	5
2.4.3. Kullanıcı Ara Yüz Bileşeni.....	6
2.5. Termin Süresi Hesaplama Üzerine Geliştirilen Karar Destek Sistemleri	6
3. STOK VE STOK YÖNETİM MODELLERİ.....	8
3.1. Klasik Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli	9
3.2. Klasik Ekonomik Üretim Miktarı Modeli.....	12
3.3. Optimal Emniyet Stoku Modeli.....	15
3.3.1. Yeniden Sipariş Noktası Yöntemi (ROP)	16
4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	21
4.1. Termin Süresi ve Termin Tarihi Hesaplamaları ve KDS İle İlgili Literatür Araştırması	21

4.2. Ekonomik Üretim Miktarı (EPQ), Ekonomik Sipariş Miktarı (EOQ) ve Yeniden Sipariş Noktası (ROP) ile İlgili Literatür Taraması	26
5. UYGULAMA VE BULGULAR	29
5.1. Uygulamanın Amacı ve Önemi	30
5.2. Uygulamanın Yapıldığı Firma Hakkında Genel Bilgi.....	31
5.3. Tarım Makineleri Sektörü	33
5.4. Uygulama İçin Seçilen Tarım Makinası	34
5.5. Uygulamanın Genel Tasarımı ve İş Akışı.....	37
5.6. Uygulamada Kullanılacak Verilerin Toplanması.....	38
5.7. Depo Stok Bilgilerinin Excel'e Entegre Edilmesi	40
5.8. EOQ/EPQ Hesaplamalarının ve Kritik Nokta Analizlerinin Yapılması	40
5.9. EPQ/EOQ Hesaplaması İçin VBA Kullanıcı Ara Yüzünün Tasarlanması ve Kodların Yazılması.....	46
5.10. ROP Değerleri Kullanılarak Üretim ve Satın Almanın Tetiklenmesiyle İlgili Kodların Yazılması	53
5.11. ROP Değerleri Kullanılarak Üretim ve Satın Almanın Tetiklenmesiyle İlgili Yazılan Kodların Çalıştırılması.....	57
5.12. Termin Süresi ve Tarihi Makro Kullanıcı Ara Yüzünün Tasarımı.....	60
5.13. Kod Yazım Süreci Akış Şeması	62
5.14. VBA Makro Kodlarının Yazılması	63
5.15. Termin Süresi ve Tarihi Hesaplayan Kodların Çalıştırılması	84
5.16. Termin Süresi Hesaplama Validasyonu	85
5.17. Termin Tarihi Hesaplama Validasyonu	87
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	88
KAYNAKLAR.....	90

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 5. 1. Tiller Ürün Grubu	36
Tablo 5. 2. 21’li 4 Sıra Yılan Dilli Tiller Ürün Ağacı Bilgileri	39
Tablo 5. 3. Gruplandırılmış Parça Listesi	41
Tablo 5. 4. EPQ Hesaplama Tablosu	42
Tablo 5. 5. Ay Bazında TLR Yılan Dili Uç Bıçağı Kullanım Bilgisi	43
Tablo 5. 6. Örnek EOQ Hesaplaması	45
Tablo 5. 7. Ay Bazında N0200014 Parçası Kullanım Bilgisi	46
Tablo 5. 8. EPQ Hesaplama Kayıt Tablosu	47
Tablo 5. 9. EOQ Hesaplama Kayıt Tablosu	47
Tablo 5. 10. Üretim Parçaları ROP Bilgisi	54
Tablo 5. 11. Üretim ROP Kontrol Tablosu	58
Tablo 5. 12. Satın Alma ROP Kontrol Tablosu	59
Tablo 5. 13. Tiller Makine Parçalarına Ait Veriler	70
Tablo 5. 14. Termin Süresi Karşılaştırma Veri Tablosu	85
Tablo 5. 15. MAE ve MAPE Sonuç Tablosu	87
Tablo 5. 16. Termin Tarihi Veri Tablosu	87

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. KDS'nin Yapısı	4
Şekil 2.2. KDS'nin Bileşenleri	5
Şekil 3. 1. Sipariş Miktarına Göre Stok Maliyetinin Durumu.....	10
Şekil 3. 2. Ekonomik Üretim Miktarı Modeli	12
Şekil 3. 3. Emniyet Stok Düzeyi	16
Şekil 5. 1. 32'li Yılan Dilli Tiller	34
Şekil 5. 2. Tiller Yılan Dili Uç Bıçağı ve Deveboynu	35
Şekil 5. 3. Tiller Deveboynu ve Destek Yayısı.....	35
Şekil 5. 4. Uygulama İş Akış Şeması	38
Şekil 5. 5. EPQ Ara Yüz Tasarımı	48
Şekil 5. 6. EOQ Ara Yüz Tasarımı	48
Şekil 5. 7. EPQ/EOQ Düğme Tasarımı.....	49
Şekil 5. 8. Parça Kodu İle Tetiklenen Kodlar	49
Şekil 5. 9. "HESAPLA" Butonuna Tanımlanan Kodlar.....	50
Şekil 5. 10. EPQ Hesaplaması Yapan Kodlar	50
Şekil 5. 11. EOQ Hesaplama Kodları	51
Şekil 5. 12. Değişkenleri Excel'de Güncelleyen Kodlar	51
Şekil 5. 13. EPQ Hesaplama Ara Yüzü.....	52
Şekil 5. 14. EOQ Hesaplama Ara Yüzü	53
Şekil 5. 15. ROP Kontrol Makro Düğme Tasarımı.....	53
Şekil 5. 16. Değişkenlerin Tanımlandığı Kodlar	55
Şekil 5. 17. Stok Miktarı Verisini Tabloya Getiren Kodlar	55

Şekil 5. 18. Stok Miktarı ile ROP Değerinin Karşılaştırıldığı Kodlar	56
Şekil 5. 19. Mesaj Kutusunu Hazırlayan Kodlar.....	57
Şekil 5. 20. Üretim ROP Kontrol Uyarı Ekranı	58
Şekil 5. 21. Satın Alma ROP Kontrol Uyarı Ekranı	59
Şekil 5. 22. Kullanıcı Ara Yüzü için Tasarlanan Userform	60
Şekil 5. 23. Makro Düğme Tasarımı	61
Şekil 5. 24. Termin Süresi Hesaplama Kullanıcı Ara Yüzü.....	61
Şekil 5. 25. Kod Yazım Süreci İş Akışı	63
Şekil 5. 26. Veri Kayıt Sayfası.....	64
Şekil 5. 27. Excel Sayfasına Kayıt Kodları.....	64
Şekil 5. 28. Ara Yüzdeki Eksik Bilgiler İçin Uyarı Kodları	65
Şekil 5. 29. Kullanıcı Adını Kontrol Eden Kodlar.....	66
Şekil 5. 30. Ürün Adını Yazdıran Kodlar	66
Şekil 5. 31. Ürün Satış Fiyatını Yazdıran Kodlar	67
Şekil 5. 32. Veri ve Hesaplama Sayfası	68
Şekil 5. 33. Stok Kontrolü Kodları.....	69
Şekil 5. 34. Eksik Miktar Hesaplama Kodları.....	71
Şekil 5. 35. 1.Seviye Eksik Miktarı Hesaplayan Kodlar.....	72
Şekil 5. 36. Diğer Seviyeler İçin Eksik Miktarı Hesaplayan Kodlar	73
Şekil 5. 37. Hammadde Eksik Miktar Hesaplama Kodları	74
Şekil 5. 38. Çevrim Süresi Hesaplama Kodları.....	75
Şekil 5. 39. Toplam Çevrim Süresi Hesaplama Kodları	76
Şekil 5. 40. Birim Dönüşümü İçin Yazılan Kodlar	77
Şekil 5. 41. Termin Tarihi Belirleme Kısıtlarını Tanımlayan Kodlar.....	78
Şekil 5. 42. Mesai Başlangıç ve Bitiş Saati Kısıtı Kodları.....	79

Şekil 5. 43. Öğle Molası ve Sevkiyat Saati Kısıtı Kodları.....	79
Şekil 5. 44. Mesai Saati Kısıtı	80
Şekil 5. 45. Termin Tarihini Textbox'a Yazdıran Kodlar	81
Şekil 5. 46. Termin Süresini Textbox'a Yazdıran Kodlar	81
Şekil 5. 47. Tablodaki Verileri Userform'a Aktaran Kodlar	82
Şekil 5. 48. Güncellenen Veriyi Tekrar Tabloya Kaydeden Kodlar	83
Şekil 5. 49. Tablodan Satır Silme Kodları	83
Şekil 5. 50. Ara Yüzden Çıkışı Sağlayan Kodlar	84
Şekil 5. 51. Termin Süresi Hesaplama Kullanıcı Ara Yüzü Doldurma İşlemi	85

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABC	A (en önemli), B (oldukça önemli) ve C (en az önemli)
CON	Constant Lead Time (Sabit Teslim Süresi)
DM	Data Mining (Veri Madenciliği)
EDD	Earliest Due Date (En Erken Teslim Tarihi Önceliği)
EOQ	Economic Order Quantity (Ekonomik Sipariş Miktarı)
EPQ	Economic Production Quantity (Ekonomik Üretim Miktarı)
ERP	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
ESM	Ekonomik Sipariş Miktarı
FMS	Flexible Manufacturing System (Esnek İmalat Sistemleri)
GUI	Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Ara Yüzü)
JIT	Just-in-Time (Tam Zamanında Üretim)
KDS	Karar Destek Sistemi
LT	Lead Time (Teslim Süresi)
MRP	Materials Requirement Planning (Malzeme İhtiyaç Planlaması)
SLK	Equal Slack Time (Eşit Gecikme Süresi)
SPT	Shortest Processing Time (En Kısa İşlem Süresi Önceliği)
TWK	Total Work Content (Toplam İş Yüğü)
VBA	Visual Basic for Applications
YBS	Yönetim bilişim sistemleri

1. GİRİŞ

Rekabet ortamının çok yoğun olduğu günümüz şartlarında şirketler, bu ortamda varlığını sürdürmek için üretim ve hizmet faaliyetlerini yerine getirirken sürekliliği de sağlamaları gerekir. Bunun için de müşteri memnuniyeti ve sürekliliği oldukça önem arz eder. Müşteri memnuniyetini sağlamak için belli temel unsurlara dikkat edilmelidir. Bunlardan en önemlileri kalite, maliyet ve siparişin zamanında teslim edilmesidir. Yine işletmeler sipariş üzerine üretim yapabileceği gibi stok üretimi de yapabilirler. Kullanılan yöntem her ne olursa olsun siparişin zamanında müşteriye ulaşması gerekir. Bunun içinde termin süresi hesaplamaları yapılarak termin tarihleri belirlenir. Bu hesaplamalarda karar destek sistemleri kullanılır.

Bilişim teknolojileri işletmeler için önemli bir araç haline gelmiştir. Karar destek sistemleri de bilişim teknolojilerinin vazgeçilmez parçalarından bir tanesidir. Bilgiler arasında bağlantılar kurup karar verme aşamasında yöneticilere yardımcı olan karar destek sistemleri, aslında bir bilgi sistemidir. Özellikle siparişe bağlı üretim yapan işletmeler için verimliliği dengede tutmak ve artırmak için kullanılan karar destek sistemleriyle, termin programları hazırlanmalıdır. Bu programlar doğrultusunda yapılan planlamalar özellikle orta ve üst kademe tarafından gerçekleştirilir dolayısıyla karar destek sistemlerinin en sık kullanıcıları onlardır.

Bu çalışma çoğunlukla sipariş bazında üretim yapan bir firmada, sipariş bazında termin programının hazırlanması için karar destek sistemi kurmayı amaçlamıştır. Firma tarafından kullanılan ERP yazılımı tabanlı üretim modüllerinin kullanımında etkinliği artırmayı sağlarken, firma bünyesinde bulunan planlama-üretim-satış pazarlama departmanları üçlü ilişkileri iyileştirilmeye çalışılmış, müşterilerden alınan siparişlerin tam zamanında teslim edilmesi esas alınmıştır. Araştırmaya konu edilen termin süresi hesaplama ve termin tarihi belirleme çalışmalarında çokça veri toplanmış ve bu veriler doğrultusunda önemli gelişmeler elde edilmiştir.

Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda, ele alınan konuyla ilgili ulusal ve uluslararası çapta yapılan çalışmalar saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmanın da literatüre önemli katkısının olacağı düşünülmektedir. Yapılan çoğu çalışma, sipariş programı oluşturmak ve üretim planlamak üzerinedir. Karar destek sistemi kullanarak termin süresinin hesaplanıp buradan hareketle termin tarihinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar daha az sayıdadır.

2. KARAR DESTEK SİSTEMİ

Sürekli gelişen teknoloji ile beraber bilgisayar destekli bilgi sistemleri günlük hayatta sık sık kullanılmaya başlanmış ve vazgeçilmez hale gelmiştir. Eskiden çok uzun saatler süren işlemler artık bu teknolojiler sayesinde saniyelere düşürülmüştür. Aynı şekilde bilgisayar destekli bilgi sistemleri alınan yönetim kararlarındaki karmaşık problemleri kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Sürekli gelişen dünya teknolojisinde var olabilmek etkin olmaya ve zamanın daha verimli kullanılmasına bağlıdır. Bu da ancak akılcı ve hızlı stratejik kararlar alarak ve senaryolardaki tüm alternatifleri değerlendirerek mümkün olabilir [1].

Karar Destek Sistemi için farklı tanımlar mevcuttur. Bunlardan biri, Karar Destek Sisteminin kullanıcıya yapısal olmayan ve yarı yapısal karar verme işlemlerinde verilere ve karar modellerine kolay ulaşılmasını sağlayan etkileşimli bir sistem olduğudur [2]. Bir diğeri ise karar almaya yardımcı olmak üzere tanımlanmış kararın yapısal olmadığı durumlarda karar almaya yardımcı etkileşimli ve esnek bilişim teknolojisi olduğudur [3].

Karar Destek Sistemleri (KDS), ortada birçok doğru kararın bulunabildiği ve doğru cevaba ulaşmanın mutlak bir yolunun olmadığı durumlarda kısaca kararın yapısal olmadığı durumlarda, karar alma işlemini kolaylaştırarak yardımcı olmayı hedefleyen etkileşimli ve esnek bilgi teknolojisi sistemleridir [4].

Yönetmel Problemleri aşmak için kantitatif modellerin kullanılmaya çalışılması karar desteği çalışmalarını doğurmuştur ve ilk defa J. D. Little (1970)'in çalışmasıyla ortaya konmuştur. Karar destek sistemlerinin terim olarak kullanıldığı ilk çalışmaysa Gorry ve Scott Morton (1971)'in çalışmasıdır [5].

Başka bir deyişle Karar Destek Sistemleri; karar verebilmek amacıyla kararı verecek kişilerin faydalı bilgi üretmek için kullandıkları, bilgisayarla bütünleştirilmiş yönetim bilgi sistemi aracıdır. Model ve veri tabanını yazılım sistemleri aracılığıyla işleyen Karar Destek Sistemleri, kullanıcıların problemlerini çözmek için interaktif çözümler üretir. Elde edilen çözümlerden hareketle son kararı vermek karar vericiye aittir [6].

2.1. KDS'nin Kullanımı ve Avantajları

Operasyonel süreçleri yönetmekte, yönetim kararlarını almakta ve stratejik planlama yapmakta kullanılan karar destek sistemleri, karar verme süreçlerini hızlandırarak kaynakları bilinçli kullanmayı sağlarken aynı zamanda daha etkili kararlar almayı ve firmalar arası rekabet etme gücünü artırmayı sağlar [7] . Aynı zamanda portföy yönetimi, finansal analiz ve risk değerlendirmesi için de kullanılmaktadır.

Karar Destek Sistemleri, bilgiye dayalı kararları hızlı ve doğru şekilde alırlar. Bu kararları alırken de genellikle büyük ve karmaşık veri kümeleriyle çalışırlar.

Karar Destek sistemlerinin tüm bu avantajları göz önüne alındığında pek çok sektörde kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Sağlık alanında hasta verilerinin analiz edilmesinde ve tedavi süreçlerinin planlanmasında, tedarik ve lojistik zincirinde talep tahmini, envanter yönetimi ve lojistik planlamasında, satış ve pazarlama alanında ise kampanya yönetiminde ve pazarlama stratejilerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır [8].

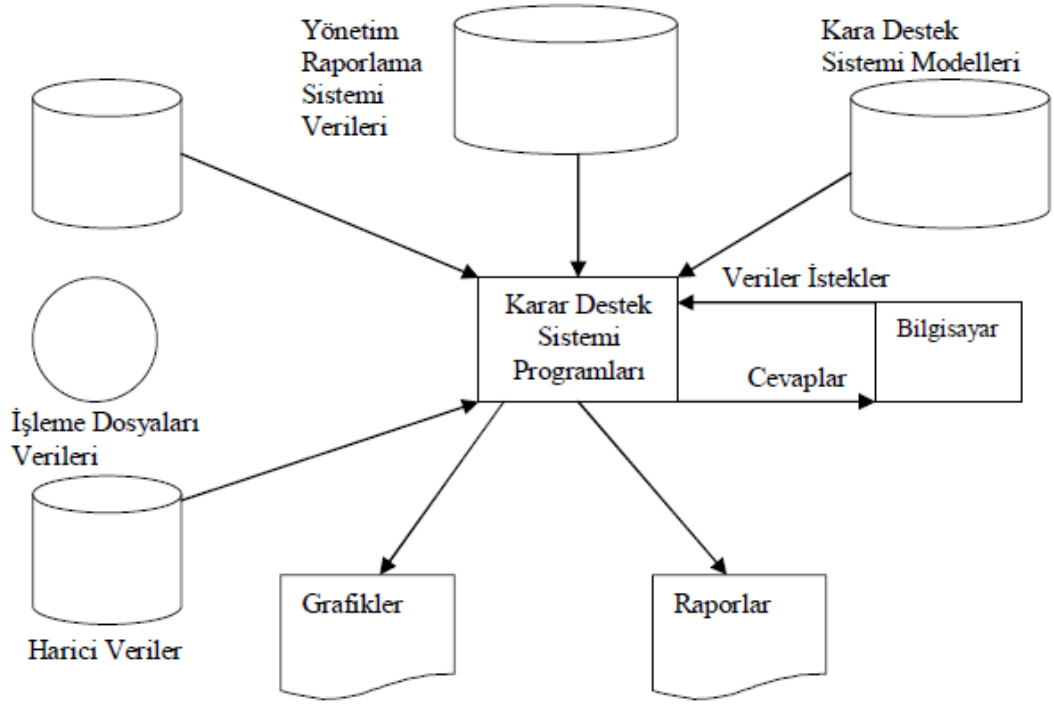
2.2. KDS Sisteminin Genel Özellikleri

Karar Destek Sistemlerinin genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır [5]:

- 1) Yarı-yapısal ve yapısal olmayan karar alırken kullanılır.
- 2) Karar vericinin yerini almaktan ziyade, ona karar vermesinde yardımcı olurlar.
- 3) Karar verme işleminin tüm aşamalarında destek sağlanmaktadır.
- 4) Sistem kullanıcı tarafından kontrol edilir.
- 5) Model kullanılır.
- 6) Etkileşim kullanıcılar tarafından sağlanır.
- 7) Farklı ve tüm düzeydeki yöneticiler için, gerekli durumlarda düzeyler arası entegrasyona da destek vererek, karar verme desteği sağlanmaktadır.
- 8) Bağımlı veya bağımsız kararlar için destek sağlayabilir.
- 9) Hem bireysel hem grup tabanlı karar verme desteği sağlar.
- 10) Esneklik ve uygulama kolaylığı sağlar.

2.3. KDS Yapısı

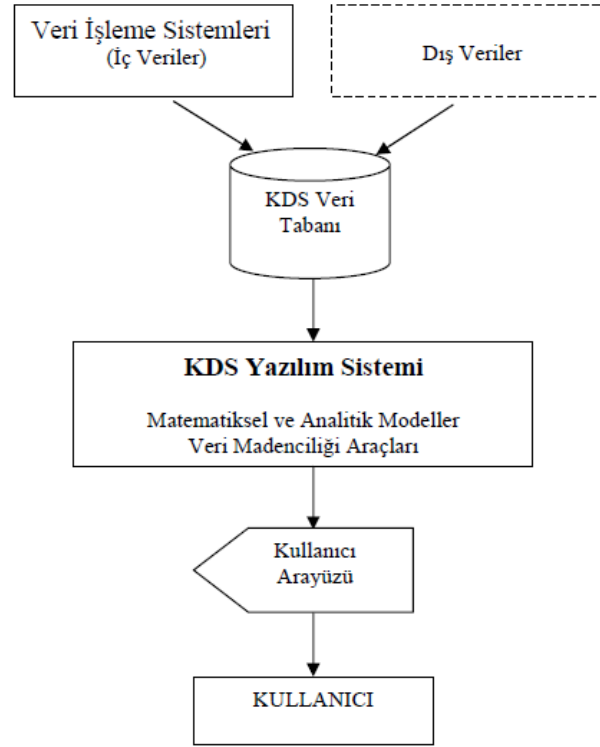
Karar destek sistemlerinin, yönetim bilişim sistemlerinin geliştirilmiş hali olduğunu gözden kaçırmamak gerekir. YBS, KDS'nin temel yap taşlarından biridir. Karar Destek Sistemleri ile Yönetim Bilişim Sistemlerinin farklı zaman dilimlerine odaklanmalarıdır. YBS “Ne doğrudur? Ne gerçekleşti?” sorusuna yanıt ararken KDS bugün ve gelecekle ilgilenir. Aynı zamanda YBS’de büyük miktardaki veriler programlı ve yavaş bir şekilde işlenip değerlendirilirken, KDS’de veriler hızlı bir şekilde çalışır ve kararlar üzerindeki etkileri belirler. Bu sayede yöneticilerin aldıkları kararlarda daha fazla alternatifi değerlendirmesine olanak sağlar [9]. Şekil 2.1’de KDS’nin yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.1. KDS'nin Yapısı [10]

2.4. KDS Uygulama Yöntemleri ve Ana Bileşenleri

Karar Destek Sistemleri veri yönetim (veri tabanı), yazılım sistemi ve kullanıcı ara yüzü bileşeni olmak üzere genellikle üç temel bileşenden oluşurlar.



Şekil 2.2. KDS'nin Bileşenleri [11]

2.4.1. Veri Yönetim (Veri Tabanı) Bileşeni

Veri Yönetimi bileşeni, KDS sisteminin ihtiyacı olan verilerin toplanmasını, saklanmasını ve yönetilmesini sağlar. Veri deposu ve veri tabanları bu bileşenin en önemli yapı taşlarıdır. Veri tabanı, kişisel bir bilgisayara yerleştirilecek kadar küçük de olabilir, çok büyük bir veri deposu şeklinde de olabilir. Veri tabanı, pek çok uygulamadan elde edilen geçmişten gelen ve mevcutta bulunan verilerin bir araya getirilmesinden oluşur. Dış kaynaklardan gelen verilerin entegre edilmesi de bu bileşenin kapsamındadır. Bu bileşen, KDS'nin temelidir. Doğru verilerin sağlanması ve sistemin doğru çalışması için kritik öneme sahiptir [12].

2.4.2. Yazılım Sistemi Bileşeni

Kullanıcının karar verme sürecinde kullandığı matematiksel ve analitik modellerin yönetilmesini sağlarken; simülasyon, optimizasyon ve istatistiksel analizler bu bileşen aracılığıyla uygulanır. Bu modeller sayesinde kullanıcı farklı senaryoları değerlendirir ve

olası sonuçları öngörür. Veri analizi için kullanılan yazılım araçlarını kapsayan yazılım sistemini tasarlarlarken Visual Basic, C++, Delphi vb. araçlar kullanılabilir. Veri madenciliği yazılım araçları, büyük veri havuzlarında gizlenmiş desenleri ve ilişkileri bulur, onlardan gelecekteki davranışların tahmin edilebilmesi için kurallar oluşturur ve kararın verilmesinde yol gösterir [3]. Bu bileşen KDS'nin en önemli unsurlarından biridir. Bu bileşen sayesinde karar vericiler karmaşık problemlere çözüm bulabilirler.

2.4.3. Kullanıcı Ara Yüz Bileşeni

Karar vericilerin sistemi etkin bir şekilde kullanabilmesi için gerekli teknikleri ve araçları içeren bileşendir. Gösterge panoları, raporlama araçları ve grafiksel kullanıcı ara yüzleri (GUI) bu bileşenin temel parçalarıdır. Kullanıcıların sistemle etkileşimini kolaylaştırmak ve gerekli bilgiye hızlı erişmesini sağlamak kullanışlı bir ara yüz tasarlamaktan geçer. Ara yüz bileşeni, KDS için kritik önem taşımaktadır çünkü sistemin kullanıcılar tarafından etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

2.5. Termin Süresi Hesaplama Üzerine Geliştirilen Karar Destek Sistemleri

Bir işin, projenin, üretimin veya siparişin tamamlanması için gerekli olan süre termin süresi olarak tanımlanabilir. Üretim sektörlerinde, proje yönetiminde, lojistikte ve iş dünyasında oldukça sık kullanılan bir kavramdır. Üretim için kullanılan kaynakların ve iş süreçlerinin doğru şekilde planlanması ve teslimatın zamanında sağlanması açısından hem üretici firmalar hem de müşteriler açısından büyük önem arz etmektedir. Müşteri ilişkilerini yönetmek açısından bakılacak olunursa da doğru termin tarihinin verilip ürünün müşteriye verilen tarihte ulaşması firmanın güvenilirliği ve imajı için oldukça önemlidir. Doğru termin süresinin verilmesi müşteri memnuniyetini de olumlu etkiler.

Termin süresi pek çok sebepten dolayı kritik önem taşımaktadır. Özellikle müşteri memnuniyetini sağlama konusunda oldukça önemlidir. Ürün veya hizmetin zamanında teslim edilmesi, müşteri memnuniyetini artırırken markaya olan güveni pekiştirir. Bununla beraber termin süresi yönetimini iyi yapan firmalar bulundukları pazarda rakip firmalardan daha önde olma şansını yakalarken daha rekabetçi de olabilirler. Planlanmış termin süresine uyulmaması halinde bir takım ek maliyetler ortaya çıkabilirken, üretimde gecikmeler yaşanabilir, ceza ve fazla mesai gibi ek ödemeler yapılmak durumunda kalınabilir. Doğru

hesaplanmış termin süreleri sayesinde iş gücü, ekipman ve hammadde etkin kullanımını ile süreçler optimize edilirken iş akışının düzgün ilerlemesi, dar boğazların giderilmesi ve süreçlerin iyi planlanması sağlanır. Neticede termin süresini hesaplamak ve hesaplanan bu süreye uymak için yapılan çalışmalar firmalarda risk yönetimini kontrol altında tutulmasını sağlamakla kalmaz beklenmeyen olumsuz etkileri de minimize ederek işletmenin sürdürülebilirliğini artırır [13].

Kaynakların sınırlı olduğu ve müşteri taleplerin hızlı değiştiği günümüzdeki üretim süreçlerinde, termin süresini doğru belirlemek ve termin tarihini doğru vermek git gide zorlaşmaktadır. Bu bağlamda, karar destek sistemleri yöneticilere doğru ve hızlı karar alma noktasında yardımcı olmaktadır.

Termin süresini etkileyen çeşitli kısıtları analiz ederek daha doğru tahmin yapılmasını sağlayan karar destek sistemleri, iç gücü durumu, üretim kapasitesi, tezgah doluluğu ve kullanılabilirliği gibi değişkenleri göz önüne alarak beraber bir şekilde bütüncül değerlendirir. Böylece siparişlerin ne zaman teslim edilebileceği konusunda daha rasyonel kararlar alınır. Bunun yanı sıra optimizasyon ve simülasyon gibi geliştirilen modeller sayesinde farklı senaryolar karşılaştırılır ve en doğru termin süresi belirlenir.

Günümüzde tasarlanan modern KDS'ler, sadece veriye dayalı kararlar almaz beraberinde kullanıcıların kolay bir şekilde kullanabileceği ara yüzler tasarlar. Böylece stratejik planlamaya katkı sağlanmış olunur. Rekabetin yoğun olduğu pazarlarda müşteri memnuniyeti oldukça büyük önem taşımaktadır. Karar destek sistemlerinin kullanılması ile termin süresinin doğru hesaplanması beraberinde de termin tarihinin hızlı ve doğru bir şekilde müşteriye ulaşması bu rekabette avantaj sağlamaktadır. Lojistik ve üretim süreçleri göz önünde alındığında KDS kullanmak, işletmelerin esnekliğini arttırmakla kalmaz belirsiz koşullarda dahi doğru ve sağlam kararlar alınmasını mümkün kılar [14].

3. STOK VE STOK YÖNETİM MODELLERİ

Türkçede “yığılım” [15] anlamına gelen stok kelimesi, İngilizceden dilimize geçmiş olup, İngilizcedeki “stock” kelimesinin karşılığıdır. Firmalar müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına bazı madde ve malzemeleri bulundurmak durumundadırlar. Firmaların halihazırda ellerinde bulundurdıkları bu madde ve malzemelere en genel tabirle “stok” denmektedir. Depo edilebildiği takdirde her şey stok olarak nitelendirilebilir. Depo edilen şeyler sistem yetersizliklerinde ya da gelecekte bir talep olduğu takdirde kullanılır. [16].

İşletmelerin yatırımı olarak kabul edilen stok kavramı aynı zamanda, kullanılıncaya veya satılıncaya kadar atıl olarak bekletilen, ekonomik değeri olan malzeme ve ürün demektir. Stok hareketsiz olarak duran malzemeyi ifade eder ve fiziksel varlığı gösterir. Sık sık envanter kavramı ile karıştırılmaktadır. Envanter, stoktan daha geniş kapsamlıdır. Stoktaki kaynaklarla beraber insan kaynaklarını da kapsar. Fiziksel varlığı değil, parasal değeri ifade eder [17].

Stok bulundurmanın birçok nedeni vardır. Üretimde beklenmeyen durumlar veya farklı nedenlerden kaynaklı gecikmeler oluşabilir bunların yanı sıra çeşitli düzensizlikler ve mevsimsel etkilerden kaynaklı dalgalanmalar yaşanabilir. Bu sebeple işletmeler kendilerini güvence altına almak adına stok bulundurabilirler. Hali hazırda atıl bekleyen ancak ihtiyaç dahilinde kullanılabilecek hammadde, yarı mamul, malzeme ve diğer kaynaklar stok olarak tanımlanabilir [18].

İşletmelerde üretim faaliyetlerinin devam edebilmesi için kullanımına ihtiyaç duyulan malzemeler hazır bir şekilde bekletilmelidir. İşte bu sebeple de firmalar stok tutma eğilimde olurlar. Verdikleri hizmetin devamlılığını sağlamak isterler. Aslında stok karlılığa giden yolda bir hedef değil sert piyasa koşullarına karşı alınan bir önlemdir.

Bütün ifade edilen tanımlar göz önüne alındığında, stoklar için genel olarak, üretim faaliyetlerini gerçekleştirmek üzere alınmış veya üretilmiş, müşteriye yani tüketiciye gönderilmek amacıyla tutulan ürünlerden daha fazlasıdır. Stok bir işletmenin hammadde, yarı mamul ve ürünlerini hatta üretime yardımcı malzemelerini kapsayan çok geniş bir kapsamdır.

Basit stok kontrol işlemleri stok kontrollerinin yapılması ile gerçekleşir. Ancak stok kontrolleri karmaşık ve zahmetli durumda yetersiz kalmaktadır. Böyle durumlar anlık gerçekleştirilmez ve bir süreç ister. İşte bu süreç stok yönetimidir. İşletmelerin nakdi büyük çoğunlukla stoklara bağlanır ve stoklardan yalnızca ürün satışı ile işletme maliyetine karşı oluşan kazanç elde edilebilir. Bu nedenle eğer ki işletme maliyetini stokları ile ilişkilendirirse, etkili, verimli, ekonomik bir yolla stokları ile başa çıkması gerekmektedir [19].

Stok yönetimin temeli israfın ortadan kaldırılmak istenmesine dayanır. Stok varlıklarının takip edilmesi, gereken kadar stokta tutulması, tükenmeden sipariş edilmesi maliyetleri düşürmek, israfın önüne geçmek için yapılır [20]. Stok yönetimi sistematik bir şekilde yapılmak isteniyorsa önce stok planlaması yapılmalıdır ardından sipariş döngüleri oluşturulmalı ve stok seviyesi dengede tutulmalıdır. Stoklar sürekli bir şekilde takip ve kontrol edilerek yorumlanmalıdır. Ancak bu şekilde olası problemlerin önüne geçerek kaynaklar en etkin şekilde kullanılır ve etkili bir stok yönetimi sağlanmış olur [19].

3.1. Klasik Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

Stok kontrol yöntemlerinin temelini Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli oluşturmaktadır. Stok kontrol modelleri içerisinde en yaygın ve en eski kullanılan modeldir. İlk defa 1915 yılında Ford Whitman Harris tarafından kullanılmıştır. Model üzerindeki çalışmalarından dolayı Wilson EOQ Modeli olarak da bilinmektedir. [21].

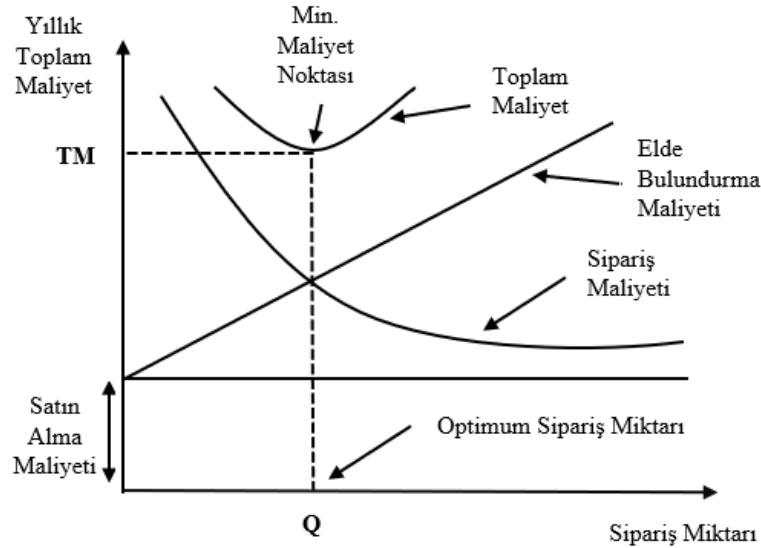
Sipariş sayısı ve buna bağlı olan sipariş verme maliyetinin azalması demek; sipariş büyüklüğünün artması yani stok ve stokta bulundurma maliyetinin artması demektir. Stokta bulundurma maliyeti ve sipariş verme maliyetinin en düşük olduğu sipariş büyüklüğünü bulan model “Ekonomik Sipariş Miktarı” modelidir. Pek çok varsayımı içinde bulunduran bu modeli kullanması oldukça basit ve kolaydır.

ESM’nin amacı, yıl içindeki üretimde; ekonomik sipariş miktarı, sayısı ve tedarik süresini hesaplamak bununla beraber optimum stok maliyeti ve yeniden sipariş noktasını bulmaktır. Yıllık stok bulundurma maliyetlerini minimum yapmakta bir diğer amacıdır [22].

ESM modelinde siparişler tek seferde ve partilere bölünmüş şekilde teslim alınır. Stoğa katılan partiler sonrasında sabit bir talep hızıyla azalır. Sipariş gelene kadar eldeki stoktan

tüketim yapılırken yeniden sipariş noktasında tekrar sipariş verilir. Yeniden sipariş noktası (Reorder Point), eldeki stokların biteceği zamandan tedarik süresi kadar önce olmalıdır.

Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli elde bulundurma maliyeti ile sipariş maliyeti arasındaki dengeyi sağlar. Toplam maliyeti minimum yapacak kadar sipariş vermek asıl amaçtır. Yine bu model ile siparişlerin kaçar birimlik partilerle sipariş verilmesi gerektiği bulunur.



Şekil 3.1. Sipariş Miktarına Göre Stok Maliyetinin Durumu [23]

Şekil 3.1’de de görüldüğü gibi sipariş maliyetiyle elde bulundurma maliyetinin kesiştiği noktada toplam maliyeti en küçük yapan en iyi sipariş miktarı bulunur.

Ekonomik sipariş miktarını bulmak için kullanılacak sembol ve formüller şu şekildedir [24]:

Q: Parti Hacmi (Ekonomik Sipariş Miktarı),

D: Yıllık talep miktarı,

P: Yıllık üretim kapasitesi,

T: Periyot süresi,

C: Birim değişken maliyet,

K: Sipariş veya hazırlık maliyeti,

h: Stokta tutma birim maliyeti (yıl),

TC: Toplam maliyet,

TCU: Birim zamandaki toplam maliyet.

Model oluşturulmak istenirse, toplam maliyet; satın alma maliyeti, sipariş maliyeti ve stok bulundurma maliyeti toplamından oluşur.

Toplam Maliyet = (Sipariş maliyeti) + (Satın alma maliyeti) + (Stok bulundurma maliyeti)

Sipariş maliyeti = K

Satın alma maliyeti = cQ

Stok bulundurma maliyeti = $h \frac{QT}{2}$ yerine yazılırsa model,

$$TC = K + cQ + h \frac{QT}{2} \text{ şeklinde olur.}$$

Birim zamandaki toplam maliyet, toplam maliyetin çevrim süresine bölünmesiyle elde edilir.

Buradan birim zamandaki toplam maliyet (3.1) eşitliğindeki gibi yazılır.

$$TCU = \frac{K}{T} + \frac{cQ}{T} + h \frac{Q}{2} \quad (3.1)$$

Çevrim süresi yani iki sipariş arası geçen süre; T, Şekil 3.1’de eğimin hesaplanması ile,

$$D = \frac{Q}{T} \text{ buradan } T = \frac{Q}{D} \quad (3.2)$$

olarak bulunur. Bulunan bu değer TCU eşitliğinde yerine yazılırsa,

$$TCU(Q) = \frac{K}{\frac{Q}{D}} + \frac{cQ}{\frac{Q}{D}} + h \frac{Q}{2} = \frac{KD}{Q} + cD + h \frac{Q}{2} \quad (3.3)$$

Böylece çevrim süresinden bağımsız sipariş miktarının fonksiyonu elde edilmiş olunur.

Birim zamandaki toplam maliyeti minimum yapan optimal sipariş miktarını bulmak için de TCU denkleminde (Q)’nın Q’ya göre 1. Türevini alıp 0’a eşitlemek gerekir.

$$\frac{dTCU(Q)}{dQ} = 0 \quad (3.4)$$

$$- \frac{KD}{Q^2} + \frac{h}{2} = 0 \quad (3.5)$$

Buradan hareketle ekonomik sipariş miktarı;

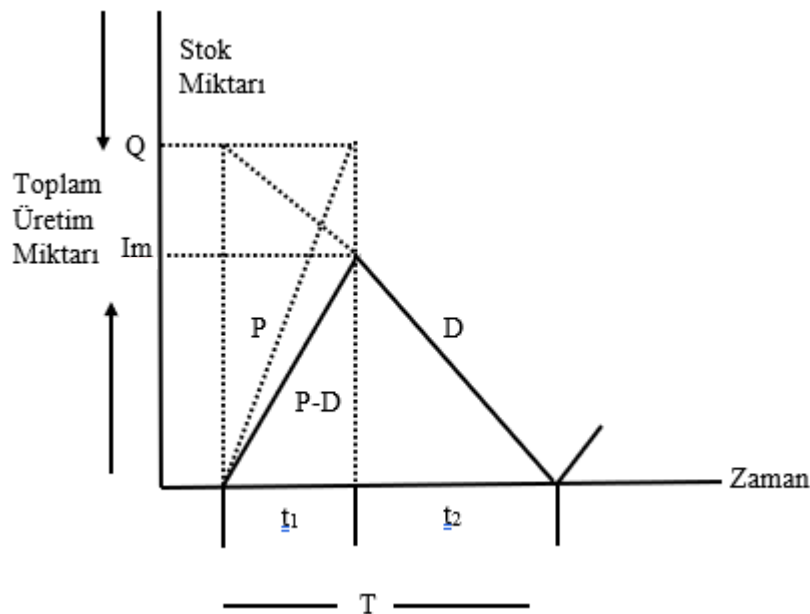
$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (3.6)$$

olarak bulunur. Optimum çevrim süresi ise,

$$T = \frac{Q}{D} \text{ 'den } T^* = \frac{\sqrt{\frac{2KD}{h}}}{D} = \sqrt{\frac{2K}{hd}} \text{ olarak bulunur.} \quad (3.7)$$

3.2. Klasik Ekonomik Üretim Miktarı Modeli

Ekonomik Sipariş Miktarı (ESM) modelinde, satın alınan her bir birim ürünün maliyeti birim satın alma maliyeti olarak alınmıştı. Ekonomik Üretim Miktarı modelindeyse, ürünleri doğrudan firma ürettiği için bunun yerine birim üretim maliyeti bulunmalıdır. Birim üretim maliyeti direkt işçilik ve diğer üretim giderlerinden meydana gelmektedir. Bunların dışında Ekonomik Üretim Miktarı modelinde sipariş maliyetlerinin yerini kurulum maliyetleri, ürün bekleme süresinin yerini kurulum süresi almaktadır [25].



Şekil 3.2. Ekonomik Üretim Miktarı Modeli

Bu modelde, bir periyot iki ayrı safhadan oluşmaktadır. Birinci safha, üretimin olduğu zaman aralığı, ikincisi ise üretimin olmadığı zaman aralığıdır. Birinci safhada talep üretim

tarafından karşılanmakta olup, talepten fazla yapılan üretim stokta tutulmaktadır. Burada asıl varsayım, üretim hızının talep hızından fazla olmasıdır. İkinci safhada ise talep stoktan karşılanmakta, periyot sonunda stok tükenmekte ve diğer periyoda geçiş yapılmaktadır [26].

Ekonomik üretim miktarını bulmak için kullanılacak sembol ve formüller şu şekildedir [26]:

Q: Parti Hacmi (Ekonomik Üretim Miktarı),

D: Yıllık talep miktarı,

P: Yıllık üretim kapasitesi,

I_m : Çevrim süresi içerisindeki maksimum stok miktarı

h: Birim stok tutma maliyeti,

C: Birim değişken üretim maliyeti,

K: Hazırlık maliyeti,

t_1 : Çevrim süresi içerisinde üretimin yapıldığı zaman aralığı,

t_2 : Çevrim süresi içerisinde üretimin yapılmadığı zaman aralığı,

T: Çevrim süresi, $T = t_1 + t_2$,

Q^* : Optimum üretim miktarı,

T^* : Optimum çevrim süresi.

Üretimin olduğu 1. safha,

$$t_1 = \frac{I_m}{P-D} = \frac{Q}{P} = I_m = \frac{Q(P-D)}{P} \quad (3.8)$$

Üretimin olmadığı 2. safha,

$$T = \frac{Q}{D}, \quad t_2 = \frac{I_m}{D} = I_m = \frac{1-D}{P} \times Q \quad (3.9)$$

Modelin asıl amacı ekonomik üretim miktarını ve çevrim süresini bulurken toplam maliyeti minimum yapmaktır. Üretim maliyeti, üretime hazırlık maliyeti ve stok bulundurma maliyetinin toplamı, toplam maliyeti verir.

$$TC = (\text{Üretime hazırlık maliyeti}) + (\text{Üretim maliyeti}) + (\text{Stok bulundurma maliyeti})$$

$$TC = C \times Q + K + h \frac{I_m}{2} T \quad (3.10)$$

2. safhada bulunan I_m ve T değerleri yerine yazılırsa,

$$TC = (C \times Q) + K + h \times \frac{\left(\frac{1-D}{P}\right) \times Q}{2} \times \left(\frac{Q}{D}\right) \quad (3.11)$$

elde edilir. Buradan,

$$TC = (C \times Q) + K + h \frac{\left(\frac{1-D}{P}\right) \times Q^2}{2D} \quad (3.12)$$

olarak bulunur. Birim zamandaki toplam maliyeti bulmak için ise toplam maliyet formülü kullanılarak TCU formülünde yerine yazılır.

$$TCU = \frac{TC}{T} \quad (3.13)$$

$$TCU = \frac{(C \times Q) + K + h \frac{\left(\frac{1-D}{P}\right) \times Q^2}{2D}}{\frac{Q}{D}} \quad (3.14)$$

$$TCU = \left[(C \times Q) + K + h \frac{\left(\frac{1-D}{P}\right) \times Q^2}{2D} \right] \times \frac{D}{Q} \quad (3.15)$$

$$TCU = (C \times D) + \left(\frac{K \times D}{Q}\right) + h \frac{\left(\frac{1-D}{P}\right) \times Q}{2} \quad (3.16)$$

olarak hesaplanır. Birim zamandaki toplam maliyeti minimum yapan optimum üretim miktarını bulmak için de TCU denkleminde TCU'nun Q 'ya göre 1. türevini alıp 0'a eşitlemek gerekir.

$$\frac{dTCU}{dQ} = 0 \quad (3.17)$$

$$\frac{dTCU}{dQ} = - \frac{K \times D}{Q^2} + h \frac{\left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2} = 0 \quad (3.18)$$

$$\frac{K \times D}{Q^2} = \frac{h(1-\frac{D}{P})}{2} \quad (3.19)$$

$$K \times D = Q^2 \times \left(\frac{h(1-\frac{D}{P})}{2} \right) \quad (3.20)$$

$$Q^2 = \frac{2KD}{h(1-\frac{D}{P})} \quad (3.21)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2KD}{h(1-\frac{D}{P})}} \quad (3.22)$$

olarak hesaplanır. Optimum çevrim süresini hesaplamak için de,

$$T^* = \frac{Q}{D} = \frac{\sqrt{\frac{2KD}{h(1-\frac{D}{P})}}}{D} = \sqrt{\frac{2K}{hD(1-\frac{D}{P})}} \quad (3.23)$$

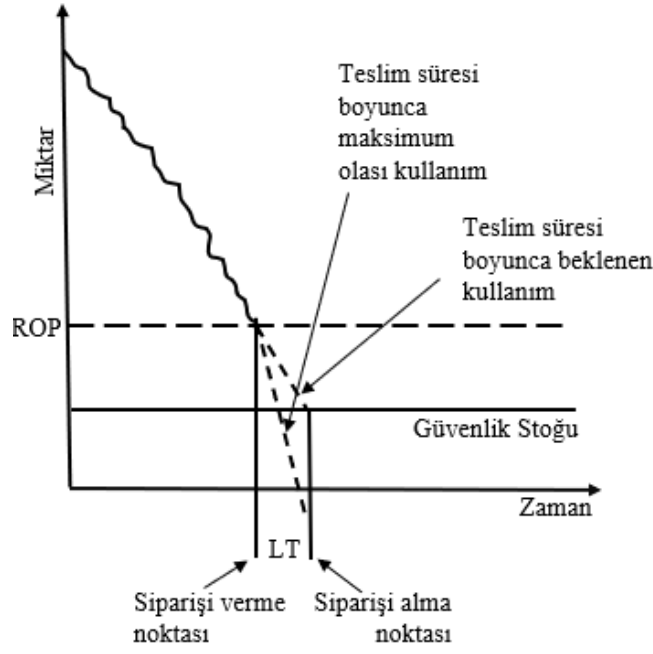
formülü kullanılmalıdır.

3.3. Optimal Emniyet Stoku Modeli

Tedarik süresi olarak tanımlanan kavram, bir ürüne, malzemeye ya da hammaddeye ihtiyacın bildirilmesinden kullanıma sunulmaya hazır olmasına kadar geçen süredir. Genellikle sipariş verilmesinden ürünün kullanıma hazır olmasına kadar geçen, yani tedarik süresi diye adlandırdığımız bir süre vardır. Tedarik süresi gecikmelere ve aksaklıklara yol açabileceği gibi üretimde yarattığı bekleme dolayısıyla firmaların ceza maliyeti ödemesine de sebep olabilir. Bu süre oldukça önemlidir. Bu yüzden firmalar tuttukları stokları hesaplarken optimum stok seviyesinden fazla stok tutarlar. Bu fazlalık emniyet, tampon ya da güvenlik stoğu olarak adlandırılır [24].

Teslim süresinde veya kullanım oranında değişiklikler yaşandığında, stoğun tükenmesiyle karşı karşıya kalınabilir. Teslim süresinin ve kullanım oranının sabit olmadığı durumlarda talebi karşılayacak stok hakkında kesin bir şey söylenemez. Kullanım oranında yaşanan değişkenlikler stoğu planlanandan daha hızlı tüketerek kalıcı olmayan bir talep artışına neden olur veya teslimat sürelerinde yaşanan değişkenlik tedarikin karşılamasını için

beklenen süreyi uzatır. Tüm bu sebeplerden de emniyet stoğu tutulmalıdır. Emniyet stoğu beklenen talepten ziyade onun üzerine ilave olarak tutulan stoktur. Emniyet stoğu, bir siparişin teslim edilmesini beklerken stok tükenmesi riskini azaltır. Aslında bir tür sigorta olarak kabul edilebilir [23].



Şekil 3.3. Emniyet Stok Düzeyi

Şekil 3.3'te emniyet stoğunun tedarik süresi (Lead Time) boyunca stoğun tükenmesi riskini nasıl azaltabileceği gösterilmiştir. Alınan emniyet stoğu önlemi, sadece teslim süresi süresince gereklidir. Ani yaşanan bir artış olduğunda bu ekstra siparişi gerektirecektir ve bu sipariş tek seferlikse, stok tükenmesi riski göz ardı edilmelidir [23].

Emniyet stoğunu hesaplamak için çeşitli yöntemler vardır. Hangi yöntemin kullanılacağı, işletmenin yapısı ve stok yönetim hedefleri göz önüne alınarak seçilmelidir. En yaygın olarak kullanılan yöntemler; standart sapma yöntemi, yeniden sipariş noktası yöntemi, hizmet seviyesi odaklı yaklaşım ve min/maks yaklaşımıdır.

3.3.1. Yeniden Sipariş Noktası Yöntemi (ROP)

Ne kadar sipariş verileceği sorusuna EOQ modelleri ile cevap bulunurken, ne zaman sipariş verileceği sorusu cevabını bulamaz. Ne zaman sipariş verileceği sorusunun cevabı

Yeniden Sipariş Noktası Modelleri ile bulunur. Her ne kadar “ne zaman?” sorusunun cevabı alınsa da bu cevap miktar cinsinden alınır. Yeniden sipariş noktası, stoktaki miktar önceden belirlenmiş miktara düştüğünde kendini gösterir. Hesaplanan bu miktar, siparişin tedariki süresince kullanılması beklenen miktardır ve stoğun tükenme olasılığını azaltan ekstra bir stoktur [23].

Yeniden sipariş noktası miktarı belirlemek çoğu zaman büyük önem arz eder. Özelliklerinden biri yenileme siparişini tetikleyen stok seviyesi olmasıdır. Yani talebi karşılayabilmek için siparişin verilmesi gereken noktadır. Bu sayede stok tükenmelerinin önüne geçilir. Bunun yanı sıra belirlenen yeniden sipariş miktarı ile aşırı stok yapmanın da önüne geçilmiş olunur. Ne zaman sipariş vereceğini bilmeden sık sık sipariş verilmesi stok maliyetlerini ve sipariş verme maliyetlerini arttıracaktır. Ancak sipariş verilmesi gereken miktarın bulunmasıyla gereksiz verilen sipariş ve stok maliyetlerinin önüne geçilmiş olunur.

Yeniden sipariş noktası miktarının dört farklı belirleyicisi vardır [23]:

1. Talep oranı,
2. Teslim süresi uzunluğu,
3. Teslim ve talep süresi değişkenliği,
4. Stok tükenme riski derecesi.

Genel olarak, kullanım veya teslim süresinde farklılıklar olduğunda ROP şöyledir:

$$\text{ROP} = \text{Expected Usage During Time} + \text{Safety Stock}$$

$$(\text{ROP} = \text{Zaman İçinde Beklenen Kullanım} + \text{Güvenlik Stoğu})$$

Bahsedilen durumlar göz önüne alındığında ise yeniden sipariş noktasını hesaplamak için dört farklı model geliştirilmiştir. Bunlar;

1. Sabit kullanım oranı, sabit teslim süresi.
2. Değişken kullanım oranı, sabit teslim süresi.
3. Sabit kullanım oranı, değişken teslim süresi.
4. Değişken kullanım oranı ve değişken teslim süresidir.

Söz konusu modellerde teslim süresindeki veya kullanım oranındaki değişkenliğin, normal dağılım ile dağıldığı ve normal dağılımla yeterli bir şekilde tanımlanabileceği varsayılır. Fakat normal dağılım ile dağılmaması durumu da çok önemli bir problem değildir. Modeller, gerçek dağılımların normalden büyük ölçüde uzaklaştığında bile yeniden sipariş noktasını yaklaşık olarak sağlarlar.

Tartışma teslim ve talep süresinin her ikisinin de sabit olduğu durumlarla başlayıp ve teslim ya da talep süresinin veya her ikisinin de değişken olduğu durumlarda kullanılabilecek modellere doğru ilerlemektedir.

- **Sabit kullanım oranı, sabit teslim süresi modeli**

Yeniden sipariş noktası kavramını teslim süresinin ve kullanım oranının sabit olduğu durumlarda hesaplamak kolaydır. Ancak normal şartlarda kullanım oranı ya da teslim süresi veya ikisi birden bir miktar değişkenlik gösterme eğilimi içindedirler.

Teslim süresinin ve kullanım oranının her ikisinin de sabit olduğu durumlarda, teslim sürelerinde gecikmeler ya da artan talep söz konusu olmayacağı için stoğun tükenme riski yoktur. Bu yüzden bu modelde yeniden sipariş noktası (ROP), teslim süresi ile kullanım oranının çarpılması ile bulunur.

$$ROP = Usage \times Lead \ Time$$

- **Değişken kullanım oranı, sabit teslim süresi modeli**

Bu modelde, teslim süresi boyunca talebin normal dağılım ile tanımlanan bağımsız günlük taleplerden oluştuğu varsayılır. Bu modelin kullanılabilmesi için değişken olan kullanım oranının günlük değerine ve standart sapmasına ihtiyaç vardır. Yine bu modelde teslim süresi boyunca toplam talep, günlük varyansların toplamına eşit bir varyans ve günlük ortalamaların toplamına eşit bir ortalama ile normal dağılmaktadır. Buradan hareketle, beklenen kullanım ve teslim süresi için kullanımın standart sapması hesaplanır.

Değişken kullanım oranı, sabit teslim süresi için yeniden sipariş noktası bulunmak istenirse kullanılması gereken formül şu şekildedir;

$$ROP = Expected \ usage \ during \ lead \ time + Safety \ stock$$

(ROP = Teslim süresi boyunca beklenen kullanım + Güvenlik stoğu)

$$= \bar{u}LT + z\sqrt{LT}(\sigma_u) \quad (3.24)$$

$\bar{u}$ = Average usage rate (Ortalama kullanım oranı)

LT= Lead time (Teslim süresi)

σ_u = Standard deviation of usage rate

Emniyet stoğu bulundurmak maliyetlidir. Bu yüzden yöneticiler, emniyet stoğu bulundurmanın maliyetiyle, stoğun tükenme riskinde yaşanacak azalmayı iyi analiz etmelidir. Stok tükenme riski ne kadar azalırsa hizmet seviyesi de o kadar artar. Eldeki stok miktarı müşteri talebini karşılamaya yetmelidir. Buradan hareketle müşteri hizmet seviyesi, tedarik işlemi süresince talebin arzı aşmama olasılığı olarak tanımlanır. Örneğin, %85’lik hizmet seviyesi, tedarik süresince talebin arzı aşmama olasılığının %85 olması demektir. Stok tükenmesi riski ise hizmet seviyesinin tamamlayıcısıdır; %85’lik hizmet seviyesinin olması %15’lik stok tükenmesi riski var demektir. Genel olarak hizmet seviyesi;

$$\text{Service Level} = 100 \text{ percent} - \text{stock-out risk}$$

ile bulunur. Hizmet seviyesi aynı zamanda yeniden sipariş noktasında kullanımın eldeki miktarı aşmamasıdır.

- **Sabit kullanım oranı, değişken teslim süresi modeli**

Teslim süresinin değişken olması durumunda bahsedilen modellerden herhangi biri varsayılabilir. Teslim süresi normal dağıldığı varsayıldığında, teslim süresince beklenen kullanım oranı da normal dağılır. Fakat varyans, bir önceki modeldeki gibi varyansların toplamını kapsamaz. Bunun sebebi ise herhangi bir döngüdeki gerçek teslim süresinin bir dizi sayı (yani teslim süresi talepleri) yerine tek bir sayı (örneğin iki hafta) olmasıdır. Bu durumda formül (3.25) kullanılır.

$$ROP = \bar{u} \bar{LT} + z \bar{u} \sigma_{LT} \quad (3.25)$$

$\bar{u}$ = The (constant) usage rate (Sabit kullanım oranı)

$\bar{LT}$ = Average lead time (Ortalama teslim süresi)

σ_{LT} = Standard deviation of lead time (Teslim süresi standart sapması)

- **Değişken kullanım oranı, değişken teslim süresi modeli**

Teslim süresi ve kullanım oranının her ikisinin birden değişkenlik gösterdiği durumlarda artan değişkenliğin telafi edilmesi gereklidir. Bu da güvenlik stoğunun, iki etmenden birinin sabit tutularak ondan daha büyük olması ile makul olabilir. O halde, teslim süresi boyunca beklenen kullanım, ortalama günlük kullanım ile ortalama teslim süresinin (gün cinsinden) çarpımıdır. Günlük kullanım ve teslim süresi normal dağılmışsa teslim süresi boyunca toplam $\bar{u}(\bar{LT})$ 'ye eşit ortalama ile normal dağılıma sahip olacaktır. Varyansı da aslında teslim süresi ve kullanım varyanslarının toplamıdır ve standart sapma bu toplamın kareköküdür;

Teslim süresi boyunca toplam kullanımın standart sapması,

$$\sigma_{\text{total usage}} = \sqrt{\sigma_{\text{total usage}}^2 + \sigma_{\text{lead time}}^2} \quad (3.26)$$

$$\sigma_{\text{usage}} = \sqrt{\bar{LT}} \cdot \sigma_u \quad \text{ve} \quad \sigma_{\text{lead time}} = \bar{u} \cdot \sigma_{LT} \quad (3.27)$$

$$\sigma_{\text{total usage}} = \sqrt{(\sqrt{\bar{LT}} \sigma_u)^2 + (\bar{u} \cdot \sigma_{LT})^2} = \sqrt{LT \sigma_u^2 + \bar{u}^2 \sigma_{LT}^2} \quad (3.28)$$

Dolayısıyla,

$$\text{ROP} = \bar{u} (LT) + z \sqrt{LT \sigma_u^2 + \bar{u}^2 \sigma_{LT}^2} \quad (3.29)$$

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde yapılacak uygulamanın gerçekleştirilmesinde katkı sağlayacak ve ışık tutacak geçmiş uygulamalar incelenmiştir. Yapılan literatür araştırması iki ayrı konu başlığı ile ele alınmıştır. İlk olarak uygulamanın temelini oluşturan, termin süresi ve termin tarihi veya bir başka deyişle teslim süresi ve teslim tarihi hesaplamaları konularını ele alan geçmişten günümüze yapılan akademik araştırmalar ve uygulamalar incelenmiştir. Aynı zamanda uygulama bir Karar Destek Sistemi kurmak üzerine olduğu için bu konudaki çalışmalarda incelenmiştir. İkinci olarak ise gerçekleştirilecek uygulama için önemli olan Ekonomik Üretim Miktarı (EPQ), Ekonomik Sipariş Miktarı (EOQ) ve Yeniden Üretim ve Sipariş Noktası (ROP) konu başlıkları incelenmiştir.

4.1. Termin Süresi ve Termin Tarihi Hesaplamaları ve KDS İle İlgili Literatür Araştırması

Literatürde geçmiş yıllardan bugüne kadar karar destek sistemi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Ancak termin süresi veya termin tarihi hesaplamak üzere kurulan Karar Destek Sistemleri ile ilgili nispeten daha az çalışma bulunmakla birlikte son yıllarda daha çok ele alınmaya başlanmıştır. Bahsedilen konularla ilgili yapılmış bazı çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Karar Destek Sistemi ile ilgili akademik temelleri, ilk olarak doktora tezi ile Morton (1971) atmıştır. Morton tezi kapsamında üretim planlaması kararlarında test edilmek üzere bir yönetim karar destek sistemi geliştirmiştir. Yöneticilerin karar alırken bilgisayar tabanlı sistemleri kullandığında sağlayabileceği destek üzerinde durmuştur. Üretim planlaması gibi tekrar eden kararlarda karar destek sisteminin etkinliğini değerlendirmek üzere deneysel bir uygulama yapmıştır. Deneysel uygulamanın sonucunda ise yönetim karar destek sistemlerinin etkili ve hızlı kararlar almak konusunda önemli katkılarının olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışma sayesinde KDS'nin organizasyonel karar süreçlerinde ve pratikte uygulanabilirliği noktasında potansiyelini açığa çıkarmıştır [27].

Morton ve Gorry (1971), Morton'un ampirik bir çalışma olan doktora tezinden hareketle temelleri atılan KDS'nin, teorik çerçevesini makale ile genişletmişlerdir. Yazarlar bu eserde bilgi sistemlerinin yönetim kararlarındaki süreçlerdeki önemini ortaya koymakla kalmamış ilk sistematik çalışmalardan birini oluşturmuştur. Morton ve Gorry, kararları

“yapılandırılmış”, “yarı yapılandırılmış” ve “yapılandırılmamış” olarak sınıflandırmıştır ve karar türlerini “operasyonel”, “taktiksel” ve “stratejik” yönetim seviyeleriyle eşleştirmiştir. Yapılan sınıflamayı bir matris oluşturarak görselleştirmişlerdir. Bu matris sayesinde bilgi sistemleri ile alınacak kararların hangi tür kararlara uygun olduğu analiz edilmiştir. Bu çalışma ile karmaşık kararlarda yöneticilerin bilgi sistemleri teknolojilerini kullanması durumunda sağlayacağı faydalar ortaya konmuştur. Ayrıca karar destek sistemlerinin teorik temelini atan çalışma, bilgi sistemlerini yönetsel karar alma süreçleriyle ilk kez sistematik biçimde ilişkilendiren öncü çalışmadır [28].

Keen ve Morton (1978), yazmış oldukları kitapta KDS’yi teknolojik bir araç olmasının yanı sıra, yöneticilerin karar alma süreçlerinde kullanılması gereken organizasyonel bir yapı olarak tanımlamışlardır. Kitapta vaka analizleri, davranışsal gözlemler ve sistem tasarım süreçlerinin sistematik incelenmesi yöntem olarak kullanılmıştır. Yazarlar, KDS’nin teknik bileşenlerinin yanı sıra yarı yapılandırılmış kararlara odaklanmış kullanıcı davranışı, örgütsel dinamikler ve sistem kabulü gibi “yumuşak” faktörleri de detaylı bir şekilde analiz etmişlerdir. Bu eser, karar destek sistemlerine ilişkin anlayışı kökten değiştirmiş ve daha sonra gelecek iş zekâsı, analitik karar sistemleri ve yapay zekâ temelli araçlara teorik bir temel oluşturmuştur [29].

Ardjmand ve diğ. (2016) çalışmalarında, hizmet ve üretim sektörlerinde zamanlama ve planlama aşamalarının üzerinde karar destek sistemlerinin tarihsel gelişimini incelemişlerdir. Ayrıca KDS’nin sınıflandırılmasını ve uygulama örneklerine eleştirel bakış açısıyla yaklaşmışlardır. Çalışmada pek çok sayıda akademik kaynak incelenmiş olup KDS’nin kullanıldığı problem türleri detaylandırılmış, sistemlerin sınırlılıkları ve etkinlikleri değerlendirilmiştir. Yazarlar bu eser ile KDS’nin yalnızca teorik değil uygulamalı yönlerinin de üstünde durarak gerçek hayatta karşılaşılan entegrasyon eksiklikleri, belirsizlikler ve düzeltici mekanizma yetersizlikleri gibi önemli boşluklara dikkat çekmişlerdir [30].

Dulkadir (2022), tarafından yapılan çalışmada bir tekstil işletmesinde müşteri siparişlerinin eksiksiz ve zamanında tesliminin sağlanması amacıyla KDS kullanılarak nasıl daha etkili planlanabileceği ortaya konmuştur. Yazar firmanın kullandığı ERP yazılımının üretim modülü üzerinden KDS destekli bir termin programı geliştirmiştir ve bunun için makine randımanı, çalışan verimliliği, malzeme temini gibi pek çok değişkeni göz önüne almıştır. Çalışmada siparişler, kaynak kısıtları ve üretim gerçekleştirmeleri analiz edilerek

sistemin planlama sürecine etkisine bakılmıştır. Çalışma, KDS'nin üretim süreçlerine entegrasyonunun hem zamanında teslimat oranını artırması hem de kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamasıyla öne çıkmıştır [14].

Orlicky (1975), yayımlanan kitabı envanter ve üretim yönetimi konusunda bilgisayar destekli planlamanın önem ve değerini vurgulayan öncü kaynaklardan biridir. Termin süresi, üretim ve tedarik süreçlerinin planlanmasında merkezi bir roledir. Orlicky, doğru ve dinamik bir şekilde belirlenen termin sürelerinin, MRP sistemlerinde üretim ihtiyaçlarında yaşanan gecikmelerin önüne geçeceğini savunur. Bahsettiği süreler işlem, hazırlık, denetim ve taşıma gibi üretim aşamalarını kapsar ve her bileşen için ayrı hesaplanır. MRP sisteminin başarılı çalışabilmesi için güncel ve gerçekçi termin süreleri kullanılması gerektiğini aksi halde sabit ve değişmeyen termin süreleriyle yapılan planlamaların gerçek üretim ortamını yansıtmadığını vurgular. Böylece müşteri taleplerine etkili ve zamanında cevap verilirken aynı zamanda gereksiz stoğun da önüne geçilir [31].

Seidmann ve Smith (1981) çalışmalarında, toplam sistemin maliyetini minimize edecek teslim tarihinin sabit bir süre ekleyerek belirlenebileceği üzerinde durmuşlardır. Çalışmada teslim tarihi ataması, her bir işin atölyeye giriş zamanına ek sabit bir teslim süresi (lead time) eklenmesi önerilmiştir. Bahsedilen sabit süre belirlenirken geç teslimden kaynaklanan cezalar, erken üretimden kaynaklı stoklama maliyetleri ve müşteri memnuniyeti kayıplarını dengeleyen maliyet unsurları göz önüne alınmıştır. Asıl amaç teslim tarihi belirlerken maliyeti minimize edecek bir sistem geliştirmektir. Çalışma rastgele üretim sürelerine sahip dinamik bir iş atölyesinin modellenmesi ile gerçekleştirilmiştir. İşin sisteme girmesi ile eklenen sabit sürenin optimal değeri için analitik model geliştirilmiştir. Model ile teslim tarihi ile tamamlanma süresi arasındaki katlanılan maliyet minimize edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan bu yaklaşım, farklı iş türleri ve değişken süreç süreleri bulunan sistemlerde dahi etkili teslim tarihi ataması yapılmasını sağladığı ve üretim sistemleri için oldukça pratik ve uygulanabilir bir çözüm önerdiği için önemlidir [32].

Enns ve Prongue-Costa (1983) yılında yaptıkları çalışmalarında, bilgisayar destekli simülasyon modellerini kullanarak iş atölyesi (job-shop) tipi üretim sistemlerinde kullanılan teslim tarihi belirleme yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Çeşitli yöntemlerin uygulandığı senaryolar incelenerek simüle edilmiş ve koşullara uygun yöntemlerin neler olduğu analiz edilmiştir. Bu çalışma ile iş atölyesi (job-shop) tipi üretim sistemlerinde kullanılan farklı teslim tarihi atama yöntemlerinin sisteme ve sistem performansına etkileri analiz edilmiştir.

Sabit teslim süresi, iş yüküne dayalı teslim süresi ve dinamik olarak belirlenen teslim süreleri gibi yöntemler karşılaştırılmıştır. Simüle edilen modelde farklı teslim tarihi atama yöntemleri, iş yüküne ve sistem durumlarına bağlı olarak test edilmiştir. Ardından simülasyon sonuçları üretim akış verimliliği, zamanında teslim oranı gibi performans kriterleri kapsamında değerlendirilmiştir. Uygulama sonucunda daha yüksek zamanında teslim oranı ve düşük gecikme süresi sağlayan yöntemin sistem yüküne duyarlı teslim tarihi belirleme yöntemi olduğu saptanmıştır. Böylece bu çalışma ile iş atölyesi ortamlarında dinamik ve sistem durumuna uyum sağlayan teslim tarihi belirleme yöntemlerinin kullanılmasının statik yaklaşımlardan ziyade daha başarılı olduğu ortaya konmuştur. Çalışma hem teorik hem pratik olarak üretim planlama alanında literatüre önemli katkılar sağlamıştır [33].

Marlin (1986), çalışmasında planlanan teslim süresinin doğruluğunu ve bu sürenin sistem performansına etkilerini incelemiştir. Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP) sistemlerinde genellikle sabit ve tahmini süreler kullanıldığı için planlama ve envanter yönetiminde sapmalar yaşanmaktadır. Marlin, planlanan ile gerçekleşen arasındaki teslim süresi farkının sistem performansındaki bozulmalara sebep olduğunu vurgulamıştır. Makalede, analitik modeller ve simülasyonlar kullanılarak teslim süresi tahminlerinin dinamik olarak güncellenmesinin gerekliliği ve MRP sistemlerinin daha duyarlı hale getirilmesinin önemi ortaya konmuştur [34].

Kaminsky ve Hochbaum (2003), yaptıkları çalışmada üretimin müşteriye özel yapıldığı firmalarda, teslim tarihi belirleme sürecinde karşılaşılan güçlüklerle değinmiştir bununla beraber kısa teslim süresi verme çabası ile verilen süreye uyma arasındaki çelişkinin giderilmesine yönelik algoritmalar ve matematiksel modeller geliştirmişlerdir. Literatürdeki diğer çalışmalarda teslim tarihi hesaplamalarında dışsal etmenler baz alınırken, bu çalışmada teslim tarihi planlama süreci bünyesinde içsel etmenler baz alınarak ele alınmıştır. Böylece bu yaklaşım ile rekabet gücü, üretim planlama ve müşteri memnuniyeti yönünden kritik bir hesaplama olan teslim süresinin güvenilirliğini doğrudan modellenmesine imkan sağlamıştır. Çalışmada tek makine, paralel makineler, iş atölyesi ve akış atölyeleri ortamlarında Sabit Teslim Süresi (CON), Eşit Gecikme Süresi (SLK), Toplam İş Yüğü (TWK) gibi teslim tarihi belirleme kuralları ve En Kısa İşlem Süresi Önceliği (SPT), En Erken Teslim Tarihi Önceliği (EDD), Ağırlıklı En Uzun İşlem Süresi Önceliği (WLPT) gibi sıralama algoritmaları beraber incelenmiştir. Çalışmada hem stokastik hem de deterministik

yapılar için formülasyonlar geliştirilmesinin yanı sıra bazı sezgisel algoritmalar önerilmiş ve analitik performans analizleri yapılmıştır [35].

Aktürk (2019) makalesinde, teslim tarihi belirleme aşamasında sorunlarla karşılaşan sipariş üzerine üretim yapan firmalarda sorunu çözmek üzerine geliştirmiştir. Erken yapılan üretimden kaynaklı depolama, elleçleme veya vade farklı gibi katlanılan maliyetler işletme karlılığını düşürmekle kalmayıp müşteri ile üretici arasında anlaşmazlıklara yol açmaktadır. Bu doğrultuda geleneksel yöntemlerden farklı olarak lojistik maliyetler karar alma sürecine dahil edilmiştir. Siparişlerin üretim sırasını saptamak amacıyla lojistik maliyet unsurları doğrusal amaç fonksiyonu (F) ile formüle edilmiştir. Her bir sipariş için Elleçleme (T), vade farkı (M) ve depolama (I) maliyetleri tek tek formüller ile hesaplanarak normalize edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Ağırlık katsayılarıyla esneklik kazanan model, maliyetleri minimuma indiren sıralama sonucunda siparişlerin üretim ve teslim tarihlerini belirlemektedir. Çalışmada geliştirilen algoritma KDS'ye dönüşebilir donanımda olmasıyla beraber Excel veya herhangi bir yazılım diliyle kolayca entegre çalışabilmektedir. Çalışma siparişin alınmasıyla başlayıp fiyatlandırma ile biten süreçte firmalar için kullanılabilir bir maliyet yönetimi sağlayan özgün bir çalışmadır [13].

Chavan ve Shinde (2022), çalışmalarında, Hindistan'da bulunan bir PVC/PVDC film üreten firmada bulunan dilimleme verimliliğini arttırmak için bir planlama optimizasyon aracı geliştirmişlerdir. Bu optimizasyon aracı Excel VBA tabanlıdır. Geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan planlama zaman kaybına ve kaynakların verimsiz kullanılmasına sebebiyet vermektedir. Bu doğrultuda çalışmada, planlama sürecinde toplam işlem süresini azaltmak ve dijitalleşmek hedeflenmiştir. Ayrıca tam sayılı doğrusal programlama (Integer Linear Programming) yaklaşımını kullanan ve Excel'de uygulayan ender saha çalışmalarındandır. Çalışmada makineler ile ilgili hız, çap gibi teknik özellikler ve değişim süreleri zaman etüdü çalışmalarıyla belirlenerek optimizasyon modeline dahil edilmiştir. Excel VBA'da otomasyon sağlanmış, modelde her iş sadece bir makineye atanmıştır. Oluşturulan kullanıcı yanlı ara yüz ile de kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Çalışma sayesinde planlamadan kaynaklı duruş süresi azalırken verimlilik artmıştır. Çalışma, kaynakların tam kapasite kullanılması, operatör kaynaklı hataların azaltılması ve alınan planlama kararlarının hızlandırılması açısından önemli bir kaynak niteliğindedir [36].

4.2. Ekonomik Üretim Miktarı (EPQ), Ekonomik Sipariş Miktarı (EOQ) ve Yeniden Sipariş Noktası (ROP) ile İlgili Literatür Taraması

Stevenson (2005), EPQ ve EOQ hesaplamalarını envanter yönetiminin temel yapı taşları olarak görmektedir. Çünkü bu hesaplamalar, tedarik zinciri ve üretim süreçlerinde maliyetin minimize edilmesine ve müşteri beklentilerinin gecikmeler olmadan karşılanmasına olanak sağlar. Stevenson EOQ'yu, firmaların ihtiyaçlarını hangi sıklıkla ve miktarda sipariş etmeleri gerektiği olarak tanımlar. Burada amaç sipariş verme maliyeti ile stok bulundurma maliyeti arasındaki dengeyi kurarak toplam maliyeti en aza indirmektir. Benzer bir yaklaşım ile EPQ'yu üretim yapan firmalar için üretim partilerinin büyüklüğünün optimize edilmesi ve üretim ve tüketim hızı arasındaki farkın yönetilmesi olarak tanımlar. ROP ise kitapta üretimi yapılan ya da satın alınan envanterin stoğunun kritik bir noktaya düştüğünde yeni siparişin verilmesini ya da üretime başlanmasını gerektiren bir eşik olarak belirtilmiştir. Bahsedilen üç modelin ortak amacı envanter stoğunu doğru seviyede tutmak, aşırı stoğun önüne geçmek veya stok yetersizliği problemlerini ortadan kaldırmaya çalışmaktır. Stevenson, kitabında bu konuları teorik bilgilerin yanı sıra pratik örnekler ve çeşitli senaryolarla destekleyerek açıklamaktadır [23].

Bassin (2006) çalışmasını, küçük işletmelerin envanter yönetiminde yaşadığı sorunlara çözüm getirmek amacı ile EOQ ve ROP modellerini kullanarak uygulamalı bir şekilde ele almıştır. İşletmelerin stok tutma ve sipariş verme maliyetlerini minimize edecek pratik yöntemler geliştirmek çalışmanın ana amacıdır. Bassin, kullandığı modelleri Microsoft Excel gibi kolay ulaşılabilir ve kullanılabilir araçlar kullanarak uygulanabilir hale getirmiştir. Bu şekilde envanter yönetimin karmaşık yazılımlar olmadan da etkin yönetilebileceğini göstermiştir. Çalışmada, EOQ modeli sipariş miktarının optimize edilmesi, ROP modeli stok seviyesinin kritik bir noktaya ulaştığında yeni siparişin verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bassin önerdiği yöntemler ile küçük işletmelerde sipariş ve stok maliyetlerini azaltarak daha verimli bir envanter yönetimi yapılabileceğini ortaya koymuştur [37].

Sulak ve Eroğlu (2009), çalışmalarında ekonomik sipariş ve üretim miktarı modellerinin varsayımları üzerinde çalışarak bu varsayımları esneterek gerçek yaşamdaki uygulamalar için daha uygun hale getirmeyi amaçlamışlardır. Makalede özellikle ödemelerde gecikmeye izin veren, stoksuzluk ve kusurlu ürün oranını dikkate alan yeni bir EOQ modeli önerilmiştir. Önerilen model ile hedef, işletmelerin envanter yönetimi

stratejileri belirleme aşamasındaki karşılaştıkları gerçekçi koşulları yansıtarak, karar verme süreçlerini desteklemektir. Çalışmada sayısal örneklerle test edilerek ve duyarlılık analizi yapılarak modelin geçerliliği sınanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ödemelerdeki gecikme süresi arttığında sipariş miktarı ve stoksuzluk miktarı azalırken elde edilen toplam kar artmaktadır. Elde edilen bulgular, işletmelerin envanter yönetimi stratejilerini belirlerken hangi faktörleri dikkate almaları gerektiğinin önemini vurgulamaktadır [22].

Jaber ve diğ. (2014), kusurlu ürün durumunu ekonomik sipariş miktarı modeline entegre daha gerçekçi bir yaklaşımla stok yönetim modeli ortaya koymak için çalışmışlardır. İşletmelerin sipariş vermiş oldukları partilerde kusurlu ürünlerle karşılaşabilme ihtimalini de göz önünde bulunduran yazarlar, bu kusurlu ürünlerin ya değiştirilmesini ya da onarılması gerektiğini savunarak iki alternatif geliştirmiştir. Çalışmanın asıl amacı her iki strateji için de toplam maliyet üzerindeki etkilerini belirlemek ve ekonomik olan yöntemi saptamaktır. Her iki strateji için matematiksel model kullanılmış olup EOQ temelli denklemler geliştirilmiş ve sayısal örnekler ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, onarım süresi, kusurlu ürün oranı, acil tedarik maliyeti ve ürün değişim fiyatı parametrelerin kara vermede oldukça önemli etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Sonuçta, hızlı tedarik ve düşük maliyet gerektiren durumlarda doğrudan satın alma yapmak daha avantajlı iken, tedarik süreci uzun ve maliyetli olduğu durumlarda ise onarım daha avantajlıdır. Bu bağlamda çalışma, akademik literatüre katkı sağlarken uygulayıcılar için de karmaşık ve kompleks stok yönetimi kararlarında yol gösterici bir model ortaya koymuştur [38].

Ardak ve Borade (2017) çalışmalarında, klasik ekonomik üretim miktarı modelini, bozulabilir ürünler ve stok seviyesine bağlı talep gibi gerçek yaşam şartlarını göz önüne alarak genişletmişlerdir. Kullandıkları modelde, talebin mevcut stoğa bağlı değiştiği ve stokların zamanla bozulmaya başladığı durumlar üzerinde durulmuştur. Üretim süreci üç ayrı aşamada incelenmiştir; stokların birikmeye başladığı, bozulmanın başladığı ve üretimin durduğu. Yapılan pek çok EOQ ve EPQ çalışmasında olduğu gibi bu çalışmanın da temel amacı maliyeti minimize ederek optimal üretim sürelerini belirlemektir. Bu sebeple bozulma oranı, stok seviyesi, üretim süresi, ve talepler arasındaki ilişkiler matematiksel denklemlerle incelenerek ifade edilmiştir. Modelin uygulanabilirliği, sayısal örnekler ve duyarlılık analizi ile test edilmiştir. Analiz sonuçları incelediğinde ise birim zamandaki toplam maliyetin talep ve üretim oranlarındaki değişikliklere karşı hassas olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma ile özellikle mevsimsel ya da bozulabilir ürün üreten işletmelerde, üretim ve stok

yönetiminde karşılaşılan zorluklar ele alınmış olup gerçekçi ve uygulanabilir çözümler sunulmuştur [39].

Adzaky ve diğ. (2024), bir işletmenin stok fazlası hammadde sorunu ve maliyet yüksekliği sorunlarını çözmek için çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. İşletmede özellikle kahve çekirdeği gibi ihtiyaç dışı ve plansız yapılan satın almalar stok maliyetinin yükselmesine ve işletmenin verimsiz çalışmasına yol açmıştır. Bu problemi çözmek isteyen yazarlar ise EOQ yöntemini kullanarak sipariş miktarının ekonomik düzeyde hesaplamasını yaparak hammaddeler için ideal sipariş miktarını bulmayı, yeniden sipariş noktalarını ve güvenlik stoğu seviyelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, EOQ modeli kullanılarak bulunan hesaplamalar ile sipariş sayısı azaltılırken stok maliyetlerinde düşüş gözlenmiştir. Eski verilerle yapılan kıyaslamalar sonucunda da sipariş sayısının düşürüldü görülmüştür. Çalışma benzer özellikteki işletmelere rehberlik edebilecek envanter maliyetlerini düşürmek ve stok verimliliğini artırmak isteyenler için pratik bir çözüm sunmaktadır [40].

5. UYGULAMA VE BULGULAR

Günümüzde yoğun rekabet ortamında çalışan üretim yapan işletmeler, rekabet avantajı sağlayabilmek ve pazarda varlığını koruyabilmek için müşteri taleplerine olabildiğince hızlı ve doğru dönüş yapmak durumundadırlar. Özellikle de karmaşık üretim süreçlerine sahip tarım makineleri üreten sektörlerde üretim planlama olabildiğince etkin çalışmalıdır ki siparişler zamanında teslim edilebilsin. Hammadde tedarik sürecinin başarılı ve etkin bir şekilde yönetilmesi, makine ve insan gücünün en verimli olacak şekilde kullanılması, üretim süreçlerinin optimize edilmesi ve müşteri beklentilerini ve taleplerini karşılayarak memnuniyetin artırılması, termin süresi hesaplamak için önemli birer etkidir.

Bu tez çalışması tarım makineleri üretimi yapan bir firmada sistematik ve doğru termin süresini hesaplamak amacıyla makro dili ile bir yazılım geliştirmeyi hedeflemektedir. Geliştirilmek istenen bu makro, parçaların stok durumunu, üretim aşamalarındaki operasyon çevrim sürelerini, satın alınan ürünlerin sipariş miktarını ve tedarik edilme süresini göz önüne alarak alınan her bir sipariş için dinamik bir termin süresi hesaplayacak beraberinde termin tarihini belirleyecektir. Bu çalışma kapsamında, tarım makineleri üretimi yapılan bir firmada ürün termin süresinin hesaplanması için karar destek sistemi geliştirilecektir. Gerçek zamanlı verilerle çalışmak ve bu sayede değişken üretim koşullarına hızlıca uyum sağlamak geliştirilecek olan karar destek sisteminin en önemli avantajlarındanıdır. Excel tabanlı bir makro ile çalışacak olan bu karar destek sistemi, kullanıcıların kolay ve hızlı bir şekilde müşterilere termin tarihi verebilmesini sağlayacaktır.

Çoğunlukla manuel işlemler gerektiren geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan termin süresi hesaplamalarında hata payı yüksektir ayrıyeten de zaman almaktadır. Bunların yanı sıra yapılan yanlış hesaplama üretim süreçlerinde gecikmelere, maliyette artışa ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açabilmektedir. Bu sebeple, makro tabanlı oluşturulacak karar destek sistemi ile termin süresi hesaplamak otomatikleşecek, alınacak kararlar hızlanacaktır.

Termin süresi, üretim hızı, hammadde stoğu, ürün alt parça stoğu gibi pek çok etkene bağlı olarak değişmektedir. Üretim verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, tarım makineleri üreten bir firmada Excel VBA kullanılarak veri analizi ve hesaplamalarını otomatikleştirecek ve termin sürelerini daha etkili bir şekilde belirleyecek bir KDS geliştirilecektir. Satış pazarlama departmanı sipariş alındıktan sonra ürünün stokta

bulunma durumunu kontrol edecek, bulunmuyorsa geliştirilecek yazılım kullanılmaya başlanacaktır. Ürün ağaçları kontrolü ile eksik alt parçalar belirlenecektir. Çevrim süreleri kullanılarak alt parçaların üretim süreleri hesaplanacaktır. Nihayetinde hesaplanması amaçlanan termin süresi planlı süreler dahilinde tespit edilecektir. Bunun yanı sıra, üretimi yapılan parçaların Ekonomik Üretim Miktarı (EPQ), satın alması yapılan parçaların ise Ekonomik Sipariş Miktarı (EOQ) hesaplanacak beraberinde; kritik sipariş/üretim noktası belirlenecektir. Böylece ürün stoğunda yaşanan azalma veya tükenme riskinin önüne geçilerek stoğu kontrol altında tutmaya yönelik adım atılmış olunacaktır.

5.1. Uygulamanın Amacı ve Önemi

Ürün termin tarihinin belirlenmesi ve bununla ilgili net bir tarihin verilmesi çoğu kez satış pazarlama departmanı çalışanları ile planlama departmanı çalışanlarını karşı karşıya getirmektedir. Satış pazarlama departmanı çalışanının amacı, aldığı siparişi en kısa sürede müşteriye ulaştırmaktır. Bununla ilgili de siparişin alınma aşamasında planlama departmanı tarafından verilen ve müşteriye iletilen termin tarihinin tutarlı olmasını ister. Planlama departmanı ise alınan siparişlere göre üretim ve malzeme planlamasını gerçekleştirir. Üretilmesi veya alınması gereken ürünlere karar verir ve üretim planı oluşturur. Üretim planı tedarikte ya da üretim hatlarında yaşanabilecek gecikmelerden kaynaklı aksayabilir. Yani ürünlerin stok durumu siparişin teslimatında yaşanabilecek gecikmelere kadar ciddi sorunlara sebebiyet verebilir. Bunun sonucunda da müşteriler tarafından satış pazarlama çalışanlarına hatta firmaya karşı bir güvensizlik oluşmaktadır. Yapılması hedeflenen Karar Destek Sistemi sayesinde, termin tarihi için bilgi almak isteyen satış pazarlama ekibi, planlama ekibi ile iletişime geçmeden yaklaşık bir termin tarihi alabilecektir. Bu sistem sayesinde, üretim planlamasında karşılaşılan belirsizlikler minimize edilecek ve müşterilere daha güvenilir teslimat tarihleri sunulabilecektir. Aynı zamanda firmaların prestiji açısından da çok önemli olan termin tarihindeki gecikmeler, doğru termin tarihinin hesaplanması ve en uygun tarihin önerilmesiyle ortadan kalkacaktır.

Bu çalışma, yalnızca satış pazarlama-planlama departmanı ilişkilerini değil aynı zamanda planlama-satın alma departmanları ilişkilerini de iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Yapılacak olan EOQ/EPQ ve kritik nokta hesaplamaları ile üretilen ve satın alınacak

ürünlerin kaçır adet ve ne zaman üretileceği/satın alınacağı belirlenerek hem stok yönetimi başarılı bir şekilde sağlanırken hem de stoksuz kalma durumu ortadan kaldırılacaktır.

Bu çalışma, geliştirilecek olan KDS ile karar alma süreçlerini veri bazlı, daha doğru ve hızlı yürütülmesini, anlık stok bilgisine erişim ile birlikte termin süresi optimize edilmesini, stoksuz kalmaktan veya aşırı stok tutmaktan kaynaklanan maliyetlerin en aza indirilmesi veya ortadan kaldırılmasını amaç edinmiştir.

Özellikle son yıllarda endüstri 4.0 ve dijital dönüşümde yaşanan gelişmelerle, üretimin olduğu işletmelerde veriye dayalı karar almanın önemi giderek artmaktadır. Her ne kadar pek çok alanda olduğu gibi planlama ve termin süresi hesaplama elle yapılabilir olsa da, yapılan hesaplamanın hata payı yüksek, esnekliği ve doğruluğu düşük olmaktadır. Ancak geliştirilecek olan KDS işletmeye güvenilir, esnek ve hızlı bir termin süresi verme alt yapısı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sayede müşteri memnuniyetinde ve rekabet etme gücünde artış beklenmektedir. Çalışma tüm bunların yanında işletmenin dijital dönüşümüne ve sürdürülebilir üretim yönetimine önemli bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Geliştirilecek makro tabanlı termin hesaplama karar destek sistemi, yalnızca tarım makineleri üretim sektöründe değil, farklı üretim sektörlerinde de uygulanabilir bir model sunarak geniş bir kullanım alanına sahip olacaktır. Bu nedenle, çalışma literatüre ve endüstriyel uygulamalara önemli bir katkı sunmaktadır.

5.2. Uygulamanın Yapıldığı Firma Hakkında Genel Bilgi

Uygulamanın geliştirilmesi, denenmesi ve uygulanması tarım makinaları üretimi sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletme, 1986 yılında çelik dövme sektörü üzerine kurulmuş olup şimdilerde daha çok tarım sektörü üzerine çalışmalar yapan köklü bir firmadır. Ankara'nın Kahramankazan ilçesinde yerleşik olan firmanın üç ayrı fabrikası bulunmaktadır. 46.000 m²'si kapalı, 29.000 m²'si açık olmak üzere toplamda 75.000 m²'lik alanda faaliyet göstermektedir. Firmada, talaşlı imalat, dövme, kaynak, sıcak/soğuk büküm, kumlama, boyama ve ıslah operasyonlarını içeren detaylı ve kapsamlı bir üretim anlayışı vardır.

Firmada ürün çeşitliliği bir hayli geniştir. 3000’den fazla farklı ürünü bulunan firmanın ürettiği başlıca ürün grupları şu şekildedir;

- **Pulluk Ürün Grubu:** toprağı ekime hazırlamak amacıyla toprağı havalandıran ve işleyen makinelerdir. Toprak yüzeyinin çevrilmesiyle toprağın karıştırılması sağlanır. Farklı toprak tiplerine göre değişen makine grubu, standart(eksantrik) pulluk, yaylı otomatik pulluk, döner kulaklı pulluk, kızaklı bağ-bahçe pulluğu ve pim kesen pulluk olarak kategorilere ayrılmaktadır.
- **Çizel Ürün Grubu:** toprağın hava ve su geçirgenliğini artırmak için kullanılan çizel ürün grubu farklı tip toprak türüne göre yaylı ve pim kesen çizel olmak üzere iki ayrı kategoride bulunmaktadır. Toprak yüzeyini düzleştirmek için yaylı çizel kullanılırken, derinlemesine işleme yapmak içinse pim kesen çizel kullanılır. Ayrıca toprak işleme yapılacak alanın büyüklüğüne ve toprak koşullarına göre bahçe tipi pim kesen çizel ve tarla tipi pim kesen çizel olarak da ürünleri mevcuttur.
- **Kültivatör Ürün Grubu:** topraktaki yabani otları ortadan kaldırarak ve toprağı havalandırarak işlenmesini sağlar. Toprak yüzeyini ekim için hazır hale getirir. Yaylı kültivatör, bahçe tipi kültivatör, tarla tipi kültivatör üretimi yapan firma, bu ürün grubuna katlanır kültivatör grubunu da ekleyerek çeşitlendirmiştir.
- **Rotavatör Ürün Grubu:** toprağı ince bir şekilde karıştırılmasını sağlayan rotavatör ürün grubu toprağın yapısını iyileştirmek için kullanılır. Bahçe tipi, yatay ve dik olmak üzere üç ayrı grupta üretimi yapılmaktadır. Geniş alanlarda yatay rotavatör tercih edilirken küçük alanlarda ve bahçelerde bahçe tipi rotavatör tercih edilmektedir. Dik rotavatör ise müşteriler tarafından daha derin işleme yapılmak istenen toprak arazilerinde tercih edilmektedir.
- **Goble Ürün Grubu:** toprağın işlendikten sonra yüzeyini sıkıştırmaya ve düzleştirmeye yarayan makinelerdir. Bu şekilde toprağın yapısı iyileşirken ekim yapmak için de hazır olur. Firma, bağımsız yaylı süspansiyonlu goble üretimi yapmaktadır.

- Tiller Ürün Grubu: bu ürün grubu diğer ürün gruplarında olduğu gibi toprağı işlemek ve havalandırmak için üretilir ve bu amaç için kullanılır. Ancak bu üründe farklı olarak üründeki bacakların yapısı itibari ile vibrasyon etkisi yaratarak toprağın derinlemesine havalanmasını ve boşluklu yapıda kalmasını sağlar. Ayrıca tohum yatağını hazırlayan en etkili ürün grubudur. Firma, yılan dilli tiller ve yılan dilli destek yaylı tiller olmak üzere iki ayrı kategoride üretim yapmaktadır. Yılan dilli destek yaylı tillerin, yılan dilli tillerden farkı sahip olduğu destek yay ile ürünün bacak kısmına güç sağlamasıdır ve bu sayede nispeten sert arazilerde tercih edilir.

Tüm bu tarım makineleri ürün grupları farklı bölgelerde ve farklı toprak tiplerinde çiftçilerin ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmıştır. Firma, yalnızca yurt içi değil yurt dışı pazarında da önemli bir yer edinmiştir. Azerbaycan, Fransa, Hollanda başta olmak üzere İtalya, Rusya, Moldova, Almanya ve İrlanda gibi ülkelere ihracat yapmaktadır. Ayrıca firma modern bir şekilde kurmuş olduğu üretim sahası ve sahip olduğu ileri düzey teknoloji sayesinde pek çok çeşit makine üretecek kapasitedir ve bu sayede ürün yelpazesi günden güne artarak çeşitlenmektedir.

5.3. Tarım Makineleri Sektörü

Tarım makineleri sektörü oldukça geniş çaplı bir sektördür. Tarım yapmak için kullanılan her türlü makine ve ekipmanı içerir. Bahsi geçen makineler tarım faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Bu makineler sayesinde daha hızlı, verimli ve ekonomik açıdan elverişli şekilde tarım faaliyetleri gerçekleştirilir. Aynı zamanda tarım makinelerinin kullanılması ile iş gücü ve zamandan tasarruf sağlanırken ürün kalitesi ve verimlilikte artar. Tarım makinelerini beş ayrı grupta incelemek doğru olacaktır. Bunlar,

- Toprak İşleme Makineleri: Pulluk, çizel, kültivatör vb.
- Ekim ve Dikim Makineleri: Pnömatik tohum ekim makineleri, hava ile tohum ekim makineleri, ağaç dikim makineleri, sebze dikim makineleri vb.
- Hasat Makineleri: Silaj Makineleri, biçerdöverler vb.
- Gübreleme Makineleri: Gübre serpme makineleri, Sıvı gübre makineleri vb.
- Sulama Sistemleri: Yağmurlama sistemi, damla sulama vb.

Bu sektör sürekli olarak yeni teknolojilerle gelişmekte ve kendini güncellemektedir. Son yıllarda özellikle robotik sistemler, otomatikleşme, GPS destekli tarım makineleri ve

Modern tarımının baş kahramanlarından olan tarım makineleri özetle, sürdürülebilir, verimli ve ekonomik üretim yapmayı beraberinde yüksek kaliteyi ve tasarrufu da getirir.

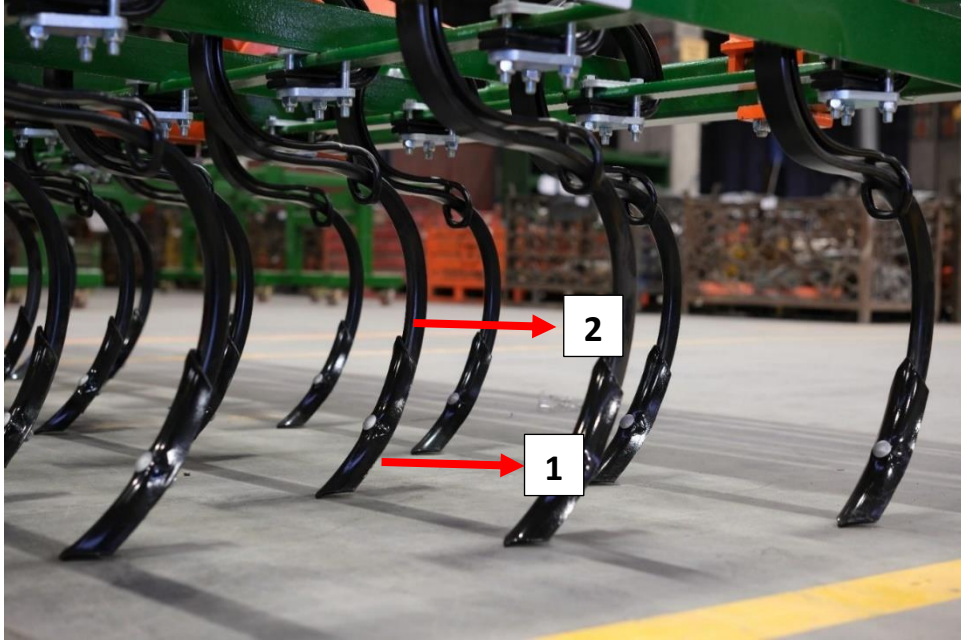
5.4. Uygulama İçin Seçilen Tarım Makinası

Termin tarihi belirlemek için geliştirilecek olan Karar Destek Sistemi'ni uygulamak üzere öncelikle pilot uygulama yapmak için tek bir makine ürün grubu seçilmiştir. Bu ürün grubu seçilirken makine parçalarının ürün ağacı bilgileri, gerekli verilerin toplanma süresi, makinenin yapısı ve yıllık üretim miktarı göz önüne alınmıştır. Bu doğrultuda firmanın son yıllarda üretimini fazlaca yaptığı dolayısıyla bayilerine ve müşterilerine sık sık termin tarihi verdiği “Tiller Ürün Grubu” uygulama yapmak üzere seçilen makine grubu olmuştur Şekil 5.1’de Tiller ürün grubuna ait makine gösterilmiştir.



Şekil 5.1. 32'li Yılan Dilli Tiller

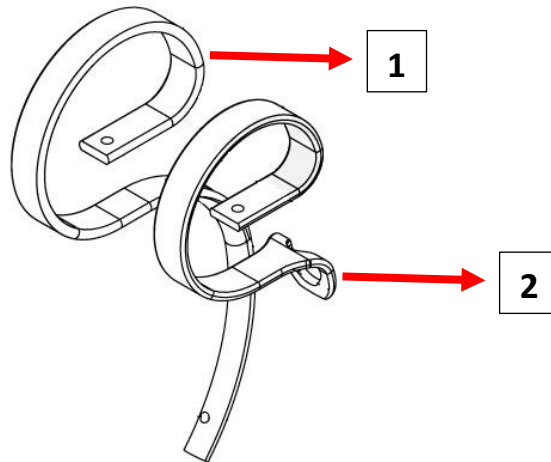
Tasarımı gereği “Yılan dili” gibi uzayan ve kıvrılabilen, ince ve esnek parçalara sahip olduğu için “Yılan Dilli Tiller” ismini almıştır. Bu diller, toprakla temasında toprağı gevşetir, kazır ve havalanmasını sağlar. Şekil 5.2’de Yılan dili kısmı detaylı gösterilmiştir. Ürün bacak yapısı gereği toprağı girip çıkma esnasında vibrasyon oluşturmaktadır. Bu vibrasyonlar sayesinde toprakta boşluklu bir yapı oluşur ve havalanması sağlanır.



Şekil 5.2. Tiller Yılan Dili Uç Bıçağı ve Deveboynu

Şekil 5.2’de 1 ile gösterilen kısım bahsedilen yılan dili kısmıdır. “Yılan Dili Uç Bıçağı” olarak adlandırılmaktadır. 2 ile gösterilen kısım ise “Deveboynu” olarak adlandırılır. Makinenin yönlendirilmesini ve toprağın düzgün bir şekilde işlenmesini sağlar.

Tiller ürün grubu, Yılan Dilli Tiller ve Yılan Dilli Destek Yaylı Tiller olmak üzere iki ana kategoride üretilmektedir. Yılan Dilli Tiller, toprağın ekim yapılmak üzere hazırlanmasını ve toprağın kazıma veya havalandırma tekniği ile işlenmesini sağlayan makinedir. Yılan Dilli Destek Yaylı Tiller ise farklı olarak yapısında destek yayı bulundurur. Destek yayı, deveboynuna güç sağlarken aynı zamanda kırılmaların da önüne geçilmesini sağlar.



Şekil 5. 3. Tiller Deveboynu ve Destek Yayı

Şekil 5.3'te Deveboynu ve destek yayı gösterilmiştir. Ayrıca Tiller ürün grubunun merdane opsiyonu da vardır. Müşterilerin taleplerine göre merdaneli olarak da üretilmektedir. Merdane sayesinde kaldırılan toprağın sonrasında düzgün bir şekilde yayılması sağlanır. Şekil 5.3'te 1 ile gösterilen kısım deveboynu, 2 ile gösterilen kısım ise bahsedilen destek yayıdır.

Tiller ürün grubunda bulunan Tiller makinesi ürünleri Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

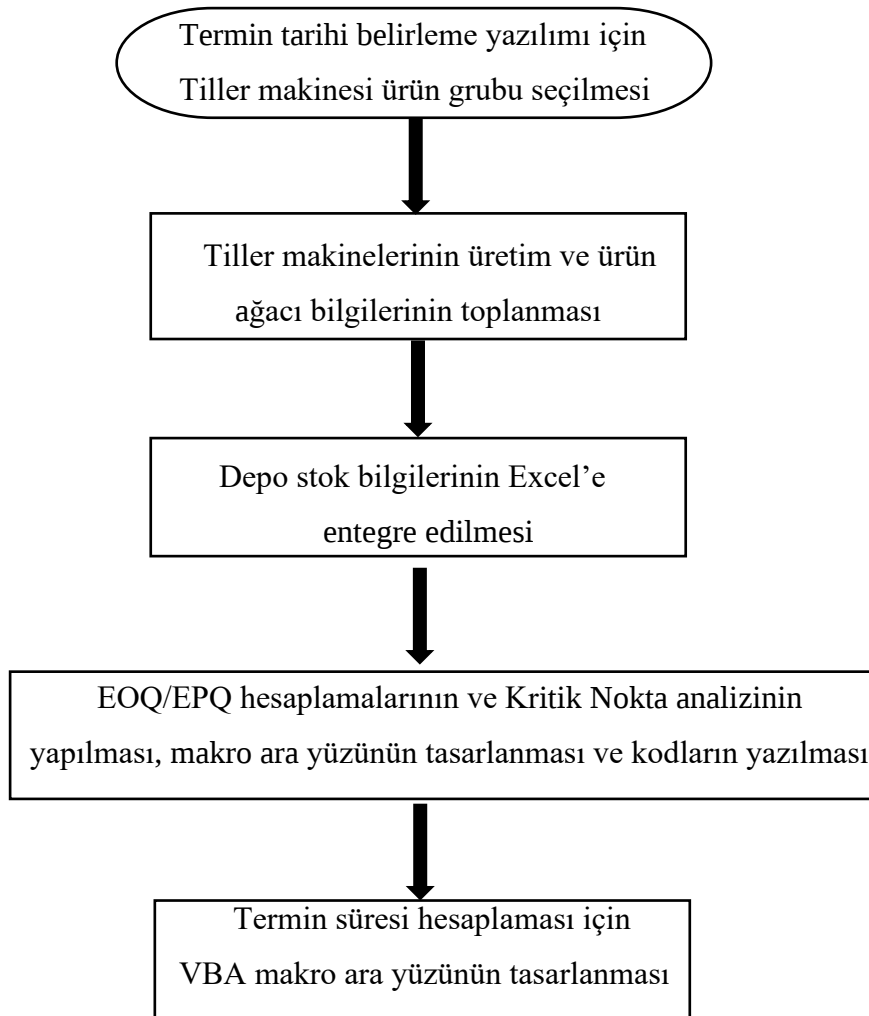
Tablo 5.1. Tiller Ürün Grubu

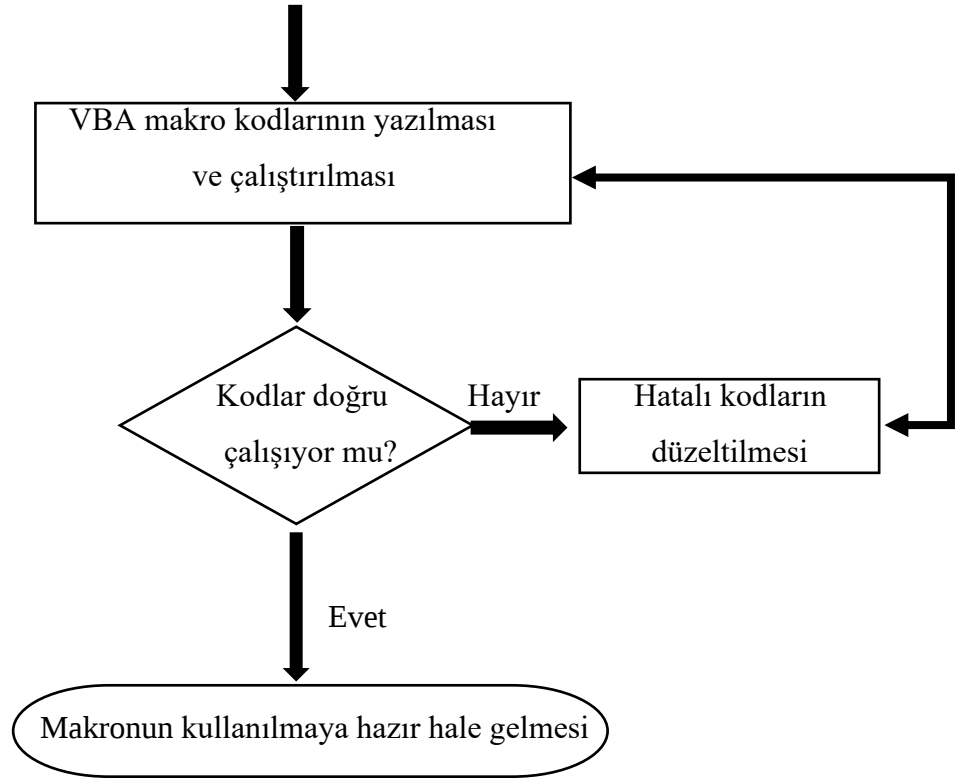
TİLLER (ÇİFT MERDANELİ)				
Kod	Açıklama	Ayak Sayısı	İş Genişliği (cm)	Güç (HP)
TLR042101	21'Li 4 Sıra Yılan Dilli Tiller	21	220	50-60
TLR042102	21'Li 4 Sıra Yılan Dilli Destek Yaylı Tiller	21	220	50-60
TLR042501	25'Li 4 Sıra Yılan Dilli Tiller	25	260	60-75
TLR042502	25'Li 4 Sıra Yılan Dilli Destek Yaylı Tiller	25	260	60-75
TLR042901	29'Lu 4 Sıra Yılan Dilli Tiller	29	300	70-90
TLR042902	29'Lu 4 Sıra Yılan Dilli Destek Yaylı Tiller	29	300	70-90
TLR043301	33'Lü 4 Sıra Yılan Dilli Tiller	33	340	90-105
TLR043302	33'Lü 4 Sıra Yılan Dilli Destek Yaylı Tiller	33	340	90-105
TLR044001	40'Lı 4 Sıra Yılan Dilli Tiller	40	420	105-120
TLR044002	40'Lı 4 Sıra Yılan Dilli Destek Yaylı Tiller	40	420	105-120

Tiller makinesi ürün grubunda toplamda 10 farklı Tiller makinesi bulunmaktadır. Makine grubu destek yayı opsiyonuna sahip olma durumuna göre çeşitlendirilmiştir. Ürün sahip olduğu ayak sayısına göre isimlendirilmiştir. Makine, 21, 25, 29, 33, 40 adet olmak üzere beş farklı sayıda ayağa sahip olabilmektedir. Ayak sayısı makinenin kullanacağı arazinin toprak yapısına, büyüklüğüne ve kullanılacak traktörün gücüne göre artıp azalmaktadır. Ürünün kullanıldığı traktörün gücü arttığında ayak sayısı da artmaktadır. Dolayısıyla ürünün iş genişliği yani çalışma alanı genişliği de buna bağlı artmaktadır. Tablo 5.1'deki güç bilgisi ise ürünün hangi traktörlerde kullanılabileceği konusunda yardımcı olmaktadır.

5.5. Uygulamanın Genel Tasarımı ve İş Akışı

Çalışma esas olarak müşterilerin sipariş oluşturmada önce sormuş oldukları termin tarihini vermeye yönelik olsa da aynı zamanda satın alınan ürünler için ekonomik satın alma miktarını ve yeniden sipariş noktasını, üretimi yapılan parçalar içinse ekonomik üretim miktarını ve yeniden üretim noktasını belirleyecektir. Bu doğrultuda hızlı çıktı alabilmek ve olabildiğince az veri kullanıp stok verilerini anlık entegre edebilmek amacıyla Microsoft Excel kullanılmıştır. İstenilen termin süresi çıktısını elde edebilmek amacıyla da Makro dili kullanılarak kodlar yazılmıştır. Ekonomik üretim/satın alma miktarı ve kritik nokta analizi Bölüm 3'deki stok yönetim modelleri kullanılarak hesaplandıktan sonra makro yazılımında kullanılmıştır. Detayları atlamamak ve sistematik bir şekilde ilerleyebilmek için ilerleme aşamaları sırasıyla belirlenmiş bunun için bir iş akış şeması oluşturulmuş ve Şekil 5.4'de gösterilmiştir.





Şekil 5.4. Uygulama İş Akış Şeması

5.6. Uygulamada Kullanılacak Verilerin Toplanması

Uygulamanın ilk adımı olarak makro dili ile VBA’da kod yazımı için ihtiyaç duyulan veriler toplanmıştır. Bu noktada gerekli olan ilk veri, termin tarihi verilmek istenen ürünlerin ürün ağacı verileridir. Firma halihazırda ERP programı olarak Uyumsoft programının WEB sürümünü kullanmaktadır. Ürün ağaçlarını bu ERP programı üzerinden hazırlamaktadır. Gerekli olduğunda bu verileri farklı bir arayüze aktarabilmektedir. Kod yazımı için ürün ağacı bilgileri gereklidir. Ürünün stokta olmaması ve üretime karar verilmesi durumu termin tarihi belirlemek için zemin oluşturur. Bu noktada yapılması gereken ilk şey ürünün ana kompleksini oluşturan alt kompleler veya alt parçaların stok durumunu kontrol etmektir. Alt komplelerin veya parçaların son operasyonu yani bitmiş hali öncelikli olarak depolardan kontrol edilir. Eğer ki stokta yoksa üretimi veya temini için gerekli işlemler adım adım uygulanır. Ürün ağacından hareketle, son operasyonundan hammaddeye kadar stok durumuna bakılır.

Tablo 5.2. 21'li 4 Sıra Yılan Dilli Tiller Ürün Ağacı Bilgileri

Stok Kodu	:	TLR042101			
Stok Adı	:	TLR042101 - 21Lİ 4 SIRA YILAN DİLLİ TİLLER			
Seviye		Stok Kodu	Stok Adı	Birim	Net Miktar
1	U	60012680-011	60012680 TİLLER ŞASE KOMPLESİ 21 BOYA	ADET	1,00
2	U	60012680-023	60012680 TİLLER ŞASE KOMPLESİ 21 KUMLAMA	ADET	1,00
3	U	60012680-070	60012680 TİLLER ŞASE KOMPLESİ 21 KAYNAK	ADET	1,00
4	U	60012680-361	60012680 TİLLER ŞASE KOMPLESİ 21 PUNTA	ADET	1,00
5	U	60000221-010	60610220 - PROFİL BOY KESİM 80X80X5 21Lİ TİLLER	ADET	2,00
6	H	10501800099	PROFİL 80 X 80 X 5 ST52	KG	48,89
5	U	60000401-045	60000401-KÜRE PİMİ DAYAMA PARÇASI LAZER KES.	ADET	4,00
6	H	10104200099	SAC 6000 X 1500 X 7 mm St 52	KG	0,44
5	U	60002559-010	67121006-LAMASI FEDER 40X70X10 BOY KES.	ADET	1,00
6	H	10218800099	LAMA 40 X 10 ST 37	KG	0,23
5	U	60012643-010	60012643 LAMA BOY KESİM 80x10 L.1780 BOY KES	ADET	2,00
6	H	10213400099	LAMA 80 X 10 St 52	KG	11,11
5	U	60012898-010	60012898 LAMA BOY KESİM 50x15 L.2176	ADET	4,00
6	H	10219200099	LAMA 50 X 15 1040	KG	12,73
5	U	60012903-050	60012903 60x10 L:1000 DELİKLİ İŞLEME	ADET	1,00
6	U	60012903-010	60012903 60x10 L:1000 DELİKLİ BOY KES	ADET	1,00
7	H	10219900099	LAMA 60 X 10 SAE 1040	KG	4,70
5	U	60012904-050	60012904 60X10 L:1600 DELİKLİ İŞLEME	ADET	1,00
6	U	60012904-010	60012904 60X10 L:1600 DELİKLİ BOY KES	ADET	1,00
7	H	10219900099	LAMA 60 X 10 SAE 1040	KG	7,52
5	U	60012905-010	60012905-LAMA BOY KESİM 60X10 L:1600	ADET	4,00
6	H	10219900099	LAMA 60 X 10 SAE 1040	KG	7,49
5	U	60012907-045	60012907 BAĞLANTI SACI KRANK ŞASE TLR LAZER KES.	ADET	2,00
6	H	10100500099	SAC 6000 X 1500 X 12 mm St 52	KG	4,21
5	U	60012908-045	60012908 BAĞLANTI SACI DİKME ŞASE TLR LAZER KES.	ADET	2,00
6	H	10100500099	SAC 6000 X 1500 X 12 mm St 52	KG	2,85
5	U	60012909-045	60012909 BAĞLANTI SACI ŞASE DESTEK KOLLARI TLR LZR	ADET	2,00
6	H	10100500099	SAC 6000 X 1500 X 12 mm St 52	KG	1,47
1	H	60012913-011	DEVEBOYNU 45x12 TLR BOYA (SONKAT)	ADET	21,00
1	U	60012914-060	DEVEBOYNU BAĞLANTI SACI TLR GALVANİZ	ADET	42,00
2	U	60012914-023	60012914 DEVEBOYNU BAĞLANTI SACI TLR KUMLAMA	ADET	1,00
3	U	60012914-040	60012914 DEVEBOYNU BAĞLANTI SACI TLR ISLAH	ADET	1,00
4	U	60012914-045	60012914 DEVEBOYNU BAĞLANTI SACI TLR LAZER	ADET	1,00
5	H	10110300099	SAC 6000 X 1500 X 8 MM 5630	KG	0,41
1	H	N0200018	DIN985 M12 FİBERLİ SOMUN 8 (GALVANİZ)	ADET	63,00
1	U	60012647-011	YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR BOYA (SONKAT)	ADET	21,00
2	U	60012647-023	60012647 YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR KUMLAMA	ADET	1,00
3	U	60012647-040	60012647 YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR ISLAH	ADET	1,00
4	U	60012647-013	60012647 YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR BÜKÜM	ADET	1,00
5	U	60012648-045	60012648 YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR LAZER	ADET	1,00
6	H	10112900399	SAC 6000 X 1500 X 5 mm 5630	KG	0,82

Tablo 5.2’de 21’li 4 Sıra Yılan Dilli Tiller’e ait bazı ürün ve ürün alt komplelerinin ürün ağacı bilgileri gösterilmiştir. Ürün ve ürün alt komplelerinin stok durumunu kontrol eden ve buna göre ihtiyacı belirleyen kodlar ürün ağacı seviyelerine göre yazılacaktır. Öncelikle ürün veya alt kompleinin 1. seviyesinin stok kontrolü yapılmalıdır. Stokta bulunma durumuna göre 2., 3., 4. ... seviye olarak son seviyeye yani hammadde aşamasına kadar ilerlenmelidir. Bu konuyla ilgili detaylı bilgi kod yazımı aşamasında verilecektir.

Ürün ağaç bilgilerinin yanı sıra, üretimi yapılacak olan alt komplelerin veya parçaların operasyon çevrim süresine ihtiyaç vardır. Bu süreler maliyet analizi departmanından temin edilmiştir.

5.7. Depo Stok Bilgilerinin Excel’e Entegre Edilmesi

Depolardaki ürün çeşitleri ve miktarları dinamik yapıdadır ve anlık olarak değişim göstermektedir. Bunun yanı sıra bu verilere Uyumsoft üzerinden erişim sağlanmaktadır. Çalışma Excel’de yapılacağı için ve çalışmanın büyük bir bölümü stok ve stok kontrolü ile ilgili kodlardan oluşacağı için depo stok verilerinin Excel’e aktarılması ve anlık olarak güncel verinin alınması büyük önem taşımaktadır. Çünkü yazılacak olan VBA kodları, entegre depo stok verilerinden hareketle çalışacaktır. Bu sebeple depo stok verileri anlık olarak Uyumsoft veri tabanından Excel’e aktarılmaktadır. Anlık olarak güncel depo verileri alınmaktadır.

5.8. EOQ/EPQ Hesaplamalarının ve Kritik Nokta Analizlerinin Yapılması

Ekonomik Sipariş Miktarı ve Ekonomik Üretim Miktarı modellerine Bölüm 3’de değinilmişti. Bu adımda firmanın üretimini yaptığı parçaların ve satın aldığı parçaların parti büyüklükleri belirlenmiştir. Tiller ürün grubu makinelerinde, üretim parçaları ve satın alma parçalar beraber kullanılmaktadır. Bu sebeple hesaplama yapılmadan önce bu iki gruba ait parçalar belirlenmiştir. Tablo 5.3’de gösterildiği gibi üretimi yapılan ve satın alma yapılan parçalar iki ayrı grupta belirlenmiştir. Ekonomik üretim miktarı hesaplamaları parça bazında yapılabileceği gibi parça operasyon bazında da yapılabilmektedir. Firmadaki imalat yöntemlerinin çeşitliliği ve sürekliliği sebebi ile operasyonel bazda ekonomik üretim miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 5.3. Gruplandırılmış Parça Listesi

Satın Alma Yapılan Parçaların Stok Kodu	Üretimi Yapılan Parçaların Stok Kodu
60012913	60012647
60012917	60012644
N0200018	60012927
N0200014	60012920
N0100085	60012918
N0100232	60012914
N0200021	60001443
N0100093	60012680
N0100056	
N0200025	
N0100030	
N0200023	
N0100170	

- **Üretimi yapılan parçaların Ekonomik Üretim Miktarı ve Kritik Nokta Analizi**

Tablo 5.3’de gösterilen üretimi yapılan parçaların stok kodu belirlendikten sonra parçaların operasyonel bazda ekonomik üretim miktarı hesaplamaları yapılmıştır. Bölüm 3’de detaylı olarak anlatılan Ekonomik Üretim Miktarı formülü hesaplama yapılırken kullanılmıştır. Tekrar değinmek gerekirse kullanılan formül eşitlik (5.1)’de gösterildiği gibidir.

$$Q = \sqrt{\frac{2KD}{H}} + \frac{P}{P-u} \quad (5.1)$$

Q: Parti hacmi (Ekonomik Üretim Miktarı)

D: Yıllık talep miktarı

P: Üretim hızı (ay)

u: Tüketim hızı (ay)

H: Birim stok tutma maliyeti

K: Hazırlık maliyeti

Ekonomik üretim miktarı hesaplamaları yapabilmek için yıllık talep miktarı, aylık üretim ve tüketim hızı, birim stok tutma maliyeti ve hazırlık maliyeti bilinmelidir. Yıllık

talep miktarını belirlemek için 2025 yılına ait öngörülen üretim adetleri bilgisi, planlama departmanından alınmıştır. Benzer şekilde üretim hızı verisi, alınan öngörülerden hareketle belirlenmiştir. Tüketim hızı verisi, son bir seneye ait aylık veriler içeren raporlar yardımıyla hesaplanmıştır. Bu raporlar Uyumsoft WEB ERP programından Excel'e aktarılarak düzenlenmiştir. Birim stok tutma maliyeti için toplam stok tutma maliyeti toplam ürün adetine bölünmüştür. Hazırlık maliyeti için ise makinenin ayar ve kurulum maliyetleri, işçilik giderleri ve tezgah ayarı için harcanan giderler göz önüne alınarak bir hesaplama yapılmıştır. Tablo 5.4'te tüm Tiller makinelerinde ortak olarak kullanılan "TLR Yılan Dili Uç Bıçağı" parçasına ait operasyonel bazda, parçanın ekonomik üretim miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 5.4. EPQ Hesaplama Tablosu

Stok Kodu	Stok Adı	Yıllık Talep (Adet)	Üretim hızı (Aylık)	Tüketim hızı (Aylık)	Hazırlık maliyeti (TL)	Stok maliyeti (TL/Br)	
		D	p	u	S	H	EPQ
60012647-011	TLR YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI BOYA	50000	1250	1790	3000	51,90	2.404,3
60012647-023	TLR YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI KUMLAMA	50000	1250	2060	2750	51,90	2.301,9
60012647-040	TLR YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI ISLAH	50000	1250	2350	3250	51,90	2.502,4
60012647-013	TLR YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI BÜKÜM	50000	1250	2250	2750	51,90	2.463,6
60012648-045	TLR YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI LAZER	50000	1250	2400	1500	51,90	1.700,1
10112900399	SAC 6000 X 1500 X 5 mm 5630						

Ekonomik üretim miktarı fazla stok yapılmasının ya da stoksuz kalmanın önüne geçmektedir. Önemli olan bir başka husus ise üretimin ne zaman yapılmaya başlanacağıdır. Bu aşamada Kritik Nokta Analizi hesaplamaları yapılarak üretimin ne zaman yapılacağı bulunmuştur. Kritik nokta hesaplaması yapılırken Bölüm 3'de bahsedilen "Değişken Kullanım Oranı, Sabit Teslim Süresi" modeli kullanılmıştır. Kullanım oranı ay bazında değiştiği için bu model tercih edilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan eşitlik (5.3)'teki gibidir.

$$ROP = \text{Expected usage during lead time} + \text{Safety stock} \quad (5.2)$$

(ROP = Yeniden üretim süresi boyunca beklenen kullanım + Güvenlik stoğu)

$$= \bar{u}LT + z\sqrt{LT}(\sigma_u) \quad (5.3)$$

$\bar{u}$ = Average usage rate (Ortalama kullanım oranı)

LT= Lead time (Teslim süresi)

σ_u = Standard deviation of usage rate

Yeniden üretim noktasını hesaplamak için “TLR Yılan Dili Uç Bıçağı” parçasına ait operasyonel bazda, formülde olduğu gibi aylık kullanım adeti bilgisine ve teslim süresi bilgisine ihtiyaç vardır. Kullanım oranını saptamak için Uyumsoft WEB ERP programından parçanın aylık kullanım adeti bilgisini içeren rapor alınmıştır. Tablo 5.5’de gösterilmiştir.

Tablo 5.5. Ay Bazında TLR Yılan Dili Uç Bıçağı Kullanım Bilgisi

Ay	Kullanılan Adet
1	1159
2	958
3	1279
4	1110
5	1498
6	1362
7	963
8	1458
9	1238
10	1569
11	1187
12	1236
Ortalama	1251

“TLR Yılan Dili Uç Bıçağı” parçasından aylık ortalama 1251 adet kullanılmaktadır. Günlük tüketim miktarı haftalık 6 gün çalışma baz alındığında yaklaşık 52 adettir. “Teslim Süresi” olarak formülde bahsedilen kısım için üretim süresi baz alınmış olup güven düzeyinin %95 olduğu varsayılmıştır. Kullanım oranının standart sapması hesaplanarak “ σ_u ” değeri bulunmuştur. Tüm bu veriler formülde yerine yazıldığında “TLR Yılan Dili Uç

Bıçağı” parçasının “Yeniden Üretim Noktası” yani ROP değeri yaklaşık olarak 253 adet olarak hesaplanmıştır.

Üretimi yapılan tüm Tiller parçalarına ait hem EPQ hem de ROP değeri hesaplanmıştır. Yapılan EPQ hesaplamaları, gerekli üretim sorumluları ve planlama departmanı ile paylaşılmıştır. Bununla birlikte, kodların yazımı aşamasında elde edilen EPQ ve ROP verileri kullanılmıştır.

- **Satın alma yapılan parçaların Ekonomik Sipariş Miktarı ve Kritik Nokta Analizi**

Satın alma yapılan parçalar Tablo 5.3’de gösterilmişti. Bu parçalar için Ekonomik Üretim Miktarı yani EOQ hesaplamasında Bölüm 3’de bahsedilen aşağıdaki (5.4) eşitliği kullanılmıştır.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \text{ olarak bulunur.} \quad (5.4)$$

Q: Parti Hacmi (Ekonomik Sipariş Miktarı),

D: Yıllık talep miktarı,

K: Sipariş veya hazırlık maliyeti,

h: Stokta tutma birim maliyeti (yıl),

EOQ’nun hesaplanması için sipariş maliyeti, stokta tutma maliyeti ve yıllık talep miktarı verilerine ihtiyaç vardır. Sipariş maliyeti hesaplamaları, sipariş işleme maliyeti ve taşıma maliyeti kullanılarak hesaplanmıştır. Sipariş işleme maliyeti için giydirilmiş işçilik maliyeti kullanılmıştır. Satın alma personeli bir ürünün siparişini vermek için (MRP’nin çalışması, ihtiyacı belirleme, teklif toplama, teklifleri değerlendirme ve siparişi geçme) sipariş başına ortalama 1 saat vakit harcamaktadır. Taşıma maliyeti için, nakliye gideri hesaplanmıştır. Firma nakliyat konusunda 2 ayrı firmayla çalışmaktadır. Firmaların teklifte verdikleri nakliye bedeli, zaman zaman değişmekle beraber 1. Nakliye firması için kilogram başına giydirilmiş maliyet 1,2 TL/Kg; 2. Nakliye firması için kilogram başına giydirilmiş maliyet 1,5 TL/Kg’dır. N0200014 kodlu somun için 1. Nakliye firması ile çalışılmaktadır.

Her siparişte ortalama 3 tonluk sipariş verilmektedir. Stokta tutma maliyeti için ürün maliyeti ve stokta tutma maliyeti toplanmıştır. Stokta tutma maliyeti, EPQ hesaplamalarında bulunmuştu, aynı maliyet EOQ hesaplamalarında da kullanılmıştır. Yıllık talep miktarı için Uyumsoft WEB ERP programından aylık bazda kullanım adetlerini içeren raporlar alınarak yıllık kullanım miktarından hareketle talep miktarı belirlenmiştir. N0200014 parçasına ait örnek bir EOQ hesaplaması için sipariş maliyeti ve stok maliyeti hesaplaması Tablo 5.6’da gösterilmiştir.

Tablo 5.6. Örnek EOQ Hesaplaması

K'nin hesaplanması		
Sipariş işleme maliyeti	₺	250
Taşıma maliyeti	₺	3.600
Toplam	₺	3.850
h'nin hesaplanması		
Satın alma maliyeti	₺	1,67
Stok tutma maliyeti	₺	51,90
Toplam	₺	53,57

Tablo 5.6’da yıllık talep miktarı 10.000 adet olan N0200014 parçasına ait K ve h bilinmeyenleri hesaplanmış olup EOQ değeri yaklaşık 1199 adet olarak bulunmuştur. Hesaplama kullanılan formül satın alma yapılan Tablo 5.3’de gösterilen tüm parçalar için kullanılmış olup EOQ değeri hesaplanmıştır.

Yeniden sipariş noktasını belirlemek en az yeniden üretim noktası belirlemek kadar önemlidir. Siparişin kaç adet verileceğini yani ekonomik sipariş miktarını hesapladıktan sonra yeniden sipariş verme noktası hesaplamaları yapılmıştır. Bunun için yeniden üretim noktası hesaplamalarında kullanılan formül kullanılmıştır. Yeniden sipariş noktasını belirlemek için N0200014 parçasına ait, formülde olduğu gibi aylık kullanım adeti bilgisine ve teslim süresi bilgisine ihtiyaç vardır. Kullanım oranını saptamak için Uyumsoft WEB ERP programından parçanın aylık kullanım adeti bilgisini içeren rapor alınmıştır. Tablo 5.7’de gösterilmiştir.

Tablo 5.7. Ay Bazında N0200014 Parçası Kullanım Bilgisi

Ay	Kullanılan Adet
1	297
2	278
3	252
4	356
5	185
6	475
7	196
8	336
9	396
10	330
11	572
12	720
Ortalama	366

N0200014 parçasından aylık ortalama 366 adet kullanılmaktadır. Günlük tüketim miktarı haftalık 6 gün çalışma baz alındığında yaklaşık 19 adettir. Teslim süresi tedarikçi bazında değişmekte olup bu parçanın tedarikçisi için 15 gündür. Güven düzeyinin %95 olduğu varsayılmıştır. Kullanım oranının standart sapması hesaplanarak “ σ ” değeri bulunmuştur. Tüm bu veriler formülde yerine yazıldığında “N0200014” parçasının “Yeniden Sipariş Noktası” yani ROP değeri yaklaşık olarak 1273 adet olarak hesaplanmıştır.

Satın alınan, tüm Tiller parçalarına ait hem EOQ hem de ROP değeri hesaplanmıştır. Yapılan EOQ hesaplamaları, gerekli satın alma sorumluları ve planlama departmanı ile paylaşılmıştır. Bununla birlikte, kodların yazımı aşamasında elde edilen EOQ ve ROP verileri kullanılmıştır.

5.9. EPQ/EOQ Hesaplaması İçin VBA Kullanıcı Ara Yüzünün Tasarlanması ve Kodların Yazılması

Ekonomik üretim miktarı ve ekonomik sipariş miktarı hesaplamalarının yapılmasının ardından, yapılan hesaplamalar için Excel VBA’de Userform aracılığıyla ara yüz tasarımı yapılmıştır ve ardından gerekli kodlar yazılmıştır. Hesaplamaların yapılması kadar yapılan hesaplamaların sürekliliğinin sağlanması ve güncel veriler ile doğru sonuçların alınarak bu verilerin kullanılması yapılan hesaplamaları daha anlamlı hale getirirken termin süresi ve

termin tarihi hesaplamalarının alt yapısına da destek çıkacaktır. Çünkü ekonomik parti büyüklükleri belirlenerek stoksuz kalmanın veya fazla stok tutmanın önüne geçilmiş olunacaktır. Bu sebeple hesaplamalar tek seferlik hesaplanmış ardından ara yüz ve kod sistemi ile bir karar destek sistemi oluşturulmuştur. Hesaplama sonuçları ve elde edilen sonuçlar bu karar destek sistemine entegre edilerek verilerde değişiklik olması durumunda güncel verilerle hesaplama yapan bir sistem kurulmuştur. İlk olarak Ekonomik Üretim Miktarı hesaplaması için toplanan verileri ve hesaplama sonuçlarını içeren tablo oluşturulmuştur. Tablo 5.8’de bir kısmı gösterilmiştir.

Tablo 5.8. EPQ Hesaplama Kayıt Tablosu

		D	p	u	K	H	
Stok Kodu	Stok Adı	Yıllık Talep (Adet)	Üretim hızı (Aylık)	Tüketim hızı (Aylık)	Hazırlık maliyeti (TL)	Stok maliyeti (TL/Br)	EPQ
60012647-011	YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR BOYA	50.000,00	2.500,00	1.250,00	3.000,00	51,90	2.404,26
60012647-023	YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR KUMLAMA	50.000,00	2.500,00	1.250,00	2.750,00	51,90	2.301,91
60012647-040	YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR ISLAH	50.000,00	2.500,00	1.250,00	3.250,00	51,90	2.502,44
60012647-013	YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR BÜKÜM	50.000,00	2.500,00	1.250,00	3.150,00	51,90	2.463,64
60012648-045	YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR LAZER	50.000,00	2.500,00	1.250,00	1.500,00	51,90	1.700,05

Benzer şekilde Ekonomik Sipariş Miktarı hesaplaması için toplanan verileri ve hesaplama sonuçlarını içeren tablo oluşturulmuştur. Tablo 5.9’da bir kısmı gösterilmiştir.

Tablo 5.9. EOQ Hesaplama Kayıt Tablosu

		K		h		D	
Stok Kodu	Stok Adı	Sipariş İşleme Maliyeti (TL)	Taşıma Maliyeti (TL)	Satın Alma Maliyeti (TL)	Stok Tutma Maliyeti(TL)	Yıllık Talep (Adet)	EOQ
60012913	DEVEBOYNU 45x12 TLR BOYA (SONKAT)	250	3.600	1,67	51,9	10.000,00	1.198,90
N0200018	DIN985 M12 FİBERLİ SOMUN 8 (GALVANİZ)	250	3.600	1,75	51,9	77.000,00	3.324,34
N0200014	DIN985 M10 FİBERLİ SOMUN 8 (GALVANİZLİ)	250	3.600	536,00	51,9	4.450,00	241,42
N0100085	DIN931 M12X70 CİVATA (GALVANİZLİ)	250	3.600	6,00	51,9	4.100,00	738,41
N0100232	DIN603 M10x40 CİVATA 8.8 (GALVANİZ)	250	3.600	4,30	51,9	6.200,00	921,66

Tablo 5.8 ve Tablo 5.9'daki değerler kod yazımında kullanılmıştır. İlk olarak EPQ ve EOQ için ayrı ayrı ara yüz tasarımı Userform'da tasarlanmıştır. Şekil 5.4'de EPQ için tasarlanan ara yüz yer almaktadır.

Ekonomik Üretim ve Sipariş Miktarı Hesaplama

EPQ | EOQ

Parça Kodu Parça Adı

Yıllık Talep (D)

Aylık Üretim Hızı (p)

Aylık Tüketim hızı (u)

Hazırlık Maliyeti (K)

Stok Maliyeti (H)

EPQ Değeri HESAPLA

Şekil 5.5. EPQ Ara Yüz Tasarımı

EOQ içinse farklı “Page” kullanılmıştır. EOQ için tasarlanan Userform Şekil 5.5’de gösterilmiştir.

Ekonomik Üretim ve Sipariş Miktarı Hesaplama

EPQ | EOQ

Parça Kodu Parça Adı

Yıllık Talep (D)

Sipariş İşleme Maliyeti

Taşıma Maliyeti

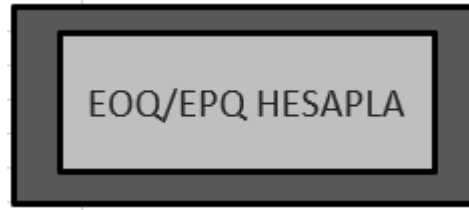
Satın Alma Maliyeti

Stok Tutma Maliyeti

EOQ Değeri HESAPLA

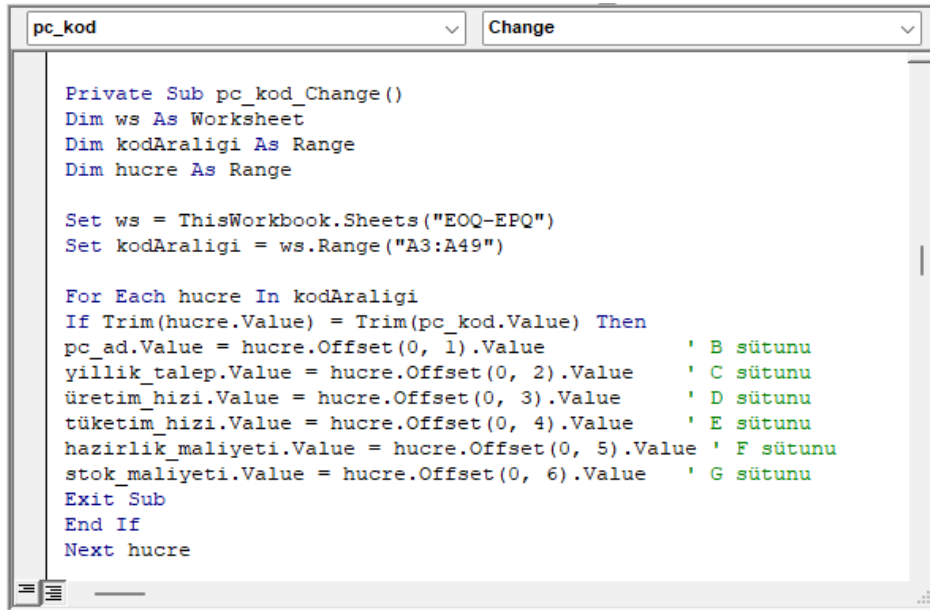
Şekil 5.6. EOQ Ara Yüz Tasarımı

Kodların başarıyla çalışmasının ardından Şekil 5.6'daki düğme tasarımı yapılmıştır. Ara yüzlerin açılması için düğmenin tıklanması gerekmektedir.



Şekil 5.7. EPQ/EOQ Düğme Tasarımı

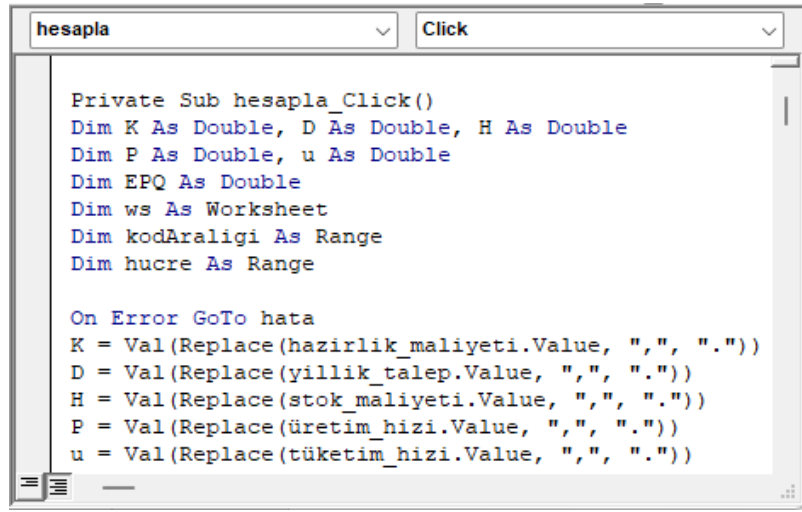
İki hesaplama içinde kullanılan değişkenleri içeren ve bir nevi hesap makinesi görevi gören hesaplayıcı oluşturulmuştur. Kodlar ile Excel tablolarındaki verileri Userform'a getirerek değişen değer varsa değiştirdikten sonra tekrar hesaplama yapmak ve değişen değerleri ve sonucu tekrar Excel'e yazdırmak mümkün hale gelmiştir. İlk olarak EPQ hesaplaması için Şekil 5.7'deki kodlar yazılmıştır.



Şekil 5.8. Parça Kodu İle Tetiklenen Kodlar

Şekil 5.7'de de görüldüğü üzere parça kodunun "Parça Kodu" Textbox'sına yazılmasının ardından EPQ hesaplamasında kullanılan yıllık talep, aylık üretim ve tüketim hızı, hazırlık maliyeti, stok maliyeti değişkenlerinin değerleri ve bu değişkenlerle hesaplanan EPQ değerini forma getiren kodlar yazılmıştır. Bu noktada değerler artık tasarlanan ara yüze

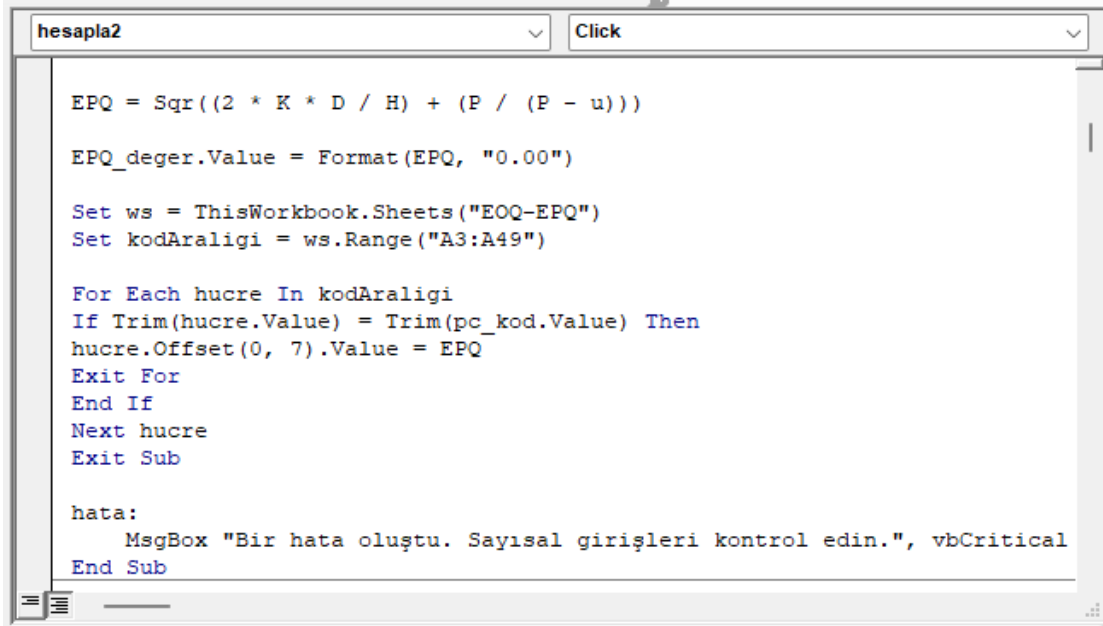
gelmiş olup, kullanıcı değişiklik yapmak istediği takdirde bunu gerçekleştirebilecektir. Devamında kodlar, Şekil 5.8’de ara yüzdeki “Hesapla” Commandbutton’ına tanımlanmıştır.



```
Private Sub hesapla_Click()  
Dim K As Double, D As Double, H As Double  
Dim P As Double, u As Double  
Dim EPQ As Double  
Dim ws As Worksheet  
Dim kodAraligi As Range  
Dim hucre As Range  
  
On Error GoTo hata  
K = Val(Replace(hazirlik_maliyeti.Value, ",", "."))  
D = Val(Replace(yillik_talep.Value, ",", "."))  
H = Val(Replace(stok_maliyeti.Value, ",", "."))  
P = Val(Replace(uretim_hizi.Value, ",", "."))  
u = Val(Replace(tuketim_hizi.Value, ",", "."))  
  
hata:  
MsgBox "Bir hata olustu. Sayisal girisleri kontrol edin.", vbCritical  
End Sub
```

Şekil 5.9. "HESAPLA" Butonuna Tanımlanan Kodlar

Commandbutton’a ilk olarak “Dim” komutu ile değişkenler tanımlanmış ve “virgül” içeren değerleri “nokta”ya çevirecek kodlar yazılmıştır.

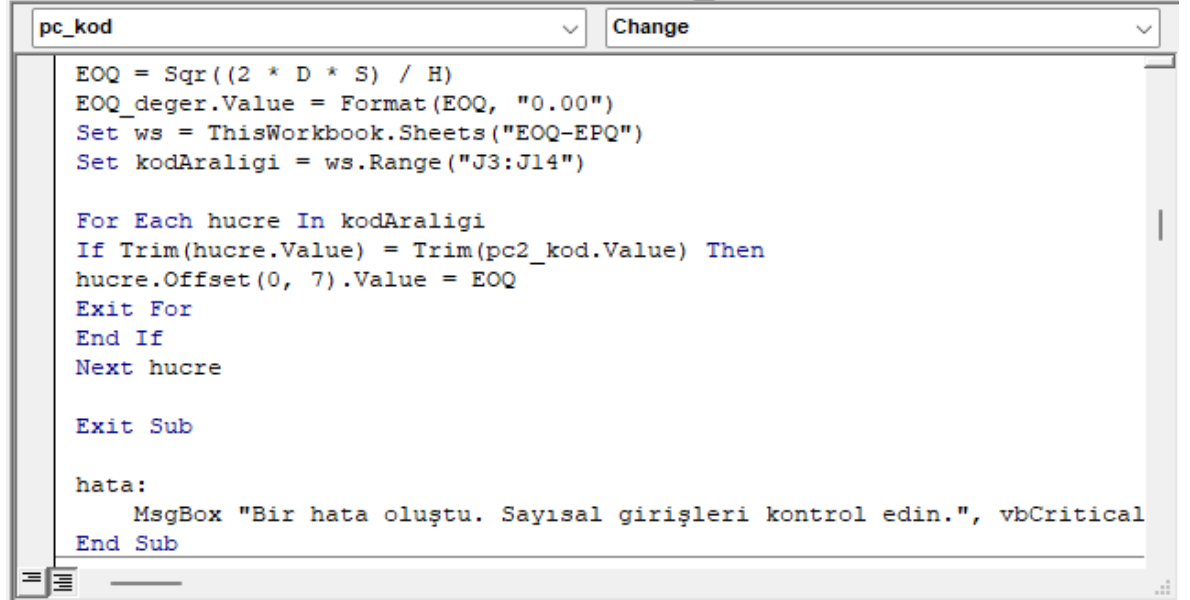


```
Private Sub hesapla2_Click()  
EPQ = Sqr((2 * K * D / H) + (P / (P - u)))  
EPQ_deger.Value = Format(EPQ, "0.00")  
  
Set ws = ThisWorkbook.Sheets("EOQ-EPQ")  
Set kodAraligi = ws.Range("A3:A49")  
  
For Each hucre In kodAraligi  
If Trim(hucre.Value) = Trim(pc_kod.Value) Then  
hucre.Offset(0, 7).Value = EPQ  
Exit For  
End If  
Next hucre  
Exit Sub  
  
hata:  
MsgBox "Bir hata olustu. Sayisal girisleri kontrol edin.", vbCritical  
End Sub
```

Şekil 5.10. EPQ Hesaplaması Yapan Kodlar

Değişkenlerin tanımlanmasının ardından EPQ formülü de tanımlanarak hesaplamayı yapacak kodlar yazılmıştır. Ardından hesaplanan değerleri hem ara yüze hem de Excel

tablosuna kaydedecek kodlar yazılmıştır. Böylece EPQ hesaplaması ile ilgili kodlar tamamlanmıştır. Benzer şekilde EOQ hesaplaması içinde kodlar yazılmıştır. Farklılık sadece formül ve formüldeki değişkenlerdir. Şekil 5.10’da gösterilmiştir.



```
pc_kod Change
EOQ = Sqr((2 * D * S) / H)
EOQ_deger.Value = Format(EOQ, "0.00")
Set ws = ThisWorkbook.Sheets("EOQ-EPQ")
Set kodAraligi = ws.Range("J3:J14")

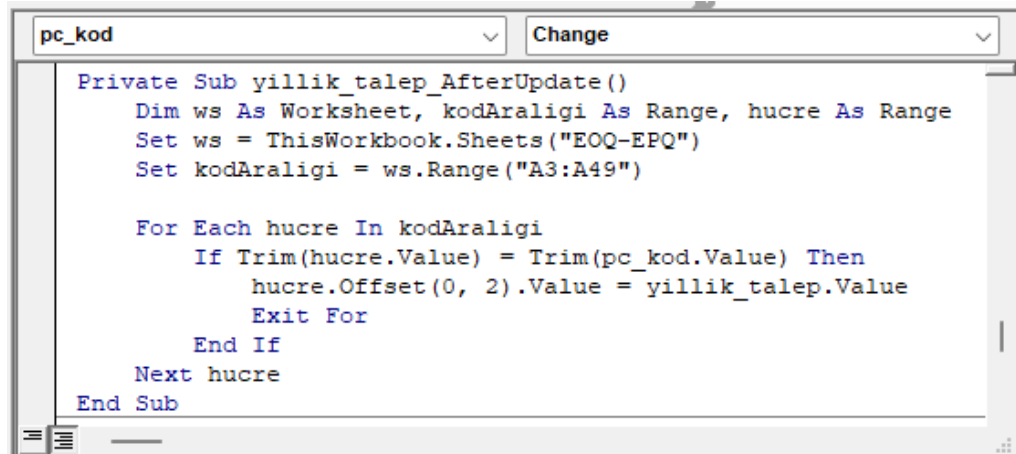
For Each hucre In kodAraligi
If Trim(hucre.Value) = Trim(pc2_kod.Value) Then
hucre.Offset(0, 7).Value = EOQ
Exit For
End If
Next hucre

Exit Sub

hata:
MsgBox "Bir hata oluřtu. Sayısal giriřleri kontrol edin.", vbCritical
End Sub
```

Şekil 5.11. EOQ Hesaplama Kodları

Formda yapılan değişiklikleri Excel tablosuna kaydetmek ve güncel hali ile saklamak için her Textbox yani değişkenler için ayrı ayrı kodlar yazılmıştır. Örnek olarak “Yıllık Talep” değişkeni için yazılan kodlar Şekil 5.11’de görülmektedir.



```
pc_kod Change
Private Sub yillik_talep_AfterUpdate()
Dim ws As Worksheet, kodAraligi As Range, hucre As Range
Set ws = ThisWorkbook.Sheets("EOQ-EPQ")
Set kodAraligi = ws.Range("A3:A49")

For Each hucre In kodAraligi
If Trim(hucre.Value) = Trim(pc_kod.Value) Then
hucre.Offset(0, 2).Value = yillik_talep.Value
Exit For
End If
Next hucre

End Sub
```

Şekil 5.12. Değişkenleri Excel’de Güncelleyen Kodlar

Şekil 5.11’deki kodlar sayesinde ara yüzde “Yıllık Talep” Textbox’ında bir değişiklik yapıldığı takdirde yeni değer Excel sayfasına da yazılır. Bu şekilde tüm değişkenler için

değişiklik olması halinde güncel değeri Excel sayfasına yazdıracak şekilde kodlar yazılmıştır. Böylece EOQ ve EPQ hesaplaması için tüm kodlar yazılmıştır. Kodların çalıştırılmasının ardından tasarlanan ara yüz Şekil 5.12’deki gibi görünmektedir. 3000 TL olan “Hazırlık Maliyeti”nin 3500 TL olması halinde tekrar hesaplama yapıldığında EPQ değeri değişmiştir.

Parça Kodu	Parça Adı
60012647-011	YILAN DİLİ UÇ BIÇAĞI TLR BOYA

Yıllık Talep (D)	50000
Aylık Üretim Hızı (p)	2500
Aylık Tüketim hızı (u)	1250
Hazırlık Maliyeti (K)	3500
Stok Maliyeti (H)	51.9

EPQ Değeri	HESAPLA	2596,87
------------	---------	---------

Şekil 5.13. EPQ Hesaplama Ara Yüzü

EOQ için yazılan kodlar çalıştırıldığında ise ara yüz Şekil 5.13’deki gibidir. 250 TL olan “Sipariş Maliyeti” 300 TL olması halinde EOQ değeri 1198’den 1206’ya çıkacaktır.

Sonuç olarak hem Ekonomik Üretim Miktarı hem de Ekonomik Sipariş Miktarı için değişkenlerde yaşanabilecek değişiklikler göz önüne alınarak bir Karar Destek Sistemi oluşturulmuştur.

Ekonomik Üretim ve Sipariş Miktarı Hesaplama

EPQ | **EOQ**

Parça Kodu	Parça Adı
60012913	DEVEBOYNU 45x12 TLR BOYA (SONKAT)
Yıllık Talep (D)	10000
Sipariş İşleme Maliyeti	300
Taşıma Maliyeti	3600
Satın Alma Maliyeti	1.67
Stok Tutma Maliyeti	51.9
EOQ Değeri	HESAPLA 1206,66

Şekil 5.14. EOQ Hesaplama Ara Yüzü

5.10. ROP Değerleri Kullanılarak Üretim ve Satın Almanın Tetiklenmesiyle İlgili Kodların Yazılması

Tiller makinesinde kullanılan parçalar için yeniden üretim ya da yeniden sipariş noktası yani ROP değerleri, bölüm 5.8’de hesaplanmıştır. Bu bölümde ise hesaplanan değerler kullanılarak stoğun ROP değerine düşmesi halinde hangi parçalar için üretim yapılması veya sipariş oluşturulması gerektiği bilgisi kodlar aracılığıyla bulunacaktır. Başlangıç için Şekil 5.14’de gösterilen makro düğmelerinin tasarımı yapılmıştır. Parça stoğunun ROP değerine eşit veya altında olması halinde üretim birimlerini veya satın alma departmanını tetiklemek amacıyla iki ayrı düğme oluşturulmuştur.



Şekil 5.15. ROP Kontrol Makro Düğme Tasarımı

Parçaların üretiminin yapılması veya siparişinin verilmesi için hesaplanan ROP değerine eşit veya altında olması gerekmektedir. Tiller makinesinde üretimi yapılan ve satın alınan parçalar daha önce iki ayrı grupta belirlenmişti. İlk olarak üretimi yapılan parçalar için stok kontrolünü sağlayacak kodlar yazılmıştır. Üretimi yapılan parçalara ve satın alınan parçalara ait ROP değerlerine bir Excel sayfasında yer verilmiştir.

Tablo 5.10. Üretim Parçaları ROP Bilgisi

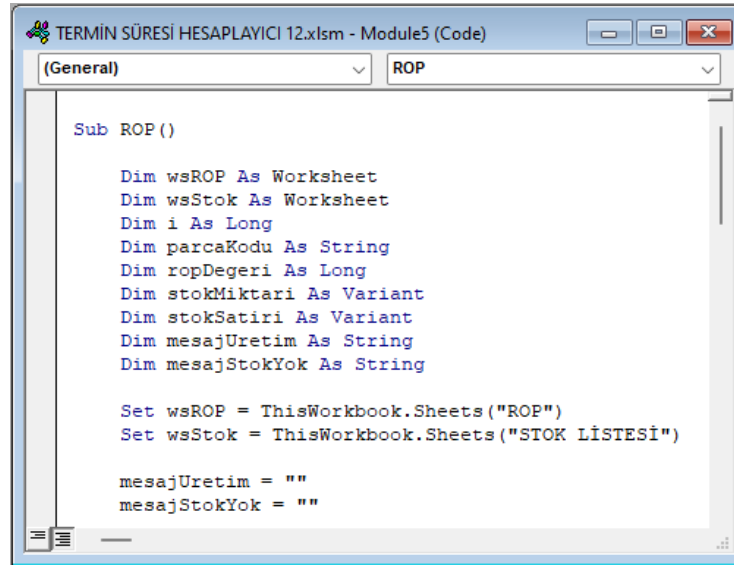
Parça Kodu	ROP	Stok Miktarı	Durumu
60012680-011	32		
60012680-023	45		
60012680-070	41		
60012680-361	41		
60000221-010	6		
60000401-045	41		

Tablo 5.10’da üretimi yapılan parçalara ait örnek bir tablo gösterilmiştir. Yazılacak kodlar sayesinde hem stokta hiç olmayan hem stok adeti yeterli olan hem de üretimi yapılması gereken parça kodları tespit edilecektir. Bu bilgiler, makro düğmesi aracılığıyla mesaj kutusunda görülebileceği gibi Tablo 8.10’da örnek olarak gösterilen ilgili Excel sayfasında yer alan tabloya da yazdırılacaktır.

- Üretimi yapılan parçalar için başlangıç kodlarının yazılması:

İlk olarak kod yazmayı kolaylaştırmak için değişkenler tanımlanmıştır. “ROP” ve “STOK LİSTESİ” adındaki iki sayfa ile çalışılacağı için, bu sayfalara referans vermek üzere iki ayrı “Worksheet” değişkeni tanımlanmıştır. Ardından döngü sayacı ve veri işleme için gerekli değişkenleri tanımlanmıştır. Uyarı mesaj kutusunda stokta olmayan ve üretimi yapılması gereken parçaların listelenmesi için boş metin değişkenleri tanımlanmıştır. ROP değişkeninin yer aldığı sayfa ve stok bilgisi değişkeninin yer aldığı sayfanın

tanımlanmasının ardından mesaj kutusunu başlangıçta boş olmasını sağlayacak kodlar yazılmıştır. İlgili kodlar Şekil 5.15’de gösterilmiştir.

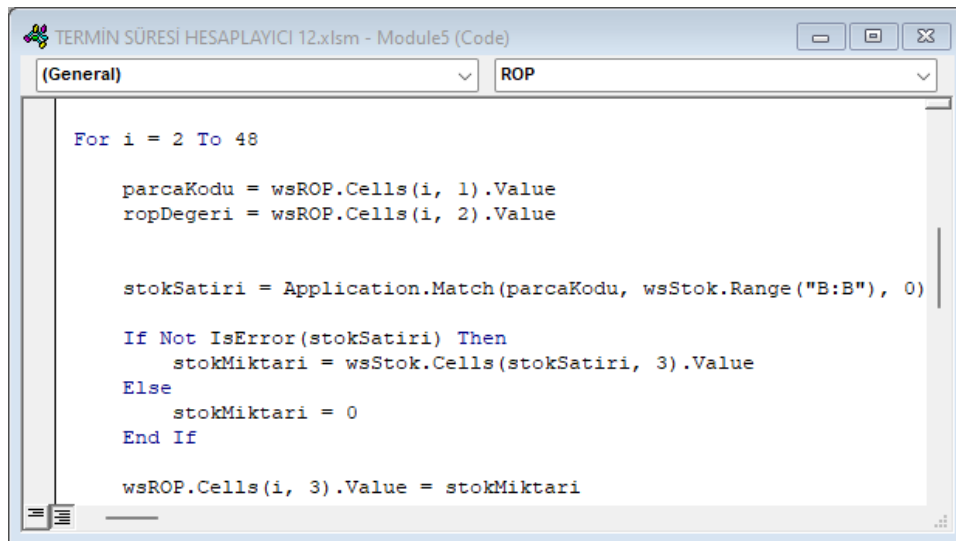


```
Sub ROP()  
  
    Dim wsROP As Worksheet  
    Dim wsStok As Worksheet  
    Dim i As Long  
    Dim parcaKodu As String  
    Dim ropDegeri As Long  
    Dim stokMiktari As Variant  
    Dim stokSatiri As Variant  
    Dim mesajUretim As String  
    Dim mesajStokYok As String  
  
    Set wsROP = ThisWorkbook.Sheets("ROP")  
    Set wsStok = ThisWorkbook.Sheets("STOK LİSTESİ")  
  
    mesajUretim = ""  
    mesajStokYok = ""  
  
End Sub
```

Şekil 5.16. Değişkenlerin Tanımlandığı Kodlar

- Stok miktarı verisini tabloya getiren kodların yazılması:

Parça kodu ve ROP değerinin çalışma sayfasındaki yeri de tanımlandıktan sonra “STOK LİSTESİ” sayfasından stok miktarı verisini tabloya getiren kodlar tanımlanmıştır. Şekil 5.16’da gösterilmiştir.



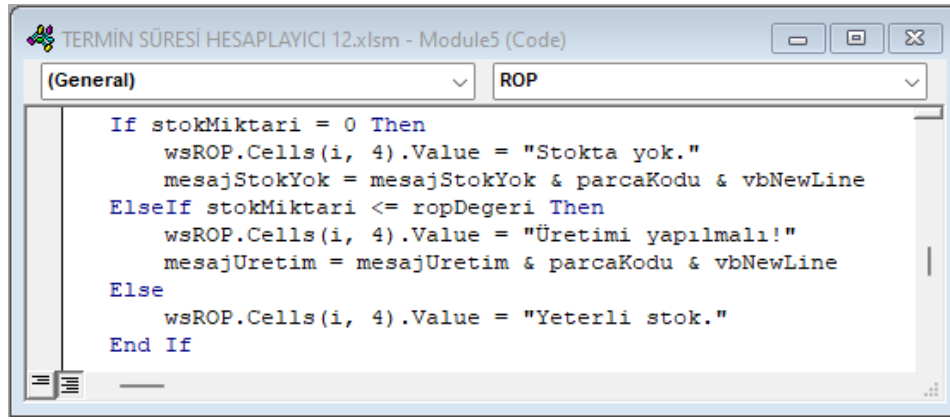
```
For i = 2 To 48  
  
    parcaKodu = wsROP.Cells(i, 1).Value  
    ropDegeri = wsROP.Cells(i, 2).Value  
  
    stokSatiri = Application.Match(parcaKodu, wsStok.Range("B:B"), 0)  
  
    If Not IsError(stokSatiri) Then  
        stokMiktari = wsStok.Cells(stokSatiri, 3).Value  
    Else  
        stokMiktari = 0  
    End If  
  
    wsROP.Cells(i, 3).Value = stokMiktari  
  
Next i
```

Şekil 5.17. Stok Miktarı Verisini Tabloya Getiren Kodlar

“Match” komutu ile satır numarası bulunan parçaların stok miktarı verisi, “If” komutu ile oluşturulan tabloda stok miktarı sütununa getirilir. Parça kodu stok listesinde bulunamazsa yani parça stokta yoksa, stok miktarı “0” kabul edilir ve yazdırılır.

- ROP değeri ve Stok miktarını kıyaslayan kodların yazılması:

Stok miktarı verisi ve ROP verisi karşılaştırılmıştır. Stok değerinin “0” olması, ROP değerinin stok miktarından büyük olması ve ROP değerinin stok miktarından küçük olması durumları değerlendirilmiştir.

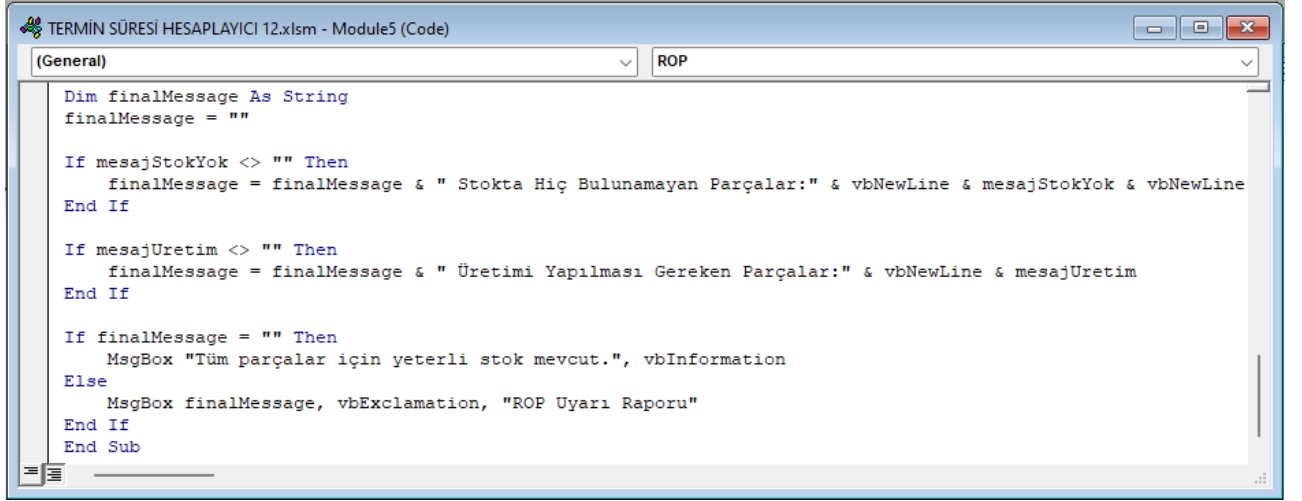


Şekil 5.18. Stok Miktarı ile ROP Değerinin Karşılaştırıldığı Kodlar

Bahsedilen üç duruma ait yazılan kodlar Şekil 5.17’de gösterilmiştir. Stok miktarının “0” olması durumunda mesaj kutusunda “Stokta yok.”, stok miktarının ROP değerinden küçük veya eşit olması durumunda mesaj kutusunda “Üretimi yapılmalı!” yazılacak şekilde kodlar düzenlenmiştir. Stok miktarının ROP değerinden büyük olması durumunda ise sadece ROP sayfasında “Yeterli stok.” yazılacak şekilde kodlar düzenlenmiştir.

- Mesaj kutusunu düzenleyen ve gerekli bilgilerin yer almasını içeren kodların yazılması:

Stok miktarı ve ROP değeri kıyaslandıktan sonra son olarak Şekil 5.18’de yer alan kıyaslamaya göre durumun mesaj kutusuna yazdırılmasını içeren kodlar yazılmıştır.



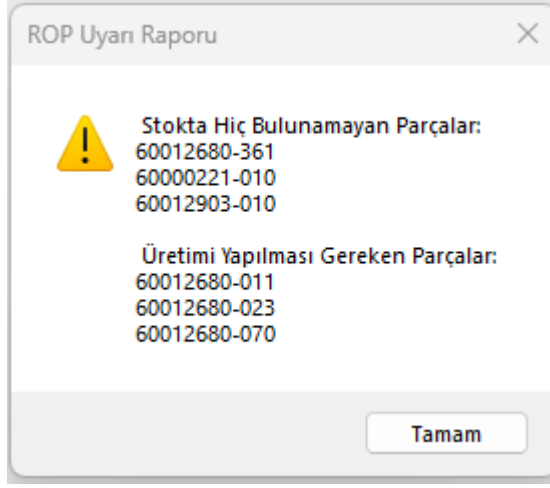
Şekil 5.19. Mesaj Kutusunu Hazırlayan Kodlar

Stokta olmayan veya üretimi yapılacak parçanın olmaması halinde tüm parçalar için stoğun yeterli olduğu uyarısı verilir. Aksi halde ise yani stokta hiç olmayan veya eksik stoğu bulunan parçalar için “ROP Uyarı Raporu” adı altında ilgili parçaları listeleyecek kodlar yazılmıştır.

Üretimi yapılan parçalar için yazılan ROP kontrol kodları benzer şekilde satın alma yapılan parçalar için de yazılmıştır. Satın alma yapılan parçalar için yazılan kodlar “Satın Alma ROP Kontrol” düğmesine tanımlanmıştır. Buradaki tek fark stok miktarının ROP değerinden küçük veya eşit olması durumunda mesaj kutusunda “Üretimi yapılmalı!” uyarısı yerine “Sipariş verilmeli!” uyarısının verilmesidir.

5.11. ROP Değerleri Kullanılarak Üretim ve Satın Almanın Tetiklenmesiyle İlgili Yazılan Kodların Çalıştırılması

Şekil 5.14’de ROP kontrol düğmelerinin tasarımı gösterilmişti. Gerekli tüm kodların yazılması ile uygulama kullanıma hazır hale gelmiştir. Üretim ROP Kontrol düğmesinin tıklanması ile yazılan kodlar çalışır hale gelir. Şekil 5.19’da gösterilen mesaj uyarı kutusu açılır.



Şekil 5.20. Üretim ROP Kontrol Uyarı Ekranı

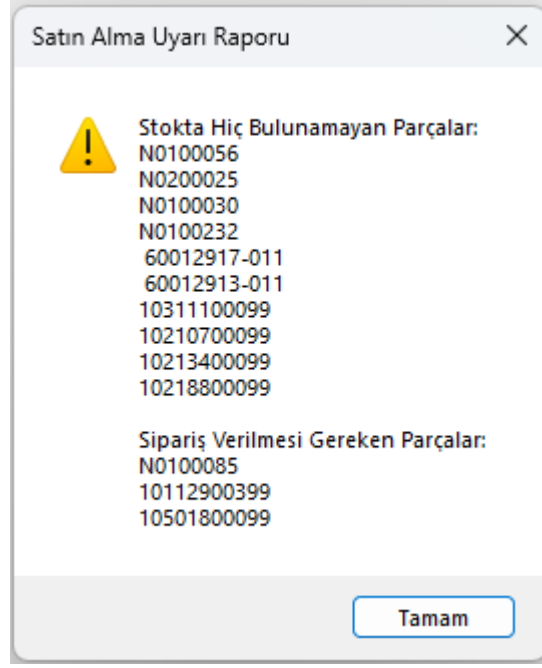
Eğer stoğu olmayan ya da yeteri kadar stoğu olmayan parçalar varsa bunlar Şekil 5.19'daki gibi listelenir.

Eş zamanlı olarak uyarı mesajının yanı sıra ROP sayfasında oluşturulan Tablo 5.11'deki gibi "Stok Miktarı" ve "Durumu" sütunları doldurulur. Böylece anlık olarak mesaj kutusundan bilgi alınabileceği gibi yapılan kontrol kalıcı hale getirilmiş olunur.

Tablo 5.11. Üretim ROP Kontrol Tablosu

Parça Kodu	ROP	Stok Miktarı	Durumu
60012680-011	32	1	Üretimi yapılmalı!
60000221-010	6	0	Stokta yok.
60000401-045	41	1	Üretimi yapılmalı!
60002559-010	4	2	Üretimi yapılmalı!
60012643-010	30	3	Üretimi yapılmalı!
60012898-010	39	45	Yeterli stok.
60012903-010	26	0	Stokta yok.
60012904-050	28	7	Üretimi yapılmalı!

Benzer şekilde Satın Alma ROP Kontrol düğmesinin tıklanması ile yazılan kodlar çalışır hale gelir. Şekil 5.20'de gösterilen mesaj uyarı kutusu açılır.



Şekil 5.21. Satın Alma ROP Kontrol Uyarı Ekranı

Eğer satın alma yapılan parçalardan stoğu olmayan ya da yeteri kadar stoğu olmayan parçalar varsa bunlar Şekil 5.21’deki gibi listelenir.

Eş zamanlı olarak uyarı mesajının yanı sıra ROP sayfasında oluşturulan Tablo 5.12’deki gibi “Stok Miktarı” ve “Durumu” sütunları satın alma yapılan parçalar için de doldurulur. Böylece anlık olarak mesaj kutusundan bilgi alınabileceği gibi satın alma yapılan parçalar için de kontrol kalıcı hale getirilmiş olunur.

Tablo 5.12. Satın Alma ROP Kontrol Tablosu

Parça Kodu	ROP	Stok Mikarı	Durumu
N0100093	261	1698	Yeterli stok.
N0100030	394	0	Stokta bulunamadı.
N0200023	355	442	Yeterli stok.
N0200014	391	11319	Yeterli stok.
N0100085	436	250	Sipariş verilmeli!
60012917-011	106	0	Stokta bulunamadı.
60012913-011	200	6	Sipariş verilmeli!

5.12. Termin Süresi ve Tarihi Makro Kullanıcı Ara Yüzünün Tasarımı

Termin süresi hesaplama ile ilgili kod yazımına başlamadan önce kullanıcıların kolaylıkla kullanacağı bir arayüz tasarlanmıştır. VBA’da bir “Userform” sayfası açılarak tasarım gerçekleştirilmiştir. “Termin Süresi Hesaplama” olarak isimlendirilen Userform Şekil 5.21’de gösterilmiştir. Userform hazırlanırken kullanıcıların kolaylıkla kullanabileceği, öz bilgiler içeren kullanışlı bir ara yüz oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Userform’u hazırlamak için “Label”, “Textbox”, “ComboBox”, “CommandButton” araçları kullanılmıştır. Hazırlanan Userform’da kullanıcının doldurması için “Kullanıcı Adı” Textbox’ı eklenmiştir. Hangi ürünün termin süresini hesaplanmak isteniyorsa “Ürün Kodu” ComboBox’ından seçmelidir. Ürün kodunun ComboBox’tan seçilmesinin ardından “Ürün Adı”, “Ürün Satış Fiyatı”, “Termin Süresi”, “Termin Tarihi” otomatik olarak gelecek veya hesaplanacak şekilde kodlar yazılmıştır.

The image shows a VBA UserForm titled "TERMIN SÜRESİ HESAPLAMA" within the application "TERMIN SÜRESİ HESAPLAYICI 12.xlsm - UserForm1 (UserForm)". The form is set against a dotted grid background. It contains the following elements:

- Labels:** "Kullanıcı Adı", "Ürün Kodu", "Ürün Adı", "Ürün Satış Fiyatı", "Termin Süresi", and "Termin Tarihi".
- Input Fields:** A text box for "Kullanıcı Adı", a dropdown menu for "Ürün Kodu", a wide text box for "Ürün Adı", and three text boxes for "Ürün Satış Fiyatı", "Termin Süresi", and "Termin Tarihi".
- Buttons:** Four buttons on the right side, each with a specific icon: a plus sign (+), a circular arrow (refresh), a trash can, and a right-pointing arrow.
- Annotations:** Four numbered boxes (1, 2, 3, 4) are placed to the right of the buttons, with red arrows pointing from each box to its corresponding button.

Şekil 5.22. Kullanıcı Ara Yüzü için Tasarlanan Userform

Userform'a ayrıca dört farklı CommandButton eklenerek daha kullanışlı hale getirilmeye çalışılmıştır. Şekil 5.21'de "1" ile gösterilen CommanButton form doldurulduktan sonra formdaki bilgilerin ilgili Excel sayfasına kaydedilmesini sağlar. "2" ile gösterilen CommanButton formda değişiklik yapılmak ve kaydedilmek istendiğinde kullanılmak üzere eklenmiştir. "3" ile gösterilen CommanButton ise daha önce kaydedilmiş Excel satırındaki veriyi silmek için kullanılır. Son olarak "4" ile gösterilen CommanButton, formdan çıkış yapmak için kullanılır. Bahsedilen CommandButton'lardaki her bir eylem için kodlar yazılmıştır.



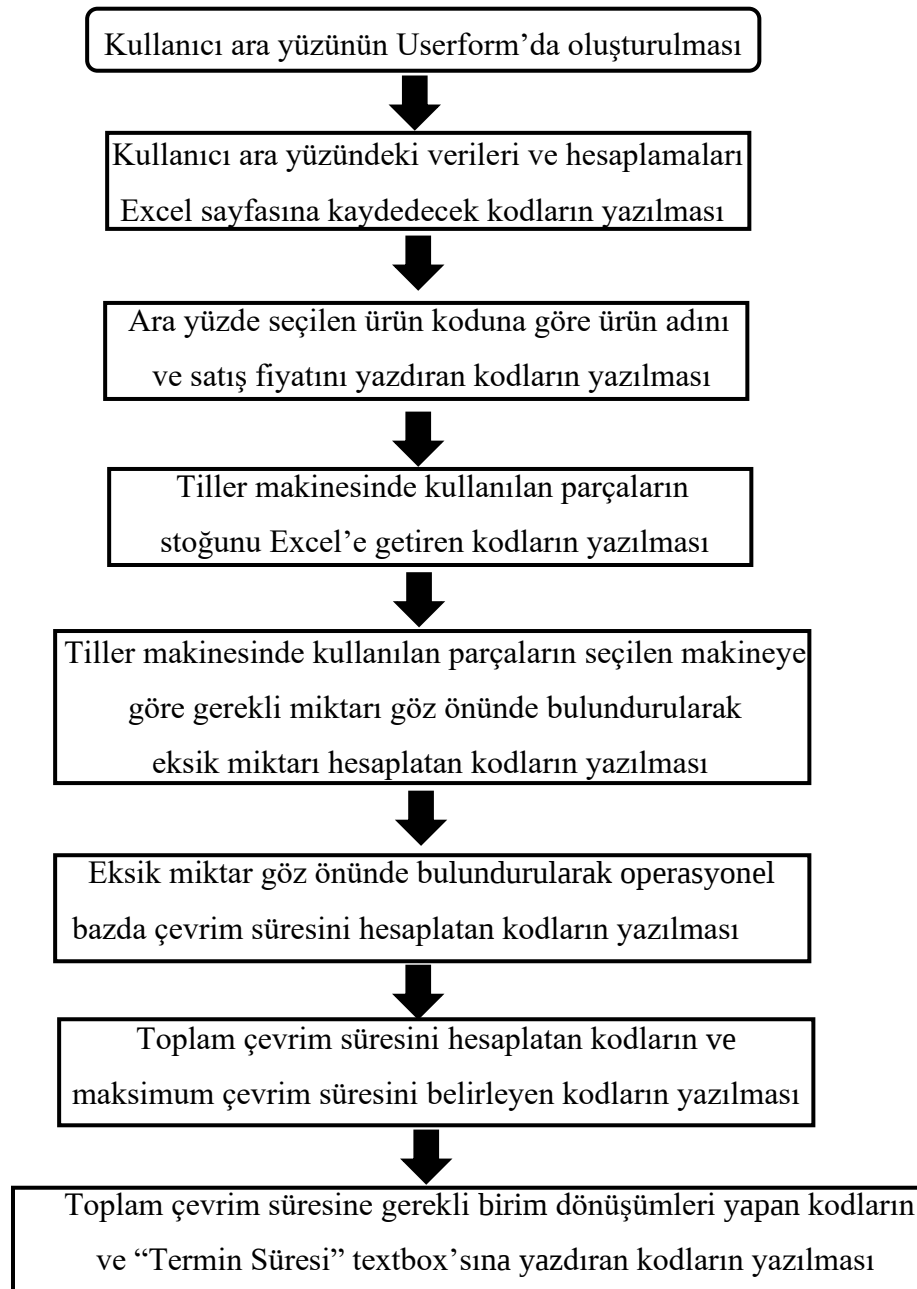
Şekil 5.23. Makro Düğme Tasarımı

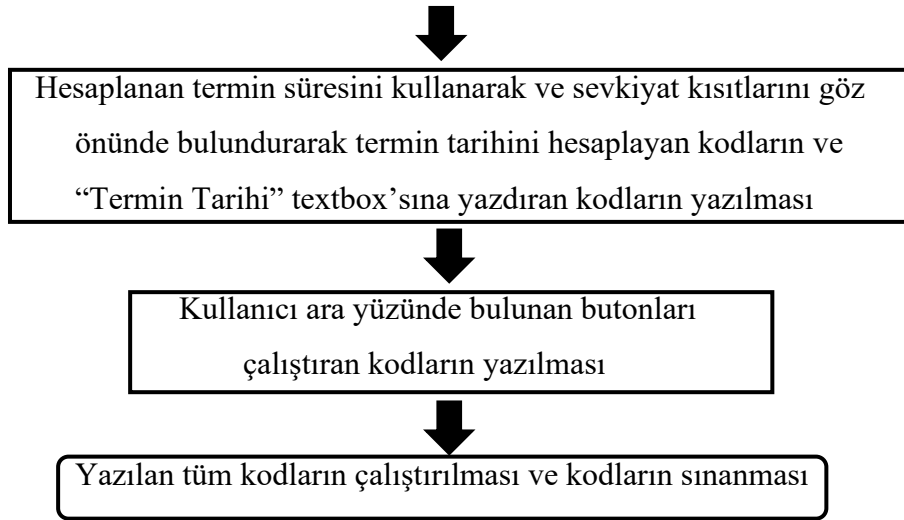
Userformda doldurulan verilerin kayıt edildiği Excel sayfasında Şekil 5.22'deki tasarım yapılarak iki ayrı düğme eklenmiştir. "Yeni Ekle" yazılı düğme yeni bir kayıt yapılmak istendiğinde tıklanarak formun açılmasını sağlamaktadır. Userform'da tasarlanan ve açılan form Şekil 5.23'de gösterilmiştir. "Seçimi Güncelle" yazan düğme ise formdaki güncelleme düğmesine destek olarak güncelleme yapılmak istendiğinde kullanılmaktadır.

Şekil 5.24. Termin Süresi Hesaplama Kullanıcı Ara Yüzü

5.13. Kod Yazım Süreci Akış Şeması

Termin süresi ve tarihi hesaplaması için kodların yazılması ve çalıştırılması süreci adım adım gerçekleştirilmiştir. Tüm bu süreç anlaşılır olması ve yapılan tüm uygulama adımlarının listelenmesi için kod yazma süreci adımları akış şeması oluşturularak bir araya getirilmiştir. Uygulama için yazılan tüm kodlar ve görevleri açıklanmıştır. Kullanıcı ara yüzünü oluşturan Userform'un tasarlanması ile başlayan süreç kodların çalıştırılıp çıktısı olan termin süresi ve termin tarihinin alınması ile son bulacaktır.





Şekil 5.25. Kod Yazım Süreci İş Akışı

5.14. VBA Makro Kodlarının Yazılması

Kodları yazma aşamasında başlangıç noktası olarak tasarlanmış olan Userform dikkate alınarak adım adım ilgili kodlar yazılmıştır. İlk olarak Userform’da yer alan Textbox ve Combobox’lardaki verilerin ilgili Excel sayfasına kayıt edilmesi ile ilgili kodlar yazılacak ve böylelikle yapılan her bir hesaplama kayıtlı hale getirilecektir. Makro dili kullanılarak yazılan kodlar ve kullanım amacı maddeler halinde açıklanmıştır.

- Userform’da kullanılan araçların isimlerinin belirlenmesi:

Öncelikli olarak Userform’da kullanılan her bir Label’ın karşısındaki araç için Türkçe karakter kullanmadan kısaltmalar yapılmış ve daha kullanışlı hale getirilmiştir. Kullanıcı adının yazılacağı Textbox için “tb_name”, ürün kodunun seçileceği Combobox için “cb_pr_code”, ürün adı Textbox’sı için “tb_pr_name”, ürün satış fiyatı Textbox’sı için “tb_pr_cost”, termin süresi Textbox’sı için “tb_terminsüresi” ve termin tarihi Textbox’sı için “tb_termin_tarihi” isimleri belirlenmiştir. Bu şekilde yazılacak kodlarda hataların ve kavram karmaşalarının önüne geçilmiştir.

- Userform'daki verilerin Excel sayfasına kaydedilmesi:

Userform sayesinde oluşturulan arayüz aslında bir hesap makinesi görevi görmektedir. Yazılacak kodlar sayesinde hesaplama yapan bu hesaplayıcı, saniyeler için termin süresini hesaplayıp termin tarihini verebilecektir. Belirlenen bu tarih her ne kadar müşteriye sözlü veya yazılı iletebilir olsa da geriye dönük hesaplanan tüm termin sürelerini görmek ve olası bir yanlış anlaşılmanın önüne geçmek adına Excel sayfasında kayıt altına alınmıştır. Verilerin kaydedilmesi için oluşturulan tablo Şekil 5.25'de gösterilmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	NO	KULLANICI ADI	ÜRÜN KODU	ÜRÜN ADI	ÜRÜN SATIŞ FİYATI	ÜRÜN TERMİN SÜRESİ(GÜN)	ÜRÜN TERMİN TARİHİ				
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

+

YENİ EKLE

↺

SEÇİMİ GÜNCELLE

Şekil 5.26. Veri Kayıt Sayfası

İlk olarak kayıtların alt alta Excel satırlarına yazılmasını sağlamak amacıyla Şekil 5.26'daki "1" numaralı kodlar yazılmıştır.

TERMİN SÜRESİ HESAPLAYICI 12.xlsm - UserForm1 (Code)
cb_pr_code v Change

```

i = WorksheetFunction.CountA(Sayfal.Range("A:A")) + 1

Sayfal.Cells(i, 1) = WorksheetFunction.Max(Sayfal.Range("A:A")) + 1

Sayfal.Cells(i, 2) = tb_name.Text
Sayfal.Cells(i, 3) = cb_pr_code.Text
Sayfal.Cells(i, 4) = tb_pr_name.Text
Sayfal.Cells(i, 5) = tb_pr_cost.Text
Sayfal.Cells(i, 6) = tb_terminsüresi.Text
Sayfal.Cells(i, 7) = tb_termin_tarihi.Text

End Sub

```

1

2

Şekil 5.27. Excel Sayfasına Kayıt Kodları

Satır için “i” değişkeni tanımlanarak ve “+1” yazılarak hesaplamaların alt alta yazılması yani satır atlanması sağlanmıştır. Aynı zamanda Şekil 5.25’deki A sütunu yani “No” yazan sütuna numara tanımlayacak kodlar yazılmıştır. Şekil 5.26’daki “2” ile gösterilen kısımdaki kodlarla Userform ara yüzünde doldurulan veya otomatik olarak hesaplanan verilerin 5.25’deki tabloda ilgili yerlere yazılması sağlanmıştır.

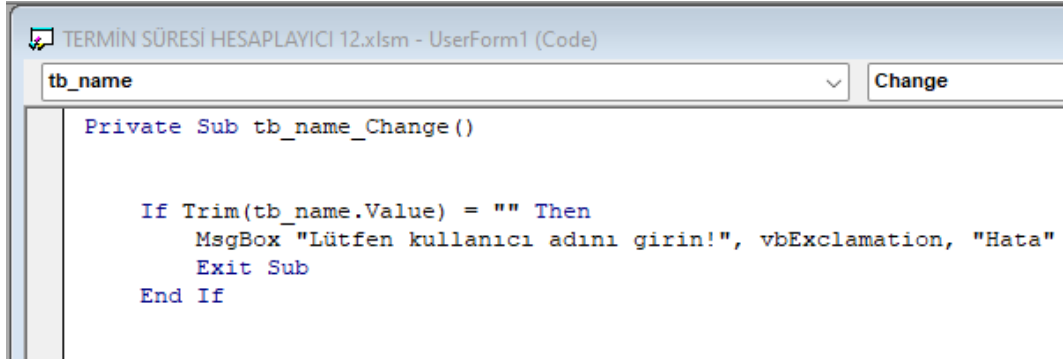
- Manuel girilen veriler için uyarı kodları:

Kullanıcı için oluşturulan ara yüzde sadece “Kullanıcı Adı” elle yazılmaktadır ve “Ürün Kodu” açılır listeden seçilmektedir. Bu sebeple kullanıcıların bu iki işlemi yapmaması halinde uyarı verecek kodlar yazılmıştır. Bunun için “If” yani “Eğer” komutu kullanarak kullanıcıların bahsedilen iki alanı boş bırakması halinde “Tüm alanları doldurunuz.” uyarısı verecek kod yazılmıştır. “Exit sub” komutu da eklenerek diğer kodların çalışması durdurulmuştur. İlgili kodlar Şekil 5.27’de gösterilmiştir.

MsgBox " Tüm alanları doldurunuz.", vbCritical
Exit Sub
End If"/>

Şekil 5.28. Ara Yüzdeki Eksik Bilgiler İçin Uyarı Kodları

Şu ana kadar yazılan tüm kodlar Şekil 5.21’de yer alan “+” ile gösterilen Commandbutton’a tanımlanmıştır. Yani bu kodlar kullanıcı ara yüzünde yer alan “+” düğmesi tıklandığında çalışacaktır.

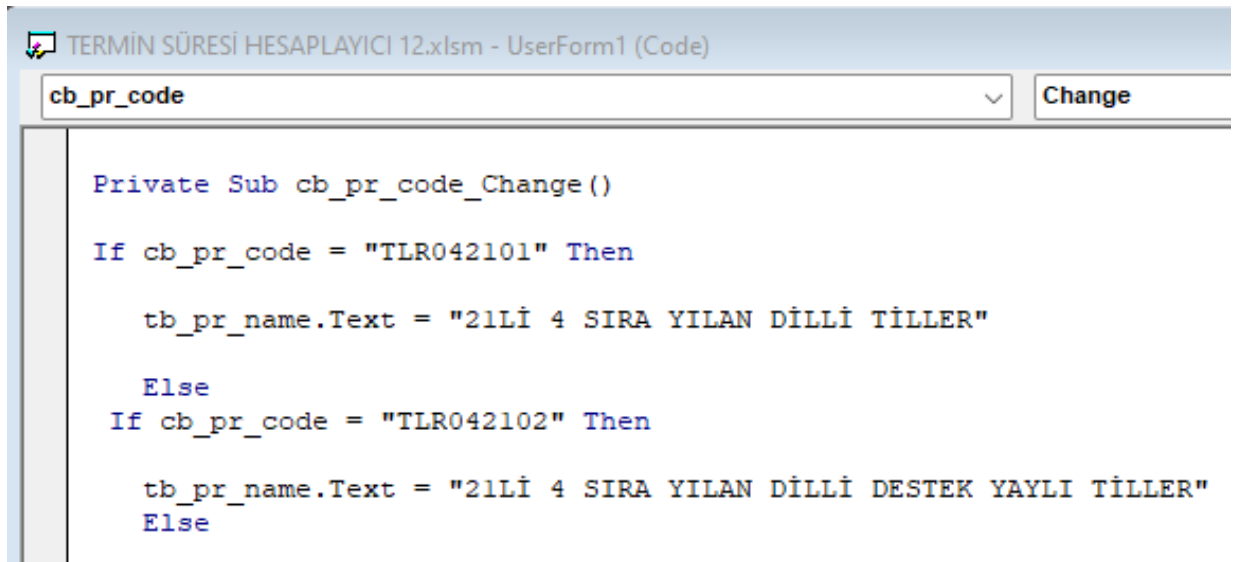


Şekil 5.29. Kullanıcı Adını Kontrol Eden Kodlar

Şekil 5.28’de görülen kodlar kullanıcı adı textbox’ını kontrol eden kodlardır. “Trim” komutu sondaki ve baştaki boşlukları silmektedir. Kullanılan “If” yapısı ile “Kullanıcı Adının” boş olması durumunda “Hata” mesaj kutusu başlığı altında “Lütfen kullanıcı adını girin!” uyarı yazısı gelmektedir. “Exit Sub” kullanımı ile de diğer kodların çalışması durdurulmuştur.

- Seçilen ürün koduna göre ürün adını yazdıran kodlar:

Kullanıcı ara yüzündeki açılır listeden ürün kodunun seçilmesi ile “Ürün Adı”nı yazdıracak kodlar Şekil 5.29’da yer almaktadır.

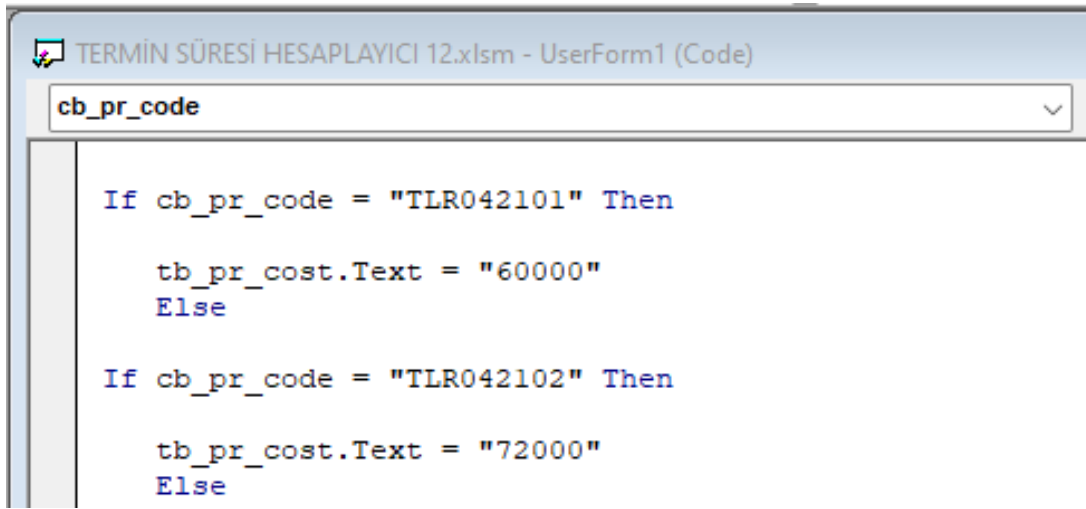


Şekil 5.30. Ürün Adını Yazdıran Kodlar

Şekil 5.29’da iki farklı ürüne ait ilgili kodun “cb_pr_code” combobox’sından seçilmesi halinde ürünün adını otomatik olarak yazdıran kodlar görülmektedir. Diğer tüm ürünler içinde benzer şekilde kodlar yazılmıştır. Kod yazımında iç içe geçen “If” yapısı kullanılmıştır.

- Seçilen ürün koduna göre ürün satış fiyatını yazdıran kodlar:

Kullanıcı ara yüzündeki açılır listeden ürün kodunun seçilmesi ile “Ürün Satış Fiyatı”nı yazdıracak kodlar Şekil 5.30’da yer almaktadır.



Şekil 5.31. Ürün Satış Fiyatını Yazdıran Kodlar

Şekil 5.30’da iki farklı ürüne ait ilgili kodun “cb_pr_code” combobox’sından seçilmesi halinde ürünün satış fiyatını otomatik olarak yazdıran kodlar görülmektedir. Diğer tüm ürünler içinde benzer şekilde kodlar yazılmıştır. Kod yazımında ürün adını yazdıran kodlarda olduğu gibi iç içe geçen “If” yapısı kullanılmıştır.

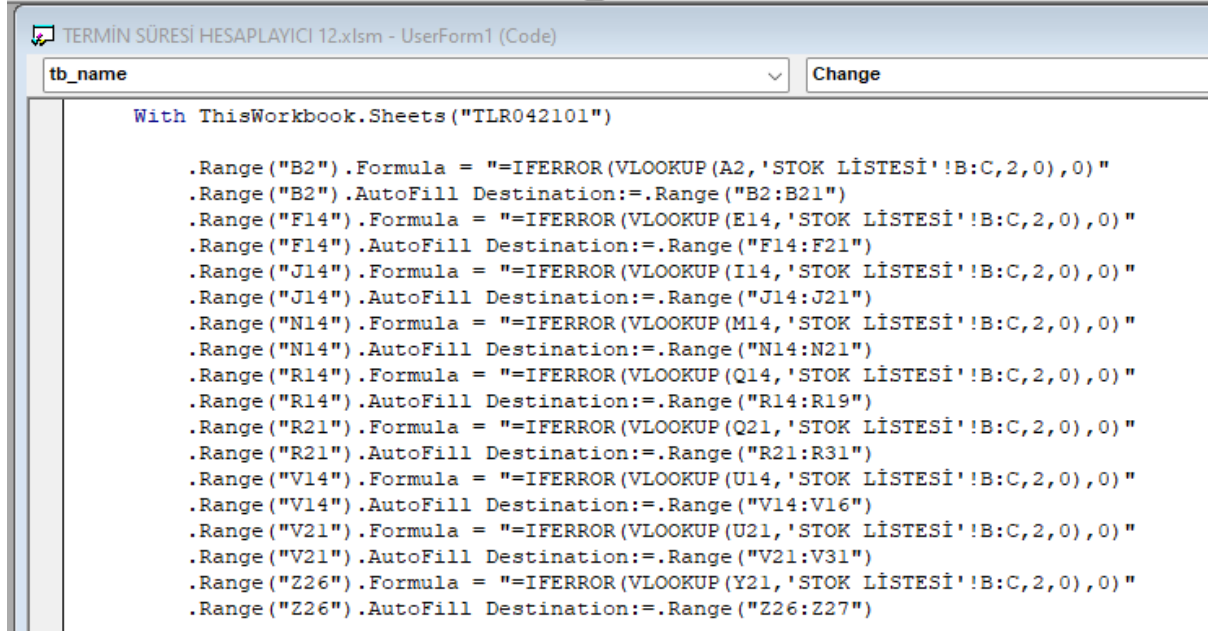
- Ürün ağacı bilgileri ile stoğu kontrol etme:

Bu aşamaya kadar yazılan kodlar ön hazırlık kodları olarak nitelendirilebilir. Bu aşama ve bu aşamadan sonra asıl hesaplama yapan kodlar yer alacaktır. İlk olarak Excel’de ürün ağacı bilgilerini ve çevrim süresi hesaplamalarını içeren veri sayfası oluşturulmuştur. Bahsi geçen veri sayfasının bir kısmı Şekil 5.31’de yer almaktadır. Ürün ağacı seviyelendirme

mantığı baz alınarak her seviye için birer sütun ayrılmıştır. Bu noktada yazılması gereken ilk kodlar 1. Seviyeden itibaren alt parçanın ya da kompleinin anlık stok verilerinin yer aldığı “Stok Listesi” sayfasında mevcut durumunu kontrol etmek. Stok durumu ile ilgili elde edilen çıktı sütunlarda stok seviyelerinin hemen sağında yer alan “Stok Miktarı” ile adlandırılan sütunlara yazdırılacaktır. Ardından üründe kullanılması gereken miktar göz önünde bulundurularak eksik miktar belirlenecek ve “Eksik Miktar” sütunlarına yazdırılacaktır. Son olarak hesaplanan eksik miktar ve parça çevrim süreleri baz alınarak üretim çevrim süreleri hesaplanıp “Toplam Çevrim Süresi” sütunlarına yazdırılacaktır.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1.SEViYE	Stok Miktarı	Eksik Miktar	Toplam Çevrim Süresi	2.SEViYE	Stok Miktarı	Eksik Miktar	Toplam Çevrim Süresi
2	60012913 011	0	21	55				
3	N0200018	1267	0	67				
4	N0200014	11319	0	76				
5	N0100085	250	0	72				
6	N0100232	0	21	44				
7	N0200021	5000	0	33				
8	N0100093	1698	0	17				
9	N0100056	0	2	93				
10	N0200025	0	2	63				
11	N0100030	0	2	86				
12	N0200023	442	0	38				
13	N0100170	734	0	94				
14	60012647 011	74	0	0	60012647 023	48	0	0
15	60012644 011	5	0	0	60012644 023	0	0	0
16	60012927 011	0	2	136	60013004 023	0	2	170
17	60012920 011	3	0	0	60012920 023	0	0	0
18	60012918 011	3	0	0	60012918 023	0	0	0
19	60012914 060	1065	0	0	60012914 023	0	0	0
20	60001443 060	2150	0	0	60001443 050	3100	0	0
21	60012680 011	0	1	98	60012680 023	0	1	57
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32				0,575				

Şekil 5.32. Veri ve Hesaplama Sayfası



Şekil 5.33. Stok Kontrolü Kodları

Stok kontrolü 1. seviyedeki parça için başlar hammadde aşamasına kadar iner. Örneğin bir parça stokta yoksa o parçanın hammadde temininden üretimi için geçen süreye kadar toplam süre hesaplanır. Parçanın stok durumunu kontrol eden kodlar Şekil 5.32’de gösterilmiştir.

Görüldüğü üzere formül yazımına “With” komutu ile başlanmıştır. Bu komut kendisinden sonra gelen kısmın tekrar yazılmaması için kullanılmıştır. Ardından yazılan kodun Excel sayfasında “Stok miktarı” sütununda ilgili hücreye yazmak için “Range” komutu kullanılmıştır. “Formula” komutu ile de seçilen ilgili hücreye formül yazmak mümkün olacaktır. Stok miktarı durumunu kontrol eden komut “Vlookup” komutudur. Bu komut sayesinde seçili hücredeki parça için “Stok Listesi” sayfasında stok durumuna bakılır ve “Stok Miktarı” sütunlarına yazdırılır. Eğer stokta yok ise “If Error” komutu ile “0” yazdırılır. Bu formüller “Stok Miktarı” sütunlarında belirlenen aralıklarda “AutoFill” komutu kullanılarak uygulanır. Böylece seviye bazında stok kontrolü sağlanmış olur.

- Eksik miktarı hesaplayan kodlar:

Parçaların ürün ağacı 1. seviyesinde stoğunun olmaması ya da eksik miktarda olması durumunda adım adım alt seviyelerdeki stoğuna bakılır.

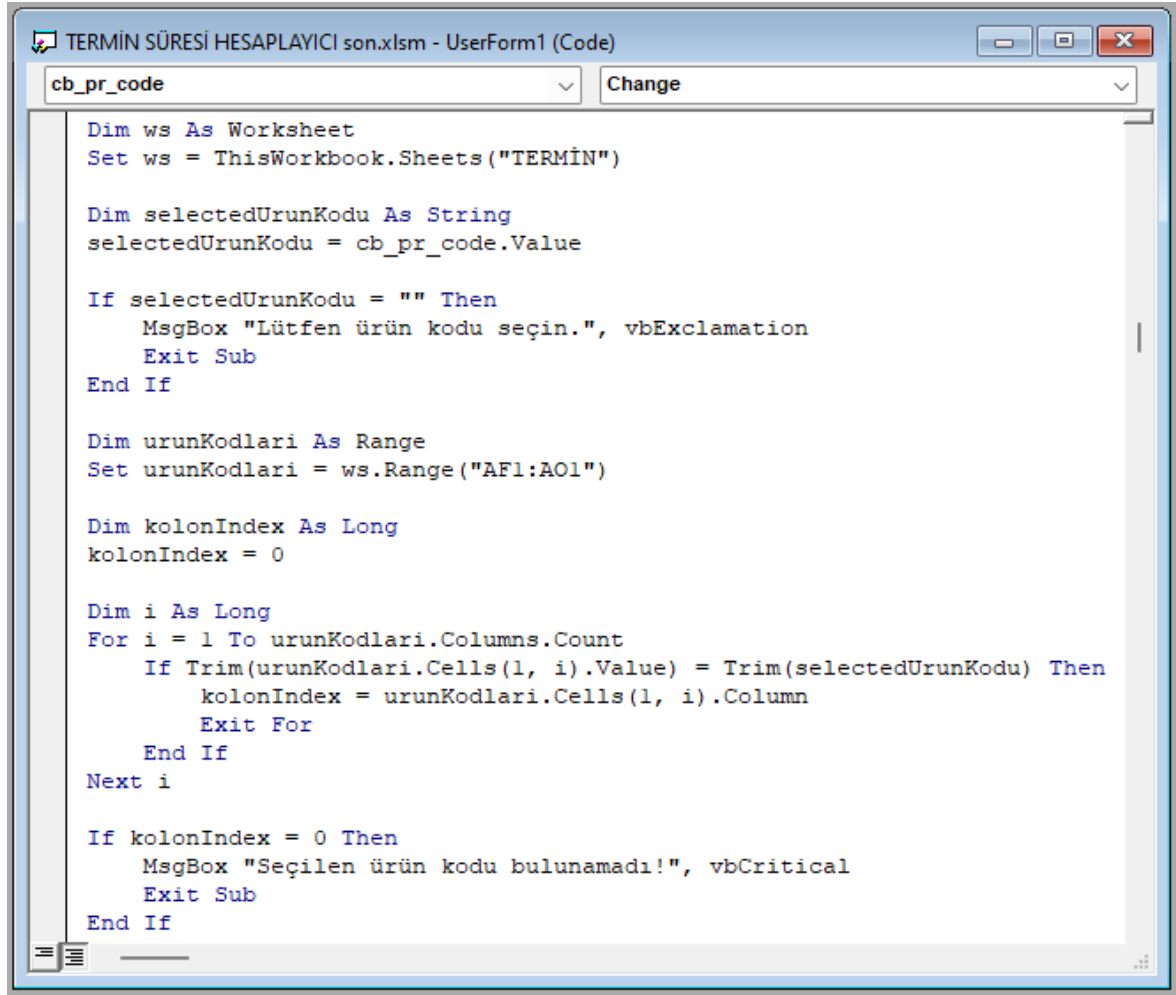
Eksik miktarı hesaplamak için ilk olarak 1. Seviyeden başlanmıştır. Daha önce yazılmış olan stok miktarını saptayan kodlarla stok miktarı belirlenmişti. Bu noktada eksik miktarı hesaplamak için üründe bu parçadan ne kadar kullanıldığı bilinmelidir. Bu veriler yine ürün ağacı bilgilerinden Uyumsoft Web ERP programından alınmıştır. Makine bazında parçalardan kullanılması gereken miktarın yer aldığı tabloya ait bir kesit Tablo 5.13’de gösterilmiştir.

Tablo 5.13. Tiller Makine Parçalarına Ait Veriler

Parça Kodu	TLR042101	TLR042102	TLR042501	TLR042502	Birim	Çevrim Süresi sn
60012917-011	0	21	0	25	SİPARİŞ	259200
10501800099	48,89	48,89	59,02	59,02	KG	604800
60000401-045	4	4	4	4	PARTİ	10800
60012643-010	2	2	2	2	ADET	90
10213400099	11,11	11,11	11,11	11,11	KG	432000
60012898-010	4	4	4	4	ADET	90
10219200099	23,6	23,6	39,68	39,68	KG	604800
60012903-010	1	1	2	2	ADET	9000
10219900099	19,71	19,71	39,42	39,42	KG	345600
60012904-050	1	1	0	0	ADET	300
60012904-010	1	1	0	0	ADET	9000
60012905-010	4	4	5	5	ADET	90
10100500099	8,53	8,53	9,52	9,52	KG	864000

Parça için ihtiyaç, stoğun olmaması ya da eksik miktarda olması durumunda ortaya çıkar. Bunun için ilk olarak 1. Seviyedeki eksik miktarları saptamak gerekir. Eksik miktarı belirlemek için kodlar adım adım yazılmıştır. Burada mantık, ürün kodunun açılır listeden yani “cb_pr_code” Combobox’sından seçilmesinin ardından seçilen ürün koduna ait makinenin üretilmesi için kullanılacak adet kullanılarak, stoktaki miktar ile kıyaslanmasıdır. Ürün kodunun seçilmesinin ardından seçilen ürün koduna ait kullanılması gereken miktar, Tablo 5.13’de bir kısmı gösterilen tabloda aratılır. Seçilen ürün kodu ile tablodaki ürün kodunu eşleştirecek, ürün kodunu tabloda bulamadığında uyarı verecek şekilde kodlar tanımlanmıştır. İlgili kodlar Şekil 5.33’de gösterilmiştir. Öncelikle ürün kodunun ara yüzde seçilmemesi halinde uyarı veren kodlar “Dim” ve “If” komutu kullanılarak yazılmıştır. Ardından seçilen ürün kodunda kullanılan ürünlerin adetinin alınacağı tablo kodlara tanıtılmıştır. Neticede seçilen ürün kodu ile tablodaki ürün kodu

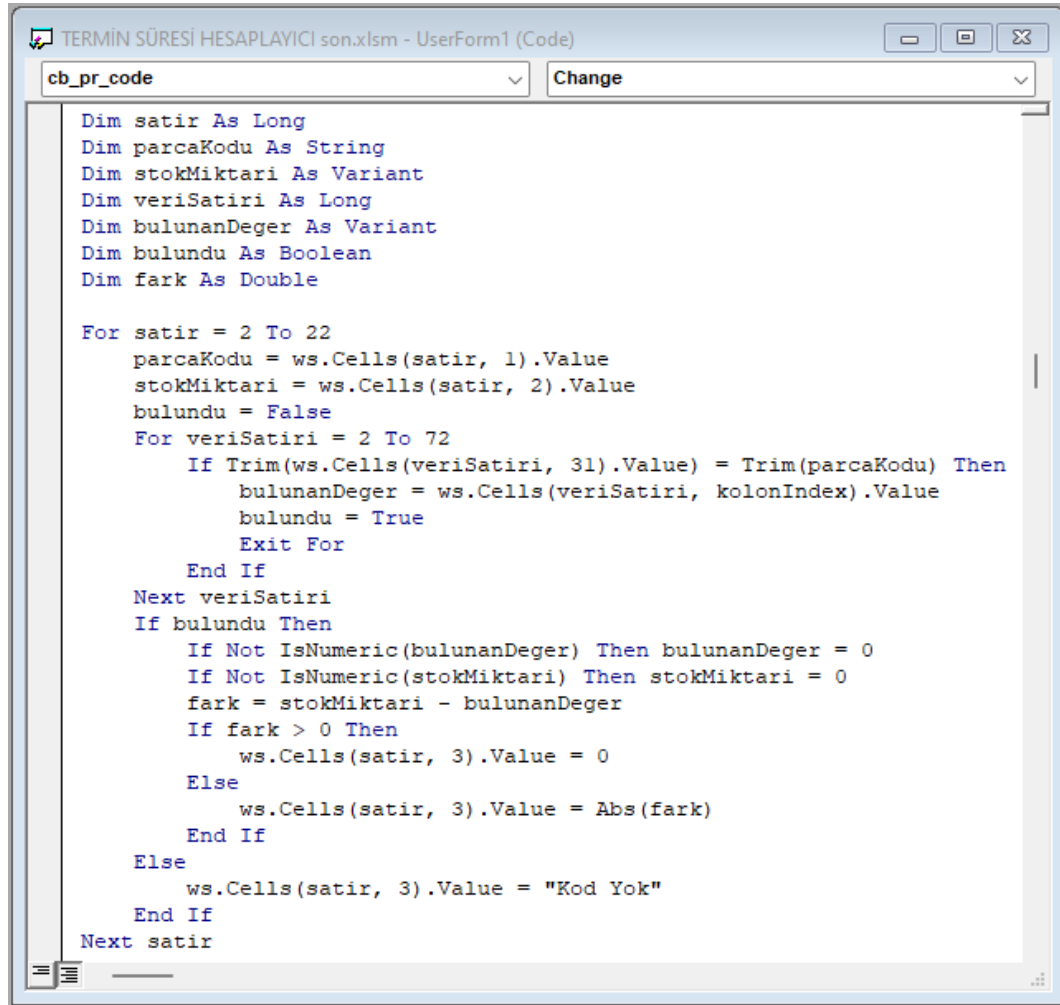
eşleştğinde tablodaki veriler kullanılacak aksi durumda uyarı verecek şekilde kod yazımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.34. Eksik Miktar Hesaplama Kodları

1. seviyedeki stokların yeteri miktarda olması demek 2. ve diğer seviyelerde ihtiyacın olmaması demektir. Çünkü makine için gerekli parça, bitmiş hali ile stokta kullanılmaya hazır vaziyette bekliyor demektir. Ancak 1. seviye stoklarda eksik olması stoğun gerekli miktarı karşılayıncaya kadar diğer seviyelere inilmesini gerektirir. Bu noktada 1. seviye stok miktarının sıfırdan büyük olma durumu kontrol edilir. Üretilecek makinede kullanılacak parçaların kodu "A" sütununda yer almaktadır. Bu parçalar için eksik miktar hesaplaması yapılır. Şekil 5.33'de gösterilmiştir. Değişkenlerin tanımlanmasının ardından, alt alta listelenmiş olan parçalar, kodlarla tanımlanmış olan kullanılacak adetlerin yazdığı tabloda aratılır. Tabloda yazan yani makine için gerekli olan adet stok miktarı ile kıyaslanır. Stok

miktarı gerekli olan miktardan büyükse yani o parça için yeterli miktarda stok varsa eksik miktar sütununda yer alan hücreye “0” yazdırılır.



```
Dim satir As Long
Dim parcaKodu As String
Dim stokMiktari As Variant
Dim veriSatiri As Long
Dim bulunanDeger As Variant
Dim bulundu As Boolean
Dim fark As Double

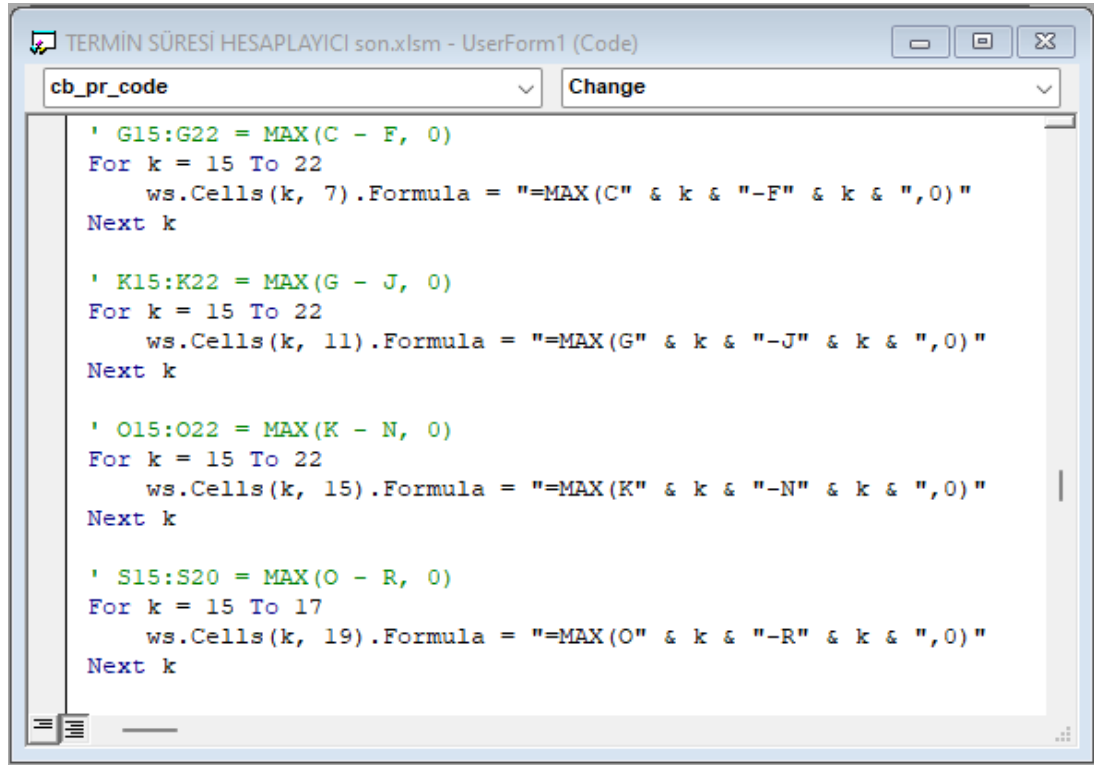
For satir = 2 To 22
    parcaKodu = ws.Cells(satir, 1).Value
    stokMiktari = ws.Cells(satir, 2).Value
    bulundu = False
    For veriSatiri = 2 To 72
        If Trim(ws.Cells(veriSatiri, 31).Value) = Trim(parcaKodu) Then
            bulunanDeger = ws.Cells(veriSatiri, kolonIndex).Value
            bulundu = True
            Exit For
        End If
    Next veriSatiri
    If bulundu Then
        If Not IsNumeric(bulunanDeger) Then bulunanDeger = 0
        If Not IsNumeric(stokMiktari) Then stokMiktari = 0
        fark = stokMiktari - bulunanDeger
        If fark > 0 Then
            ws.Cells(satir, 3).Value = 0
        Else
            ws.Cells(satir, 3).Value = Abs(fark)
        End If
    Else
        ws.Cells(satir, 3).Value = "Kod Yok"
    End If
Next satir
```

Şekil 5.35. 1.Seviye Eksik Miktarı Hesaplayan Kodlar

Eğer gereken miktar stok değerinden küçük ise yani yeterli stok yoksa stok miktarı ile gereken miktarın farkı alınır ve mutlak değer kullanılarak eksik miktar sütunundaki hücreye yazdırılır.

Ardından eğer 1. seviye stok yoksa veya eksikse 2. seviye için gerekli miktara bakılarak eksik miktar belirlenir. Yine 1. Seviye stok için yazılan kodlarda olduğu gibi stoğun gerekli miktardan az veya eksik olduğu durum için hesaplama yapan kodlar Excel tablosunda eksik miktar sütunlarına yazdırılır. Burada önemli olan her seviyenin bir üst seviyesindeki eksik miktarın değeridir. Örneğin; 1. seviyesinde 15 adet eksik bulunan bir parçanın 2. seviyesinde de 15 adet eksik olmalıdır. Sonrasında ise bu 15 adet eksik için stok

kontrolü yapılır. Burada eksik miktar kısıtı artık tablodan alınan gerekli miktar değil üst seviyenin eksik miktar değeridir.

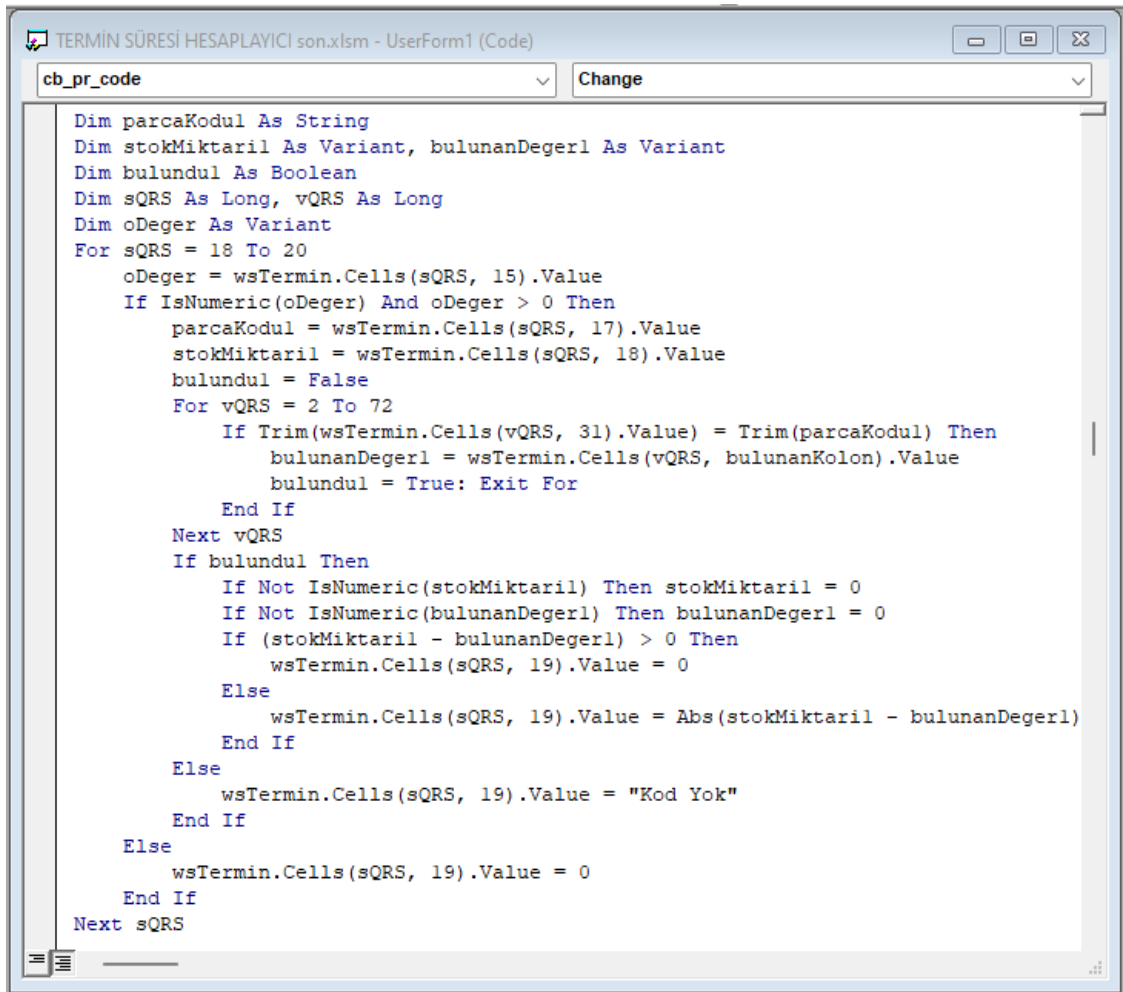


Şekil 5.36. Diğer Seviyeler İçin Eksik Miktarı Hesaplayan Kodlar

Şekil 5.35’de görüldüğü üzere her bir üst seviye için eksik miktarı hesaplayan kodlar yazılmıştır. Bir üst seviyeden alınan gerekli miktar olarak varsayılan değerden parçanın stok miktarı çıkartılır. Sonuç sıfırdan büyük ise yani stok, üst seviyenin dolayısıyla işlem yapılan seviyenin ihtiyacından küçük ise pozitif olarak direkt alınır, negatifse veya sıfır ise yani stok, üst seviyenin dolayısıyla işlem yapılan seviyenin ihtiyacından büyük veya eşit ise “0” yazılır.

Eksik miktar hesaplamalarında önemli olan bir diğer husus ise hammadde seviyesine inildiği durum, yani parçanın stoğunun hiç bulunmadığı hammadde stoğunun kontrol edildiği durumdur. Eğer parçanın hammadde seviyesine gelene kadar sınama yapılmış ve herhangi bir üst seviyesinde stok yoksa diğer seviyelerden farklı olarak eksik miktar hesaplaması yapılır. Şekil 5.36’da gösterildiği gibi üst seviye hesaplamalarından farklı olarak kodlar yazılmıştır. Bu noktada değişkenler tanımlandıktan sonra, “For” döngü komutu ve “If” komutu beraber kullanılmıştır. Bu kodlarda diğer eksik miktar

hesaplamalarından farklı olarak hammadde stoğuna bakarken üst seviyenin eksikliği ile ilgilenmemesidir. Çünkü, her bir parçanın üretimi için gereken hammadde miktarı verilerinin yer aldığı Tablo 5.13’de makine başına ihtiyaç miktarı baz alınarak yazılmıştır. Yani eğer ki parçanın stoğu yok ise üretimi yapılabilmesi için hammadde stoğuna bakılacak, stok varsa “0”, yok ise stok miktarından gereken miktar çıkarılarak yazılacaktır. Bu aşamada göz ardı edilen bir durum vardır. Hammadde eksik miktarı hesaplamasına bakılırken bir üst seviyenin eksik miktarının sıfırdan büyük olması yeterlidir. Üst seviyenin eksik miktarı hammadde seviyesi içinde eksik miktar olarak kabul edilmez. Hammadde eksik miktar hesaplamak için yalnızca tablodan alınan veri kullanılır.

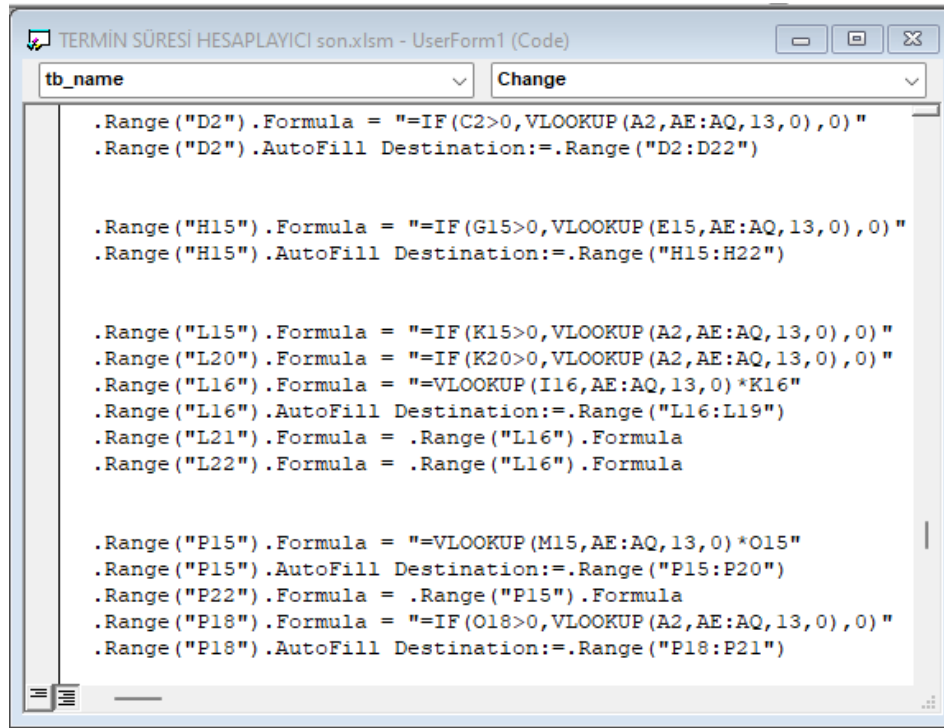


```
Dim parcaKodul As String
Dim stokMiktari1 As Variant, bulunanDeger1 As Variant
Dim bulundul As Boolean
Dim sQRS As Long, vQRS As Long
Dim oDeger As Variant
For sQRS = 18 To 20
    oDeger = wsTermin.Cells(sQRS, 15).Value
    If IsNumeric(oDeger) And oDeger > 0 Then
        parcaKodul = wsTermin.Cells(sQRS, 17).Value
        stokMiktari1 = wsTermin.Cells(sQRS, 18).Value
        bulundul = False
        For vQRS = 2 To 72
            If Trim(wsTermin.Cells(vQRS, 31).Value) = Trim(parcaKodul) Then
                bulunanDeger1 = wsTermin.Cells(vQRS, bulunanKolon).Value
                bulundul = True: Exit For
            End If
        Next vQRS
        If bulundul Then
            If Not IsNumeric(stokMiktari1) Then stokMiktari1 = 0
            If Not IsNumeric(bulunanDeger1) Then bulunanDeger1 = 0
            If (stokMiktari1 - bulunanDeger1) > 0 Then
                wsTermin.Cells(sQRS, 19).Value = 0
            Else
                wsTermin.Cells(sQRS, 19).Value = Abs(stokMiktari1 - bulunanDeger1)
            End If
        Else
            wsTermin.Cells(sQRS, 19).Value = "Kod Yok"
        End If
    Else
        wsTermin.Cells(sQRS, 19).Value = 0
    End If
Next sQRS
```

Şekil 5.37. Hammadde Eksik Miktar Hesaplama Kodları

- Toplam çevrim süresini hesaplayan kodlar:

Eksik miktar hesaplandıktan sonra üretimi yapılması gereken parçalar ve operasyon bilgisi saptanmış olur. Ardından bu parçaların üretimini yapmak için gerekli toplam işlem zamanını hesaplamak gerekir. Bu noktada parça bazında her bir operasyonun çevrim süresi verilerine ihtiyaç vardır. Bu noktada maliyet analizi departmanından destek alınmıştır. Temin edilen çevrim süreleri bilgisinin bir kısmı Tablo 5.13’de yer almaktadır. Eksik miktarın toplam çevrim süresini hesaplanmak için yazılan kodların bir kısmı Şekil 5.37’de gösterilmiştir.



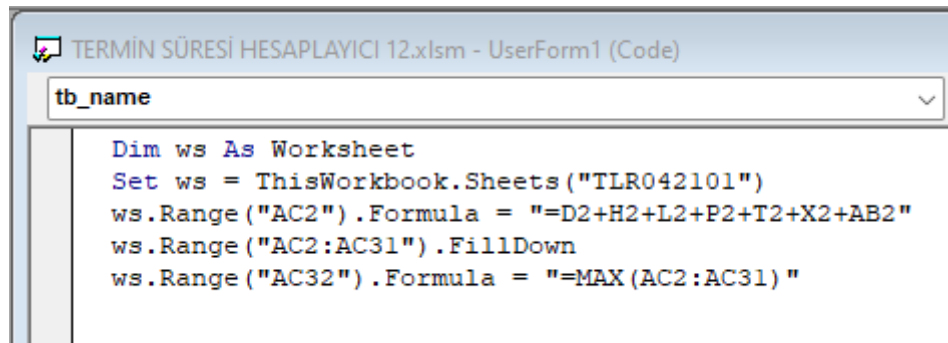
Şekil 5.38. Çevrim Süresi Hesaplama Kodları

Toplam çevrim süresini hesaplamak için Tablo 5.13’de yer alan çevrim süreleri verileri “Vlookup” komutu ile hesaplamanın sonucunun yazılacağı hücrelere yazılması sağlanmıştır. Ardından eksik miktar ile çarpılacak kod yazılmıştır. Böylece eksik yani ihtiyaç miktarını üretmek için ilgili operasyon bazında harcanacak toplam süre hesaplanmış olur. Hesaplama kodları “Autofill” komutu ile ilgili aralığa uygulanmıştır. Eksik miktar ile çarpma işlemi yalnızca üretimi olan parçalar için yapılmıştır. Satın alma yapılan parçalar için belirlenen çevrim süresi tüm partinin çevrim süresi yani teslim süresidir. Hammadde için belirlenen

çevrim süresi, belirli tonajlardaki hammaddenin siparişi verildikten sonra fabrikaya teslim süresidir. Farklı olarak bir de kumlama, lazer kesim, boya, ıslah ve galvaniz operasyonu olan parçalar için de birim çevrim süresi değil üretim partilerinin toplam çevrim süresi baz alınmıştır. Çünkü bu operasyonlar yalnızca belli adet ihtiyaç ve üzeri için gerçekleştirilmektedir.

- Toplam çevrim süresi ile ilgili diğer hesaplama yapan kodlar:

Operasyon bazında çevrim süresini hesaplayan kodların yazılmasının ardından parçanın üretime devamı için geçen ya da baştan sona üretimi için geçen süre hesaplanabilecektir. Bu noktada operasyon bazında hesaplanmış çevrim sürelerini toplayan kodlar yazılmıştır. Şekil 5.38’de gösterilmiştir. Parçaların satırlara yazılmış birim çevrim sürelerini toplaması için ilgili kod yazılıp tüm parçalar için uygulanmıştır. Burada önemli bir diğer husus termin süresi hesaplaması yaparken hesaplatılmış toplam çevrim süreleri arasından en büyüğünü kullanmaktır. Parça bazında peş peşe gerçekleştiren biri bitip diğeri başlayan operasyonlar, parçalar arasında bağımsızdır. Dolayısıyla bekleme ve gecikme yaşatmaması adına da bu sürelerden en büyüğü ile hesaplama yapılmıştır. Çevrim sürelerinden, en büyüğünü seçmek için “Max” komutu kullanılmıştır. Böylece termin süresi hesaplaması yapmak ve tarihi belirlemek için gerekli hesaplama yapan kodların yazımı tamamlanmış olur.

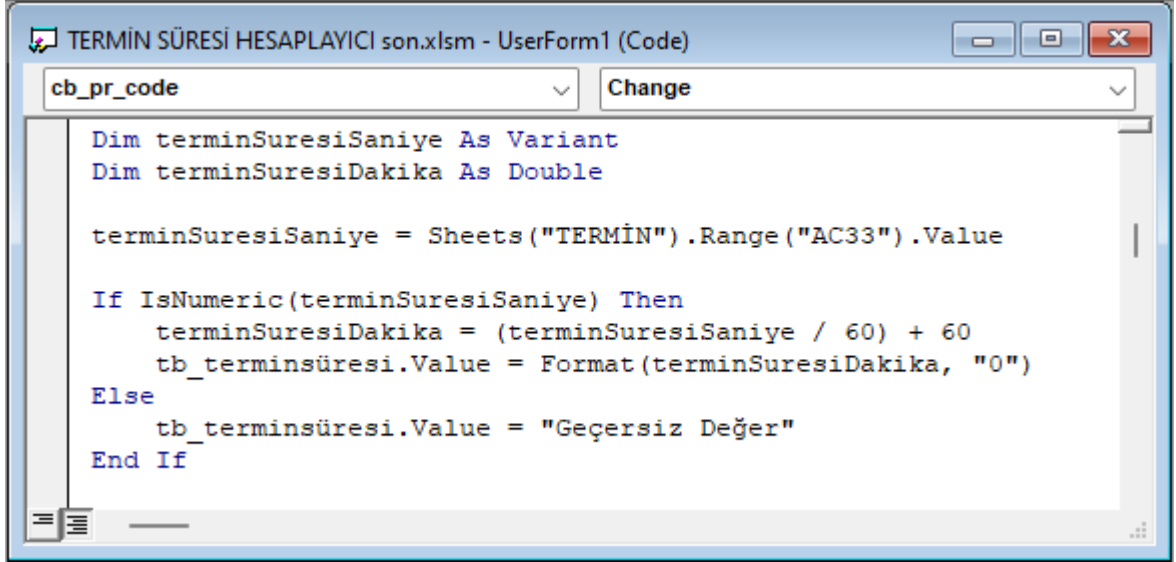


Şekil 5.39. Toplam Çevrim Süresi Hesaplama Kodları

- Hesaplanan termin süresinin kontrolü ve birim dönüşümü:

Toplam çevrim süresinden hareketle elde edilen termin süresinin hesaplamaları operasyon çevrim süresinin birimi saniye olduğu için saniye cinsinden yapılmıştır. Birimi

dakikaya çevirmek için yazılan kodlar Şekil 5.39'daki gibidir. Öncelikle sürenin “Numeric” yani sayısal olup olmadığının kontrol edilmesinin ardından, kodların bu şarta bağlı olarak çalışması için “If” komutu kullanılmıştır. Saniye-dakika dönüşümüne ek olarak makinenin montajı için gerekli çevrim süresi de bu aşamada dahil edilmiştir. “60” değeri bu sebeple eklenmiştir.

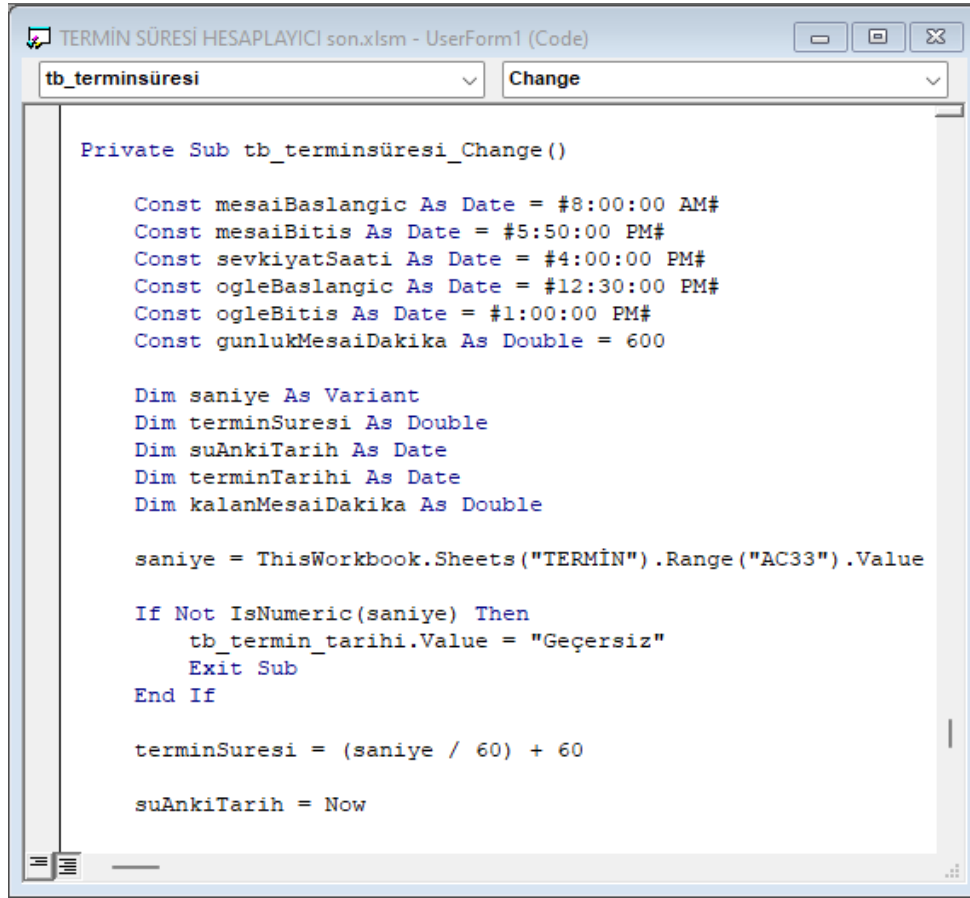


Şekil 5.40. Birim Dönüşümü İçin Yazılan Kodlar

- Termin tarihi hesaplama kodları:

Termin süresinin hesaplanması kullanıcıya bilgi verdiği için önemli bir veridir. Ancak bu süreden hareketle termin tarihi hesaplamak daha kesin bir bilgi olacaktır. Bu aşamada bahsedilen termin tarihini belirleyebilmek için yazılmış kodlardan bahsedilecektir. Termin tarihi belirleme aşamasında göz önünde bulundurulması gereken bazı kısıtlar vardır. Bunlar mesai başlangıç ve bitiş saati, sevkiyatın yapılmayacağı saatler ve öğle molasının başlangıç ve bitiş saatidir. Bu kısıtlar göz önüne alınarak kodlar yazılmıştır. Uygulamanın yapıldığı firmada mesai 08.00'de başlayıp 17.50'de bitmektedir. Öğle molası 12.30 ile 13.00 saatleri aralığında yapılmaktadır. Bunlara ek saat 16.00'dan sonra sevkiyat yüklemesinin yetismeyeceği durumundan kaynaklı sevkiyat yapılmamaktadır. Kod yazımına ilk olarak bu kısıtları “Const” komutu ile tanımlayarak başlanmıştır. Mesainin başlangıç ve bitiş saati, sevkiyatın 16:00'dan sonra yapılmaması, öğle molasının başlangıç ve bitiş saati ayrı birer kısıt olarak Şekil 5.40'de görüldüğü gibi tanımlanmıştır. Bunlara ek birer değişken olan

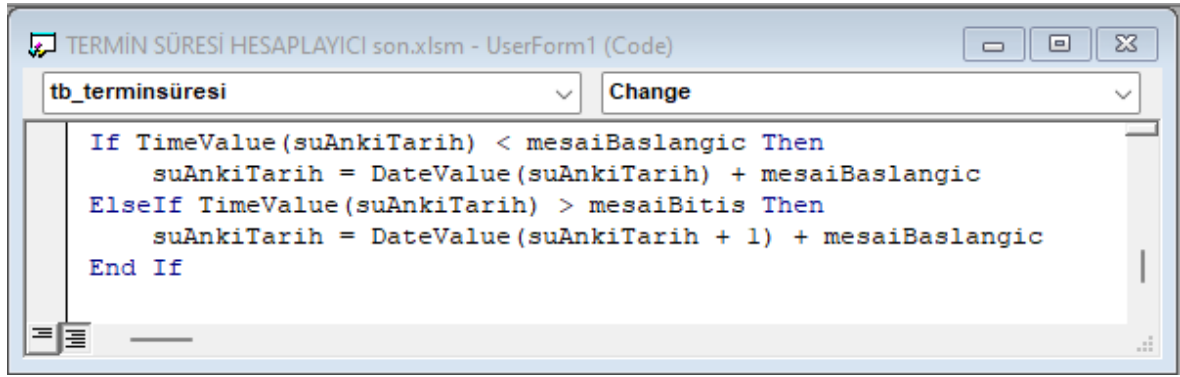
termin süresi, termin tarihi ve uygulamanın kullanıldığı o anki tarih “Dim” komutu ile tanımlanmıştır. Hesaplanmış termin süresi için de “terminSuresi” kısa kodu yazılmıştır.



Şekil 5.41. Termin Tarihi Belirleme Kısıtlarını Tanımlayan Kodlar

- Mesai başlangıç ve bitiş saati kısıtı kodlarının yazımı:

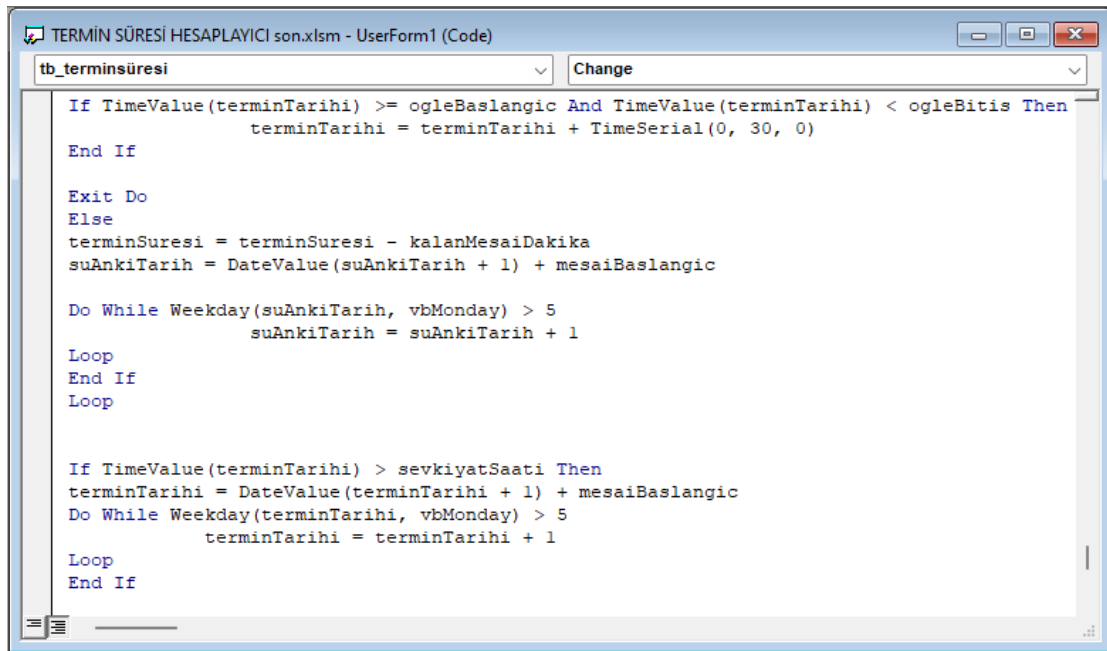
Termin tarihi belirlemenin özünü, şu an ki tarih baz alınarak ileriye dönük hesaplanan termin süresinin eklenmesi oluşturur. Bu sebeple hesaplamanın başlangıç tarihi o anki tarih olarak baz alınır. Buna ek olarak uygulamanın kullanımının mesai saatleri dışında olması durumuna karşı da birtakım kodlar yazılmıştır. Çünkü sevkiyat ancak mesai saatleri içinde yapılmaktadır. Bu yüzden “suAnkiTarih” değişkeni mesai saatleri içinde olmalıdır. Uygulama kullanımı 08.00 olan mesai başlangıcından önce ise başlangıç tarihi ve saati mesai başlangıç saati olarak alınmıştır. Tam tersi uygulama kullanımı 17.00 olan mesai bitiminden sonra ise başlangıç tarihi bir gün ileri alınarak bir sonraki günün mesai başlangıcı olarak baz alınmıştır. Şekil 5.41’deki kodlar bu sebeple yazılmıştır.



Şekil 5.42. Mesai Başlangıç ve Bitiş Saati Kısıtı Kodları

- Öğle molası ve sevkiyat saati kısıtı kodlarının yazımı:

Termin süresinin bitimi ve sevkiyatın yapılabilmesi için hesaplanan süre öğle molası zaman dilimine veya sevkiyatın yapılmayacağı saat 16:00 ve sonrasına denk gelebilmektedir.



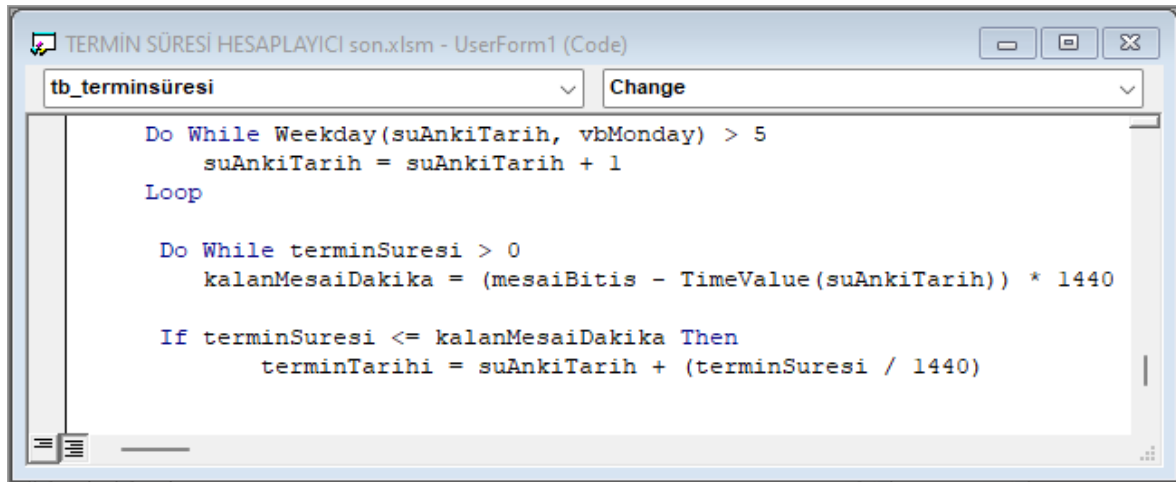
Şekil 5.43. Öğle Molası ve Sevkiyat Saati Kısıtı Kodları

Bu sebeple termin tarihi hesaplamasında bu iki kısıta dikkat edilmiştir. Öğle molası olan 12:30-13:00 aralığına denk geldiği durumda, termin saati öğle molası bitiş saati olan

13.00 ve sonrasına kaydırılır. Eğer ki termin saati 16:00 ve sonrasına denk geliyorsa termin tarihi bir sonraki günün mesai başlangıcı olan 08:00'e kaydırılır. Bu kısıtlarla ilgili olarak yazılan kodlar Şekil 5.42'de gösterilmiştir.

- Termin süresini kullanarak ve anlık tarihi baz alarak ileriye dönük termin tarihini belirleyen kodların yazımı:

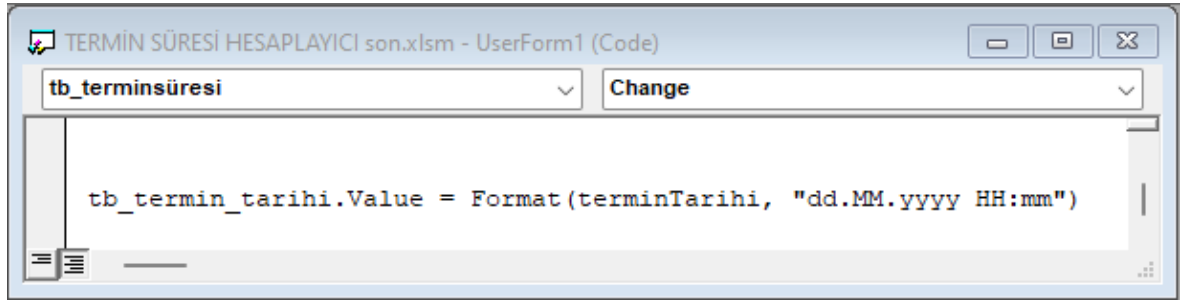
Ürünün terminini için hesaplanan süre mesai saati olan 540 dakikadan fazla olabilmektedir. Bu durumda termin tarihi anlık tarihten günler hatta haftalar sonra olabilmektedir. Bu tamamen parçaların, alt ürün komplelerinin, satın alma parçaların veya hammaddenin stok durumuna bağlıdır. Hesaplanan termin süresi, mesai saatleri içinde bir zaman dilimine denk geliyorsa termin tarihini buna göre hesaplayan kodlar yazılmıştır. Termin süresi mesai saatlerini aşıyorsa, termin tarihini bir sonraki güne aktaran kodlar yazılmıştır. Ayrıca termin süresinin hafta sonuna denk gelmesi halinde hafta başı olan Pazartesi gününü baz alacak şekilde termin tarihini hesaplayacak kodlar yazılmıştır ve Şekil 5.43'de gösterilmiştir.



Şekil 5.44. Mesai Saati Kısıtı

- Hesaplanan termin tarihini Userform'da ilgili Textbox'a yazdıran kodlar:

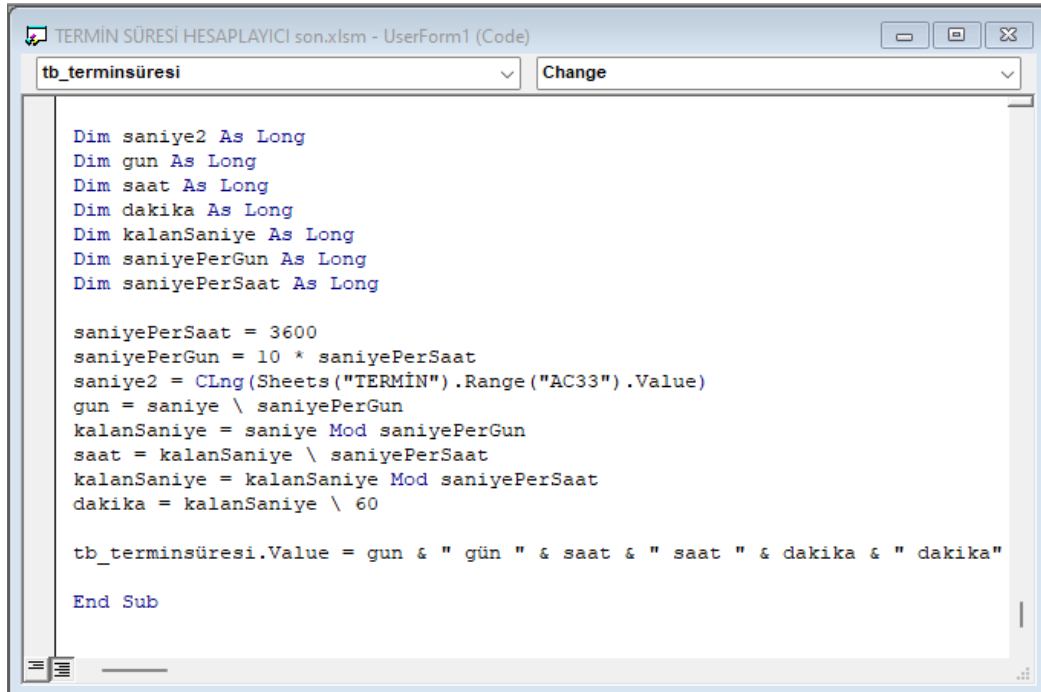
Tüm kısıtlar gözetilerek termin süresi ve termin tarihi hesaplamalarını yapan kodlar yazıldıktan sonra elde edilen hesaplanmış termin tarihi, Userform'da "Ürün Termin Tarihi" Textbox'sına yazdırılması Şekil 5.44'de gösterilen kodlar ile sağlanmıştır.



Şekil 5.45. Termin Tarihini Textbox'a Yazdıran Kodlar

- Hesaplanan termin süresini Userform'da ilgili Textbox'a yazdıran kodlar:

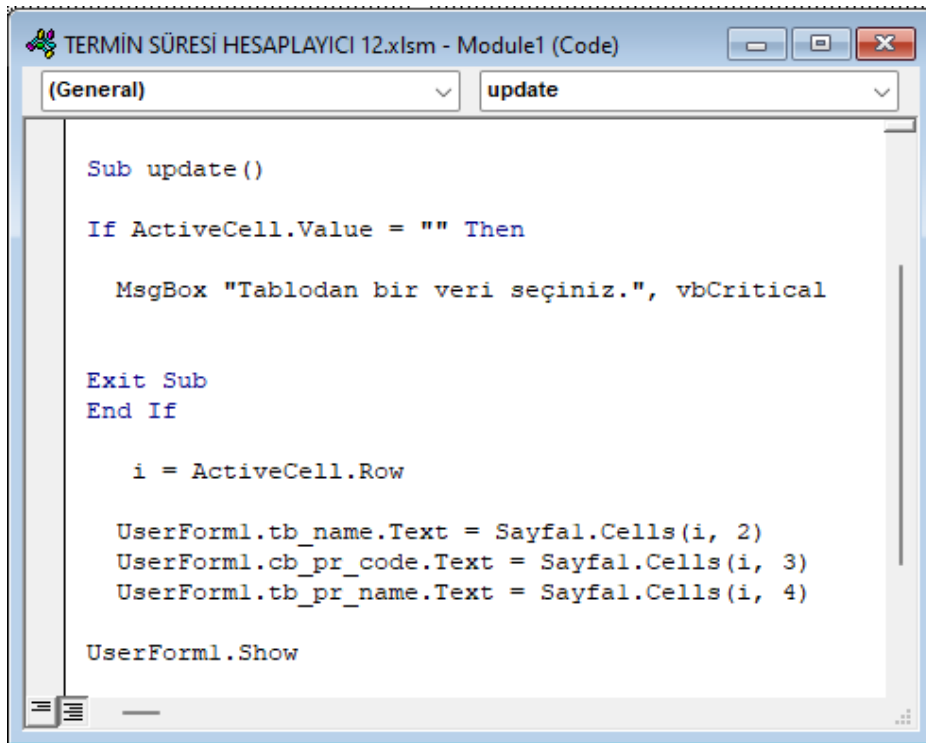
Hesaplanan termin süresinin, kullanıcı tarafından daha anlaşılır olması için “iş günü” bazında çevrimi yapılarak Userform'da “Ürün TerminSüresi” Textbox'sına yazdırılması Şekil 5.45'de gösterilen kodlar ile sağlanmıştır. İş günü bazında hesaplama yapıldığı için bir iş günü mesai başlangıç ve bitimi arasındaki süre olan “10 saat” alınmıştır. Ardından “gün & saat & dakika” formatında olacak şekilde birim dönüşümü sağlanmıştır.



Şekil 5.46. Termin Süresini Textbox'a Yazdıran Kodlar

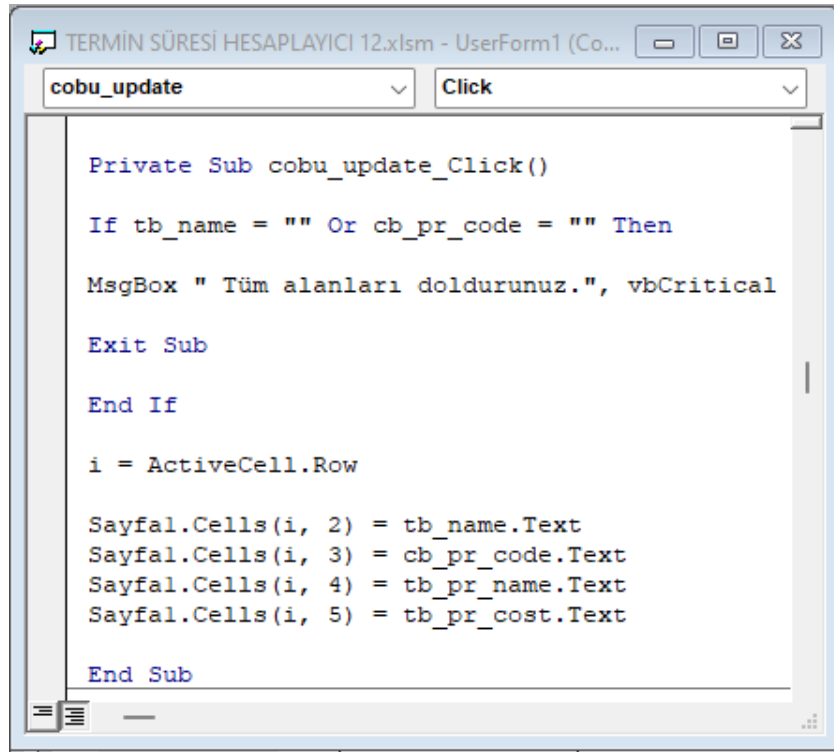
- Kullanıcı ara yüzünde bulunan butonları çalıştıran kodların yazımı:

Userform'da bulunan dört butonun işlevinden bahsedilmişti. Kullanımı için gereken kodlar yazılmıştır. “+” butonu Userform'daki verilerin Excel sayfasına kayıt edilmesini sağlamaktadır. Kullanıcı ara yüzünde bulunan tüm Textbox ve Combobox'ların içinde yazan veriler, “+” butonu yani “cb_plus” CommandButton'ı tıklandığında ilgili Excel sayfasına aktarılacak şekilde yazılmıştır. “Seçimi Güncelle” düğmesi tıklatıldığında ise seçili hücrenin olduğu satır tekrar forma getirilir. Eğer tablodan herhangi bir hücre seçili değilse öncelikle bunun uyarısını veren kodlar yazılmıştır. Şekil 5.46'da gösterilmiştir.



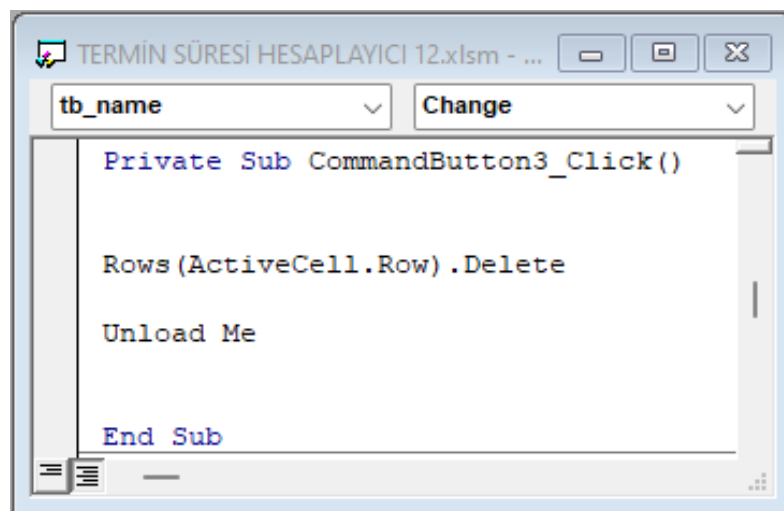
Şekil 5.47. Tablodaki Verileri Userform'a Aktaran Kodlar

Tabloda halihazırda olan veriler Şekil 5.46'daki kodlar ile tekrar Userform'a aktarılır. Ardından değişiklik yapıldıktan sonra tekrar tabloya kayıt edilmek üzere Şekil 5.47'deki kodlar yazılmıştır. Yapılan değişikliğin ardından formda boş alan kaldıysa uyarı verilir. İşlem tamamlandığında Güncelleme butonuna tıklandığında tekrar tabloya güncel kayıt aktarılır.



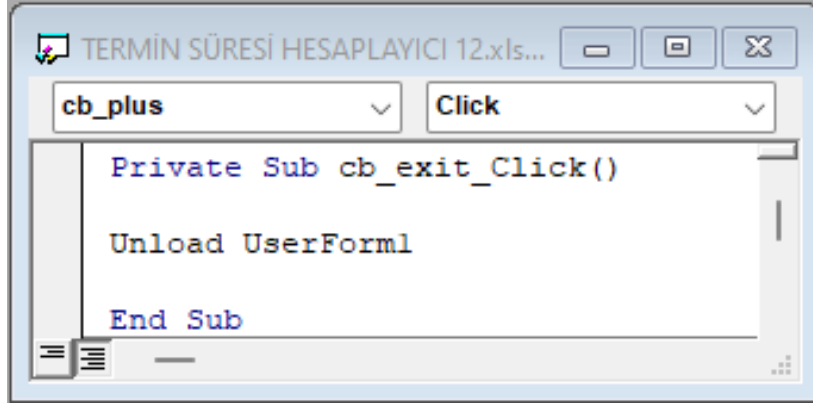
Şekil 5.48. Güncellenen Veriyi Tekrar Tabloya Kaydeden Kodlar

Tablodan kaydedilmiş herhangi bir veri silinmek istendiğinde ise çöp kutusu butonu kullanılmaktadır. Silme işlemi için 5.48'deki kodlar yazılmıştır. Silmek istenen satır tablodan seçilerek form açıldığında ve çöp kutusu simgesinin olduğu buton tıklatıldığında kaydedilmiş olan satır silinir ve form kapatılır.



Şekil 5.49. Tablodan Satır Silme Kodları

Arayüzde işlemler bittikten ve ilgili Excel tablosuna kaydedildikten sonra çıkış butonu tıklanarak ara yüzün kapatılması sağlanır. Bu işlem için yazılan kodlar Şekil 5.49'da gösterilmiştir.



Şekil 5.50. Ara Yüzden Çıkışı Sağlayan Kodlar

5.15. Termin Süresi ve Tarihi Hesaplayan Kodların Çalıştırılması

Gerekli tüm kodların yazılması ile uygulama kullanıma hazır hale gelmiştir. Şekil 5.25'de “Yeni Ekle” düğmesine tıklandığında form açılır. Şekil 5.50’de gösterildiği üzere kullanıcı adı bilgisi yazıldığında ve açılır pencereden ürün kodu seçildiğinde, ürün adı bilgisi ve ürün satış fiyatı bilgisi gelir. Termin süresi ve termin tarihi bilgisi otomatik olarak anında hesaplanır. Yapılan hesaplama kayıt altına alınmak istendiğinde “+” butonuna tıklanarak form için oluşturulan kayıt sayfasında kaydedilir. Form kapatılmak istendiğinde çıkış butonunu seçmek yeterlidir. Form bu şekilde kapatılır. Daha önce kaydedilen bir hesaplama üzerinde değişiklik yapılmak istendiğinde değiştirme butonuna tıklanır ve daha önce kaydedilmiş veri tekrar forma gelir. Herhangi bir kayıt silinmek istendiğinde ise ilgili kaydın olduğu satırdan bir hücre seçilir ve çöp kutusu butonuna tıklanırsa, seçilen kayıt silinmiş olur. Tüm butonlar denenmiş ve aktif bir şekilde çalıştığından emin olunmuştur. Yapılan hesaplama manuel bir şekilde de hesaplanmış olup sonuçlar kodların hesaplamış olduğu termin süresi ve tarihi sonuçları ile aynı bulunmuş dolayısıyla kodların doğru yazıldığı ve yapılan hesaplamanın doğru olduğu kanıtlanmıştır.

TERMİN SÜRESİ HESAPLAMA

Kullanıcı Adı

Ürün Kodu

TLR042102

Ürün Adı

21Lİ 4 SIRA YILAN DİLLİ DESTEK YAYLI TİLLER

Ürün Satış Fiyatı

Termin Süresi

146 gün 0 saat 53 dakika

Termin Tarihi

19.12.2025 11:07

+

↺

🗑

➡

Şekil 5.51. Termin Süresi Hesaplama Kullanıcı Ara Yüzü Doldurma İşlemi

5.16. Termin Süresi Hesaplama Validasyonu

Geliştiren karar destek sisteminin doğru bir hesaplama yaptığı manuel olarak test edilmiştir. Ancak bir de planlama biriminden alınan termin süresi verisi ile karşılaştırması yapıp hangi hesaplama yönteminin daha başarılı çalıştığı test edilmiştir. Bunun için üretimi yapılan 11 adet Tiller makinesi için uygulamanın hesapladığı veri ve planlamanın hesapladığı veri, üretim sonucuna göre karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.14. Termin Süresi Karşılaştırma Veri Tablosu

	KDS Verisi(gün)	Planlama Verisi(gün)	Gerçeklesen Üretim Verisi (gün)	KDS Hatası(gün)	Planlama Hatası (gün)
1	27,0	31,0	26,0	-1,0	-5,0
2	25,5	27,5	23,5	-2,0	-4,0
3	24,8	26,0	25,0	0,2	-1,0
4	22,0	19,0	25,0	3,0	6,0
5	21,50	23,0	18,0	-3,5	-5,0
6	20,00	23,0	20,5	0,5	-2,5
7	19,70	24,0	22,0	2,3	-2,0
8	21,00	28,0	24,0	3,0	-4,0
9	22,60	25,0	17,0	-5,6	-8,0
10	18,00	17,0	19,0	1,0	2,0
11	18,70	23,0	17,0	-1,7	-6,0

Tablo 5.14’de KDS kullanılarak hesaplanan teslim süresi ve planlamadan temin edilen teslim süresi yer almaktadır. Beraberinde üretim verileri kullanılarak bu iki veri kıyaslanmıştır. KDS ve planlama hatası belirlenmiştir. Ardından MAE (Mean Absolute Error – Ortalama Mutlak Hata) hesaplaması yapılmıştır. Bu hesaplama için (5.5) eşitliği kullanılmıştır.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\text{Tahmin} - \text{Gerçekleşen}| \quad (5.5)$$

(5.5)’deki formülden hareketle uygulamanın ve planlamanın MAE’si,

$$MAE_{KDS} = \frac{1}{11} (|-1| + |-2| + |0.2| + |3| + |-3.5| + |0.5| + |2.3| + |3| + |-5.6| + |1| + |-1.7|) \quad (5.6)$$

$$= \frac{1}{11} (23.8) \approx 2.16 \text{ gün} \quad (5.7)$$

$$MAE_{Planlama} = \frac{1}{11} (|-5| + |-4| + |-1| + |6| + |-5| + |-2.5| + |-2| + |-4| + |-8| + |2| + |-6|) \quad (5.8)$$

$$= \frac{1}{11} (45,5) \approx 4,14 \text{ gün} \quad (5.9)$$

olarak hesaplanmıştır. Ardından yüzdesel olarak başarı oranını görmek için MAPE (Mean Absolute Percentage Error – Ortalama Yüzdesel Hata) hesaplaması yapılmıştır ve (5.10)’daki formül kullanılmıştır.

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\text{Tahmin} - \text{Gerçekleşen}}{\text{Gerçekleşen}} \right| \quad (5.10)$$

(5.10)’daki formülden hareketle uygulamanın ve planlamanın MAPE’si,

$$MAPE_{KDS} = \frac{1}{11} \left(\frac{1}{26} + \frac{2}{23,5} + \frac{0,2}{25} + \frac{3}{25} + \frac{3,5}{18} + \frac{0,5}{20,5} + \frac{2,3}{22} + \frac{3}{24} + \frac{5,6}{17} + \frac{1}{19} + \frac{1,7}{17} \right) \times 100 \quad (5.11)$$

$$\approx \frac{1}{11} (3.85 + 8.51 + 0.80 + 12.00 + 19.44 + 2.44 + 10.45 + 12.50 + 32.94 + 5.26 + 10.00) \quad (5.12)$$

$$= \frac{1}{11} (118.19) \approx 10.74 \% \quad (5.13)$$

$$MAPE_{Planlama} = \frac{1}{11} \left(\frac{5}{26} + \frac{4}{23,5} + \frac{1}{25} + \frac{6}{25} + \frac{5}{18} + \frac{2,5}{20,5} + \frac{2}{22} + \frac{4}{24} + \frac{8}{17} + \frac{2}{19} + \frac{6}{17} \right) \times 100$$

(5.14)

$$\approx \frac{1}{11} (19.23+17.02+4.00+24.00+27.78+12.20+9.09+16.67+47.06+10.53+35.29) \quad (5.15)$$

$$= \frac{1}{11} (222,87) \approx 20.26 \% \quad (5.16)$$

Yapılan MAE ve MAPE hesaplamaları aşağıdaki tabloda gibi özetlenmiştir.

Tablo 5.15. MAE ve MAPE Sonuç Tablosu

Kriter	KDS	Planlama
MAE	2,16	4,14
MAPE(%)	10.74%	20,26%
Doğruluk (%)	89,26%	79,74%

Tablodan hareketle KDS'nin doğruluğu %89,26 iken planlamanın yapmış olduğu hesaplamanın doğruluğu %79,24'tür. Yani geliştirilen KDS ile planlamadan %9,5 daha yüksek doğrulukta hesaplama yapılmıştır.

5.17. Termin Tarihi Hesaplama Validasyonu

Sevkiyat kısıtları göz önüne alınarak hesaplanan termin tarihi hesaplamasının doğruluğu test edilmiştir. Planlama biriminin sevkiyat için verdiği tarih ile KDS ile belirlenen tarih karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki tabloda 4 ayrı sevkiyat için bu tarihler kıyaslanmıştır.

Tablo 5.16. Termin Tarihi Veri Tablosu

	KDS Verisi	Planlama Verisi	Gerçeklesen Üretim Verisi	KDS Hatası (gün)	Planlama Hatası (gün)
1	15.06.2025	18.06.2025	10.06.2025	-5,0	-8,0
2	17.06.2025	22.06.2025	11.06.2025	-6,0	-11,0
3	18.06.2025	25.06.2025	11.06.2025	-7,0	-14,0
4	21.06.2025	29.06.2025	12.06.2025	-9,0	-17,0

KDS ile hesaplanan termin tarihi ve planlama biriminin hesaplamış olduğu termin tarihi tabloda görülmektedir. Planlama birimi, ortalama 12,5 gün gecikmeli bir tarih vermişken uygulama ortalama 6,75 gün gecikmeli tarih hesaplamıştır. Bu bağlamda geliştirilen KDS'nin planlama biriminin termin tarihi belirleme hesaplamasına kıyasla daha başarılı termin tarihi hesapladığı ortaya konmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, departmanlar arası iletişimde netliği zorlaştıran, termin süresi hesaplama ve termin tarihi belirleme problemi çözülmeye çalışılmıştır. Bu amaç için, anlık olarak depolardaki stok verileri, parça çevrim süreleri ve makine ürün ağaçları bilgisi kullanılarak Excel VBA’da makro yazılım dili ile bir Karar Destek Sistemi oluşturulmuştur. Tamamen kullanıcı kolaylığı göz önüne alınarak oluşturulan ara yüz tasarımı ile başlayan süreç, kod yazımı ile devam ettirilerek kodların başarılı bir şekilde çalışmasıyla son bulmuştur.

Termin süresi ve termin tarihi hesaplanması için oluşturulan Karar Destek Sistemi’nde, üretim ve satın almanın işini kolaylaştıracak adımlar da atılmıştır. Firmanın üretimini yaptığı parçalar belirlenerek Ekonomik Üretim Miktarı (EPQ), satın alma yaptığı parçalar belirlenerek Ekonomik Sipariş Miktarı (EOQ) hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar kullanılarak anlık verilerin değişimine adapte olabilen dinamik bir Karar Destek Sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem ile EOQ ve EPQ yaşanacak herhangi bir maliyet veya veri değişikliğine karşın anlık olarak hesaplanabilecek ve güncel parti büyüklükleri belirlenebilecektir. Böylece fazla stok ve stoksuz kalma riskinin önüne geçilmiştir. Bunlara ek üretim ve sipariş yönetimi için gerekli olan ROP değerleri hesaplanarak ilgili departmanlarla paylaşılmış olup bir Karar Destek Sistemi de tasarlanmıştır. Bu sayede üretim birimleri ve satın alma birimi tetiklenerek üretim ve siparişe geçme noktaları kontrol altında tutularak stoksuz kalmanın önüne geçilmiştir.

Hazırlanan yazılım ilk önce tek çeşit ürün grubu üzerinde uygulanmıştır. Ürün grubu seçiminde makinenin; alt parça çeşitliliği, yıllık üretim adeti ve mevsime uygunluğu göz önüne alınmış olup bu kısıtlara en uygun ürün olan Tiller makinesi ürün grubu seçilmiştir. Ürün grubunun belirlenmesinin ardından detaylı bir veri toplama çalışması yapılmıştır. Yazılımda kullanılacak veriler; maliyet analizi, planlama ve satın alma departmanlarından temin edilmiştir. Buna paralel olarak çalışmada önemli bir yeri olan stok verisi, anlık güncel veri alınacak şekilde MS Excel’e entegre edilmiştir.

Kullanılacak verilerin toplanmasının ardından kullanıcıya uygun ara yüz tasarlanmış olup ardından uygulama ve bulgular kısmında detaylı bir şekilde anlatılan kod yazma sürecine geçilmiştir. Kodlar yazılırken termin süresini ve tarihini en doğru şekilde

hesaplayacak detaylar göz önünde bulundurulmuştur. Termin tarihi hesaplamalarında sevkiyat kısıtları atlanmayarak firmanın bu konudaki şartlarına dikkat edilmiştir.

Tüm adımlar tamamlandıktan sonra kullanıcı için kullanımı kolay olan bir Userform ile hesaplamanın yapılması ve yapılan hesaplamanın Excel’de kayıtlı hale getirilmesi sağlanmıştır.

Uygulama kullanmadan önce satış-pazarlama ve planlama departmanları arasında anlaşmazlıklara yol açan veya yanlış verildiği takdirde müşteri memnuniyetini zedeleyen hatta müşteri kayıplarına sebep olan termin süresi ve termin tarihi, geliştirilen Karar Destek Sistemi ile çözüme kavuşmuştur. Artık satış-pazarlama departmanından sipariş için termin süresi almak isteyen müşteriler, satış-pazarlama temsilcisi aracılığı ile bu süreye saniyeler içinde ulaşabilecektir. Böylece hızlı ve doğru dönüş alan müşterilerin firmaya olan bağlılığı artacaktır.

Uygulama için geliştirilen Karar Destek Sistemi’nde elde edilen termin tarihlerinin gerçek termin tarihleri ile uygunluğunu test etmek için uygulama için validasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışma ile KDS ile hesaplanan termin süresinin planlama birimine kıyasla %9,5 daha başarılı hesaplama yapıldığı görülmüştür. Beraberinde yapılan termin tarihi validasyonu ile termin tarihi belirlemede planlama biriminin ortalama 12,5 gün geç kalırken KDS’nin 6,75 gün geç kaldığı görülmüştür. Bu bağlamda geliştirilen KDS’nin planlama biriminin yaptığı hesaplamalara kıyasla daha başarılı hesaplama yaptığı ortaya konmuştur.

Oluşturulan Karar Destek Sisteminin elbette ki eksikleri mevcuttur. Bunlardan biri anlık tezgah doluluk oranlarını kullanmadığı için üretimde yaşanabilecek gecikmeleri göz ardı etmesidir. Firmada anlık tezgahlardan üretim verilerinin sinyallerle alınıp takip edildiği, planlı ve plansız duruşların tespit edildiği, çevrim sürelerinin hesaplanabildiği bir program kullanılmaktadır. Ancak bu program Excel veya başka bir veri tabanına anlık olarak entegre edilemediği için; anlık tezgah doluluk oranı bilgisi göz ardı edilmek durumunda kalmıştır. Bu sebeple üretimde yaşanabilecek herhangi bir gecikme veya duruş hesaplanan termin süresi içinde yer almamaktadır. Bu da hesaplanan termin tarihinde sapmaların olabileceğini göstermektedir. Ancak her ne olursa olsun, geliştirilen Karar Destek Sistemi ile makinenin, teorik olmasından kaynaklı minimum ve anlık ve olarak sevkiyata hazır olma süresi alınabilmektedir. Bu firma ve çalışanları için oldukça güzel bir adımdır.

KAYNAKLAR

- [1] M. N. Önat, «İnşaat Sektöründe Bir Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi Ve Uygulaması,» Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1997.
- [2] H. J. W. Donald W. Kroeber, Computer Based Information Systems: A Management Approach, Maxwell Macmillan International Editions, 1987.
- [3] M. C. ., J. D. Stephen Haag, Management Information Systems for the Information Age, Irwin/McGraw Hill Publishing Co., 1998.
- [4] T. Çetinyokuş ve H. Gökçen, «Borsada Göstergelerle Teknik Analiz İçin Bir Karar Destek Sistemi,» *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, cilt 17, no. 1, pp. 43-58, 2002.
- [5] D. Kroenke, Management Information Systems, USA: Mc Graw Hill, 1992.
- [6] Y. T. İç, «İşleme Merkezlerinin Seçiminde Kullanılacak Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi,» Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
- [7] J. E. A. T. P. L. Afraim Turban, Decision Support Systems and Intelligent Systems, Prentice Hall, 2001.
- [8] V. L. Sauter, Decision Support Systems for Business Intelligence, Wiley, 2011.
- [9] A. Güzeldülger, «Malzeme İhtiyaç Planlama Sürecinde Parti Hacimlendirme Probleminin Karar Destek Sistemleri ile Çözümlemlenmesi,» Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009.
- [10] U. Yozgat, Yönetim Bilişim Sistemleri (Management Information), İstanbul: Beta, 1998.
- [11] J. P. L. Kenneth C. Laudon, Management Information Systems, New Jersey: 7th Edition, Prentice Hall, 2002.

- [12] T.-. P. L. E. T. Chao-Min Chiu, «Kitle Kaynak Kullanımı Karar Desteği İçin Ne Yapabilir,» *Decision Support Systems*, cilt 65, pp. 40-49, Eylül 2014.
- [13] C. Aktürk, «Lojistik Maliyetlere Göre Teslim Tarihi Belirleme ve Bir Karar,» *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, no. 16, pp. 1-7, 2019.
- [14] D. Ö. Ü. B. Dulkadir, «Ürün Siparişi Termin Programının Karar Destek Sistemleriyle Planlanması,» *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, cilt 24, no. 4, pp. 1324-1337, 2022.
- [15] «Türk Dil Kurumu Sözlükleri,» [Çevrimiçi]. Available: <https://sozluk.gov.tr/>. [Erişildi: 13 Şubat 2025].
- [16] G. Gürçay, Yöneticiler İçin Temel Stok Kontrolü, İstanbul: Çatı Kitapları, 2012.
- [17] G. Yenersoy, Malzeme Yönetim Sistemleri, İstanbul: MA-PA Yayınları, 1990.
- [18] Ö. Başara, «Küresel Dünyada Lojistik Anlayışı ve Türkiye’deki Gelişmeler,» Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1996.
- [19] Score, Inventory Control, 2002.
- [20] M. T. v. M. Şeker, «Stratejik Stok Yönetimi: Bir Kamu Hastanesi Örneği,» *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, cilt 8, no. 1, pp. 713-727, 2011.
- [21] P. H. Zipkin, «Foundations of Inventory Management,» McGraw-Hill, New York, 2000.
- [22] A. E. Harun Sulak, «“Ekonomik Sipariş ve Üretim Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar,» *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, cilt 14, no. 3, p. 383, 2009.
- [23] W. J. Stevenson, Operations Management, North America: McGraw-Hill, 2005.
- [24] R. Yaman, Üretim Planlama: Kontrol ve Bütünleştirme, Ankara: Nobel Yayınevi, 2011.

- [25] M. Karaöz, «Öğrenme ve Farklı Talep Fonksiyonlarını İçeren Ekonomik Üretim Miktarı Model Önerileri,» Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2003.
- [26] A. Eroğlu, Deterministik Envanter Modelleri, Isparta: Fakülte Kitapevi, 2002.
- [27] M. S. S. Morton, «Management Decision Systems: Computer-Based Support for Decision Making,» Ph.D. dissertation, Graduate School of Business Administration, Harvard University, Boston, MA, USA, 1971.
- [28] G. A. G. a. M. S. S. Morton, «A Framework For Management Information Systems,» *Sloan Management Review*, cilt 1, no. 13, pp. 55-71, 1971.
- [29] M. S. S. M. Peter G. W. Keen, Decision Support Systems: An Organizational Perspective, Reading, Massachusetts, ABD: Addison-Wesley, 1978.
- [30] I. G. G. R. W. W. A. Y. I. Ehsan Ardjmand, «Application of Decision Support Systems in Scheduling/Planning of Manufacturing/Service Systems: A Critical Review,» *International Journal of Management and Decision Making*, cilt 15, no. 3/4, pp. 248-276, 2016.
- [31] J. Orlicky, Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management, New York: McGraw-Hill, 1975.
- [32] A. S. a. M. L. Smith, «Due Date Assignment for Production Systems,» *Management Science*, cilt 27, no. 5, pp. 571-581, 1981.
- [33] C. P.-C. S. T. Enns, «Due Date Selection Procedures for Job-Shop Simulation,» *Computers & Industrial Engineering*, cilt 7, no. 1, pp. 71-80, 1983.
- [34] P. G. Marlin, «Manufacturing Lead Time Accuracy,» *Journal of Operations Management*, cilt 6, no. 2, pp. 179-202, 1986.
- [35] D. H. P. Kaminsky, «Due Date Quotation Models and Algorithms,» University of California, Industrial Engineering and Operations Research, Berkeley, September, 2003.

- [36] D. K. S. Shraddha Chavan, «Development of Scheduling Optimization Tool using Excel VBA and Solver for Productivity Improvement of Slitting Machines for PVC/PVDC Film,» *IEOM Society International*, 2022.
- [37] W. Bassin, «Analysis of an Economic Order Quantity and Reorder Point Inventory Model,» Senior Project, Dept. of Industrial and Manufacturing Engineering, California Polytechnic State Univ., San Luis Obispo, CA, 2006.
- [38] S. Z. L. Z. Mohamad Y. Jaber, «Economic order quantity models for imperfect items with buy and repair options,» *International Journal of Production Economics*, cilt 155, pp. 109-117, 2014.
- [39] A. B. P.S. Ardak, «An Economic Production Quantity Model with Inventory Dependent Demand and Deterioration,» *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, cilt 9, no. 2, pp. 453-457, 2017.
- [40] R. E. v. D. A. S. A. M. R. Adzaky, «Analysis of Raw Material Inventory Control with Using Economic Order Quantity (EOQ) Method,» *International Journal of Economics, Business and Accounting Research (IJEBAAR)*, cilt 8, no. 1, pp. 146-154, 2024.
- [41] B. Kobu, Üretim Yönetimi, İstanbul: Beta Bas. Yay. A.Ş., 2006.
- [42] C. H. Kağmcıoğlu, «Üretim Yönetimi,» T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir, 2018.
- [43] O. Y. Meryem Akdoğan Kozak, «İş Analizinin Yönetim Yaklaşımları İçindeki Önemi,» *İş Güç Dergisi*, cilt 5, no. 1, p. 2, 2007.
- [44] J. G. Monks, Operation Management: Theory and Problems, Singapore: Mc.Graw-Hill Book Co., 1987.
- [45] Ş. W. Megan Jeffreyler, «Social and Technological Impacts of Samuel Slater and Eli Whitney's Innovations,» *Journal of Student Research*, cilt 11, no. 4, pp. 1-12, 2022.
- [46] F. M. C. Andrei Octavian Paraschivescu, «Strategic Quality Management,» *Economy Transdisciplinarity Cognition*, cilt 17, no. 1, pp. 19-27, 2014.

- [47] B. Aydın, «Nano Üretim Kavramının Üretim Yönetimi Alanında Bibliyometrik ve Sistematik Analizi,» Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2024.
- [48] S. Üreten, Üretim İşlemler Yönetimi, İzmir: Dokuz Eylül Yayınları, 2002.
- [49] M. Tekin, Üretim Yönetimi, Konya: Günay Ofset, 2006.
- [50] O. Yamak, Üretim Yönetimi Sistemsel Bir Yaklaşım, İstanbul: Türkmen Kitabevi, 2007, p. 224.
- [51] O. Küçük, «Stok Yönetimi,» Ankara, Seçkin Yayınları, 2011, p. 23.
- [52] D. Altunbek, «Kriz Yönetiminde Üretim Yönetimi Modeli,» Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [53] S. Sağlam, «ERP Sistemleri ve Üretim Planlama Kontrol Faaliyetleri İlişkisi,» Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2008.
- [54] T. Palamutçuoğlu, *Üretim Yönetimi Ders Notları*, Manisa: Celal Bayar Üniversitesi Kula Meslek Yüksekokulu, 2014.
- [55] A. Doğan, «Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi,» Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.
- [56] G. Yenersoy, Üretim Planlama ve Kontrol, İstanbul: Papatya Yayıncılık, 2015.
- [57] N. Erkip, «Stok Hareketinin Verimliliğe Etkisi,» *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, cilt 1, no. 3, p. 128, 1987.
- [58] Y. Tanrıverdi, «Tedarik Zinciri ve Stok Yönetimi Üzerine Bir Uygulama,» Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2010.
- [59] Ş. G. Hulusi Demir, Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi), İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım, 2009.

- [60] H. S. A. Ekrem Özkul, Sağlık Sistemleri Planlama ve Kontrolü, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:819, 1994.
- [61] K. Nahar, «ISSN: 2278-0181,» *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, cilt 8, no. 10, 2019.
- [62] A. Y. Kaptanoğlu, Sağlık İşletmelerinde Maliyet Depo Stok ve Envanter Yönetimi, İstanbul: Beşir Kitapevi, 2013.
- [63] E. Gündoğar, «A Rule Based Master Production Scheduling System for An Electro-Mechanical Manufacturing Company,» *Production Planing and Control*, cilt 10, no. 5, pp. 486-492, 1999.
- [64] B. Pamukçu, %1 içinde *Finansal Yönetim*, İstanbul, Der Yayınları, 1999, p. 134.
- [65] R. K. S. M. O. Celaleddin M. Atamanalp, Maliyet Muhasebesi, Erzurum: Aktif Yayınevi, 2000.
- [66] A. A. B. Başaran, «Kobi'lerde Stokların Etkin Yönetimini Belirleyen Etmenlerin İncelenmesi: Görgül Bir Araştırma,» *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, cilt 9, pp. 79-98, 2008.
- [67] M. Cottingham, Mastering AutoCAD VBA, USA: SYBEX Inc, 2001.
- [68] MEB, Stok Yönetimi, Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011.
- [69] S. K. v. N. E. O. A. Ozturk, «Manufacturing Lead Time Estimation Using Data Mining,» *European Journal of Operational Research*, cilt 173, no. 2, pp. 683-700, 2006.
- [70] H. Sulak, «Stok Kontrolü ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar: Ödemelerde Gecikmeye İzin Verilmesi Durumu ve Bir Model Önerisi,» Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2008.
- [71] N. Kaya, «Etkin Stok Yönetimi ve Türkiye'de Bir Uygulama,» Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 2004.

- [72] S. Katrancıoğlu, «Decision Support System Design to Evaluate Recovery Options for Rental Products,» Ph.D. thesis, Marmara University Institute for Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, Istanbul, 2024.
- [73] D. Er, «Klasik Kusurlu Ekonomik Sipariş Miktarı Modelinin Gri Teori Üzerine Karşılaştırmalı Bir Uygulama,» Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2023.
- [74] R. Yıldız, «Ekonomik Sipariş Miktarı Modelinin Bir Üretim İşletmesinde Belirli Bir Ürün Grubuna Yönelik İncelenmesi,» Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2015.
- [75] S. Selçuk, «Bir İşletmede Talep Tahmini ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinin Uygulanması,» Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2019.
- [76] Ö. Gezer, «Metal Sektöründe Ekonomik Sipariş Miktarı Modelinin Uygulanması,» Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2019.
- [77] E. Taçyıldız, «Belirsizlik Ortamında Ekonomik Sipariş Miktarı Üzerine Bir Çalışma,» Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir, 2021.
- [78] E. Çelik, «Olasılık Dağılımlarından Rassal Değişkenlik Üretimi ve VBA Uygulanması,» Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, 2015.